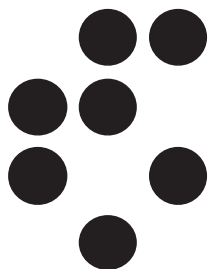
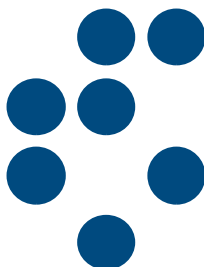


Poročilo o delu v letu 2019



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

POROČILO IJS P-333
LETNO POROČILO
JULIJ 2020



Poročilo o delu v letu 2019



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

Poročilo o delu v letu 2019 je izdano tudi v angleškem jeziku.

Založnik: Institut "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenija
(<http://www.ijs.si>)

Urednika: dr. Luka Šušteršič in mag. Marjan Verč

Lektorica: Špela Komac, dipl. slov.

ISSN 1318-7392

Fotografije: mag. Marjan Verč, Marjan Smerke, inž., in arhivi odsekov

Zbiranje gradiva: Suzi Korošec, inž. rač., mag. Marjan Verč

Računalniški prelom: Suzi Korošec, inž. rač.

Tisk: ABO grafika, d. o. o., Ljubljana

Ljubljana, julij 2020

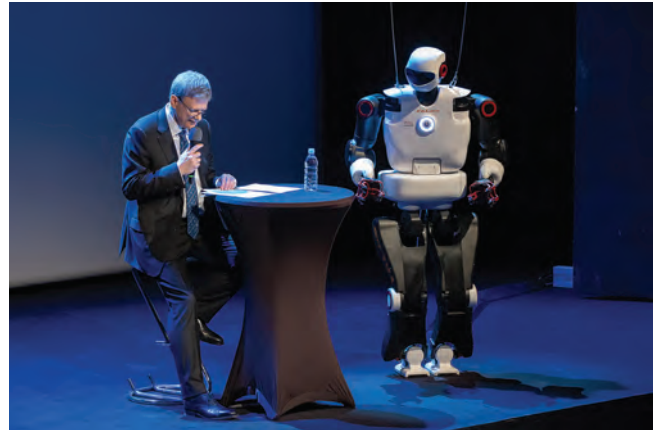
KAZALO

Spremna beseda.....	5
Pomembni mejniki v zgodovini IJS.....	6
Organizacijska shema IJS.....	8
Vodstvo IJS.....	10
Število in sestava sodelavcev po enotah.....	11
Izobrazba sodelavcev IJS.....	12
Prejemniki priznanj IJS.....	13
Mednarodni odbor svetovalcev.....	14
Podpisani dogovori o sodelovanju.....	14
Mednarodno sodelovanje.....	15
Umetniške razstave v galeriji IJS.....	15
Sodelovanje z univerzami.....	16
Kolokviji na IJS.....	19
Število študentov.....	20
Število mladih raziskovalcev, sprejetih v financiranje od ARRS in gospodarstva.....	21
Finance.....	22
Objave in dela.....	23
Opravljen doktorska dela.....	24
Podeljeni patenti.....	24
Nagrade in priznanja.....	25
Prenos znanja.....	29
Institut v številkah.....	30
Raziskovalni odseki	
Odsek za teoretično fiziko (F-1).....	33
Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2).....	43
Odsek za tanke plasti in površine (F-3).....	55
Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F-4).....	59
Odsek za fiziko trdne snovi (F-5).....	69
Laboratorij za plinsko elektroniko (F-6).....	95
Odsek za kompleksne snovi (F-7).....	105
Odsek za reaktorsko fiziko (F-8).....	119
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9).....	131
Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1).....	143
Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3).....	149
Odsek za elektronsko keramiko (K-5).....	157
Odsek za nanostrukturne materiale (K-7).....	167
Odsek za sintezo materialov (K-8).....	185
Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9).....	191
Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1).....	201
Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2).....	205
Odsek za biotehnologijo (B-3).....	213
Odsek za znanosti o okolju (O-2).....	219
Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (E-1).....	239
Odsek za sisteme in vodenje (E-2).....	249
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3).....	255
Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E-5).....	269
Odsek za komunikacijske sisteme (E-6).....	275
Odsek za računalniške sisteme (E-7).....	285
Odsek za tehnologije znanja (E-8).....	297
Odsek za inteligentne sisteme (E-9).....	311
Odsek za reaktorsko tehniko (R-4).....	321
Centri in službe	
Reaktorski infrastrukturni center (RIC).....	331
Center za mrežno infrastrukturo (CMI).....	335
Znanstvenoinformacijski center (ZIC).....	339
Center za energetske učinkovitost (CEU).....	341
Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM).....	349
Center za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij (CT-3).....	353
Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča (ICJT).....	361
Služba za varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS).....	365
Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT).....	367
Center za Pametna mesta in skupnosti (CPMiS).....	373
Center Tovarne prihodnosti (CToP).....	377



SPREMNA BESEDA

Nastajanje Instituta "Jožef Stefan" sega v leta po drugi svetovni vojni. Uradno je bil ustanovljen leta 1949, vendar je oblikovanje novega inštituta potekalo dlje časa in to v dokaj zapletenih družbenih in političnih razmerah, v času, ko se je šele oblikovala šolska in znanstvena politika v Sloveniji. Institut je začel delovati kot Fizikalni inštitut Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Osnovni namen njegovega prvega direktorja Antona Peterlina je bil zgraditi okolje za izvajanje kakovostnih fizikalnih raziskav s poudarkom na univerzitetnem poučevanju, vendar so Institut kmalu za tem umestili v zvezni nuklearni program. Leta 1952 so ga poimenovali po slavnem slovenskem fiziku Jožefu Stefanu, ki je deloval na prestižni dunajski univerzi v Avstro-Ogrski monarhiji v 19. stoletju.



Slavnostni nagovor direktorja prof. dr. Jadrana Lenarčiča ob 70. obletnici Instituta "Jožef Stefan" v Cankarjevem domu

Leto 2019 je torej minilo v znamenju 70. obletnice Instituta "Jožef Stefan". Zaznamovali smo jo s serijo dogodkov, osrednja akademija pa je potekala v Linhartovi dvorani Cankarjevega doma. Praznovanje 70. obletnice ni bilo le obujanje starih dogodkov in naštevanje dosežkov v zgodovini našega Instituta, temveč smo slovenski in mednarodni javnosti želeli predstaviti predvsem Institut, kakršen je danes, njegov pomen za razvoj Slovenije, slovenske in mednarodne znanosti s poudarkom na vrhunskih tehnologijah, ki nastajajo v naših laboratorijih. Z veseljem poudarjam, da Institut ni samo slovenski, je tudi evropski, saj so za njegov obstoj in delovanje ključni njegova vpetost v evropski raziskovalni prostor ter mednarodno sodelovanje in izmenjave. K mnogim drugim dogovorom o bilateralnem sodelovanju smo lansko leto dodali še dogovor s pomembnim norveškim raziskovalnim centrom Sintef.

Leta 2019 je Institut zaključil s 1061 zaposlenimi, prvič v zgodovini smo presegli okroglo številko 1000 zaposlenih. Razmere v slovenski znanosti so se v preteklem letu namreč izboljšale, zaradi česar smo zaposlili več mladih doktorandov in podoktorskih sodelavcev. Omeniti velja, da večina na novo zaposlenih prihaja iz tujine. Ugled Instituta v mednarodnem prostoru je velik, na kar kaže tudi podatek, da je med več kot 8000 ocenjenimi inštituti po svetu Ranking Web of Research Centers naš Institut uvrstil na visoko 102. mesto. Bralce tega poročila vabim tudi k prelistavanju dveh publikacij, izdanih ob obletnici Instituta, knjige Iskanja z navdihom, ki z vrhunskimi fotografijami predstavlja življenje Instituta danes, ter kratkega izbora fotografij iz inštitutske zgodovine Utrinki 1949–2019.

*Prof. dr. Jadran Lenarčič,
direktor Instituta "Jožef Stefan"*

POMEMBNI MEJNIKI V ZGODOVINI IJS

1946

~ Ustanovljen je Fizikalni inštitut pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti (SAZU).

1949

~ Fizikalni inštitut SAZU se preusmeri na raziskave, povezane z miroljubno uporabo jedrske energije.

1952

~ Inštitut se preimenuje v Fizikalni inštitut "Jožef Stefan" in se vsemi v novo stavbo.

1954

~ Inštitut dobi prvo večjo opremo: betatron in elektronski mikroskop.

1956

~ Obratovati začne pospeševalnik Van de Graaff, izdelan na Inštitutu.

1958

~ Inštitut se na novo organizira in določena so naslednja področja dela: jedrska fizika, fizika trdne snovi, kemija, radiobiologija.

1959

~ Inštitut se preimenuje v Nuklearni inštitut "Jožef Stefan" in ga financira Zvezna komisija za nuklearno energijo.



Masni spektrometer na IJS (okrog l. 1960)

1962

~ Na Inštitutu je sintetizirana nova spojina XeF_6 , ena prvih spojin žlahtnih plinov.

~ Kupljen je prvi računalnik za raziskovalno delo ZUSE Z23.

1966

~ Obratovati začne jedrski raziskovalni reaktor TRIGA.

1968

~ Zvezna komisija za nuklearno energijo (ZKNE) preneha obstajati, financiranje od Republike Slovenije postane vse pomembnejše.

1969

~ Inštitut se preusmeri na »nejedrski« dejavnosti in iz imena izpusti besedo "nuklearni".

1970

~ Univerza v Ljubljani postane soustanoviteljica IJS (poleg Zveznega izvršnega sveta).

1971

~ Ustanovljena je INOVA, inštitutska enota, ki naj bi skrbela za vključitev IJS v gospodarstvo.



Inštitutske zgradbe po odprtju l. 1953

1972

~ Kupljen je nov računalnik Cyber 72 in ustanovljen Republiški računski center kot samostojna enota IJS.

1974

~ Začne se sodelovanje z mednarodnim centrom CERN pri projektih fizike visokih energij.

~ Ustanovljena je skupina za evalvacijo posegov v okolje SEPO.

1976

~ Prvi jugoslovanski procesni računalnik z 8-bitno obdelavo podatkov DARTA 80

1979

~ Podpisana je pogodba o sodelovanju med IJS in Nuklearno elektrarno Krško.

~ Izdelan je prvi robot v Sloveniji GORO-1.

1982

~ Ustanovljen je Ekološki laboratorij z mobilno enoto, ki deluje kot specialna enota Republiške uprave za civilno zaščito.

1983

~ Izoliran je prvi od stefinov (inhibitorji cisteinskih proteinaz, imenovani po J. Stefanu) in določena njegova primarna struktura.



Reaktorski center, Podgorica, zgrajen leta 1966

1985

- ~ Raziskovalna skupnost Slovenije začne financirati projekt "2000 novih raziskovalcev".
- ~ IJS in podjetje SMELT ustanovita Center za trde prevleke.

1987

- ~ IJS ustanovi samostojno podjetje INEA, ki skrbi za prenos in uporabo raziskovalnih dosežkov na področju vodenja procesov in industrijske energetike.

1989

- ~ Ustanovljen je Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča.

1990

- ~ Na IJS je postavljen prvi superračunalnik v Sloveniji CONVEX.
- ~ Končana je večletna graditev novih laboratorijev.

1992

- ~ Ministrstvo za znanost in tehnologijo ustanovi več tehnoloških središč (infrastrukturnih centrov).
- ~ IJS postane z odlokom Vlade Republike Slovenije javni raziskovalni zavod.
- ~ Ustanovljen je Tehnološki park IJS, ki se kasneje razvije v Tehnološki park Ljubljana.



Jedrski magnetnoresonančni spektrometer

1995

- ~ IJS je soustanovitelj mednarodne podiplomske šole za znanosti o okolju Politehnika Nova Gorica.
- ~ IJS ustanovi mrežo inštitutov in centrov: ERICo – Velenje, Raziskovalni inštitut Valdoitra.

1997

- ~ Postavljen je nov pospeševalnik TANDETRON 3,5 MeV.

1999

- ~ IJS praznuje 50-letnico delovanja.

2003

- ~ Ustanovljena je Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana.



Začetki robotike na IJS leta 1985

2004

- ~ Institut je izbran za koordinatorja štirih centrov odličnosti.

2007

- ~ Nanomanipulacija posameznih atomov z nizkotemperaturnim vrstičnim tunelskim mikroskopom
- ~ Postavljena je nova žarkovna linija ERDA/RBS na pospeševalniku TANDETRON v Mikroanalitskem centru.

2015

- ~ Dne 23. novembra 2015 je Institut "Jožef Stefan" na Reaktorskem centru v Podgorici slavnostno predal v uporabo novo in obnovljeno raziskovalno infrastrukturo za okoljske raziskave.



Nova in obnovljena raziskovalna infrastruktura za okoljske raziskave na IJS leta 2015

ORGANIZACIJSKA SHEMA INSTITUTA "JOŽEF STEFAN"

UPRAVNI ODBOR

DIREKTOR

ZNANSTVENI SVET

RAZISKOVALNI ODSEKI

Fizika

Teoretična fizika (F-1)

prof. dr. Jernej Fesl Kamenik

Fizika nizkih in srednjih energij (F-2)

prof. dr. Primož Pelicon

Tanke plasti in površine (F-3)

prof. dr. Miha Čekada

Tehnologija površin in optoelektronika (F-4)

prof. dr. Miran Mozetič

Fizika trdne snovi (F-5)

prof. dr. Igor Muševič

Plinska elektronika (F-6)

prof. dr. Uroš Cvelbar¹

Kompleksne snovi (F-7)

prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović

Reaktorska fizika (F-8)

doc. dr. Luka Snoj

Ekperimentalna fizika osnovnih delcev (F-9)

prof. dr. Marko Mikuž

Kemija in biokemija

Anorganska kemija in tehnologija (K-1)

doc. dr. Gašper Tavčar

Fizikalna in organska kemija (K-3)

prof. dr. Ingrid Milošev

Elektronska keramika (K-5)

prof. dr. Barbara Malič

Nanostrukturni materiali (K-7)

prof. dr. Sašo Šturm

Sinteza materialov (K-8)

prof. dr. Darko Makovec

Raziskave sodobnih materialov (K-9)

doc. dr. Matjaž Spreitzer

Biokemija, molekularna in strukturna biologija (B-1)

prof. ddr. Boris Turk

Molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)

prof. dr. Igor Kržaj

Biotehnologija (B-3)

prof. dr. Janko Kos², prof. dr. Boris Rogelj³

Znanosti o okolju (O-2)

prof. dr. Milena Horvat

Elektronika in informacijske tehnologije

Avtomatika, biokibernetika in robotika (E-1)

prof. dr. Aleš Ude

Sistemi in vodenje (E-2)

dr. Gregor Dolanc

Umetna inteligenca (E-3)

prof. dr. Dunja Mladenec

Odprti sistemi in mreže (E-5)

doc. dr. Tomaž Klobučar

Komunikacijski sistemi (E-6)

prof. dr. Mihael Mohorčič

Računalniški sistemi (E-7)

prof. dr. Gregor Papa

Tehnologije znanja (E-8)

prof. dr. Nada Lavrač

Inteligentni sistemi (E-9)

prof. dr. Matjaž Gams

Jedrsko tehnika in energetika

Reaktorska tehnika (R-4)

prof. dr. Leon Cizelj

¹ od 1. 7. 2019

² do 31. 10. 2019

³ od 1. 11. 2019



CENTRI

Reaktorski infrastrukturni center (RIC)
prof. dr. Borut Smodiš

Center za mrežno infrastrukturo (CMI)
dr. Jan Jona Javoršek

Znanstvenoinformacijski center (ZIC)
dr. Luka Šuštersič

Center za energetska učinkovitost (CEU)
mag. Stane Merše

Center za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij (CT-3)
mag. Mitja Jermol

Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča (ICJT)
dr. Igor Jenčič

Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM)
prof. dr. Miran Čeh

Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)
dr. Špela Stres, MBA, LL.M.

Center za Pametna mesta in skupnosti (CPMiS)
dr. Nevenka Cukjati

Center Tovarne prihodnosti (CToP)
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.

Mikroanalitski center (MIC)
prof. dr. Primož Pelicon

Center za mikroskopijo in detekcijo nanomaterialov (CMD-NANO)
prof. dr. Maja Remškar

Utekočinjevalnik helija s sistemom za regeneracijo helija
prof. dr. Janez Dolinšek

Center za masno spektrometrijo
dr. Dušan Žigon

Nacionalni center za elektronsko mikroskopijo in analizo površin (CEMAP)
prof. dr. Miran Čeh

NMR center
prof. dr. Janez Dolinšek

Center za proizvodnjo in strukturo proteinov
prof. dr. Dušan Turk

Center za nanolitografijo in nanoskopijo
prof. dr. Dragan Mihailović

Center za izvedbo eksperimentov fizike delcev v mednarodnih središčih
prof. dr. Marko Mikuž

Objekt vroča celica (OVC)
prof. dr. Borut Smodiš

e-Raziskovalna infrastruktura navideznih sodelovalno-raziskovalnih okolij
dr. Dušan Gabrijelčič

SLUŽBE IN PODPORNE DEJAVNOSTI

Službe in servisi

Sekretariat (U-2)
Katja Novak, univ. dipl. prav.⁴, Luka Virag, univ. dipl. prav.⁵

Nabavna služba (U-3)
Dejan Ratkovič, univ. dipl. ekon.

Finančno-računovodska služba (U-4)
mag. Regina Gruđen

Služba za poslovno informatiko (U-5)
Jože Kašman, prof. mat.

Mednarodna projektna pisarna (U-6)
mag. Marja Mali

Tehnični servisi (TS)

Aleš Cesar, univ. dipl. inž. grad.

Podporne dejavnosti

Služba za varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS)
mag. Matjaž Stepišnik

Služba za zagotovitev kakovosti (QA)
dr. Andrej Prošek

Delavnice
Franc Setnikar, inž. stroj.

VKLJUČENOST IJS V REGIJSKI RAZVOJ RAZISKOVALNE DEJAVNOSTI

Tehnološki park Ljubljana

Univerza v Novi Gorici

Mednarodna podiplomska šola
Jožefa Stefana

Tehnološki centri

Nanotesla Institut Ljubljana

Razvojni center za vodikove tehnologije

Tehnološki center za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo proizvodnje (ARI)

Centri odličnosti

Nanoznanosti in nanotehnologije –
NANOCENTER

NAMASTE, zavod za raziskave in razvoj
naprednih nekovinskih materialov s
tehnologijami prihodnosti

Integrirani pristopi v kemiji in
biologiji proteinov – CIPKeBiP

Polimerni materiali in tehnologije
– PoliMaT

EN – FIST

Biosenzorika, instrumentacija in
procesna kontrola – CO BIK

Nizkoogljicne tehnologije – CO NOT

Vesolje, znanost in tehnologije –
SPACE.SI

⁴ do 8. 12. 2019

⁵ v. d. vodje od 9. 12. 2019

VODSTVO IJS

VODSTVO

Direktor

Prof. dr. Jadran Lenarčič

Pomočnica direktorja

Dr. Romana Jordan

Svetovalka

Marta Slokan, univ. dipl. prav.

UPRAVNI ODBOR

Dr. Mark Pleško, *Cosylab, d. d., Ljubljana, predsednik UO*

Ivo Boscarol, *MBA, Pipistrel, d. o. o., Ajdovščina*

Prof. dr. Sašo Džeroski, *IJS*

Martina Gašperlin, *Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo*

Prof. dr. Primož Pelicon, *IJS*

Stojan Petrič, *Kolektor Group, d. o. o., Idrija*

Prof. dr. Jože Pungerčar, *IJS*

Dr. Tomaž Savšek, *TPV Group, d. o. o., Novo mesto*

Kim Turk, *Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, do 28. 2. 2019*

Peter Sterle, *Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, od 28.2.2019*

ZNANSTVENI SVET

Prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović, *predsednik ZS IJS*

Prof. dr. Leon Cizelj

Prof. dr. Miran Čeh

Prof. dr. Svjetlana Fajfer

Prof. dr. Matjaž Gams

Prof. dr. Milena Horvat

Prof. dr. Nada Lavrač

Prof. dr. Jadran Lenarčič, *direktor Instituta*

Prof. dr. Matej Lipoglavšek

Prof. dr. Barbara Malič

Prof. dr. Marko Mikuž

Prof. dr. Mihael Mohorčič, *namestnik predsednika*

Prof. dr. Igor Muševič

Doc. dr. Gašper Tavčar

Prof. ddr. Boris Turk, *namestnik predsednika*

NEKDANJI DIREKTORJI



*Akad. prof. dr.
Anton Peterlin,
prvi direktor IJS*

Akad. prof. dr. Anton Peterlin, ustanovitelj in prvi direktor IJS, 1949–1955

Karol Kajfež, 1955–1958

Lucijan Šinkovec, 1959–1963

Prof. dr. Milan Osredkar, 1963–1975

Prof. dr. Boris Frlec, 1975–1984

Prof. dr. Tomaž Kalin, 1984–1992

Prof. dr. Danilo Zavrtanik, 1992–1996

Prof. dr. Vito Turk, 1996–2005

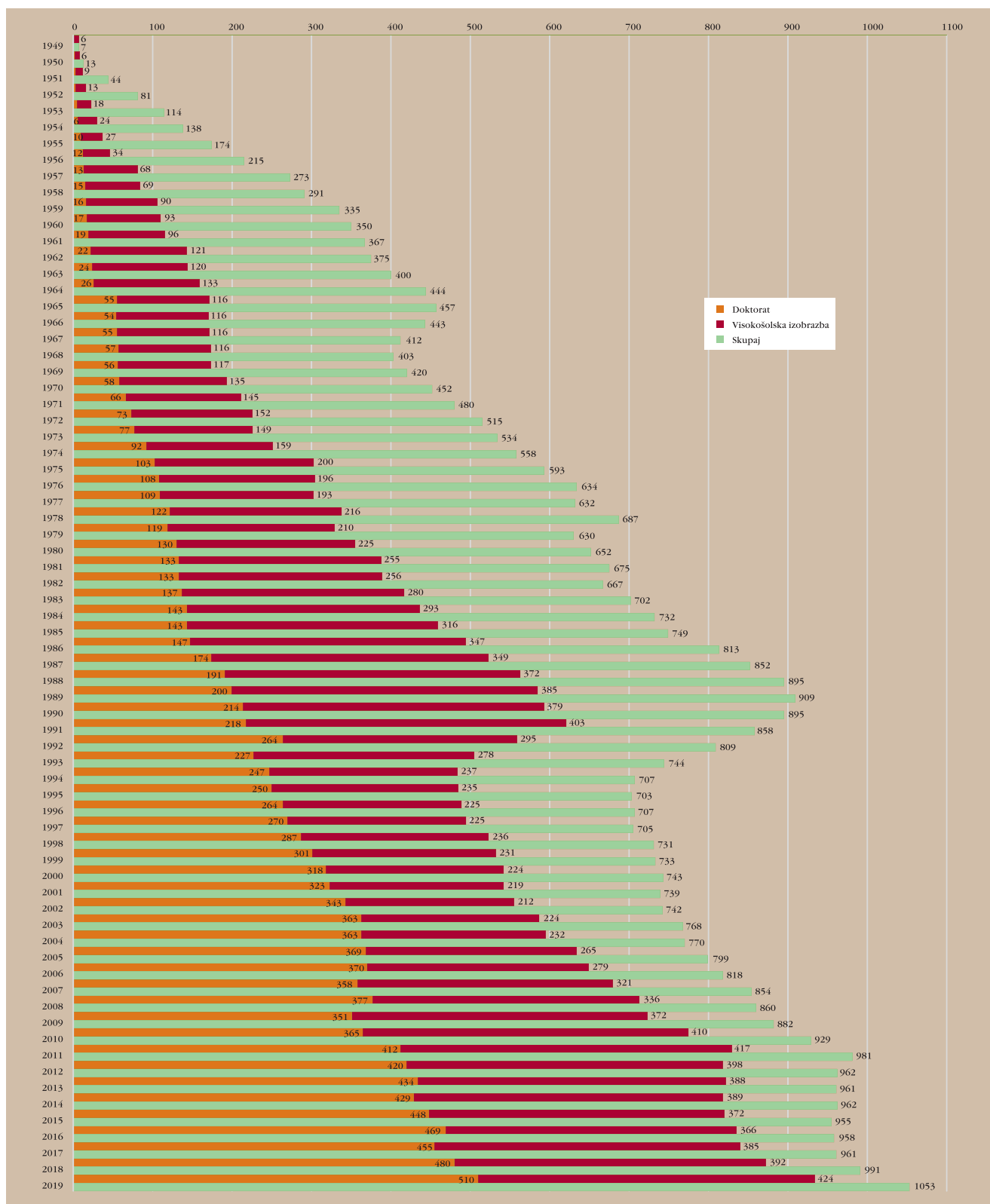
ŠTEVILO IN SESTAVA SODELAVCEV PO ENOTAH

Stanje 31. 12. 2019

Odsek	Raziskovalci	Podok. sod.	Mladi razisk.	Strok. sod.	Skupaj razisk.	Tehniški in admin. sod.	Skupaj
Odsek za teoretično fiziko (F-1)	27	6	9		42	1	43
Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2)	21	7	7	7	42	5	47
Odsek za tanke plasti in površine (F-3)	3	1	2	1	7	5	12
Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F-4)	6	8	4	2	20	2	22
Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)	38	19	21	6	84	10	94
Laboratorij za plinsko elektroniko (F-6)	2	3	3		8	2	10
Odsek za kompleksne snovi (F-7)	14	5	10	3	32	1	33
Odsek za reaktorsko fiziko (F-8)	9	7	8	1	25	3	28
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9)	18	3	8		29	4	33
Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1)	9		5	2	16	4	20
Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3)	2	3	6	1	12		12
Odsek za elektronsko keramiko (K-5)	7	3	7	3	20	1	21
Odsek za nanostrukturne materiale (K-7)	15	9	12	3	39	2	41
Odsek za sintezo materialov (K-8)	5	1	1		7	1	8
Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9)	10	3	5	2	20	2	22
Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1)	11	9	10	2	32	3	35
Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)	7		4		11	2	13
Odsek za biotehnologijo (B-3)	6	7	4	1	18		18
Odsek za znanosti o okolju (O-2)	23	8	17	1	49	6	55
Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (E-1)	12	4	12	11	39	3	42
Odsek za sisteme in vodenje (E-2)	16		5	3	24	2	26
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3)	7	8	8	12	35	4	39
Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E-5)	4	5	1	1	11		11
Odsek za komunikacijske sisteme (E-6)	15	3	4	4	26	4	30
Odsek za računalniške sisteme (E-7)	8	4	5	2	19	2	21
Odsek za tehnologije znanja (E-8)	20	14	11	2	47	1	48
Odsek za inteligentne sisteme (E-9)	7	3	8	6	24	10	34
Odsek za reaktorsko tehniko (R-4)	11	1	6	4	22	3	25
Center za energetsko učinkovitost (CEU)	5	1		10	16	4	20
Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM)	1	2	1	1	5		5
Center za mrežno infrastrukturo (CMI)				4	4	4	8
Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča (ICJT)	1			5	6	3	9
Znanstvenoinformacijski center (ZIC)				2	2	8	10
Reaktorski infrastrukturni center (RIC)	1		1		2	5	7
Mrežni infrastrukturni center reaktorja (MICR)				1	1	1	2
Center za prenos znanja na področju inform. tehnologij (CT-3)			1	4	5	8	13
Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)	1		1	6	8	7	15
Center za pametna mesta in skupnosti (CPMiS)						2	2
Center - Tovarne prihodnosti (CToP)						5	5
Skupne službe				2	2	71	73
Tehnične in podporne službe				3	3	38	41
Institut "Jožef Stefan"	342	147	207	118	814	239	1053

IZOBRAZBA SODELAVCEV IJS

1949–2019





PREJEMNIKI PRIZNANJ IJS

ČASTNI ČLANI

Akad. prof. dr. Robert Blinc[☞], predsednik ZS od 1992 do 2007 (1933–2011)
 Prof. dr. Jean-Marie Dubois, Institut Jean Lamour, CNRS - Centre National de la
 Recherche Scientifique, Paris in Université Lorraine, Nancy, Francija
 Prof. dr. Boris Frlec, direktor Instituta "Jožef Stefan" od 1975 do 1984
 Prof. dr. Robert Huber, *Nobelov nagradjenec*, Max-Planck-Institut für Biochemie,
 München, Nemčija
 Prof. dr. Milan Osredkar[☞], direktor Instituta "Jožef Stefan" od 1963 do 1975
 (1919–2003)
 Akad. prof. dr. Anton Peterlin[☞], ustanovitelj in prvi direktor Instituta "Jožef Stefan"
 od 1949 do 1955 (1908–1993)
 Akad. prof. dr. Vito Turk, direktor Instituta "Jožef Stefan" od 1996 do 2005

PRIDRUŽENI ČLANI

Prof. dr. David C. Ailion, University of Utah, Salt Lake City, Utah, ZDA
 Prof. dr. Neil Bartlett[☞], University of California, Berkeley, Kalifornija, ZDA
 Prof. dr. John H. Beynon, University of Wales Swansea, Swansea, Velika Britanija
 Prof. dr. Wolfram Bode, Max-Planck-Institut für Biochemie, München, Nemčija
 Prof. dr. Oscar D. Bonner[☞], University of South Carolina, Columbia,
 Južna Karolina, ZDA
 Dr. Horst Borrmann, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe,
 Dresden, Nemčija
 Prof. dr. Henrik Buchowsky, Politehnika Warszawska, Varšava, Poljska
 Prof. dr. Rüdiger Dillmann, Karlsruhe Institute of Technology, Nemčija
 Prof. dr. Joseph W. Doane, Liquid Crystal Institute, Kent State University,
 Kent, Ohio, ZDA
 Prof. dr. Hans Fritz, Universität München, München, Nemčija
 Prof. dr. Oskar Glemser[☞], Universität Göttingen, Göttingen, Nemčija
 Prof. dr. Paul Hagenmuller[☞], Université de Bordeaux I, Bordeaux, Francija
 Prof. dr. John Holloway, University of Leicester, Leicester, Velika Britanija
 Prof. dr. Rudolf Hoppe[☞], Universität Giessen, Giessen, Nemčija
 Prof. dr. Robert J. Jaeger[☞], National Institute on Disability and Rehabilitation
 Research, US Department of Education, Washington, D. C., ZDA
 Prof. dr. Nikola Kallay[☞], Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvaška
 Prof. dr. Nobuhiko Katunuma, Tokushima Bunri University, Tokushima, Japonska
 Prof. dr. Raymond Kind, ETH, Zürich, Švica
 Prof. dr. Jože Koller, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko
 tehnologijo, Ljubljana, Slovenija
 Prof. dr. Rüdiger Mews, Universität Bremen, Bremen, Nemčija
 Prof. dr. Donald Michie[☞], Edinburgh University, Edinburgh, Velika Britanija
 Dr. Fani Milia, National Center for Scientific Research "Demokritos", Atene, Grčija
 Prof. dr. Tsuyoshi Nakajima, Aichi Institute of Technology, Toyota, Japonska
 Prof. dr. Vincenzo Parenti-Castelli, University of Bologna, Bologna, Italija

Prof. dr. Herbert W. Roesky, Universität Göttingen, Göttingen, Nemčija
 Prof. dr. John A. Rupley, The University of Arizona, Tucson, Arizona, ZDA
 Prof. dr. Findlay E. Russell, The University of Arizona, Tucson, Arizona, ZDA
 Prof. dr. Hugo V. Schmidt, Montana State University, Bozeman, Montana, ZDA
 Prof. dr. Lev A. Shuvalov[☞], Institute for Crystallography, Russian Academy of
 Sciences, Moskva, Rusija
 Prof. dr. Neil W. Tanner[☞], University of Oxford, Oxford, Velika Britanija
 Dr. Alain Tressaud, Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux, CNRS,
 Pessac, Francija
 Prof. dr. Vlado Valković, Zagreb, Hrvaška
 Prof. dr. John Waugh, M. I. T., Cambridge, Massachusetts, ZDA

ZASLUŽNI ZNANSTVENIKI

Prof. dr. France Bremšak[☞]
 Prof. dr. Mihael Drofenik
 Akad. prof. dr. Peter Gosar
 Prof. dr. Darko Jamnik
 Prof. dr. Gorazd Kandus
 Akad. prof. dr. Gabrijel Kernel
 Prof. dr. Borut Mavko
 Prof. dr. Miodrag V. Mihailović[☞]
 Akad. prof. dr. Raša Matija Pirc
 Prof. dr. Marjan Senegačnik[☞]
 Akad. prof. dr. Saša Svetina
 Akad. prof. dr. Boštjan Žekš
 Prof. dr. Boris Žemva

SVETOVALCI

Prof. dr. Savo Bratoš, Université Pierre et Marie Curie, Pariz, Francija
 Marko Bulc[☞], univ. dipl. inž., Ljubljana, Slovenija
 Akad. prof. dr. Davorin Dolar[☞], Slovenska akademija znanosti in umetnosti,
 Ljubljana, Slovenija
 Zdravko Gabrovšek, univ. dipl. inž., Krško, Slovenija
 Akad. prof. dr. Dušan Hadži[☞], Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
 Prof. dr. Karl A. Müller, *Nobelov nagradjenec*, IBM Research Laboratory, Zürich, Švica
 Prof. dr. Bogdan Povh, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Nemčija
 Dr. Lev Premru[☞], Lek, d. d., Ljubljana, Slovenija
 Prof. dr. Momčilo M. Ristić[☞], Akademija znanosti Srbije, Beograd, Srbija
 Mag. Milan Slokan[☞], Ljubljana, Slovenija
 Prof. dr. Petar Strohal[☞], Zagreb, Hrvaška
 Dr. Novak Zuber[☞], Nuclear Regulatory Commission, Washington, D. C., ZDA
 Prof. dr. Črt Zupancič[☞], Ludwig-Maximilians-Universität München, Nemčija
 Akad. prof. dr. Andrej Župancič[☞], Slovenska akademija znanosti in umetnosti,
 Ljubljana, Slovenija

MEDNARODNI ODBOR SVETOVALCEV

Prof. dr. James W. Cronin, *Nobelov nagrajenec*, University of Chicago,
Chicago, Illinois, ZDA

Prof. dr. Richard Ernst, *Nobelov nagrajenec*, ETH Zürich, Švica

Prof. dr. Robert Huber, *Nobelov nagrajenec*, Max-Planck-Institut, Martiensried, Nemčija

Prof. dr. Karl A. Müller, *Nobelov nagrajenec*, IBM Research Laboratory, Zürich, Švica

Prof. dr. Ernst Günther Afting, GSF, Neuherberg, Nemčija

Prof. dr. Akito Arima, Riken, Tokio, Japonska

Prof. dr. John H. Beynon, University of Wales Swansea, Swansea, Velika Britanija

Prof. dr. Richard Brook, EPSRC, Swindon, Velika Britanija

Prof. dr. Julio Celis, Aarhus University, Aarhus, Danska

Prof. dr. Brian Clark, Aarhus University, Aarhus, Danska

Prof. dr. Børge Diderichsen, Novo Nordisk, Bagsvaerd, Danska

Prof. dr. Jean Etourneau, Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux,
CNRS, Pessac, Francija

Prof. dr. Reinosuke Hara, Seiko Instruments, Tokio, Japonska

Prof. dr. Oleg Jardetzky, Stanford University, Stanford, Kalifornija, ZDA

Prof. dr. Sergey P. Kapitza, Russian Academy of Sciences, Moskva, Rusija

Prof. dr. Karl-Hans Laermann, Bergische Universität, Wuppertal, Nemčija

Prof. dr. Egon Matijević, Clarkson University, Potsdam, New York, ZDA

Prof. dr. Federico Mayor, Madrid, Španija

Prof. dr. Dietrich Munz, Universität Karlsruhe, Karlsruhe, Nemčija

Prof. dr. Günther Petzow, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Nemčija

Prof. dr. Bernard Roth, Stanford University, Stanford, Kalifornija, ZDA

Prof. dr. John Ryan, University of Oxford, Oxford, Velika Britanija

Prof. dr. Volker Sörgel, Ruprecht-Karis-Universität Heidelberg, Nemčija

Prof. dr. H. Eugene Stanley, Boston University, Boston, Mass., ZDA

Prof. dr. Thomas Walcher, Universität Mainz, Mainz, Nemčija

PODPISANI DOGOVORI O SODELOVANJU

Institut "Jožef Stefan" je v letu 2019 podpisal dogovore o sodelovanju z:

1. University of Montenegro (UCG), Podgorica, Črna gora (O-2),
2. Open & Agile Smart Cities vzw, Helix Headquarters, Bruselj, Belgija (CPMiS),
3. Virginia Tech, Northern Virginia Center, Falls Church, Virginija, ZDA (F-8) in
4. SINTEF AS, Oslo, Norveška (U-1).

MEDNARODNO SODELOVANJE

Večstransko mednarodno sodelovanje	Št. projektov
H2020 (EUROPEAN INSTITUTE OF INNOVATION AND TECHNOLOGY, EXCELLENT SCIENCE, EURATOM, INDUSTRIAL LEADERSHIP, SOCIETAL CHALLENGES, SPREADING EXCELLENCE AND WIDENING PARTICIPATION, SCIENCE WITH AND FOR SOCIETY)	122
7. OP (COOPERATION: HEALTH, FOOD, AGRICULTURE/FISHERIES, BIOTECHNOLOGY, INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES, NANOSCIENCES + NANOTECHNOLOGIES, MATERIALS + NEW PRODUCTION TECHNOLOGIES, ENERGY, ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE, TRANSPORT (INCLUDING AERONAUTICS), SOCIO-ECONOMIC SCIENCES + THE HUMANITIES, SPACE, SECURITY; IDEAS: FRONTIER RESEARCH (EUROPEAN RESEARCH COUNCIL); PEOPLE: MARIE CURIE FELLOWSHIPS; CAPACITIES: RESEARCH INFRASTRUCTURES, SMES, REGIONS OF KNOWLEDGE, RESEARCH POTENTIAL, SCIENCE AND SOCIETY, INCO (HORIZONTAL), DEVELOPMENT OF POLICIES) IN 7. OP - EURATOM	3
ESRR	41
DRUGI PROJEKTI (COST, IAEA, IEE, JRC, ESA, NATO, CIP, CEF, MED, EMPIR, LIFE+, SCOPES...)	210
SKUPAJ	376

Bilateralno sodelovanje z	Št. projektov
Avstrijo	3
Črno goro	1
Francijo	11
Hrvaško	7
Italijo	3
Japonsko	4
Kitajsko	5
Madžarsko	2

Bilateralno sodelovanje z	Št. projektov
Makedonijo	3
Nemčijo	6
Rusijo	5
Srbijo	10
Turčijo	4
ZDA	39
SKUPAJ	103

UMETNIŠKE RAZSTAVE V GALERIJ IJS



Predsednik Republike Slovenije Borut Pahor se je skupaj z umetniki iz kolektiva IRWIN udeležil odprtja umetniške razstave IRWIN na Institutu "Jožef Stefan".

Alenka Spacal, 14. januar–14. februar
 Annamarije Saša Prah, 18. februar–21. marec
 Utrinki 1949–2019, 18. marec–31. december
 Irwin, 25. marec–17. april
 Klementina Golija, 23. april–8. maj
 Barbara Gregurič Šilič, 13. maj–29. maj
 Kiki Klimt, 3. junij–19. junij
 Marjanca Prelog, 24. junij–17. julij
 Primož Lampič, 22. julij–5. september
 Ivo Frbežar, 9. september–9. oktober
 Jiří Bezla, 14. oktober–6. november
 Cvetka Hojnik, 11. november–4. december
 Katarina Spacal, 9. december–8. januar 2020

SODELOVANJE Z UNIVERZAMI

DOPOLNILNI SODELAVCI IJS

Visokošolski učitelji

1. Prof. dr. Denis Arčon, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
2. Prof. dr. Iztok Arčon, Univerza v Novi Gorici
3. Doc. dr. Rok Bojanc, Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
4. Prof. dr. Janez Bonča, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
5. Doc. dr. Marko Bračko, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
6. Prof. dr. Dean Cvetko, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
7. Prof. dr. Mojca Čepič, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta
8. Prof. dr. Janez Dolinšek, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
9. Prof. dr. Irena Drevenšek Olenik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
10. Prof. dr. Svetlana Fajfer, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
11. Doc. dr. Darja Fišer, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta
12. Prof. dr. Boštjan Golob, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
13. Prof. dr. Tomaž Gyergyek, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
14. Doc. dr. Branko Kavšek, Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
15. Prof. dr. Samo Korpar, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
16. Prof. dr. Janko Kos, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
17. Prof. dr. Samo Kralj, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta
18. Prof. dr. Peter Križan, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
19. Prof. dr. Brigita Lenarčič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
20. Prof. dr. Marko Mikuž, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
21. Prof. dr. Igor Muševič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
22. Doc. dr. Natan Osterman, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
23. Doc. dr. Veljko Pejović, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
24. Prof. dr. Uroš Petrovič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
25. Prof. dr. Rudolf Podgornik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
26. Doc. dr. Tomaž Podobnik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
27. Prof. dr. Peter Prelovšek, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
28. Prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
29. Prof. dr. Anton Ramšak, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
30. Prof. dr. John Shawe-Taylor, University College London, Centre for Computational Statistics and Machine Learning, Velika Britanija
31. Doc. dr. Lea Spindler, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
32. Prof. dr. Simon Širca, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
33. Prof. dr. Žiga Smit, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
34. Prof. dr. Borut Štrukelj, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za farmacijo
35. Prof. dr. Tanja Urbančič, Univerza v Novi Gorici
36. Prof. dr. Nataša Vaupotič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

37. Prof. dr. Katarina Vogel-Mikuš, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
38. Prof. dr. Danilo Zavrtanik, Univerza v Novi Gorici
39. Prof. dr. Marko Zgonik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
40. Prof. dr. Primož Ziherl, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Visokošolski sodelavci

1. Dr. Jurij Leskovec, Computer Science Department, Stanford University, Palo Alto, Kalifornija, ZDA
2. Dr. Tomaž Rejec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

REDNI SODELAVCI IJS, KI SODELUJEJO Z VISOKOŠOLSKIMI USTANOVAMI

Visokošolski učitelji

1. Prof. dr. Jan Babič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
2. Doc. dr. Andreja Benčan Golob, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
3. Prof. dr. Ljudmila Benedik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za matematiko in fiziko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
4. Prof. dr. Aleš Berlec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
5. Prof. dr. Slavko Bernik, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
6. Doc. dr. Anton Biasizzo, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
7. Prof. dr. Vid Bobnar, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
8. Prof. dr. Marko Bohanec, Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
9. Doc. dr. Klemen Bučar, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
10. Prof. dr. Leon Cizelj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
11. Prof. dr. Uroš Cvelbar, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
12. Prof. dr. Miran Čeh, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
13. Doc. dr. Nina Daneu, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
14. Prof. dr. Marko Debeljak, Univerza v Ljubljani; Univerza na Primorskem; Univerza v Novi Gorici; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
15. Doc. dr. Tadej Debevec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
16. Doc. dr. Goran Dražič, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
17. Prof. dr. Jean – Marie Dubois, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
18. Prof. dr. Sašo Džeroski, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
19. Prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
20. Prof. dr. Tomaž Erjavec, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
21. Doc. dr. Ingrid Falnoga, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet, Biotehniška fakulteta
22. Prof. dr. Andrej Filipič, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
23. Prof. dr. Bogdan Filipič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko; Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana



24. **Prof. dr. Marko Fonovič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
25. **Doc. dr. Andrej Gams**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
26. **Prof. dr. Matjaž Gams**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
27. **Prof. dr. Marko Gerbec**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
28. **Doc. dr. Evgeny Goreschnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
29. **Doc. dr. Sašo Gyergyek**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
30. **Prof. dr. Ester Heath**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za strojništvo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za zdravstvene vede; Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
31. **Prof. dr. Milena Horvat**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
32. **Doc. dr. Andrej Hrovat**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
33. **Prof. dr. Tomaž Javornik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
34. **Doc. dr. Robert Jeraj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; University of Wisconsin, Madison, School of Medical Physics
35. **Prof. dr. Đani Juričič**, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju; Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
36. **Prof. dr. Viktor Kabanov**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
37. **Prof. dr. Monika Kapus - Kolar**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
38. **Doc. dr. Matjaž Kavčič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
39. **Prof. dr. Borut Paul Kerševan**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
40. **Doc. dr. Ivo Kljenak**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
41. **Doc. dr. Tomaž Klobučar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; DOBA Fakulteta za uporabne poslovne in družbene študije, Maribor
42. **Prof. dr. Spomenka Kobe**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
43. **Prof. dr. Juš Kocijan**, Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
44. **Doc. dr. Andraž Kocjan**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Medicinska fakulteta
45. **Doc. dr. Robert Kocjančič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
46. **Prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
47. **Doc. dr. Anton Kokalj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
48. **Doc. dr. Matej Andrej Komelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
49. **Doc. dr. Branko Kontić**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
50. **Prof. dr. Dušan Kordiš**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
51. **Prof. dr. Peter Korošec**, Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
52. **Prof. dr. Barbara Koroušič Seljak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Novi Gorici, Poslovna-tehniška fakulteta
53. **Doc. dr. Tina Kosjek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za strojništvo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za zdravstvene vede; Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
54. **Doc. dr. Igor Kovač**, FH Joanneum, Gradec, Avstrija
55. **Prof. dr. Janez Kovač**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
56. **Prof. dr. Igor Krizaj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Biotehniška fakulteta, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
57. **Doc. dr. Marjan Kromar**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
58. **Doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
59. **Prof. dr. Zdravko Kutnjak**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Fakulteta za strojništvo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
60. **Prof. dr. Nada Lavrač**, Univerza v Novi Gorici; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Ljubljani
61. **Prof. dr. Jadran Lenarčič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; Univerza v Novi Gorici; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Università degli studi di Bologna, Italija
62. **Doc. dr. Adrijana Leonardì**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
63. **Prof. dr. Matej Lipoglavšek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
64. **Prof. dr. Darja Lisjak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
65. **Prof. dr. Sonja Lojen**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
66. **Prof. dr. Boris Majaron**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
67. **Prof. dr. Darko Makovec**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
68. **Prof. dr. Barbara Malič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
69. **Doc. dr. Igor Mandič**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
70. **Doc. dr. Sabina Markelj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
71. **Prof. dr. Igor Mekjavič**, Univerza Simon Fraser, Britanska Kolumbija, Kanada
72. **Doc. dr. Alenka Mertelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
73. **Doc. dr. Tomaž Mertelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
74. **Prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
75. **Doc. dr. Andrej Mihelič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
76. **Doc. dr. Miha Mihovilovič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Nemčija
77. **Prof. dr. Radmila Milačić**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
78. **Prof. dr. Ingrid Milošev**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Zagrebu, Fakulteta za kemijsko inženirstvo in tehnologijo
79. **Prof. dr. Dunja Mladenec**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Zagrebu, Pedagoška fakulteta; Univerza v Ljubljani; Univerza v Novi Gorici; Univerza na Primorskem
80. **Prof. dr. Mihael Mohorčič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
81. **Prof. dr. Miran Mozetič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
82. **Doc. dr. Bojan Nemeč**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
83. **Doc. dr. Roman Novak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
84. **Prof. dr. Saša Novak Krmpotič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
85. **Prof. dr. Nives Ogrinc**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
86. **Doc. dr. Mojca Otoničar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
87. **Prof. dr. Gregor Papa**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
88. **Prof. dr. Primož Pelicon**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
89. **Doc. dr. Toni Petan**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
90. **Prof. dr. Maja Ponikvar - Svet**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
91. **Prof. dr. Jože Pungertar**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
92. **Prof. dr. Aleksander Rečnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
93. **Prof. dr. Maja Remškar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
94. **Prof. dr. Boris Rogelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta

95. **Doc. dr. Tadej Rojac**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
96. **Prof. dr. Igor Serša**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
97. **Doc. dr. Tomaž Skapin**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
98. **Prof. dr. Borut Smodiš**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
99. **Doc. dr. Luka Snoj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
100. **Doc. dr. Matjaž Spreitzer**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
101. **Prof. dr. Marko Starič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
102. **Prof. dr. Stojan Stavber**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
103. **Prof. dr. Veronika Stoka**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
104. **Prof. dr. Janez Ščančar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
105. **Doc. dr. Srečo Davor Škapin**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
106. **Prof. dr. Miha Škarabot**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
107. **Doc. dr. Primož Škraba**, Queen Mary University of London, Velika Britanija
108. **Doc. dr. Zdenka Šlejkevč**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
109. **Prof. dr. Janez Štrancar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo; Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
110. **Prof. dr. Sašo Šturm**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
111. **Prof. dr. Aleš Švigelj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
112. **Doc. dr. Gašper Tavčar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
113. **Prof. dr. Iztok Tiselj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
114. **Prof. dr. Andrej Trkov**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
115. **Prof. dr. Roman Trobec**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
116. **Prof. ddr. Boris Turk**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
117. **Prof. dr. Dušan Turk**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
118. **Prof. dr. Aleš Ude**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
119. **Doc. dr. Hana Uršič Nemevšek**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
120. **Prof. dr. Janja Vaupotič**, Univerza v Novi Gorici; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
121. **Doc. dr. Matjaž Vencelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
122. **Prof. dr. Alenka Vesel**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
123. **Doc. dr. Damir Vrančič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Fakulteta za industrijski inženiring Novo mesto
124. **Prof. dr. Boštjan Zalar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
125. **Doc. dr. Rok Zaplotnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
126. **Prof. dr. Marko Zavrtanik**, Univerza v Novi Gorici
127. **Prof. dr. Aleksander Zidanšek**, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
128. **Doc. dr. Benjamin Zorko**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
129. **Doc. dr. Bernard Ženko**, Fakulteta za informacijske študije Novo mesto, Fakulteta za industrijski inženiring Novo mesto
130. **Prof. dr. Eva Žerovnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
131. **Prof. dr. Matjaž Žitnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
132. **Doc. dr. Leon Žlajpah**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
133. **Doc. dr. Martin Žnidaršič**, Fakulteta za informacijske študije Novo mesto, Fakulteta za industrijski inženiring Novo mesto; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
134. **Prof. dr. Slobodan Žumer**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
135. **Prof. dr. Kristina Žužek Rožman**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

Visokošolski sodelavci

1. **Dr. Zoran Arsov**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
2. **Dr. Martin Draksler**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
3. **Dr. Samir El Shawish**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
4. **Dr. Blaž Fortuna**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
5. **Dr. Carolina Fortuna**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
6. **Dr. Dejan Gradišar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
7. **Dr. Anton Gradišek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
8. **Dr. Radojko Jačimović**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
9. **Dr. Peter Jeglič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
10. **Dr. Petra Jenuš**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
11. **Dr. Martin Klanjšek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
12. **Dr. Dragi Kocev**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
13. **Dr. Boštjan Končar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
14. **Dr. Petra Kralj Novak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
15. **Dr. Igor Lengar**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
16. **Dr. Matjaž Leskovar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
17. **Dr. Mitja Luštrek**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
18. **Dr. Matija Milanič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
19. **Dr. Aljaž Osojnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
20. **Dr. Rok Pestotnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
21. **Dr. Andrej Petelin**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
22. **Dr. Andrej Prošek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
23. **Dr. Vladimir Radulović**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
24. **Dr. Urban Simončič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
25. **Jure Slak, mag. mat.**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
26. **Dr. Marko Soderžnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
27. **Dr. Špela Stres**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
28. **Dr. Andrej Studen**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
29. **Dr. Tea Tušar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Università' degli studi di Trieste, Italija
30. **Dr. Mitja Uršič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
31. **Dr. Mojca Vilfan**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
32. **Dr. Andrija Volkanovski**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
33. **Dr. Darko Vrečko**, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
34. **Dr. Andrej Zorko**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za matematiko in fiziko
35. **Dr. Kristina Žagar Soderžnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
36. **Dr. Gašper Žerovnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

KOLOKVIJI NA IJS

9. januar 2019: **Eva Žerovnik**
 Institut "Jožef Stefan", Ljubljana
Človeški stefin B kot modelni protein za študij zvijanja in agregacije proteinov
23. januar 2019: **Janez Štrancar**
 Institut "Jožef Stefan", Ljubljana
STED mikroskopija – mogočno orodje za sledenje (supra) molekularnim dogodkom
13. februar 2019: **Rok Žitko**
 Institut "Jožef Stefan", Ljubljana
Kako zapreči kvantne pojave in zmagati?
25. marec 2019: **Zdenka Badovinac**
 Moderna galerija, Ljubljana
Tovarištvo ali kako se počutiti kot riba v vodi
26. marec 2019: **Bart De Moor**
 KU Leuven, Belgija
Bo življenje nekega dne "zaživelo"?
26. marec 2019: **Rosario Rizzuto**
 Univerza v Padovi, Italija
Mitohondriji in signaliziranje preko kalcijevih ionov – vpliv na življenje in smrt celic
27. marec 2019: **Vijay Kumar**
 Penn University, ZDA
Leteči roboti
28. marec 2019: **Jean-Claude André**
 CNRS, Francija
4D tiskanje in biotiskanje v potencialnih poljih: korak bliže k masovni uporabi
29. marec 2019: **Geoff Webb**
 Monash University, Avstralija
Tehnološki giganti zbirajo naše podatke. Je to razlog za skrb?
10. april 2019: **Matthias Sperl**
 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, Nemčija
Idealna stanja granularnih snovi v vesolju
17. april 2019: **Laurent Pilon**
 University of California Los Angeles, Los Angeles, ZDA
In operando kalorimetrija v elektrokemijskih kondenzatorjih
8. maj 2019: **Matteo Marsili**
 International Centre for Theoretical Physics, Trst, Italija
Teorija optimalnih strojev za učenje
17. junij 2019: **Stephan Clemens**
 Univerza v Bayreuthu, Bayreuth, Nemčija
Na poti do pridelkov z optimalno sestavo mikrohranil
26. junij 2019: **Emanuela Zaccarelli**
 National Research Council – Institute for Complex Systems and Department of Physics, Sapienza University of Rome, Rim, Italija
Mikroskopska vloga deformacije pri dinamiki mehkih koloidov
27. junij 2019: **Shu Yang**
 University of Pennsylvania, Philadelphia, ZDA
Geometrija, topologija in tekoči kristali: Uporaba v materialih
31. julij 2019: **Jure Simčič**
 Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, ZDA
Kvadrupolni masni spektrometer za raziskovanje vesolja
24. september 2019: **Judith A. K. Howard**
 Durham University, Durham, Velika Britanija
Z uklonskimi podatki do povezave med strukturo in lastnostmi
2. oktober 2019: **Calin Guet**
 Institute of Science and Technology Austria, Dunaj, Avstrija
Cena nadzora imigracije in koristi ilegalnih imigracij
23. oktober 2019: **Tomaž Erjavec**
 Institut "Jožef Stefan", Ljubljana
Jezikovni viri, odprta znanost in prihodnost slovenskega jezika v digitalni družbi
14. november 2019: **Rebecca M. Bresnik**
 Johnson Space Center, NASA, Houston, ZDA
Nazaj na Mesec
4. december 2019: **Vid Bobnar**
 Institut "Jožef Stefan", Ljubljana
Razvoj novih anorganskih in polimernih sistemov z ojačenim dielektričnim in elektromehanskim odzivom

ŠTEVILO ŠTIPENDISTOV

1977–2019

Leto	FMF		FKKT UNI LJ	FKKT UNI MB	NTF	FDV	FU	BF	FE in FRI	Drugo UNI LJ	FG in FERI	UNG	MPŠ	SKUPAJ
	Oddelek za fiziko	Oddelek za matematiko												
...1984	136	42	112					1	71	12	2			376
1985	18	4	6					1	19		1			49
1986	16	8	4						22	2				52
1987	20	8	4						23	2				57
1988	26	7	8					1	27	2				71
1989	26	6	10					1	19	3	1			66
1990	26	5	11					2	25		1			70
1991	23	2	9					2	24	2	1			63
1992	22	3	16					3	17	1				62
1993	21	1	15					3	13	1				54
1994	7	1	8					3	6					25
1995	2		9					3	5					19
1996	2		9					3	5					19
1997	2		12					1	4		1			20
1998	1		6					1	7		1			16
1999	2		7					4	7					20
2000	1		5					3	9					18
2001	3		13					3	10					29
2002	4		20					3	10					37
2003	3		18					2	12	1				36
2004	4		17					1	15	1	2	2		42
2005	3		12			1		2	19		2	1		40
2006	2		12			1		1	17		2	2		37
2007	3		14			1		2	18		2	1		41
2008	2	1	13	3		1		2	15		1	1		39
2009	2	1	17	4		1		5	16		1	2		49
2010	2		11	5	2	1	1	3	10		1	2	5	43
2011	2	1	11	5	4	1	1	4	7		1		6	43
2012	2		10	6	3	1		3	6				5	36
2013	3	2	3	2	1		1		2	2			6	22
2014	14	6	3		2		1		3	2			1	32
2015	21	6	4		1				9	1			10	52
2016	16	2	5						7	1			15	46
2017	11	2	4					2	7				12	38
2018	9	3	5					2	6	1	1		7	34
2019	16	1	5						7		1		12	42
SKUPAJ	473	112	448	25	13	8	4	67	499	34	22	11	79	1795

FMF Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
 FKKT (Uni-Lj) Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani
 FKKT (Uni-Mb) Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Mariboru
 NTF Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
 FDV Fakulteta za družbene vede, Univerza v Ljubljani
 FU Fakulteta za upravo, Univerza v Ljubljani
 BF Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

FE Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani
 FRI Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani
 FG Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru
 FERI Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru
 UNG Univerza v Novi Gorici
 MPŠ Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
 Drugo (Uni-Lj) Fakulteta za farmacijo, Fakulteta za strojništvo, Ekonomska fakulteta, Medicinska fakulteta, UL



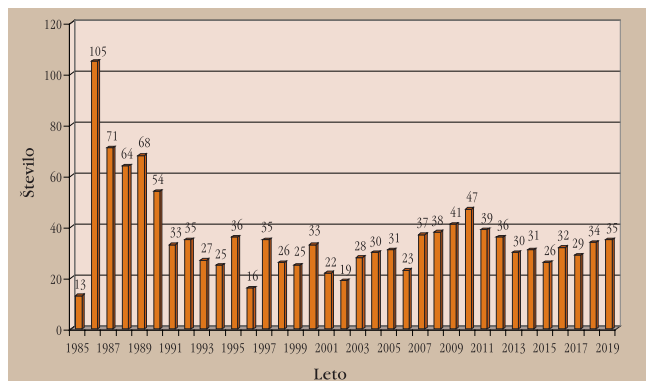
ŠTEVILO MLADIH RAZISKOVALCEV, SPREJETIH V FINANCIRANJE

1985–2019

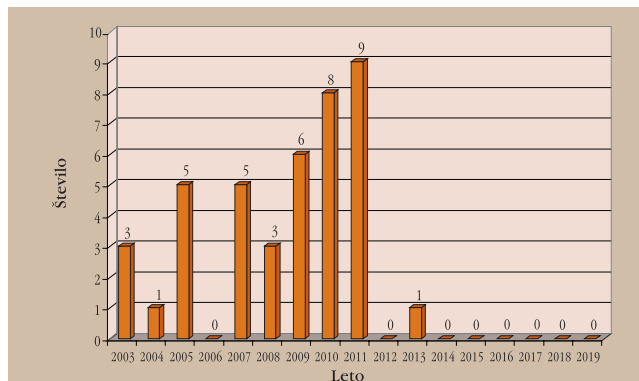
Odsek	Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije				Gospodarstvo	Skupaj
	Magisterij in doktorat	Doktorat	Magisterij	Specializacija	Doktorat	
Odsek za teoretično fiziko (F-1)	4	51	1	2		58
Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2)	14	30	3	2	1	50
Odsek za tanke plasti in površine (F-3)	2	6	2		2	12
Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F-4)		19			2	21
Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)	22	85	5	25	3	140
Odsek za kompleksne snovi (F-7)	2	39	2	3	2	48
Odsek za reaktorsko fiziko (F-8)	11	19	4	2		36
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9)	13	42			3	58
Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1)	9	19	1	1	2	32
Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3)	13	29	9	6		57
Odsek za elektronsko keramiko (K-5)	3	30	6	3	1	43
Odsek za inženirsko keramiko (K-6)	1	10	3	3	1	18
Odsek za nanostrukturne materiale (K-7)	4	39	3	2	2	50
Odsek za sintezo materialov (K-8)	1	17	4		1	23
Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9)	6	22	5	1	2	36
Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1)	24	59	2	4		89
Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)	4	19	3	1		27
Odsek za biotehnologijo (B-3)	3	15	2	1		21
Odsek za znanosti o okolju (O-2)	34	70	5	2	4	115
Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (E-1)	14	25	18	8		65
Odsek za sisteme in vodenje (E-2)	10	28	10	4	1	53
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3)		4				4
Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E-5)	5	7	3		1	16
Odsek za komunikacijske sisteme (E-6)	15	17	17	1		50
Odsek za računalniške sisteme (E-7)	14	7	6	2	4	33
Odsek za tehnologije znanja (E-8)	14	26	8			48
Odsek za inteligentne sisteme (E-9)	11	15	7	2	5	40
Odsek za reaktorsko tehniko (R-4)	11	14	9	3		37
Center za energetske učinkovitost (CEU)	3	1	18	6	4	32
Center za informatiko in zunajšolsko izobraževanje (CT-1)	6		6	1		13
SKUPAJ	273	764	162	85	41	1325

ŠTEVILO MLADIH RAZISKOVALCEV, SPREJETIH V FINANCIRANJE

Javna agencija za raziskovalno dejavnost
Republike Slovenije*



Gospodarstvo



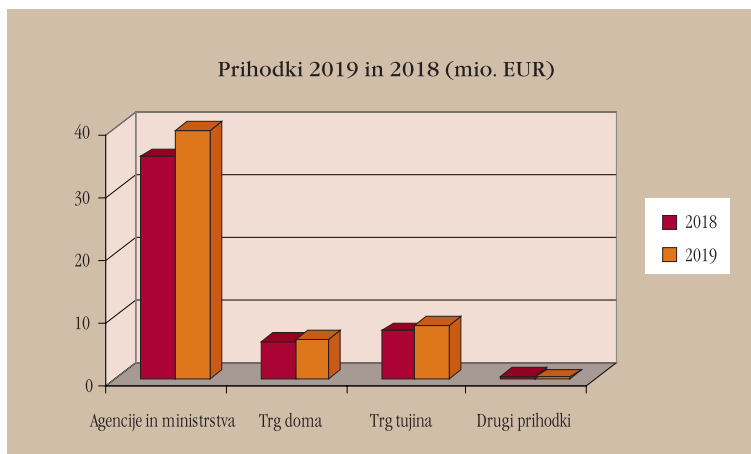
* Na grafu je skupno število mladih raziskovalcev, sprejetih v financiranje od ARRS, manjše. Razlika je posledica dejstva, da je nekaj mladih raziskovalcev v tem obdobju spremenilo vrsto usposabljanja.

FINANCE

PRIHODKI IJS (V EUR) IN ŠTEVILO POGODB

IJS je prihodke pridobil v tekmah z drugimi, domačimi in tujimi, raziskovalnimi organizacijami: 73 % na razpisih na državnih ministrstvih in agencijah, 15,6 % na mednarodnih razpisih (pretežno na okvirnih programih EU) in 11,2 % na domačem trgu.

	2019	delež 2019	2018	delež 2018	indeks 2019/2018	št. pogodb v letu 2019
Agencije in ministrstva	39.744.499	73 %	35.471.296	72,4 %	112	364
Trg doma	6.104.020	11,2 %	5.820.996	11,9 %	104,9	430
Trg tujina	8.501.438	15,6 %	7.533.096	15,4 %	112,9	330
Drugi prihodki	59.651	0,1 %	161.911	0,3 %	36,8	
SKUPAJ	54.409.608	100 %	48.987.299	100 %	111,1	1124



OBJAVE IN DELA

2019

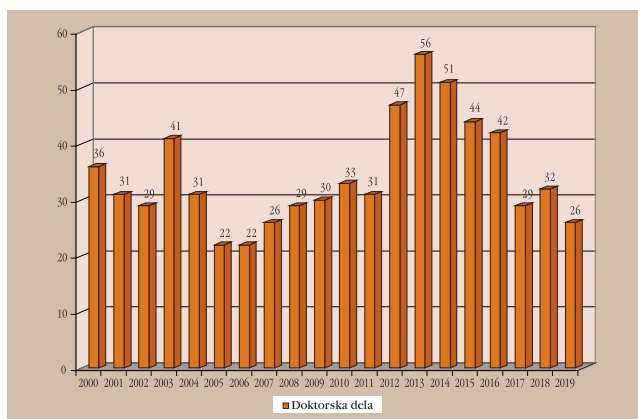
Vir podatkov COBISS

Odsek	Članki		Monografije		Patenti		Doktorati
	Znanstveni	Strokovni	Znanstvene	Strokovne	Podjeljeni	Prijave	
Teoretična fizika (F-1)	96	5		1			2
Fizika nizkih in srednjih energij (F-2)	70	1					
Tanke plasti in površine (F-3)	10	1					
Tehnologija površin in optoelektronika (F-4)	50				3		1
Fizika trdne snovi (F-5)	122	4		5	1	1	3
Plinska elektronika (F-6)	35	1			3		1
Kompleksne snovi (F-7)	51	1		1	3	1	1
Reaktorska fizika (F-8)	59	2		1	1		1
Eksperimentalna fizika osnovnih delcev (F-9)	142	3	2	1			
Anorganska kemija in tehnologija (K-1)	32						
Fizikalna in organska kemija (K-3)	14						2
Elektronska keramika (K-5)	47					1	1
Nanostrukturni materiali (K-7)	48	1			1		2
Sinteza materialov (K-8)	28						
Sodobni materiali (K-9)	42				2	1	
Biokemija, molekularna in strukturna biologija (B-1)	23						
Molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)	7						2
Biotehnologija (B-3)	32						1
Znanosti o okolju (O-2)	91	4		1			2
Avtomatika, biokibernetika in robotika (E-1)	42	4		1	1		2
Sistemi in vodenje (E-2)	24	4			1		
Umetna inteligenca (E-3)	50	3					
Odprti sistemi in mreže (E-5)	19						
Komunikacijski sistemi (E-6)	51	2					1
Računalniški sistemi (E-7)	40						
Tehnologije znanja (E-8)	110			1		1	1
Inteligentni sistemi (E-9)	60				1		
Reaktorska tehnika (R-4)	53			1			2
Reaktorski infrastrukturni center (RIC)	5						
Znanstvenoinformacijski center (ZIC)				1			
Center za energetska učinkovitost (CEU)	14	2					
Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM)	5						
Center za prenos znanja na področju inf. tehn. (CT-3)	1						1
Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča (ICJT)	7						
Varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS)		1					
Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)	2	1					
Center Tovarne prihodnosti (CToP)		2					
Institut "Jožef Stefan"	1309	35	2	12	12	5	26

OPRAVLJENA DOKTORSKA DELA

DO 2019

Leto	Doktorati	Leto	Doktorati
...1999	524	2010	33
2000	36	2011	31
2001	31	2012	47
2002	29	2013	56
2003	41	2014	51
2004	31	2015	44
2005	22	2016	42
2006	22	2017	29
2007	26	2018	32
2008	29	2019	26
2009	30	SKUPAJ	1212



PODELJENI PATENTI

1. Saša Novak, Nataša Drnovšek, Gregor Murn, Implant having a multilayered coating and a process for preparing there of, US10322001 (B2), US Patent Office, 18. 6. 2019
2. Robert Jeraj, Tyler J. Bradshaw, Timothy G. Perk, Image enhancement system for bone disease evaluation, US10445878 (B2), US Patent Office, 15. 10. 2019
3. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019
4. Andraž Rešetič, Jerneja Milavec, Blaž Zupančič, Boštjan Zalar, Polymer dispersed liquid crystal elastomers (PDLCE), EP3119855 (B1), European Patent Office, 19. 6. 2019
5. Nejc Lukač, Matjaž Lukač, Matija Jezeršek, Peter Gregorčič, Cleaning system, EP3127502 (B1), European Patent Office, 20. 3. 2019
6. Gregor Primc, Miran Mozetič, Uroš Cvelbar, Alenka Vesel, Postopek in naprava za detekcijo in merjenje gostote nevtralnih atomov vodika, EP3146327 (B1), European Patent Office, 6. 11. 2019
7. Ita Junkar, Veronika Kralj-Iglič, Roman Štukelj, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, Metoda za obdelavo orodij za izolacijo mikroveziklov, nanoveziklov in eksosomov, EP3185921 (B1), European Patent Office, 4. 9. 2019
8. Anton Umek, Boris Jerman, Mitja Gliha, Anton Kos, Iztok Špan, Za dinamično tehtanje bremena prirejena pritrđilna enota prijemala na roko hidravličnega dvigala, SI25473 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 1. 2019
9. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 5. 2019
10. Miha Glavan, Damir Vrančič, Dejan Gradišar, Iztok Humar, Mark Umberger, Satja Lumbar, Sistem in postopek za upravljanje električne moči hladilnega sistema z reguliranjem temperature izdelkov in temperature zraka, SI25557 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 5. 2019
11. Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, Masaru Hori, Ogljikovi nanostrukturni materiali in metode za sintezo teh materialov, SI25662 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 12. 2019
12. Tomaž Kompara, Igor Gornik, Peter Vrtič, Rene Markovič, Miha Mlakar, Matjaž Gams, Danijel Jankovec, Jože Dermol, Sistem za krmiljenje pametnega doma z uporabo umetne inteligence, SI25667 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 12. 2019

NAGRADE IN PRIZNANJA

NAGRADE REPUBLIKE SLOVENIJE

Zoisove nagrade in priznanja

Denis Arčon

Zoisova nagrada za vrhunske dosežke na področju kvantnega magnetizma in neobičajne superprevodnosti

Nives Ogrinc

Zoisova nagrada za izjemne dosežke na področju uporabe stabilnih izotopov v interdisciplinarnih raziskavah

Miha Ravnik

Zoisovo priznanje za pomembne dosežke v fiziki mehkih snovi

Boris Rogelj

Zoisovo priznanje za pomembne dosežke pri raziskavah molekularnih osnov nevrodegeneracije



Prejemniki Zoisovih nagrad in priznanj: prof. dr. Boris Rogelj, prof. dr. Nives Ogrinc, prof. dr. Denis Arčon in prof. dr. Miha Ravnik

NAGRADE IJS

Zaslužni znanstvenik Instituta "Jožefa Stefan"

Gorazd Kandus



Prof. dr. Gorazd Kandus, prejemnik priznanja zaslužni znanstvenik Instituta "Jožef Stefan"

Blinčeva nagrada

Peter Prelovšek

Blinčeva nagrada za življenjsko delo s področja fizike

Martin Klanjšek

Blinčeva nagrada za vrhunske enkratne dosežke na področju fizike za potrditev obstoja nenavadnih kvazidelcev – anionov

Matjaž Perc

Blinčeva nagrada za fizike na začetku kariere

Zlati znak Jožefa Stefana

Zlati znak Jožefa Stefana za uspešnost in odmevnost doktorskih del doma in v tujini so prejeli raziskovalci:

Victor Vega Mayoral

Fotofizika dihalogenidov prehodnih kovin, pridobljenih preko eksofoliacije v tekoči fazi

Primož Koželj

Fizikalne lastnosti visokoentropijskih kovinskih zlitin in primerjava s kompleksnimi medkovinskimi spojinami

Direktorjev sklad

Blaž Alič, Mirela Dragomir, Matic Lozinšek, Kristian Radan

Laboratorij za kemijo pod ekstremnimi pogoji

DRUGA ODMEVNEJŠA PRIZNANJA RAZISKOVALCEM IJS

Odsek za inteligentne sisteme, nagrada za tekoče dosežke na področju informacijske družbe; Ljubljana; programski in organizacijski odbor multikonference Informacijska družba 2019; nedavni uspehi na znanstvenih tekmovanjih

Laboratorij za plinsko elektroniko, članek Towards universal plasma-enabled platform for the advanced nanofabrications: plasma physics level approach je bil leta 2019 uvrščen med najboljše 3 članke, objavljene v reviji Reviews of Modern Plasma Physics.

Bojan Blažica, Barbara Koroušič Seljak, Peter Novak, Urban Škorc, Eva Valenčič, Informacijska jagoda, Ljubljana, 22. mednarodna multikonferenca Informacijska družba, nagrada za mobilno aplikacijo Veš, kaj ješ? – kot najboljši dosežek informacijske družbe v letu 2018/19, 11. 10. 2019

Jasmin Bogatinovski, Dragi Kocev, članek Feature extraction for heartbeat classification in single-lead ECG, ki sta ga napisala člana odseka E8, je prejel nagrado za izjemen članek na konferenci 42th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, Hrvaška, 25.–29. maj 2019.

Andreja Bratovš, Highly Commended Poster Award, Barcelona, Španija, Perkin Elmer European In Vivo Optical Imaging User Group Meeting 2019, Stefin A-functionalized liposomes as a system for cathepsins S and L-targeted drug delivery

Raghuraj Chouhan, Vesna Fajon, Igor Živković, Majda Pavlin, Sabina Berisha, Ivan Jerman, David Heath, Milena Horvat, nagrada za najboljši poster. Development of an efficient passive sampler adsorbent for the detection of mercury in water via stratified nanostructured knitting. 1st ISO-FOOD International Symposium on Isotopic and Other Techniques in Food Safety and Quality, Portorož, Slovenija, 1.–3. april, 2019

Uroš Cvelbar, član Svetovne akademije umetnosti in znanosti (WAAS)

Božidara Cvetković, Robert Szeklicki, Vito Janko, Przemyslaw Lutomski, Mitja Luštrek, Odlični v znanosti; Ljubljana; Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije; prepoznavanje človekovih aktivnosti s senzorji

Mojca Čepič, zlata plaketa Univerze v Ljubljani za uspešno raziskovalno in pedagoško delo

Laura Drašler, Ula Dragman, dijakinji Gimnazije Vič, sta pod mentorstvom Anje Korent (na nalogi Drame, IJS, K7) in dr. Alenke Mozer (Gimnazija Vič) izdelali raziskovalno nalogo z naslovom Koloidno srebro v dentalnih produktih (angl. Coloidal silver in dental products), ki je bila izbrana za letošnje Krkino nagrado.

Tome Eftimov, najboljši mladi znanstvenik 2018, podelitev s strani predsednika Severne Makedonije, 4. 4. 2019

Tome Eftimov, nagrada za izredne dosežke v znanosti, Strumica, Severna Makedonija, župan mesta Strumica, 11. 12. 2019

Darja Gačnik, najboljša predstavitev v kategoriji mladih znanstvenikov, predavanje Superconductivity in Ti-Zr-Hf-(Sn,Ni,Nb) high-entropy alloys, Dresden, Nemčija, European C-MetAC Days 2019

Lea Gašparič, 3. nagrada za najboljši poster na 25. konferenci Slovenskega kemijskega društva

Hristijan Gjoreski, Simon Stankoski, Ivana Kiprijanovska, Anastasija Nikolovska, Natasha Mladenovska, Marija Trajanoska, Bojana Velichkovska, Martin Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, Challenge Up: Multimodal Fall Detection, 1st Place Award; International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) 2019

Hristijan Gjoreski, Simon Stankoski, Ivana Kiprijanovska, Stefan Kalabakov, Martin Gjoreski, Emteq Activity recognition challenge. 1st Place Award; Ubicomp 2019, London

Tanja Goričanec, nagrada za najboljši prispevek, junij 2019, Portorož, Slovenija, mednarodna konferenca ANIMMA 2019 – Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications, prispevek z naslovom Predicting Ex-Core Detector Response in a PWR with Monte Carlo Neutron Transport Methods

Marko Grobelnik, predstavnik Slovenije v Ad hoc Committee on Artificial Intelligence – CAHAI, Strasbourg, Francija, CAHAI

Marko Grobelnik, Head of subcommittee in OECD AI ONE for AI Classification, Pariz, Francija, OECD

James Hodson, nagrada Honourable mention as the runner-up for the 2019 Hillcrest Behavioral Finance Award

Milena Horvat, mednarodna nagrada ICMGP 2019 Life Achievement award – Kate Mahafy Life Achievement Award, nagrada za življenjsko delo na področju raziskovanja živega srebra, Krakow, Poljska, 2019



Prejemnika zlatega znaka Jožefa Stefana: dr. Primož Koželj in dr. Victor Vega Mayoral



Hermína Hudelja, drugo mesto, predstavitev svojih dosežkov s področja keramike: Feather-light, cellulose-nanofiber-reinforced γ -Al₂O₃ foams. Med 16. in 18. oktobrom 2019 se je udeležila 27. mednarodne konference o materialih in tehnologijah (27. ICM&T), ki je potekala v Portorožu. V sklopu konference je potekalo tekmovanje mladih raziskovalcev, ki so pred 6-člansko mednarodno komisijo predstavili svoje delo.

Vito Janko, Martin Gjoreski, Nina Reščič, Carlo Maria de Masi, Matjaž Gams, Mitja Luštrek, SHL Challenge – Sussex-Huawei Locomotion and Transportation Recognition Challenge, 1st Place Award; Ubicomp 2019, London

Andreja Jelen, nagrada za najboljši poster, poster Microstructure and magnetic properties of a single-crystalline FeCoCrMnAl high-entropy alloy, Kranjska Gora, The 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14)

Ita Junkar, srebrno priznanje Zveze za tehnično kulturo Slovenije za doseženi rezultat na 53. srečanju mladih raziskovalcev Slovenije 2019 za mentorstvo raziskovalne naloge avtoric Nike Špajzer in Nine Naprudnik

Marko Katrašnik, Junoš Lukan, Mitja Luštrek, Vitomir Štruc, nagrada za najboljši referat, Ljubljana, Programski in organizacijski odbor Slovenske konference o umetni inteligenci 2019 (Mednarodna multikonferenca Informacijska družba), Razvoj postopka diarizacije govorcev z algoritmi strojnega učenja

Spomenka Kobe, znanstvena sodelavka na Odseku za nanostrukturne materiale, je prejela prestižno nagrado Frey Award for Leadership in development new technologies that contribute to a global sustainable development in the environment, economy and social points of view v Paphosu na Cipru, kjer je potekala konferenca o trajnostnem industrijskem razvoju (SIPS 2019). Na svetovnem dogodku je potekalo 10 vzporednih simpozijev v čast nagrajencev. Eden od njih je bil Kobe International Symposium on Science of Innovative and Sustainable Alloys and Magnets (SISAM), na katerem so vrhunski strokovnjaki s področja magnetnih materialov in kompleksnih kovinskih zlitin predstavili svoje najnovejše dosežke. Fray Award je namenjena znanstvenikom, gospodarstvenikom in politikom. Edini slovenski prejemnik Frayeve nagrade (za področje politike) do zdaj je bil nekdanji evropski komisar za znanost in pozneje okolje dr. Janez Potočnik.

Tajda Koblar, dijakinja Gimnazije Poljane, dobitnica letošnje Krkine nagrade, je pod mentorstvom dr. Nine Kostevšek (IJS, K7) in dr. Roka Rudeža (Gimnazija Poljane) izdelala raziskovalno nalogo z naslovom Primerjava laserja in vodne kopeli pri odmrzovanju krvi (angl. Comparison of laser- and water bath-based thawing process of frozen red blood cells).

Andraž Kocjan, prestižna nagrada Young Scientist Award, ki jo European Ceramic Society (ECerS) podeljuje za izjemne dosežke raziskovalcev v zgodnjem obdobju znanstvene kariere. Dr. Kocjan je v svoji dosednji karieri objavil 39 znanstvenih člankov, dva strokovna in tri poljudne članke. Poleg podeljenega slovenskega in evropskega patenta ter izuma je doc. dr. Kocjan ustanovil tudi spin-out podjetje. Nagrado je dr. Kocjan prejel na 16. konferenci ECerS, ki je potekala v Torinu v Italiji od 16. do 20. junija 2019, ob slavnostni podelitvi pa je imel predavanje From peculiar to innovative and sustainable ceramic processing.

Barbara Koroušič Seljak, mentorica leta 2018, Ljubljana, Mlada akademija, 19. 3. 2019

Nina Kostevšek, nagrada za najboljši poster, april 2019, H2020 COST Akcija CA17140 Cancer nanomedicine from bench to the bedside v Trstu, kjer je predstavila svoje rezultate na področju razvoja večfunkcionalnih nanodelcev za medicinske aplikacije. V tej COST Akciji je dr. Nina Kostevšek tudi članica upravnega odbora in predstavnica za Slovenijo.

Nina Kostevšek, mednarodna nagrada Wüthrich International Young Star Award za dosežke v znanosti. Med 23. in 26. oktobrom 2019 je na Cipru potekala Konferenca o trajnostnem industrijskem razvoju (SIPS 2019), v sklopu katere je bil organiziran

tudi simpozij v čast prof. Spomenki Kobe. Nagrada je poimenovana po Nobelovem nagrajencu Karlu Wüthrichu, ki je znan po razvoju metod za študij makrobioloških molekul NMR. Nina Kostevšek je predstavila razvoj novih kontrastnih sredstev na osnovi nanodelcev za slikanje z magnetno resonanco.

Martin Košiček, zlato priznanje za odlično predstavitev raziskovalnega dela za mlade raziskovalce, ECS (The Electrochemical Society) konferenca, Atlanta, ZDA

Janez Kovač, priznanje kongresni ambasador Kongresnega urada Slovenije za organizacijo Združene vakuumske konference JVC-16 in Evropskega vakuumskega kongresa EVC-14

Bor Krajnc, Marijan Nečemer, Federica Camin, Katarina Vogel-Mikuš, Staša Hamzić Gregorčič, Lidija Strojnik, Nives Ogrinc, nagrada za najboljši poster: Characterization of truffles (*Tuber* sp.) in Slovenia using stable isotopes approach and elemental composition: 1st ISO-FOOD International Symposium on Isotopic and Other Techniques in Food Safety and Quality, Portorož, Slovenija, 1.–3. april, 2019

Igor Križaj, Lapanjetova nagrada za vrhunske znanstvene dosežke na področju biokemijskih znanosti, Dobrna, 26. 9. 2019, Slovensko biokemijsko društvo

Barbara Malič, Fellow Evropskega keramičnega društva

Barbara Malič, Andrej Kitanovski (UL FS), Odlični v znanosti ARRS 2019, ARRS, Demonstratorska hladilna naprava na osnovi elektrokaličnega pojava

Živa Marinko, diploma za 3. mesto in nagrada za poster Environmental Science: Water Research & Technology. Na 6. evropski konferenci EAAOP, ki je potekala med 26. in 30. junijem 2019 v Portorožu, je uspešno predstavila poster z naslovom Connecting Metal Titanium Surface Properties and TiO₂ Nanotube Photocatalytic Activity: Top-Down Approach, za katerega je v sekciji študentskih prispevkov prejela diplomu.

Miran Mozetič, Gregor Primc in Alenka Vesel, bronasta medalja ARCA 2019 na 17. mednarodni izložbi inovacij, in sicer za senzorje za sprotno merjenje radikalov v industrijskih plazemskih napravah za obdelavo površin različnih izdelkov, Zagreb, Hrvaška, 19. 10. 2019

Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel in Rok Zaplotnik, bronasta medalja ARCA 2019 na 17. mednarodni izložbi inovacij, in sicer za plazemsko napravo in metodo za ustvarjanje ultravijoličnega sevanja, Zagreb, Hrvaška, 19. 10. 2019

Andriy Nych, Jun-ichi Fukuda, Uliana Ognysta, Slobodan Žumer in Igor Mušević, nagrada za najboljši članek v letu 2018 na področju tekočih kristalov, članek Spontaneous formation and dynamics of half-skyrmions in a chiral liquid-crystal film, Tsukuba, Ibaraki, Japonska, The Japanese Liquid Crystal Society

Nives Ogrinc, kongresna ambasadorica za leto 2019, Ljubljana, Slovenija, 14. 11. 2019

Panče Panov, priznanje Fakultete za informacijske študije v Novem mestu za leto 2018, in sicer za prispevek k dvigu kakovosti in izjemne dosežke na izobraževalnem področju.

Tadej Petrič, Leon Žlajpah, Best Student Paper Award, Kaiserslautern, Nemčija, RAAD 2019, KUKA LWR Robot Cartesian Stiffness Control Based on Kinematic Redundancy

Tadej Petrič, Leon Žlajpah, Second Best Application Paper Award, Kaiserslautern, Nemčija, RAAD 2019, On-line Adaption of Virtual Guides Through Physical Interaction

Tadej Petrič, Leon Žlajpah, Best Paper Award, Srebrno Jezero, Srbija, IcETRAN 2019, End-effector cartesian stiffness optimization: sequential quadratic programming approach

Matic Poberžnik, nagrada za najboljši poster na poletni šoli Quantum ESPRESSO Summer School on Advanced Materials and Molecular Modelling

Peter Rodič, Ingrid Milošev, Barbara Kapun, Damir Hamulić, najboljša ideja v sklopu razvojnega izziva, Jubov dan inovativnosti, JUB, Dol pri Ljubljani, Smart Coatings – from lab to commercial application, september 2019

Brigita Rožič, nagrada Fulbright grant za uspešno znanstvenoraziskovalno delo in čistitke predsednika ZDA, ameriška ambasada v Ljubljani v okviru Fulbright programa, ki ga financira ameriška vlada

Neelakandan M. Santosh, nagrada za najboljšo študentsko predstavitev, PLATINUM 2019, Antibes, Francija

Gasper Stegnar, študentska nagrada za izjemne in izvirne prispevke za raziskave na področju daljinskega ogrevanja in hlajenja na 19. kongresu Eurheat & Power, Nantes, Francija, nagrado je podelila Tehnološka platforma DHC+.

Lidija Strojnik, Jože Hladnik, Nika Weber, Darinka Koron, Matej Stopar, Emil Zlatič, Doris Kokalj, Mateja Naglič Gril, Tine Grebenc, Matteo Perini, Silvia Pianezze, Federica Camin, Nives Ogrinc, nagrada za najboljši poster: Analytical technique sniffs out aroma: 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference and 13th Young Researchers' Day, 15.-16. maj 2019, Planica, Slovenija

Katja Škrlec, Velika Krkina nagrada za raziskovalno nalogo, Krka, d. d., Novo mesto, Površinska predstavitev evazinov in bepecina na bakterijah *Lactococcus lactis* NZ9000 in *Lactobacillus salivarius* ATCC 11741 ter vrednotenje njihovega protivnetnega delovanja, Novo mesto, 18. 10. 2019

Iztok Tiselj, zlata plaketa za izjemne zasluge pri razvijanju znanstvenega, pedagoškega ali umetniškega ustvarjanja in za krepitev ugleda univerze, Univerza v Ljubljani, 3. 12. 2019

Mitja Uršič, Žan Kogovšek, Matjaž Leskovar, Matej Tekavčič, nagrada za najboljši poster (Konferenca NENE 2019, Portorož, 9.-12. 9. 2019), Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije, Simulations of heat and mass transfer around circular core fragment in sodium coolant

Eva Valenčič, Prešernova nagrada Biotehniške fakultete, Ljubljana, nagrada za delo Optimizacija slovenske prehranske košarice z metodo linearnega programiranja, 25. 11. 2019

Yevhenii Vaskivskiy, SPO-2019 prize, 20th International Young Scientists Conference Optics and High Technology Material Science (SPO 2019), 26.-29. 9. 2019, Kijev, Ukrajina, za poster Investigation of metastable states in 1T-TaS₂ by combining ultrafast spectroscopy with scanning tunneling microscopy

Jaka Vodeb, SMEC Student prize 2019, International meeting Study of matter at extreme conditions (SMEC 2019), 30. 3.- 6. 4. 2019, Miami – East Caribbean – Miami, ZDA, za izjemno predstavitev posterja Correlated Configurational States and a Quantum Charge Liquid in Layered Metallic Dichalcogenides

Janja Vrzel, Nives Ogrinc, Ralf Ludwig, nagrada za najboljšo predstavitev na konferenci, A modelling framework for simulating groundwater and surface water dynamics and their interactions na 2nd Atlas Georesources International Congress, Applied Geosciences for Groundwater, Hammamet, Tunizija, marec 2019

Abida Zahirović, Borut Štrukelj, Mojca Lunder (Fakulteta za farmacijo Univerze v Ljubljani), **Ana Koren, Peter Kopač, Peter Korošec** (Univerzitetna bolnišnica Golnik), najodličnejši raziskovalni dosežki Univerze v Ljubljani v letu 2019, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pomemben korak k bolj učinkoviti imunoterapiji pri alergiji na čebelji strup, 18. 12. 2019

Abida Zahirović, dekanove nagrade Fakultete za farmacijo 2019, Ljubljana, Fakulteta za farmacijo, Določitev epitopov poglobitnega alergena čebeljega strupa Api m 1 in ovrednotenje pripadajočih mimotopov za uporabo v imunoterapiji, 4. 12. 2019

Dolores Zimerl, nagrada za najboljši poster na 7. konferenci RSE-SEE (Regional Symposium on Electrochemistry – South East Europe)

Martin Žnidaršič, Bernard Ženko, Aljaž Osojnik, Marko Bohanec, Panče Panov, nagrada za najboljši članek na mednarodni konferenci 11th International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development, članek Multi-criteria Modelling Approach for Ambient Assisted Coaching of Senior Adults, napisan v soavtorstvu članov odseka E8, Dunaj, Avstrija, 17.-19. september 2019

Slobodan Žumer, Fredriksova medalja – najvišje priznanje za izjemne dosežke na področju fizike tekočih kristalov, Vroclav, Poljska, Russian Liquid Crystal Society



Prejemniki Direktorjevega sklada: dr. Kristian Radan, dr. Matic Lozinšek, dr. Mirela Dragomir in dr. Blaž Alič

PRENOS ZNANJA

NAROČNIKI IN FINANCERJI PROJEKTOV V LETU 2019

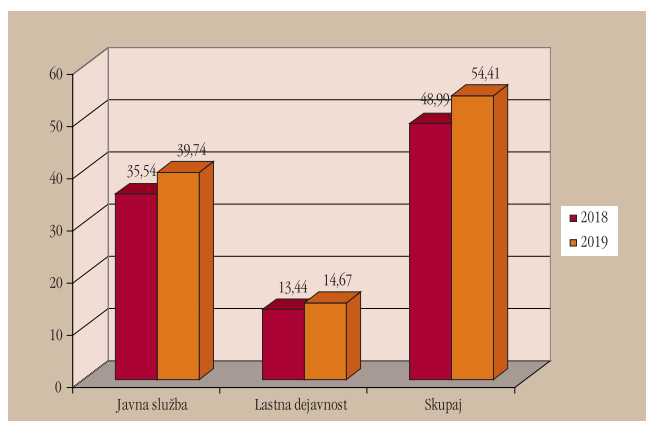
IJS veliko pozornosti posveča sodelovanju z gospodarstvom. V skladu z evropskimi smernicami in smernicami slovenske strokovne javnosti ter resornega ministrstva je IJS organiziral nekaj pomembnih srečanj na temo povezovanja z gospodarstvom. S tem je uvedel novo obliko sodelovanja, s katero je gospodarstvu in javnosti pokazal, da se zaveda svoje nacionalne vloge ne samo pri raziskovanju, ampak tudi na področju prenosa znanja v dejansko uporabo.

1. 4OCEAN DESIGN, d. o. o., Ljubljana
2. ABC Accelerator, d. o. o., Ljubljana
3. ADRIAPLIN, d. o. o., Ljubljana
4. Aerosol, d. o. o., Ljubljana
5. Akrapovič, d. d., Ivančna Gorica
6. Alma Mater Europaea-Evropski center, Maribor
7. ARAO, Ljubljana
8. Banka Intesa Sanpaolo, d. d., Koper
9. BioSistemika, d. o. o., Ljubljana
10. BRINOX inženiring, d. o. o., Medvode
11. Centralna tehniška knjižnica, Ljubljana
12. Chemcolor Sevnica, d. o. o., Sevnica
13. Comland, d. o. o., Ljubljana
14. Comensus, d. o. o., Dob
15. Culmium, d. o. o., Kranj
16. Časnik Finance, d. o. o., Ljubljana
17. DARS, d. d. - Družba za avtoceste v RS, Celje
18. Droga Kolinska, d. d., Ljubljana
19. Društvo elektronikov Slovenije, Divača
20. Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana
21. ELES, d. o. o., Ljubljana
22. Elestra, d. o. o., Ljubljana
23. Energetika Maribor, d. o. o., Maribor
24. Euro Plus, d. o. o., Šenčur
25. Eurofins Erico Slovenija, d. o. o., Velenje
26. GEN energija, d. o. o., Krško
27. GENERALI zavarovalnica, d. d., Ljubljana
28. GenTech, d. o. o., Ljubljana
29. GOAP, d. o. o., Nova Gorica
30. Gorenje gospodinjski aparati, d. o. o.
31. GOSTOL - GOPAN, d. o. o., Nova Gorica
32. HELIOS, Tovarna barv, lakov in umetnih smol, d. o. o., Domžale
33. Hidroelektrarne na Spodnji Savi, d. o. o., Brežice
34. InoVine, d. o. o., Ljubljana
35. Instrumentation Technologies, d. d., Solkan
36. Intersocks, d. o. o., Kočevje
37. ISKRA, d. o. o., Ljubljana
38. ITC, Murska Sobota
39. Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, Ljubljana
40. Jernej Rančnik, s. p., Laporje
41. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
42. KMZ - Zalar Miran, s. p., Ljubljana
43. Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka
44. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
45. Lastinski, d. o. o., Novo mesto
46. Lek, d. d., Ljubljana
47. LOTRIČ Certificiranje, d. o. o., Kranj
48. LPKF Laser & Electronics, d. o. o., Naklo
49. Melamin kemična tovarna, d. d., Kočevje
50. Microbium, d. o. o., Ljubljana
51. Ministrstvo za infrastrukturo, Ljubljana
52. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana
53. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo, Ljubljana
54. Ministrstvo za obrambo, Ljubljana
55. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana
56. Ministrstvo za pravosodje, Ljubljana
57. Ministrstvo za zdravje, Uprava RS za varstvo pred sevaji, Ljubljana
58. MK TEAM, d. o. o., Raka
59. MPT, d. o. o., Šmartno ob Paki
60. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
61. Nanos Scientifical, d. o. o., Ljubljana
62. Netis, d. o. o., Ljubljana
63. Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o., Krško
64. Odelo Slovenija, d. o. o., Prebold
65. Particulars, d. o. o., Domžale
66. Petrol, d. d., Ljubljana
67. PLAMTEX INT., trgovina in proizvodnja, d. o. o., Komenda
68. PLINOVODI, d. o. o., Ljubljana
69. Podkrižnik, d. o. o., Ljubno ob Savinji
70. Quintelligence, d. o. o., Ljubljana
71. Razvojni center eNeM Novi Materiali, d. o. o., Zagorje ob Savi
72. SEMANTIKA, d. o. o., Maribor
73. SIJ Acroni, d. o. o., Jesenice
74. Slovensko biokemijsko društvo, Ljubljana
75. Slovensko društvo ljubiteljev kemije, Ljubljana
76. Služba Vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko, Ljubljana
77. Statistični urad RS, Ljubljana
78. Telekom Slovenije, d. d., Ljubljana
79. Trinet, d. o. o., Ljubljana
80. UniCredit Banka Slovenija, d. d., Ljubljana
81. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper
82. Univerza v Ljubljani, Ljubljana
83. Univerza v Mariboru, Maribor
84. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana
85. Zdravstveni dom dr. Adolfa Drolca Maribor, Maribor
86. Združenje mestnih občin Slovenije, Ljubljana

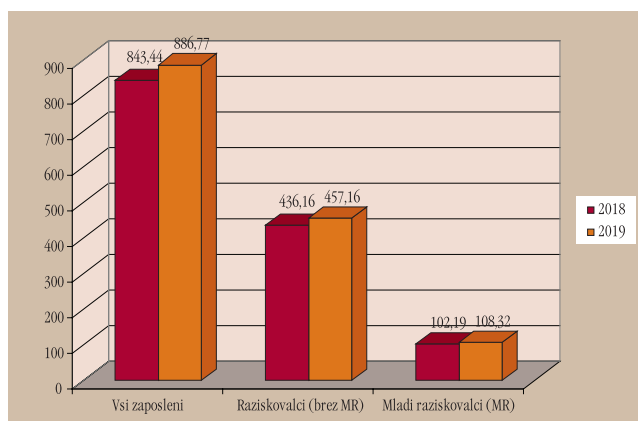
INSTITUT V ŠTEVILKAH

2018–2019

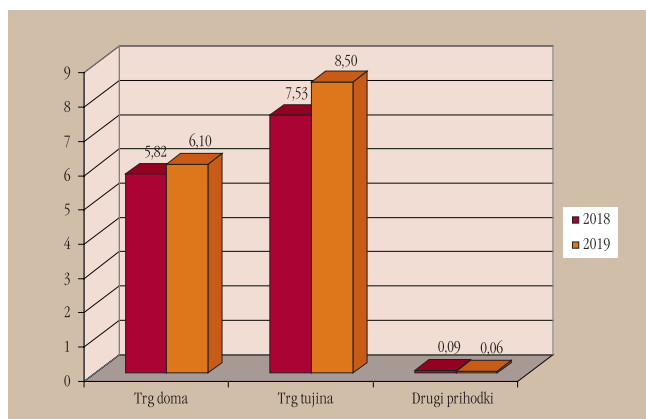
PRIMERJAVA PRIHODKOV (MIO. EUR)



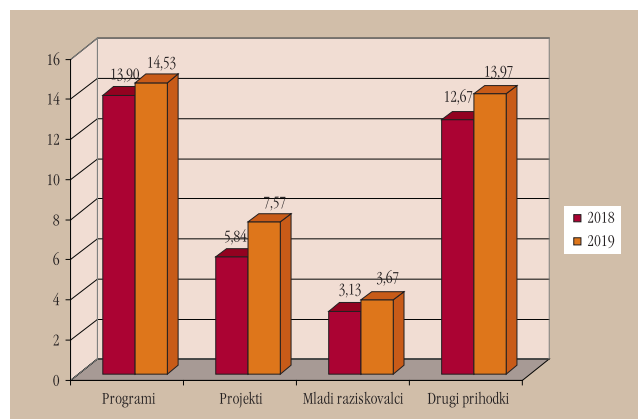
ŠTEVILO ZAPOSLENIH PO KAPACITETAH



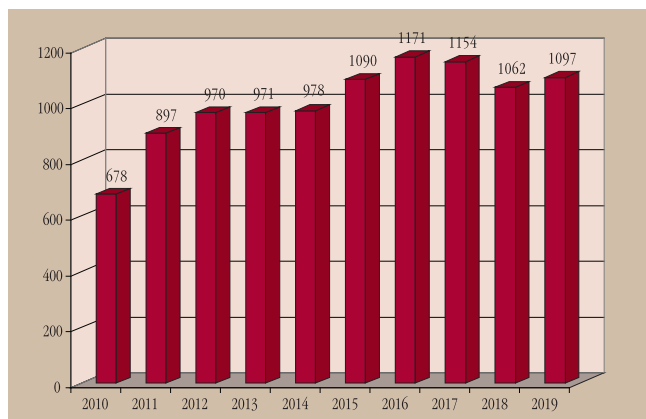
PRIHODEK IZ LASTNE DEJAVNOSTI (MIO. EUR)



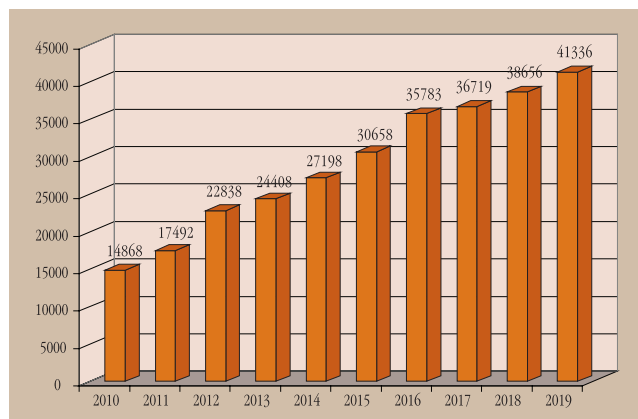
PRIHODKI JAVNE SLUŽBE (MIO. EUR)



ŠTEVILO OBJAV V WEB OF SCIENCE*



ŠTEVILO CITATOV V WEB OF SCIENCE*



* Podatki pridobljeni 6. 7. 2020

* Podatki pridobljeni 6. 7. 2020

RAZISKOVALNI ODSEKI

Sodelavci programske skupine za teorijo jadra, osnovnih delcev in polj smo v letu 2019 nadaljevali raziskave v jedrski in hadronski fiziki, kvantni kromodinamiki, efektivni teoriji elektromagnetnih in šibkih razpadov mezonov, poenoteni teoriji močnih interakcij, relativistični teoriji membran ter natančnih izračunih sistemov treh teles v atomski fiziki.

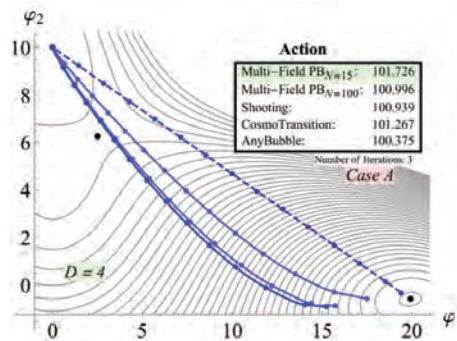
S simulacijami kromodinamike na mreži smo ugotovili, da se pentakvarki P_c ne tvorijo pri enokanalnem sipanju protona in čarmonija J/ψ , kar nakazuje, da je za njihov obstoj odgovorna sklopitev med kanali. S simulacijo sipanja $D\bar{D}$ smo določili maso in razpadno širino vektorske čarmonijeve resonance $\psi(3770)$ ter maso nedavno odkrite resonance $X(3842)$ s spinom tri, oboje pa se ujema z meritvami. Izračunali smo energije in identificirali kvantna števila J^{PC} za veliko število čarmonijevih stanj s spinom $J \leq 3$, pri čemer smo zanemarili njihove močne razpade. Odkrili smo novo približno simetrijo $SU(2)_{CS}$ kvantne kromodinamike v razširjenem temperaturnem območju $T \approx 220 - 500$ MeV.

Predlagali smo nov pristop k računanju verjetnosti za tuneliranje v kvantnih in termalnih teorijah polja z več skalarnimi polji. Osnovan je na eksaktni analitični rešitvi razdeljenega linearnega potenciala z več segmenti, ki lahko opiše katerikoli potencial s poljubno natančnostjo. Metodo smo najprej razvili za primer enega polja v treh in štirih dimenzijah prostora-časa ter prikazali njeno uporabnost na primerih klasičnih potencialov in računih kvantnih fluktuacij. Napravili smo sistematičen razvoj potenciala prek linearnega reda, kar je osnovalo pristop k več skalarnim poljem. S tem smo zagotovili hitro semianalitično orodje za izvednotenje akcije odskočnih rešitev za teorije z razširjenim skalarnim sektorjem.

Predstavili smo recept za uporabo centralnega naboja za določitev pretoka močno povezane supersimetrične teorije iz njene šibko sklopljene dualne teorije. Klasificirali smo vse dualnosti tipa Kutasov-Seiberg v SQCD v limiti velikega števila barv z racionalnimi naboji R adjungiranih polj prek izenačitve superkonformnega indeksa za električno in magnetno teorijo: dobljena enačba ima rešitev vsakič, ko ima nek produkt ciklotomskih polinomov le pozitivne koeficiente.

Obstoj temne snovi nas je spodbudil, da študiramo teoretične lastnosti $U(1)_X$ razširitve standardnega modela, v katerem se anomalije skrajšajo v vsaki generaciji. Ukvarjali smo se z eksperimentalnimi omejitvami na področju energije reda velikosti MeV. Še posebej smo se osredotočili na modele, ki so UV dovršeni s hladnimi WIMPi. Izpeljali smo izraze za polne kotne porazdelitve v razpadih $B \rightarrow D l \nu_l$ in $B \rightarrow D^* l \nu_l$ ter razpravljali o spektrih v vsakem kotu posebej.

Predlagali smo novo strategijo testiranja leptonske univerzalnosti v razpadih kvarka t, ki jo je mogoče aplicirati na tvorbo kvarkov t v trkalnikih delcih. Aplicirali smo metode bayesijskega generativnega statističnega modeliranja k odkrivanju skritih vzorcev v podstrukturi hadronskih curkov, ki razlikujejo med različnimi a priori neznanimi fizikalnimi procesi tvorbe hadronskih curkov. Prispevali smo tudi k skupnemu poročilu o pristopih strojnega učenja k identifikaciji kvarkov t znotraj

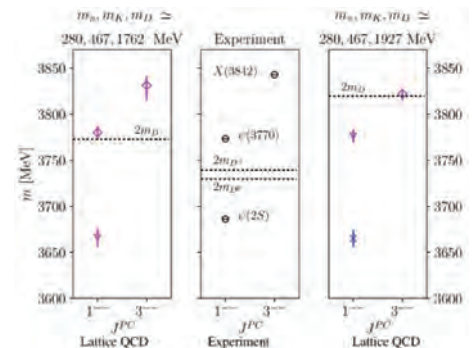


Slika 1: Poligonalna odskočna rešitev za primer dveh skalarnih polj. S hitro poligonarno metodo z nekaj iteracijami najdemo Evklidsko akcijo, ki nadzoruje verjetnost tuneliranja v kvantni in termalni teoriji polja. Vloženi okvir vsebuje vrednosti akcije v primerjavi z drugimi pristopi.



Vodja: **prof. dr. Jernej Fesl Kamenik**

- Aplicirali smo metode bayesijskega generativnega statističnega modeliranja k odkrivanju skritih vzorcev v podstrukturi hadronskih curkov, ki razlikujejo med različnimi a priori neznanimi fizikalnimi procesi tvorbe hadronskih curkov.
- Omejili smo parametrski prostor $U(1)$ razširitve standardnega modela, ki lahko opiše temno snov na področju energije reda velikosti MeV.
- Razvili smo hitro in robustno metodo za izračun verjetnosti nastanka energijsko ugodnega mehurčka vakuuma v kvantni in termalni teoriji polja, s katero lahko nadzorujemo produkcijo gravitacijskih valov, bariogeneze in primordialnih magnetnih polj.



Slika 2: Mase čarmonijeve resonance s spini $J^{PC} = 1$ — in 3 —, izračunane na mreži za dve vrednosti mase m_c ter primerjava z izmerjenimi masami. Stanje $X(3842)$ je leta 2019 odkrila kolaboracija LHCb in predstavlja prvo eksperimentalno odkrito čarmonijevo stanje s spinom tri.

- **Študirali smo pretok RG supersimetrične teorije prek dualne teorije in klasificirali dualnosti določenega tipa.**
- **Ugotovili smo, da se pentakvarki P_c ne tvorijo pri enokanalnem sipanju protona in čarmonija J/ψ , kar nakazuje, da je za njihov obstoj odgovorna sklopitev med kanali.**

hadronskih curkov ter k več poročilom CERNa o fiziki bodočih trkalnikov: FCC-ee leptonski trkalnik, FCC-hh hadronski trkalnik, fizikalne priložnosti na FCC; HE-LHC – visokoenergijski LHC, priložnosti v fiziki okusov na HL-LHC in HE-LHC, fizika Higgsovega bozona na HL-LHC in HE-LHC. Za pregledni članek o fiziki teorij poenotenja v dobi LHC smo pripravili pregled fenomenologije leptokvarkov.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Dillon, Barry M., Faroughy, Darius Alexander, Kamenik, Jernej, Uncovering latent jet substructure, *Physical review. D*, 2019, 100, 5, 056002-1-056002-8
2. Bečirević, Damir, Fajfer, Svjetlana, Nišandžić, Ivan, Tayduganov, Andrey, Angular distributions of $\bar{B} \rightarrow D^{(*)} \ell \bar{\nu}_\ell$ decays and search of New Physics, *Nuclear physics. Section B*, 2019, 946, 114707, 27 str.
3. Guada, Victor, Maiezza, Alessio, Nemevšek, Miha, Multifield polygonal bounces, *Physical review. D*, 2019, 99, 5, 056020-1-056020-17

Sodelavci skupine za teorijo trdne snovi in statistično fiziko smo raziskovali ravnovesne in neravnovesne lastnosti trdnih snovi z močno koreliranimi elektroni in nanosistemov ter vedenje kompleksnih sistemov.

V okviru teorije neurejenih kvantnih modelov smo nadaljevali raziskave dinamike in transporta v Hubbardovih verigah s potencialnim neredom. Pokazali smo, da v primeru SU(2) simetrije in velikega nereda spinska dinamika kaže subdifuzivno obnašanje, hkrati pa je energijski transport podoben nabojnemu in kaže lokalizacijo oziroma mejno lokalizacijo. Oboje je možno razložiti z učinkovitim modelom s singularno distribucijo spinskih sklopitev. Če zlomimo SU(2) simetrijo, npr. s spinsko odvisnim skakanjem, pa je možno doseči večdelčno lokalizacijo nabojev in spinov.

Pokazali smo, da se kvantni delec, sklopljen z bozoni s trdo sredico na verigi z naključnim poljem, propagira subdifuzivno. Odkrili smo posplošeno Einsteinovo relacijo, ki poveže to nenavadno subdifuzivno propagacijo s časovno odvisno hitrostjo, ki se pojavi kot posledica zunanega električnega polja. Pokazali smo, da ostane Einsteinova relacija veljavna celo daleč izven linearnega režima.

V sklopu polaronske teorije smo izračunali spektralno funkcijo elektrona, sklopljenega s kvantnimi Einsteinovimi fononi. Pokazali smo, da se z večanjem temperature v sredini Brillouinove cone pojavi dodatna spektralna utež tik pod polaronskim pasom. Izpeljali smo tudi točna frekvenčna vsotna pravila, s katerimi smo preverili veljavnost numeričnega pristopa.

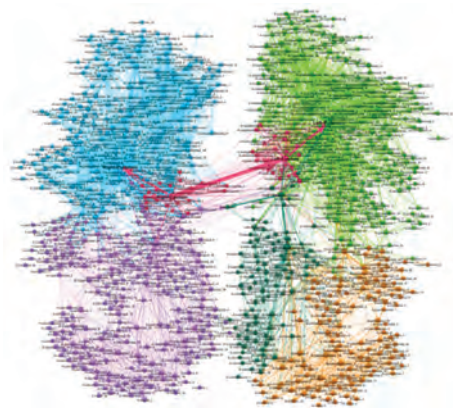
V nadaljevanju smo proučevali, ali lahko minimalni model za elektronsko-fononsko sklopitev (model Holsteinovega polarona), kjer so kvantni fononi obravnavani kot del zaprtega kvantnega sistema, opišejo termalizacijo neravnovesnega sistema po vzbuditvi in ali so njihova lastna stanja skladna z napovedmi t. i. eigenstate thermalization hypothesis (ETH).

Raziskovali smo neravnovesna stanja Chernovega izolatorja v geometriji traku, ki nastanejo pri počasnem preklopu Hamiltonjana iz trivialne v topološko fazo. Pokazali smo, da lahko gostoto ekscitacij v robnih stanjih razložimo z mehanizmom Kibbla in Zureka. Obravnavali smo tudi preklope Hamiltonjana v modelu Su-Schrieffer-Heeger, kjer pride do dinamičnega zloma kiralne simetrije. Vpeljali smo posplošeno ovojno število, ki karakterizira tako nastala neravnovesna stanja. V povezavi z razvojem magnezijevih akumulatorjev smo raziskovali razvoj morfologije različnih površin kristala magnezija med depozicijo.

Opravili smo raziskave različnih močno koreliranih sistemov na rešetkah z uporabo metod dinamičnega povprečnega polja z razširitvami za prostorsko odvisnost in za nelokalne popravke. S temi orodji smo raziskali možnost metalizacije domenskih sten v Mottovem izolatorju 1T-TaS₂,

določili magnetizacijske krivulje za model Kondove rešetke s končno koncentracijo magnetnih nečistoč ter raziskali vlogo ogljičnih popravkov v Hubbardovem modelu na kvadratni mreži. Razvili smo tudi orodja za teoretične izračune v podporo eksperimentom s hladnimi atomi, pri katerih nastajajo bozonski curki zaradi časovne modulacije interakcije prek Feshbachove resonance.

Proučevali smo skrite geometrije kot topološke podstrukture, ki vplivajo na izboljšano delovanje kompleksnih omrežij. V ta namen smo razvili modele samoorganizacije simpleksa določene velikosti, s pomočjo



Slika 3: Človeško možgansko omrežje, ustvarjeno iz podatkov HCP (Human Connectome Project); vozlišča predstavljajo poimenovana anatomsko območja, ki so se združila v funkcionalne module, označene z različnimi barvami.

- **Odkrili smo posplošeno Einsteinovo relacijo, ki poveže subdifuzivno propagacijo s časovno odvisno hitrostjo, ki se pojavi kot posledica zunanega električnega polja.**
- **Pokazali smo, da je model Holsteinovega polarona vzorčni model za opis kvantnega kaosa in ETH v večdelčnih kvantnih sistemih.**

katerih lahko ustvarimo različna omrežja s skritimi strukturami in hkrati nadzorujemo spektralne lastnosti Laplaceovega difuzijskega operaterja na teh omrežjih. Proučevali smo tudi organizacijo simplicialnih kompleksov v človeških možganskih omrežjih, ki so ustvarjene iz eksperimentalnih podatkov, zbranih s projektom Human Connectome. V neurejenih sistemih, gnanih z zunanjim magnetnim poljem, smo raziskovali spremembe kritičnih fluktuacij na histereznih zanki pri prehodu iz dvodimenzionalnih v tridimenzionalne strukture z uporabo obsežnih numeričnih simulacij ter skaliranja končnih velikosti in multifraktalne analize šuma Barkhausna.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Tadić, Bosiljka, Andjelković, Miroslav, Melnik, Roderick, Functional geometry of human connectomes, *Scientific reports*, 2019, 9, 12060-1-2060-12
2. D. Jansen, J. Stollp, L. Vidmar in F. Heidrich-Meisner, Eigenstate thermalization and quantum chaos in the Holstein polaron model, *Physical Review B*, 2019, 99, 15, 155130
3. Skolimowski, Jan, Gerasimenko, Yaroslav, Žitko, Rok, Mottness collapse without metallization in the domain wall of the triangular-lattice Mott insulator $1T\text{-TaS}_2$, *Phys. Rev. Lett.*, 2019, 122, 3, 036802-1-1-036802-6
4. Mierzejewski, Marcin, Prelovšek, Peter, Bonča, Janez, Einstein relation for a driven disordered quantum chain in the subdiffusive regime, *Physical review letters*, 2019, 122, 20, 206601-1-206601-7

Nagrade in priznanja

1. prof. dr. Peter Prelovšek: Blinčeva nagrada za življenjsko delo na področju fizike, FMF in IJS, 2019

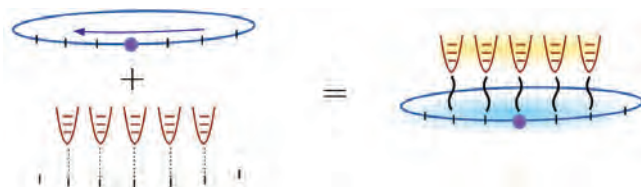
Sodelavci programske skupine za biofiziko in mehko kondenzirano snov smo proučevali polielektrolite, tekoče in koloidne kristale ter fosfolipidne in biološke membrane.

Proučevali smo zlaganje molekul v tekočokristalnih fazah z zveznimi mrežami. Predlagali smo nov model faze s simetrijo $Im\bar{3}m$, z resonančnim rentgenskim sipanjem potrdili dva modela ureditve molekul v fazi s simetrijo $Ia\bar{3}d$ ter odkrili in opisali novo nekubično zvezno fazo s simetrijo $Pacb$. Teoretično smo pokazali, da kiralni dopanti vplivajo na strukturo tekočokristalnih faz akiralnih polarnih molekul ter na stabilnost kiralnih domen in na stabilnost samih faz. Odkrili smo dvoparametrično družino kvazikristalnih tlakovanj s šeststevno simetrijo, ki limitirajo proti heksagonalnemu kristalu in tako predstavljajo aperioidične aproksimante periodičnih kristalov. Iz evklidskega prostora smo na sfero posplošili koncept hiperuniformnosti, s katerim je mogoče opisati porazdelitve delcev na sferi in zaznati ureditvene fazne prehode v različnih sistemih.

Z računalniškimi simulacijami smo proučevali solvacijske lastnosti ionov in nabitih molekul v termoodzivnih hidrogelih ter tako odkrili ključno vlogo površinskega potenciala vode pri teh procesih. Proučevali smo stabilnost bioloških tekočin pod negativnimi tlaki, ki se pojavijo v rastlinah. Dognali smo, da prisotnost lipidnih skupkov v tekočinah določa gornjo mejo negativnih tlakov v rastlinah in s tem tudi višino, do katere drevesa lahko zrastejo. Raziskali smo vpliv elektrostatičnih interakcij na morfološke spremembe v virusnih kapsidih, ki se zgodijo v življenjskem ciklu virusov, pa tudi, kako na stabilnost kapsid vpliva nabita vsebina slednjih.

Raziskali smo fazni diagram limitnih oblik lipidnih vesiklov, ujetih v okroglo votlino, in s tem postavili osnove za razumevanje kompleksnih vesikularnih tvorb, kot je mitohondrij. Znotraj modela, kjer strukturo enoslojnega epitelijskega tkiva predstavimo zgolj z vektorjem frekvenc razredov poligonov, ki jih vidimo na apikalni strani, smo preučili strukturo delečih se tkiv. Raziskali smo, kako se celice organizirajo v tkivu krila vinske mušice med rastjo. Ugotovili smo, da se manjše celice pogosto razpršijo po tkivu, medtem ko večje celice ostanejo v koherentnem skupku. Raziskali smo dinamiko pakiranja celičnih jeder na površini zarodka vinske mušice v zgodnji fazi razvoja in ugotovili, da med sinhrono delitvijo jeder njihovo pakiranje ohranja statistično-mehanične lastnosti, čeprav se gostota sistema poveča za faktor 6.

- **Raziskali smo kolaps Mottovega stanja v domenski steni Mottovega izolatorja na trikotni rešetki $1T\text{-TaS}_2$.**
- **V kompleksnih omrežjih, od človeškega konektoma do samourejenih nanoomrežij, lahko skrite strukture, kot so simplicialni kompleksi, vsebujejo geometrijsko kodo za njihovo izboljšano delovanje.**

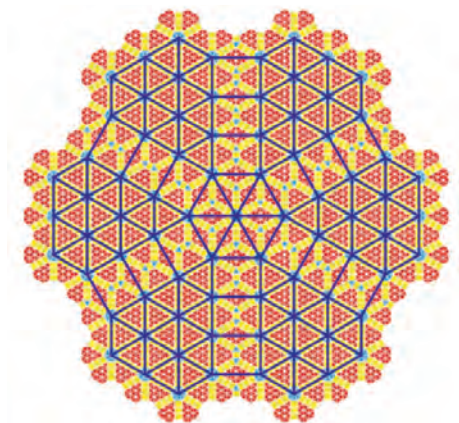


Slika 4: Kvantni kaos in termalizacija (desno), do katere pride zaradi sklopitve enega elektrona (zgoraj levo) z neodvisnimi lokalnimi harmonskimi oscilatorji (spodaj levo).



Slika 5: Pleomorfizem velikosti celic žene disperzijo klonov v rastočem epiteliju.

- **Analizirali smo vpliv kiralnih dopantov na tekočokristalne strukture iz akiralnih polarnih molekul.**



Slika 6: Druga generacija kvazikristalnega tlakovanja s šestštevno simetrijo

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Nakakura, Joichiro, Zihel, Primož, Matsuzawa, Junichi, Dotera, Tomonari, Metallic-mean quasicrystals as aperiodic approximants of periodic crystals, *Nature communications*, 2019, 10, 4235, 8 str.
2. Kanduč, Matej, Kim, Won Kyu, Roa, Rafael, Dzubiel, Joachim, Aqueous nanoclusters govern ion partitioning in dense polymer membranes, *ACS nano*, 2019, 13, 10, 11224-11234
3. Subramanian, Pazhayannur Ramanathan, Krajnc, Matej, Gibson, Matthew C, Cell-size pleomorphism drives aberrant clone dispersal in proliferating epithelia, *Developmental cell*, 2019, 51, 1, 49-61

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Precision Era in High Energy Physics, Portorož, Slovenija, 15.-19. 4. 2019
2. Selected topics in high energy physics, astrophysics, and cosmology, Belica, Slovenija, 9.-11. 10. 2019
3. Nonequilibrium Dynamics In Correlated Systems And Quantum Materials, Krvavec, Slovenija, 15.-18. 12. 2019

Nagrade in priznanja

1. Mojca Čepič, zlata plaketa Univerze v Ljubljani za uspešno raziskovalno in pedagoško delo

MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA15108: Povezovanje uvidov v fundamentalno fiziko (Fundamentalne povezave) COST Office; prof. dr. Jernej Fesl Kamenik
2. COST CA16201; Razkritje nove fizike na LHC pri natančnosti meji COST Association AISBL; doc. dr. Miha Nemevšek
3. COST CA17139; Evropska interdisciplinarna topološka akcija COST Association AISBL; dr. Anže Rapoš Božič
4. Okus nevidnega vesolja Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; doc. dr. Nejc Košnik
5. Nova iskanja fizike izven standardnega modela Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; prof. dr. Jernej Fesl Kamenik
6. Manifestacije kvantnega kaosa v večdelnih kvantnih sistemih na periodičnih mrežah Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; doc. dr. Lev Vidmar
7. Okusi osnovnih delcev v razširitvah Standardnega modela Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; doc. dr. Nejc Košnik

PROGRAMI

1. Teorija trdnih snovi in statistična fizika prof. dr. Janez Bonča
2. Teorija jedra, osnovnih delcev in polj prof. dr. Jernej Fesl Kamenik

3. Biofizika polimerov, membran, gelov, koloidov in celic prof. dr. Primož Zihel

PROJEKTI

1. Orientacijske interakcije v posplošenem Thomsonovem problemu: dipolna stabilizacija sferičnih nanostruktur dr. Anže Rapoš Božič
2. Implikacije skalarnih resonanc na LHC za novo fiziko prof. dr. Jernej Fesl Kamenik
3. Visokoločljiva optična magnetometrija s hladnimi cezijevimi atomi prof. dr. Rok Žitko
4. Počasna termalizacija v večdelnih kvantnih sistemih prof. dr. Peter Prelovšek
5. Diagnoza neravnovesne kvantne materije doc. dr. Lev Vidmar
6. Vpliv aditivov na nanoskopsko močenje dr. Matej Kanduč
7. Financiranje projektnih gostovanj na slovenskih visokošolskih zavodih - dr. Zupan doc. dr. Jure Zupan
8. Financiranje projektnih gostovanj na slovenskih visokošolskih zavodih - dr. Mede dr. Timon Mede

OBISKI

1. dr. Takeshi Kobayashi, ICTP, Trst, Italija, 16.-18. 1. 2019
2. prof. dr. Jan Kalinowski, University of Warsaw, Poljska, 12.-15. 2. 2019
3. prof. dr. Mikhail Kiselev, ICTP, Trst, Italija, 24.-26. 2. 2019
4. dr. Juan Herrero Garcia, SISSA, Trst, Italija, 13.-15. 2. 2019
5. prof. dr. Juergen Schnack, University of Bielefeld, Nemčija, 25.-27. 3. 2019
6. dr. Federico Becca, Oddelek za fiziko, Univerza v Trstu, Italija, 1.-3. 4. 2019
7. dr. Richard Ruiz, Université catholique de Louvain, Louvain, Belgija, 3.-12. 4. 2019
8. prof. dr. Charles E. Creffield, Departamento de Física de Materiales, Universidad Complutense de Madrid, Španija 4.-5. 4. 2019
9. dr. Anna Gorczyca-Goraj, University of Silesia, Katowice, Poljska, 8.-10. 4. 2019
10. prof. dr. Pyungwon Ko, Korea Institute for Advance Study, Seul, Južna Koreja, 10.-15. 4. 2019
11. dr. Massimo Capone, dr. Laura Fanfarillo in dr. Adriano Amaricci, SISSA, Trst, Italija, 17. 4. 2019
12. Manuel Szewc, International Center for Advanced Studies (ICAS) UNSAM, Buenos Aires, Argentina, 20. 4.-18. 7. 2019
13. dr. Kai Schmitz, University of Padova, Padova, Italija, 6.-10. 5. 2019
14. dr. Josu Hernandez Garcia, SISSA, Trst, Italija, 8.-12. 5. 2019

15. dr. Federico Pobbe, University of Padova, Padova, Italija, 2.-31. 5. 2019
16. dr. Marija Mitrović Dankulov, Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 10.-14. 5. 2019
17. dr. Kim Won-Kyu, Freie Universität Berlin, Nemčija, 22.-24. 5. 2019
18. dr. Ranjan Modak, SISSA, Trst, Italija, 28.-30. 5. 2019
19. prof. dr. Tomonari Dotera, Univerze Kinki, Osaka, Japonska, 31. 5.-1. 6. 2019
20. dr. Joichiro Nakakura, University of Tokio, Japonska, 31. 5.-1. 6. 2019
21. prof. dr. Geoff J. Rodgers, Brunel University, London, Velika Britanija, 10.-15. 6. 2019
22. Michele Tammara, University of Cincinnati, ZDA, 19.-27. 6. 2019
23. prof. dr. Jesse Thaler, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, ZDA, 27.-29. 6. 2019
24. dr. Brijesh Kumar s School of Physical Sciences, New Delhi, Indija, 20. 6. 2019
25. prof. dr. Ezequiel Alvarez, International Centre for Advance Science, Buenos Aires, Argentina, 20.-22. 6. 2019
26. prof. dr. Gholamereza Jafari, Physics Department, Shahid Beheshti University Teheran, Iran, 27.-30. 6. 2019
27. dr. Dario Rosa, Korea Institute for Advanced Study, Seul, Koreja, 1.-3. 7. 2019
28. dr. Wojciech De Roeck, KU Leuven, Belgija, 3.-6. 7. 2019
29. dr. Lorenzo Ubaldi, SISSA, Trst, Italija, 16.-19. 7. in 11.-12. 12. 2019
30. prof. dr. Joern Kersten, University of Bergen, Bergen, Norveška, 18.-20. 7. 2019
31. prof. dr. Ilja Doršner, Univerza v Splitu, Split, Hrvaška, 26. 7.-10. 8. 2019
32. dr. Miroslav Andjelković, Institute of Nuclear Sciences Vinca, Beograd, Srbija, 8.-15. 8. 2019

33. dr. Marcos Rigol, The Pennsylvania State University, ZDA, 31. 8.–3. 9. 2019
 34. Michal Pacholski in Gal Lemut, Lorentz Institute, Leiden, Nizozemska, 29. 9.–5. 10. 2019
 35. prof. dr. Matteo Rauzi z University Cote d'Azur, Nice, Francija, 17.–18. 9. 2019
 36. dr. Alexander Wietek, Flatiron Institute, New York, ZDA, 23.–27. 9. 2019
 37. prof. dr. Marko Djordjević, Univerza v Beogradu, Srbija, 2. 10. 2019
 38. dr. Christoph Schönle, University of Göttingen, Nemčija, 14. 10.–7. 11. 2019
 39. prof. dr. Jose Espinosa, Institute of Theoretical Physics, Madrid, Španija, 16.–18. 10. 2019
 40. dr. Fabrizio Camerin z La Sapienza University of Rome, Rim, Italija, 13.–26. 10. 2019
 41. dr. Zala Lenarčič, University of California, Berkeley, ZDA, 18.–19. 10. 2019
 42. dr. Patrycja Lydzba, Wrocław University of Science and Tehnology, Wrocław, Poljska, 11.–25. 11. 2019
 43. dr. Julio Leite, Federal University of ABC, Santo André, Brazilija, 14.–17. 11. 2019
 44. dr. Frank Deppisch z University College, London, Velika Britanija, 14.–17. 11. 2019
 45. dr. Vedran Brdar, Max Planck Institute, Heidelberg, Nemčija, 17.–22. 11. 2019
 46. prof. Michael Rappolt, School of Food Science & Nutrition, University of Leeds, Leeds, Velika Britanija, 27. 11. 2019
 47. dr. Ivonne Ventura, z Univerzitetu Wien, Avstrija, 25.–29. 11. 2019
 48. Koya Kitagawa, Tohoku University, Tohoku, Japonska, 3.–31. 12. 2019
 49. prof. dr. Jure Zupan, University of Cincinnati, ZDA, 22.–24. 12. 2019
 50. prof. dr. Gorazd Cvetič, Technical University Fed. S. Maria, Valparaiso, Čile, 23. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Rok Žitko: Modulational instability in ultracold atoms, 15. 1. 2019
 2. dr. Takeshi Kobayashi, ICTP, Trst Italija: To B or not to B: Primordial magnetic fields from 17. 1. 2019
 3. Tomaž Rejec: Time-dependent thermoelectric transport in nanosystems: reflectionless Luttinger field approach, 5. 2. 2019
 4. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj: Ground and excited charmonia: identifying their spin and parities from lattice QCD, 7. 2. 2019
 5. prof. dr. Jan Kalinowski University of Warsaw, Poljska: Non-minimal SUSY: confronting LHC and DM, 13. 2. 2019
 6. dr. Juan Herrero Garcia, SISSA, Trst Italija: Multicomponent dark matter, 14. 2. 2019
 7. Mikhail N. Kiselev ICTP, Trst, Italija: Landau-Zener Interferometry in Multilevel Systems, 26. 2. 2019
 8. dr. Roman Rausch: Magnetic Doubion Bound States in the Kondo Lattice Model, 10. 3. 2019
 9. prof. dr. Charles E. Creffield: Relativistic motion of an Airy wavepacket in a lattice: Quantum mechanics at high speed, 5. 4. 2019
 10. dr. Anna Gorczyca-Goraj: Zero-energy Majorana modes in condensed matter physics, 9. 4. 2019
 11. dr. Richard Ruiz: Heavy Neutrinos with Dynamic Jet Vetoes: A New Outlook for Multi-Lepton Searches at Current and Future Hadron Colliders, 11. 4. 2019
 12. prof. dr. Pyungwon Ko: Higgs portal DM: the minimal setups and beyond, 12. 4. 2019
 13. dr. Adriano Amaricci: Strong correlation effects in topological quantum phase transitions, 17. 4. 2019
 14. dr. Laura Fanfarillo: Electronic correlation in Iron-based superconductors: nematicity and superconductivity, 17. 4. 2019
 15. dr. Kai Schmitz: Planck mass and inflation as consequences of dynamically broken invariance, 8. 5. 2019
 16. dr. Josu Hernandez Garcia: Neutrino masses through a new Weinberg operator, 9. 5. 2019
 17. prof. dr. Peter Prelovšek: Spin liquid in Heisenberg models on triangular and kagome lattices, 14. 5. 2019
 18. Jan Šuntajs: Quantum chaos challenges many-body localization, 21. 5. 2019
 19. dr. Federico Pobbe: Revisiting Axion-Like Particle production at B-factories, 30. 5. 2019
 20. dr. Kim Won-Kyu: Selective permeability in gels: Mesoscopic simulations and theory, 23. 5. 2019
 21. dr. Ranjan Modak: Entanglement entropy in disordered long range hopping models, 29. 5. 2019
 22. prof. dr. Janez Bonča: Spectral Function of the Holstein Polaron at Finite Temperature, 18. 6. 2019
 23. Michele Tammaro: Anomaly-free Froggatt-Nielsen models of flavor, 20. 6. 2019
 24. prof. dr. Jesse Thaler: The Space of Collider Events, 28. 6. 2019
 25. dr. Brijesh Kumar: Inversion and Quantum Oscillations in Kondo insulators, 20. 6. 2019
 26. prof. dr. Gholamreza Jafari: Frustration in Gene-Gene Interactions of the Cancerous Cells, 28. 6. 2019
 27. dr. Dario Rosa: The importance of the tail: Chaotic/integrable and Hawking-Page phase transitions in SYK-like systems, 2. 7. 2019
 28. dr. Monalisa Patra: Seeking S1 and U1 Leptoquark effects at IceCube, 11. 7. 2019
 29. dr. Wojciech De Roeck: Slow heating and prethermalization in many-body systems at intermediate frequency, 4. 7. 2019
 30. dr. Lorenzo Ubaldi: Inflation dark matter, 16. 7. 2019
 31. prof. dr. Joern Kersten: The Price of Tiny Kinetic Mixing, 19. 7. 2019
 32. dr. Marcos Rigol: Prethermalization and thermalization in isolated quantum systems, 2. 9. 2019
 33. prof. dr. Matteo Rauzi: Morphogenesis and mechanics of epithelial tissues, 17. 9. 2019
 34. dr. Alexander Wietek: Large-scale exact diagonalization and thermodynamics of the Shastry-Sutherland model, 24. 9. 2019
 35. dr. Denis Golež: Energy conversion in photo-excited charge transfer insulators, 1. 10. 2019
 36. prof. dr. Marko Djordjević: A biophysical approach to understanding gene expression regulation in bacteria, 2. 10. 2019

37. Michal Pacholski: Landau levels in Weyl superconductors, 3. 10. 2019
 38. Gal Lemut: Effect of charge renormalization on the transport along the vortex lattice of a Weyl superconductor, 3. 10. 2019
 39. prof. dr. Jose Espinosa: A Fresh Look at the Calculation of Tunneling Actions, 17. 10. 2019
 40. dr. Zala Lenarčič: Critical behavior near the many-body localization transition in driven open systems, 18. 10. 2019
 41. Martin Ulaga: Thermalization and quantum chaos in the Holstein polaron model, 22. 10. 2019
 42. Luka Pavešič: Spektralna funkcija magnetne nečistoče, 22. 10. 2019
 43. dr. Martti Raidal: Can the B physics flavour anomalies be addressed in 3HDM+N_R model?, 22. 10. 2019
 44. dr. Dilip Ghosh: Phenomenology of the Higgs sector of the Type II Seesaw model at the LHC, 24. 10. 2019
 45. dr. Julio Leite: Radiative neutrino masses and stable dark matter from residual gauge symmetry, 7. 11. 2019
 46. dr. Patrycja Lydzba: Strongly correlated systems in R2 geometry and external magnetic field: quantum Hall effect in terms of braid groups, 12. 11. 2019
 47. dr. Frank Deppisch: Neutrinoless Double Beta Decay and Heavy Sterile Neutrinos, 14. 11. 2019
 48. dr. Neven Barišić: High-Tc cuprates – story of two electronic subsystems, 19. 11. 2019
 49. dr. Vedran Brdar: Model Building and Gravitational Wave Signature in L-R Symmetric Models, 21. 11. 2019
 50. prof. Michael Rappolt: The Art of Filling Space, 27. 11. 2019
 51. Victor Guada: JC, Time dependent false vacuum decay, 5. 12. 2019
 52. prof. dr. Bosiljka Tadić: Hidden Topology of Brain Networks, 6. 12. 2019
 53. Aleks Smolkovič: JC, Precise Relic WIMP Abundance and its Impact on Searches for Dark Matter Annihilation, 12. 12. 2019
 54. prof. dr. Gorazd Cvetič: Holomorphic QCD coupling and the hadronic contribution to muon g-2, 23. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. prof. dr. Borut Bajc, prof. dr. Svetlana Fajfer, prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, dr. Barry Dillon, Victor Escalona Guada, doc. dr. Nejc Košnik, doc. dr. Miha Nemevšek, prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, Aleks Smolkovič, Precision Era in High Energy Physics, Portorož, Slovenija, 15.–19. 4. 2019 (predavanja)
 2. prof. dr. Borut Bajc, Origin of Mass 2019, Odense, Danska, 20.–24. 5. 2019 (vabljen predavanje)
 3. prof. dr. Borut Bajc, Operations, Functions and Systems of Mathematical Physics Conference, Baku, Indija, 9.–15. 6. 2019 (predavanje)
 4. prof. dr. Borut Bajc, Quantum gravity and matter, Heidelberg, Nemčija, 8.–13. 9. 2019
 5. prof. dr. Borut Bajc, prof. dr. Svetlana Fajfer, prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, dr. Barry Dillon, doc. dr. Nejc Košnik, doc. dr. Miha Nemevšek, prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, Aleks Smolkovič, Selected topics in high energy physics, astrophysics and cosmology, Belica, Slovenija, 9.–11. 10. 2019 (predavanja)
 6. prof. dr. Janez Bonča, doc. dr. Jure Kokalj, Superstripes 2019, Ischia, Italija, 23.–28. 6. 2019 (vabljen predavanje)
 7. prof. dr. Janez Bonča, prof. dr. Peter Prelovšek, prof. dr. Anton Ramšak, doc. dr. Lev Vidmar, Electron correlation in superconductors and nanostructures, Odessa, Ukrajina, 6.–10. 10. 2019, (soorganizator konferenca)
 8. prof. dr. Janez Bonča, prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, 18. Božični simpozij fizikov, Maribor, Slovenija 12.–13. 12. 2019 (vabljen predavanje)
 9. prof. dr. Janez Bonča, doc. dr. Jernej Mravlje, Luka Pavešič, prof. dr. Peter Prelovšek, prof. dr. Anton Ramšak, Jan Šuntajs, Martin Ulaga, doc. dr. Lev Vidmar, prof. dr. Rok Žitko, Nonequilibrium Dynamics In Correlated Systems And Quantum Materials, Krvavec, Slovenija, 15.–18. 12. 2019 (predavanja)
 10. dr. Barry Dillon, Planck conference 2019, Granada, Španija, 15.–19. 4. 2019
 11. dr. Barry Dillon, Particle Physics in Computing Frontier, Daejeon, Južna Koreja, 9.–14. 12. 2019 (vabljen predavanje)
 12. prof. dr. Svetlana Fajfer, Higgs and Flavour Physics: Present and Future, Lizbona, Portugalska, 15.–19. 1. 2019 (vabljen predavanje)
 13. prof. dr. Svetlana Fajfer, B-Physics Workshop, Heidelberg, Nemčija, 20.–22. 3. 2019 (vabljen predavanje)
 14. prof. dr. Svetlana Fajfer, European Strategy for Particle Physics, Granada, Španija, 12.–16. 5. 2019 (vabljen predavanje)
 15. prof. dr. Svetlana Fajfer, 3rd International Conference on Charged Lepton Flavor Violation, Fukuoka, Japonska, 15.–21. 6. 2019 (vabljen predavanje)
 16. prof. dr. Svetlana Fajfer, MIAPP Programme „Beyond the Standard Model with Precision Flavour Experiments“, München, Nemčija, 19.–23. 5. 2019 (vabljen predavanje)
 17. prof. dr. Svetlana Fajfer, Kenan fest, Sarajevo, Bosna in Hercegovina, 5.–8. 6. 2019 (vabljen predavanje)
 18. prof. dr. Svetlana Fajfer, What do the next 10 years have in store, Abingdon, Velika Britanija, 22.–25. 9. 2019 (vabljen predavanje)
 19. prof. dr. Svetlana Fajfer, International Workshop on Baryon and Lepton Number Violation, Madrid, Španija, 19.–24. 10. 2019 (vabljen predavanje)

20. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, doc. dr. Nejc Košnik, Lake Louis Winter Institute, Lake Luis, Kanada, 8.-13. 2. 2019 (vabljen predavanje)
21. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Moriond QCD, La Thuile, Italija, 23.-26. 3. 2019 (vabljen predavanje)
22. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Accelerating the Search for Dark Matter with Machine Learning, Trst, Italija, 9. 4. 2019 (vabljen predavanje)
23. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Flavor 2019, München, Nemčija, 21. 5. 2019 (vabljen predavanje)
24. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, HC2NP 2019, Tenerife, Španija, 23.-26. 9. 2019 (vabljen predavanje)
25. Victor Escalona Guada, Non-perturbative Phenomena and the Early Universe, Mainz, Nemčija, 21. 7.-10. 8. 2019
26. Victor Escalona Guada, MTTD2019, Katowice, Poljska, 1.-8. 9. 2019
27. dr. Matej Kanduč, International workshop on the Multi-Scale Modeling of Functional Interfaces and Soft Materials, Freiburg, Nemčija, 11.-15. 2. 2019 (vabljen predavanje)
28. dr. Matej Kanduč, Negative pressure in multiphase environments, Berlin, Nemčija, 30. 3.-2. 4. 2019 (vabljen predavanje)
29. dr. Matej Kanduč, 8th Bubble and Drop Conference, Sofija, Bolgarija, 23.-28. 6. 2019 (vabljen predavanje)
30. dr. Matej Kanduč, dr. Matej Krajnc, dr. Anže Rapoš Božič, Jan Rozman, dr. Fabio Staniscia, dr. Horacio Vargas Guzman, dr. Clement Zankoc, prof. dr. Primož Zihlerl, XIV Biophysics Workshop, Gradisca d'Isosno, Italija, 9.-10. 12. 2019 (predavanja)
31. doc. dr. Jure Kokalj, Mottnes, Poor Conductors and Metals Workshop, Šanghaj, Kitajska, 17.-24. 8. 2019 (vabljen predavanje)
32. doc. dr. Nejc Košnik, Particleface 2019, Coimbra, Portugalska, 27. 2.-1. 3. 2019 (predavanje)
33. doc. dr. Nejc Košnik, MIAPP Programme Beyond the Standard Model with Precision Flavour Experiments, Garching, Nemčija, 13.-24. 5. 2019 (predavanje)
34. doc. dr. Nejc Košnik, Voyages Beyond the SM, Zadar, Hrvaška, 29. 6.-6. 7. 2019
35. doc. dr. Jernej Mravlje, TRIQS meeting, Pariz, Francija, 9.-15. 6. 2019 (vabljen predavanje)
36. doc. dr. Miha Nemevšek, Eorkshop: INVISIBLES 19 Workshop Neutrinos, Dark Matter and Dark Energy, Valencia, Španija, 9.-14. 6. 2019 (vabljen predavanje)
37. doc. dr. Miha Nemevšek, Interpreting the results of new physics at the LHC, London, Velika Britanija, 1.-4. 4. 2019 (vabljen predavanje)
38. doc. dr. Miha Nemevšek, Indirect Search for New Physics across the Scales, Mainz, Nemčija, 23. 6.-6. 7. 2019 (predavanje)
39. doc. dr. Miha Nemevšek, Workshop in COST Management committee meeting, Krf, Grčija, 3.-6. 9. 2019 (predavanje)
40. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, Lattice 2019, Vuhan, Kitajska, 15.-23. 6. 2019 (vabljen predavanje)
41. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, From Euclidean spectral densities to real-time physics, Ženeva, Švica, 10.-12. 3. 2019 (vabljen predavanje)
42. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, SFB meeting, Regensburg, Nemčija, 4.-6. 6. 2019 (vabljen predavanje)
43. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, LHCB implications workshop, Ženeva, Švica, 15.-16. 10. 2019 (vabljen predavanje)
44. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, Jan Rozman, Konferenca o poučevanju matematike, fizike in astronomije, Bled, Slovenija, 27.-29. 9. 2019 (vabljen predavanje)
45. prof. dr. Peter Prelovšek, Frontiers of Strongly Electron Sciences, Tokio, Japonska, 20. 5.-1. 6. 2019 (vabljen predavanje)
46. prof. dr. Peter Prelovšek, EASTMAG-2019, Ekaterinburg, Rusija, 8.-14. 9. 2019 (vabljen predavanje)
47. prof. dr. Anton Ramšak, Jan Šuntajs, doc. dr. Lev Vidmar, College on Energy Transport and Energy Conversion in the Quantum Regime, Trst, Italija, 26.-30. 8. 2019 (vabljen predavanje)
48. Jan Rozman, Santa Barbara Advanced School of QBio, Santa Barbara ZDA, 21. 7.-25. 8. 2019
49. Aleks Smolkovič, Šola GGI 2019, Firenze, Italija, 6.-25. 1. 2019
50. Jan Šuntajs, Šola: GridKa School 2019 - The Art of Data, Karlsruhe, Nemčija, 25.-31. 8. 2019
51. Jan Šuntajs, Lara Ulčakar, Quantum Transport and Universality, Rim, Italija, 15.-26. 9. 2019
52. prof. dr. Bosiljka Tadić, XXVI Sitges Conference on Statistical Physics: New Trends in Statistical Physics, Sitges, Španija, 27.-30. 5. 2019 (vabljen predavanje)
53. prof. dr. Bosiljka Tadić, Diffusion Fundamentals DF8: Diffusion Phenomena Moving People, Erlangen, Nemčija, 1.-3. 9. 2019
54. prof. dr. Bosiljka Tadić, International Workshop on Complex Systems and Networks IWCSN2019, Adlershof, Nemčija, 22.-25. 9. 2019 (vabljen predavanje)
55. prof. dr. Bosiljka Tadić, The 20th Symposium self-assembly as a modeling framework for programmable materials, Beograd, Srbija, 5.-10. 10. 2019
56. prof. dr. Bosiljka Tadić, Workshop on Higher-order connectivity and correlations in complex systems, Dunaj, Avstrija, 24.-27. 11. 2019 (vabljen predavanje)
57. Martin Ulaga, VSC Training Course: Shared memory parallelization with OpenMP, Dunaj, Avstrija, 21.-24. 11. 2019
58. Lara Ulčakar, Quantum Thermo Dynamics Conference, Espoo, Finska, 21.-28. 6. 2019
59. dr. Horacio Vargas Guzman, The European Summit of Industrial Biotechnology, Gradec, Avstrija, 18.-19. 11. 2019 (predavanje)
60. doc. dr. Lev Vidmar, Nonequilibrium physics across boundaries, Rehovot, Izrael, 19.-25. 1. 2019 (vabljen predavanje)
61. doc. dr. Lev Vidmar, Breakdown of ergodicity in isolated quantum systems: from glassiness to localization, Firenze, Italija, 3.-7. 6. 2019 (vabljen predavanje)
62. doc. dr. Lev Vidmar, 7th Trieste-Ljubljana meeting, Ljubljana, Slovenija, 10. 12. 2019
63. prof. dr. Primož Zherl, 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14), Kranjska Gora, Slovenija, 26.-31. 5. 2019 (organizator konference)
64. prof. dr. Primož Zherl, 2nd Symposium on International Joint Graduate Program in Material, Sendai, Japonska, 4.-5. 11. 2019 (vabljen predavanje)
65. prof. dr. Rok Žitko, Šola na temo numerične renormalizacijske grupe in workshop, Uberlandia, Brazilija, 20. 1.-4. 2. 2019 (soorganizator)
66. prof. dr. Rok Žitko, Bound states in superconductors and interfaces, Dresden, Nemčija, 6.-11. 4. 2019 (soorganizator)
67. prof. dr. Rok Žitko, Srečanje razvijalcev programskega paketa TRIQS, Pariz, Francija, 10.-14. 6. 2019 (vabljen predavanje)
68. prof. dr. Rok Žitko, Symposium on Condensed Matter Physics, Beograd, Srbija, 6.-11. 10. 2019 (vabljen predavanje)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. prof. dr. Borut Bajc: CP3, University of Southern Denmark, Odense, Danska, 30. 6.-19. 7. in 22. 9.-5. 10. 2019 (znanstveno sodelovanje)
2. prof. dr. Janez Bonča: Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, ZDA, 24. 1.-14. 20. 2019 (znanstveno sodelovanje)
3. prof. dr. Janez Bonča: Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poljska, 10.-14. 6. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
4. prof. dr. Janez Bonča: Georg-August Universität Göttingen, Göttingen, Nemčija, 8.-11. 7. 2019 (znanstveno sodelovanje)
5. prof. dr. Janez Bonča: University of British Columbia, Vancouver, Kanada, 11.-26. 9. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
6. prof. dr. Janez Bonča: Universität Duisburg-Essen, Duisburg, Nemčija, 9.-10. 12. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
7. dr. Barry Dillon: University of Plymouth, Plymouth, Velika Britanija, 10.-22. 6. 2019 (znanstveno sodelovanje)
8. prof. dr. Svetlana Fajfer: Laboratoire de Physique Theorique d'Orsay, Université Paris-Sud, 2.-12. 9. in 25.-29. 11. 2019 (znanstveno sodelovanje)
9. prof. dr. Svetlana Fajfer: University of Marseille, Marseille, Francija, 28. 10. 2019 (članica komisije za zagovor doktorata)
10. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik: Instituto de Física Teórica, Madrid, Francija, 27. 2.-1. 3. 2019 (vabljen predavanje in znanstveno sodelovanje)
11. Victor Escalona Guada: SISSA, Trst, Italija, 29. 5.-1. 6. 2019 (znanstveno sodelovanje)
12. dr. Matej Kanduč: Ulm University, Ulm, Nemčija, 3. 4.-5. 4. 2019 (znanstveno sodelovanje)
13. dr. Matej Kanduč: Department of Applied Physics I, University of Malaga, Malaga, Španija, 17.-19. 6. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
14. dr. Matej Kanduč: Freie Universität Berlin, Berlin, Nemčija, 2. 9.-5. 9. 2019 (znanstveno sodelovanje)
15. doc. dr. Nejc Košnik: University of Padova, Padova, Italija, 9.-13. 9. 2019 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
16. doc. dr. Jernej Mravlje: Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija, 12.-13. 3. 2019 (znanstveno sodelovanje)
17. doc. dr. Jernej Mravlje: College de France, Pariz, Francija, 24. 3.-15. 4. 2019 (znanstveno sodelovanje)
18. doc. dr. Jernej Mravlje: CCQ Flatiron Institute, New York, ZDA, 13. 10.-10. 11. 2019 (znanstveno sodelovanje)
19. doc. dr. Miha Nemevšek: University of L'Aquila, L'Aquila, Italija, 26.-31. 5. 2019 (znanstveno sodelovanje)
20. prof. dr. Peter Prelovšek: Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poljska, 1.-10. 7. 2019 (znanstveno sodelovanje)
21. dr. Anže Rapoš Božič: Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška, 4.-8. 11. 2019 (znanstveno sodelovanje)
22. Aleks Smolkovič: University of Padova, Padova, Italija, 16.-27. 9. 2019 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
23. Aleks Smolkovič: University of Cincinnati, Cincinnati, ZDA, 11.-28. 11. 2019 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
24. Lara Ulčakar: Institut Lorentz for Theoretical Physics, Leiden, Nizozemska, 31. 5.-9. 6. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
25. doc. dr. Lev Vidmar: The Pennsylvania State University, University Park, Pensilvanija, ZDA, 13.-29. 9. 2019 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
26. doc. dr. Lev Vidmar: SISSA, Trst, Italija, 7.-8. 11. 2019 (sodelovanje in vabljen predavanje)
27. prof. dr. Primož Zihlerl: German Aerospace Center, Köln, Nemčija, 14.-15. 5. 2019 (znanstveno sodelovanje)
28. prof. dr. Rok Žitko: Univerza v Hamburgu, Hamburg, Nemčija, 23.-25. 6. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
29. prof. dr. Rok Žitko: Max Planck Institute for Solid State Research, Stuttgart, Nemčija, 2.-4. 7. 2019 (znanstveno sodelovanje in seminar)
30. prof. dr. Rok Žitko: Center for computational quantum physics, Flatiron Institute, New York, ZDA, 3.-17. 11. 2019 (znanstveno sodelovanje)
31. prof. dr. Rok Žitko: SISSA, Trst, Italija, 30. 9. 2019 (član komisije za zagovor doktorata)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Borut Bajc, znanstveni svetnik
2. dr. Damir Becirevic, znanstveni svetnik
3. prof. dr. Janez Bonča*, znanstveni svetnik
4. *dr. Bojan Božič**, *odšel 16. 9. 2019*
5. prof. dr. Mojca Čepič*, znanstveni svetnik
6. *Daniele De Martino, PhD., Italija, odšel 16. 10. 2019*
7. *dr. Jure Derganc**, *odšel 16. 9. 2019*
8. dr. Barry Michael Dillon
9. dr. Ilja Doršner
10. prof. dr. Svjetlana Fajfer, znanstveni svetnik
11. **prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, vodja odseka**
12. *dr. Gregor Gomišček**, *odšel 16. 9. 2019*
13. dr. Matej Kanduč
14. doc. dr. Jure Kokalj*
15. doc. dr. Nejc Košnik
16. dr. Rajmund Krivec, znanstveni svetnik
17. doc. dr. Jernej Mravlje
18. doc. dr. Miha Nemevšek
19. dr. Mojca Pavlin
20. *prof. dr. Rudolf Podgornik**, *znanstveni svetnik, upokojitev 4. 2. 2019*
21. prof. dr. Peter Prelovšek, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
22. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj
23. prof. dr. Anton Ramšak*, znanstveni svetnik
24. dr. Anže Rapoš Božič
25. doc. dr. Tomaž Rejec*
26. Fabio Staniscia, PhD., Italija
27. prof. dr. Bosiljka Tadić, znanstveni svetnik
28. Horacio Andres Vargas Guzman, Strokovni/Dokončni naziv
29. prof. dr. Nataša Vaupotič*, znanstveni svetnik
30. doc. dr. Lev Vidmar
31. prof. dr. Primož Zihert*, znanstveni svetnik
32. prof. dr. Rok Žitko

Podoktorski sodelavci

33. dr. Tadej Emeršič
34. dr. Matej Krajnc
35. dr. Friedrich Johannes Krien
36. *dr. Janja Majhenc, odšla 16. 9. 2019*
37. *dr. Mojca Mally**, *odšla 16. 9. 2019*
38. dr. Timon Mede
39. dr. Monalisa Patra
40. Clement Adrien Zankoc, PhD., Italija
41. *dr. Saša Zihert**, *odšla 16. 9. 2019*

Mlajši raziskovalci

42. *dr. Darius Alexander Farougy Carias, odšel 1. 10. 2019*
43. Victor Francisco Guada Escalona, Bsc. in High Energy, Cosmology and Astroparticle Physics, Trieste, Italy
44. Arman Korajac, Msc., Nemčija
45. Luka Pavešič, mag. fiz.
46. Jan Rozman, mag. fiz.
47. Urša Skerbiš Štok, mag. fiz.
48. Aleks Smolkovič, mag. fiz.
49. Jan Šuntajs, mag. fiz.
50. Martin Ulaga, mag. fiz.
51. Lara Ulčakar, mag. fiz.

Tehniški in administrativni sodelavci

52. Nevenka Hauschild

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Centro Atomico Bariloche (CAB) – Grupo de Particulas Elementales, Bariloche, RN, Argentina
2. Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
3. Universidad de Buenos Aires – Departamento de Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Buenos Aires, Argentina
4. CP3-Origins, University of Southern Denmark, Odense, Danska
5. Syddansk Universitet, Odense M, Danska

6. Center for quantum devices, Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, Copenhagen, Danska
7. University of Southern Denmark, Centre for Cosmology and Particle Physics Phenomenology, Danska
8. Johannes Gutenberg University Mainz (JGU) – PRISMA Cluster of Excellence, Mainz, Nemčija
9. Regensburg University, Nemčija
10. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Physikalisches Institut, Freiburg, Nemčija
11. Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, Berlin, Nemčija
12. Institut for Theoretical Physics, Georg-August-Universität Göttingen, Nemčija
13. Dipartimento di Fisica ed Astronomia, Università di Padova, Padova, Italija
14. Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università dell'Aquila, L'Aquila, Italija
15. INFN Sez. Trst, Italija
16. Scuola Internazionale di Studi Avanzati, Trst, Italija
17. ICTP, Trst, Italija
18. SISSA, Trst, Italija
19. European Organization for Nuclear Research (CERN), Ženeva, Švica
20. Paul Scherrer Institut (PSI), Švica
21. Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, Švica
22. Laboratoire de Physique Théorique (Bât. 210), Université Paris-Sud and CNRS, Orsay-Cedex, Francija
23. Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielles, Pariz, Francija
24. Université Grenoble Alpes, Institut nanosciences et cryogenie, Grenoble, Francija
25. Collège de France (Pariz, Francija)
26. Centre de Physique Théorique, Ecole Polytechnique (Palaiseau, Francija)
27. Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), La Laguna (Tenerife), Španija
28. Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias, Málaga, Španija
29. Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Madrid, Španija
30. University of Warsaw, Department of Chemistry, Varšava, Poljska
31. Department of Theoretical Physics, Faculty of Fundamental Problems of Technology, Wrocław University of Science and Technology, Wrocław, Poljska
32. Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Science, Poznan, Poljska
33. University of Graz, Avstrija
34. University of Vienna, Faculty of Physics, Vienna, Avstrija
35. Technische Universität Graz (Graz, Avstrija)
36. Institut Rudjer Bošković, Division of Theoretical Physics, Zagreb, Hrvaška
37. University of Split, Faculty of Electrical Engineering, Split, Hrvaška
38. Institute of Physics, Zagreb, Hrvaška
39. Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Beograd, Srbija
40. Mimar Sinan University, Turčija
41. Plymouth University, Plymouth, Velika Britanija
42. School of Physics and Astronomy, University of Edinburgh, Edinburgh, Velika Britanija
43. University of Oxford – Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics, Oxford, Velika Britanija
44. University of Sussex, Department of Physics and Astronomy, Falmer, Brighton, Velika Britanija
45. University of Aberdeen, Department of Chemistry, Aberdeen, Velika Britanija
46. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, Kalifornija, ZDA
47. National Institutes of Health, Frederick, Maryland, ZDA
48. Department of Physics, Princeton University, Princeton, ZDA
49. Northeastern University, Boston, ZDA
50. University of California Santa Cruz, Santa Cruz, ZDA
51. Flatiron Institute (New York, ZDA)
52. The Pennsylvania State University, Department of Physics, University Park, PA, ZDA
53. Department of Physics, Oklahoma State University, Stillwater, ZDA
54. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, ZDA
55. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Kanada
56. Canadian Institute for Advanced Research, Toronto, Kanada
57. High Energy Accelerator Research Organization (KEK), Tsukuba, Japonska
58. Kindai University, Department of Physics, Osaka, Japonska
59. Tohoku University, Faculty of Science, Sendai, Japonska
60. Toyota Physical and Chemical Research Institute, Nagakute, Japonska
61. Tel Aviv University, Raymond & Beverly Sackler School of Physics & Astronomy, Tel Aviv, Izrael
62. Institute for Research in Fundamental Sciences, Teheran, Iran
63. Universidad Técnica Federico Santa María, Centro-Científico-Tecnológico de Valparaíso, Valparaíso, Čile
64. Department of physics, Center for Condensed Matter Theory, Indian Institute of Science, Bengaluru, Indija
65. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Ljubljana
66. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za biofiziko, Ljubljana
67. Inštitut za fizikalno biologijo, Ljubljana
68. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor
69. Univerza v Novi Gorici

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Nicolas Dubouis, Chanbum Park, Michaël Deschamps, Soufiane Abdelghani-Idrissi, Matej Kanduč, Annie Colin, Mathieu Salanne, Joachim Dzubiella, Alexis Grimaud, Benjamin Rotenberg, "Chasing aqueous biphasic systems from simple salts by exploring the LiTFSI/LiCl/H₂O phase diagram", *ACS central science*, 2019, **5**, 4, 640-643. [COBISS.SI-ID 32319527]
2. Matej Kanduč, Won Kyu Kim, Rafael Roa, Joachim Dzubiella, "Aqueous nanoclusters govern ion partitioning in dense polymer membranes", *ACS nano*, 2019, **13**, 10, 11224-11234. [COBISS.SI-ID 32800039]
3. Aleksandar Popadić, Daniel Svenšek, Rudolf Podgornik, Matej Praprotnik, "Density-nematic coupling in isotropic linear polymers: acoustic and osmotic birefringence", *Advanced theory and simulations*, 2019, **2**, 1900019. [COBISS.SI-ID 3299940]
4. Mojca Čepič, "Elastic collisions of smooth spherical objects: finding final velocities in four simple steps", *American journal of physics*, 2019, **87**, 3, 200-207. [COBISS.SI-ID 12379465]
5. Adolfo B. Poma, Horacio V. Guzman, Mai Suan Li, Panagiotis E. Theororakis, "Mechanical and thermodynamic properties of Aβ₄₂, Aβ₄₀, and α-synuclein fibrils: a coarse-grained method to complement experimental studies", *Beilstein journal of nanotechnology*, 2019, **10**, 500-513. [COBISS.SI-ID 32972839]
6. Maruša Bizjak, Petra Malavašič, Sergej Pirkmajer, Mojca Pavlin, "Comparison of the effects of metformin on MDA-MB-231 breast cancer cells in a monolayer culture and in tumor spheroids as a function of nutrient concentrations", *Biochemical and biophysical research communications*, 2019, **515**, 2, 296-302. [COBISS.SI-ID 34339545]
7. Saša Svetina, Tjaša Švelc, Bojan Božič, "A model of Piezo1-based regulation of red blood cell volume", *Biophysical journal*, 2019, **116**, 1, 151-164. [COBISS.SI-ID 34122457]
8. Sayantan Dutta, Nareg J.-V. Djabrayan, Salvatore Torquato, Stanislav Y. Shvartsman, Matej Krajnc, "Self-similar dynamics of nuclear packing in the early Drosophila embryo", *Biophysical journal*, 2019, **117**, 4, 743-750. [COBISS.SI-ID 32646183]
9. Nareg J.-V. Djabrayan, Celia M. Smits, Matej Krajnc, Tomer Stern, Shigehiro Yamada, William C. Lemon, Philipp J. Keller, Christine A. Rushlow, Stanislav Y. Shvartsman, "Metabolic regulation of developmental cell cycles and zygotic transcription", *Current biology*, 2019, **29**, 7, 1193-1198. [COBISS.SI-ID 32327719]
10. Pazhayannur Ramanathan Subramanian, Matej Krajnc, Matthew C. Gibson, "Cell-size pleomorphism drives aberrant clone dispersal in proliferating epithelia", *Developmental cell*, 2019, **51**, 1, 49-61. [COBISS.SI-ID 32748071]
11. Bosiljka Tadić, "Self-organised criticality and emergent hyperbolic networks: blueprint for complexity in social dynamics", *European journal of physics*, 2019, **40**, 2, 024002. [COBISS.SI-ID 32012327]
12. The FCC Collaboration, A. Abada *et al.*, "FCC physics opportunities: future circular collider conceptual design report volume 1", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 6, 474. [COBISS.SI-ID 32686375]
13. The FCC Collaboration, A. Abada *et al.*, "FCC-ee: the lepton collider: future circular collider conceptual design report volume 2", *The European physical journal. Special topics*, 2019, **228**, 2, 261-623. [COBISS.SI-ID 32550183]
14. The FCC Collaboration, A. Abada *et al.*, "FCC-hh: the hadron collider: the lepton collider: future circular collider conceptual design report volume 3", *The European physical journal. Special topics*, 2019, **228**, 4, 755-1107. [COBISS.SI-ID 32550439]
15. The FCC Collaboration, A. Abada *et al.*, "HE-LHC: the high-energy large hadron collider: the lepton collider: Future Circular collider conceptual design report volume 4", *The European physical journal. Special topics*, 2019, **228**, 5, 1109-1382. [COBISS.SI-ID 32550695]
16. Fabio Staniscia, R. Bachelard, Thierry Dauxois, Giovanni De Ninno, "Differences in the scaling laws of canonical and microcanonical coarsening dynamics for long-range interacting systems", *Europhysics letters: EPL*, 2019, **126**, 1, 17001. [COBISS.SI-ID 32915495]
17. Andreja Erman, Gregor Kapun, Sara Novak, Mojca Pavlin, Goran Dražič, Damjana Drobne, Peter Veranič, "How cancer cells attach to urinary bladder epithelium in vivo: study of the early stages of tumorigenesis in an orthotopic mouse bladder tumor model", *Histochemistry and cell biology*, 2019, **151**, 3, 263-273. [COBISS.SI-ID 33976025]
18. Sahin Buyukdagli, Rudolf Podgornik, "Like-charge polymer-membrane complexation mediated by multivalent cations: one-loop-dressed strong coupling theory", *The Journal of chemical physics*, 2019, **151**, 9, 094902. [COBISS.SI-ID 33143591]
19. Jernej Kamenik, Andrey Katz, Daniel Stolarsky, "On lepton flavor universality in top quark decays", *The journal of high energy physics*, 2019, **1**, 032. [COBISS.SI-ID 32008743]
20. Borut Bajc, "Kutasov-Seiberg dualities and cyclotomic polynomials", *The journal of high energy physics*, 2019, **6**, 083. [COBISS.SI-ID 33064231]
21. Aleks Smolkovič, Michele Tammaro, Jure Zupan, "Anomaly free Froggatt-Nielsen", *The journal of high energy physics*, 2019, **10**, 188. [COBISS.SI-ID 32794663]
22. Fagner C. Correia, Sveltana Fajfer, "Light mediators in anomaly free U(1)_x models. Part I, Theoretical framework", *The Journal of high energy physics*, 2019, **10**, 278. [COBISS.SI-ID 3383396]
23. Fagner C. Correia, Sveltana Fajfer, "Light mediators in anomaly free U(1)_x models. Part II, Constraints on dark gauge bosons", *The Journal of high energy physics*, 2019, **10**, 279. [COBISS.SI-ID 3383652]
24. Matej Kanduč, Won Kyu Kim, Rafael Roa, Joachim Dzubiella, "Transfer free energies and partitioning of small molecules in collapsed PNIPAM polymers", *The journal of physical chemistry. B, Condensed matter, materials, surfaces, interfaces & biophysical*, 2019, **123**, 3, 720-728. [COBISS.SI-ID 32053799]
25. Chanbum Park, Arne Ronneburg, Sebastian Risse, Matthias Ballauff, Matej Kanduč, Joachim Dzubiella, "Structural and transport properties of Li/S battery electrolytes: role of the polysulfide species", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019, **123**, 16, 10167-10177. [COBISS.SI-ID 32323367]
26. Shawulienu Kezilebieke, Rok Žitko, Marcia Dvorak, Teemu Ojanen, Peter Liljeroth, "Observation of coexistence of Yu-Shiba-Rusinov states and spin-flip excitations", *Nano letters*, 2019, **19**, 7, 4614-4619. [COBISS.SI-ID 33037863]
27. Mirosław Salamonczyk, Nataša Vaupotič, Damian Pocięcha, Rebecca Walker, John M. D. Storey, Corrie T. Imrie, Cheng Wang, Chenhui Zhu, Ewa Górecka, "Multi-level chirality in liquid crystals formed by achiral molecules", *Nature communications*, 2019, **8**, 1922. [COBISS.SI-ID 32322855]
28. Joichiro Nakakura, Primož Zihnerl, Junichi Matsuzawa, Tomonari Dotera, "Metallic-mean quasicrystals as aperiodic approximants of periodic crystals", *Nature communications*, 2019, **10**, 4235. [COBISS.SI-ID 3365220]
29. Matjaž Gomilšek, Rok Žitko, Martin Klanjšek, Matej Pregelj, C. Baines, Li Yuesheng, Qingming Zhang, Andrej Zorko, "Kondo screening in a charge-insulating spinon metal", *Nature physics*, 2019, **15**, 8, 754-758. [COBISS.SI-ID 32417831]
30. Damir Bečirević, Sveltana Fajfer, Ivan Nišandžić, Andrey Tayduganov, "Angular distributions of $\bar{B} \rightarrow D^{(*)} \ell \bar{\nu}_\ell$ decays and search of New Physics", *Nuclear physics. Section B*, 2019, **946**, 114707. [COBISS.SI-ID 3349860]
31. Sebastian Milster, Richard Chudoba, Matej Kanduč, Joachim Dzubiella, "Cross-linker effect on solute adsorption in swollen thermoresponsive polymer networks", *PCCP. Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2019, **21**, 12, 6588-6599. [COBISS.SI-ID 32211751]
32. Bahaaw Jawad, Lokendra Poudel, Rudolf Podgornik, Nicole F. Steinmetz, Wai-Yim Ching, "Molecular mechanism and binding free energy of doxorubicin intercalation in DNA", *PCCP. Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2019, **21**, 7, 3877-3893. [COBISS.SI-ID 33142567]
33. Anja Kopač Lautar, Drejc Kopač, Tomaž Rejec, Tanja Bančič, Robert Dominko, "Morphology evolution of magnesium facets: DFT and KMC simulations", *PCCP. Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2019, **21**, 5, 2434-2442. [COBISS.SI-ID 3288164]
34. Sara Pia Marinček, Jernej Mravlje, Tomaž Rejec, "Slow quenches in the band insulator described by the Su-Schrieffer-Heeger model", *Physica status solidi. B, Basic research*, 2019, 1900425. [COBISS.SI-ID 3394660]
35. Jan Skolimowski, Yaroslav Gerasimenko, Rok Žitko, "Mottness collapse without metallization in the domain wall of the triangular-lattice Mott insulator 1T - TaS₂", *Physical review letters*, 2019, **122**, 3, 036802. [COBISS.SI-ID 32057895]
36. Won Kyu Kim, Matej Kanduč, Rafael Roa, Joachim Dzubiella, "Tuning the permeability of dense membranes by shaping nanoscale potentials", *Physical review letters*, 2019, **122**, 10, 1080016. [COBISS.SI-ID 32184615]

37. Marcin Mierzejewski, Peter Prelovšek, Janez Bonča, "Einstein relation for a driven disordered quantum chain in the subdiffusive regime", *Physical review letters*, 2019, **122**, 20, 206601. [COBISS.SI-ID 3313764]
38. J. Vučičević, Jure Kokalj, Rok Žitko, N. Wentzell, D. Tanasković, Jernej Mravlje, "Conductivity in the square lattice Hubbard model at high temperatures", *Physical review letters*, 2019, **123**, 3, 036601. [COBISS.SI-ID 32528935]
39. Tine Curk, James Daniel Farrell, Jure Dobnikar, Rudolf Podgornik, "Spontaneous domain formation in spherically confined elastic filaments", *Physical review letters*, 2019, **123**, 4, 047801. [COBISS.SI-ID 22938390]
40. Tadej Mežnaršič, Tina Arh, Jure Brence, Jaka Pišljar, Katja Gosar, Žiga Gosar, Rok Žitko, Erik Zupanič, Peter Jeglič, "Cesium bright matter-wave solitons and soliton trains", *Physical review. A*, 2019, **99**, 3, 033625. [COBISS.SI-ID 32245799]
41. Yicheng Zhang, Lev Vidmar, Marcos Rigol, "Quantum dynamics of impenetrable SU(N) fermions in one-dimensional lattices", *Physical review. A*, 2019, **99**, 6, 063605. [COBISS.SI-ID 32543783]
42. Yicheng Zhang, Lev Vidmar, Marcos Rigol, "Information measures for local quantum phase transitions: lattice bosons in a one-dimensional harmonic trap", *Physical review. A*, 2019, **100**, 5, 053611. [COBISS.SI-ID 33074727]
43. Maciej Kozarzewski, Marcin Mierzejewski, Peter Prelovšek, "Suppressed energy transport in the strongly disordered Hubbard chain", *Physical review. B*, 2019, **24**, 99, 241113. [COBISS.SI-ID 33042471]
44. Sharareh Sayyad, Rok Žitko, Hugo U. R. Strand, Philipp Werner, Denis Golež, "Comparative study of nonequilibrium insulator-to-metal transitions in electron-phonon systems", *Physical review. B*, 2019, **99**, 4, 045118. [COBISS.SI-ID 32010023]
45. Lucas Hackl, Lev Vidmar, Marcos Rigol, Eugenio Bianchi, "Average eigenstate entanglement entropy of the XY chain in a transverse field and its universality for translationally invariant quadratic fermionic models", *Physical review. B*, 2019, **99**, 7, 075123. [COBISS.SI-ID 32544039]
46. Venera Nasretdinova, Miloš Borovšak, Jernej Mravlje, Petra Šutar, Evgeny A. Goshchnik, Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, "Time-resolved reflectivity and Raman studies of the interplay of electronic orders in Mo₈O₂₃", *Physical review. B*, 2019, **99**, 8, 085101. [COBISS.SI-ID 32078631]
47. David Jansen, Jan Stolpp, Lev Vidmar, F. Heidrich-Meisner, "Eigenstate thermalization and quantum chaos in the Holstein polaron model", *Physical review. B*, 2019, **99**, 15, 155130. [COBISS.SI-ID 32544295]
48. M. Środa, Peter Prelovšek, Marcin Mierzejewski, "Instability of subdiffusive spin dynamics in strongly disordered Hubbard chain", *Physical review. B*, 2019, **99**, 22, 121110. [COBISS.SI-ID 33042727]
49. Janez Bonča, Stuart A. Trugman, M. Berciu, "Spectral function of the Holstein polaron at finite temperature", *Physical review. B*, 2019, **100**, 9, 094307. [COBISS.SI-ID 3364196]
50. Lara Ulčakar, Jernej Mravlje, Tomaž Rejec, "Slow quenches in Chern insulator ribbons", *Physical review. B*, 2019, **100**, 12, 125110. [COBISS.SI-ID 3354724]
51. M. Padmanath, Sara Collins, Daniel Mohler, Stefano Piemonte, Saša Prelovšek, Andreas Schäfer, Simon Weishäupl, "Identifying spin and parity of charmonia in flight with lattice QCD", *Physical review. D*, 2019, **99**, 1, 014513. [COBISS.SI-ID 3289444]
52. Victor Guada, Alessio Maiezza, Miha Nemevšek, "Multifield polygonal bounces", *Physical review. D*, 2019, **99**, 5, 056020. [COBISS.SI-ID 32246055]
53. Steven Abel, Borut Bajc, Francesco Sannino, "Dual renormalization group flows in 4D", *Physical review. D*, 2019, **99**, 6, 065001. [COBISS.SI-ID 33063719]
54. Urša Skerbiš, Saša Prelovšek, "Nucleon- J/ψ and nucleon- η_c scattering in P_c pentaquark channels from lattice QCD", *Physical review. D*, 2019, **99**, 9, 094505. [COBISS.SI-ID 3315812]
55. Christian Rohrhofer, Yasumichi Aoki, Guido Cossu, Hidenori Fukaya, Christof Gattringer, Leonid Ya. Glozman, Shoji Hashimoto, Christian B. Lang, Saša Prelovšek, "Symmetries of spatial meson correlators in high temperature QCD", *Physical review. D*, 2019, **100**, 1, 014502. [COBISS.SI-ID 3331428]
56. Barry M. Dillon, Darius Alexander Farougy, Jernej Kamenik, "Uncovering latent jet substructure", *Physical review. D*, 2019, **100**, 5, 056002. [COBISS.SI-ID 32686631]
57. Stefano Piemonte, Sara Collins, M. Padmanath, Daniel Mohler, Saša Prelovšek, "Charmonium resonances with $J^{PC} = 1^{--}$ and 3^{--} from \overline{DD} scattering on the lattice", *Physical review. D*, 2019, **100**, 7, 074505. [COBISS.SI-ID 3377764]
58. Dina Jukić, Mojca Čepič, "Chiroclinic effect and the phase diagram of achiral polar molecules in the antiferroelectric smectic B₂", *Physical review. E*, 2019, **99**, 6, 062705. [COBISS.SI-ID 12570441]
59. Meta Kokalj, Primož Ziherl, Antonio Šiber, "Topology of dividing planar tilings: mitosis and order in epithelial tissues", *Physical review. E*, 2019, **100**, 1, 012410. [COBISS.SI-ID 4766577]
60. Anže Lošdorfer Božič, Simon Čopar, "Spherical structure factor and classification of hyperuniformity on the sphere", *Physical review. E*, 2019, **99**, 3, 032601. [COBISS.SI-ID 32163623]
61. Janja Majhenc, Bojan Božič, "Characteristics of phospholipid vesicles enhanced by adhesion on an annular region", *Physical review. E*, 2019, **99**, 5, 052416. [COBISS.SI-ID 34381017]
62. Sahin Buyukdagli, Rudolf Podgornik, "Orientational transition and complexation of DNA with anionic membranes: weak and intermediate electrostatic coupling", *Physical review. E*, 2019, **99**, 6, 062501. [COBISS.SI-ID 33143335]
63. Marija Mitrović, Bosiljka Tadić, Roderick Melnik, "Spectral properties of hyperbolic nano-networks with tunable aggregation of simplexes", *Physical review. E*, 2019, **100**, 1, 012309. [COBISS.SI-ID 32536615]
64. Arghya Majee, Markus Bier, Ralf Blossey, Rudolf Podgornik, "Charge regulation radically modifies electrostatics in membrane stacks", *Physical review. E*, 2019, **100**, 5, 050601. [COBISS.SI-ID 33142311]
65. Daniele De Martino, Andre C. Barato, "Oscillations in feedback-driven systems: thermodynamics and noise", *Physical review. E*, 2019, **100**, 6, 062123. [COBISS.SI-ID 32998951]
66. Tyler LeBlond, Krishnanand Mallayya, Lev Vidmar, Marcos Rigol, "Entanglement and matrix elements of observables in interacting integrable systems", *Physical review. E*, 2019, **100**, 6, 0621341. [COBISS.SI-ID 33074215]
67. J. C. Estrada Saldaña, Rok Žitko, J. P. Cleuzio, Eduardo J. H. Lee, V. Zannier, Daniele Ercolani, Lucia Sorba, R. Aguando, Silvano De Franceschi, "Charge localization and reentrant superconductivity in a quasi-ballistic InAs nanowire coupled to superconductors", *Science advances*, 2019, **5**, 7, eaav1235. [COBISS.SI-ID 32599591]
68. Tadej Emeršič, Rui Zhang, Žiga Kos, Simon Čopar, Natan Osterman, Juan J. de Pablo, Uroš Tkalec, "Sculpting stable structures in pure liquids", *Science advances*, 2019, **5**, eaav4283. [COBISS.SI-ID 3291748]
69. Peter T. Brown *et al.* (12 avtorjev), "Bad metallic transport in a cold atom Fermi - Hubbard system", *Science*, 2019, **363**, 6425, 379-382. [COBISS.SI-ID 32045095]
70. Lara Ulčakar, Tomaž Rejec, Jure Kokalj, Sara Sangtarash, Hatf Sadeghi, Anton Ramšak, John H. Jefferson, Colin J. Lambert, "On the resilience of magic number theory for conductance ratios of aromatic molecules", *Scientific reports*, 2019, **9**, 3478. [COBISS.SI-ID 3295588]
71. Leili Javidpour, Anže Lošdorfer Božič, Rudolf Podgornik, Ali Naji, "Role of metallic core for the stability of virus-like particles in strongly coupled electrostatics", *Scientific reports*, 2019, **9**, 3884. [COBISS.SI-ID 32174375]
72. D. Roshal, O. Konevtsov, Anže Lošdorfer Božič, Rudolf Podgornik, S. Rochal, "pH-induced morphological changes of proteinaceous viral shells", *Scientific reports*, 2019, **9**, 5341. [COBISS.SI-ID 32248615]
73. Bosiljka Tadić, Svetislav Mijatović, Sanja Janičević, Djordje Spasojević, Geoff J. Rodgers, "The critical Barkhausen avalanches in thin random-field ferromagnets with an open boundary", *Scientific reports*, 2019, **9**, 6340. [COBISS.SI-ID 32413479]
74. Bosiljka Tadić, Miroslav Andjelković, Roderick Melnik, "Functional geometry of human connectomes", *Scientific reports*, 2019, **9**, 12060. [COBISS.SI-ID 32573735]
75. Venera Nasretdinova, Yaroslav Gerasimenko, Jernej Mravlje, G. Gatti, Petra Šutar, Damjan Svetin, Anton Meden, Viktor V. Kabanov, A. Yu. Kuntsevich, M. Gironi, Dragan Mihailović, "Unveiling the electronic transformations in the semi-metallic correlated-electron transitional oxide Mo₈O₂₃", *Scientific reports*, 2019, **9**, 15959. [COBISS.SI-ID 32821287]
76. Gregor Kasieczka *et al.* (27 avtorjev), "The Machine Learning landscape of top taggers", *SciPost physics*, 2019, **7**, 1, 014. [COBISS.SI-ID 32549927]
77. Tatjana Marvin, Saba Battelino, Samo Beguš, Jure Derganc, "Porazdelitev fonemov v slovenščini in izdelava matričnega testa za govorno avdiometrijo", *Slavistična revija: časopis za jezikoslovje in literarne vede*, 2019, **67**, 4, 537-550. [COBISS.SI-ID 71085410]
78. Olga V. Konevtsova, Daria S. Roshal, Anže Lošdorfer Božič, Rudolf Podgornik, Sergey Rochal, "Hidden symmetry of the anomalous bluetongue virus capsid and its role in the infection process", *Soft matter*, 2019, **15**, 38, 7663-7671. [COBISS.SI-ID 32601895]
79. Bor Kavčič, Ai Sakashita, Hiroshi Noguchi, Primož Ziherl, "Limiting shapes of confined lipid vesicles", *Soft matter*, 2019, **15**, 4, 602-614. [COBISS.SI-ID 32052007]

80. Fahimeh Karimi Pour Haddadan, Ali Naji, Rudolf Podgornik, "Casimir-like interactions and surface anchoring duality in bookshelf geometry of smectic-A liquid crystals", *Soft matter*, 2019, **15**, 10, 2216-2222. [COBISS.SI-ID 33142823]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Luka Kristanc, Bojan Božič, Špela Zemljič Jokhadar, Marija Sollner Dolenc, Gregor Gomišček, "The pore-forming action of polyenes: from model membranes to living organisms", *Biochimica et biophysica acta. Biomembranes*, 2019, **1861**, 2, 418-430. [COBISS.SI-ID 4634737]
- Yael Avni, David Andelman, Rudolf Podgornik, "Charge regulation with fixed and mobile charged macromolecules", *Current opinion in electrochemistry*, 2019, **13**, 70-77. [COBISS.SI-ID 3272548]
- Nina Vokič, Gregor Gomišček, Marija Sollner Dolenc, "Chagasova bolezen in učinkovine za njeno zdravljenje", *Farmacevtski vestnik: strokovno glasilo slovenske farmacije*, 2019, **70**, 3, 212-219. [COBISS.SI-ID 4757105]
- Djuna Croon, Tomás E. Gonzalo, Lukas Graf, Nejc Košnik, Graham White, "GUT physics in the era of the LHC", *Frontiers of Physics*, 2019, **7**, 76. [COBISS.SI-ID 32410151]

KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

- Stanislav Y. Shvartsman, Matej Krajnc, "Nuclear (Bio)physics in the embryo", *Cell*, 2019, **177**, 4, 799-801. [COBISS.SI-ID 32327975]

STROKOVNI ČLANEK

- Mojca Čepič, "Energija IV: elektrika, električno delo in električna energija", *Fizika v šoli*, 2019, **24**, 1, 59-61. [COBISS.SI-ID 12457801]
- Mojca Čepič, "Izraz ali formula", *Fizika v šoli*, 2019, **24**, 2, 61-63. [COBISS.SI-ID 12776265]
- Mojca Čepič, "Magneti 1", *Presek: list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje*, 2019/2020, **47**, 1, 18-20. [COBISS.SI-ID 12568649]
- Mojca Čepič, "Magneti 2", *Presek: list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje*, 2019/2020, **47**, 2, 18. [COBISS.SI-ID 12671049]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

(VABLJENO PREDAVANJE)

- Saša Prelovšek, "Lattice spectroscopy (focus on exotics)", V: *18th International Conference on B-Physics at Frontier Machines, Beauty2019, 29 September-4 October 2019, Ljubljana, Slovenia*, (Proceedings of science, Beauty2019), 2019, 009. [COBISS.SI-ID 15000323]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

(VABLJENO PREDAVANJE)

- Mojca Čepič, "How to introduce a current research to physics classroom: liquid crystals as an example", V: *Zbornik radova 7 Medunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjoj školi, Aleksinac, 17 - 19. mart 2019.*, Klett, 2019, 384-391. [COBISS.SI-ID 12449865]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Christian Rohrhofer, Yasumichi Aoki, Guido Cossu, Hidenori Fukaya, Leonid Ya. Glozman, Shoji Hashimoto, Christian B. Lang, Saša Prelovšek, "Observation of approximate $SU(2)_{CS}$ and $SU(2)_{n_f}$ symmetries in high temperature lattice QCD", V: *The 27th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, Quark Matter 2018, 13-19 May 2018, Lido di Venezia, Italy*, (Nuclear physics. A, **982**), 2019, 207-210. [COBISS.SI-ID 3309156]
- Saša Prelovšek, Hüseyin Bahtiyar, Jan Petković, " Z_b tetraquark channel and $B\bar{B}^*$ interaction", V: *37th International Symposium on Lattice Field Theory, LATTICE2019, 16-22 June 2019, Wuhan, China*, (Proceedings of science, LATTICE2019), 2019, 012. [COBISS.SI-ID 15241219]
- Tadeusz Janowski, Vincent Drach, Saša Prelovšek, "Resonance study of $SU(2)$ model with 2 fundamental flavours of fermions", V: *37th International Symposium on Lattice Field Theory, LATTICE2019, 16-22 June 2019, Wuhan, China*, (Proceedings of science, LATTICE2019), 2019, 123. [COBISS.SI-ID 15253507]

- Mojca Čepič, "Identification of gifted students with underprivileged background by doing experiments", V: *Dilny Heurky 2018: sborník konference projektu Heurka: Jiráskovo gymnázium, Náchod, 21.-23. září 2018*, Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, 2019, 6-12. [COBISS.SI-ID 12348233]
- Muhammad Ali, Nataša Vaupotič, Paweł W. Majewski, Ewa Górecka, Corrie T. Imrie, Damian Pocięcha, "Spontaneous formation of polarization diffraction gratings in surface-stabilized cells filled with liquid crystal in the modulated nematic phase", V: *Emerging Liquid Crystal Technologies XIV, SPIE Photonics West, 2-7 February 2019, San Francisco, California, United States*, (Proceedings of SPIE, **10941**), 2019, 109410t. [COBISS.SI-ID 32373031]
- Peter Bernad, Nataša Vaupotič, Robert Repnik, "Teaching the physics behind a 3D cinema through experiments supported by ICT", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia Proceedings*, MIPRO, 2019, 823-829. [COBISS.SI-ID 24690440]
- Mojca Pavlin, Maša Kandušer, Nives Škorja, Sergej Pirkmajer, "Optimization of electroporation parameters for delivery of small molecules into primary human myotubes", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 301-304. [COBISS.SI-ID 12696660]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Matej Kanduč, Alexander Schlaich, Bartosz Kowalik, Amanuel Wolde-Kidan, Roland R. Netz, Emanuel Schneck, "Simulation approaches to short-range interactions between lipid membranes", V: *Biomembrane simulations: computational studies of biological membranes*, (Series in computational biophysics), CRC Press, 2019, 89-108. [COBISS.SI-ID 32483623]
- Mojca Pavlin, Daša Zupančič, Jasna Lojč, Klemen Strojjan, Mateja Erdani-Kreft, "Multimodal magnetic nanoparticles for biomedical applications: importance of characterization on biomimetic in vitro models", V: *Materials for biomedical engineering: inorganic micro- and nanostructures*, Elsevier, 2019, 241-283. [COBISS.SI-ID 34255065]
- S. Akar et al. (298 avtorjev), "Opportunities in flavour physics at the HL-LHC and HE-LHC", V: *Physics of the HL-LHC and perspectives at the HE-LHC*, (CERN yellow reports: Monographs, 7), 2019, 867-1158. [COBISS.SI-ID 16573443]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK

Z RECENZIJU

- Gregor Skačej, Primož Zihnerl, *Solved problems in thermodynamics and statistical physics*, Springer, 2019. [COBISS.SI-ID 3385444]

DRUGO UČNO GRADIVO

- Jure Derganc, *Biofizika za medicino: zapiski s predavanj iz biofizike za študente medicine in dentalne medicine. Prvi del: uvod, mehanika in termodinamika*, 2019. [COBISS.SI-ID 4029204]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

- Andreas-Kyriakos Doukas, *Kapljični model polimernih micel*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Primož Zihnerl). [COBISS.SI-ID 3380580]
- Tadej Emeršič, *Optično-temperaturna manipulacija tlačno moduliranih mikrotokov nematskega tekočega kristala v mikrofluidičnem okolju*: doktorska disertacija, Maribor, 2019 (mentor Uroš Tkalec). [COBISS.SI-ID 302216960]
- Darius Alexander Farouhy, *Neresonančni pojavi izven Standardnega Modela v procesih s kvarkom t*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Jernej F. Kamenik). [COBISS.SI-ID 3322980]
- Alen Horvat, *Elektronske korelacije in transport v več-orbitalnih sistemih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Jernej Mravlje). [COBISS.SI-ID 3336548]
- Anja Kopač Lautar, *Teoretična študija procesov na medfazni površini med elektrolitom in anodo v magnezijevih akumulatorjih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Tomaž Rejec; somentor Marie-Liesse Doublet). [COBISS.SI-ID 3374692]

ODSEK ZA FIZIKO NIZKIH IN SREDNJIH ENERGIJ

F-2

Na Odseku za fiziko nizkih in srednjih energij se ukvarjamo z raziskavami na področju jedrske in atomske fizike. Pridobljeno znanje na področju atomske in jedrske fizike uporabljamo na mnogih interdisciplinarnih področjih, kot so radiološki nadzor okolja, raziskave materialov, fuzija, biologija, shranjevanje energije, medicina, farmacija, varstvo okolja in arheometrija. Pri delu uporabljamo obsežen sklop raziskovalne opreme: ionski pospeševalnik, kalibrirana sevalna polja, detektorje ionizirajočega sevanja, eksperimentalne naprave za atomsko fiziko. Poleg tega v raziskavah uporabljamo velike eksperimentalne naprave v tujini. Sodelavci odseka z lastnimi prijavami eksperimentov ali v okviru eksperimentov mednarodnih kolaboracij dostopamo do pospeševalnikov, sinhrotronov, laserjev na proste elektrone, fuzijskih reaktorjev in drugih tipov raziskovalnih naprav, ki jih v državi nimamo. V letu 2019 smo vnovič izvajali program mednarodnega dostopa do pospeševalnika IJS, ki ga financira EU, in s tem vsaj delno kompenzirali močno prevladujoč vzorec gostovanja slovenskih raziskovalcev na veliki raziskovalni infrastrukturi v tujini. V okviru projekta H2020 Radiate smo leta 2019 na ionskem pospeševalniku izvedli pet projektov mednarodnega dostopa raziskovalcev iz Češke, Egipta, Nemčije, Južne Afrike in Kanade.

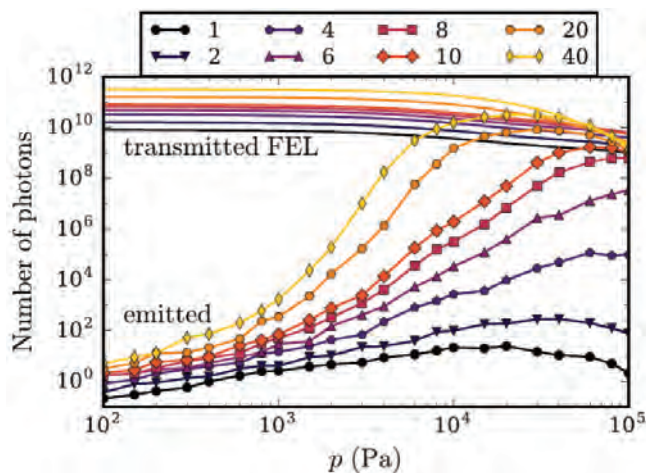


Vodja:
prof. dr. Primož Pelicon

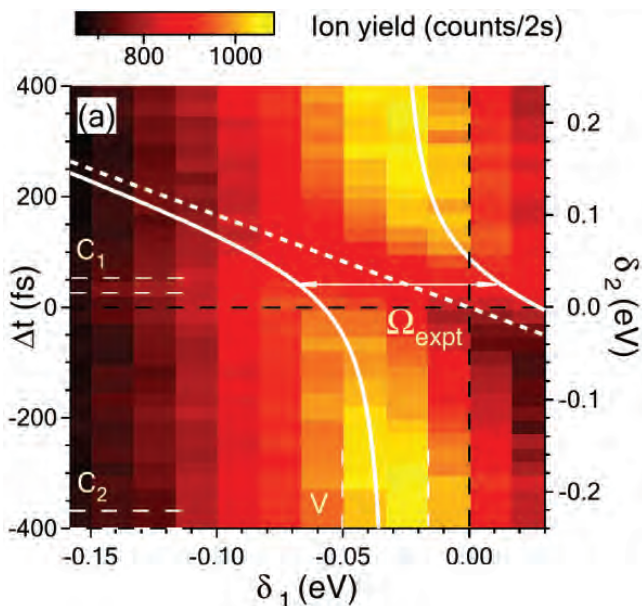
Na področju jedrske fizike smo v letu 2019 nadaljevali naša prizadevanja pri raziskavah na pospeševalniku Mainz Microtron (MAMI) na Institutu za jedrsko fiziko Univerze v Mainzu. S spektrometrskim sestavom kolaboracije A1 smo opazovali elastično sipanje transverzalno polariziranih elektronov na jedrih silicija in izmerili ustrezne asimetrije. Ta eksperiment ponuja vpogled v osnovne simetrije hadronske fizike in se zanaša na opazljivke, občutljive na transverzalno polarizacijo, namesto na običajno logitudinalno, ki meri prispevek čudnih kvarkov k lastnostim nukleonov. Zaključili in objavili smo kvazielastične meritve prenosa polarizacije na devteron v antiparalelni kinematiki (Paul *et al*, *Phys. Lett. B* 795, 2019) in raziskovali vpliv Fermijevega gibanja na primerjavo med prenosom polarizacije na proton v procesih ep in eA sipanja (Paul *et al*, *Phys. Lett. B* 792, 2019). Zaključili smo dolgoletno študijo odvisnosti posplošenih polarizirnosti protonov v odvisnosti od prenosa gibalne količine (Beričič *et al*, *Phys. Rev. Lett.*, 2019), objavili pa smo tudi rezultate sorodne analize v resonančnem območju (Blomberg *et al*, *Eur. Phys. A*, 2019). Sodelovali smo pri zagonu tarče v obliki plinskega curka, ki bo omogočala meritve brez ozadja in jo bomo v prihodnje lahko uporabili za določitev oblikovnih faktorjev nukleonov tako v klasičnih eksperimentih kot v poskusih z metodo sevanja v začetnem stanju (ISR). T možnost pomeni alternativni pristop k reševanju tako imenovane protonske uganke. Tehnika je ključno odvisna od natančnega poznavanja sevalnega repa v procesih elastičnega sipanja, a ponuja vpogled v nabojni oblikovni faktor pri zelo nizkih vrednostih Q^2 . Pri tem smo preizkusili novi večnamenski nevtronski polarimeter, ki smo ga umerili in uporabili v prvih testnih eksperimentih.

Naše delo v laboratoriju Thomas Jefferson National Accelerator Facility (Jefferson Lab) je bilo osredotočeno na analizo podatkov iz celostnega niza eksperimentov, ki uporabljajo tritijevo tarčo. Z njimi želimo raziskati ^3H in njegovo zrcalno jedro ^3He ter določiti nove pogoje, ki jim morajo zadoščati najsodobnejše večdelčne teorije jedra – predvsem tiste, povezane z izospinsko simetrijo. Prva publikacija o primerjavi med porazdelitvami protonskih gibalnih količin v jedrih $A=2$ in $A=3$ je zdaj na voljo (Cruz-Torres *et al*, *Phys. Lett. B*, 2019). Sklenili smo tudi svojo analizo podatkov iz skupine eksperimentov BigBite, in sicer s člankom o enojni spinski asimetriji na transverzalno polariziranih jedrih ^3He (Long *et al*, *Phys. Lett. B*, 2019) in člankom o dvojni asimetrijah v kvazielastičnem procesu (Mihovilovič *et al*, *Phys. Lett. B*, 2019). Objavili smo rezultate analize podatkov iz meritve inkluzivnega procesa (Dai *et al*, *Phys. Rev. C*, 2019) in preseke za inkluzivno sipanje na aluminiju, ogljiku, titanu in argonu (Murphy *et al*, *Phys. Rev. C*, 2019).

Intenzivno smo sodelovali pri izgradnji in prvih eksperimentih fase 0 Evropskega laboratorija za raziskave z ioni in antiprotoni FAIR pri Darmstadtu v Nemčiji, predvsem v okviru kolaboracije NUSTAR, ki se posveča jedrski strukturi, reakcijam in astrofiziki. Izdelali smo 36 elementov scintilacijskega detektorskega sistema CALIFA za eksperimentalno



Slika 1: Izračunana intenziteta fluorescence iz stanja $3a^1P$ v odvisnosti od pritiska helija v 1 mm dolgi tarči ter intenzitete vpadne svetlobe (v enotah 10^{12} W/cm 2) (Krušič *et al*, *Phys. Rev. A*, 2019).



Slika 2: Spektralna mapa razcepa Autler-Townesa zaradi močne sklopitve dvojno vzbujenih stanj $2s2p\ ^1P^o - 2p^2\ ^1S^o$ v atomu helija. Prikazan je pridelek ionov kot funkcija energije fotonov črpalnega sunka (prikazano je odstopanje od resonančne energije 60.152 eV) in časovne zakasnitve med črpalnim in kontrolnim sunkom, od katere je odvisna energija kontrolnih fotonov (Žitnik *et al.*, *Phys. Rev. A*, 2019).

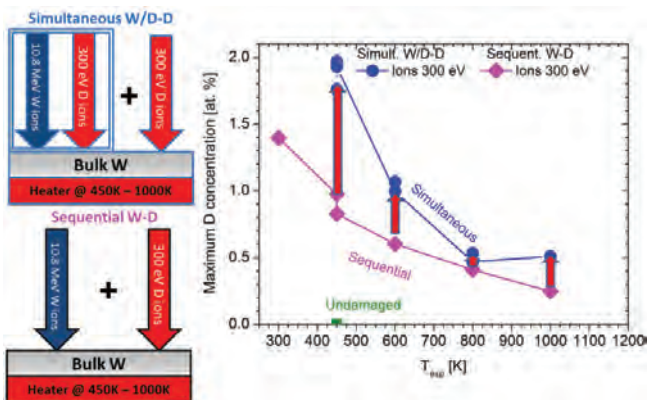
radioaktivnosti v okolici Centralnega skladišča RAO v Brinju (ARAO), neodvisno preverjala obratovalni monitoring NEK, poleg tega pa z visokoločljivo spektrometrijo gama in s tekočinsko scintilacijsko spektrometrijo izvajala nadzor radioaktivnosti pitne vode v RS. Poleg tega smo za uporabnike merili osebne in okoljske doze ionizirajočega sevanja s termoluminiscenčnimi dozimetri. Laboratoriji, ki se ukvarjajo z dozimetrijo ionizirajočega sevanja, so akreditirani po standardu SIST EN ISO/IEC 17025. V okviru akreditacije smo leta 2019 uspešno sodelovali pri mednarodnih interkomparacijah in pri teh aktivnostih izkazovali vrhunsko usposobljenost. V letu 2019 smo še naprej tesno sodelovali z Uradom RS za meroslovje (MIRS). Kot imenovana institucija znotraj organizacije EURAMET (angl. European Association of National Metrology Institutes) delujemo kot nosilec nacionalnega etalona za področje ionizirajočega sevanja v Sloveniji. V okviru metroloških dejavnosti smo izvajali aktivnosti pri projektu Preparedness – Metrologija meritev ionizirajočega sevanja s prenosnimi sistemi po sevalnem izrednem dogodku v okviru razpisa EMPIR 2016. IJS v sodelovanju z UPC, Barcelona, Španija, razvija kotno občutljiv detektor

postavitev R3B, namenjenega kalorimetriji v poskusih z relativističnimi težkimi ioni. Za visokoločljivo spektroskopsko konfiguracijo DEGAS smo razvili in pripravili prototip verige za zajem signala za scintilacijski podsoplo BGO, namenjen aktivnemu znižanju spektralnega ozadja. Za masni spektrometer na večkratni prelet ob ločevalniku reakcijskih fragmentov FRS smo razvili in izdelali sistem za spremljanje električnega potenciala elektrostatskih leč z izjemno dolgoročno stabilnostjo razreda 10^{-6} . Aktivno smo sodelovali v prvih prevzemnih eksperimentih kolaboracije DESPEC.

Skupina za jedrsko astrofiziko je leta 2019 opravila meritve jedrskih reakcijskih presekov na tandemskem pospeševalniku IJS, v okviru gostovanja na pospeševalnikih v Helmholtzovem centru Dresden Rosendorf (HZDR) in na Institutu Max Planck za fiziko plazme (IPP) v Garchingu, Nemčija. Osredotočali smo se na razlike med jedrskimi reakcijami v normalni in inverzni kinematiki. Analiza izmerjenih podatkov še poteka. Delo poteka v okviru lani začete projekta komplementarne sheme ERC N1-0089 Elektronsko senčenje v jedrskih reakcijah, ki ga financira ARRS. Objavili smo članek z novo meritvijo preseka za reakcijo med protoni in devteroni v energijskem območju velikega poka (Tišma *et al.*, *Eur. Phys. J.*, 2019), v katerem smo ugotovili, da ima močna dipolna kotna odvisnost pomemben vpliv na meritve. Izračunali smo vpliv nove meritve na pogostost najlajžjih elementov, ki so nastali pri nukleosintezi po velikem poka. Ugotovili smo, da nova meritev pogostosti bistveno ne spremeni in da ne reši problema premajhne prisotnosti litija v vesolju.

Skupina za meritve ionizirajočega sevanja je izvajala nadzor radioaktivnosti življenjskega okolja v Republiki Sloveniji, obratovalni radiološki nadzor Nuklearne elektrarne Krško (NEK), monitoring radioaktivnosti v okolici Centralnega skladišča RAO v Brinju (ARAO), neodvisno preverjala obratovalni monitoring NEK, poleg tega pa z visokoločljivo spektrometrijo gama in s tekočinsko scintilacijsko spektrometrijo izvajala nadzor radioaktivnosti pitne vode v RS. Poleg tega smo za uporabnike merili osebne in okoljske doze ionizirajočega sevanja s termoluminiscenčnimi dozimetri. Laboratoriji, ki se ukvarjajo z dozimetrijo ionizirajočega sevanja, so akreditirani po standardu SIST EN ISO/IEC 17025. V okviru akreditacije smo leta 2019 uspešno sodelovali pri mednarodnih interkomparacijah in pri teh aktivnostih izkazovali vrhunsko usposobljenost. V letu 2019 smo še naprej tesno sodelovali z Uradom RS za meroslovje (MIRS). Kot imenovana institucija znotraj organizacije EURAMET (angl. European Association of National Metrology Institutes) delujemo kot nosilec nacionalnega etalona za področje ionizirajočega sevanja v Sloveniji. V okviru metroloških dejavnosti smo izvajali aktivnosti pri projektu Preparedness – Metrologija meritev ionizirajočega sevanja s prenosnimi sistemi po sevalnem izrednem dogodku v okviru razpisa EMPIR 2016. IJS v sodelovanju z UPC, Barcelona, Španija, razvija kotno občutljiv detektor žarkov gama, ki bo vgrajen na avtonomni helikopter. Sodelavci skupine za meritve ionizirajočega sevanja izvajamo projekt ENRAS (polno ime projekta: Zagotavljanje varnosti intervencijskih ekip v primeru jedrskih ali radioloških nesreč) v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Interreg V-A Slovenija–Hrvaška 2014–2020. Pri projektu sodelujejo IJS (vodilni partner), Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada – IMI (projektni partner 1) iz Zagreba in Gasilska zveza Slovenije – GZS (projektni partner 2). Namen projekta je razvoj čezmejnega sodelovanja na področju zagotavljanja varnosti in usposobljenosti civilne zaščite v primeru jedrske ali radiološke nesreče. Leta 2019 smo individualno usposobili 20 gasilskih enot, s kolegi iz Hrvaške pa smo sodelovali na štirih skupnih vajah. Sodelavci skupine za meritve ionizirajočega sevanja delujejo tudi kot člani Ekološkega laboratorija z mobilno enoto (ELME). V letu 2019 so sodelovali pri rednih usposabljanjih in prikazih delovanja enote ter na mednarodni vaji Karavanke 2019, kjer so se posvečali iskanjem izgubljenih radioaktivnih virov na težko dostopnem terenu po letalski nesreči.

Na področju atomske fizike smo v začetku leta 2019 objavili teoretično študijo, ki obravnava prehod močne monokromatske svetlobe skozi helij, ko je valovna dolžina nastavljena na resonančno vzbuditev dvojno vzbujenega stanja $3a\ ^1P$ v heliju (Krušič *et al.*, *Phys. Rev. A*, 2019). Zanimalo nas je, kako



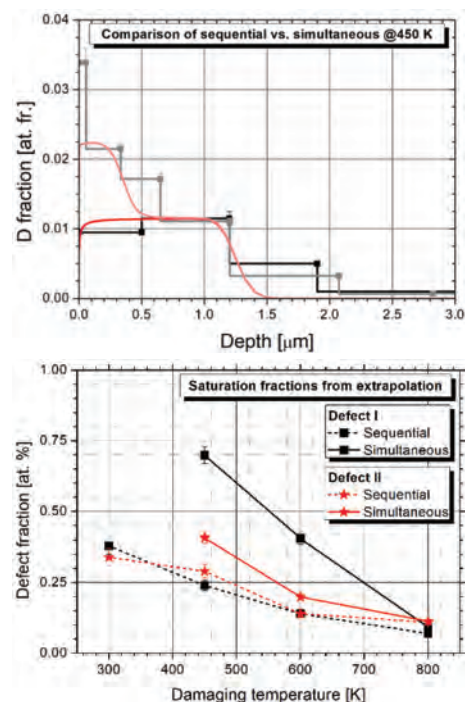
Slika 3: Levo: shemi za sočasno izpostavitve W/D-D ionom ter zaporedno izpostavitve W-D ionom. Desno: prikazane so maksimalne koncentracije devterija iz izmerjenih globinskih profilov pri različnih temperaturah za oba načina izpostavitve. Opazimo višjo koncentracijo D pri sočasnem obstreljevanju z W/D-ioni pri vseh temperaturah v primerjavi z zaporednimi izpostavitvami. S tem smo jasno pokazali, da prisotnost D med ustvarjanjem poškodb bistveno vpliva na količino ustvarjenih napak (Markelj *et al.*, *Nucl. Fusion* 59, 2019)

se ojačuje svetloba, ki jo resonanca spontano izseva, potem pa se verjetnost za izsev stimulira pri prehodu skozi plin. Gre za delo, ki ga je v svojem magistrskem delu opisala Špela Krušič. Zanj je dobila univerzitetno Prešernovo nagrado na Univerzi v Ljubljani. Doma smo razvijali magnetno steklenico na elektrone, kjer nam je uspelo posneti prve spektre sipanja elektronov z energijo 1 keV na argonu. V sodelovanju z Laboratorijem za kvantno optiko na Univerzi v Novi Gorici smo razvili tako imenovano metodo pump-probe, primerno za meritve celotne frekvenčne mape oblečenih stanj s femtosekundnimi življenjskimi časi (Žitnik *et al*, *Phys. Rev. A*, 2019). Metoda temelji na vzbujanju z laserskimi kontrolnimi sunki, katerih nosilna frekvenca približno sovпада s frekvenco za izbrani prehod, a se linearno spreminja s časom. Pri tem merimo pridelke razpadnih produktov v odvisnosti od nosilne frekvence črpalnih sunkov ter časovne zakasnitve med črpalnimi in kontrolnimi sunki. Metodo smo preskusili na lasersko sklopljenih resonančnih stanjih $2s2p\ ^1P^o$ and $2p^2\ ^1S^e$ v He, ki razpadajo z avtoionizacijo. Pri izvedbi smo uporabili laserske sunke optičnega parametričnega ojačevalnika in črpalne sunke vira HHG (high-order harmonic generation). Leta 2019 smo objavili teoretično študijo resonantnega in neresonantnega Augerjevega razpada vrzeli $2p$ v atomu klora (Hrast *et al*, *Phys. Rev. A*, 2019). S tem je olajšano razumevanje Augerjevih spektrov za molekule, ki vsebujejo klor; te velikokrat oddajo Augerjev elektron med hitro disociacijo, tako da je spekter lahko sestavljen iz Augerjevih spektrov za molekulske fragmente, ki nastanejo pri disociaciji.

Februarja 2019 smo sodelovali pri poskusu z laserjem na proste elektrone (FEL) Fermi v Bazovici pri Trstu. Opazovali smo kotne porazdelitve fotoelektronov, ki zapustijo atom helija ob hkratni prisotnosti močnega polja FEL in običajnega laserja. Pri tem je bila laserska svetloba zavrnjena pri prehodu skozi holografsko masko. Opazovali smo prenos tirne vrtilne količine svetlobe na kvantni objekt – elektron, o čemer še niso poročali. Decembra 2019 smo se udeležili še dveh poskusov na FEL Fermi. Pri prvem, ki smo ga sami predlagali in izvedli v sodelovanju s francoskimi kolegi iz Laboratorija LCPMR v Parizu, smo opazovali interferenco dvofotonskih poti do najnižje ležečega dvojno vzbujenega stanja $2s^2\ ^1S$ v heliju, pri drugem pa smo želeli ujeti časovno sled superfluorescence iz stanja $1s3p$ v skupnih helijevih atomov, opazili pa smo utripanje spontanega razpada v stanje $1s2s$ zaradi Zeemanovega razcepa stanj v močnem magnetnem polju. Konec leta smo v sodelovanju s francoskimi kolegi objavili še članek, ki obravnava spektroskopijo stanj $K^{-1}K^{-1}$ v benzenu (Carniato *et al*, *J. Chem. Phys.*, 2019).

Leta 2019 smo opravili meritve rentgenskega ramanskega sipanja v okolici kisikovega absorpcijskega roba, s katerimi smo proučevali elektrokemijske mehanizme v baterijah na osnovi redoks aktivnih organskih materialov. Rentgensko ramansko sipanje omogoča meritve absorpcijskih robov lahkih elementov, ker pa sta energiji vpadnih in sipanih fotonov v trdem rentgenskem področju z veliko vdorno globino, z njo lahko proučujemo razsežne vzorce in tudi *in operando* meritve v zaprti celici. Eksperiment smo izvedli na žarkovni liniji P01 sinhrotrona PETRA III v Hamburgu v sodelovanju s skupino za moderne baterijske sisteme s Kemijskega inštituta. Opravili smo meritve statičnih vzorcev baterij na podlagi poli antrakina sulfida (PAQS) v kombinaciji z Li in Al ionom ter operando meritev na bateriji z Li anodo. Rezultati bodo omogočili identifikacijo osnovnega elektrokemijskega mehanizma organskega materiala PAQS v kombinaciji z različnimi kovinskimi ioni. Proučevanje naprednih materialov za shranjevanje električne energije smo izvajali tudi na Mikroanalitskem centru. Opravili smo operando meritve žveplovih emisijskih spektrov $K\alpha$ na katodi baterije Li-S pri vzbujanju s protoni, s čimer analizo baterij na podlagi žvepla s sinhrotronov prenašamo tudi v manjše laboratorije. Na področju meritev PIXE z visoko energijsko ločljivostjo smo nadaljevali sodelovanje s skupino z Univerze v Guelphu, Ontario, Kanada, pri projektu izgradnje baze podatkov, ki bo omogočila izboljšavo natančnosti analitske tehnike PIXE pri vzbujanju z ioni He, ki poteka na Nasinem vozilu Curiosity na Marsu. Opravili smo meritve satelitskih prispevkov $K\alpha L^{\beta}$ v emisijskih spektrih vzorcev CaF_2 , Cr in Cr_2O_3 pri vzbujanju s 3-5 MeV He ioni. Leta 2019 smo objavili rezultate meritev resonančne rentgenske emisije nanodelcev Fe_2O_3 v vodni disperziji pri vzbujanju s stohastičnimi pulzi rentgenske svetlobe z energijo v okolici praga za vzbuditev $1s$ elektronov v Fe (Kayser in sod., *Nat. Commun.*, 2019). Meritve smo v sodelovanju s kolegi z inštituta PSI v Švici opravili na laserju na proste elektrone LCLS inštituta SLAC v Stanfordu. Objavili smo tudi rezultate proučevanja vpliva ionizacije okoliškega medija na elektronsko zgradbo železove molekule $Fe(CN)_6$ v vodni raztopini pri vzbujanju s kratkimi intenzivnimi pulzi rentgenske svetlobe (Blachucki in sod., *Struct. Dyn.*, 2019). V sodelovanju s skupino z Univerze v Fribourgu smo objavili rezultate natančnih meritev sevalnih prehodov $K\beta$ ($1s-3p$), $K\beta^h$ ($1s^2-1s3p$) in prehodov iz valenčnih stanj (VtC) v kovinski tarči Cr, ki smo jih opravili na žarkovni liniji 6-2 sinhrotrona SSRL v Stanfordu (Zeeshan in sod., *X-Ray Spectrometry*, 2019).

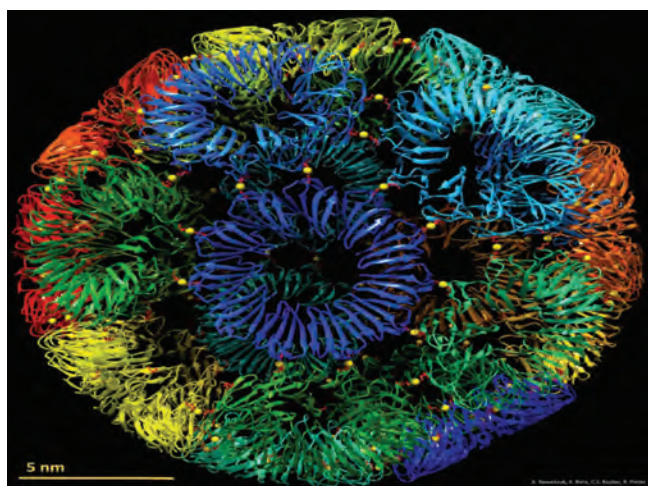
Tudi v letu 2019 smo raziskovali lastnosti materialov z meritvami notranjih magnetnih in električnih hiperfinskih polj z Mössbauerjevo spektroskopijo. Lastnosti poroznih kovinskih struktur (MOF) z različnimi kovinami so odvisne



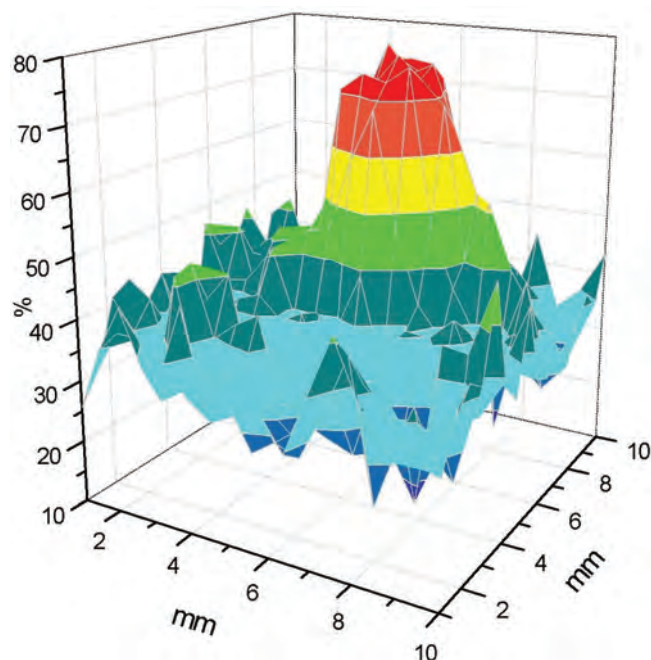
Slika 4: Zgoraj: primerjava izmerjenih globinskih profilov D za sočasne (siva črta – simbol) in zaporedne (črna črta – simbol) izpostavitve pri 450 K s simuliranimi spektri (rdeče črte). Stopničasti globinski profil je posledica počasne difuzije D v material med obstreljevanjem z W ioni, kar kaže, da D stabilizacija poteka samo tam, kjer je prisoten D . Spodaj: koncentracija ustvarjenih napak v odvisnosti od temperature za sočasen in zaporeden primer obstreljevanja, dobljena iz simulacije (Pečovnik *et al*, *Nucl. Fusion*, v tisku).



Slika 5: Spektrometer za meritve rentgenskega ramanskega sipanja (XRS) na žarkovni liniji P01 sinhrotrona PETRA III na DESY v Hamburgu. (desno) Eksperimentalna postavitev pri meritvah XRS na bateriji med praznjenjem.



Slika 6: Model matematično »prepovedane« proteinske kletke s premerom 22 nanometrov, ki smo ga predstavili v reviji Nature (Malay *et al*, Nature, 2019). Kletka je »sešita« iz 24 obročev v obliki enajstkotnikov, vlogo šivov pa opravijo atomi zlata, ki so na sliki predstavljeni kot rumene kroglice. Sodelavci z IJS smo z metodo mikro-PIXE določili, koliko atomov zlata sodeluje pri vezavi proteinske makromolekule.



Slika 7: Bakrov profil v polkrogelni izvrtini skozi debelo plast patine na arheološkem bronu. Meritev smo izvedli z metodo PIXE v zraku, pri kateri smo protonski žarek usmerili iz vakuumu v zrak skozi 200 nm debelo okence iz Si_3N_4 .

od porazdelitve kovinskih ionov znotraj strukture. Ioni različnih kovin v MOF pogosto zasedajo kristalografsko enakovredna mesta, zato rentgenski uklon omogoča samo omejen pogled na porazdelitve kovin v strukturi. Spektroskopske metode, ki uporabljajo lokalne informacije, podajajo dragocene informacije o teh porazdelitvah. Na primeru MIL-100, ki vsebuje železove in aluminijeve atome, smo uporabili jedrsko magnetno resonanco na ^{27}Al , ki smo jo dopolnili s teoretičnimi računi iz osnovnih principov in z meritvami magnetnih lastnosti, z metodo EPR v pasu X, z metodo EXAFS na robu Fe K in z Mössbauerjevo spektroskopijo. S tem smo izvedli natančno določitev ureditve AL in Fe v kovinskih trimerih, ki so osnovni gradniki MIL-100. V tem materialu je porazdelitev Fe in Al naključna. (Mali *et al*, *The journal of physical chemistry letters*, 2019). Proučili smo magnetno anizotropijo v pentagonalnih bipiramidalnih kompleksih z meritvami magnetne susceptibilnosti, elektronsko paramagnetno resonančno spektroskopijo pasu X in z Mössbauerjevo spektroskopijo. Preiskovani kompleksi imajo tri različne tipe magnetne anizotropije (Darmanović *et al*, *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019). Raziskovali smo vpliv sprememb katalizatorja iz tridimne (tdm) faze FePO_4 v $\alpha\text{-Fe}_3(\text{P}_2\text{O}_7)_2$ med direktno selektivno oksidacijo metana v metanol pri uporabi dodatnih oksidantov O_2 , H_2O in N_2O . Rezultati so pokazali, da je enostopenjska aktivacija CH_4 v oksigenate na trdnem fazno specifičnem katalizatorju FePO_4 odvisna od dodatnih oksidantov. Iz Mössbauerjevih spektrov smo določili spremembe iz začetnega železovega trivalentnega ortofosfata FePO_4 (tdm) v dvovalentno obliko železo(II) pirofosfata ($\text{Fe}_2\text{P}_2\text{O}_7$) (Dasireddy *et al*, *RSC advances*, 2019).

V letu 2019 smo nadaljevali raziskave na področju fuzije, ki jih usklajuje konzorcij EUROfusion v okviru delovnega paketa Priprava učinkovitih komponent za izpostavitve plazmi za delovanje ITER in DEMO. Naše raziskave so osredotočene na proučevanje zadrževanja vodikovih izotopov (VI) v volframu. Visokoenergijski nevtroni iz fuzijske reakcije deuterij-tritij (D-T) bodo povzročili poškodbe v kristalni rešetki skozi celotno globino materiala z intenziteto več premikov na posamezen atom (angl. displacement per atom, DPA) na leto. Ustvarjene napake v kristalni rešetki delujejo kot mesta za ujemanje VI z visoko vezavno energijo v primerjavi z energijo difuzije VI med intersticijskimi mesti. Za proučevanje vpliva nevtronskega obsevanja materialov na zadrževanje goriva se kot nadomestek uporabljajo visoko energijski W ioni, ki jih proizvedemo s pomočjo ionskih pospeševalnikov in ustvarijo podobne poškodbe, kot jih ustvarijo nevtroni. V pravih napravah za termonuklearno fuzijo bo sočasno potekalo tako ustvarjanje poškodb v kristalni rešetki kot tudi obstreljevanje z izotopi vodika in s helijem. Da bi lahko predvideli učinke vpliva poškodb na transport in zadrževanje vodika v fuzijskem reaktorju, se osredotočamo na vpliv pogojev, pri katerih nastanejo poškodbe, torej pri kateri temperaturi in z ali brez prisotnosti VI. Da bi ugotovili učinek prisotnosti deuterija, je bila razvita edinstvena eksperimentalna priprava, v kateri lahko izvajamo sočasno obstreljevanje z ioni volframa (W) z energijo 10.8 MeV in deuterijevimi (D) ioni energije 300 eV ali zaporedno obstreljujemo vzorec z W ioni in nato z D ioni. Vse procese lahko izvajamo pri kontrolirani temperaturi vzorca do 1000 K (Markelj *et al*, *Nucl. Fusion* 59, 2019). Pri 450 K smo opazili dvakrat višjo koncentracijo D za sočasni primer v primerjavi z zaporednim obstreljevanjem. Pri 600 K in 800 K se razmerje med sočasnim in zaporednim primerom zmanjša na približno 1.6 oziroma 1.2 in se spet poveča na faktor 2 pri 1000 K. To odvisnost od temperature pripisujemo spremembi koncentracije mobilnih oziroma ujetih D atomov med sočasnim obstreljevanjem, kar je v skladu s teoretičnimi izračuni, ki predvidevajo, da ujet D v vrzeli preprečuje anihilacijo vrzeli z W atomi. Za razlago dobljenih eksperimentalnih rezultatov smo razvili nov model in

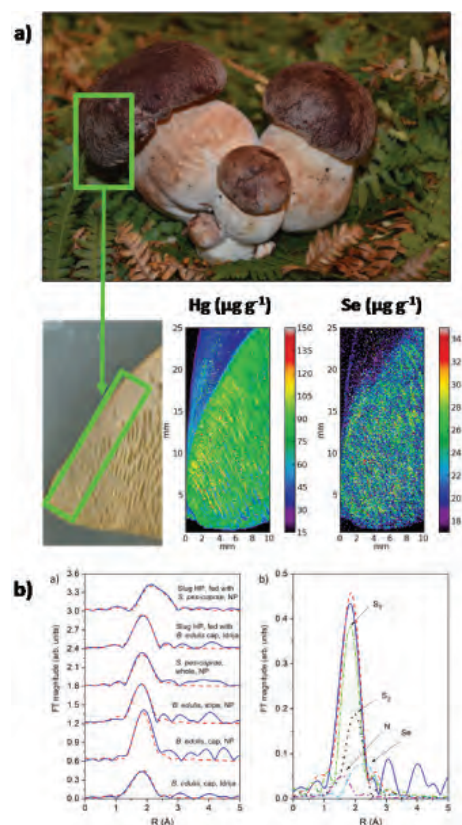
ga vključili v kodo z makroskopskimi kinetičnimi enačbami (Pečovnik *et al*, *Nucl. Fusion* 60, 2020). Novi model ustvarjanja in stabilizacije poškodb temelji na spontani rekombinaciji parov vrzel-atom in stabilizaciji napak, ki so zasedene z D atomi. Z uporabo novega modela smo lahko uspešno poustvarili izmerjene globinske profile D in desorpcijo D, pri čemer smo opazili več poškodb, ko je bil prisoten D med obsevanjem z W ioni v primerjavi s situacijo, ko ni bilo obstreljevanja z D. Za to smo uporabili parametre, ki vključujejo različne vrste napak v kristalni rešetki, njihove vezavne energije za D ter nasičene koncentracije in verjetnosti za stabilizacijo, če so med obstreljevanjem z volframovimi ioni napake zajele devterijev atom.

Na tandemske pospeševalniku Mikroanalitskega centra smo leta 2019 izredno uspešno zagotavljali žarkovni čas uporabnikom visokoenergijskih ionskih žarkov, saj smo jim omogočili skupaj 4432 žarkovnih ur (leto 2017: 3991 žarkovnih ur, leto 2018: 3050 žarkovnih ur uporabnikom). Izvajali smo vrsto meritev z metodo mikro-PIXE na področju biologije. S sodelavci iz Tunizije smo proučevali mehanizme odziva halofitne rastline *Sesuvium portulacastrum* L. na povečano prisotnost nikkla v tleh (Fourati *et al*, *Chemosphere*, 2019). S sodelavci iz Španije smo proučevali lokalizacijo aluminija v listih čajevca (Pongrac *et al*, *Food and Chemical Toxicology*, 2019) in s sodelavci iz Latvije mineralno sestavo tkiv iglice bora (Pongrac *et al*, *Trees*, 2019). V okviru projekta ARRS z nazivom **Tridimenzionalna razporeditev mineralnih hranil v listih rastlin** smo opravili vse načrtovane meritve razporeditve magnezija in kalcija v listih špinače.

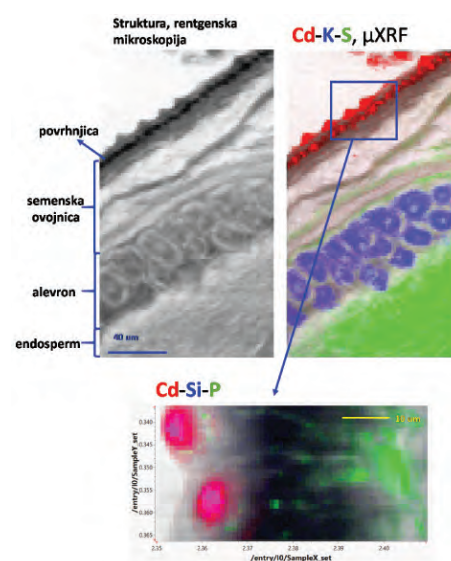
V okviru projekta ARRS z nazivom **Lokalno pridelana ajda kot surovina za proizvodnjo kakovostnih živil** smo elementno mikroskopijo mikro-PIXE in molekularno slikovno masno spektrometrijo MeV-SIMS kombinirali z nizom metod v sodelujočih laboratorijih. Med drugim smo ajdo proučevali s helijevim ionskim mikroskopom na Helmholtzovem centru Dresden-Rossendorf (HZDR), s katerim sodelujemo v okviru projekta evropskega Helmholtzevega partnerstva CROSSING med IJS in HZDR. Bilateralni projekt CROSSING vključuje pet odsekov z IJS in štiri institute s HZDR.

V okviru projekta ARRS Mice smo uspešno nadgradili metodo MeV-SIMS in dosegli submikrometrsko lateralno ločljivost z uporabo kontinuiranega primarnega ionskega snopa (Jenčič *et al*, *Jour. Am. Soc. Mass Spectr.*, 2019). Za nadgradnjo masnega spektrometra na čas preleta smo kupili reflektorsko stopnjo in detektor sekundarnih ionov s predhodnim pospeševanjem. To bo prispevalo k izboljšanju masne ločljivosti in občutljivosti za težke molekularne ione z masami nad 1000 Da. V okviru projekta EU MC TissueMaps smo v sodelovanju z Univerzitetnim kliničnim centrom Maribor izvajali elementno mikroskopijo tkiv, odstranjenih ob menjajah odpovedanih kolčnih protez, da bi izboljšali razumevanje procesov obrabe in korozije kolčnih protez, ki privedejo do odpovedi (Punzon-Quijorna *et al*, *Nucl. Instr. Meth. B*, 2019). Večletno delo pri določanju stehiometrije kovinskih centrov v sintetičnih proteinih z metodo mikro-PIXE je pripeljalo do vrhunske objave v reviji *Nature* (Malay *et al*, *Nature*, 2019). Iz rentgenskih žarkov, ki jih protoni vzbudijo v proteinu, smo določili, koliko atomov zlata sodeluje pri »šešitju« proteinske molekule v obliki krogle, ki jo sestavlja 24 proteinskih obročev. Na plast posušenega proteina smo usmerili protonski mikrožarek in določili razmerje med številom atomov zlata in žvepla. Žveplo se pojavlja v proteinih v aminokislinah cistein in metionin. Proteomiki število teh aminokislin rutinsko določajo, tako da žveplo služi kot interni standard, primanjkuje pa jim zanesljivih kvantitativnih metod za določanje prisotnosti kovinskih atomov v proteinski zgradbi. Določanje stehiometrije kovinskih ionov v proteinih z metodo mikro-PIXE ima velik potencial, saj je za določitev potrebna izredno majhna količina prečiščenega proteina velikostnega reda med 100 in 5000 nanogrami.

V letu 2019 smo se ukvarjali z vrsto arheometričnih raziskav. Opravili smo obsežno analizo prazgodovinskega stekla na Slovenskem z metodo PIXE-PIGE, ki je zajela najstarejše steklo na prehodu iz bronaste v starejšo železno dobo pa vse do primerkov iz mlajše železne dobe. Pri najostrejšem steklu smo opazili uporabo različnih virov alkalnih snovi in vpliv steklarstva iz Egipta, od horizonta Mokronog Slepšek dalje pa imamo opravka z natronovim steklom, ki je značilnost grškega in rimskega steklarstva. Pri tem smo ugotovili, da se sestava stekla sistematično spreminja po historičnih horizontih, kar kaže na prevlado specializiranih delavnic, ki so zalagale večji del trga. Prispevali smo tudi k analizam srednjeveškega stekla iz Dalmacije in jadranskega zaledja. Študirali smo sestavo pigmentov v avtobiografijah avstrijskega diplomata Žige Herbertsteina iz 16. stoletja, pri čemer smo na izvodu, ki ga hranijo v Pragi, uporabili metodo rentgenske fluorescence. Da bi meritve lahko primerjali z rezultati PIXE v Ljubljani, smo za kalibracijo sistema izboljšali fizikalni model, ki opisuje zavorno sevanje elektronov in



Slika 8: a) Lokalizacija živega srebra in selena v klobuku jesenskega gobana (*Boletus edulis*) z LA-ICP-MS, b) EXAFS Hg L_3 robu posnet na vzorcih različnih gob. Meritve so bile opravljene na sinhrotronih ESRF in DESY.



Slika 9: Lokalizacija kadmija, kalija, žvepla, fosforja in silicija v rezini zrna ječmena; meritve so bile opravljene na žarkovni liniji I08, sinhrotrona Diamond v Združenem kraljestvu.



Slika 10: Usposabljanje intervencijskih ekip za posredovanje pri radioloških nesrečah v okviru projekta ENRAS (polno ime projekta: Zagotavljanje varnosti intervencijskih ekip v primeru jedrskih ali radioloških nesreč) iz Programa čezmejnega sodelovanja Interreg V-A Slovenija - Hrvaška 2014–2020.

prepusnost polikapilarne rentgenske optike za rentgenske žarke. Poskusili smo razvozlati tudi fotografske tehnike nedavno odkrite fotografije Kranja in po prisotnosti srebra sklepali, da gre za ambrotipijo. Izboljšali smo merilno postajo s protonskim žarkom v zraku, tako da je mogoča izdelava koncentracijskih zemljevidov z ločljivostjo okoli 0,2 mm.

V okviru ARRS projekta Raziskave ionoma kulturnih rastlin za pridelavo varne in kakovostne hrane smo z metodo LA-ICPMS in s tehnikami na osnovi sinhrotronske svetlobe mikro-XRF in XANES/EXAFS na sinhrotronih Elettra v Trstu, ESRF v Grenoblu in DESY v Hamburgu raziskali porazdelitev in vezavne oblike živega srebra v užitnih gobah (Kavčič A. *et al.*, *Ecotoxicology and environmental safety*, 2019), pri čemer smo ugotovili, da se Hg kopiči večinoma v klobuku trošnjakov, in sicer v delu, kjer nastajajo spore. Hg se veže v di-tiolne, tetra-tiolne, di-amino in HgSe komplekse. Vezava Hg na Se vpliva na zmanjšanje biodostopnosti Hg iz gob na višje trofične ravni. V sodelovanju s sodelavci iz Turčije (Department of Genetics and Bioengineering, Izmir University of Economics, Izmir) smo s sinhrotronsko mikro-XRF na sinhrotronu Elettra v Trstu proučevali porazdelitev železa v semenih dvokaličnic, kjer smo ugotavljali, da je porazdelitev vezana na perivaskularna in endodermalna

tkiva ter da korelira s porazdelitvijo ekspresije gena *VIT1* (Ergolu *et al.*, *Frontiers in plant science*, 2019). Skupaj s sodelavci iz Francije (I2BC, Gif-sur-Yvette) smo nadaljevali raziskave v okviru projekta ARIMNET Barley Stress Tolerance (BEST) z merjenjem porazdelitev kadmija v zrnih ječmena, in sicer na žarkovni liniji I08 na sinhrotronu Diamond v Združenem kraljestvu in na žarkovni liniji Lucia sinhrotrona Soleil v Parizu. Ugotovili smo, da se Cd kopiči v silificiranih strukturah na površini semenske ovojnice. V sodelovanju s sodelavci z Univerze v Gironi, Španija, smo proučevali privzem in speciacijo srebra v solati, izpostavljeni različnim koncentracijam Ag-nanodelcev, prevlečenih z različnimi organskimi prevlekami (PVP, citrat, PEG), pri čemer smo eksperiment za določanje vezavnih oblik Ag z metodama XANES in EXAFS izvedli na sinhrotronu ALBA v Barceloni. V sodelovanju z odsekom O2, Biotehniško fakulteto in Hmeljarskim inštitutom v Žalcu smo nadaljevali študije sledljivosti porekla hrane in poljedelskih pridelkov z uporabo rentgenske fluorescenčne spektrometrije in kemometričnih metod. Na podlagi kombinacije elementnega prstnega odtisa in diskriminantne analize smo predstavili učinkovit statistični model za spremljanje sledljivosti in avtentičnosti hmelja (Ocvirk *et al.*, *Food Chemistry*, 2019).

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. EMPIR Preparedness Meeting, 27.–28. 1. 2019
2. EURAMET TC-IR Annual Meeting 2019, 28.–30. 1. 2019
3. EMPIR DOSEtrace Meeting, 31. 1. 2019
4. First Tritium School, Ljubljana, 25.–28. 3. 2019
5. CROSSING Meeting 2019, 10.–12. 4. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. FAIR detektorji
GSI Helmholtzzentrum
prof. dr. Matej Lipoglavšek
2. CROSSING - Prehajanje mej in velikostnih redov - interdisciplinarni pristop
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.
prof. dr. Primož Pelicon
3. EMPIR; Preparedness - Metrologija meritev ionizirajočega sevanja s prenosnimi sistemi po sevalnem izrednem dogodku
EURAMET e.V.
dr. Toni Petrovič
4. EMPIR; AEROMET - Metrologija aerosolov za znanost o atmosferi in za kvaliteto zraka
EURAMET e.V.
prof. dr. Matjaž Žitnik
5. EMPIR - 17RPT01 DOSEtrace; Raziskovalne zmožnosti za dozimetre za zaščito pred sevanjem
EURAMET e.V.
mag. Denis Glavič Cindro

6. COST CA16117 - ChETEC; Kemijski elementi kot sledniki evolucije Vesolja
COST Office
prof. dr. Matej Lipoglavšek
7. Strokovno izpopolnjevanje za g. Andrii Kholodyuk, STEP
ICTP - Centro Internazionale di Fisica Teorica
doc. dr. Benjamin Zorko
8. Okrepitev jedrskih analizičnih metod za potrebe forenzike; Forenzika z jedrskimi metodami: Ponarejanje umetnostnih objektov in hrane, detekcija farmacevtikov v laseh
IAEA - International Atomic Energy Agency
prof. dr. Primož Pelicon
9. COST CA18130; Evropska mreža za elementno analitiko z rentgensko fluorescenco s totalnim odbojem
COST Association AISBL
dr. Marijan Nečemer
10. Strokovno izpopolnjevanje za g. Eyakifama Hazou, ICTP-IAEA Sandwich Training
Educational program (STEP), 08.07. - 05.10.2019
ICTP - Centro Internazionale di Fisica Teorica
doc. dr. Benjamin Zorko

11. COST CA18222; Atosekunda kemija
COST Association AISBL
doc. dr. Andrej Mihelič
12. COST CA18212; Molekularna dinamika v plinasti fazi
COST Association AISBL
prof. dr. Matjaž Žitnik
13. COST CA16117; Kemijski elementi kot sledilci evolucije vesolja
COST Association AISBL
prof. dr. Matej Lipoglavšek
14. H2020 - CONCERT; Evropski Skupni Program za združevanje raziskav na področju varstva pred sevanjem
European Commission
doc. dr. Benjamin Zorko
15. H2020 - TRANSAT; Povezujoče aktivnosti za tritij
European Commission
doc. dr. Sabina Markelj
16. H2020 - RADIATE; Raziskave in razvoj z ionskimi žarki - Napredna tehnologija v Evropi
European Commission
doc. dr. Matjaž Kavčič
17. H2020-EUROfusion-Komponente v stiku s plazmo-1-IPH-FU, EUROFUSION
European Commission
doc. dr. Sabina Markelj
18. H2020 EUROfusion - Izobraževanje-ED-FU
European Commission
prof. dr. Primož Pelicon
19. H2020 EUROfusion - Kampanje srednje velikih tokamakov-MST1-FU
European Commission
Mitja Kelemen, mag. fiz.
20. H2020 - TissueMaps; Elementno slikanje človeškega tkiva: podpora kliničnim terapijam in razvoj nove diagnostike
European Commission
prof. dr. Primož Pelicon
21. Ugotavljanje specifičnih aktivnosti nizkoenergijskih radionuklidov z visokoločilnostno spektrometrijo gama v kompleksnih vzorcih
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Benjamin Zorko
22. Študij porazdelitve šibkega naboja s precizijskimi meritvami kršitve parnosti
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Miha Mihovilovič
23. Preučevanje elektrokemijskih mehanizmov v organskih katodnih materialih z uporabo rentgenske ramanske spektroskopije
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Matjaž Kavčič
24. Raziskave vpliva zadrževanja helija v materialih, ki so v stiku s fuzijsko plazmo, s pomočjo naprednih analitičnih metod
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Sabina Markelj
25. IAEA WG3 MODARIA II, Četrta tehnični sestanek MODARIA II
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Benjamin Zorko
26. Skupščina delegatov ICRM
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Benjamin Zorko

PROGRAMI

1. Premična kulturna dediščina: arheološke in arheometrične raziskave
dr. Eva Menart
2. Predmet kot reprezentanca: okus, ugled, moč (Raziskave materialne kulture na Slovenskem)
dr. Marijan Nečemer
3. Struktura hadronskih sistemov
prof. dr. Simon Širca
4. Raziskave atomov, molekul in struktur s fotoni in delci
prof. dr. Matjaž Žitnik
5. Fuzijske tehnologije
doc. dr. Sabina Markelj

OBISKI

1. dr. Katja Magdić Košiček, IRB, Zagreb, Hrvaška, 1. 1.-15. 11. 2019
2. prof. dr. Jechiel Lichtenstadt, prof. dr. Eli Piasetzky in dr. Paul Seibouh, Univerza v Tel Avivu, Tel Aviv, Izrael, 3.-7. 2. 2019
3. dr. Tilo Reinert, Univerza v Leipzigu, Leipzig, Nemčija, 17.-23. 2. 2019
4. Sortiria Symeonidi, Nacionalna tehnična univerza v Atenah, Atene, Grčija, 1. 3.-31. 8. 2019
5. prof. dr. Stephan Clemens, Univerza v Bayreuthu, Bayreuth, Nemčija, 16.-19. 6. 2019

PROJEKTI

1. Proženje prepovedanih pojavov z zavirami žarki svetlobe in delcev
prof. dr. Matjaž Žitnik
2. Redoks aktivni organski materiali za shranjevanje električne energije
doc. dr. Matjaž Kavčič
3. Raziskave ionoma kulturnih rastlin za pridelavo varne in kakovostne hrane
prof. dr. Katarina Vogel-mikuš
4. Stabilni izotopi pri študiju vpliva naraščajoče koncentracije CO₂ na kroženje C in Hg v obalnem morju
prof. dr. Katarina Vogel-mikuš
5. Tri-dimenzionalna razporeditev mineralnih hranil v listih rastlin
doc. dr. Paula Pongrac
6. Molekularno slikanje v celici
prof. dr. Primož Pelicon
7. Elektronsko senčenje v jedrskih reakcijah
prof. dr. Matej Lipoglavšek
8. Slikanje modularnih razdelitev na nivoju celice
prof. dr. Primož Pelicon
9. Prostorska razporeditev elementov in metabolitov v rastlinah
prof. dr. Katarina Vogel-Mikuš
10. Lokalno pridelana ajda kot surovina za proizvodnjo kakovostnih živil
prof. dr. Primož Pelicon
11. Selektivna plazemska oksidacija zlitin FeCrAl za podaljšanje obratovalne dobe žarilnih svečk za dizelske motorje
dr. Tilen Brecelj
12. Inovativna konfiguracija virov induktivno sklopljene plinske plazme za uporabo v industrijskih reaktorjih
dr. Romana Kristof
13. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali)
prof. dr. Primož Pelicon
14. ENRAS: Zagotavljanje varnosti intervencijskih ekip v primeru jedrskih ali radioloških nesreč
Boštjan Črnič, dipl. inž. fiz.
15. BEST: Toleranca ječmena na stres
prof. dr. Primož Pelicon
16. Kalibracije
mag. Matjaž Mihelič
17. Razne analize
dr. Jasmina Kožar Logar
18. Podpora strukturi kvalitete v Srbiji
mag. Denis Glavič Cindro
19. Letni plenarni sestanek tehničnega komiteja za ionizirajoče sevanje TC-IR pri EURAMET in delovna sestanka pri projektih EMPIR Preparedness in DOSEtrace
mag. Denis Glavič Cindro
20. TRANSAT prva šola o tritiju, Ljubljana, 25.-28.3.2019
doc. dr. Sabina Markelj

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Meritve plinastih efluentov, specifične analize H-3 in C 14 v letu 2019
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Benjamin Zorko
2. Obratovalni monitoring radioaktivnosti v okolici NEK zaradi HE Brežice za leto 2018
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Benjamin Zorko
3. Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v RS za leto 2019
Ministrstvo za okolje in prostor
doc. dr. Benjamin Zorko
4. Izvedba preiskav sadja in zelenjave na vsebnost elementov in stabilnih izotopov lahkih elementov za 2019
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
dr. Marijan Nečemer
5. Vzdrževanje pripravljenosti izrednega monitoringa radioaktivnosti ELME za leto 2019
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Benjamin Zorko

6. Eyakifama Hazou, University of Lomé, Lomé, Togo, 8. 7.-5. 10. 2019
7. dr. Jurij Simčič, Jetz Propulsion Laboratory, Pasadena, ZDA, 31. 7. 2019
8. Anna Stefanišin, UNIBL, Banjaluka, Bosna in Hercegovina, 16. 9.-9. 12. 2019
9. dr. Igor Pasković, Zavod za poljoprivredu i turizam, Poreč, Hrvaška, 6.-19. 11. 2019
10. dr. Carlotta Giusti, Univerza v Pavii, Pavia, Italija, 10.-14. 11. 2019
11. prof. dr. Jechiel Lichtenstadt in dr. Paul Seibouh, Univerza v Tel Avivu, Tel Aviv, Izrael, 10.-14. 11. 2019
12. Alaa Mohamed Elsaeed Hassan El-Minsy, NRC, Plant Nutrition Department, Dokki, Cairo Governorate, Egipt, 1.-13. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- Mitja Kelemen: Influence of surface roughness on sputtering of Mo under keV D ions irradiation, 5. 9. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Žiga Barba, AMOPD, ECAMP13 2019, Firenze, Italija, 7.-12. 4. 2019
- Tilen Breclj, GSI, sestanek kolaboracije NUSTAR, Darmstadt, Nemčija, 26. 2.-1. 3. 2019
- Tilen Breclj, Jelena Vesič, CEA, NUSTAR 2019, Gif-sur-Yvette, Francija, 23.-27. 9. 2019
- Žiga Brenčič, DESY, SENSE Detector School 2019, Kreuth, Nemčija, 19.-22. 6. 2019
- Drago Brodnik, Boštjan Črnič, Miha Mihovilovič, Petra Osterman, Klara Poiškruh, Branko Vodenik, URSZR, Dnevi zaščite in reševanja 2019, Postojna, 16.-18. 10. 2019
- Klemen Bučar, PTB, delovni sestanek projekta AEROMET, Berlin, Nemčija, 30. 6.-3. 7. 2019
- Klemen Bučar, NOSA, EAC2019, Göteborg, Švedska, 25.-31. 8. 2019
- Klemen Bučar, Matjaž Žitnik, NPL, sestanek Aeromet, Teddington, Velika Britanija, 9.-13. 9. 2019
- Klemen Bučar, RSC, MAA2019, London, Velika Britanija, 9.-12. 12. 2019
- Aleksandra Cvetinovič, Goethe Universität Frankfurt, Nuclear Physics in Astrophysics IX 2019, Frankfurt, Nemčija, 15.-20. 9. 2019
- Boštjan Črnič, Tilen Breclj, Miha Mihovilovič, Benjamin Zorko, ICZR RS, skupna vaja ENRAS, Ig, 14. 9. 2019
- Boštjan Črnič, Miha Mihovilovič, GRS Kranj, Vaja NLZOH Kranj, Kranj, 15. 11. 2019
- Denis Glavič Cindro, Matjaž Aleš Korun, Branko Vodenik, University of Salamanca, ICMR 2019, Salamanca, Španija, 26. 5.-1. 6. 2019
- Denis Glavič Cindro, Toni Petrovič, Escuela de Ingeniería de Bilbao, M27 Meeting, Bilbao, Španija, 25.-28. 9. 2019
- Denis Glavič Cindro, Institut za nuklearne nauke "Vinča", XXX SIMPOZIJUM DZZSCG, Divčibare, Srbija in Črna gora, 1.-4. 10. 2019
- Denis Glavič Cindro, NPL, EURAMET-BIPM Training Course, Teddington, Velika Britanija, 8.-12. 10. 2019
- Denis Glavič Cindro, IFIN-HH, ICRM EB meeting, Magurele, Romunija, 15.-18. 10. 2019
- Denis Glavič Cindro, Sandi Gobec, Miha Mihovilovič, Petra Osterman, Branko Vodenik, JVP Ivanič Grad, skupne vaje ENRAS, Ivanič Grad, Hrvaška, 30. 10. 2019
- Sandi Gobec, Miha Mihovilovič, Petra Osterman, Toni Petrovič, Klara Poiškruh, ICZR RS, skupna vaja ENRAS, Ig, 12. 10. 2019
- Živa Habjanič, Benjamin Zorko, Łódź University of Technology, EURADOS Annual Meeting, 2019, Łódź, Poljska
- Darko Hanžel, CNRS, MECAME-GFSM2019, Montpellier, Francija, 19.-23. 5. 2019
- Darko Hanžel, DICP, DAS, ICAMR2019, Dalian, Kitajska, 29. 8.-8. 9. 2019
- Kristina Isakovič, Esther Punzon Quijorna, Mitja Kelemen, SFV, Radiate Summer School, Pariz, Francija, 9.-11. 10. 2019
- Kristina Isakovič, Matjaž Kavčič, Mitja Kelemen, Sabina Markelj, Primož Pelicon, Marko Petric, Esther Punzon Quijorna, Primož Vavpetič, SFV, IBA2019, Antibes, Francija, 13.-18. 10. 2019
- Matjaž Kavčič, Primož Pelicon, HZDR, RADIATE Kickoff Meeting, Dresden, Nemčija, 22.-23. 1. 2019
- Matjaž Kavčič, Žiga Šmit, University of Lisbon, PIXE2019, Caldas da Rainha, Portugalska, 24.-29. 3. 2019
- Matjaž Kavčič, PTB, EMPIR partnering meeting, Berlin, Nemčija, 20.-21. 6. 2019
- Matjaž Kavčič, EXRS IAC comitee, sestanek za EXRS konferenco, Brugges, Belgija, 6.-7. 9. 2019
- Matjaž Kavčič, ESFR, EBS Workshop on XES, Grenoble, Francija, 2.-5. 12. 2019
- Matjaž Kavčič, Mitja Kelemen, Primož Pelicon, HZDR, Progres meeting projekta CROSSING, Dresden, Nemčija, 9.-13. 12. 2019
- Mitja Kelemen, Sabina Markelj, Matic Pečovnik, DIFFER, Eindhoven University of Technology, PFMFC2019, Eindhoven, Nizozemska, 20.-24. 5. 2019
- Mitja Kelemen, Sabina Markelj, Matic Pečovnik, WP PFC, JET2 PFC 2019, Bratislava, Slovaška, 18.-21. 11. 2019
- Jasmina Kožar Logar, ARPA Lombardija, Problematika na področju metrologije za metodo ugotavljanja skupne aktivnosti sevalcev alfa in beta, Milano, Pavia, Italija, 17.-23. 2. 2019
- Jasmina Kožar Logar, SCK.CEN, Problematika na področju metrologije za metodo ugotavljanja skupne aktivnosti sevalcev alfa in beta, Mol, Belgija, 17.-21. 3. 2019
- Jasmina Kožar Logar, HDZZ, 12. simpozij HDZZ, Varaždin, Hrvaška, 9.-13. 4. 2019
- Jasmina Kožar Logar, Institute of Nuclear Sciences, delavnica IAEA, Izmir, Turčija, 14.-20. 4. 2019
- Jasmina Kožar Logar, PTB, sestanek o delitvi del in sredstev na novem EMPIR projektu MetroAqua, Berlin, Nemčija, 26.-28. 6. 2019
- Jasmina Kožar Logar, Benjamin Zorko, PTB, usklajevanje prijave projekta MetroAqua (EMPIR EU projekt), II. faza, Berlin, Nemčija, 24.-26. 7. 2019
- Jasmina Kožar Logar, ICSI, koordinacijsko srečanje in dokončanje publikacij, Romnicu Valcea, Romunija, 26. 8.-1. 9. 2019
- Jasmina Kožar Logar, OBT workshop, Constanta, Romunija, 1.-6. 9. 2019

- Jasmina Kožar Logar, Romana Kristof, Nuclear Physics Institute of the Czech Academy of Sciences, ENVIRA2019, Praga, Češka, 7.-14. 9. 2019
- Jasmina Kožar Logar, ALMERA, koordinacijski sestanek ALMERA, Zürich, Švica, 14.-20. 10. 2019
- Jasmina Kožar Logar, IRB, bilateralno sodelovanje, Zagreb, Hrvaška, 17.-19. 12. 2019
- Špela Krušič, CFEL (DESY), UXSS 2019, Hamburg, Nemčija, 16.-22. 6. 2019
- Špela Krušič, Matjaž Žitnik, Berkley Lab and SLAC National Accelerator Laboratory, VUVX19, San Francisco, ZDA, 29. 6.-11. 7. 2019
- Matej Lipoglavšek, ENNAS, 16th Russbach Workshop on Nuclear Astrophysics, Russbach, Avstrija, 10.-16. 3. 2019
- Matej Lipoglavšek, Isabela Tišma, INFN-LNS, 10th European Summer School on Experimental Nuclear Astrophysics, Catania, Italija, 16.-19. 6. 2019
- Sabina Markelj, Aix-Marseille University, kick-off sestanek projekta WHeSCI, Marseille, Francija, 6.-8. 3. 2019
- Sabina Markelj, NIFS, MoD-PMI 2019, Toki, Gifu, Japonska, 15.-23. 6. 2019
- Mihelič Andrej, COST, sestanek akcije COST Attochem, Bruselj, Belgija, 24.-25. 10. 2019
- Matjaž Mihelič, ICTP, Joint ICTP-IAEA Workshop on Uncertainty Estimations for Radiation Measurements, Trst, Italija, 2.-6. 12. 2019
- Miha Mihovilovič, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, Jvp Čakovec, vaja intervencijskih ekip Slovenije in Hrvaške, Čakovec, Hrvaška, 12. 6. 2019
- Miha Mihovilovič, IAEA, Regional Training Course for First Responders to a Radiological Nuclear Emergency, Traiskirchen, Avstrija, 7.-13. 7. 2019
- Miha Mihovilovič, ICTP, XIX International Conference on Science, Arts and Culture: Proton radius, Veli Lošinj, Hrvaška, 15.-19. 9. 2019
- Marijan Nečemer, IAEA, IAEA meeting, Dunaj, Avstrija, 25.-28. 2. 2019
- Marijan Nečemer, COST, sestanek COST, Bruselj, Belgija, 12.-14. 3. 2019
- Marijan Nečemer, IAEA, TC sestanek IAEA, Dunaj, Avstrija, 2.-6. 12. 2019
- Marijan Nečemer, Paula Pongrac, IJS, 1st ISO-FOOD International Symposium on Isotopic and Other Techniques in Food Safety and Quality, Piran, Slovenija, 1.-3. 4. 2019
- Matic Pečovnik, NCSR, DSL-2019, Atene, Grčija, 24.-28. 6. 2019
- Matic Pečovnik, CIEMAT, "Tritium Transport Modelling in Nuclear Fission & Fusion" Workshop, Madrid, Španija, 20.-22. 10. 2019
- Primož Pelicon, Univerza v Tirani, konferenca Challenges in Biotechnological and Environmental Approaches, Tirana, Albanija, 17.-28. 4. 2019
- Primož Pelicon, ICTP, Joint ICTP-IAEA Workshop, Trst, Italija, 22. 10. 2019
- Paula Pongrac, ESRF, User Meeting 2019, Grenoble, Francija, 3.-7. 2. 2019
- Paula Pongrac, University of Glasgow, PC&E 40th Anniversary Symposium, Glasgow, Velika Britanija, 3.-7. 9. 2019
- Esther Punzon Quijorna, ESMI, EMIM 2019, Glasgow, Velika Britanija, 18.-22. 3. 2019
- Esther Punzon Quijorna, Boštjan Jenčič, Primož Vavpetič, IRB, ECAART13, Split, Hrvaška, 5.-10. 5. 2019
- Esther Punzon Quijorna, Elettra, XV School on synchrotron Radiation "Gilberto Vlaic", Muggia, Italija, 16.-27. 9. 2019
- Mirko Ribič, KIEXC, GBC Slovenija - 4. konferenca trajnostne gradnje, Škofja Loka, 26. 9. 2019
- Simon Širca, University of Surrey, EFB24, Guildford, Velika Britanija, 1.-10. 9. 2019
- Žiga Šmit, IAEA, delavnica IAEA, Dunaj, Avstrija, 7.-12. 4. 2019
- Isabela Tišma, St Andrews University, 75th SUSSP and 20th STFC, St. Andrews, Velika Britanija, 5.-19. 8. 2019
- Primož Vavpetič, IRB, delavnica IAEA, Zagreb, Hrvaška, 8.-14. 12. 2019
- Matjaž Vencelj, IEEE, ANIMMA 2019, Portorož, Slovenija, 17.-21. 6. 2019
- Branko Vodenik, DTU Nutech, 5th NERIS Workshop, Roskilde, Danska, 2.-5. 4. 2019
- Benjamin Zorko, IAEA, Regional Workshop to Develop a Roadmap for Improving the Environmental Radiation Monitoring, Dunaj, Avstrija, 10.-16. 3. 2019
- Benjamin Zorko, CONCERT, sestanek v okviru projekta CONCERT, Bruselj, Belgija, 21.-22. 5. 2019
- Benjamin Zorko, CEA, sestanek v okviru skupine MODARIA, Cadarache, Francija, 2.-8. 6. 2019
- Benjamin Zorko, SKC-CEN, sestanek konzorcija za pripravo projekta, Bruselj, Belgija, 27. 6. 2019
- Benjamin Zorko, Stockholm University, ERPW 2019, Stockholm, Švedska, 13.-19. 10. 2019
- Benjamin Zorko, IAEA, zasedanje skupine MODARIA, Dunaj, Avstrija, 20.-25. 10. 2019
- Benjamin Zorko, IRB, bilateralno sodelovanje, Zagreb, Hrvaška, 2.-6. 12. 2019
- Matjaž Žitnik, HZB, SXR 2019, Berlin, Nemčija, 15.-20. 9. 2019
- Matjaž Žitnik, COST, srečanje akcije COST CA18212, Bruselj, Belgija, 11.-13. 11. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Iztok Arčon: DESY, Hamburg, Nemčija, 27. 3.-1. 4. 2019 (meritve)
- Iztok Arčon, Katarina Vogel - Mikuš: Sinchrotron Soleil, Pariz, Francija, 13.-18. 6. 2019 (meritve)
- Tilen Breclj, Matej Lipoglavšek, Matjaž Vencelj: Univerza v Lundu, Lund, Švedska, 4.-7. 3. 2019 (izdelava detektorskih sistemov za FAIR)
- Tilen Breclj, Boštjan Črnič: SURO, Straž pod Ralskem, Češka republika, 17.-21. 6. 2019 (Interkomparacija in-situ Straž 2019)
- Klemen Bučar, Matjaž Žitnik: Soleil, Pariz, Francija, 20.-25. 5. 2019 (meritve)
- Klemen Bučar, Matjaž Kavčič, Matjaž Žitnik: Desy, Hamburg, Nemčija, 1.-7. 10. 2019 (meritve)
- Klemen Bučar, Špela Krušič, Andrej Mihelič, Matjaž Žitnik: Elettra, Trst, Italija, 2.-6. 12. 2019 (meritve)

8. Aleksandra Cvetinović: INFN, Catania, Italija, 8.-17. 4. 2019 (meritve)
9. Aleksandra Cvetinović, Dijana Deorđić, Matej Lipoglavšek, Isabela Tišma, Matjaž Vencelj: HZDR, Dresden, Nemčija, 26. 8.-12. 9. 2019 (meritve)
10. Aleksandra Cvetinović: INFN-LNS, Catania, Italija, 4.-14. 12. 2019 (meritve)
11. Boštjan Jenčič: HZDR, Dresden, Nemčija, 2.-6. 6. 2019 (meritve)
12. Mitja Kelemen: IPP, Garching, Nemčija, 17.-23. 2. 2019 (meritve)
13. Mitja Kelemen, Sabina Markelj: IPP, Garching, Nemčija, 16.-19. 4. 2019 (meritve)
14. Mitja Kelemen, Paula Pongrac, Katarina Vogel - Mikuš: Diamond Light Source, Chilton, Velika Britanija, 25. 9.-2. 10. 2019 (meritve)
15. Alojzij Franc Kodre: Elettra, Trst, Italija, 22.-25. 5. 2019 (meritve)
16. Gregor Košir: FAIR-GSI, Darmstadt, Nemčija, 5.-8. 12. 2019 (meritve)
17. Špela Krušič, Matjaž Žitnik: Elettra/FERMI, Trst, Italija, 13.-18. 12. 2019 (meritve)
18. Peter Kump, Katarina Vogel - Mikuš: Elettra, Trst, Italija, 18.-24. 3. 2019 (meritve)
19. Sabina Markelj, Matic Pečovnik: IPP, Garching, Nemčija, 3.-9. 2. 2019 (meritve)
20. Andrej Mihelič, Špela Krušič: Elettra, Trst, Italija, 22.-26. 2. 2019 (meritve)
21. Miha Mihovilovič, Simon Širca: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 28. 1.-4. 2. 2019 (meritve)
22. Miha Mihovilovič: JGU, Mainz, Nemčija, 5.-8. 3. 2019 (meritve)
23. Miha Mihovilovič, Simon Širca: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 6.-10. 6. 2019 (meritve)
24. Miha Mihovilovič: JGU, Mainz, Nemčija, 22.-26. 8. 2019 (meritve)
25. Miha Mihovilovič, Simon Širca: TJNAF, Newport News, ZDA, 30. 11.-12. 12. 2019 (meritve)
26. Petra Osterman, Klara Poiškruh: BFS, Ronneburg, Nemčija, 17.-20. 6. 2019 (primerjalne meritve hitrosti doze)
27. Simon Širca: TJNAF, Newport News, ZDA, 14.-26. 2. 2019 (meritve)
28. Jelena Vesic: GSI, Darmstadt, Nemčija, 1.-31. 3. 2019 (meritve)
29. Jelena Vesic: HZDR, Dresden, Nemčija, 25. 8.-6. 9. 2019 (meritve)
30. Jelena Vesic: FAIR-GSI, Darmstadt, Nemčija, 1.-8. 12. 2019 (meritve)
31. Matjaž Vencelj, Jelena Vesic: FAIR-GSI, Darmstadt, Nemčija, 17.-22. 12. 2019 (meritve)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Iztok Arčon*, znanstveni svetnik
2. doc. dr. Klemen Bučar
3. prof. dr. Dean Cvetko*, znanstveni svetnik
4. mag. Denis Glavič Cindro
5. dr. Darko Hanžel
6. doc. dr. Matjaž Kavčič
7. dr. Jasmina Kožar Logar
8. prof. dr. Matej Lipoglavšek
9. doc. dr. Sabina Markelj
10. doc. dr. Andrej Mihelič
11. doc. dr. Miha Mihovilovič
12. dr. Marijan Nečemer
13. **prof. dr. Primož Pelicon, znanstveni svetnik - vodja odseka**
14. dr. Toni Petrovič
15. doc. dr. Paula Pongrac
16. prof. dr. Simon Širca*, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
17. doc. dr. Matjaž Vencelj
18. mag. Branko Vodenik
19. prof. dr. Katarina Vogel-Mikuš*
20. doc. dr. Benjamin Zorko
21. prof. dr. Matjaž Žitnik, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine

Podoktorski sodelavci

22. dr. Tilen Brecej
23. dr. Aleksandra Cvetinović
24. dr. Boštjan Jenčič
25. dr. Romana Krištof*
26. dr. Eva Menart*
27. dr. Marko Petric
28. dr. Jelena Vesic

Mlajši raziskovalci

29. Žiga Barba, mag. fiz.
30. Mateja Hrast, mag. fiz.
31. Tim Kolar, mag. fiz.
32. Špela Krušič, mag. fiz.
33. Matic Pečovnik, mag. fiz.
34. Esther Punzon Quijorna, PhD. in Physics, Universidad Autonoma de Madrid, Advanced Materials and Nanotech
35. Isabela Tišma

Strokovni sodelavci

36. Boštjan Črnič, dipl. inž. fiz.
37. Mitja Kelemen, mag. fiz.
38. mag. Matjaž Mihelič
39. Petra Osterman, prof. biol. in gosp.
40. Klara Poiškruh, dipl. inž. fiz. (VS)
41. dr. Primož Vavpetič
42. Matej Vereš, dipl. inž. fiz. (VS)

Tehniški in administrativni sodelavci

43. Drago Brodnik
44. Mojca Gantar
45. Sandi Gobec
46. Andrej Košiček, univ. dipl. fiz.
47. Mirko Ribič, kom. inž.

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

Domače

1. Acroni, Jesenice
2. Agencija za radioaktivne odpadke, Ljubljana
3. AMES, avtomatski merilni sistemi za okolje, d. o. o., Brezovica pri Ljubljani
4. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Oddelek za biologijo, Ljubljana
5. BLAJ - Anton Blaj, d. o. o., Griže
6. Bolnišnica Sežana, Sežana
7. Calcit, d. o. o., Stahovica
8. Cosylab, d. d., Ljubljana
9. Domel, d. o. o., Železniki
10. EVT SISTEMI, d. o. o., Idrija
11. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani
12. Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
13. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
14. Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo, Ljubljana
15. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana
16. Instrumentation Technologies, d. d., Solkan
17. Kemijski inštitut Ljubljana
18. Klinični center, Ljubljana
19. Krka, tovarna zdravil, d. d., Novo mesto
20. MEDENS, d. o. o., Mozirje
21. Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani
22. MEIS storitve za okolje, d. o. o., Mali Vrh pri Šmarju
23. Ministrstvo za finance, Carinska uprava Republike Slovenije, Generalni carinski urad, Ljubljana
24. Ministrstvo za finance, Finančna uprava Republike Slovenije, Generalni finančni urad, Ljubljana
25. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana
26. Ministrstvo za notranje zadeve, Policija, Ljubljana
27. Ministrstvo za obrambo, Generalštab Slovenske vojske, Ljubljana
28. Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in sodelovanje, Ljubljana
29. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana
30. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Ljubljana
31. Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, Urad Republike Slovenije za meroslovje, Ljubljana
32. Ministrstvo za zdravje, Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, Ljubljana
33. Narodna galerija, Ljubljana
34. Nacionalni Laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Maribor
35. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana
36. Narodni muzej Slovenije, Ljubljana
37. Nuklearna elektrarna Krško, Krško
38. Onkološki inštitut, Ljubljana
39. Papirnica Vevče, d. o. o., Ljubljana
40. Pikas, d. o. o., Tolmin
41. Pošta Slovenije, d. o. o., Maribor
42. Rudnik Žirovski vrh, Javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d. o. o., Gorenja vas
43. Splošna bolnišnica "Dr. Franca Derganca" Nova Gorica, Šempeter pri Gorici
44. Splošna bolnišnica Novo mesto, Novo mesto
45. Store Steel, d. o. o., Štore
46. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
47. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
48. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana
49. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor
50. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor
51. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica
52. Zavod za varstvo pri delu, d. d., Ljubljana

Tuje

53. Aix-Marseille Université - CNRS / PIIM Laboratory, Marseille, Francija
54. ATOMKI, Institut of Nuclear Research, Debrecen, Madžarska
55. AUTH, Aristotelio Panepistimio Thessalonikis, Thessaloniki, Grčija
56. BEV/PTP, Bundesamt fuer Eich- und Vermessungswesen, Physikalisch-Technischer Pruefdienst, Dunaj, Avstrija
57. BfS, Bundesamt fuer Strahlenschutz, Salzgitter, Nemčija
58. BOKU, Universitaet fuer Bodenkultur Wien, Dunaj, Avstrija
59. CEA, Commissariat a l' Energie Atomique, Francija
60. CIEMAT, Centro de investigaciones energeticas, medioambientales y tecnologicas, Madrid, Španija
61. CMI, Cesky Metrologicky Institut Brno, Brno, Češka republika
62. CSIC, Rocasolano, Madrid, Španija
63. DESY, HASYLAB, Hamburg, Nemčija
64. Die Leitseite der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH Aachen University of Technology), Nemčija
65. ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Rim, Italija
66. ENVINET, ENVINET a.s., Třebíč, Češka republika
67. European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francija
68. Elettra, Sinchrotrone Trieste, Italija
69. EURADOS – European Radiation Dosimetry e. V., Braunschweig, Nemčija
70. Experimental Institute for Plant Nutrition, Gorica, Italija
71. FAIR – GSI, Darmstadt, Nemčija
72. Hasselt University, Diepenbeek, Belgija
73. IFIN-HH, Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica si Inginerie Nucleara "Horia Hulubei", Măgurele, Romunija
74. Institut za fiziku, Beograd, Srbija
75. Institut für Energie- und Klimaforschung – Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, Nemčija
76. Institut für Kernphysik, Universität Mainz, Mainz, Nemčija
77. Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nemčija
78. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
79. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
80. IRSN, Institut de Radioprotection et de Surete Nucleaire, Fontenay-aux-Roses, Francija
81. iThemba LABS, Cape Town, Južna Afrika
82. ITN, Instituto Tecnológico e Nuclear, Bobadela LRS, Portugalska
83. JRC, JRC – Joint Research Centre – European Commission, EC
84. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Nemčija
85. Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen, Nizozemska
86. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, ZDA
87. Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Nemčija
88. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Nemčija
89. MIKES, Mittatekniikan Keskus, Espoo, Finska
90. MKEH, Magyar Kereskedelmi Engedelyezési Hivatal, Budimpešta, Madžarska
91. National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bukarešta, Romunija
92. NCBJ, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Poljska
93. NPL, NPL Management Limited, Velika Britanija
94. NRPA, Norwegian Radiation Protection Authority, Norveška
95. Oddelek za fiziko, Univerza v Coimbri, Coimbra, Portugalska
96. Patenting Proizvodnja, d. o. o., Beograd, Srbija
97. Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen, Švica
98. POLATOM, Institute of Atomic Energy POLATOM, Otwock, Poljska
99. PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Nemčija
100. SCK • CEN, Studiecetrum Voor Kernenergie, Mol, Belgija
101. Synchrotron Soleil, Saint-Aubin, Francija
102. Synchrotron SLS Daresbury, Anglija
103. SMU, Slovenský Metrologický Ústav, Bratislava-Karlova Ves, Slovaška
104. Stanford Synchrotron Radiation Lightsource (SSRL), Stanford, ZDA
105. STUK, Sateilyturvakeskus, Helsinki, Finska
106. SURO, Statni ustav radiacni ochrany v.v.i., Praga, Češka republika
107. TAEK, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara, Turčija
108. Technical University of Crete, Chania, Grčija
109. Tehnična univerza v Darmstadtu, Nemčija
110. Thomas Jefferson National Accelerator Facility, Newport News, ZDA
111. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Španija
112. Université catholique de Louvain, Louvain, Belgija
113. Università degli Studi di Milano, Milano, Italija
114. University of Fribourg, Fribourg, Švica
115. Univerza J. Gutenberg, Mainz, Nemčija
116. Univerza v Exeterju, Cornwall, Anglija
117. Univerza v Göttingenu, Nemčija
118. Univerza v Konstanzu, Nemčija
119. Univerza Loránda Eötvösa, Budimpešta, Madžarska
120. Univerza v Madridu, Madrid, Španija
121. University Pierre and Marie Curie (UPMC), Pariz, Francija
122. UPC, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Španija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Mateja Grašič, Maja Dobravc, Aleksandra Golob, Katarina Vogel-Mikuš, Alenka Gaberščik, "Water shortage reduces silicon uptake in barley leaves", *Agricultural water management*, 2019, **217**, 47-56. [COBISS.SI-ID 5002063]
2. Dino Metarapi, Martin Šala, Katarina Vogel-Mikuš, Vid Simon Šelih, Johannes Teun van Elteren, "Nanoparticle analysis in biomaterials using laser ablation-single particle-inductively coupled plasma mass spectrometry", *Analytical chemistry*, 2019, **91**, 9, 6200-6205. [COBISS.SI-ID 5054543]
3. Drago Brodnik, Denis Glavič-Cindro, Matjaž Korun, Marijan Nečemer, Petra Maver, Toni Petrovič, Tim Vidmar, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Negative correlation between the number of sunspots and the occurrence of ⁷Be and ²²Na in the surface air and their contribution to radiation doses", *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 2019, **70**, 4, 290-295. [COBISS.SI-ID 32987687]
4. Mateja Grašič, Barbara Škoda, Aleksandra Golob, Katarina Vogel-Mikuš, Alenka Gaberščik, "Barley and spelt differ in leaf silicon content and other leaf traits", *Biologia*, 2019, **74**, 8, 929-939 str.. [COBISS.SI-ID 5113167]
5. Maja Pori, Iztok Arčon, Damjan Lašič Jurković, Marjan Marinšek, Goran Dražič, Blaž Likozar, Zorica Crnjak Orel, "Synthesis of a Cu/ZnO nanocomposite by electroless plating for the catalytic conversion of CO₂ to methanol", *Catalysis letters*, 2019, **149**, 5, 1427-1439. [COBISS.SI-ID 5371899]
6. Olena Pliekhova, Oleksii Pliekhov, Mattia Fanetti, Iztok Arčon, Nataša Novak Tušar, Urška Lavrenčič Štangar, "Cu and Zr surface sites in photocatalytic activity of TiO₂ nanoparticles: the effect of Zr distribution", *Catalysis today*, 2019, **328**, 105-110. [COBISS.SI-ID 1538149571]
7. Oreste Piccolo, Stefano Paganelli, Pietro Zanatta, Sebastiano Tieuli, Laura Sporni, Franco Baldi, Michele Gallo, Iztok Arčon, Katarina Vogel-Mikuš, "A biogenerated polymetallic catalyst from society's wastes", *Chemical science international journal*, 2019, **27**, 1, 1-12. [COBISS.SI-ID 5380091]
8. Giacomo Lovat *et al.* (11 avtorjev), "Determination of the structure and geometry of N-heterocyclic carbenes on Au(111) using high-resolution spectroscopy", *Chemical science*, 2019, **10**, 3, 930-935. [COBISS.SI-ID 3263588]
9. Mirela Dragomir, Paul A. Dube, Iztok Arčon, Chad Boyer, Meghan Rutherford, Christopher Wiebe, Graham King, Hanna Dabkowska, John E. Greedan, "Comparing magnetism in isostructural oxides A_{0.8}La_{1.2}MnO_{4.1}: anisotropic spin glass (A = Ba) versus long range order (A = Sr)", *Chemistry of materials*, 2019, **31**, 19, 7833-7844. [COBISS.SI-ID 32603431]
10. Sebastiano Tieuli, Franco Baldi, Iztok Arčon, Katarina Vogel-Mikuš, Michele Gallo, Laura Sporni, Oreste Piccolo, Stefano Paganelli, "Alternative recovery and valorization of metals from exhausted catalytic converters in a new smart polymetallic catalyst", *ChemistrySelect*, 2019, **4**, 15, 4624-4632. [COBISS.SI-ID 5054287]
11. Emna Fourati, Katarina Vogel-Mikuš, Taoufik Bettaieb, Anja Kavčič, Mitja Kelemen, Primož Vavpetič, Primož Pelicon, Chedly Abdely, Tahar Ghnaya, "Physiological response and mineral elements accumulation pattern in Sesuvium portulacastrum L. subjected in vitro to nickel", *Chemosphere*, 2019, **219**, 463-471. [COBISS.SI-ID 4920911]
12. Alenka Ristić, Matjaž Mazaj, Iztok Arčon, Nina Daneu, Nataša Zabukovec Logar, Roger Gläser, Nataša Novak Tušar, "New insights into manganese local environment in MnS-1 nanocrystals", *Crystal growth & design*, 2019, **19**, 6, 3130-3138. [COBISS.SI-ID 5380603]

13. Anja Kavčič, Klemen Mikuš, Marta Debeljak, Johannes Teun van Elteren, Iztok Arčon, Alojz Kodre, Peter Kump, Andreas-Germanos Karydas, Alessandro Migliori, Mateusz Czyżycki, Katarina Vogel-Mikuš, "Localization, ligand environment, bioavailability and toxicity of mercury in *Boletus* spp. and *Scutigera caprae* mushrooms", *Ecotoxicology and environmental safety*, 2019, **184**, 109623. [COBISS.SI-ID 5154895]
14. A. Blomberg *et al.* (28 avtorjev), "Virtual Compton scattering measurements in the nucleon resonance region", *The european physical journal. A, Hadrons and nuclei*, 2019, **55**, 182. [COBISS.SI-ID 3407972]
15. Isabela Tišma, Matej Lipoglavšek, Miha Mihovilovič, Sabina Markelj, Matjaž Vencelj, Jelena Vesić, "Experimental cross section and angular distribution of the $^2\text{H}(p,\gamma)^3\text{He}$ reaction at Big-Bang nucleosynthesis energies", *The european physical journal. A, Hadrons and nuclei*, 2019, **55**, 137. [COBISS.SI-ID 32630823]
16. Karen Jacqueline Cloete, Žiga Šmit, Roya Minnis-Ndimba, Primož Vavpetič, Anton Du Plessis, Stephan G. le Roux, Primož Pelicon, "Physico-elemental analysis of roasted organic coffee beans from Ethiopia, Colombia, Honduras, and Mexico using X-ray micro-computed tomography and external beam particle induced X-ray emission", *Food chemistry. X.*, 2019, **2**, 100032. [COBISS.SI-ID 32411175]
17. Miha Ocvirk, Marijan Nečemer, Iztok Jože Košir, "The determination of the geographic origins of hops (*Humulus lupulus* L.) by multi-elemental fingerprinting", *Food chemistry*, 2019, **277**, 32-37. [COBISS.SI-ID 31899943]
18. Ana Miklavčič Višnjevec, Alenka Baruca Arbeiter, Matjaž Hladnik, Ajda Ota, Mihaela Skrt, Bojan Butinar, Marijan Nečemer, Marin Krapac, Dean Ban, Milena Bučar-Miklavčič, Nataša Poklar Ulrih, Dunja Bandelj, "An integrated characterization of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) Grown in the North Adriatic Region", *Food technology and biotechnology: journal of the Faculty of Food Technology and Biotechnology University of Zagreb*, 2019, **57**, 1, 17-28. [COBISS.SI-ID 5018744]
19. Seckin Eroglu, Nur Karaca, Katarina Vogel-Mikuš, Anja Kavčič, Ertugrul Filiz, Bahattin Tanyolac, "The conservation of VIT1-dependent iron distribution in seeds", *Frontiers in plant science*, 2019, **10**, 907. [COBISS.SI-ID 5150543]
20. Arnaud Bultel *et al.* (11 avtorjev), "Towards ps-LIBS tritium measurements in W/Al materials", *Fusion engineering and design*, 2019, **146B**, 1971-1974. [COBISS.SI-ID 32329767]
21. S. Carniato *et al.* (14 avtorjev), "Double-core ionization photoelectron spectroscopy of C_6H_6 : breakdown of the "intuitive" ortho-meta-para binding energy ordering of $\text{K}^{-1}\text{K}^{-1}$ states", *The Journal of chemical physics*, 2019, **151**, 21, 214303. [COBISS.SI-ID 33157159]
22. Gregor Mali, Matjaž Mazaj, Iztok Arčon, Darko Hanžel, Denis Arčon, Zvonko Jagličič, "Unraveling the arrangement of Al and Fe within the framework explains the magnetism of mixed-metal MIL-100(Al,Fe)", *The journal of physical chemistry letters*, 2019, **10**, 7, 1464-1470. [COBISS.SI-ID 32220711]
23. Darinka Darmanović, Igor N. Shcherbakov, Carole Duboc, Vojislav Spasojević, Darko Hanžel, Katarina Anđelković, Dušanka Radanović, Iztok Turel, Milica Milenković, Maja Gruden-Pavlovič, Božidar R. Čobeljić, Matija Zlatar, "Combined experimental and theoretical investigation of the origin of magnetic anisotropy in pentagonal bipyramidal isothiocyanato Co(II), Ni(II), and Fe(III) complexes with quaternary-ammonium-functionalized 2,6-diacetylpyridine bisacylhydrazone", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019, **123**, 51, 31142-31155. [COBISS.SI-ID 1538491843]
24. Boštjan Jenčič, Primož Vavpetič, Mitja Kelemen, Matjaž Vencelj, Katarina Vogel-Mikuš, Anja Kavčič, Primož Pelicon, "MeV-SIMS TOF imaging of organic tissue with continuous primary beam", *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 2019, **30**, 9, 1801-1812. [COBISS.SI-ID 32477991]
25. W. Chromiński, L. Ciupinski, P. Bazarnik, Sabina Markelj, Thomas Schwarz-Selinger, "TEM investigation of the influence of dose rate on radiation damage and deuterium retention in tungsten", *Materials characterization*, 2019, **154**, 1-6. [COBISS.SI-ID 33022503]
26. Jonathan Z. Low *et al.* (11 avtorjev), "The environment-dependent behavior of the Blatter radical at the metal-molecule interface", *Nano letters*, 2019, **19**, 4, 2543-2548. [COBISS.SI-ID 3299172]
27. Ali D. Malay *et al.* (21 avtorjev), "An ultra-stable gold-coordinated protein cage displaying reversible assembly", *Nature: the international weekly journal of science*, 2019, **569**, 438-442. [COBISS.SI-ID 32340775]
28. Yves Kayser *et al.* (18 avtorjev), "Core-level nonlinear spectroscopy triggered by stochastic X-ray pulses", *Nature communications*, 2019, **10**, 4761. [COBISS.SI-ID 32785703]
29. Sabina Markelj, Thomas Schwarz-Selinger, Matic Pečovnik, Anže Založnik, Mitja Kelemen, Iztok Čadež, J. Bauer, Primož Pelicon, W. Chromiński, L. Ciupinski, "Displacement damage stabilization by hydrogen presence under simultaneous W ion damaging and D ion exposure", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 8, 086050. [COBISS.SI-ID 32394023]
30. Michael Mayer *et al.* (27 avtorjev), "Ion beam analysis of fusion plasma-facing materials and components: facilities and research challenges", *Nuclear fusion*, 2019, **60**, 2, 025001. [COBISS.SI-ID 33021991]
31. Boštjan Jenčič, Luka Šepec, Primož Vavpetič, Mitja Kelemen, Zdravko Rupnik, Matjaž Vencelj, Katarina Vogel-Mikuš, Nina Ogrinc Potočnik, Shane R. Ellis, Ron M. A. Heeren, Primož Pelicon, "Stigmatic imaging of secondary ions in MeV-SIMS spectrometry by linear Time-of-Flight mass spectrometer and the TimePix detector", *Nuclear instruments & methods in physics research. Section B, Beam interactions with materials and atoms*, 2019, **452**, 1-6. [COBISS.SI-ID 32411431]
32. E. Bernard *et al.* (23 avtorjev), "Tritium retention in W plasma-facing materials: impact of the material structure and helium irradiation", *Nuclear materials and energy*, 2019, **19**, 403-410. [COBISS.SI-ID 33022247]
33. Mateja Grašič, Urša Malovrh, Aleksandra Golob, Katarina Vogel-Mikuš, Alenka Gaberščik, "Effects of water availability and UV radiation on silicon accumulation in the C4 crop proso millet", *Photochemical & photobiological sciences*, 2019, **18**, 2, 375-386. [COBISS.SI-ID 4922703]
34. A1 Collaboration, Jure Beričič *et al.*, "New insight in the Q^2 dependence of proton generalized polarizabilities", *Physical review letters*, 2019, **123**, 19, 192302. [COBISS.SI-ID 3383140]
35. Špela Krušič, Klemen Bučar, Andrej Mihelič, Matjaž Žitnik, "Amplification of fluorescence from the $3a^1P^o$ doubly excited state in helium", *Physical review. A*, 2019, **99**, 1, 013429. [COBISS.SI-ID 32291623]
36. Matjaž Žitnik *et al.* (14 avtorjev), "Observation of short-lived laser-dressed quantum states in the frequency plane", *Physical review. A*, 2019, **99**, 5, 053423. [COBISS.SI-ID 32380711]
37. Robert Hauko, Jana Padežnik Gomilšek, Alojz Kodre, Iztok Arčon, Giuliana Aquilanti, "Effects of the molecular potential on coexcitations of valence electrons in the K-shell photoeffect of 3p and 4p elements", *Physical review. A*, 2019, **99**, 6, 062501. [COBISS.SI-ID 22395158]
38. Mateja Hrast, Andrej Mihelič, Klemen Bučar, Matjaž Žitnik, "Auger decay of the 2p vacancy in chlorine", *Physical review. A*, 2019, **100**, 2, 023408. [COBISS.SI-ID 32811815]
39. The Jefferson Lab Hall A Collaboration, H. Dai *et al.*, "First measurement of the $\text{Ar}(e, e')\text{X}$ cross section at Jefferson Laboratory", *Physical review. C*, 2019, **99**, 5, 054608. [COBISS.SI-ID 3408228]
40. Bojan Golli, H. Osmanović, Simon Širca, "Dynamical generation of resonances in the P33 partial wave", *Physical review. C*, 2019, **100**, 3, 035204. [COBISS.SI-ID 3356004]
41. The Jefferson Lab Hall A Collaboration, M. Murphy *et al.*, "Measurement of the cross sections for inclusive electron scattering in the E12-14-012 experiment at Jefferson Lab", *Physical review. C*, 2019, **100**, 5, 054606. [COBISS.SI-ID 3408484]
42. The Jefferson Lab Hall A Collaboration, Miha Mihovilovič *et al.*, "Measurement of double-polarization asymmetries in the quasi-elastic $^3\text{He}(\bar{e}, e'p)$ process", *Physics letters. Section B*, 2019, **788**, 117-121. [COBISS.SI-ID 3272292]
43. A1 Collaboration, S. Paul *et al.*, "The influence of Fermi motion on the comparison of the polarization transfer to a proton in elastic $\bar{e}p$ and quasi-elastic $\bar{e}A$ scattering", *Physics letters. Section B*, 2019, **792**, 445-449. [COBISS.SI-ID 3302244]
44. A1 Collaboration, S. Paul *et al.*, "Quasi-elastic polarization-transfer measurements on the deuteron in anti-parallel kinematics", *Physics letters. Section B*, 2019, **795**, 599-605. [COBISS.SI-ID 3331684]
45. E. Long *et al.* (91 avtorjev), "Measurement of the single-spin asymmetry A_0^y in quasi-elastic $^3\text{He}^1(e, e'n)$ scattering at $0.4 < Q^2 < 1.0 \text{ GeV}/c^2$ ", *Physics letters. Section B*, 2019, **797**, 134875. [COBISS.SI-ID 3349348]
46. Jefferson Lab Hall A Tritium Collaboration, R. Cruz-Torres *et al.*, "Comparing proton momentum distributions in $A = 2$ and 3 nuclei via ^2H ^3H and $^3\text{He}(e, e'p)$ measurements", *Physics letters. Section B*, 2019, **797**, 134890. [COBISS.SI-ID 3349604]
47. Paula Pongrac, James W. McNicol, Allan Lilly, Jacqueline A. Thompson, Gladys Wright, Stephen Hillier, Philip J. White, "Mineral element composition of cabbage as affected by soil type and phosphorus and zinc fertilisation", *Plant and soil*, 2019, **434**, 151-165. [COBISS.SI-ID 4663375]
48. O. Masson *et al.* (69 avtorjev), "Airborne concentrations and chemical considerations of radioactive ruthenium from an undeclared major nuclear release in 2017", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, **116**, 34, 16750-16759. [COBISS.SI-ID 32538151]

49. Venkata D. B. C. Dasireddy, Darko Hanžel, Krish Bharuth-ram, Blaž Likozar, "The effect of oxidant species on direct, non-syngas conversion of methane to methanol over an FePO₄ catalyst materia", *RSC advances*, 2019, **9**, 53, 30989-31003. [COBISS.SI-ID 32720935]
50. Tea Zuliani, Janja Vidmar, Ana Drinčič, Janez Ščančar, Milena Horvat, Marijan Nečemer, Marina Piria, Predrag Simonović, Momir Paunović, Radmila Milačič, "Potentially toxic elements in muscle tissue of different fish species from the Sava River and risk assessment for consumers", *Science of the total environment*, 2019, **650**, part 1, 958-969. [COBISS.SI-ID 31671079]
51. Benoit Charrasse *et al.* (15 avtorjev), "Does the use of reference organisms in radiological impact assessments provide adequate protection of all the species within an environment?", *Science of the total environment*, 2019, **658**, 189-198. [COBISS.SI-ID 31976487]
52. W. Blachucki *et al.* (13 avtorjev), "Inception of electronic damage of matter by photon-driven post-ionization mechanisms", *Structural dynamics*, 2019, **6**, 024901. [COBISS.SI-ID 32272167]
53. Riccarda Delfino, Matteo Biasotto, Riccardo Candido, Matteo Altissimo, Marco Stebel, Murielle Salomé, Johannes Teun van Elteren, Katarina Vogel-Mikuš, Cristina Zennaro, Martin Šala, Riccardo Addobbati, Giuliana Tromba, Lorella Pascolo, "Gadolinium tissue deposition in the periodontal ligament of mice with reduced renal function exposed to Gd-based contrast agents", *Toxicology letters*, 2019, **301**, 157-167. [COBISS.SI-ID 4921167]
54. Paula Pongrac, Edita Baltreinaite, Primož Vavpetič, Mitja Kelemen, Aleš Kladnik, Bojan Budič, Katarina Vogel-Mikuš, Marjana Regvar, Pranas Baltrenas, Primož Pelicon, "Tissue-specific element profiles in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles", *Trees*, 2019, **33**, 1, 91-101. [COBISS.SI-ID 4804431]
55. Nina Kacjan-Maršič, Marijan Nečemer, Robert Veberič, Nataša Poklar Ulrih, Mihaela Skrt, "Effect of cultivar and fertilization on garlic yield and allicin content in bulbs at harvest and during storage", *Turkish journal of agriculture and forestry*, 2019, **43**, 414-429. [COBISS.SI-ID 9168505]
56. Marko Černe, Igor Palčič, Igor Pasković, Nikola Major, Marija Romić, Vilim Filipović, Marina Diana Igrc, Aleksander Perčin, Smiljana Goreta Ban, Benjamin Zorko, Branko Vodenik, Denis Glavič-Cindro, Radmila Milačič, David John Heath, Dean Ban, "The effect of stabilization on the utilization of municipal sewage sludge as a soil amendment", *Waste management*, 2019, **94**, 27-38. [COBISS.SI-ID 32380455]
57. Mateja Grašič, Aleksandra Golob, Katarina Vogel-Mikuš, Alenka Gaberščik, "Severe water deficiency during the mid-vegetative and reproductive phase has little effect on proso millet performance", *Water*, 2019, **11**, 10, 2155. [COBISS.SI-ID 5196367]
58. Zeeshan Faisal *et al.* (13 avtorjev), "Diagram, valence-to-core, and hypersatellite K β X-ray transitions in metallic chromium", *X-ray spectrometry*, 2019, **48**, 5, 351-359. [COBISS.SI-ID 32105511]
- Meeting of the ICOM-CC Metals Working Group, September 2-6, 2019, Neuchâtel, Switzerland, Proceedings, International Council of Museums - Committee for Conservation (ICOM-CC), 2019, 472. [COBISS.SI-ID 10298976]
2. Eva Menart, Nataša Nemeček, Irena Kralj Cigić, Helena Pucelj Krajnc, "Study of preventive conservation procedure for paintings on iron plates", V: *Metal 2019: the Interim Meeting of the ICOM-CC Metals Working Group, September 2-6, 2019, Neuchâtel, Switzerland*, Proceedings, International Council of Museums - Committee for Conservation (ICOM-CC), 2019, 451. [COBISS.SI-ID 10298464]
3. Janvit Teržan, Petar Djinović, Janez Zavašnik, Iztok Arčon, Gregor Žerjav, Matjaž Spreitzer, Albin Pintar, "Direct propylene oxidation using molecular oxygen using mesoporous silica as the support", V: *Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian-Croatian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia]*, Serbian Zeolite Association, 2019, 29-32. [COBISS.SI-ID 40274437]
4. Simon Širca, "Measurement of G_A and the GDH sum rule at high energies at Jefferson Lab: two proposals", V: *Proceedings of the Mini-Workshop Electroweak Processes of Hadrons, Bled, Slovenia, July 15-19, 2019*, (Blejske delavnice iz fizike, **20** 1), 2019, 93-102. [COBISS.SI-ID 3387748]
5. Sabina Markelj, Matic Pečovnik, Iztok Čadež, "Study of heavy ammonia production and hydrogen isotope exchange in ammonia on surfaces exposed to deuterium/nitrogen plasma", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 711. [COBISS.SI-ID 33176103]
6. Andreja Sironič, Ines Krajcar Bronič, Jasmina Kožar Logar, Romana Krištof, "Interlaboratorijske usporedbe aktivnosti organski vezanog tricija (OBT)", V: *Zbornik radova 12. simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja, Osijek, Hrvatska, 10.-12. travnja 2019: HDZZ - CRPA*, Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, 2019, 364-369. [COBISS.SI-ID 5768299]
7. Ines Krajcar Bronič, Jasmina Kožar Logar, Romana Krištof, Jovana Nikolov, Nataša Todorović, Ivana Stojković, Jadranka Barešić, Andreja Sironič, Damir Borković, "Rezultati sudjelovanja u međunarodnoj usporednoj studiji za biogenu komponentu u tekućim gorivima", V: *Zbornik radova 12. simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja, Osijek, Hrvatska, 10.-12. travnja 2019: HDZZ - CRPA*, Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, 2019, 355-363. [COBISS.SI-ID 5768043]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Jasmina Kožar Logar, "Radioaktivnost v pitni i podzemni vodi", V: *Obdelava podatkov meritev radioaktivnosti v okolju*, Institut Jožef Stefan, 2019, 21/106-35/106. [COBISS.SI-ID 32495655]
- Toni Petrovič, "Radioaktivnost v padavinah in suhem usedu", V: *Obdelava podatkov meritev radioaktivnosti v okolju*, Institut Jožef Stefan, 2019, 37/106-49/106. [COBISS.SI-ID 32495911]
- Katarina Vogel-Mikuš, Marijan Nečemer, "Radionuklidi v hrani", V: *Obdelava podatkov meritev radioaktivnosti v okolju*, Institut Jožef Stefan, 2019, 85/106-101/106. [COBISS.SI-ID 32496679]
- Katarina Vogel-Mikuš, Johannes Teun van Elteren, Marjana Regvar, Jitritin Chairapa, Boštjan Jenčič, Iztok Arčon, Alojz Kodre, Peter Kump, Anja Kavčič, Mitja Kelemen, Dino Metarapi, Marijan Nečemer, Primož Vavpetič, Primož Pelicon, Paula Pongrac, "Recent advances in 2D imaging of element distribution in Plants by focused beam techniques", V: *Plant metallomics and functional omics: a system-wide perspective*, Springer, 2019, 169-207. [COBISS.SI-ID 32530215]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

- Anja Kavčič, *Vpliv selena na privzem, vezavne oblike in biodostopnost živega srebra v izbranih rastlinah in glivah*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Katarina Vogel-Mikuš). [COBISS.SI-ID 936055]

STROKOVNI ČLANEK

- Miha Mihovilovič, Tinkara Bučar, Neža Strmole, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "ENRAS", *Jedrce Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije*, 2019, 34, 10-11. [COBISS.SI-ID 33232935]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

(VABLJENO PREDAVANJE)

- Miha Mihovilovič, Harald Merkel, For the A1-Collaboration, "ISR experiment at A1-collaboration", V: *11th International Workshop on e⁺e⁻ Collisions from Phi to Psi (PhiPsi 2017)*, June 26-29, 2017, Mainz, Germany, (EPJ web of conferences, **218**), 2019, 04001. [COBISS.SI-ID 33159463]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Nataša Nemeček, Eva Menart, Domen Lavriha, Marko Jeran, Tomaž Lazar, Christian Degriy, "Exploring suitable parameters for electrochemical cleaning/ consolidation of museum objects and practical use of the Pleco electrolytic pencil", V: *Metal 2019: the Interim*

ODSEK ZA TANKE PLASTI IN POVRŠINE

F-3

Osnovna usmeritev odseka obsega razvoj, pripravo in karakterizacijo trdih zaščitnih PVD-prevlek, raziskovanje pa poteka tudi na drugih področjih tankih plasti in fizike površin. Osnovne raziskave obsegajo študij fizikalno-kemijskih lastnosti različnih večkomponentnih, večplastnih in nanostrukturnih prevlek. V okviru aplikativnih raziskav razvijamo prevleke za zaščito orodij pri nekaterih proizvodnih procesih za potrebe industrije.



Vodja:
prof. dr. Miha Čekada

Na osrednjem raziskovalnem področju trdih zaščitnih prevlek se že vrsto let ukvarjamo z rastnimi defekti v tankih plasteh, nanesenih z magnetronskim nanašanjem. Ob nedavni instalaciji naprave za nanašanje s katodnim lokom smo raziskave rastnih defektov razširili tudi na to tehniko, za katero je sicer značilna velika gostota emitiranih mikropapljc. Več poudarka smo namenili tudi sicer znanemu, a v svetu malo raziskanemu pojavu povečane debeline prevleke na geometrijsko izpostavljenih mestih. Preliminarni rezultati kažejo zanimive trende, ki bodo predmet naših raziskav tudi v prihodnjem letu.

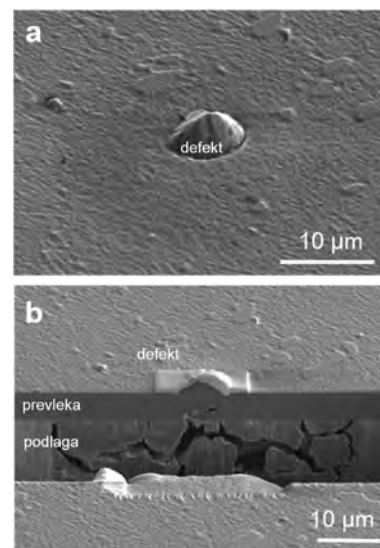
V preteklem letu smo se precej usmerili v analitiko na nanometrskem področju. Sodelavec dr. Aljaž Drnovšek je s podoktorskega usposabljanja na Montanuniversität Leoben (Avstrija), Univerzi v Southamptonu (Velika Britanija) in Univerzi v Kaliforniji, Berkeley (ZDA) prinesel znanje za študij lomne žilavosti prevlek, obrabe diamantne visokotemperaturne konice ter bazičnih študij drsnih ravnin kristalov različnih kristalnih struktur. Na tamkajšnjih institucijah je meril nanomehanske lastnosti prevlek CrAlN in CrAlSiN. V preteklem letu smo uspešno konkurirali na razpisu ARRS za sofinanciranje nabave raziskovalne opreme, v okviru katerega bomo kupili *in-situ* merilnik fizikalnih lastnosti na nanoskali. Ta instrument nam bo omogočil nadaljevanje takšnega raziskovalnega dela v domačem okolju, kjer bomo analizirali nanomehanske lastnosti prevlek, nanesenih v našem laboratoriju.

Nekoliko drugačna usmeritev je vse intenzivnejše sodelovanje s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani. S tamkajšnjim Laboratorijem za odrezovanje imamo komplementarno opremo, ki pri nas omogoča nanašanje prevlek, pri njih pa preskušanje teh prevlek v polindustrijskih pogojih. Od lanskega leta imamo mladega raziskovalca, ki bo raziskovalno delo na področju kriogene obdelave opravljal v obeh institucijah.

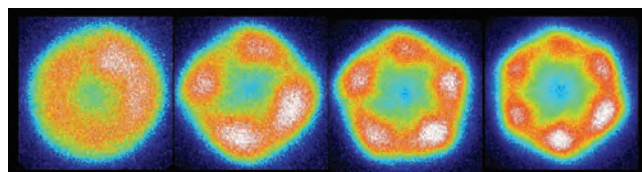
Poleg nanašanja in analitike prevlek se na odseku ukvarjamo tudi z razumevanjem osnovnih fizikalnih procesov v plazmah, ki jih uporabljamo za nanašanje. Tehnika, ki se pogosto uporablja za nanašanje kakovostnih tankih plasti in je vir goste plazme, je magnetronsko naprševanje. Raziskava magnetronskih razelektrejev je nedavno pokazala, da je plazma kotno nehomogena, kar je bilo v nasprotju s splošnim prepričanjem. Študije s hitrimi kamerami so razkrile, da je plazma zgoščena v območjih s puščičasto obliko, ki tvori periodične ali semi-periodične vzorce. Takšno samoorganizacijo plazme so opazili v klasičnem enosmernem in pulznem magnetronskem režimu delovanja magnetronskega naprševanja. V preteklem letu pa smo prvi pokazali, da so samoorganizirane plazemske strukture prisotne tudi v oscilatornem radiofrekvenčnem magnetronskem režimu. Ta režim naprševanja se uporablja predvsem za nanos električno neprevodnih tankih plasti. Naše raziskave so pokazale, da plazma tvori stabilne vzorce v širokem razponu parametrov razelektreje.

Že več let sodelujemo tudi pri raziskavah jedrske fuzije. Te raziskave večinoma potekajo z raziskovalci iz Max-Planck Institut für Plasmaphysik iz Garchinga (Nemčija). V preteklosti smo razvili tanke plasti volframovega nitrida, ki smo jih nanesli na testne ploščice prve stene fuzijskega reaktorja. Ploščice so bile več mesecev izpostavljene plazmi v tokamaku ASDEX Upgrade. Z različnimi površinskimi tehnikami analiziramo poškodbe, ki so nastale na ploščicah zaradi močnih tokov ionov in elektronov na steno reaktorja.

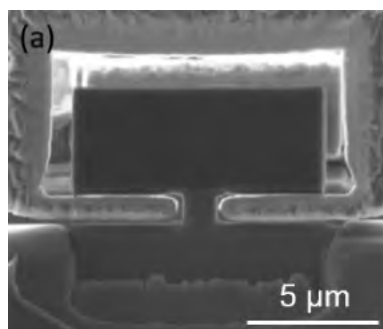
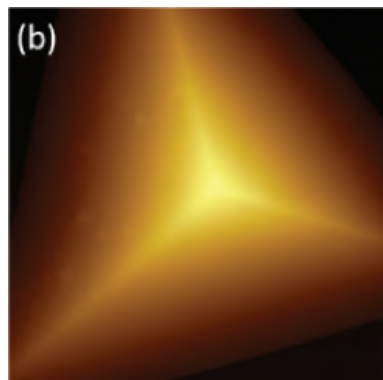
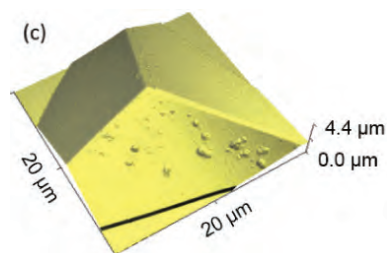
Odsek v manjši meri deluje tudi na nekaterih drugih področjih nanašanja prevlek ter analitike površin in tankih plasti. Večinoma gre za kemijsko precej drugačne materiale, kot je naše osrednje raziskovalno področje, vendar pa naš prispevek ustrezno dopolnjuje druge raziskovalne partnerje, ki nimajo na voljo ustreznega instrumentarija za določen segment raziskav. Na ta način sodelujemo z več odseki na našem inštitutu pa tudi z drugimi raziskovalnimi institucijami, kot so fakulteta za strojništvo na univerzah v Ljubljani in v Mariboru, Naravoslovnotehniška fakulteta



Slika 1: Rastni defekt na prevleki TiAlN po izpostavitvi korozijskemu testu: SEM-posnetek površine (a) in posnetek z iste perspektive po izdelavi prečnega prereza s tehniko FIB (b). Korozijske poškodbe jeklene podlage so jasno razvidne.



Slika 2: Samoorganizirane plazemske strukture v radiofrekvenčnem režimu magnetronskega naprševanja za različne parametre razelektreje, posnete z visokohitrostno kamero.



Univerze v Ljubljani ter Inštitut za kovinske materiale in tehnologije. V sodelovanju z raziskovalci Instituta za nuklearne znanosti Vinča iz Srbije raziskujemo magnetne lastnosti tankih plasti in nanodelcev. Sodelujemo tudi z Institute for Technical Physics and Materials Science (Hungarian Academy of Sciences); naš prispevek je nanašanje večplastnih struktur na osnovi Si/C.

Sodelovanje s slovensko industrijo poteka na več ravneh. Na eni strani multilateralno sodelujemo pri večjih projektih, na primer pri programu Gostop v okviru strategije pametne specializacije. V okviru tega projekta smo preverjali možnosti zaščite orodij za tlačno litje aluminija z različnimi prevlekami. Najboljše rezultate je dala nanoplastna prevleka na osnovi TiAlN. Ožje usmerjeni pa so manjši projekti ali neformalna sodelovanja, na primer študij primernosti nanosa različnih prevlek na lasersko sintrano jeklo (v sodelovanju s podjetjem Marsi). Večkrat izvajamo izobraževalne seminarje, bodisi za širši krog (v organizaciji Razvojnega centra orodjarstva Tecos) ali pa v lastni režiji v dogovoru s posameznimi podjetji. Takšen seminar je lahko nadgradnja preteklega sodelovanja ali pa podlaga za nadaljnje sodelovanje. Leta 2019 smo imeli take seminarje v podjetjih Krka, Gorenje, Odelo in Niko.

Podjetja se na nas obračajo tudi v primeru raznih izzivov, ki so povezani s površinami in tankimi plastmi. Bodisi gre za naprednejšo analitiko ali pa iskanje vzrokov za težave. V preteklem letu smo takšne analize delali za podjetja: Cetus, Difa, Kovinos, Le-tehnika, Phos, Proarmis, SIQ Slovenia in Teroxel. Podjetjem ponujamo tudi storitve nanašanja trdih prevlek na njihova orodja, kar izvajamo v okviru našega Centra za trde prevleke. Na leto imamo več kot sto partnerjev, kar vključuje tako velika podjetja (npr. Kolektor, Mahle, Unior, Hidria) kot tudi množico malih orodjarn.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. P. Panjan, A. Drnovšek, P. Gselman, M. Čekada, P. Panjan, T. Bončina, D. Kek-Merl[†], Influence of growth defects on the corrosion resistance of sputter-deposited TiAlN hard coatings, *Coatings*, 2019, 9, 8, 511
2. M. Panjan, Self-organizing plasma behavior in RF magnetron sputtering discharges, *Journal of applied physics*, 2019, 125, 20, 203303-1–203303-9

Slika 3: (a) SEM-posnetek in-situ nateznega testa niklja; (b) AFM-posnetek nove konice za vtiskovanje tipa Berkovich in (c) ustrezna 3D-topografija

MEDNARODNI PROJEKTI

1. H2020-EUROfusion-Komponente v stiku s plazmo-1-IPH-FU, EUROFUSION
European Commission
dr. Matjaž Panjan
2. H2020 EUROfusion - Kampanje srednje velikih tokamakov-MST1-FU
European Commission
dr. Matjaž Panjan
3. Tribološke lastnosti naprednih nanokompozitnih prevlek pri visokih temperaturah
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Peter Panjan

PROGRAM

1. Tankoplastne strukture in plazemsko inženirstvo površin
prof. dr. Miha Čekada

PROJEKTI

1. Začetne stopnje površinske funkcionalizacije polimerov s plazemskimi radikali
Uroš Stele, dipl. inž. fiz.
2. Oglikove nanostene za supekondenzatorje prihodnosti
prof. dr. Miha Čekada
3. KETGATE: Dostop srednjeevropskih MSP do infrastrukture ključnih tehnologij Key Enabling Technologies, KET - Sprožitev novega transnacionalnega ekosistema KET inovacij
prof. dr. Miha Čekada
4. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali)
prof. dr. Miha Čekada
5. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti
prof. dr. Miha Čekada
6. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev v letu 2019
prof. dr. Miha Čekada
7. Nanos trdih prevlek
prof. dr. Miha Čekada

OBISKI

1. Udo Stüber, KCS Europe GmbH, Monschau, Nemčija; Homare Namura, Kobe Steel, Japonska, 1. 2. 2019
2. Aldo Conti, Sam Bort, Hiden Analytical, Milano, Italija; Warrington, Velika Britanija, 19.–20. 2. 2019
3. Rainer Cremer, KCS Europe, Monschau, Nemčija, 5.–7. 3. 2019
4. Pal Terek, Dragan Kukuruzović, Vladimir Terek, Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija, 3.–14. 6. 2019
5. Marin Tadić, Institut za nuklearne nauke »Vinča«, Beograd, Srbija, 20.–30. 6. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. prof. dr. Miha Čekada, 8th Central European symposium on plasma chemistry, Gozd Martuljek, Slovenija, 26.–30. 5. 2019 (1)
2. prof. dr. Miha Čekada, European joint committee on plasma and ion surface engineering, Dresden, Nemčija, 11. 10. 2019
3. prof. dr. Miha Čekada, dr. Aljaž Drnovšek, Nastja Mahne, dr. Matjaž Panjan, International scientific meeting Vacuum science and technology, Njivice, Hrvaška, 16.–17. 5. 2019 (2)

4. prof. dr. Miha Čekada, Matej Drobnič, Dan orodjarstva, Ljubljana, 6. 11. 2019
5. prof. dr. Miha Čekada, dr. Matjaž Panjan, International vacuum congress, Malmö, Švedska, 1.-5. 7. 2019 (2)
6. prof. dr. Miha Čekada, dr. Peter Panjan, Industrijski forum IRT, Portorož, 3.-4. 6. 2019
7. dr. Aljaž Drnovšek, 46th International conference on thin films and metallurgical coatings, San Diego, ZDA, 19.-24. 5. 2019 (1)
8. Matej Drobnič, Reactive sputtering deposition, Braunschweig, Nemčija, 4.-6. 12. 2019
9. dr. Matjaž Panjan, European materials research society Spring meeting, Nica, Francija, 27.-31. 5. 2019 (1)

10. dr. Matjaž Panjan, AVS 66th international symposium & exhibition, Columbus, ZDA, 20.-25. 10. 2019 (1)
11. dr. Matjaž Panjan, 11th Symposium on vacuum-based science and technology, Kolobrzeg, Poljska, 19.-21. 11. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. dr. Matjaž Panjan: Max Planck Institute of Plasma Physics, Garching, Nemčija, 27. 1.-3. 2. 2019 (eksperimentalno delo pri evropskem projektu)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **prof. dr. Miha Čekada, vodja odseka**
2. dr. Peter Panjan, znanstveni svetnik
3. dr. Matjaž Panjan

Podoktorski sodelavci

4. dr. Aljaž Drnovšek

Mlajši raziskovalci

5. Matej Drobnič, mag. inž. str.
6. Nastja Mahne, mag. med. fiz.

Strokovni sodelavci

7. Uroš Stele, dipl. inž. fiz.

Tehniški in administrativni sodelavci

8. Joško Fišer
9. Damjan Matelič
10. Andrej Mohar
11. Tomaž Sirknik
12. Tadej Stele

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. CemeCon AG, Würselen, Nemčija
2. Hidria Rotomatika, d. o. o., Spodnja Idrija
3. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
4. Institut za nuklearne nauke »Vinča«, Beograd, Srbija
5. Institute of Technical Physics and Materials Science, Budimpešta, Madžarska
6. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Ljubljana
7. KCS Europe GmbH, Monschau, Nemčija
8. Kemijski inštitut, Ljubljana
9. Kolektor Sikom, d. o. o., Idrija
10. Kovinos, d. o. o., Horjul
11. Max Planck Institute of Plasma Physics, Garching, Nemčija
12. Montanuniversität Leoben, Leoben, Avstrija
13. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
14. PHOS, d. o. o., Parecag
15. Tecos, razvojni center orodjarstva Slovenije, Celje, Slovenija
16. University of California, Berkeley, ZDA
17. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor
18. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
19. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Peter Panjan, Aljaž Drnovšek, Peter Gselman, Miha Čekada, Matjaž Panjan, Tonica Bončina, Darja Kek-Merl, "Influence of growth defects on the corrosion resistance of sputter-deposited TiAlN hard coatings", *Coatings*, 2019, **9**, 8, 511. [COBISS.SI-ID 32561447]
2. Marin Tadić, Djordje Trpkov, Lazar Kopanja, Sandra Vojnović, Matjaž Panjan, "Hydrothermal synthesis of hematite (α -Fe₂O₃) nanoparticle forms: synthesis conditions, structure, particle shape analysis, cytotoxicity and magnetic properties", *Journal of alloys and compounds*, **792**, 599-609. [COBISS.SI-ID 32322087]
3. Matjaž Panjan, "Self-organizing plasma behavior in RF magnetron sputtering discharges", *Journal of applied physics*, 2019, **125**, 20, 203303. [COBISS.SI-ID 32438567]
4. Juliane Moritz, Anže Abram, Miha Čekada, Urška Gabor, Maja Garvas, Irena Zdovc, Aleš Dakskobler, Jasna Cotič, Karolina Ivičak-Kocjan, Andraž Kocjan, "Nanoroughening of sandblasted 3Y-TZP surface by alumina coating deposition for improved osseointegration and bacteria reduction", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 14, 4347-4357. [COBISS.SI-ID 32431143]
5. Dervis Ozkan, Peter Panjan, Mustafa Sabri Gök, Abdullah Cahit Karaođlanlı, "Investigation of machining parameters that affects surface roughness and cutting forces in milling of CFRPs with TiAlN and TiN coated carbide cutting tools", *Materials research express*, **6**, 9, 095616. [COBISS.SI-ID 32557351]
6. B. Labit *et al.* (466 avtorjev), "Dependence on plasma shape and plasma fueling for small edge-localized mode regimes in TCV and ASDEX Upgrade", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 8, 086020. [COBISS.SI-ID 12602964]
7. Aljaž Drnovšek, Marisa Rebelo de Figueiredo, Hi Vo, Ao Xia, Shradha J. Vachhani, Szilard Kolozsvári, Peter Hosemann, Robert Franz, "Correlating high temperature mechanical and tribological properties of CrAlN and CrAlSiN hard coatings", *Surface & coatings technology*, 2019, **372**, 361-368. [COBISS.SI-ID 32375335]
8. A. S. Racz, D. Zambo, Anelia G. Dobrikova, I. Lukas, Z. Zolnai, A. Németh, Peter Panjan, Ágota Deák, G. Battistig, Miklós Menyhárd, "Novel method

for the production of SiC micro and nanopatterns", *Surface & coatings technology*, 2019, **372**, 427-433. [COBISS.SI-ID 32382759]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Pal Terek, Lazar Kovačević, Aleksandar Miletić, Dragan Kukuruzović, Branko Škorić, Aljaž Drnovšek, Peter Panjan, "Sticking and galling phenomena in ejection process of coated core pins from Al-Si-Cu alloy casting", V: *Serbiatrib '19: 16th International Conference on Tribology, 15-17 May 2019, Kragujevac, Serbia*, (Proceedings on Engineering Sciences, **1**, 1), 2019, 246-251. [COBISS.SI-ID 33254695]
2. Dragan Kukuruzović, Pal Terek, Lazar Kovačević, Branko Škorić, Aleksandar Miletić, Peter Panjan, Miha Čekada, "Evaluation of soldering resistance of CrAlN coatings intended for application on high pressure die casting tools", V: *Serbiatrib '19: 16th International Conference on Tribology, 15-17 May 2019, Kragujevac, Serbia*, (Proceedings on Engineering Sciences, **1**, 1), 2019, 278-284. [COBISS.SI-ID 33254951]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Mario Šinko, Matic Vogrin, Miha Čekada, "Napredna 3D - DMLS tehnologija", V: *Vir znanja in izkušenj za stroko: 11. industrijski forum IRT, Portorož, 3. in 4. junij 2019*, zbornik foruma, Profidtp, 2019, 109-112. [COBISS.SI-ID 32556583]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Peter Panjan, *Novejši razvoj postopkov zaščite orodij za rezanje in oblikovanje pločevine z veliko natezno napetostjo*, TECOS, 2019. [COBISS.SI-ID 32390183]
2. Peter Panjan, *Novejši razvoj na področju zaščite orodij za stiskanje trdih tablet: seminar za tehnologe*, Krka d. o. o., 2019. [COBISS.SI-ID 32390439]
3. Peter Panjan, *Trde PVD prevleke za zaščito orodij in možnosti zaščite orodij za predelovanje plastike*, Gorenje d. o. o., 2019. [COBISS.SI-ID 33149479]

ODSEK ZA TEHNOLOGIJO POVRŠIN IN OPTOELEKTRONIKO

F-4

Odsek za tehnologijo površin opravlja raziskave na interdisciplinarnem področju načrtovanja površinskih lastnosti različnih materialov. Ključna znanstvena področja so raziskave površin in tankih plasti z metodami XPS, AES, SIMS in AFM, raziskave plinskih razelektritev in neravnovesne plinske plazme, raziskave interakcije plazemskih delcev z organskimi in anorganskimi materiali, razvoj plazemskih postopkov za sintezo in modifikacijo nanomaterialov, razvoj postopkov za uporabo plazemskih tehnologij v kmetijstvu, biotehnologiji in medicini, interakcija plinske plazme s površinami fuzijskih reaktorjev ter raziskave in razvoj postopkov za uporabo plinske plazme v industriji.



Vodja:

prof. dr. Miran Mozetič

Raziskovalna skupina je bila močno vpeta v pripravo slovenske strategije pametne specializacije (S4). Strategija je ključen dokument za prehod v sodobno družbo v skladu z evropsko strategijo pametne specializacije (S3). Ustanovljena so bila strateška partnerstva za raziskave in inovacije (SRIPi). Med njimi sta za dejavnosti našega odseka najpomembnejša SRIP Tovarne prihodnosti in Hrana. Oba SRIP-a sta prepoznala plazemske tehnologije za ključne omogočitvene tehnologije. Večina trenutno uporabljenih plazemskih tehnologij ne ustreza standardom industrije 4.0 niti v klasičnih industrijah, kot sta avtomobilska in električna, kaj šele v kmetijstvu. Raziskovalna skupina Odseka za tehnologijo površin je pripravila akcijske načrte za premostitev vrzeli med trenutnimi praksami in zahtevami industrije 4.0. Člani skupine so med vodilnimi raziskovalci v velikih raziskovalnih in razvojnih projektih, ki potekajo v okviru strategije S4 tako v kmetijstvu kot v prehranski industriji.

Raziskovalna skupina je organizirala več aktualnih delavnic o plazemskih tehnologijah, ki so pritegnile udeležbo različnih strokovnjakov in laikov tako iz proizvodnih dejavnosti kot iz akademske sfere. Tovrstne delavnice so edinstvene priložnosti za mreženje in izmenjavo idej. Organizacija znanstvenih srečanj je pomembna tudi za promocijo Slovenije. V letu 2019 je Kongresni urad Slovenije organiziral slovesnost, na kateri je podelil priznanja najuspešnejšim organizatorjem mednarodnih konferenc. Član naše skupine profesor Janez Kovač je prejel priznanje kongresni ambasador za organizacijo evropske vakuumske konference v Portorožu. Konferenca je pritegnila približno 200 udeležencev iz različnih držav in z različnimi kompetencami, poleg uporabnikov vakuumskih tehnologij tudi proizvajalce vakuumske opreme in velikih industrijskih vakuumskih sistemov. Na sliki 1 profesor Kovač prejema priznanje na slovesnosti, ki so jo organizirali na ljubljanskem gradu.

Člani raziskovalne skupine pogosto nastopamo kot povabljeni predavatelji na različnih znanstvenih in strokovnih srečanjih. Ker smo znani po dejavnostih v zvezi z industrijo 4.0, smo pogosto povabljeni, da predavamo o najsoodobnejših tehnologijah za bodoče pametne proizvodnje linije, posebej pa o izzivih, ki jih predstavlja prilagajanje plazemskih tehnologij kriterijem industrije 4.0. Vodja skupine prof. Miran Mozetič je bil tako plenarni govornik na veliki konferenci azijsko-pacifiških fizikov, ki so jo organizirali v Maleziji jeseni 2019. Pojasnil je pomanjkljivosti trenutnih plazemskih tehnologij in predstavil potrebne spremembe, ki so izziv za plazemske znanstvenike. S praktičnimi primeri je ilustriral potrebo po senzorjih, ki bi omogočili sprotno prilagajanje procesnih parametrov glede na specifične obdelovance. Slika 2 je bila posneta na tej konferenci, ki je pritegnila približno 500 udeležencev.

Plazemski reaktorji, ki jih danes uporabljamo za površinsko obdelavo različnih materialov, običajno niso opremljeni s senzorji za sprotno in krajevno ločljivo spremljanje plazemskih parametrov. Številni reaktorji delujejo pri dokaj nizki gostoti moči, zaradi česar so poglavitni reaktanti

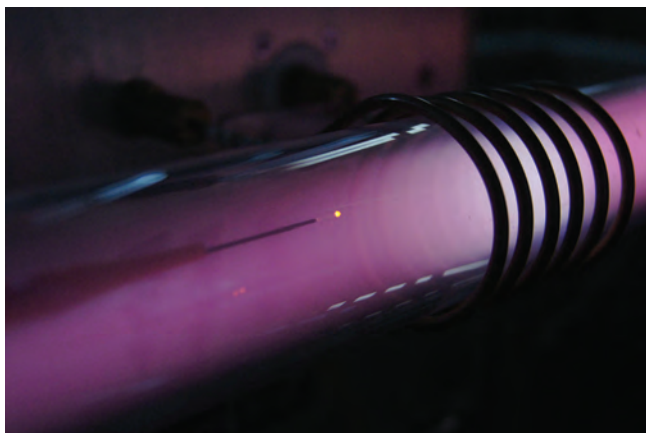


Slika 1: Prof. dr. Janez Kovač je prejel priznanje kongresni ambasador od Kongresnega urada Slovenije za organizacijo Združene vakuumske konference JVC-16 in Evropskega vakuumskega kongresa EVC-14.

Raziskovalna skupina je močno vpeta v industrijske raziskave, ki potekajo v sklopu slovenske strategije pametne specializacije (S4).



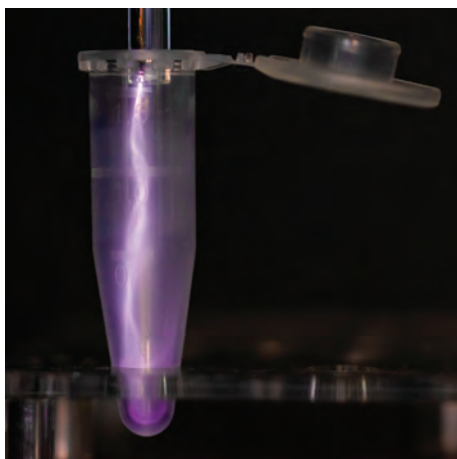
Slika 2: Vodja skupine je bil plenarni govornik na 14. konferenci azijsko-pacifiških fizikov v Maleziji.



Slika 3: Konica patentirane katalitične sonde se segreje na približno 1000 K z laserjem, ki je nameščen na drugo stran optičnega vlakna.



Slika 4: Dr. Nina Recek preizkuša dekontaminacijo in kalitev semen, obdelanih v plazmi.



Slika 5: Obdelava epic s plinsko plazmo zmanjša oprijema mikroveziklov in eksosomov.

nevtralni radikali, ne pa električno nabiti delci. Čeprav je gostota nabitih delcev pogosto dokaj homogena tudi v reaktorjih industrijske velikosti, pogosto opazimo velike gradiente nevtralnih radikalov. Gradienti, tako prostorski kot časovni, so posledica razlik v verjetnosti za heterogeno površinsko rekombinacijo radikalov na materialih, ki so v stiku s plazmo. Zaenkrat še nimamo zanesljivih in industrijsko uporabnih tehnik za določanje gostote radikalov v plinski plazmi pri nizkem tlaku. Različne raziskovalne skupine po svetu so razvile inovativne tehnike merjenja gostot z dobro ločljivostjo, tako prostorsko kot časovno, nekatere so obetavne tudi za uporabo v pametnih proizvodnih linijah. Ena od rešitev temelji na zelo zanesljivi metodi – kalorimetriji. Naša raziskovalna skupina je razvila več vrst tovrstnih senzorjev, najbolj izpopolnjena pa je lasersko krmiljena katalitična sonda. Prvotno patentno prijavo smo vložili že leta 2014, evropski patent pa je bil podeljen leta 2019 [patent 2]. Katalitično konico sonde stalno vzdržujemo pri visoki temperaturi, moč laserja, ki je potrebna za vzdrževanje konstantne visoke temperature, pa je obratno sorazmerna s tokom radikalov na katalitično konico. Na sliki 3 prikazujemo fotografijo vroče konice v poskusnem plazemskem reaktorju.

Januarja 2019 smo začeli z raziskavami in razvojem v okviru velikega projekta **Inovativna okolju prijazna plazemska tehnologija za dekontaminacijo semen**. Raziskovalna skupina ima ambiciozne načrte za razvoj tehnologije, ki bo omogočila tako razkuževanje različnih semen kot tudi zmanjšanje koncentracije toksinov pod raven, ki jo predpisujejo mednarodni standardi. Cilj projekta je razvoj tehnologije do stopnje tehnološke zrelosti (TRL) 6: tehnologija, dokazana v ustreznem industrijskem okolju. Šest partnerjev je vključenih v uporabne raziskave in razvoj prototipa plazemskega reaktorja, ki bo omogočal obdelavo semen v neprekinjenem načinu. Vodja konzorcija je največji slovenski proizvajalec semen, znanstveno vodstvo pa je sprejela dr. Nina Recek (slika 4). Pri tem ambicioznem projektu sodelujejo raziskovalci z različnimi znanji z več odsekov Instituta "Jožef Stefan".

Raziskovalna skupina je sodelovala tudi pri drugem velikem projektu z naslovom **Food4Future**. Razvili smo inovativno tehnologijo za izboljšanje lastnosti polietilenskih (PE) in polipropilenskih (PP) folij, primernih za uporabo v embalaži za živila. Ključni inovativni korak je bila optimizacija parametrov plazme za obdelavo teh folij, da bi dosegli odličen oprijem hitozan-koloidne prevleke z odličnimi antibakterijskimi in antioksidativnimi lastnostmi ter nizko prepustnostjo za kisik. Na plazemsko obdelano površino folij smo najprej nanесли plast makromolekularne raztopine hitozana, kar je omogočilo odlične antibakterijske lastnosti. Nato smo nanесли drugo prevleko, ki je vsebovala matriko polifenol resveratrola z gostimi nanodelci hitozana, ki so hkrati omogočili antioksidativne in protimikrobne lastnosti. Rentgenska fotoelektronska spektroskopija (XPS) in infrardeča spektroskopija (FTIR) sta pokazali uspešno vezavo obeh prevlek na folije. Poleg tega sta obe plasti omogočili zmanjšano prepustnost za kisik in optimalno omočljivost, s čimer smo preprečili pojav rose na površini folije. Tako pripravljene materiali omogočajo za več kot 90 % zmanjšanje bakterij v primerjavi z neobdelanimi folijami in povečano antioksidativno aktivnost za faktor 10. Tehnika je uporabna v različnih embalažah, tako za hrano (meso, zelenjava, mlečni izdelki in pekovski izdelki) kot za zdravila. Ustrezno patentno prijavo smo vložili maja 2019.

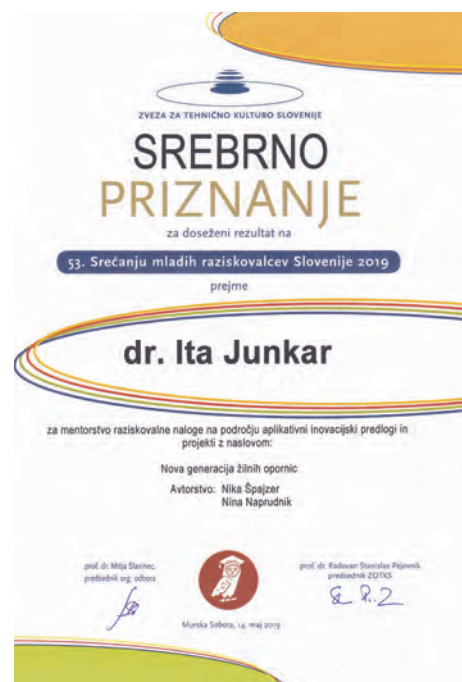
Biomedicinska uporaba plazemskih tehnologij ostaja vroča tema interdisciplinarnih raziskav po vsem svetu. Naša raziskovalna ekipa je med najbolj inovativnimi v tej znanstveni niši. Evropski patentni urad je jeseni 2019 podelil patent, ki razkriva metodo za obdelavo epic (mikrocentrifugirke), ki se uporabljajo za izolacijo mikroveziklov, nanoveziklov ali eksosomov [patent 3]. Metoda temelji na obdelavi notranjih sten epic s kratkotrajnimi plazemskimi pulzi, ki spremenijo tako morfologijo kot kemijske lastnosti površine. Uspešno sodelovanje z raziskovalci z ljubljanske univerze je omogočilo razvoj metode in ustrezne naprave za rutinsko obdelavo množice epic. Univerza v Ljubljani je prepoznala ta postopek kot enega izmed izjemnih raziskovalnih dosežkov v letu 2019. Raziskave membranskih nanostruktur in dejavnikov, ki vplivajo na medsebojno delovanje celice in okolja, spadajo med najpomembnejše za ugled univerze v mednarodni znanstveni javnosti, pa tudi v strokovnih in širših krogih. Fotografija patentirane naprave je prikazana na sliki 5.

Za širši krog znanstvene in laične javnosti je zanimiva tudi uporaba plazme za zdravljenje bolezni srca in ožilja. Osredotočili smo se na raziskave metod za izboljšanje lastnosti žilnih vsadkov – stentov. V te dejavnosti smo vključili tudi študente pod mentorstvom prof. Ite Junkar. Študentki Nika Špajzer in Nina Naprudnik sta pripravili elaborat z naslovom **Nova generacija vaskularnih stentov**, njuna mentorica pa je na 53. srečanju mladih raziskovalcev Slovenije prejela srebrno priznanje za mentorstvo tega interdisciplinarnega raziskovalnega dela. Poleg tega priznanja je elaborat prejel tudi Krkino nagrado na 49. tekmovanju mladih raziskovalcev, ki ga je organiziralo največje slovensko farmacevtsko podjetje Krka. Srebrno priznanje je prikazano na sliki 6.

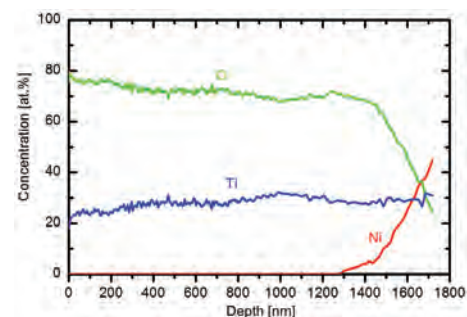
Nitinol (zlitina niklja in titana) se zaradi zanimivih mehanskih lastnosti uporablja kot primeren material v medicini. Njegovo širšo uporabo pa omejuje sproščanje strupenega niklja in posledično absorpcija v človeško tkivo. Razvili smo nov inovativni postopek, ki preprečuje izločanje niklja iz tovrstnega materiala, s čimer smo pomembno izboljšali njegovo biokompatibilnost, nismo pa poslabšali mehanskih lastnosti zlitine. Naš inovativni postopek omogoča oblikovanje tanke plasti titanovih oksidov na površini te zlitine. Oksidni film predstavlja difuzijsko zaporo, tako da ioni Ni iz osnovnega materiala ne morejo prodreti iz notranjosti materiala. Na sliki 7 je prikazan globinski profil površinske plasti, ki smo ga izmerili s spektroskopijo Augerjevih elektronov (AES). Opaziti je nemerljivo nizko koncentracijo niklja znotraj oksidnega filma. Raziskave biokompatibilnosti, ki smo jih izvedli v skladu s standardnim protokolom ISO z uporabo človeških celic L929, niso pokazale kakršnihkoli citotoksičnih učinkov, ki bi lahko nastali zaradi sproščanja niklja. Preiskava sproščanja niklja vzorcev, izpostavljenih Hankovi raztopini, merjena z ICP-OES, je prav tako pokazala zanemarljive koncentracije Ni. O rezultatih so poročali v ugledni reviji *Applied Surface Science* [objava 1]. Ta prispevek je prvo poročilo v svetovnem merilu o plazemski sintezi titanovega oksida brez niklja na površini katerekoli zlitine, ki vsebuje Ni in Ti.

Tankoplastne strukture so pomembne na mnogih tehnoloških področjih, predvsem so nepogrešljive pri izdelavi polprevodniških elementov. Z njihovo zahtevno pripravo je povezana potreba po zanesljivi in natančni analizi takšnih struktur. Med različnimi analitskimi metodami je posebej uporabna profilna analiza z ionskim jedkanjem v kombinaciji z masno spektrometrijo sekundarnih ionov (SIMS) ali pa z elektronsko spektroskopijo (XPS, AES). Vse tri metode so na voljo v naših laboratorijih. Izmerjeni profilni diagrami porazdelitve elementov v ultratankih plasteh pa so pogosto popačeni glede na originalno porazdelitev, predvsem zaradi neželenih vplivov ionskega jedkanja. Za rekonstrukcijo in interpretacijo izmerjenih profilnih diagramov uporabljamo model MRI (ang. Mixing-Roughness-Information), s katerim opišemo mešanje atomov in nastanek hrapavosti zaradi ionskega jedkanja ter s tem povezan vpliv analizne globine za specifično analizo metodo. MRI model smo izpopolnili tako, da lahko upoštevamo dodatni neželeni vpliv prednostnega ionskega jedkanja za nekatere elemente. Različne hitrosti jedkanja vplivajo na globinsko ločljivost meritve in na izmerjene lego plasti v tankoplastni strukturi. V naši eksperimentalni in teoretični študiji preferenčnega ionskega jedkanja zelo tankih plasti (debeline 5–20 nm) smo ugotovili, kako sta širina in položaj fazne meje med plastmi ter izmerjena debelina plasti odvisna od preferenčnega jedkanja pri XPS, AES in SIMS profilnih diagramih. Izpopolnjeni MRI model za preferenčno jedkanje smo nato uspešno uporabili pri interpretaciji AES profilnih diagramov večplastnih struktur Ag/Ni. Rezultate smo objavili v vodilni reviji s področja karakterizacije površin in tankih plasti *Applied Surface Science* [objava 2].

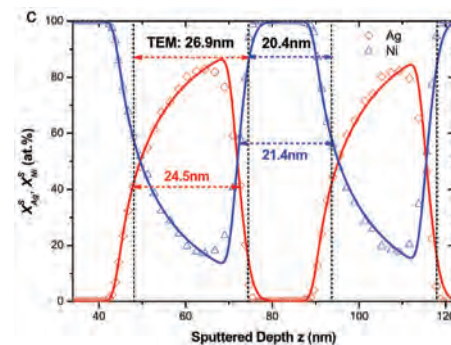
Raziskovalna skupina pogosto sodeluje v fuzijsko-naravnanih projektih. Raziskave opravljamo bodisi v naših laboratorijih bodisi v velikih fuzijskih središčih. Drugi največji fuzijski reaktor je tokamak ASDEX-U, ki se nahaja v Garchingu v Nemčiji. Tam smo opravili množico meritev pri razmerah, ko smo v divertor vpihovali dušik in s tem hladili plazmo pred stenami reaktorja. Analizirali smo obnašanje plinov in nastanek amonijaka zaradi interakcije vpihanega plina z vročo vodikovo plazmo [objava 3]. Količina odkritega amonijaka se je povečevala s povečevanjem števila pulzov vroče plazme. Rezultati kažejo, da se tvorba amonijaka obnaša podobno kot gostota dušika v plazmi. Prostorska porazdelitev odkritega amonijaka pa potrjuje hipotezo, po kateri je poglaviti mehanizem sinteze tega plina heterogena površinska reakcija atomov H in N, ki je še posebej izrazita v predelih tokamaka, ki jih plinska plazma ne doseže. Rezultati so pomembni za izvirne rešitve pri konstrukciji bodočih fuzijskih reaktorjev, kajti trenutno velja prepričanje, da bo prav vpihanje dušika pomembno pripomoglo k hlajenju plazme v divertorjih in s tem k brezhibnemu delovanju reaktorjev, saj površine ne bodo obremenjene tako, kot bi bile sicer brez hlajenja plazme pred stenami divertorja.



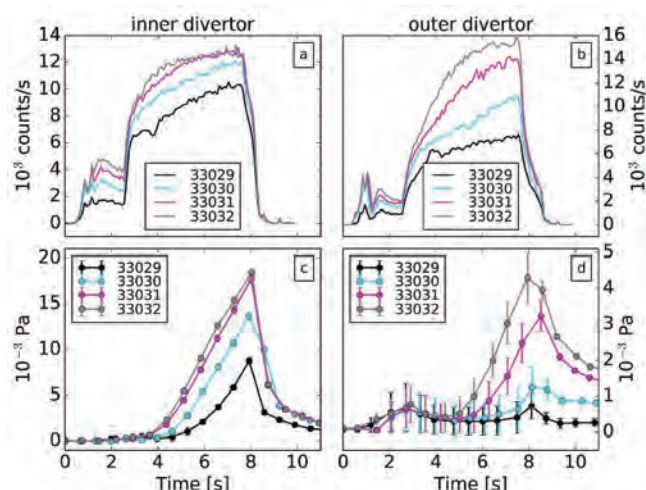
Slika 6: Prof. dr. Ita Junkar je bila nagrajena za mentorstvo dvema študentkama, ki sta pripravili raziskavo o razvoju nove generacije žilnih vsadkov.



Slika 7: AES globinski profil vzorca Nitinola, ki smo ga oksidirali s patentiranim postopkom obdelave z vodikovo in kisikovo plazmo.



Slika 8: Del izmerjenega AES globinskega profila večplastne strukture Ag/Ni in modelne krivulje porazdelitve Ni in Ag, dobljene z izboljšanim MRI modelom, ki upošteva preferenčno ionsko jedkanje.



Slika 9. Časovna sevanja radikalov ND (a) in (b) ter delni tlaki amonijaka (c) in (d) v notranjih (a) in (c) ter zunanjih (b) in (d) predelih divertorja.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Monika Jenko, Matjaž Godec, Aleksandra Kocijan, Rebeka Rudolf, Drago Dolinar, Maja Ovsenik, Matevž Gorenšek, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, A new route to biocompatible Nitinol based on a rapid treatment with H_2/O_2 gaseous plasma, *Applied Surface Science*, 2019, 473, 976–984
2. Siegfried Hoffman, Gang Zhou, Janez Kovač, Sandra Drev, SongYou Lian, Bin Lin, Yi Liu, Jiang Yong Wang, Preferential sputtering effects in depth-profiling of multilayers with SIMS, XPS and AES, *Applied Surface Science*, 2019, 483, 140–155
3. Aleksander Drenik, Jernej Kovačič, Natan Osterman, Matjaž Panjan, Gregor Primc, Matic Resnik, Rok Zaplotnik, The ASDEX-Upgrade team and the EUROfusion MST1 team, Evolution of nitrogen concentration and ammonia production in N_2 -seeded H-mode discharges at ASDEX Upgrade, *Nuclear fusion*, 2019, 59, 046010-1-18

Patent

1. Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, Masaru Hori, Ogljikovi nanostrukturni materiali in metode za sintezo teh materialov, SI25662 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 12. 2019
2. Gregor Primc, Miran Mozetič, Uroš Cvelbar, Alenka Vesel, Postopek in naprava za detekcijo in merjenje gostote nevtralnih atomov vodika, EP3146327 (B1), European Patent Office, 6. 11. 2019
3. Ita Junkar, Veronika Kralj-Iglič, Roman Štukelj, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, Metoda za obdelavo orodij za izolacijo mikroveziklov, nanoveziklov in eksosomov, EP3185921 (B1), European Patent Office, 4. 9. 2019

Nagrade in priznanja

1. prof. dr. Janez Kovač je prejel priznanje kongresni ambasador Kongresnega urada Slovenije za organizacijo Združene vakuumske konference JVC-16 in Evropskega vakuumskega kongresa EVC-14
2. dr. Ita Junkar je prejela srebrno priznanje Zveze za tehnično kulturo Slovenije za doseženi rezultat na 53. srečanju mladih raziskovalcev Slovenije 2019 za mentorstvo raziskovalne naloge avtoric Nike Špajzer in Nine Naprudnik
3. prof. dr. Miran Mozetič, doc. dr. Gregor Primc in prof. dr. Alenka Vesel so prejeli bronasto medaljo ARCA 2019 na 17. mednarodni izložbi inovacij, in sicer za senzorje za sprotno merjenje radikalov v industrijskih plazemskih napravah za obdelavo površin različnih izdelkov
4. prof. dr. Miran Mozetič, doc. dr. Gregor Primc, prof. dr. Alenka Vesel in doc. dr. Rok Zaplotnik so prejeli bronasto medaljo ARCA 2019 na 17. mednarodni izložbi inovacij, in sicer za plazemsko napravo in metodo za ustvarjanje ultravijoličnega sevanja

MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA15114; Protimikrobne inovativne prevleke za preventivo infekcijskih bolezni (AMICI)
Cost Office
prof. dr. Uroš Cvelbar
2. COST CA18113; Razumevanje in uporaba nizkega pH pri mikroorganizmih
Cost Association Aisbl
dr. Martina Modic
3. H2020 - PEGASUS; Plazemsko podprta sinteza grafena in njegovih nanostruktur
European Commission
prof. dr. Uroš Cvelbar
4. H2020-EUROfusion-Komponente v stiku s plazmo-1-IPH-FU, EUROFUSION
European Commission
doc. dr. Rok Zaplotnik
5. H2020 EUROfusion - Izobraževanje-ED-FU
European Commission
prof. dr. Miran Mozetič
6. H2020 EUROfusion - Kampanje srednje velikih tokamakov-MST1-FU
European Commission
doc. dr. Rok Zaplotnik
7. H2020-EUROFUSION-WPPFC-PEX-FU, WPPFC-PEX-FU, EUROFUSION
European Commission
doc. dr. Rok Zaplotnik
8. Plazemsko podprt design multifunkcijskega bio-senzorja iz ogljikovih nanozidov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Uroš Cvelbar
9. Inovativne prevleke za kovinske žilne opornice (stente) z zmanjšano restenozo in izboljšano endotelizacijo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Miran Mozetič
10. Transportne lastnosti in poljska emisija iz nizko-dimenzionalnih nanomaterialov na osnovi molibdena in volframa
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Vincenc Nemanič
11. Katalitične sonde za karakterizacijo vodikove plazme
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Gregor Primc
12. Kontrola kemične sestave tankih plasti z visoko ločljivo masno spektrometrijo sekundarnih ionov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Janez Kovač

13. Katalizatorji na bazi večplastnih vertikalno orientiranih grafenskih nanostruktur
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Alenka Vesel
14. Raziskave vpliva zadrževanja helija v materialih, ki so v stiku s fuzijsko plazmo, s pomočjo naprednih analitičnih metod
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Gregor Filipič
15. Karakterizacija kisikove plazme v močnostnih plinskih razelektivitvah
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Miran Mozetič
16. Posledice emisije elektronov iz vročih delov jedrskih fuzijskih reaktorjev, ki so v stiku s plazmo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Miran Mozetič
12. Ovrednotenje obsega plazemskih parametrov, ki so primerni za nanostrukturiranje polimerov na industrijskem nivoju
prof. dr. Miran Mozetič
13. Selektivna plazemska oksidacija zlitin FeCrAl za podaljšanje obratovalne dobe žarilnih svečk za dizelske motorje
prof. dr. Janez Kovač
14. Inovativna konfiguracija virov induktivno sklopljene plinske plazme za uporabo v industrijskih reaktorjih
prof. dr. Miran Mozetič
15. Ogljikove nanostene za supekondenzatorje prihodnosti
prof. dr. Alenka Vesel
16. F4F: Funkcionalna živila prihodnosti
prof. dr. Alenka Vesel
17. NMP: Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov
doc. dr. Ita Junkar
18. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali)
dr. Nina Recek
19. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti
prof. dr. Miran Mozetič
20. Razvoj nanostrukturiranih biosenzorjev za diagnostiko/zdravljenje raka in površin z antibakterijskimi lastnostmi
dr. Metka Benčina
21. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
prof. dr. Miran Mozetič
22. Metoda za doseganje bakteriostatskih lastnosti na površinah 3D tiskanih medicinskih vsadkov
dr. Matic Resnik
23. Plasma Tex: Sodobne antibakterijske prevleke za tekstil in plastiko s kontroliranim sproščanjem antibakterijskih učinkovin
prof. dr. Uroš Cvelbar
24. Prihodki z naslova delnega prefakturiranja stroškov zaščite intelektualne lastnine med solastniki izuma na primeru EVT140_Mozetič_Carbon Nanowall
prof. dr. Miran Mozetič
25. EVT1770_Mozetič_CNW2_prefakturiranje stroškov patenta; Prihodki iz naslova delnega prefakturiranja stroškov zaščite intelektualne lastnine med solastniki izuma v primeru EVT1770_Mozetič_CNW2
prof. dr. Miran Mozetič

PROGRAMI

1. Vakuumska tehnika in materiali za elektroniko
dr. Vincenc Nemanič
2. Tankoplastne strukture in plazemsko inženirstvo površin
prof. dr. Miran Mozetič
3. Fuzijske tehnologije
doc. dr. Rok Zaplotnik

PROJEKTI

1. Okolju prijazna in-situ sinteza ZnO nanodelcev za razvoj zaščitnih tekstilij
doc. dr. Gregor Primc
2. Začetne stopnje površinske funkcionalizacije polimerov s plazemskimi radikali
prof. dr. Janez Kovač
3. Plazemsko podprto zdravljenje ran in topikalni vnos molekul
prof. dr. Uroš Cvelbar
4. Novi visoko občutljivi in hitri senzorji za spremljanje kakovosti vode
prof. dr. Uroš Cvelbar
5. Napredne tehnologije obdelave individualiziranih 3D tiskanih implantatov za preprečevanje bakterijskih okužb
doc. dr. Ita Junkar
6. Krojenje kristalne strukture nanomaterialov
prof. dr. Uroš Cvelbar
7. Nova generacija jekel za energetiko z nano-delci modificirano mikrostrukturo in povečano odpornostjo na lezenje
prof. dr. Uroš Cvelbar
8. Razvoj novih, okolju prijaznih, pristopov za inaktivacijo rastlinskih in humanih virusov v vodah
doc. dr. Gregor Primc
9. Inovativni senzorji za sprotno merjenje hitrosti nanosa v PECVD napravah
doc. dr. Rok Zaplotnik
10. Napredno razžveplanje s katalitičnimi nanomateriali
prof. dr. Uroš Cvelbar
11. Napredne hemokompatibilne površine žilnih opornic
doc. dr. Ita Junkar

VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. L2-1834 Sofinanciranje L-projekta: Ogljikove nanostene za supekondenzatorje prihodnosti
Iskra, d. o. o.
prof. dr. Alenka Vesel
2. L2-1835 Sofinanciranje L-projekta: Inovativni senzorji za sprotno merjenje hitrosti nanosa v PECVD napravah
Iskra, d. o. o.
doc. dr. Rok Zaplotnik

OBISKI

1. dr. Francesco Ghezzi, Istituto di Fisica del Plasma - CNR, Milano, Italija, 14. 1.-4. 2. 2019
2. dipl. inž. Jaroslav Vozlab, Tehnična univerza v Libercu, Liberec, Češka, 29.-31. 1. 2019
3. Hana Šourkova, Tehnična univerza v Libercu, Liberec, Češka, 29.-31. 1. 2019
4. prof. Won Ho Choe, Korean Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Južna Koreja, 11.-15. 2. 2019
5. dr. Davor Peruško, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija, 5.-10. 5. 2019
6. dr. Suzana Petrović, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija, 5.-10. 5. 2019
7. dr. Maja Popović, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija, 5.-10. 5. 2019
8. dr. Lenka Zajíčková, Central European Institute of Technology (CEITEC), Brno, Češka, 23.-25. 5. 2019
9. prof. dr. Masaru Hori, Univerza v Nagoji, Nagoja, Japonska, 25.-26. 5. 2019
10. prof. dr. Rajdeep Singh Rawat, Tehnološka univerza v Nanyangu, Singapur, Singapur, 25.-26. 5. 2019
11. prof. dr. David Neil Ruzic, Univerza v Illinoisu, Illinois, ZDA, 25.-26. 5. 2019
12. prof. dr. Jean-Paul Booth, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Francija, 30. 5.-2. 6. 2019
13. dr. Nuno Pinhao, Instituto Superior Technico, Lizbona, Portugalska, 30. 5.-2. 6. 2019
14. Berke Karaman, Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija, 23.-28. 6. 2019
15. prof. dr. Mustafa Kamil Ürgen, Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija, 23.-28. 6. 2019
16. Gagatay Yelkarasi, Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija, 23.-28. 6. 2019
17. prof. dr. Petr Humpolíček, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka, 1.-4. 7. 2019
18. dr. Miomir Milosavljević, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija, 23.-27. 9. 2019
19. Ana Grce, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija, 23.-27. 9. 2019

20. Barbora Ptoskova, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka, 30. 9.-2. 11. 2019
21. prof. dr. Aleš Mraček, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka, 1. 10. 2019
22. Petr Smolka, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka, 1. 10. 2019
23. prof. dr. Slobodan Milošević, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška, 1. 10. 2019
24. dr. Nikša Krstulović, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška, 1. 10. 2019
25. dr. Dejan Maletić, Institut za fiziku, Beograd, Srbija, 1. 10. 2019
26. prof. Masaru Hori, Univerza v Nagoji, Nagoja, Japonska, 3.-5. 12. 2019
27. Atsushi Ozaki, Univerza v Nagoji, Nagoja, Japonska, 1.-8. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Jean-Paul Booth, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Francija: "Novel diagnostics to unravel fundamental processes in oxygen plasmas", "A comprehensive diagnostic study of a DC positive column in O₂: a test-bed for models of plasmas in a diatomic gas", "In-situ sensors for control of industrial plasma processes", 30. 5. 2019, 31. 5. 2019
2. prof. dr. Won Ho Choe, Korean Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Južna Koreja: "Perspective of Plasma Science and Technology for Food and Agriculture", 13. 2. 2019
3. dr. Francesco Ghezzi, Istituto di Fisica del Plasma - CNR, Milano, Italija: "Overview of activity at Institute for Plasma Physics in Milan, Italy and fusion related material issues", "Diamond Deposition Via Micro-Jet Plasma", "Erosion and tungsten surface enrichment of Eurofer-97 steel exposed to a deuterium plasma in the GYM linear device", 17. 1. 2019, 21. 1. 2019, 22. 1. 2019
4. dr. Davor Peruško, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija: "Selective Al-Ti Reactivity in Laser Processed Al/Ti Multilayers", 8. 5. 2019

5. dr. Suzana Petrović, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija: "Design of parallel periodic surface structure induced by picosecond laser pulses on the Al/Ti multilayers", 8. 5. 2019
6. dr. Nuno Pinhao, Instituto Superior Technico, Lizbona, Portugalska: "Power transfer and gas heating in a DBD discharge for dry reforming of methane", "The Lisbon Kinetics Boltzmann solver", "Optimization methods for cross section fitting with swarm data: application to hydrocarbon gases", 30. 5. 2019, 31. 5. 2019
7. dr. Maja Popović, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija: "Instrumental function of the SPECS XPS system", 8. 5. 2019
8. prof. dr. Mustafa Kamil Urgen, Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija: "Vascular stents", "Biocompatibility of metallic stents", "Titanium-based coatings for innovative stents", "Ultrasound cavitation", 24. 6.-28. 6. 2019
9. prof. Aleš Mraček, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka: "Rotatable RF plasma system", 1. 10. 2019
10. prof. dr. Slobodan Milošević, Inštitut za fiziku, Zagreb, Hrvaška: "Applications of kHz atmospheric pressure plasma jets", 1. 10. 2019
11. dr. Nikša Krstulović, Inštitut za fiziku, Zagreb, Hrvaška: "Laser synthesis of colloidal nanoparticles and applications", 1. 10. 2019
12. dr. Dejan Maletić, Inštitut za fiziku, Beograd, Srbija: "Development of plasma jets for bacteria sterilization", 1. 10. 2019
13. prof. dr. Masaru Hori, Univerza v Nagoji, Nagoja, Japonska: "Advanced Plasma Processes Enabling Green and Life Innovations", 4. 12. 2019
14. prof. dr. Petr Špatenka, Češka tehnična univerza v Pragi, Republika Češka: "Plasma treatment of barley: experiments in fields", 4. 12. 2019

13. Miran Mozetič, 46th Conference on Plasma Physics (EPS 2019), Milano, Italija, 8.-10. 7. 2019 (1)
14. Miran Mozetič, Gregor Primc, Nina Recek, Alenka Vesel, 7th International Conference on Advanced Plasma Technologies (ICAPT-8), Hue, Vietnam, 23. 2.-1. 3. 2019 (4)
15. Miran Mozetič, 34th International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and the 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Japonska, 14.-19. 7. 2019 (1)
16. Miran Mozetič, KAIST Workshop on the next generation RF plasma sources, Deajeon, Južna Koreja, 24.-27. 7. 2019 (1)
17. Miran Mozetič, 10th International Exhibition on Hospital, Diagnostic, Pharmaceutical, Medical & Rehabilitation Equipment & Supplies, Bangkok, Tajska, 8.-10. 9. 2019 (1)
18. Miran Mozetič, 21st International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies (VEIT 2019), Szopopol, Bolgarija, 23.-26. 9. 2019 (1)
19. Miran Mozetič, 5th Int'l Conference on Microwave and Terahertz Technology (ICMTT-BT 2019), Bangkok, Tajska, 13.-15. 12. 2019 (1)
20. Alenka Vesel, 24th International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC 24), Neapelj, Italija, 9.-14. 6. 2019 (1)

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Metka Benčina, Annual Meeting, Society For Biomaterials, Seattle, ZDA, 3.-6. 4. 2019 (1)
2. Metka Benčina, Tatjana Filipič, Janez Kovač, Miran Mozetič, Gregor Primc, Nina Recek, Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, 26th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique, Njivice, Hrvaška, 16.-17. 5. 2019 (8)
3. Metka Benčina, 30th Annual Conference of the European Society for Biomaterials (ESB 2019), 26th Annual Conference of the German Society for Biomaterials (DGBM), Dresden, Nemčija, 9.-13. 9. 2019 (1)
4. Metka Benčina, 24th International Biomedical Science & Technology Symposium (BIOMED 2019), Izmir, Turčija, 17.-20. 10. 2019 (1)
5. Metka Benčina, 5th International Conference on Advances in Mechanical Engineering Istanbul 2019, Carigrad, Turčija, 17.-19. 12. 2019 (1)
6. Jernej Ekar, Janez Kovač, Eva Levičnik, Dane Lojen, Domen Paul, Gregor Primc, 27. mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah, 16.-18. 10. 2019, Portorož, Slovenija (2)
7. Janez Kovač, Miran Mozetič, Gregor Primc, Nina Recek, Matic Resnik, Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, 8th Central European Symposium on Plasma Chemistry, Gozd Martuljek, Slovenija (7)
8. Janez Kovač, Miran Mozetič, 130th IUUVSTA Executive Committee Meeting (ECM-130), 21st International Vacuum Congress (IVC-21), Malmo, Švedska, 28. 6.-5. 7. 2019 (1)
9. Janez Kovač, Alenka Vesel, 18th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis (ECASIA), Dresden, Nemčija, 15.-20. 9. 2019 (2)
10. Eva Levičnik, PoLNET Workshop Non-equilibrium Cold Plasmas in Biology and Medicine: The potential for basic science and technological applications in cancer and antibiotic resistant infection treatments, York, Velika Britanija, 9.-12. 12. 2019 (1)
11. Miran Mozetič, 129th IUUVSTA Executive Council Meeting (ECM-129), Regensburg, Nemčija, 29.-31. 3. 2019 (1)
12. Miran Mozetič, 8th Conference on Nanomaterials (CN 2019), Sanya, Kitajska, 3.-5. 1. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Tatjana Filipič, Janez Kovač, Sinhrotron Elettra, APE Research, Trst, Italija, 5. 12. 2019 (eksperimentalno delo)
2. Janez Kovač, Inštitut Vinča, Beograd, Srbija, 10.-14. 6. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)
3. Miran Mozetič, Univerza Kuala Lumpur, Kuala Lumpur, Malezija, 6.-10. 1. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)
4. Miran Mozetič, Hue Faculty of Medicine and Pharmacy, Hue, Vietnam, 26. 1.-5. 2. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)
5. Miran Mozetič, Tehnična univerza v Pragi, Praga, Češka, 3.-6. 4. 2019 (projektno sodelovanje)
6. Miran Mozetič, R&D centre CEPLANT, Brno, Češka, 18.-20. 4. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)
7. Miran Mozetič, Centre of Polymer Systems (CPS) Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka, 27. 4.-2. 5. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)
8. Miran Mozetič, Univerza Louisville, Louisville, Kentucky, ZDA, Univerza Illinois, Urbana, Illinois, ZDA, 4.-14. 6. 2019 (bilateralno sodelovanje)
9. Miran Mozetič, Univerza v Nagoji, Nagoja, Japonska, 19.-22. 7. 2019 (eksperimentalno delo)
10. Miran Mozetič, Univerza Dong-A, Pusan, Južna Koreja, 27. 7.-4. 8. 2019 (eksperimentalno delo)
11. Miran Mozetič, Univerza v Rimu, Rim, Italija, 12.-15. 8. 2019 (projektno sodelovanje)
12. Miran Mozetič, Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija, 21.-23. 9. 2019 (projektno sodelovanje)
13. Miran Mozetič, Tehnična univerza Gradec, Gradec, Avstrija, 8. 10. 2019 (projektno sodelovanje)
14. Miran Mozetič, Alenka Vesel, CEPLANT, Brno, Češka, 21.-23. 10. 2019 (projektno sodelovanje)
15. Miran Mozetič, Tehnološka univerza Nanyang, Singapur, Singapur, 24. 10.-5. 11. 2019 (eksperimentalno delo)
16. Miran Mozetič, Tehnična univerza v Pragi, Praga, Češka, 27.-30. 12. 2019 (projektno sodelovanje)
17. Gregor Primc, EVONTA-Service GmbH, Radeberg, Nemčija, 4.-5. 9. 2019 (projektno sodelovanje)
18. Nina Recek, Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija, 23.-28. 9. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)
19. Rok Zaplotnik, IPP MPG, Garching, Nemčija, 13.-15. 3. 2019 (eksperimentalno delo, projektno sodelovanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Uroš Cvelbar, strokovni sekretar odseka, 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
2. dr. Aleksander Drenik, začasna prekinitelj 1. 3. 2016
3. doc. dr. Ita Junkar
4. prof. dr. Janez Kovač
5. **prof. dr. Miran Mozetič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
6. dr. Vincenc Nemanič, 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
7. prof. dr. Alenka Vesel
8. doc. dr. Rok Zaplotnik

Podoktorski sodelavci

9. dr. Metka Benčina
10. dr. Gregor Filipič, 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
11. dr. Matej Holc
12. Petr Humpolíček, Ph.D., Republika Češka
13. Kinga Kutasi, Ph.D., Madžarska
14. Marián Lehocký, Ph.D., Republika Češka
15. dr. Martina Modić, 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6

16. doc. dr. Gregor Primc
17. dr. Nina Recek
18. dr. Matic Resnik

Mlajši raziskovalci

19. Jernej Ekar, mag. kem.
20. dr. Nataša Hojnik, 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
21. Martin Košiček, mag. kem., 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
22. Dane Lojen, mag. inž. teh. var. okolja
23. Domen Paul, mag. fiz.
24. Pia Starič, mag. mol. funkc. biol.
25. Petra Stražar, mag. inž. kem. inž., 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
26. Marko Žumer, univ. dipl. fiz., 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6

Strokovni sodelavci

27. Tatjana Filipič, dipl. inž. kem. tehnol.
28. Eva Levičnik, dipl. inž. kmet. zoot. (UN)
29. Ula Groznik, dipl. upr. ved (UN), 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
30. Urška Kisovec, mag. manag., 1. 5. 2019 razporeditev v odsek F6
31. Maja Šukarov, univ. dipl. prev.
32. Janez Trtnik

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Brinox inženiring, Medvode, Slovenija
2. Center PROMES-CNRS, Font Romeu, Francija
3. Češka tehnična univerza v Pragi, Praga, Češka
4. Ekliptik, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
5. Elvez, d. o. o., Ivančna Gorica, Slovenija
6. Fakulteta za kmetijstvo Univerze v Českých Budejovicah, Praga, Češka republika
7. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
8. Hidria AET, Tolmin, Slovenija
9. Induktio, Ljubljana, Slovenija
10. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
11. Institut za fiziko, Beograd, Srbija
12. Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora
13. Inštitut za celulozo in papir Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
14. Inštitut za fiziko Češke akademije znanosti, Praga, Češka republika
15. Inštitut za fiziko plazme Max-Planck, Garching pri Münchnu, Nemčija
16. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Ljubljana, Slovenija
17. Interkorn, d. o. o., Beltinci, Slovenija
18. International Iberian Nanotechnology Laboratory, Braga, Portugalska
19. Iskra, d. d., Ljubljana, Slovenija
20. Iskra, PE Kondenzatorji, Semič, Slovenija
21. JET, Culham, Velika Britanija
22. KAIST, Daejeon, Južna Koreja
23. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
24. Krka, d. d., Novo mesto, Slovenija
25. LEK, d. d., Ljubljana, Slovenija
26. Lip Bled, d. o. o., Bled, Slovenija
27. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, Slovenija
28. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Maribor, Slovenija
29. National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bukarešta, Romunija
30. Odelo Slovenija, d. o. o., Prebold, Slovenija
31. Plasmait, Lebring, Avstrija
32. Queensland Univerza za tehnologijo, Brisbane, Avstralija
33. Simtrona, d. o. o., Nova Gorica, Slovenija
34. Sinhrotron Elettra, Trst, Italija
35. Tehnična univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija
36. Tehnična univerza v Carigradu, Carigrad, Turčija
37. Tehnična univerza v Lublinu, Lublin, Poljska
38. Terokal, Komenda, Slovenija
39. Tik, d. o. o., Kobarid, Slovenija
40. Tosama, d. o. o., Domžale, Slovenija
41. Universität Bochum, Bad Honnef, Nemčija
42. Univerza Comenius, Bratislava, Slovaška
43. Univerza Drexel, Philadelphia, ZDA
44. Univerza Illinois, Urbana, ZDA
45. Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka
46. Univerza uporabnih znanosti Zuyd, Heerlen, Nizozemska
47. Univerza v Gentu, Gent, Belgija
48. Univerza v Kocaeli, Kocaeli-Izmit, Turčija
49. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
50. Univerza v Louisvillu, Louisville, ZDA
51. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
52. Univerza v Nagoji, Nagoya, Japonska
53. Univerza v Portu, Porto, Portugalska
54. Univerza v Shantou, Shantou, Kitajska
55. Vacutech, Ljubljana, Slovenija
56. Visoka šola za upravljanje podeželja Grm Novo mesto, Slovenija
57. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, Slovenija
58. Zeleni Hit, Ljubljana, Slovenija
59. Zito, d. d., Ljubljana, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Aleksander Matavž, Andreja Benčan, Janez Kovač, Ching-Chang Chung, Jacob L. Jones, Susan Trolrier-McKinstry, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Additive manufacturing of ferroelectric-oxide thin-film multilayer devices", *ACS applied materials & interfaces*, 2019, **11**, 49, 45155-45160. [COBISS.SI-ID 32849447]
2. Tamilselvan Mohan, Alja Čas, Matej Bračič, Olivija Plohl, Alenka Vesel, Maja Rupnik, Lidija Fras Zemljič, Janez Rebol, "Highly protein repellent and antiadhesive polysaccharide biomaterial coating for urinary catheter applications", *ACS biomaterials science & engineering*, 2019, **5**, 11, 5825-5832. [COBISS.SI-ID 22666774]
3. Monika Jenko, Matjaž Godec, Aleksandra Kocijan, Rebeka Rudolf, Drago Dolinar, Maja Ovsenik, Matevž Gorenšek, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, "A new route to biocompatible Nitinol based on a rapid treatment with H₂/O₂ gaseous plasma", *Applied Surface Science*, 2019, **473**, 976-984. [COBISS.SI-ID 21981974]
4. Siegfried Hofmann, G. Zhou, Janez Kovač, Sandra Drev, S. Y. Lian, B. Lin, Y. Liu, Jiang Yong Wang, "Preferential sputtering effects in depth profiling of multilayers with SIMS, XPS and AES", *Applied Surface Science*, 2019, **483**, 140-155. [COBISS.SI-ID 32290855]
5. Martina Modic, Janez Kovač, John R. Nichols, Špela Kos, Gregor Serša, Uroš Cvelbar, James L. Walsh, "Targeted plasma functionalization of titanium inhibits polymicrobial biofilm recolonization and stimulates cell function", *Applied Surface Science*, 2019, **487**, 1176-1188. [COBISS.SI-ID 32394279]
6. Darja Božič, Simona Sitar, Ita Junkar, Roman Štukelj, Manca Pajnič, Ema Žagar, Veronika Kralj-Iglič, Ksenija Kogej, "Viscosity of plasma as a key factor in assessment of extracellular vesicles by light scattering", *Cells*, 2019, **8**, 9, 1046. [COBISS.SI-ID 1538312131]
7. Danjela Kuščer, Andraž Kocjan, Maja Majcen, Anton Meden, Kristian Radan, Janez Kovač, Barbara Malič, "Evolution of phase composition and microstructure of sodium potassium niobate -based ceramic during pressure-less spark plasma sintering and post-annealing", *Ceramics international*, 2019, **45**, 8, 10429-10437. [COBISS.SI-ID 32144935]
8. Martin Minarik *et al.* (11 avtorjev), "Preparation of hierarchically structured polystyrene surfaces with superhydrophobic properties by plasma-assisted fluorination", *Coatings*, 2019, **9**, 3, 201. [COBISS.SI-ID 32651047]
9. Tadeja Kosec, Andraž Legat, Janez Kovač, Damjan Klobčar, "Influence of laser colour marking on the corrosion properties of low alloyed Ti", *Coatings*, 2019, **9**, 6, 375. [COBISS.SI-ID 2463591]
10. Suzana Petrović, Davor Peruško, Evangelos Skoulas, Janez Kovač, Miodrag Mitrić, Jelena Potočnik, Zlatko Rakočević, Emmanuel Stratakis, "Laser-assisted surface texturing of Ti/Zr multilayers for mesenchymal stem cell response", *Coatings*, 2019, **9**, 12, 854. [COBISS.SI-ID 33027367]
11. Klemen Avsec, Monika Jenko, Marjetka Conradi, Aleksandra Kocijan, Alenka Vesel, Janez Kovač, Matjaž Godec, Igor Belič, Barbara Šetina, Črtomir Donik, Matevž Gorenšek, Boštjan Kocjančič, Drago Dolinar, "Surface properties of retrieved cementless femoral hip endoprostheses produced from a Ti6Al7Nb alloy", *Coatings*, 2019, **9**, 12, 868. [COBISS.SI-ID 1529258]
12. Žiga Gosar, Janez Kovač, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, "Deposition of SiO₂C_xH_z protective coatings on polymer substrates in an industrial-scale PECVD reactor", *Coatings*, 2019, **9**, 4, 234. [COBISS.SI-ID 32269863]
13. Ladislav Vrsalović, Ivana Ivanič, Stjepan Kožuh, Borut Kosec, Milan Bizjak, Janez Kovač, Urška Gabor, Mirko Gojič, "Influence of heat treatment on the corrosion properties of CuAlMn shape memory alloys", *Corrosion reviews*, 2019, **37**, 6, 579-589. [COBISS.SI-ID 1839711]
14. Arijana Filipič, Gregor Primc, Rok Zaplotnik, Nataša Mehle, Ion Gutiérrez-Aguirre, Maja Ravnikar, Miran Mozetič, Jana Žel, David Dobnik, "Cold atmospheric plasma as a novel method for inactivation of potato virus Y in water samples", *Food and environmental virology*, 2019, **11**, 3, 220-228. [COBISS.SI-ID 5060943]
15. Rupert Kargl, Matej Bračič, Matic Resnik, Miran Mozetič, Wolfgang Bauer, Karin Stana-Kleinschek, Tamilselvan Mohan, "Affinity of serum albumin and fibrinogen to cellulose, its hydrophobic derivatives and blends", *Frontiers in chemistry*, 2019, **7**, 581. [COBISS.SI-ID 22578966]

16. Aleksander Drenik, Sebastijan Brezinšek, P. Carvalho, V. Huber, Natan Osterman, G. F. Matthews, Mitja Nemeč, "Analysis of the outer divertor hot spot activity in the protection video camera recordings at JET", *Fusion engineering and design*, 2019, **139**, 115-123. [COBISS.SI-ID 12440916]
17. Igor Lengar, Andrej Žohar, P. Batistoni, Sergei Popovichev, S. Conroy, JET Contributors, "Characterization of JET neutron field in irradiation locations for DD, DT and TT plasmas", *Fusion engineering and design*, 2019, **146B**, 1967-1970. [COBISS.SI-ID 32604711]
18. Bor Kos, Scott W. Mosher, Ivan Aleksander Kodeli, Robert E. Grove, Jonathan Naish, Barabara Obryk, Rosaria Villari, Paola Batistoni, JET Contributors, "Application of ADVANTG to the JET3 - NEXP streaming benchmark experiment", *Fusion engineering and design*, 2019, **147**, 111252. [COBISS.SI-ID 32524071]
19. Thomas Reichbauer, Aleksander Drenik, Rachael McDermott, Wolker Rohde, the ASDEX Upgrade Team, "Assessment of nitrogen fluence from the divertor plasma in nitrogen seeded discharges", *Fusion engineering and design*, 2019, **149**, 111325. [COBISS.SI-ID 33060647]
20. Anže Prašnikar, Andraž Pavlišič, Francisco Ruiz-Zepeda, Janez Kovač, Blaž Likozar, "Mechanisms of copper-based catalyst deactivation during CO₂ reduction to methanol", *Industrial & engineering chemistry research*, 2019, **58**, 29, 13021-13029. [COBISS.SI-ID 6735642]
21. Andrea Jurov, Dean Popović, Iva Šrut Rakić, Ida Delač Marion, Gregor Filipič, Janez Kovač, Uroš Cvelbar, Nikša Krstulović, "Atmospheric pressure plasma jet-assisted impregnation of gold nanoparticles into PVC polymer for various applications", *International journal of advanced manufacturing technology*, 2019, **101**, 3/4, 927-938. [COBISS.SI-ID 32061991]
22. Nikola Mikušová, Kateřina Nechvilová, Andréa Kalendová, Tereza Hájková, Zdenka Capáková, Ita Junkar, Marián Lehocký, Miran Mozetič, Petr Humpolíček, "The effect of composition of a polymeric coating on the biofilm formation of bacteria and filamentous fungi", *International journal of polymeric materials*, 2019, **68**, 4, 152-159. [COBISS.SI-ID 32666151]
23. Sandhya Gopalakrishnan, Indu Raj, T. Aby Mathews, Jiji Abraham, Hanna J. Maria, Miran Mozetič, Sabu Thomas, Nandakumar Kalarikkal, "Development of oral-fluid-impervious and fracture-resistant silver-poly(methyl methacrylate) nanoformulations for intra-oral/extra-oral rehabilitation", *Journal of applied polymer science*, 2019, **2019**, 47669. [COBISS.SI-ID 32469799]
24. Olivija Plohl, Urban Ajdnik, Sašo Gyergyek, Irena Ban, Alenka Vesel, Tjaša Kraševac Glaser, Lidija Fras Zemljič, "Superior stability and high biosorbent efficiency of carboxymethylchitosan covalently linked to silica-coated core-shell magnetic nanoparticles for application in copper removal", *Journal of environmental chemical engineering*, 2019, **7**, 1, 102913. [COBISS.SI-ID 22073622]
25. Stojana Veskovič Bukudur, Janez Kovač, Blaž Karpe, Polona Umek, Aleš Nagode, Romana Cerc Korošec, Milan Bizjak, "High temperature corrosion of commercial FeCrAl alloys (Kanthal AF) in nitrogen gas", *Journal of mining and metallurgy. Section B, Metallurgy*, 2019, **55**, 1, 55-63. [COBISS.SI-ID 1803871]
26. Vincenc Nemanič, Marko Žumer, Janez Kovač, "Hydrogen permeability of AISI 316 ITER grade stainless steel", *Journal of nuclear materials*, 2019, **521**, 38-44. [COBISS.SI-ID 32329511]
27. Lidija Androš-Dubraja, Damir Pajič, Martina Vrankić, Jure Dragović, Matjaž Valant, Metka Benčina, Marijana Jurič, "Single-step preparation of rutile-type CrNbO₄ and CrTaO₄ oxides from oxalate precursors-characterization and properties", *Journal of the American Ceramic Society*, 2019, **102**, 11, 6697-6704. [COBISS.SI-ID 32478503]
28. Roman Štukelj, Metka Benčina, Mattia Fanetti, Matjaž Valant, Mitja Drab, Aleš Igljič, Veronika Kralj-Igljič, "Sinteza stabilnih nanodelcev kanabidiola (CBD) v suspenzijah", *Materiali in tehnologije*, 2019, **53**, 4, 543-549. [COBISS.SI-ID 1506218]
29. Metka Benčina, Ita Junkar, Tina Mavrič, Veronika Kralj-Igljič, Matjaž Valant, Aleš Igljič, "Učinkovitost anataznih TiO₂ nanocerk v interakcijah s trombociti", *Materiali in tehnologije*, 2019, **53**, 6, 791-795. [COBISS.SI-ID 1533354]
30. A. Achour, S. Solaymani, Sorin Ionut Vizireanu, A. Baraket, Alenka Vesel, N. Zine, A. Errachid, Gheorghe Dinescu, Jean-Jacques Pireaux, "Effect of nitrogen configuration on carbon nanowall surface: towards the improvement of electrochemical transduction properties and the stabilization of gold nanoparticles", *Materials chemistry and physics*, 2019, **228**, 110-117. [COBISS.SI-ID 32173095]
31. Metka Benčina, Ita Junkar, Rok Zaplotnik, Matjaž Valant, Aleš Igljič, Miran Mozetič, "Plasma-Induced crystallization of TiO₂ nanotubes", *Materials*, 2019, **12**, 4, 626. [COBISS.SI-ID 32125479]
32. Tjaša Kraševac Glaser, Olivija Plohl, Alenka Vesel, Urban Ajdnik, Nataša Poklar Ulrih, Maša Knez Hrnčič, Urban Bren, Lidija Fras Zemljič, "Functionalization of polyethylene (PE) and polypropylene (PP) material using chitosan nanoparticles with incorporated resveratrol as potential active packaging", *Materials*, 2019, **12**, 13, 2118. [COBISS.SI-ID 22448406]
33. Žiga Gosar, Denis Donlagić, Simon Pevec, Janez Kovač, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, "Deposition kinetics of thin silica-like coatings in a large plasma reactor", *Materials*, 2019, **12**, 19, 3238. [COBISS.SI-ID 32737319]
34. Jelena Pavlović, Margarita Popova, Magdolna R. Mihályi, Matjaž Mazaj, Gregor Mali, Janez Kovač, Hristina Lazarova, Nevenka Rajič, "Catalytic activity of SnO₂- and SO_x/SnO₂-containing clinoptilolite in the esterification of levulinic acid", *Microporous and mesoporous materials: zeolites, clays, carbons and related materials*, 2019, **279**, 10-18. [COBISS.SI-ID 39868677]
35. The ASDEX-Upgrade team and the EUROfusion MST1 team, Aleksander Drenik *et al.* (15 avtorjev), "Evolution of nitrogen concentration and ammonia production in N₂-seeded H-mode discharges at ASDEX Upgrade", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 4, 046010. [COBISS.SI-ID 32303655]
36. The ASDEX Upgrade Team and the EUROfusion MST1 team, L. Guimarães *et al.* (16 avtorjev), "Link between divertor conditions and high-field-side/low-field-side midplane density profiles in H-mode plasmas at ASDEX upgrade", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 19, 126041. [COBISS.SI-ID 33060391]
37. B. Labit *et al.* (466 avtorjev), "Dependence on plasma shape and plasma fueling for small edge-localized mode regimes in TCV and ASDEX Upgrade", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 8, 086020. [COBISS.SI-ID 12602964]
38. Matej Holc, Gregor Primc, Jernej Iskra, Primož Titan, Janez Kovač, Miran Mozetič, Ita Junkar, "Effect of oxygen plasma on sprout and root growth, surface morphology and yield of garlic", *Plants*, 2019, **8**, 11, 462. [COBISS.SI-ID 32825639]
39. Ilkay Karakurt, Kadir Ozaltin, Daniela Vesela, Marián Lehocký, Petr Humpolíček, Miran Mozetič, "Antibacterial activity and cytotoxicity of immobilized glucosamine/chondroitin sulfate on polylactic acid films", *Polymers*, 2019, **11**, 7, 1186. [COBISS.SI-ID 32517671]
40. Kateřina Skopalová, Zdenka Capáková, Patrycja Bober, Jana Pelková, Jaroslav Stejskal, Věra Kašpárková, Marián Lehocký, Ita Junkar, Miran Mozetič, Petr Humpolíček, "In-vitro hemocompatibility of polyaniline functionalized by bioactive molecules", *Polymers*, 2019, **11**, 1861. [COBISS.SI-ID 32840487]
41. Miroslav Mrlik, Marketa Ilcikova, Josef Osicka, Erika Kutalkova, Antonín Minařík, Alenka Vesel, Jaroslav Mosnacek, "Electrorheology of SI-ATRP-modified graphene oxide particles with poly(butyl methacrylate): effect of reduction and compatibility with silicone oil", *RSC advances*, 2019, **9**, 3, 1187-1198. [COBISS.SI-ID 32035623]
42. Tanja Zidarič, Nana Ivana Hrastnik, Ervin Šest, Janez Kovač, Vasko Jovanovski, Samo B. Hočevar, "A novel bismuth imidazolate-based sensor for detection of trace lead(II)", *Sensors and actuators. B, Chemical*, 2019, **291**, 354-361. [COBISS.SI-ID 6624794]
43. Raghuraj S. Chouhan, Gregor Žitko, Vesna Fajon, Igor Živković, Majda Pavlin, Sabina Berisha, Ivan Jerman, Alenka Vesel, Milena Horvat, "A unique interactive nanostructure knitting based passive sampler adsorbent for monitoring of Hg²⁺ in water", *Sensors*, 2019, **19**, 15, 3432. [COBISS.SI-ID 32549159]
44. Karthika Prasad, Nina Recek, Renwu Zhou, Rusen Zhou, Morteza Aramesh, Annalena Wolff, Robert E. Speight, Miran Mozetič, Kateryna Bazaka, Kostya Ostrikov, "Effect of multi-modal environmental stress on dose-dependent cytotoxicity of nanodiamonds in *Saccharomyces cerevisiae* cells", *Sustainable materials and technologies*, 2019, **22**, e00123. [COBISS.SI-ID 32540967]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Miran Mozetič, "Surface modification to improve properties of materials", *Materials*, 2019, **12**, 4, 441. [COBISS.SI-ID 32075303]
2. Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, Gregor Primc, Miran Mozetič, "Synthesis of vertically oriented graphene sheets or carbon nanowalls: review and challenges", *Materials*, 2019, **12**, 18, 2968. [COBISS.SI-ID 32648743]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Jelena Pavlović, Margarita Popova, Magdolna R. Mihályi, Matjaž Mazaj, Gregor Mali, Janez Kovač, Hristina Lazarova, Nevenka Rajič, "Catalytic activity of clinoptilolite-based catalysts in the esterification of levulinic acid", *V: Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Croatian-Slovenian-Serbian*

Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian-Croatian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia], Serbian Zeolite Association, 2019, 89-92. [COBISS.SI-ID 40276229]

- Jure Žigon, Marko Petrič, Sebastian Dahle, Ayata Ūmit, Rok Zaplotnik, "The influence of artificial weathering and treatment with FE-DBD plasma in atmospheric conditions on wettability of wood surfaces", V: *Tagungsband: 3. Niedersächsisches Symposium Materialtechnik, 14 bis und 15. Februar 2019*, (Fortschrittsberichte der Materialforschung und Werkstofftechnik, **7**), 2019. [COBISS.SI-ID 3031177]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Mitja Drab, Luka Mesarec, Roghayeh Imani, Marko Jeran, Ita Junkar, Veronika Kralj-Iglič, Samo Kralj, Aleš Iglič, "The role of membrane vesiculation and encapsulation in cancer diagnosis and therapy", V: *Advances in biomembranes and lipid self-assembly*, (Advances in biomembranes and lipid self-assembly, **29**), Elsevier, 2019, 159-199. [COBISS.SI-ID 12445012]
- Miran Mozetič, Alenka Vesel, Gregor Primc, Rok Zaplotnik, "Introduction to plasma and plasma diagnostics", V: *Non-thermal plasma technology for polymeric materials: applications in composites*

nanostructured materials, and biomedical fields, Elsevier, 2019, 23-65. [COBISS.SI-ID 31816231]

PATENT

- Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, Masaru Hori, *Ogljikovi nanostrukturni materiali in metode za sintezo teh materialov*, SI25662 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 12. 2019. [COBISS.SI-ID 31489831]
- Gregor Primc, Miran Mozetič, Uroš Cvelbar, Alenka Vesel, *Postopek in naprava za detekcijo in merjenje gostote nevtralnih atomov vodika*, EP3146327 (B1), European Patent Office, 06. 11. 2019. [COBISS.SI-ID 27732007]
- Ita Junkar, Veronika Kralj-Iglič, Roman Štukelj, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, *Method for treatment of tools and tools used for isolation of microvesicles, nanovesicles or exsomes*, EP3185921 (B1), European Patent Office, 04. 09. 2019. [COBISS.SI-ID 28412967]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

- Matej Holc, *Učinki obdelave z visoko reaktivno plinsko plazmo na kaljenje in rast česna: doktorska disertacija*, Ljubljana, 2019 (mentor Miran Mozetič; somentor Ita Junkar). [COBISS.SI-ID 302860032]

Raziskave Odseka za fiziko trdne snovi so usmerjene v področje fizike neurejene in delno urejene kondenzirane materije ter še posebej faznih prehodov v teh sistemih. Namen teh raziskav je odkriti osnovne zakonitosti fizike neurejenih in delno urejenih sistemov, ki so vmesni člen med popolnoma urejenimi kristali na eni strani ter amorfniimi snovmi in živo materijo na drugi. Raziskave so osredotočene na razumevanje strukture in dinamike na mikroskopski ravni, kar je pogoj za razvoj novih multifunkcionalnih materialov, nanomaterialov in bioloških sistemov. Pomemben del raziskovalnega programa je usmerjen v razvoj novih merilnih metod in eksperimentalnih tehnik na področju hladnih atomov, kvantnega magnetizma, kvantne optike, biofotonike in superresolucijskega fluorescenčnega slikanja.



Vodja:

prof. dr. Igor Muševič

Raziskave sodelavcev Odseka za fiziko trdne snovi Instituta "Jožef Stefan" potekajo v tesnem sodelovanju z Oddelkom za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, Institutom za matematiko, fiziko in mehaniko ter z Mednarodno podiplomsko šolo Jožefa Stefana. V letu 2019 so raziskave potekale v okviru treh programskih skupin:

- Magnetna resonanca in dielektrična spektroskopija pametnih novih materialov,
- Fizika mehkih snovi, površin in nanostruktur,
- Eksperimentalna biofizika kompleksnih sistemov in slikanje v biomedicini.

Programska skupina Magnetna resonanca in dielektrična spektroskopija pametnih novih materialov

Delo programske skupine Magnetna resonanca in dielektrična spektroskopija pametnih novih materialov v letu 2019 je bilo usmerjeno v odkrivanje osnovnih fizikalnih zakonitosti fizike kondenzirane materije ter v povezavo strukture in dinamike trdnih snovi na ravni atomov in molekul z makroskopskimi lastnostmi snovi.

Pri naših raziskavah smo uporabljali naslednje raziskovalne metode:

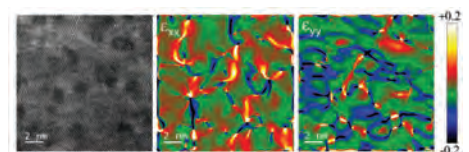
- jedrsko magnetno resonanco (NMR), elektronsko paramagnetno resonanco (EPR) in jedrsko kvadrupolno resonanco (NQR),
- dvojno resonanco $^{17}\text{O} - \text{H}$ in $^{14}\text{N} - \text{H}$,
- relaksometrijo s hitrim spreminjanjem magnetnega polja,
- linearno in nelinearno dielektrično spektroskopijo v območju od 10^{-2} Hz do 10^9 Hz,
- frekvenčno odvisno kalorimetrijo,
- meritve električnih in termičnih transportnih lastnosti,
- meritve magnetnih lastnosti,
- metodo hladnih atomov.

Raziskave članov programske skupine potekajo v sodelovanju z Oddelkom za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, Institutom za matematiko, fiziko in mehaniko ter z Mednarodno podiplomsko šolo Jožefa Stefana. V letu 2019 smo člani programske skupine objavili 42 originalnih znanstvenih člankov. Od člankov v revijah z velikim vplivom imamo eno objavo v *Nature Physic* ($IF = 21.8$), eno v *Angewandte Chemie, Intern. Ed.* ($IF = 12.3$), eno v *J. Mater. Chem.* ($IF = 10.7$), eno v *ACS Appl. Mater. & Interf.* ($IF = 8.5$), eno v *Appl. Mater. Today* ($IF = 8.0$), dve v *Acta Mater.* ($IF = 7.3$), eno v *J. Mater. Chem. C* ($IF = 6.6$), eno v *Sensors and Actuators B* ($IF = 6.3$) in še 15 člankov v revijah z IF med 5 in 3. Med našimi raziskavami velja omeniti naslednje dosežke:

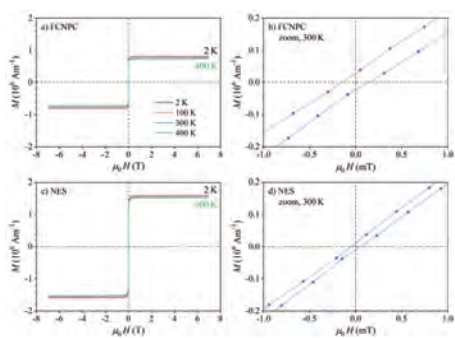
Visokoentropijske zlitine

Raziskovali smo kristalne multikomponentne kovinske spojine, poznane pod imenom visokoentropijske spojine, ki jih stabilizira entropijski člen v Gibbsovi prosti energiji mešanja, kot posledica ogromnega kemijskega (substitucijskega) nereda na kristalni mreži.

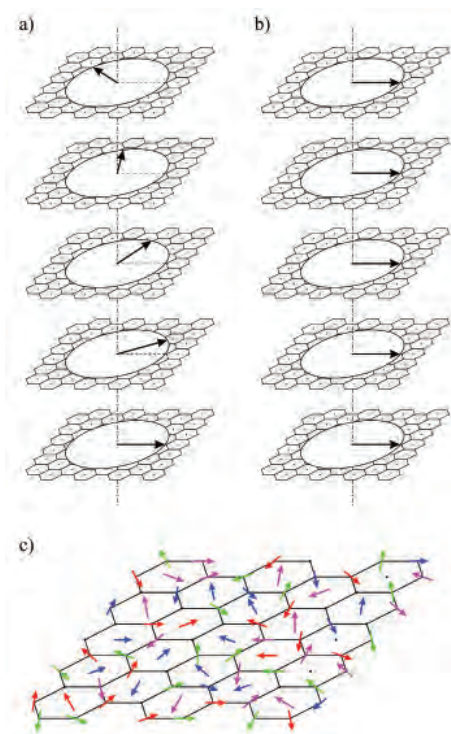
Raziskovalna skupina je kot prva opazila pojav Kondovega senčenja magnetnih momentov v nabožno-izolatorski spinonski kovini, iznašla postopek aditivne izdelave feroelektrično-oksidskih mnogoplastnih tankofilmskih naprav, odkrila gigantski elektrokalorični pojav v tekočih kristalih z direktnim smektično-izotropnim prehodom, pokazala obstoj cezijevega solitona in solitonskih vlakov pri poskusih s hladnimi atomi ter odkrila odlično magnetno mehko visokoentropijsko spojino.



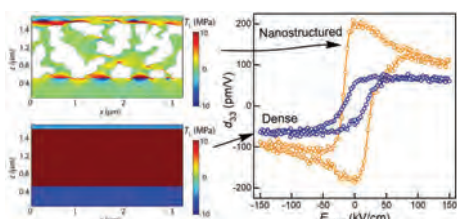
Slika 1: »Zemljevidi« ϵ_{xx} in ϵ_{yy} komponent napetostnega tenzorja na površini $15 \times 15 \text{ nm}^2$, kjer so vidne močno mehansko napete meje med FeCoNi in PdCu domenami v visokoentropijski spojini FeCoNiPdCu .



Slika 2: (a) magnetizacijske krivulje visokoentropijske spojine FeCoNiPdCu (FCNPC) pri temperaturah med 400 K in 2 K v območju magnetnega polja med -7 in 7 T. V panelu (b) je krivulja pri 300 K prikazana na razširjeni vodoravni skali okrog izhodišča. V panelih (c) in (d) so prikazane ustrezne krivulje za neorientirano silicijevo električno jeklo (NES).



Slika 3: Shematski prikaz magnetnih struktur v Gd-Tb-Dy-Ho-Lu visokoentropijski spojini: (a) helikoidalna AFM struktura v bazalni (heksagonalni) ravnini; (b) FM struktura v bazalni ravnini; (c) spinska steklasta struktura (magnetni momenti Gd, Tb, Dy in Ho ionov so narisani s puščicami različnih barv in dolžin, kjer je dolžina sorazmerna z velikostjo momenta; nemagnetni Lu ioni so označeni s črnimi pikami).



V članku Discovery of a FeCoNiPdCu high-entropy alloy with excellent magnetic softness (P. Koželj *et al.*, *Adv. Eng. Mater.* 1801055 (2019), DOI: 10.1002/adem.201801055) smo predstavili odkritje magnetno mehke visokoentropijske spojine FeCoNiPdCu, ki ima lastnosti, primerljive z najboljšimi komercialno mehкими magneti za statične in nizkofrekvenčne aplikacije. V ustrezno termično obdelani spojini FeCoNiPdCu se ustvari nanostruktura dvofaznega nanokompozita slučajno mešanih FeCoNi magnetnih domen in PdCu nemagnetnih »distančnikov«, v obeh primerih 2–5 nm prečnih dimenzij (slika 1). Zaradi nanometrskih dimenzij so FeCoNi domene magnetno enodomenski delci. Ker so delci med seboj sklopljeni z izmenjalno interakcijo, pride do pojava izpovprečenja izmenjalne interakcije na vrednost nič, kar povzroči ničelno koercitivno polje in s tem odlično magnetno mehkost (slika 2). Formacija dvofazne nanostrukture, ki povzroči izničenje magnetne anizotropije in s tem idealno magnetno mehkost, je posledica specifičnih vrednosti parskih mešalnih entalpij izbranih kemijskih elementov. Eksperimentalno smo primerjali magnetne lastnosti visokoentropijske spojine FeCoNiPdCu s komercialnim magnetno mehkim materialom neorientiranim silicijevim električnim jeklom (NES).

V članku Magnetic phase diagram and magnetoresistance of Gd-Tb-Dy-Ho-Lu hexagonal high-entropy alloy (S. Vrtnik *et al.*, *Intermetallics* 105, 163–172 (2019)) smo predstavili študijo magnetnega faznega diagrama in magnetoupornosti »idealne« visokoentropijske spojine iz redkih zemelj Gd-Tb-Dy-Ho-Lu, ki je sestavljena samo iz elementov »težke« polovice lantanidne serije. Fazni diagram vsebuje antiferomagnetno (AFM) fazo, s poljem inducirano feromagnetno (FM) fazo nad AFM-FM »spin-flop« prehodom in nizkotemperaturno spinsko steklasto fazo. Kompleksni (H, T) fazni diagram je posledica tekmovanja med periodičnim potencialom, ki izvira iz elektronske pasovne strukture in favorizira periodično magnetno urejanje, slučajnim lokalnim potencialom zaradi kemijskega nerada na kristalni mreži, ki favorizira zamrzitev spinov v slučajnih smereh, Zeemansko interakcijo spinov z zunanjim magnetnim poljem, ki poskuša spine usmeriti vzdolž polja, in termičnim neredom, ki poskuša uničiti magnetno urejenost spinov. Magnetoupornost odraža kompleksnost (H, T) faznega diagrama. Njena temperaturna odvisnost se lahko razloži z zveznim manjšanjem in končnim izginitjem periodičnega potenciala pri hlajenju, kar povzroči porušitev magnetnega reda dolgega dosega. Magnetoupornost je velika samo pri temperaturah, kjer sta prisotna AFM stanje in s poljem inducirano FM stanje. Pri kritičnem polju AFM-FM prehoda kaže magnetoupornost maksimum. V AFM fazi je magnetoupornost pozitivna in kaže kvadratno odvisnost od magnetnega polja, v s poljem inducirani FM fazi pa je negativna in kaže logaritemsko padanje. Pri nizkih temperaturah se spinski red »stali« in magnetoupornost pada ter popolnoma izgine v spinsko steklasti fazi. Magnetoupornost je asimetrična glede na smer spreminjanja magnetnega polja, kar kaže na neergodičnost in frustriranost spinskega sistema.

Postopek izdelave polimernih plasti za spreminjanje lastnosti površin

Površinske lastnosti podlage so med najpomembnejšimi parametri v tehnologiji tiskanja funkcionalnih materialov, saj določajo tako ločljivost kot stabilnost natisnjenih struktur. Razvili smo metodo za pripravo tankih polimernih plasti z veliko histerezo kontaktnega kota, ki se uporabljajo za optimizacijo omakanja poljubnih trdnih gladkih podlag, na katere tiskamo. Metoda je sestavljena iz dveh korakov in je primerna za različne tiskarske namene (brizgalni, gravurski, pršilni tisk ali sitotisk) oziroma za katerokoli drugo aplikacijo, ki zahteva natančno regulirano omakanje in veliko histerezo kontaktnega kota. Iz raziskav je nastala patentna prijava (A. Matavž, B. Malič, V. Bobnar, A method for producing polymeric surface modification layers, Patent application MKS/MP7501968, London: Intellectual Property Office, 23. september 2019).

Nanostrukturirane porozne feroelektrične tanke plasti z močno povečanim piezoelektričnim odzivom

V tankih plasteh je elektromehanski odziv običajno močno omejen zaradi njihovega mehanskega vpetja na podlago, kar povzroči občutno zmanjšanje vrednosti piezoelektričnih koeficientov. Razvili smo preprosto in robustno metodo za pripravo poroznih feroelektričnih tankih plasti, ki temelji na samourejanju organsko-kovinskih prekurzorjev v polimerni matrici. Makroporoznost rezultira v lokalnih sprostitvah elastičnih napetosti in močno poveča makroskopski elektromehanski odziv razvitih plasti. Poleg tega so izjemno velike vrednosti

Slika 4: Simulacija z metodo končnih elementov razkriva, da se močne natezne napetosti, ki so prisotne po celotni debelini goste plasti, v porozni plasti relaksirajo (levo), kar močno poveča njen makroskopski elektromehanski odziv (desno).

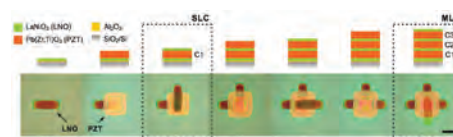
piezoelektričnih koeficientov, ki dosegajo vrednosti, izmerjene v materialih v kosu, tudi posledica močno povečane mobilnosti feroelastičnih domenskih sten.

Objavljeno v A. Matavž, A. Bradeško, T. Rojac, B. Malič, V. Bobnar, Self-assembled porous ferroelectric thin films with a greatly enhanced piezoelectric response, *Applied Materials Today* 16, 83 (2019).

Brizgalno tiskanje feroelektričnih tankoslojnih večplastnih struktur

Zasnovali smo univerzalni postopek za brizgalno tiskanje kovinskih oksidov na poljubnih trdnih podlagah. Popoln nadzor nad omakanjem podlage smo dosegli s predhodnim nanosom nanometerskega polimernega sloja s teksturirano topografijo. To je v kombinaciji s posebej zasnovanim črnilom omogočilo učinkovito tiskanje ravnih struktur z dobro definiranimi lateralnimi dimenzijami. Razviti postopek omogoča skladno nanašanje funkcionalnih oksidnih slojev glede na vnaprej določeno geometrijo, razporeditev zaporedja in debelino sloja – njegov velik potencial smo demonstrirali z brizgalnim tiskanjem večplastnih feroelektričnih kondenzatorjev, sestavljenih iz do 16 posameznih plasti. Podrobna strukturna in električna karakterizacija je razkrila odlične funkcionalne lastnosti natisnjenih naprav.

Objavljeno v A. Matavž, A. Benčan, J. Kovač, C.-C. Chung, J. L. Jones, S. Trolier-McKinstry, B. Malič, V. Bobnar, Additive manufacturing of ferroelectric-oxide thin-film multilayer devices, *ACS Applied Materials & Interfaces* 11, 45155 (2019).



Slika 5: Fotografije zaporedno natisnjenih LNO in PZT ter sheme pripadajočih prerazvodov. Izmenično brizgalno tiskanje je bilo uporabljeno za izdelavo enoplastnih (SLG) in večplastnih (MLC) kondenzatorjev z odličnimi funkcionalnimi lastnostmi.

Študija vpliva vode na pretvorbo $H_2Ti_3O_7$ nanoposov v TiO_2 nanostrukture

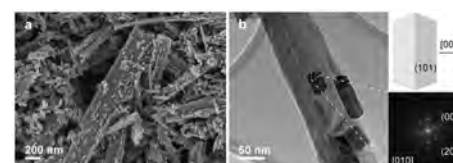
Namen študije transformacije $H_2Ti_3O_7$ nanoposov v anatazne nanostrukture je bil:

(i) določiti vlogo vode pri transformaciji,

(ii) razumeti vlogo naboja površine $H_2Ti_3O_7$ nanoposov med celotnim pH območjem in

(iii) razložiti morfologijo nastalih anataznih nanodelcev glede na reakcijske pogoje. Pretvorbe $H_2Ti_3O_7$ nanoposov v anatazne nanoposove so bile izvedene pri različnih hidrotermalnih in solvotermalnih pogojih ter pri kalciniranju na zraku. Globlji vpogled v proces transformacije in nastanek produkta sta bila izvedena z meritvami zeta potenciala $H_2Ti_3O_7$ nanoposov in podrobno študijo morfologije (TEM) produktov v kombinaciji s kristalografijo. $H_2Ti_3O_7$ nanoposovi so stabilni v bazičnih pogojih, njihova pretvorba v anatazne nanoposove pa je odvisna od »counter« ionov v reakcijskem mediju. Z nižanjem pH vrednosti reakcijskega medija sta oba procesa – topotaktična transformacija in proces raztapljanja/rekristalizacije – pospešena in nanoposovi služijo kot podlaga za heterogeno nukleacijo anataznih nanokristalov. Voda se je pokazala za ključno za potek pretvorbe, saj organski medij služi le kot termični medij.

Objavljeno v M. Sluban, P. Umek, The role of water in the transformation of protonated titanate nanoribbons to anatase nanoribbons. *The Journal of Physical Chemistry. C, Nanomaterials and Interfaces*, vol. 123 (2019), 23747–23757.

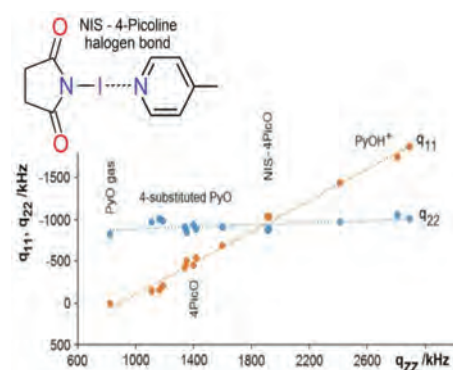


Slika 6: SEM (a) in TEM (b) posnetki produkta, ki je nastal pri pretvorbi $H_2Ti_3O_7$ nanoposov pod hidrotermalnimi pogoji v $0,5 M NH_3(aq)$. Nanodelci anataza na površini nanoposov so orientirani v smeri [010], kar potrjuje njihovo rast v [001]. Dihedralni kot med označenima zunanjsima ploskvama kaže, da zunanje ploskve nanodelcev pripadajo {101} ravninam.

Interakcija donor-akceptor v halogensko vezanih kompleksih

Halogensko vezane komplekse N-jodosukcinimida (NIS) z dušikovimi atomi na položajih donorjev in akceptorjev smo raziskovali s spektroskopijo ^{14}N jedrske kvadrupolne resonance (NQR). Pridobljene podatke smo analizirali glede na korelacijo med lastnimi vrednostmi tenzorja kvadrupolne sklopitve. Pokazali smo, da so spremembe porazdelitve naboja elektronov v dušikovih položajih XB donorja in akceptorja primerljive s spremembami porazdelitve naboja elektronov, opaženih v sistemih z močnimi vodikovimi vezmi. Dokazali smo, da se deformacija orbital dušikovega elektrona, ki jo povzroča akceptor halogenske vezi, odraža na lastni vrednosti Q_{yy} ^{14}N kvadrupolnega tenzorja v NIS, kar omogoča oceno jakosti halogenske vezi in temperaturne odvisnosti premikov atoma joda.

Objavljeno v T. Apih, A. Gregorovič, V. Žagar, J. Seliger, A study of donor-acceptor interaction in halogen bonded complexes of N-iodosuccinimide by ^{14}N NQR, *Chem. Phys.*, 523, 12.

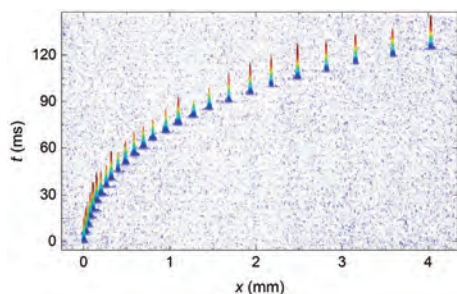


Slika 7: Korelacija med dvema manjšima lastnima vrednostma q_{11} in q_{22} ter največjo lastno vrednostjo q_{zz} kvadrupolnega sklopitvenega tenzorja v PyO in podobnih spojinah.

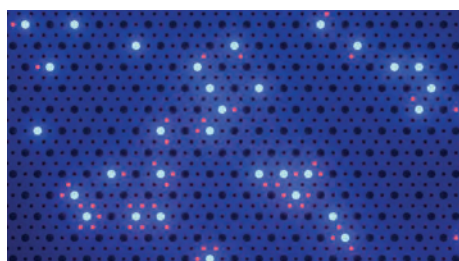
Termomehanski odziv v polimerno dispergiranih tekočerkristalnih elastomerih

Določili smo termomehanski odziv v polimerno dispergiranih tekočerkristalnih elastomerih (PDTKE), pripravljenih s TKE mikrodelci, v katerih so mezogene molekule del polimerne verige. Odziv kompozitnega materiala smo optimizirali s prilagajanjem koncentracije zamreževalca in pripravili materiale s precej večjim termomehanskim odzivom, okoli 25 %, in s precej večjim elastičnim modulom, okoli 300 kPa, kot v originalnih PDLCE materialih, pripravljenih s TKE mikrodelci na osnovi mezogenov v stranskih verigah. Raziskali smo tudi alternativne pristope k urejanju termomehansko anizotropnih TKE mikrodelcev v polimernih matrikah in pokazali, da je urejanje

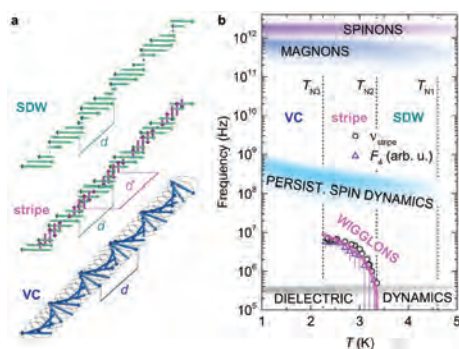
mogoče doseči s strižno napetostjo v laminarnem toku. Takšen način urejanja ponuja precejšnjo poenostavitev v primerjavi z urejanjem v magnetnem polju, predvsem kar se tiče potencialne uporabe teh materialov v tehnologijah aditivnega nanašanja.



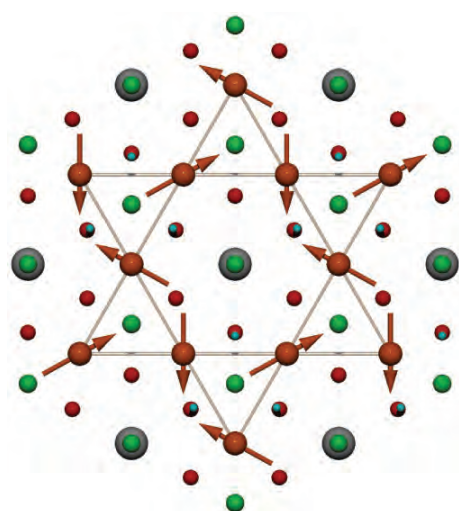
Slika 8: Absorpcijske slike cezijevega solitona, ki se pospešuje v kvazienodimenzionalnem kanalu.



Slika 9: Kvantna spinska tekočina na mreži kagome



Slika 10: Modeli magnetne strukture, ki ustrezajo stanjem valov spinske gostote, spinskih pasov in vektorsko-kiralne faze v $\beta\text{-TeVO}_4$



Slika 11: Perfektna kagome mreža Cu^{2+} spin-1/2 ionov (oranžni) v ab ravnini - spojine $\text{YCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_3$. Ioni Y^{3+} , O_2^- , H^+ in Cl^- so sive, rdeče, turkizne in zelene barve.

Cezijevi solitoni in solitonski vlaki pri poskusih s hladnimi atomi

Tadej Mežnaršič, Tina Arh, Jaka Pišljar, Žiga Gosar, Erik Zupanič in Peter Jeglič so ustvarili cezijeve solitone in solitonske vlake, s katerimi so študirali njihov nastanek, fragmentacijo in medsebojne trke. Ko neinteragirajoč Bose-Einsteinov kondenzat ujamemo v kvazienodimenzionalen kanal, se zaradi disperzije, ki jo narekuje Schrödingerjeva enačba, kondenzat širi vzdolž kanala. Na hitrost širjenja lahko vplivamo s spreminjanjem interakcije med atomi prek Feshbachove resonance. Pri ustrezno izbrani interakciji lahko privlak med atomi ravno kompenzira efekt disperzije in dobimo snovni val, ki mu pravimo svetel soliton. Delo je bilo objavljeno v članku T. Mežnaršič *et al.*, Cesium bright matter-wave solitons and soliton trains, *Physical Review A*, 99 (2019) 033625.

Kvantni magnetizem

Matjaž Gomilšek, Martin Klanjšek, Matej Pregelj in Andrej Zorko so v sodelovanju s partnerji iz Slovenije, Švice in Kitajske proučevali magnetno stanje nečistoč v kagome kvantni spinski tekočini cinkov brohantit. Odkrili so prvi primer Kondovega pojava v električnem izolatorju. V kovinah prevodni elektroni tipično senčijo lokalne momente magnetnih nečistoč, v proučevanem izolatorju pa je mogoč analogen pojav zaradi osnovnega stanja kvantne spinske tekočine z magnetnimi spinonskimi vzbuditvami, ki tvorijo Fermijevo površino in efektivno nadomestijo prevodne elektrone pri senčenju nečistoč. To odkritje bi lahko bilo pomembno za manipulacijo topološko zaščitene stanja spinske tekočine v kvantnem računalništvu. Odkritje je bilo objavljeno v prispevku M. Gomilšek *et al.*, Kondo screening in a charge-insulating spinon metal, *Nat. Phys.* 15 (2019) 754.

Matej Pregelj, Andrej Zorko, Matjaž Gomilšek, Martin Klanjšek in Denis Arčon so v sodelovanju s partnerji iz Švice, Združenega kraljestva in Hrvaške odkrili novo vrsto osnovnih vzbuditev, ki so značilne za progasti spinski red. Ta se pojavi v spojini $\beta\text{-TeVO}_4$, ki odraža frustrirano cikcak spin-1/2 verigo. Z uporabo mionske spinske relaksacije, nevtronske difrakcije in dielektričnih meritev so ugotovili, da so te vzbuditve vezana stanja dveh fazonskih kvazidelcev. Ta se kažejo kot migetajoče gibanje magnetnih momentov, imenovano wiggioni, in povzročajo nenavadno nizkofrekvenčno spinsko dinamiko. Ta rezultat odpira nov vpogled v fiziko progastih stanj v močno koreliranih elektronskih sistemih. Odkritje je bilo objavljeno v prispevku M. Pregelj *et al.*, Elementary excitation in the spin-stripe phase in quantum chains, *npj Quantum Mater.* 4 (2019) 22.

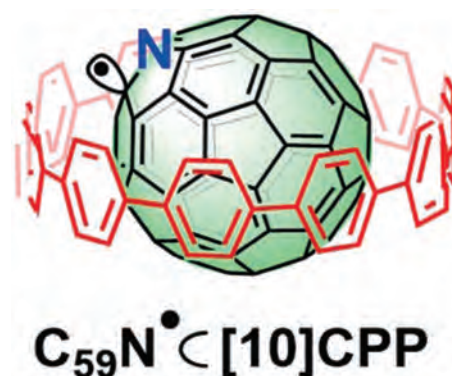
Matej Pregelj, Andrej Zorko, Martin Klanjšek in Denis Arčon so v sodelovanju s partnerji iz Švice, Nemčije in Japonske proučevali magnetne faze $\beta\text{-TeVO}_4$ v visokih magnetnih poljih do 25 tesla. Na podlagi meritev magnetizacije in nevtronske difrakcije so ugotovili, da se prehod iz spiralnega osnovnega stanja v spinsko-valovno-gostotno stanje pojavi pri ~ 3 T za magnetno polje vzdolž kristalnih osi a in c , medtem ko se za polje vzdolž osi b to zgodi šele pri ~ 9 T. Poleg tega so odkrili, da ima tako imenovano HF (visoko polje) stanje, ki obstaja nad ~ 18 T, inkomenzurabilno magnetno ureditev in ni spin-nematsko stanje, kot je teoretično predvideno. Realizacija HF stanja najverjetneje temelji na znatnih medverižnih interakcijah in simetrični anizotropiji interakcij znotraj verig, odkritih v prejšnjih študijah. Delo je bilo objavljeno v prispevku M. Pregelj *et al.*, Magnetic ground state of the frustrated spin-1/2 chain compound $\beta\text{-TeVO}_4$ at high magnetic fields, *Phys. Rev. B* 100 (2019) 094433.

Andrej Zorko, Matej Pregelj, Martin Klanjšek in Matjaž Gomilšek so v sodelovanju s partnerji iz Slovenije, Združenega kraljestva, Švice in Kitajske proučevali $\text{YCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_3$, ki je bil pred kratkim spoznan kot prva geometrijsko popolna realizacija mreže kagome z zanemarljivim mešanjem med mesti in z možnim kvantno-spinsko-tekočinskim osnovnim stanjem. S kombinacijo meritev magnetizacije, toplotne kapacitete in mionske spinske relaksacije so ugotovili, da pod $T_N = 15$ K pride do magnetnega urejanja. Slednje je precej nekonvencionalno, saj, prvič, prehodni režim, kjer urejeno stanje soobstaja s paramagnetnim stanjem, sega navzdol do $T_N/3$, in drugič, prehod v fluktuacijah se premakne daleč pod T_N . Še več, vztrajna spinska dinamika, ki jo opazimo tudi pri najnižjih temperaturah ($T/T_N = 1/300$), je lahko znak vzbuditev koreliranih spinskih zank ali pa cepitve vsakega magnetnega spina na urejen in dinamičen del. Delo je bilo objavljeno

v prispevku A. Zorko *et al.*, Coexistence of magnetic order and persistent spin dynamics in a quantum kagome antiferromagnet with no intersite mixing, *Phys. Rev. B* 99 (2019) 214441.

Andrej Zorko, Matej Pregelj, Matjaž Gomilšek in Martin Klanjšek so v sodelovanju s partnerji iz Švice in Kitajske proučevali magnetno stanje novega kvantnega kagome antiferromagneta $\text{YCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_3$. Čeprav je ta med doslej najčistejšimi realizacijami 2D kagome spinske mreže, saj nima strukturnih deformacij in je brez zaznavnih nečistoč, se vseeno magnetno uredi, v nasprotju z naivnimi pričakovanji. Raziskovalci so z uporabo elastičnega nevtronskega sipanja pokazali, da red izhaja iz nepričakovano močne spinske anizotropije tipa Dzyaloshinskii–Moriya, ki je dovolj velika, da sistem potisne čez kvantno kritično točko iz osnovnega stanja neurejene kvantne spinske tekočine v osnovno stanje magnetno urejenega antiferromagneta z negativno vektorsko kiralnostjo. Odkritje je bilo objavljeno v prispevku A. Zorko *et al.*, Negative-vector-chirality 120° spin structure in the defect- and distortion-free quantum kagome antiferromagnet $\text{YCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_3$, *Phys. Rev. B*, 100 (2019) 144420.

Denis Arčon je v sodelovanju s kolegi iz Francije, Nemčije in Grčije proučeval možnost stabiliziranja fullerenskega radikalnega centra. Preboj na tem področju so dosegli z ujetjem diamagnetnih dimernih $(\text{C}_{59}\text{N})_2$ v [10]cikloparafenilenu ([10]CPP). Dimer je pod vplivom laserske svetlobe razpadel na dva diamagnetna C_{59}N radikala, vsak posamezni radikal pa je bil ujet v svojem [10]CPP obroču (slika spodaj). C_{59}N radikale je prof. Denis Arčon zaznal in raziskoval z metodo pulzne elektronske paramagnetne resonance. Stabilizacija takih radikalov lahko pomeni pomemben korak k realizaciji kvantnega qubita na posamezni fullerenski molekuli, saj je mogoče take komplekse tudi ustrezno urediti na površini ali pa v treh dimenzijah. Odkritje je bilo objavljeno v A. Stergju *et al.*, A Long-Lived Azafullerenyl Radical Stabilized by Supramolecular Shielding with a [10]Cycloparaphenylene, *Angew. Chem. Int. Ed.* 58 (2019) 17745–17750.



Slika 12: CPP večinska in C_{59}N manjšinska faza

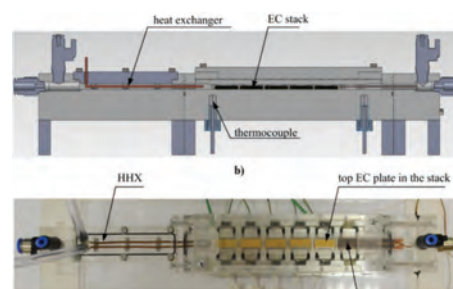
Študij multiferoičnih nanostrukturnih snovi in kaloričnih pojavov ter njihova uporaba za hlajenje

Z neposrednimi meritvami smo pokazali obstoj velikega elektrokaličnega pojava v mehkih snoveh, kot so tekoči kristali, in novih kompozitnih materialih brez svinca. Pokazali smo tudi, da lahko tekoči kristali nadomestijo regeneratorske kalorično neaktivne materiale in tako izboljšajo učinkovitost hladilnih naprav nove generacije. Pokazali smo tudi, da perovskitni keramični elektrokalični materiali lahko zdržijo brez utrujanja več kot 10^6 ciklov, kar je že dovolj za aplikativne namene. Poleg tega smo pokazali, kako se izogniti staranju materialov in kako kalorične materiale regenerirati. Pokazali smo tudi, kako s funkcionaliziranimi grafenovimi nanodelci stabilizirati modre faze. Dela so bila objavljena v 18 člankih v mednarodnih znanstvenih revijah. Dela na multikalorikih in mehkih snoveh so v letu 2019 zbrala več kot 400 čistih citatov. Objavljeno v A. Bradeško *et al.*, *Acta Materialia* 169 (2019) 275; E. Klemenčič, M. Trček, Z. Kutnjak, S. Kralj, *Scientific Reports* 9 (2019) 1721; U. Plaznik, M. Vrabelj, Z. Kutnjak, B. Malič, B. Rožič, A. Poredoš, A. Kitanovski, *Int. J. Refrig.* 98 (2019) 139; D. Črešnar, C. Kyrou, I. Lelidis, A. Drozd-Rzoska, S. Starzonek, S. J. Rzoska, Z. Kutnjak, S. Kralj, *Crystals* 9 (2019) 171; A. Kumar, A. Chauhan, S. Patel, N. Novak, R. Kumar, R. Vaish, *Scientific Reports* 9 (2019) 3922.

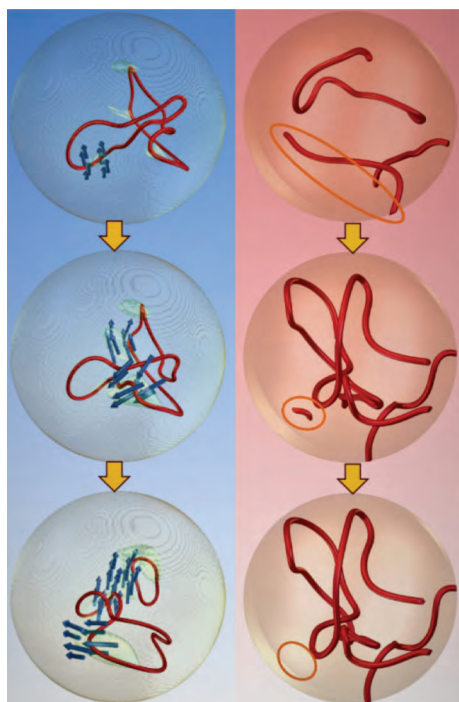
Programska skupina Fizika mehkih snovi, površin in nanostruktur

Raziskave programske skupine Fizika mehkih snovi, površin in nanostruktur se osredotočajo na nove kompleksne sisteme v mehki snovi in na površinah s specifičnimi funkcionalnimi lastnostmi. Cilj programa je razumeti strukturne in dinamične lastnosti teh sistemov, njihove interakcije, njihove funkcionalnosti na molekularni ravni in samosestavljanje mehke snovi. Temeljna domneva raziskav je, da je mogoče razumeti kompleksne mehanizme, kot je samosestavljalnost na makroskopski ravni, z uporabo poenostavljene fizikalne slike in ustreznih modelov. Program sestavljajo eksperimentalne in teoretske raziskave, podprte s simulacijami in modeliranjem. Poseben poudarek je namenjen elektrooptičnim lastnostim in uporabi v medicini.

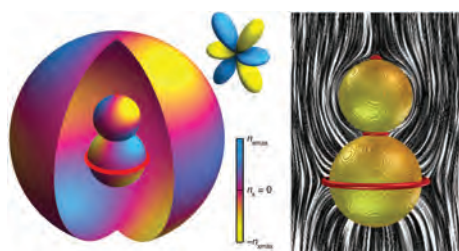
Razvili smo prve visoke multiple celo 64 in 128-pole, ki temeljijo na načrtovanih elastičnih profilih v nematskih tekočinah. Kot prvim nam je uspelo numerično raziskati topologijo tridimenzionalne aktivne nematske turbulence v sferični ogradih ter uporabiti teorijo singularnosti za karakterizacijo defektov v kiralnih kapljicah. Uvedli smo podrobno karakterizacijo površinske morfologije mikrofilamentov, ki tvorijo trahearne sisteme rastlin in so ključnega pomena za njihove mehanske lastnosti. Proučevali smo fotoluminescenco posameznih cevok MoS_2 .



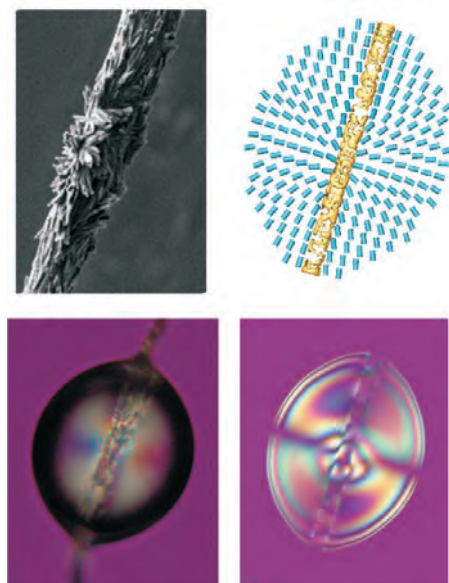
Slika 13: Elektrokalična hladilna naprava z regeneratorskim



Slika 14: Časovne spremembe topoloških defektov v sferični kapljici aktivnega nematika: homeotropno sidranje nematika na površini (levo) in degenerirano planarno sidranje na površini (desno)



Slika 16: Elastični multipoli na posebej oblikovanih delcih v nematskem tekočem kristalu



Topologija tridimenzionalne aktivne nematske turbulence, omejena na kapljice

V kapljici nematskega aktivnega tekočega kristala smo numerično raziskali topologijo tridimenzionalne aktivne nematske turbulence. Z mezoskopskim pristopom smo numerično modelirali dinamiko aktivnih nematov – praviloma bioloških kompleksnih tekočin, kjer se gradniki sami poganjajo z energijo, prejeta iz okolice. Kompleksno kaotično dinamiko aktivne turbulence smo opisali s topološkimi dogodki, ki so jim podvrženi defekti, ki nastajajo v taki snovi. Predstavili so tudi z defekti posredovano sklopitev površinske in volumnske dinamike. Delo je pomemben prispevek k razumevanju hitro se razvijajočega področja aktivnih mehkih snovi (Physical Review X 2019, DOI:10.1103/PhysRevX.9.031051).

Opis topoloških defektov v holesterični TK kapljici s teorijo singularnosti

V sodelovanju z raziskovalci Univerze v Warwicku smo s kombinacijo eksperimentalnih rezultatov, numeričnih simulacij in teoretičnih analiz okarakterizirali točkaste defekte v kapljicah holesteričnega tekočega kristala. Pokazali smo, da določeni topološki defekti ne morejo imeti stalne sučnosti zaradi topoloških razlogov. Nadalje smo pokazali, da imajo defekti s stalno sučnostjo strukturo gradientnega polja v obliki izolirane kritične točke in jih lahko opišemo s teorijo singularnosti. Pokazali smo, da lahko z matematičnimi orodji teorije singularnosti natančno opišemo eksperimentalne rezultate defektov z višjim topološkim nabojem in topološke molekule. Naši rezultati bodo lahko uporabljeni tudi za opis defektov v drugih kiralnih materialih in opis njihovih topoloških lastnosti. (*Phys. Rev. X* 9, 021004, 2019).

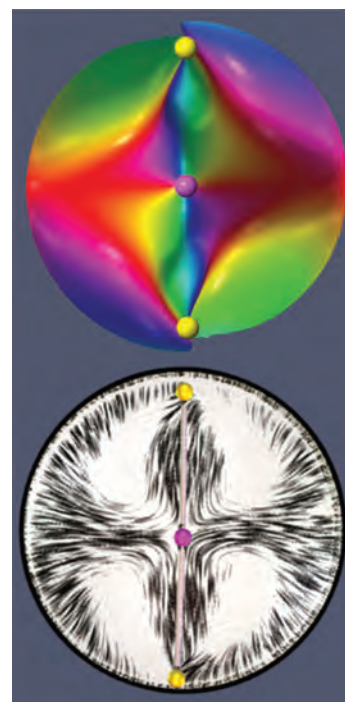
Elastični multipoli visokega reda kot koloidni atomi

V delu pokažemo načrtno oblikovanje elastičnih multipolov visokega reda, ki se pojavijo, ko koloide z nadzorovanimi oblikami in poravnavo površine vnesemo v nematsko gostiteljsko tekočino. Kombinacija eksperimentov in numeričnega modeliranja konfiguracij ravnovesnih polj z razvojem po sferičnih harmonikah nam omogoči široko raziskavo elastičnih večpolnih momentov, kar prinaša analogije z elektromagnetizmom in strukturo atomske orbitale. Pokažemo, da raznolikost elastičnih koloidnih atomov lahko vsaj glede na simetrijo možnih profilov momentov precej presega tisto v znanih kemičnih elementih. Delo je bilo plod sodelovanja z eksperimentalno skupino na Univerzi Colorado Boulder (*Nature Comm.*, 2019, DOI: 10.1038 / s41467-019-09777-8).

Odkrivanje morfologij in nanostruktur mikrovlaken rastlinskih trahearnih celic

Trahearni sistemi rastlin so ključnega pomena za njihovo preživetje. Celulozna mikrovlakna v rastlinah so tesno levoročno spiralno zvita, tako da tvorijo mikrocevice, po katerih se pretaka vodna raztopina hranilnih snovi od korenin do listov. Mehanske lastnosti teh mikrovlaken se razlikujejo od rastline do rastline, vendar vsa tvorijo podobne poligonalno-spiralne oblikovane cevčice. V delu, ki je plod tesnega sodelovanja s skupino M. Godinho v Lizboni, smo pokazali, da je površinska morfologija mikrovlaken, ki jo zaznamo prek kapljic nematskih tekočih kristalov, ključna za njihovo spletnje in mehansko trdnost (*PNAS* 2019, DOI: 10.1073/pnas.1901118116). V delu so predstavljene metode za natančno karakterizacijo celulozних mikrovlaken, kar je ključno tudi za njihovo možno tekstilno uporabo.

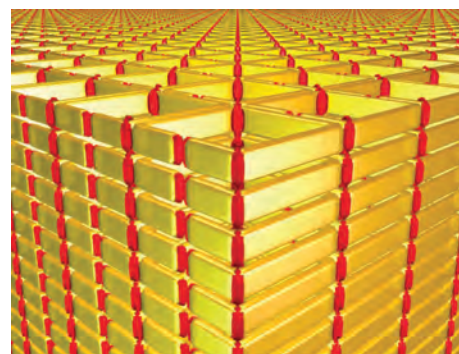
Slika 17: SEM slika grobega nanofilamenta in polarizacijskega optičnega mikrografa nematske kapljice, ki jo filament prebada (levo), in simulacija nematskega urejanja okoli takega filamenta s simuliranim polarizacijskim mikrografom (desno)



Slika 15: Numerične simulacije (zgoraj) in eksperimentalni rezultati (spodaj) holesterične kapljice z enim kiralnim in dvema akiralnima topološkima defektoma.

Načrtovano samourejanje podkvastih koloidnih delcev v nematskih tekočinah

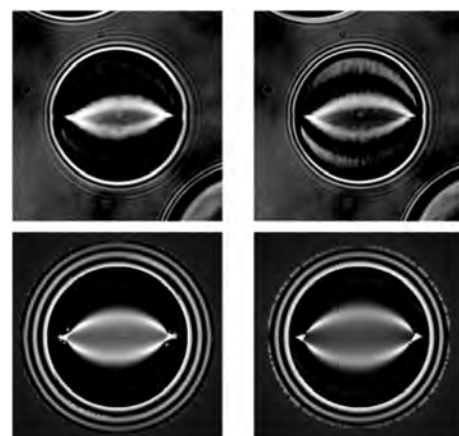
Prikazali smo samourejanje posebnih koloidnih delcev, ki imajo specifično obliko prekinjenega obročka oziroma podkve in so uporabni v fotonih metamaterialih zaradi sposobnosti ustvarjanja resonanc pri odzivu na zunanje magnetno polje. Z uporabo minimizacije proste energije smo računsko optimizirali geometrijske parametre koloidnih delcev, da bi preprečili nastanek nepravilnih metastabilnih razporeditev delcev, kar pomeni, da smo uporabili koncept predhodno zasnovanega oziroma diriganega samourejanja. Nato smo pokazali, da se takšni delci z geometrijsko optimizirano obliko samouredijo v dvo- in tridimenzionalne koloidne kristale. Naše delo je pomemben prispevek pri razvoju geometrijsko optimiziranih koloidnih struktur, saj lahko koloidni kristali, sestavljeni iz podkvastih resonatorjev, delujejo kot nastavljivi metamateriali za uporabo v fotoniki (*Soft Matter*, 2019, DOI: 10.1039 / c9sm00842j).



Slika 18: Tridimenzionalni koloidni kristal iz podkvastih delcev

Žarkovna optična vizualizacija kompleksnih dvolomnih struktur, ki vključuje transport energije

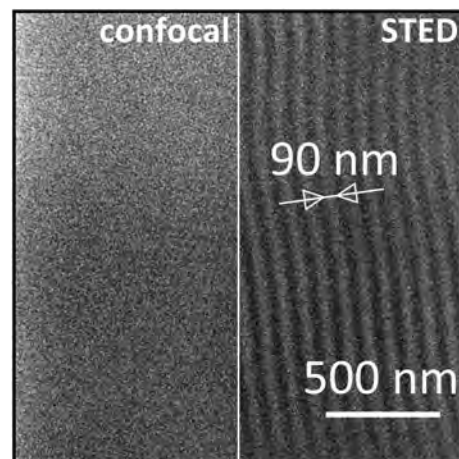
Razvili smo učinkovito metodo za simulacijo širjenja svetlobe v enoosnih dvolomnih medijih brez izgub, ki temelji na standardni tehniki sledenja žarkov, dopoljeni z novo izpeljano transportno enačbo za amplitudo električnega polja vzdolž žarka in prilagojenim algoritmom interpolacije za rekonstrukcijo elektromagnetnih polj. Pokazali smo, da so rezultati primerljivi s celotno rešitvijo Maxwellovih enačb, dokler se dvolomnost medija zaznavno menja na razdalji, večji od valovne dolžine. Uporabnost naše kode za mehko snov smo dokazali s primerjavo eksperimentalnih slik kapljic tekočih kristalov s simuliranimi optičnimi slikami (*Soft Matter* 2019, DOI: 10.1039/c8sm02448k).



Slika 19: Optična mikrografija nematske kapljice pred fokusom (levo) in v (desno) fokusu (zgornja vrstica) ter ustrezne simulacije (spodnja vrstica)

Preseganje omejitev optične resolucije pri opazovanju tekočerkristalnih struktur

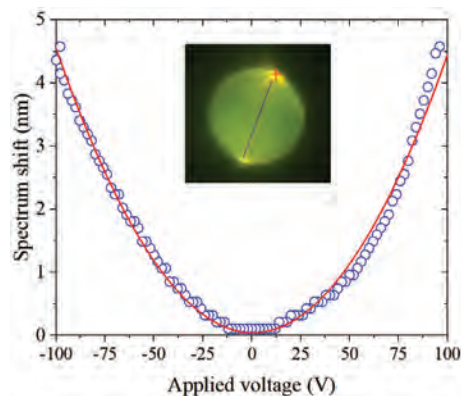
Pokazali smo, da je mogoče z uporabo superresolucijskega mikroskopa STED pri opazovanju holesternih tekočerkristalnih (TK) struktur doseči znatno izboljšavo optične resolucije glede na druge optične mikroskopske metode. Pri uporabi klasične optične mikroskopije v refleksiji smo z uporabo objektiva z visoko numerično aperturo (1.45NA) in kratkovalovne osvetlitve (400 nm) dosegli lateralno resolucijo ~150 nm, z uporabo STED mikroskopa pa nam je uspelo razločiti strukture na medsebojni razdalji ~90 nm. Ključni korak za uspešno izrabo STED mikroskopije v TK sistemih je bila sinteza posebnih namenskih fluorescentnih barvil, ki se dobro mešajo v TK sistemih in so spektralno prilagojena za mikroskop STED na IJS (*Liquid Crystals*, DOI:10.1080/02678292.2019.1710870).



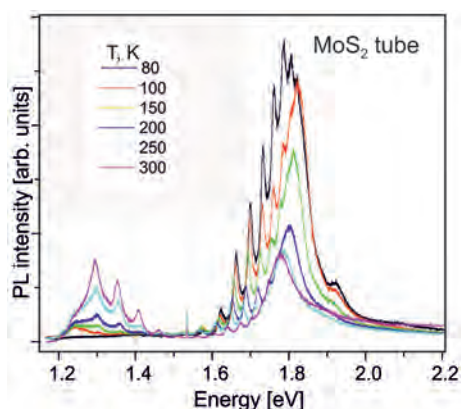
Slika 20: Primerjava slik TK struktur; posnetih s konfokalnim (levo) in STED (desno) mikroskopom.

Feroelektrični mikrolaserji z nastavljivo valovno dolžino

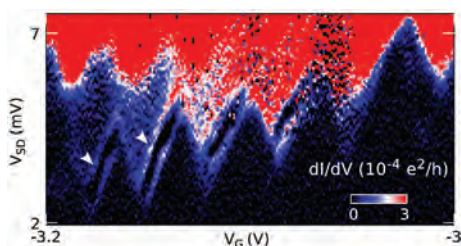
Preiskovali smo WGM resonance mikrokapljic obarvanega feroelektričnega tekočega kristala v Sm C* fazi, ki smo ga vzbujali s pulznim laserjem. Vrhove resonančnega spektra je mogoče kontrolirano in reverzibilno pomikati k daljšim valovnim dolžinam s pomočjo počasi spreminjajočega zunanega električnega polja, usmerjenega vzdolž vzbujevalnega laserja. Spektralni premik je posledica »solitonske« deformacije spiralne strukture Sm C* faze zaradi zunanega električnega polja. Premik znaša ~2,3 nm pri polju 1 V/μm in ima kvadratno odvisnost od jakosti zunanega električnega polja. (*Liquid Crystals*, DOI:10.1080/02678292.2019.1700567).



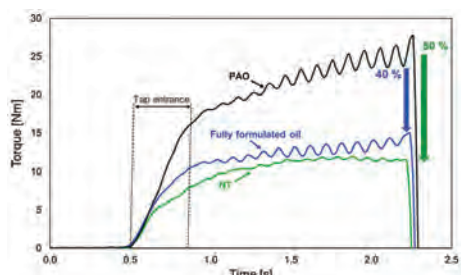
Slika 21: Z zunanjim električnim poljem je mogoča zvezna manipulacija pozicije vrhov WGM spektra feroelektričnih mikrokapljic v Sm C* fazi.



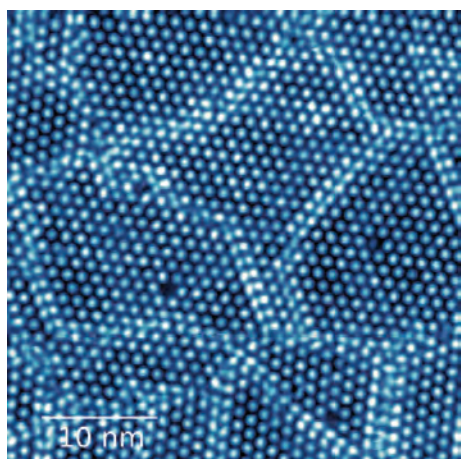
Slika 23: Temperaturna odvisnost spektra mikrofluorescence cevke MoS_2 s premerom $2 \mu\text{m}$



Slika 24: Diskretne resonance prevodnosti v območjih tuneliranja posameznih elektronov, ki ustrezajo energiji vzburjanja $500 \mu\text{eV}$.



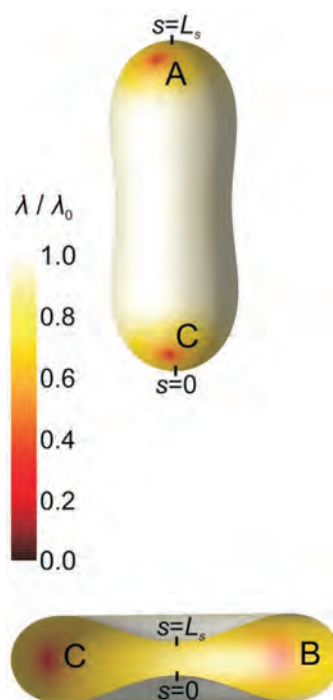
Slika 25: Časovna odvisnost navora med vtiskovanjem navoja pri uporabi čistega PAO olja, PAO olja s 5 ut. % nanocevk MoS_2 (NT) in referenčnega formuliranega olja



Slika 26: Slika površine 1T-TaSeS , posneta z VTM. Na sliki vidimo domene urejenih valov gostote naboja, ki so ločene z domenskimi stenami.

Stabilizacija struktur rdečih krvničk z membransko orientacijsko urejenostjo

Celice rdečih krvničk (CRK) so prisotne v skoraj vseh vretenčarjih. Njihova poglavitna naloga je prenos kisika v različne dele telesa. Pri tem ima pomembno funkcionalno vlogo njihova oblika. Pri večini sesalcev imajo CRK ob normalnih pogojih diskasto obliko, ki optimizira njihovo pretočnost v žilah in kapilarah. Eksperimentalno merjene vrednosti reduciranih volumnov (v) stabilnih oblik zavzemajo relativno širok interval vrednosti (med $v \sim 0,58$ in $0,8$). Toda ta opažanja niso v skladu z obstoječimi teoretičnimi modeli, ki napovedujejo relativno ozek interval vrednosti (med $v \sim 0,59$ in $0,65$). V teoretični in numerični raziskavi smo demonstrirali, da lahko slednji interval uskladimo z eksperimentalnimi vrednostmi, če upoštevamo membransko orientacijsko urejenost in tako imenovano zunanjo ukrivljenost (*Scientific Reports*, DOI: 10.1038/s41598-019-561280).



Slika 22: Podolgovata (zgoraj) in diskasta (spodaj) oblika celic rdečih krvničk, ki vsebujejo topološke defekte.

Fotoluminiscenca mikrocevk MoS_2

S sodelavci iz Rusije in Francije smo proučevali fotoluminiscenco posameznih cevk MoS_2 (*Ann. Phys.* (Berlin) 2019, 1800415). Emisija zaradi rekombinacije parov elektron-vrzel pri neposrednem prehodu je velika kljub znatni debelini stene cevke, ki vsebuje več deset molekulskih plasti. Pri sobni temperaturi smo izmerili spektre z močnimi vrhovi tako imenovanih šepetajočih načinov emisije svetlobe (angl. whispering gallery modes) s faktorjem kakovosti v višini nekaj sto. Rezultati nakazujejo uporabo cevk MoS_2 za učinkovite mikroresonatorje. Članek je bil uvrščen med 10 najpomembnejših dosežkov Inštituta Ioffe za leto 2019.

Kvantni efekti v nanocevkah MoS_2

V sodelovanju z Univerzo v Regensburgu smo objavili prve rezultate transportnih meritev na polprevodniški nanocevkki MoS_2 z več molekulskimi plastmi debelo steno, ki je predstavljala kvantno piko. Nizkotemperaturne meritve, izvedene pri 300 mK , so pokazale Coulombsko blokado s pravilnimi Coulombskimi oscilacijami in značilnosti kvantne omejenosti. V pravokotnem magnetnem polju smo opazili jasne značilnosti prehodov med kvantnimi stanji (*Phys. Status Solidi* 2019).

Nanocevke MoS_2 za avtomobilsko industrijo

S sodelavci iz Avstrije in Poljske smo raziskovali učinkovitost uporabe nanocevk MoS_2 pri vtiskovanju navojev v pocinkanih avtomobilskih delih. MoS_2 nanocevke tvorijo tribofilm na pocinkanih jeklenih površinah, kar posledično zmanjša potreben navor in utrjevanje materiala pod površino. Sulfuriziran olefinski polisulfidni dodatek za ekstremne tlake, ki se trenutno veliko uporablja v formuliranih oljih, deluje pri vtiskovanju navojev v sinergiji z nanocevkami MoS_2 , zato so te primerne za uporabo v bodočih formulacijah nanofluidnih maziv z minimalno količino porabe (angl. Minimal quantity lubrication) (*Journal of Manufacturing Process* 39 (2019) 167–180).

Urejanje polaronov v superprevodnem plastnem kristalu 1T-TaSeS

V mnogih plastnih kovinskih dihalogenidih je bilo opaženo urejanje naboja ne le v periodične valove gostote naboja, temveč tudi v aperiodične strukture, sestavljene iz domen, opažena pa je bila tudi amorfnost polaronov. Nastanek različnih faz, med katerimi je mogoče prehajati s svetlobnimi in električnimi pulzi, smo v sodelovanju z Odsekom za kompleksne snovi (F7) pojasnili z modelom elektronskega plina na delno napolnjeni rešetki (*New J. Phys.* 21, 083001 (2019)). V ta namen smo z vrstičnim tunnelskim mikroskopom proučevali plastne kristale

1T-TaSeS. Dodatno smo s pomočjo tunelske spektroskopije pokazali, da domenske stene, ki so prisotne v materialu, niso ključne za obstoj superprevodnosti v teh vzorcih.

Nastavljivi ravni elektronski pasovi v organskih mrežah kagome

Mreža kagome je idealna platforma za nove eksotične pojave, kot sta negativna magnetizacija in neobičajna superprevodnost. Pokazali smo, da geometrijska frustracija mreže kagome povzroči ničelno verjetnost za tuneliranje elektronov iz posameznih šesterkotnikov mreže. Kadar so v takšnem ravnem potencialu mreže prisotne tudi druge molekule, imajo te ostro določena lokalizirana elektronska stanja. Karakteristike teh stanj in nastavljivost mreže kagome je primeren sistem za študij elektronskih stanj v dobro definiranih sistemih (*Physica Status Solidi* 2019, DOI: 10.1002/pssb.201900346).

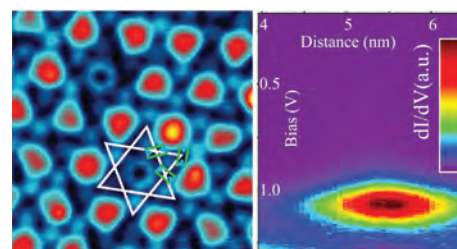
Preklapljanje difuznih memristorjev na nanometrski ravni

Proučevali smo delovanje memristorjev na ravni posameznih nanodelcev, da bi raziskali fizikalne mehanizme njihovega delovanja in določili pogoje za zanesljivo delovanje. Ugotovili smo, da lahko z uporabo nanodelcev kovinskih zlitin učinkovito zmanjšamo nastanek stabilnih kovinskih filamentov in zagotovimo ponovljivo karakteristiko difuznega preklapljanja. Pomembno je, da se podobno obnašajo makroskopske nanokompozitne naprave, sestavljene iz več plasti nanodelcev, kar nam omogoča natančno nastavitve lastnosti preklapljanja in razvoj memristorskih naprav z difuznim preklapljanjem različnih velikosti. Nobeni dodatni postopki niso potrebni za njihovo delovanje, zaradi česar so zelo zanimivi za uporabo (objavljeno v *Scientific Reports* 9, 17367 (2019). DOI: 10.1038/s41598-019-53720-2).

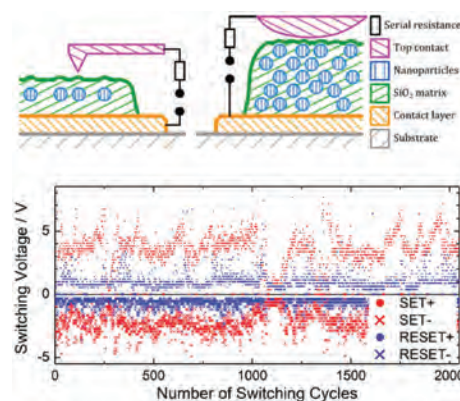
Programska skupina Eksperimentalna biofizika kompleksnih sistemov in slikanje v biomedicini

Programska skupina Eksperimentalna biofizika kompleksnih sistemov in slikanje v biomedicini združuje raziskave procesov in struktur bioloških sistemov z razvojem novih naprednih eksperimentalnih tehnik superločljivih mikroskopij, mikrospektroskopij in nanoskopij ter novih slikovnih tehnik. Glavno žarišče raziskav je odziv molekularnih in supramolekularnih struktur na interakcije med materiali in živimi celicami ter med svetlobo in živimi celicami. Zanimajo nas molekularni dogodki in fizikalni mehanizmi, s katerimi so ti dogodki med seboj povezani, časovne skale, pogoji ter aplikativna vrednost raziskovanih mehanizmov, predvsem za uporabo v medicini oziroma na področju zagotavljanja zdravja nasploh. Z razvojem novih sklopljenih superločljivih in spektroskopskih tehnik želimo odpreti nove možnosti spoznavanja bioloških sistemov in od tam naprej odpirati nove možnosti za načrtovanje medicinskih materialov in naprav, za diagnostiko, terapijo in regeneracijo tkiv, ki je med starajočim se prebivalstvom razvitega sveta med najbolj perečimi problemi. Skupina po zaključeni investiciji v nov superločljiv STED sistem obvladuje različne fluorescenčne mikroskopije: superločljivo (STED) mikroskopijo in dvofotonsko (2PE) mikroskopijo, večkanalno spektralno-razločeno slikanje življenjskega časa fluorescence (spFLIM), fluorescenčno mikrospektroskopijo (FMS) in optično pinceto, s katerimi raziskujemo interakcije predvsem med nanomateriali in celičnimi linijami, ki vodijo v fenomene lipidnega ovijanja ter pasivacije nanomaterialov, membranske dizintegracije in prestavljanja celičnih membran brez vloge receptorjev oziroma klasičnih signalnih poti. Uvedli smo tudi metodo, ki omogoča spremljanje električnega polja v tumorjih pri zdravljenju rakavih obolenj z elektroporacijo, in nadalje razvili metodo multiparametričnega slikanja z magnetno resonanco za karakterizacijo hrane in zdravlil ter različnih procesnih postopkov. Z magnetnoresonančnim slikanjem visoke ločljivosti lahko spremljamo učinkovitost površinskih obdelav, nastajanje in raztapljanje gelov ter merjenja difuzije v omejenih geometrijah z moduliranimi gradienti.

Leta 2018 smo v članku, objavljenem v reviji *Nano Letters*, s STED mikroskopijo prvič direktno opazovali lipidno ovijanje TiO₂ nanocevk v živem pljučnem epiteliju. V sodelovanju s skupino Davida Gomeza na UCD (Dublin, Irska), ki je opravil proteomsko analizo omenjenih lipidnih ovojev, smo pokazali, da v lipidnem ovoju obstajajo ključni encimi, ki bi lahko sprožili nastanek krvnih strdkov. Zato smo v letu 2019 v sodelovanju z Laboratorijem profesorice Rinku Majumder z LSUHSC School of Medicine (New Orleans, ZDA) identificirali ključne celice *in vitro* sistema, ki bi bil zmožen reproducirati in pojasniti, kako nastane krvni strdek *in vivo*. To je podlaga za razvoj hipotetične signalne poti z neugodnim izidom (AOP) ter *in vitro* sistema, ki bi lahko napovedal, kateri nanodelci lahko sprožijo trombozo.



Slika 27: Visokoločljiva STM slika predstavlja mrežo kagome (BETS)₂GaCl₄. Elektronska stanja molekul BETS so omejena zaradi destruktivne interference frustrirane mreže.

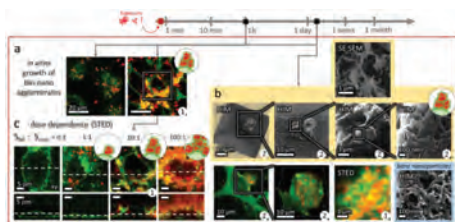


Slika 28: Shema eksperimenta in karakteristika preklapljanja, ki smo jo določili na podlagi meritev posameznih histereznih zank v kompozitu SiO₂/AgPt/SiO₂, izmerjenih s pomočjo prevodne AFM na posameznem nanodelcu AgPt.

Na podlagi novih dognanj o razvoju bolezenskih simptomov po izpostavljenosti nanodelcem smo razvili povsem novo tržno idejo in ustanovili odcepljeno podjetje Infinite, d. o. o., ki bo razvijalo celične senzorske sisteme za napovedovanje bolezni pljuč.

Ključen preboj je bil leta 2019 narejen z odkritjem mehanizma proženja kroničnega vnetja pljučnega epitelijskega zaradi izpostavljenosti nanomaterialom. S STED in HIM mikroskopijo (delno v sodelovanju s HZDR Dresden) smo namreč ugotovili, da epiteljske celice nekatere nanomateriale pasivirajo na svoji površini, s čimer zmanjšajo uničujoč učinek interakcij med nanomaterialom in različnimi strukturami v celicah (npr. jedro, aktinske mreže, notranje membrane; vse opaženo s STED mikroskopijo). To dosežejo z ojačano sintezo lipidov (dokazano s transkriptomiko *in vitro* v sodelovanju z HG MU München ter *in vivo* v sodelovanju z NRCWE Kopenhagen in Health Canada) ter izločanjem agregatov nanomaterialov in lipidov na površino (dokazano s STED mikroskopijo). Žal pa imunske celice, še posebej makrofagi, te agregate prepoznajo kot tujke in umrejo, medtem ko jih poskušajo razgraditi. Zaradi tega se material spet izloči v prostor med celicami, kar pomeni, da se krog sklone – saj je material pripravljen, da ga epiteljske celice spet potegnejo vase. Krog se lahko ponavlja, če se v živem sistemu umrli makrofagi nadomeščajo z novimi, kar se dejansko dogaja zaradi signalizacije s strani epiteljskih celic. Z modeliranjem smo pokazali, da pri določenih kombinacijah hitrosti pasivacije, signalizacije in toksičnosti dejansko dobimo dolgotrajen (kroničen) odziv na enkratno izpostavitve (članek se pripravlja). Obenem pa smo med študijem mehanizma identificirali določene tehnike detekcije omenjenih dogodkov, na podlagi katerih se da narediti senzorske sisteme s sposobnostjo napovedovanja bolezenskih stanj. Ta znanja smo na IJS prijavili kot skrita znanja in ustanovili odcepljeno podjetje Infinite, d. o. o. V sodelovanju z Univerzo v Oxfordu (VB) razvijamo napredne mikrospektroskopske metode za opis lokalnega molekularnega okolja. Superločljivi fluorescenčni korelacijski spektroskopiji (STED-FCS) smo močno izboljšali zanesljivost in prilagodljivost z vpeljavo prilagodljive optike za odpravo optičnih aberacij [1]. Svoje ekspertno znanje STED-FCS smo zaobjeli v podrobnem opisu metode, objavljenem v *Nature Protocols* [2]. Z okoljsko občutljivimi barvili in mikrospektroskopijami smo nadalje odkrili, da molekularne lastnosti bioloških membran dobro napovejo njihove mehanske lastnosti na mikrometrski ravni, kar smo poročali v *Communications Biology* (*Nature Publishing Group*) [3].

Za učinkovitejšo označevanje smo raziskali, sintetizirali in preizkusili serijo novih STED fluoroforjev, pri katerih smo iskali zelo nizko stopnjo bledenja za 3D-time-lapse STED mikroskopijo in spremljanje interakcij v 3D. Prav tako je bilo sintetiziranih nekaj parov fluoroforjev za nanotemperaturno mapiranje, da se omogoči profiliranje temperature pri pojavu mikrovrenja, kar se izvaja v sodelovanju s prof. Golobičem s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.



Slika 29: Pasivacija TiO_2 nanocevk na površini pljučnih epiteljskih celic. A) razvoj bionano aglomeratov (leva slika uro po dodatku nanodelcev, desna slika dva dni po dodatku nanodelcev, zelena barva predstavlja membrane, rdeča pa nanomaterial); B) različne povečave bionano aglomeratov na površini epiteljskih celic s STED (barvanje enako kot pri A), HIM in SEM mikroskopijo; številki 1 in 2 označujeta dva vzorca; C) odvisnost nastanka agregatov od doze – vodoravni (zgornja vrsta) in navpični (spodnja vrsta) preseki, dobljeni s STED mikroskopijo, barvanje enako kot pri A.

Na podlagi eksperimentalnih rezultatov, doseženih v okviru ARRS projekta (L7-7561), zaključenega v letu 2019, smo razvili novo metodologijo za diagnostiko puščanja žil v očesnih tkivih in zaznavo patoloških stanj na mrežničnem epiteliju. Za namen raziskave smo poleg koncepta razvili in izdelali tudi napredni ter cenovno učinkovit hiperspektralni sistem, ki temelji na detekciji autofluorescence tkiv. Poleg tega smo del raziskav, namenjenih hiperspektralni detekciji koagulacije, povzeli v znanstvenem prispevku (Podlipec *et al.*, *Journal of Biophotonics*, *In submission*).

V okviru še enega tekočega ARRS projekta (L2-9254) smo izvedli prve eksperimente teranostike s časovno oblikovanim modularnim laserskim sistemom, razvitim v Laboratoriju za fotoniko in laserske sisteme (FOLAS) na realnem biološkem sistemu. Z razvojem laserskega sistema in njegovo dograditvijo na naš superločljiv STED mikroskop smo na očesnem tkivu uspešno izvedli napredno diagnostiko na osnovi detekcije življenjskega časa fluorescence ter terapevtsko na lokalno tarčno področje. Pomembne rezultate študije smo povzeli v znanstvenem prispevku (Podlipec *et al.*, *Applied Physics A*, *In submission*).

Del raziskav smo namenili tudi novemu mednarodnemu projektu Crossing borders and scales (CROSSING) med Institutom "Jožef Stefan" (IJS) in Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR), kjer je naša skupina udeležena v prvem od štirih delovnih sklopov, ki pokriva področje korelativne mikroskopije. S kombinacijo visokoločljivega STED in helijevega ionskega mikroskopa (HIM), dostopnega na HZDR, smo posneli prve korelativne slike relevantnega biološkega sistema interakcije nanodelcev na *in-vitro* sistemu pljučnega epitelijskega na nanoskali. Več rezultatov in objavo izsledkov študije, ki še poteka, pričakujemo v letu 2020.

Uporaba magnetne resonance pri študiji polimernih tablet za kontrolirano sproščanje

Tablete s kontroliranim sproščanjem se zaradi svojih številnih prednosti vse bolj uporabljajo v farmacevtski industriji. Gelska plast, ki se ob stiku tablete, narejene iz hidrofilnega polimera, s telesnimi tekočinami ustvari okoli tablete, regulira prodiranje telesnih tekočin v tableto in tako nadzoruje raztapljanje in difuzijo zdravilne učinkovine iz nje. Zato je poznanje gelske plasti ključnega pomena pri uporabi tablet s kontroliranim sproščanjem. Študije nabrekanja tablet iz ksantana so pokazale, da je nabrekanje odvisno od pH in ionske moči medija, v katerem tableta nabreka. Dinamika gibanja molekul medija in polimernih verig je zelo pomembna za kinetiko sproščanja zdravil iz hidrofilnih tablet, saj vodi do nenehno spreminjajočih se velikosti in porazdelitve por v gelski

plasti in s tem difuzijskih poti za zdravilno učinkovino. Dinamiko medija in polimernih verig ksantanovih gelov različnih koncentracij v vodnem in kislem mediju smo določili z magnetno resonančno relaksometrijo s hitrim spreminjanjem magnetnega polja (»Fast-field cycling NMR relaxometry«). Študija je pokazala, da dinamika medija pada z večanjem koncentracije ksantana v gelu, ravno tako pa je odvisna tudi od pH vrednosti medijev. Rezultate smo objavili v članku Urška Mikac, Ana Sepe, Anton Gradišek, Julijana Kristl, Tomaž Apih, Dynamics of water and xanthan chains in hydrogels studied by NMR relaxometry and their influence on drug release, *International journal of pharmaceutics*, ISSN 0378-5173, 2019, 563, 373–383.

Merjenje dinamike strjevanja cementa z metodo merjenja difuzijskih spektrov

V laboratoriju za slikanje z magnetno resonanco že dalj časa proučujemo različne pristope merjenja difuzije v porozni snovi. Naš originalni prispevek znanosti na tem področju je razvoj metode merjenja difuzijskih spektrov s pomočjo moduliranih gradientov magnetnega polja. Pri tem za razliko od drugih skupin uporabljamo konstanten gradient, ki pa z dodatkom zaporedja radiofrekvenčnih pulzov za večkratni spinski odmev postane učinkovito oscilirajoč in tako omogoča merjenje difuzijske konstante pri frekvenci, določeni z oscilacijo učinkovitega gradienta. Metoda ima tudi tehnične omejitve, vezane na frekvenčno sliko radiofrekvenčnih pulzov. Pred leti smo pokazali, kako zaobiti te omejitve na testnih vzorcih, nismo pa še pokazali praktične uporabnosti te metode. V nedavni študiji, objavljeni v članku Igorja Serša, Sequential diffusion spectra as a tool for studying time-dependent translational molecular dynamics: a cement hydration study, *Molecules*, 2020, 25, no. 1, 68-1-68-15, je bila predstavljena uporaba te metode za spremljanje strjevanja belega cementa.

Razvoj MRI metod za diagnostiko malignega pleuralnega mezotelijoma

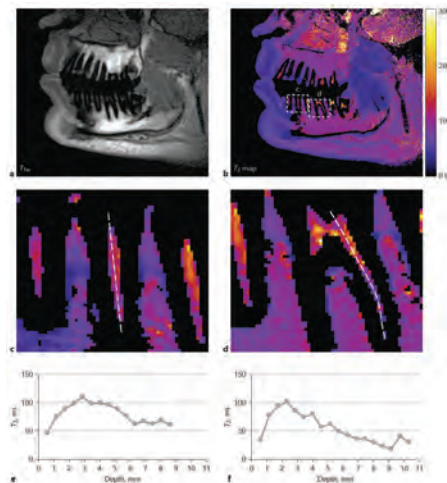
Bolezni, povezane z izpostavljenostjo škodljivemu azbestu, so v Sloveniji pogoste. Ena od najhujših oblik teh je rak pljučnice oziroma maligni pleuralni mezoteljom. Zdravljenje bolnikov s to boleznijo je zelo zahtevno in za spremljanje njegovega poteka je treba imeti tudi dobro slikovno diagnostiko. V tej študiji smo pokazali, da slikanje z magnetno resonanco v povezavi z uporabo kontrastnih sredstev lahko ponuja dobro diagnostično orodje. Analizirali smo dinamiko kopičenja kontrastnega sredstva z različnimi obstoječimi farmakokinetičnimi modeli, določili njihove parametre in nato analizirali njihovo napovedno vrednost tako, da smo primerjali vrednosti parametrov rakastega tkiva z zdravim. Ta študija je bila tudi doktorska tema študentke MPŠ Martine Vivode Tomšič, ki je doktorirala leta 2019 pod somentorstvom prof. dr. Igorja Serša. Iz študije je bil objavljen tudi znanstveni članek Martine Vivoda Tomšič, Sotiriosa Bisdasa, Viljema Kovača, Igorja Serša, Katarine Šurlan Popović, Dynamic contrast-enhanced MRI of malignant pleural mesothelioma: a comparative study of pharmacokinetic models and correlation with mRECIST criteria, *Cancer imaging*, 2019, 19, no. 1, 1–11.

Ocena kariesa zob *in vivo* s kartiranjem T2 relaksacijskega časa zobne pulpe

Zobni karies pacientov običajno diagnosticiramo s pomočjo rentgenskega slikanja. Pred leti smo na ekstrahiranih zobeh pokazali, da ima veliko potenciala za oceno kariesa tudi slikanje z magnetno resonanco. To prisotnost kariesa pokaže z na MRI slikah vidno demineralizacijo dentina in spremembami difuzijske konstante ter T2 relaksacijskih časov zobne pulpe. Tedanjo študijo smo sedaj poskusili nadaljevati z *in vivo* slikanjem kart relaksacijskih časov T2 pacientov s kariesom zob in prostovoljcev z zdravimi zobmi. Pokazali smo, da kljub majhni ločljivosti slik *in vivo* še vedno dobro ocenimo stopnjo kariesa iz sprememb relaksacijskega časa T2. Te ocene so dale namreč povsem primerljive rezultate s klasično oceno na podlagi mednarodne lestvice kariesa ICDAS. Izsledke te študije smo objavili v članku Ksenije Cankar, Jerneja Vidmarja, Lidije Nemeth, Igorja Serša, T2 mapping as a tool for assessment of dental pulp response to caries progression: in vivo MRI study, *Caries Research*, 2019, ISSN 0008-6568. DOI: 10.1159/000501901.

MR mikroskopija možganskih krvnih strdkov kot orodje za oceno poteka tromboektomije

Zdravljenje ishemične možganske kapi se podobno kot pred tem že pri zdravljenju miokardnega infarkta seli od uporabe trombolize k pristopom mehanske odstranitve žilne zapore (krvnih strdkov) s pomočjo katetrskega dostopa. Njena uspešnost je zelo odvisna od krvnega strdka, njegove dolžine, sestave, stopnje retrakcije ... Precej teh parametrov ne moremo določiti iz CT rentgenskih slik, ki se posamejno pri pacientih pred posegom. V tej študiji smo na z mehansko tromboektomijo že odstranjenih možganskih krvnih strdkih pokazali, da precej več teh parametrov lahko določimo iz magnetnoresonančnih (MR) slik, saj smo te strdke slikali z različnimi metodami slikanja MR mikroskopije. Pokazali smo tudi, da obstaja šibka korelacija



Slika 30: T1 utežena slika (a) in ustrezna karta T2 vrednosti (b) bolnika s kariesom zob v sagitalni rezini. V karti T2 sta označeni dve področji zanimanja (ROI) s črtkano črto, eno vsebuje enokoreninski zob, drugo pa molar. Izseka karte T2, ki prikazujeta dve izbrani povečani področji ROI, sta prikazani na slikah (c) in (d). Sliki (e) in (f) prikazujeta grafa T2 profila vzdolž zobne pulpe, ki sta bila izmerjena vzdolž črtkane črte po sredini pulpe, kot je to naznačeno na izsekih T2 karte.

med trajanjem odstranitve strdka in nekaterimi parametri, pridobljenimi iz MR slik. Rezultati te študije so bili objavljeni v članku Jerneja Vidmarja, Francija Bajde, Zorana Miloševića, Igorja Kocijančiča, Mirana Jeromela, Igorja Serša, Retrieved cerebral thrombi studied by T2 and ADC mapping preliminary results, *Radiology and oncology*, 2019, 53, no. 4, 427–433.

V letu 2019 je Odsek F5 sodeloval s 113 partnerji iz Slovenije in tujine. Med njimi naj omenimo sodelovanje z naslednjimi institucijami:

- BASF, Heidelberg, Nemčija
- Ben Gurion University, Beersheba, Izrael
- Chalmers University of Technology, Physics Department, Göteborg, Švedska
- Clarendon Laboratory, Oxford, Velika Britanija
- Centre national de la recherche scientifique, Laboratory de Marseille, Marseille, Francija
- Centre national de la recherche scientifique, Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman, Thiais, Francija
- Department of Chemistry, College of Humanities and Sciences, Nihon University, Tokio, Japonska
- Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Nemčija
- Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Nemčija
- École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lozana, Švica
- Eidgenössische Technische Hochschule - ETH, Zürich, Švica
- Elettra (Synchrotron Light Laboratory), Bazovica, Italija
- European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francija
- Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Španija
- Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, Poznanj, Poljska
- Florida State University, Florida, ZDA
- Forschungszentrum Dresden Rossendorf, Dresden, Nemčija
- Gunma National College of Technology, Maebaši, Japonska
- High-Magnetic-Field Laboratory, Grenoble, Francija
- High Magnetic Field Laboratory, Nijmegen, Nizozemska
- High Magnetic Field Laboratory, Tallahassee, Florida, ZDA
- Humboldt Universität Berlin, Institut für Biologie/Biophysik, Berlin, Nemčija
- Ilie Murgescu Institute of Physical Chemistry of the Romanian Academy, Bukarešta, Romunija
- International Human Frontier Science Program Organisation, Strasbourg, Francija
- Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
- Institut za Teoretično fiziko univerze v Göttingenu, Göttingen, Nemčija
- Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznanj, Poljska
- Institute of Electronic Materials Technology, Varšava, Poljska
- Institut für Experimentalphysik der Universität Wien, Dunaj, Avstrija
- Institut für Biophysik und nanosystemforschung OAW, Gradec, Avstrija
- Institut za kristalografijo Ruske akademije znanosti, Moskva, Rusija
- Instituto Superior Técnico, Departamento de Física, Lizbona, Portugalska
- International Center for Theoretical Physics, Trst, Italija
- ISIS, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija
- A.F. Ioffe Physico-Technical Institute, Sankt Peterburg, Ruska federacija
- Kavli Institute for Theoretical Physics, Santa Barbara, ZDA
- King's College, London, Velika Britanija
- Klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
- Korea Basic Science Institute, Daejeon, Južna Koreja
- Kyung Hee University of Suwon, Impedance Imaging Research Center, Seul, Južna Koreja
- KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Švedska
- KMZ - CNC obdelava kovin in drugih materialov Zalar Miran s. p., Ljubljana, Slovenija
- Liquid Crystal Institute, Kent, Ohio, ZDA
- Max Planck Institut, Dresden, Nemčija
- Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, ZDA
- Merck KGaA, Darmstadt, Nemčija
- MH Hannover, Hannover, Nemčija
- National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Physics, Kijev, Ukrajina
- National Center for Scientific Research "Demokritos", Aghia Paraskevi Attikis, Grčija
- National Institute for Research in Inorganic materials, Tsukuba, Japonska

- Nuklearni Institut Vinča, Beograd, Srbija
 - Oxford University, Department of Physics, Department of Materials, Oxford, Velika Britanija
 - Paul Scherrer Institut, Villigen, Švica
 - Politecnico di Torino, Dipartimento di Fisica, Torino, Italija
 - Radboud University Nijmegen, Research Institute for Materials, Nijmegen, Nizozemska
 - Rwth Aachen University, Aachen, Nemčija
 - School of Physics, Hyderabad, Andhra Pradesh, Indija
 - SISSA, Trst, Italija
 - State College, Pensilvanija, ZDA
 - Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Reka, Hrvaška
 - Sveučilište u Zagrebu, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška
 - Technical University of Catalonia, Barcelona, Španija
 - Tehnična Univerza Dunaj, Dunaj, Avstrija
 - The Geisel School of Medicine at Dartmouth, Hanover, ZDA
 - The Max Delbrück Center for Molecular Medicine in Berlin, Berlin, Nemčija
 - Tohoku University, Sendai, Japonska
 - Tokyo University, Bunkyo, Tokio, Japonska
 - University of Aveiro, Aveiro, Portugalska
 - Università di Pisa, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Pisa, Italija
 - Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija
 - Université de la Méditerranée, Marseille, Francija
 - University of Bristol, Bristol, Velika Britanija
 - University of California at Irvine, Beckman Laster Institute and Medical Clinic, Irvine, Kalifornija, ZDA
 - University of Durham, Durham, Velika Britanija
 - University of Duisburg, Duisburg, Nemčija
 - University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
 - Universität Freiburg, Institut für Makromolekulare Chemie, Freiburg, Nemčija
 - University of Linz, Institute of Chemistry, Department of Physical Chemistry & Linz Institute of Organic Solar Cells, Linz, Avstrija
 - University of Leeds, Leeds, Velika Britanija
 - University of Loughborough, Loughborough, Velika Britanija
 - Universität Mainz, Geowissenschaften, Mainz, Nemčija
 - Université de Nice, Nica, Francija
 - Université Paris Sud, Pariz, Francija
 - University of Provence, Marseille, Francija
 - University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japonska
 - University of Utah, Department of Physics, Salt Lake City, Utah, ZDA
 - University of Waterloo, Department of Physics, Waterloo, Ontario, Kanada
 - Universität Regensburg, Regensburg, Nemčija
 - University of Zürich, Zürich, Švica
 - Univerza v Münchenu in MPQ, München, Nemčija
 - Univerza v Monsu, Mons, Belgija
 - Univerza v Pavii, Pavia, Italija
 - Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
 - Univerza v Severni Karolini, Chapel Hill, ZDA
 - Univerza v Sisconsinu, Madison, ZDA
 - Wageningen University, Laboratory of Biophysics, Wageningen, Nizozemska
 - Weizman Institute, Rehovot, Izrael
 - Yonsei University, Seul, Južna Koreja
- kar je bistveno pripomoglo k uspešni izvedbi raziskav v letu 2019.

Najpomembnejše objave v letu 2019

1. M. Gomilšek, R. Žitko, M. Klanjšek, M. Pregelj, C. Baines, L. Yuesheng, Q. Zhang, A. Zorko, Kondo screening in a charge-insulating spinon metal, *Nature Physics*, 2019, **15**, 754
2. A. Matavž, A. Benčan, J. Kovač, C. C. Chung, J. L. Jones, S. Trolier-McKinstry, B. Malič, V. Bobnar, Additive manufacturing of ferroelectric-oxide thin-film multilayer devices, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2019, **11**, 45155

3. B. Senyuk, J. Aplinc, M. Ravnik, I. I. Smalyukh, High-order elastic multipoles as colloidal atoms, *Nature Communications*, 2019, **10**, 1825
4. S. Čopar, J. Aplinc, Ž. Kos, S. Žumer, M. Ravnik, Topology of three-dimensional active nematic turbulence confined to droplets, *Physical Review X*, 2019, **9**, 031051-1-031051-13
5. J. Pollard, G. Posnjak, S. Čopar, I. Muševič, G. P. Alexander, Point defects, topological chirality and singularity theory in cholesteric liquid-crystal droplets, *Physical Review X*, 2019, **9**, 021004-1-021004-19
6. A. P. Almeida, J. Canejo, U. Mur, S. Čopar, P. Almeida, S. Žumer, M. H. Godinho, Spotting plants' microfilament morphologies and nanostructures, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, **116**, 13188-13193
7. T. Emeršič, R. Zhang, Ž. Kos, S. Čopar, N. Osterman, J. J. de Pablo, U. Tkalec, Sculpting stable structures in pure liquids, *Science Advances*, 2019, **5**, eaav4283
8. E. Sezgin, F. Schneider, S. Galiani, I. Urbančič, D. Waithe, B. Lagerholm, B. Christoffer, Ch. Eggeling, Measuring nanoscale diffusion dynamics in cellular membranes with super-resolution STED-FCS, *Nature protocols*, 2019, **14**, 1054-1083
9. J. Steinkühler, E. Sezgin, I. Urbančič, Ch. Eggeling, R. Dimova, Mechanical properties of plasma membrane vesicles correlate with lipid order, viscosity and cell density, *Communications Biology*, 2019, **2**, 337-1-337-8

Najpomembnejše objave v letu 2018

1. N. Janša, A. Zorko, M. Gomilšek, M. Pregelj, K. W. Krämer, D. Biner, A. Biffin, C. Rüegg, M. Klanjšek, Observation of two types of fractional excitation in the Kitaev honeycomb magnet, *Nature Physics*, 2018, **14**, 786-790
2. P. Adler, P. Jeglič, T. Knaflič, M. Komelj, D. Arčon *et al.*, Verwey-type charge ordering transition in an open-shell p-electron compound, *Science Advances*, 2018, **4**, eaav7581
3. S. Gao, S. Vrtnik, J. Luzar *et al.*, Dipolar spin ice states with a fast monopole hopping rate in CdEr_2X_4 (X=Se, S), *Physical Review Letters*, 2018, **120**, 137201
4. Yu. O. Zagorodniy, B. Zalar *et al.*, Chemical disorder and ^{207}Pb hyperfine fields in the magnetoelectric multiferroic $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Sb}_{1/2})\text{O}_3$ and its solid solution with $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$, *Physical Review Materials*, 2018, **2**, 014401
5. J. Dolinšek, Electronic transport properties of complex intermetallics, *Crystal growth of intermetallics*, Eds. P. Gille, Yu. Grin (Berlin: De Gruyter), 2018, 260-278
6. A. Pramanick, W. Dmowski, T. I. Egami, A. Setiadi Budisuharto, F. Weyland, N. Novak, A. Christianson, J. M. Borreguero, D. Abernathy, M. R. V. Jørgensen, Stabilization of Polar Nanoregions in Pb-free Ferroelectrics, *Physical Review Letters*, 2018, **120**, 207603
7. P. Guillamat, Ž. Kos, J. Hardoüin, J. Ignés-Mullol, M. Ravnik, F. Sagués, Active nematic emulsions, *Science Advances*, 2018, **4**, 2375-2548
8. I. Urbančič, M. Garvas, B. Kokot, H. Majaron, P. Umek, M. Škarabot, Z. Arsov, T. Koklič, M. Čeh, I. Muševič, J. Štrancar *et al.*, Nanoparticles can wrap epithelial cell membranes and relocate them across the epithelial cell layer, *Nano Letters*, 2018, **18**, 5294-5305
9. N. Aničič, M. Vukomanović, T. Koklič, D. Suvorov, Fewer defects in the surface slows the hydrolysis rate, decreases the ROS generation potential, and improves the Non-ROS antimicrobial activity of MgO, *Small*, 2018, **14**, 1800205
10. A. M. Santos, I. Urbančič *et al.*, Capturing resting T cells: the perils of PLL, *Nature Immunology*, 2018, **19**, 203-205

Najpomembnejše objave v letu 2017

1. M. Klanjšek, A. Zorko, R. Žitko, J. Mravlje, Z. Jagličič, P. K. Biswas, P. Prelovšek, D. Mihailović, D. Arčon, A high-temperature quantum spin liquid with polaron spins, *Nature Physics*, 2017, **13**, 1130-1134
2. Y. Takabayashi, M. Menelaou, H. Tamura, N. Takemori, T. Koretsune, A. Štefančič, G. Klupp, A. J. C. Buurma, Y. Nomura, R. Arita, D. Arčon, M. J. Rosseinsky, K. Prassides, π -electron $S = 1/2$ quantum spin-liquid state in an ionic polyaromatic hydrocarbon, *Nature Chemistry*, 2017, **9**, 635-643
3. B. Rožič, J. Fresnais, C. Molinaro, J. Calixte, S. Umadevi, S. Lau-Truong, N. Felidj, T. Kraus, F. Charra, V. Dupuis, T. Hegmann, C. Fiorini-Debuisschert, B. Gallas, E. Lacaze, Oriented gold nanorods and gold nanorod chains within smectic liquid crystal topological defects, *ACS Nano*, 2017, **11**, 6728-6738
4. A. Zorko, M. Herak, M. Gomilšek, J. van Tol, M. Velázquez, P. Khuntia, F. Bert, P. Mendels, Symmetry reduction in the quantum Kagome antiferromagnet Herbertsmithite, *Physical Review Letters*, 2017, **118**, 017202
5. M. Gomilšek, M. Klanjšek, R. Žitko, M. Pregelj, F. Bert, P. Mendels, Y. Li, Q. M. Zhang, A. Zorko, Field-induced instability of a gapless spin liquid with a spinon Fermi surface, *Physical Review Letters*, 2017, **119**, 137205
6. L. Giomi, Ž. Kos, M. Ravnik, A. Sengupta, Cross-talk between topological defects in different fields revealed by nematic microfluidics, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017, **114**, E5771-E5777

7. S. M. Hasheimi, U. Jagodič, M. R. Mozaffari, M. R. Ejtehad, I. Muševič, M. Ravnik, Fractal nematic colloids, *Nature Communications*, 2017, **8**, 12106
8. G. Posnjak, S. Čopar, I. Muševič, Hidden topological constellations and polyvalent charges in chiral nematic droplets, *Nature Communications*, 2017, **8**, 14594
9. A. Nych, Jun-ichi Fukuda, U. Ognysta, S. Žumer, I. Muševič, Spontaneous formation and dynamics of half-skyrmions in a chiral liquid-crystal film, *Nature Physics*, 2017, **13**, 1215
10. E. Sezgin, F. Schneider, V. Zilles, I. Urbančič, E. Garcia, D. Waithe, A. S. Klymchenko, C. Eggeling. Polarity-Sensitive Probes for Superresolution Stimulated Emission Depletion Microscopy, *Biophysical Journal*, 2017, **113**, 1321–1330
11. M. Kranjc, S. Kranjc, F. Bajd, G. Serša, I. Serša, D. Miklavčič, Predicting irreversible electroporation-induced tissue damage by means of magnetic resonance electrical impedance tomography, *Scientific Reports*, 2017, **7**, 1–10

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Strokovni dan Laboratorija za biofiziko, Zelenica, 27.–28. 5. 2019
2. The 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14), Kranjska Gora, 26.–31. 5. 2019

Patent

1. Andraž Rešetič, Jerneja Milavec, Blaž Zupančič, Boštjan Zalar, Polymer dispersed liquid crystal elastomers (PDLCE), EP3119855 (B1), European Patent Office, 19. 6. 2019

Nagrade in priznanja

1. dr. Andriy Nych, Jun-ichi Fukuda, Uliana Ognysta, prof. dr. Slobodan Žumer in prof. dr. Igor Muševič, nagrada za najboljši članek v letu 2018 na področju tekočih kristalov, članek »Spontaneous formation and dynamics of half-skyrmions in a chiral liquid-crystal film«, Tsukuba, Ibaraki, Japonska, The Japanese Liquid Crystal Society
2. prof. dr. Denis Arčon, Zoisova nagrada za vrhunske dosežke na področju kvantnega magnetizma in neobičajne superprevodnosti, Ljubljana, podelila Republika Slovenija
3. Darja Gačnik, mag. fiz., najboljša predstavitev v kategoriji mladih znanstvenikov, predavanje »Superconductivity in Ti–Zr–Hf–(Sn,Ni,Nb) high-entropy alloys«, Dresden, Nemčija, European C-MetAC Days 2019
4. dr. Andreja Jelen, nagrada za najboljši poster, poster »Microstructure and magnetic properties of a single-crystalline FeCoCrMnAl high-entropy alloy«, Kranjska Gora, The 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14)
5. dr. Martin Klanjšek, Blinčeva nagrada za vrhunske enkratne dosežke za potrditev obstoja nenavadnih kvazidelcev – anionov, Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in Institut "Jožef Stefan"
6. dr. Primož Koželj, zlati znak Jožefa Stefana, nagrada za odmevnost doktorskega dela »Fizikalne lastnosti visokoentropijskih kovinskih zlitin in primerjava s kompleksnimi medkovinskimi spojinami«, Ljubljana, Institut "Jožef Stefan"
7. izr. prof. dr. Miha Ravnik, Zoisovo priznanje za pomembne dosežke v fiziki mehkih snovi, Ljubljana, podelila Republika Slovenija
8. dr. Brigita Rožič, nagrada Fulbright grant za uspešno znanstvenoraziskovalno delo in čestitke predsednika ZDA, Ameriška ambasada v Ljubljani in okviru Fulbright programa, ki ga financira ameriška vlada
9. prof. dr. Slobodan Žumer, Fredriksova medalja – najvišje priznanje za izjemne dosežke na področju fizike tekočih kristalov, Wroclaw, Poljska, Russian Liquid Crystal Society

MEDNARODNI PROJEKTI

1. MERCK - AFM raziskave
Merck Kgaa
prof. dr. Miha Škarabot
2. Meritev z dvožarkovnim laserskim interferometrom
Tdk Electronics GmbH & Co Og
prof. dr. Vid Bobnar
3. CROSSING - Prehajanje mej in velikostnih redov - interdisciplinarni pristop
Helmholtz-zentrum Dresden-rossendorf E.v.
prof. dr. Janez Štrancar
4. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik
European Commission
prof. dr. Maja Remškar
5. COST CA15107; Raziskovalna mreža za več funkcijske kompozitne materiale na osnovi nanoogljikovih materialov
Cost Office
dr. Polona Umek
6. COST CA15209; Evropska mreža za NMR relaksometrijo
Cost Office
prof. dr. Tomaž Apih
7. COST CA16109; Sprotno določanje kemijske sestave in virov finih aerosolov
Cost Office
doc. dr. Griša Močnik
8. COST CA16218; Koherentne hibridne naprave na nanoskali za superprevodne kvantne tehnologije
Cost Association Aisbl
dr. Abdelrahim Ibrahim Hassani
9. COST CA16221; Kvantne tehnologije z ultrahladnimi atomi
Cost Association Aisbl
dr. Peter Jeglič
10. COST CA17121; Korelirana multimodalna slikanja v znanostih o življenju
Cost Association Aisbl
prof. dr. Janez Štrancar
11. COST CA17139; Evropska interdisciplinarna topološka akcija
Cost Association Aisbl
prof. dr. Slobodan Žumer
12. COST CA16202; Mednarodna mreža za spodbujanje merjenja in napovedovanja peščenih dogodkov
Cost Association Aisbl
doc. dr. Griša Močnik
13. H2020 - SmartNanoTox; Pametna orodja za odkrivanje nano tveganj
European Commission
prof. dr. Janez Štrancar
14. H2020 - ENGIMA; Inženiring nanostruktur z ogromno magneto-piezoelektrično in multikalorično funkcionalnostjo
European Commission
prof. dr. Zdravko Kutnjak
15. Superprevodnost in magnetizem: dva obraza elektronskih korelacij v ogljikovih in železovih sistemih
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Denis Arčon
16. Transportne lastnosti in poljska emisija iz nizko-dimenzionalnih nanomaterialov na osnovi molibdena in volframa
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Maja Remškar
17. Testiranje biokompatibilnosti nanodelcev na osnovi molibdena in volframa: merjenje citotoksičnosti in vnetnega odziva v humanih celičnih linijah
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Maja Remškar
18. Inhibicija lipidne peroksidacije regulirana z interakcijo flavonoidov v nanodelcih z lipidnimi in membranskimi
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Janez Štrancar
19. Dinamična histereza kot orodje za študij učinkovitosti uporabe magnetnih nanodelcev za hipertermijo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Janez Dolinšek
20. Zaščita kulturne dediščine v prostorih - primer Leonardo da Vinci jeve „Zadnje večerje“
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Griša Močnik
21. Z lipidi oviti nanodelci in aktivnost faktorja Xa
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Tilen Koklič
22. Študija nanoporoznih materialov za shranjevanje vodika
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Janez Dolinšek

23. Magnetnoresonančna študija kandidatov spinskih tekočin
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Andrej Zorko
24. Napredni organski in anorganski tankoplastni kompoziti s povečanim dielektričnim in elektromehanskim odzivom
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Zdravko Kutnjak
25. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev v letu 2019
Institute of Radiation Problems
prof. dr. Vid Bobnar
26. Manjše storitve
dr. Polona Umek
27. EPR meritve
prof. dr. Denis Arčon

PROGRAMI

1. Magnetna resonanca in dielektrična spektroskopija „pametnih“ novih materialov
prof. dr. Janez Dolinšek
2. Fizika mehkih snovi, površin in nanostruktur
prof. dr. Slobodan Žumer
3. Eksperimentalna biofizika kompleksnih sistemov in slikanje v biomedicini
prof. dr. Janez Štrancar

PROJEKTI

1. Senzorske tehnologije pri kontroli posegov v objekte kulturne dediščine
prof. dr. Janez Dolinšek
2. Elektroterapijske terapije z novimi visokofrekvenčnimi elektroterapijskimi pulzi
prof. dr. Igor Serša
3. Rekonstrukcija električne prevodnosti tkiv s tehnikami magnetne resonance
prof. dr. Igor Serša
4. Korelirani elektroni v omejenih molekularnih sistemih
prof. dr. Denis Arčon
5. Visokoločljiva optična magnetometrija s hladnimi cezijevimi atomi
dr. Peter Jeglič
6. Integrirani večkanalni umetni nos za zaznavanje sledov molekul v parni fazi
prof. dr. Igor Muševič
7. Zaznavanje spinskih stanj v bližini površine kvantnih spinskih materialov
prof. dr. Denis Arčon
8. Napredni mehki nematokalorični materiali
dr. Brigita Rožič
9. Multikalorično hlajenje
prof. dr. Zdravko Kutnjak
10. Optimizacija tehnik magnetno resonančnega slikanja za napoved uspeha trombolize
prof. dr. Igor Serša
11. Biointegrirani laserji za proučevanje živih organizmov
doc. dr. Matjaž Humar
12. Študij sil znotraj celic s pomočjo deformacij fotonjskih kapljic
doc. dr. Matjaž Humar
13. Elektrokalorični elementi za aktivno hlajenje elektronskih vezij
prof. dr. Vid Bobnar
14. Napredne anorganske in organske tanke plasti z ojačenim električno induciranim odzivom
prof. dr. Vid Bobnar
15. Signalna pot z neugodnim izidom, ki vodi do ateroskleroze
dr. Tilen Koklič
16. Obnašanje lesa in lignoceluloznih kompozitov v zunanjih pogojih
prof. dr. Igor Serša
17. Napredna elektrokalorična pretvorba energij
prof. dr. Zdravko Kutnjak
18. Biološka zdravila: detektor tvorbe proteinskih delcev na osnovi tekočih kristalov
prof. dr. Miha Ravnik
19. Prostorsko in časovno oblikovanje laserske svetlobe za minimalno invazivne oftalmološke posege
prof. dr. Janez Štrancar
20. Mikrospektroskopska karakterizacija in optimizacija učinka laserskih sunkov na očesni mrežnici
prof. dr. Janez Štrancar
21. Feroelektrični keramični plastni elementi z načrtovano domensko strukturo za učinkovito zbiranje in za pretvorbo energije
prof. dr. Zdravko Kutnjak
22. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti
prof. dr. Janez Štrancar
23. Konferenca ICQ14, Mednarodna konferenca o kvazi kristalih, Kranjska Gora, Slovenija, 26. - 31. 05. 2019
prof. dr. Janez Dolinšek

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. AerOrbi - masni spektrometer z mehko fotoionizacijo
Aerosol, d. o. o.
doc. dr. Griša Močnik

OBISKI

1. prof. Katsumi Tanigaki, Tohoku University, Materials Physics & Nano Solid-State Physics, Sendai, Japonska, 12.-14. 2. 2019
2. Takuma, T., Tohoku University, Materials Physics & Nano Solid-State Physics, Sendai, Japonska, 12. 2.-23. 3. 2019
3. prof. Ewa Stepien, Jagiellonian University, Medical Physics, Krakov, Poljska, 18.-23. 2. 2019
4. dr. Jamal Belhadi, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija, 21. 2. -1. 3. 2019
5. prof. dr. Pedro Sebastião, Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lizbona, Portugalska, 22. 2.-2. 3. 2019
6. dr. Branka Salopek, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 4. 3. 2019
7. dr. Dragomira Majhen, Davor Nestić, Ksenija Božinović in Lenn De Bisschop, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 18. 3. 2019
8. prof. dr. Theo Rasing, Radboud University, Nijmegen, Nizozemska, 19.-30. 3. 2019
9. Zachary Miller, University of Missouri, Columbia, ZDA, 24.-30. 3. 2019
10. dr. Jin Kim Hae, Korea Basic Science Institute, Daedjeon, Južna Koreja, 31. 5.-4. 6. 2019
11. Manal Benyoussef, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija, 7.-28. 6. 2019
12. Mimoun El Marssi, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija, 29. 6.-12. 7. 2019
13. Davor Nestić, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 1.-5. 7. 2019
14. dr. Suzana Šegota in Anja Sadžak, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 1.-5. 7. 2019
15. dr. Dragomira Majhen, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 9. 7. 2019
16. Hanani Zouhair, Cadi Ayyad University, Marakeš, Maroko, 20. 7.-5. 8. 2019
17. prof. dr. Amjoud M'barek, Cadi Ayyad University, Marakeš, Maroko, 15. 7.-13. 8. 2019
18. prof. Daoud Mezzane, Cadi Ayyad University, Marakeš, Maroko, 14. 7.-31. 8. 2019
19. prof. dr. Abdelhadi Alimousa, Cadi Ayyad University, Marakeš, Maroko, 14.-28. 7. 2019
20. Serhii Ivanchenkov, Nanotechcenter Llc, Kijev, Ukrajina, 1.-31. 8. 2019 in 14. 11.-21. 12. 2019
21. doc. dr. Andreas K. Huettel, Univerza v Regensburgu, Regensburg, Nemčija, 20. 8. 2019 in 14.-18. 11. 2019
22. Soukaina Merselmiz, Cadi Ayyad University, Marakeš, Maroko, 1.-31. 8. 2019
23. Anna Drożdż, Smoluchowski Institute of Physics, Krakov, Poljska, 1.-30. 9. 2019
24. Wang Xiaoxuan, School of Biological Sciences & Medical Engineering, Southeast University, Nanjing, Kitajska, 1. 9.-30. 11. 2019
25. Selena Acosta, Univerza v Monsu, Mons, Belgija, 9.-25. 10. 2019
26. Mutsuo Igarashi, Gunma National College of Technology, Maebashi, Japonska, 2.-7. 11. 2019
27. Sergey Lushnikov, Ioffe Physical Technical Institute, Sankt Petersburg, Rusija, 4. 11.-20. 12. 2019
28. Doğru Bakış, Koc University, Istanbul, Turčija, 3.-16. 11. 2019
29. Luca Ferrero, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Milano, Italija, 3.-6. 11. 2019
30. Mimoun El Marssi, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija, 13.-16. 12. 2019
31. dr. Vojislav Spasojević in Marko Bošković, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 18.-21. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. Jin Kim Hae, Korea Basic Science Institute, Daedjeon, Južna Koreja: Flexible all Solid State Li Battery Studies in KBSI, 3. 6. 2019
2. Philipp Haslinger, Vienna University of Technology, Dunaj, Avstrija, in University of California, Berkley, Kalifornija, ZDA: Atom Interferometry: Gravity, Blackbody Radiation and Chameleons, 1. 2. 2019
3. izr. prof. Andreas K. Huettel, Institute for Experimental and Applied Physics, Regensburg, Nemčija: Quantum Transport Measurements of MoS₂ and WS₂ Nanotubes, 20. 11. 2019
4. prof. Tanigaki Katsumi, WPI Advanced Institution for Materials Research, Tohoku, Japonska: Itinerant Anti-ferromagnetic BaMn₂Pn₂₅ Showing Both Large Negative and Positive Magneto-resistance, 13. 2. 2019
5. El Marssi Mimoun, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija: Ferroic Superlattices: Artificial Structures for New Physical Properties, 2. 7. 2019
6. dr. Bojana Višić, Institute of Physics Belgrade, Beograd, Srbija in Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Optical Properties of WS₂ Nanotubes, 10. 12. 2019

Predavanja v okviru Laboratorija za biofiziko F-5

7. dr. Matej Kanduč: Stimuli-responsive Nanoreactors – Theoretical Concepts and Modeling, 24. 10. 2019
8. Bor Kavčič, Institute of Science and Technology, Dunaj, Avstrija: Short Study of Translation (Inhibitors), 8. 3. 2019
9. Naofumi Shimokawa, Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nomi, Išikava, Japonska: Self-organization in Negatively Charged Lipid Bilayer Membranes, 11. 11. 2019

10. dr. Stane Pajk: Razvoj in sinteza fluorescentnih sond za sted mikroskopijo, 5. 12. 2019
11. prof. Yan Shiwei, Beijing Normal University, Department of Physics, Peking, Kitajska: Statistical Physics and Quantitative Descriptions of Biological Systems, 30. 7. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. prof. dr. Tomaž Apih, 4. dogodek v ciklu Kako deluje?: Napredne analitske tehnike, LEK, d. o. o., Ljubljana, 16. 5. 2019
2. prof. dr. Tomaž Apih, konferenca Fast Field Cycling NMR Relaxometry, Pisa, Italija, 4.-8. 6. 2019 (predavanje)
3. prof. dr. Tomaž Apih, Darja Gačnik, mag. fiz., dr. Anton Gradišek, dr. Peter Jeglič, dr. Andreja Jelen, Maša Kavčič, dipl. ekon., dr. Martin Klanjšek, dr. Primož Koželj, dr. Mitja Krnel, Jože Luzar, mag. nanoz. in nanoteh., dr. Janez Lužnik, Tadej Mežnaršič, mag. fiz., dr. Vrtnik Stanislav, The 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14), Kranjska Gora, 26.-31. 5. 2019
4. prof. dr. Denis Arčon, 16. slovensko srečanje o uporabi fizike, Gozd Martuljek, 30. 5. 2019
5. prof. dr. Denis Arčon, Solid-State Science & Research 2019, Zagreb, Hrvaška, 28.-29. 6. 2019 (vabljen predavanje)
6. prof. dr. Denis Arčon, The 2nd Global Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Rim, Italija, 25.-26. 7. 2019 (vabljen predavanje)
7. prof. dr. Denis Arčon, The 64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Las Vegas, Nevada, ZDA, 4.-8. 11. 2019 (predavanje)
8. prof. dr. Denis Arčon, Božični simpozij, Maribor, 13.-14. 12. 2019 (vabljen predavanje)
9. prof. dr. Denis Arčon, Žiga Gosar, mag. fiz. in dr. Peter Jeglič, Nonequilibrium Quantum Workshop, Krvavec, 15.-18. 12. 2019 (2 vabljeni predavanji)
10. Tina Arh, mag. fiz., Dan ARRS: Podpiramo odličnost, Ljubljana, 19. 11. 2019
11. Devid Črešnar, mag. fiz., Derets Nikita, prof. dr. Zdravko Kutnjak in dr. Brigita Rožič, TRAMP 2019 Symposium, Marakeš, Maroko, 7.-9. 11. 2019 (2 posterja in predavanje)
12. prof. dr. Janez Dolinšek, Korea Basic Science Institute, Daedjeon, Južna Koreja, 30. 1.-9. 2. 2019 (vabljen seminar)
13. prof. dr. Janez Dolinšek in dr. Andreja Jelen, NanoTech Poland 2019 & Nanotechnology and Innovation in the Baltic Sea Region, Zakopane, Poljska, 4.-8. 6. 2019 (2 vabljeni predavanji)
14. prof. dr. Janez Dolinšek, The AMPERE NMR School, Zakopane, Poljska, 24.-27. 6. 2019 (vabljen predavanje)
15. prof. dr. Janez Dolinšek, EUROMAR 2019, Berlin, Nemčija, 25.-29. 8. 2019 (ustni referat)
16. dr. Luka Drinovec, Leibniz Institute for Tropospheric Research e.V., Leipzig, Nemčija, 20.-25. 1. 2019 (vodja delavnice)
17. dr. Luka Drinovec, European Aerosol Conference 2019, Göteborg, Švedska, 25.-30. 8. 2019 (predavanje)
18. Darja Gačnik, mag. fiz., dr. Andreja Jelen, dr. Mitja Krnel, Jože Luzar, mag. nanoz. in nanoteh., dr. Janez Lužnik in dr. Stanislav Vrtnik, European C-MetAC Days 2019, Dresden, Nemčija, 3.-6. 12. 2019 (skupni poster)
19. Darja Gačnik, mag. fiz., The European School on Magnetism 2019, Brno, Češka, 30. 8.-13. 9. 2019 (poster)
20. Urška Centa Gradišar, mag. med. fiz., The 1st ISO-FOOD International Symposium on Isotopic and Other Techniques in Food Safety and Quality, Portorož, 1.-3. 4. 2019 (poster)
21. Urška Gradišar Centa, mag. med. fiz., NANOCON 2019, Brno, Češka, 15.-18. 10. 2019 (poster)
22. Urška Gradišar Centa, mag. med. fiz., JUB, d. o. o., Dol pri Ljubljani, 21. 11. 2019 (predavanje)
23. dr. Anton Gradišek, The 2nd Workshop of Nuclear Magnetic Resonance Relaxometry, Praga, Češka, 4.-6. 2. 2019 (predavanje)
24. dr. Anton Gradišek, The Seventh International WeBIOPATR Workshop and Conference, Beograd, Srbija, 29. 9.-3. 10. 2019 (predavanje)
25. Saša Harkai, mag. fiz., Pokrajinska in študijska knjižnica Murska Sobota, Murska Sobota, 11. 4. 2019 (predavanje)
26. Saša Harkai, mag. fiz., dr. Samo Kralj in prof. dr. Slobodan Žumer, International Conference on Liquid Crystals, Liquid Crystalline Polymers and Nanosystems, New Delhi, Indija, 13.-15. 12. 2019 (predavanje, vabljen predavanje in plenarno predavanje)
27. dr. Ibrahim Hassanien Abdelrahim in Luka Pirker, mag. fiz., International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials, Kirchberg, Avstrija, 9.-16. 3. 2019 (predavanje)
28. dr. Ibrahim Hassanien Abdelrahim, Molspin-Nanocohybr Workshop, Lizbona, Portugalska, 20.-22. 3. 2019 (predavanje in poster)
29. dr. Ibrahim Hassanien Abdelrahim, The 13th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets, Tomar, Portugalska, 22.-27. 9. 2019 (vabljen predavanje)

30. dr. Matjaž Humar, OSA Advanced Photonics Vongress, Burlingame, Kalifornija, ZDA, 28. 7.–3. 8. 2019 (vabljen predavanje)
31. dr. Matjaž Humar, Center for Nano Science and Technology, Milano, Italija, 7. 10. 2019 (vabljen predavanje)
32. dr. Matjaž Humar, Tehniška univerza Gradec, Gradec, Avstrija, 16. 10. 2019 (vabljen predavanje)
33. Nejc Janša, M. Sc. (Physik), dr. Martin Klanjšek, Nemčija, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019, Okajama, Japonska, 23.–28. 9. 2019
34. dr. Peter Jeglič, International School and Conference on Photonics, Beograd, Srbija, 26.–30. 8. 2019 (vabljen predavanje)
35. dr. Andreja Jelen, Luka Pirker, mag. fiz., prof. dr. Janez Štrancar, Marion Antonia Van Midden, mag. fiz., in dr. Erik Zupanič, 3. slovensko posvetovanje mikroskopistov, Ankaran, 16.–18. 5. 2019 (predavanje, poster)
36. dr. Tilen Koklič, Boštjan Kokot, mag. fiz., Hana Majaron, mag. fiz., Aleksandar Sebastijanović, mag. mikrobiol., prof. dr. Janez Štrancar in Patrycja Boguslawa Zawilska, Institut national de recherche et de sécurité, Vandoeuvre les Nancy, Francija, 18.–23. 3. 2019
37. dr. Tilen Koklič, Boštjan Kokot, mag. fiz., Ana Krišelj, mag. biokem., Hana Majaron, mag. fiz., Jaka Močivnik, dipl. inž. meh. (VS), dr. Stane Pajk, dr. Rok Podlipec, Aleksandar Sebastijanović, mag. mikrobiol., in Patrycja Boguslawa Zawilska, Strokovni dan Laboratorija za biofiziko, Zelenica, 27.–28. 5. 2019
38. Boštjan Kokot, mag. fiz., in Hana Majaron, mag. fiz., Joint 12th EBSA and 10th ICBP-IUPAP Biophysics Congress, Madrid, Španija, 17.–25. 7. 2019
39. prof. dr. Zdravko Kutnjak, Electronic Materials and Applications 2019, Orlando, Florida, ZDA, 23.–25. 1. 2019 (predavanje)
40. prof. dr. Zdravko Kutnjak, Fundamental Physics of Ferroelectrics and Related Materials 2019, Tampa, Florida, ZDA, 27.–30. 1. 2019 (predavanje)
41. prof. dr. Zdravko Kutnjak, Nanotechcenter Llc., Kijev, Ukrajina, 5.–7. 9. 2019 (vabljen predavanje)
42. dr. Samo Kralj, International Workshop on Typological Structures in Ferrous Materials, Praga, Češka, 16.–20. 6. 2019 (vabljen predavanje)
43. dr. Samo Kralj, Czech Technical University, Praga, Češka, 21.–22. 6. 2019 (predavanje)
44. dr. Samo Kralj, European Liquid Crystal Conference 2019, Wroclaw, Poljska, 30. 6.–6. 7. 2019 (vabljen predavanje)
45. dr. Samo Kralj, High Pressure Institute of Physics, Varšava, Poljska, 3.–12. 9. 2019 (predavanje)
46. dr. Marta Lavrič, International Crystal Elastomer Conference, Eindhoven, Nizozemska, 15.–18. 9. 2019 (predavanje)
47. Jože Luzar, mag. nanoz. in nanotech., Training School: NMR relaxometry data analysis: theory and software, Pavia, Italija, 17.–23. 2. 2019
48. Jože Luzar, mag. nanoz. in nanotech., Training School: NMR relaxometry for soft matter and living systems, Lizbona, Portugalska, 9.–18. 9. 2019
49. Matevž Marinčič, mag. fiz., Spring School on the Mathematical Design of Materials, Cambridge, Velika Britanija, 24.–30. 3. 2019
50. Matevž Marinčič, mag. fiz., Mechanobiology of Cancer Summer School 2019, Barcelona, Španija, 17.–20. 9. 2019 (poster)
51. dr. Aleksander Matavž, The 2019 MRS Spring Meeting & Exhibit, Phoenix, Arizona, ZDA, 15.–30. 4. 2019 (predavanje)
52. dr. Aleksander Matavž, XVI ECeRS Conference 2019, Torino, Italija, 15.–20. 6. 2019 (predavanje)
53. Tadej Mežnaršič, mag. fiz., The AtomQT training school, Barcelona, Španija, 3.–6. 9. 2019 (poster)
54. dr. Mojca Urška Mikac in dr. Igor Serša, Alpine NMR Workshop 2019, Cluj-Napoca, Romunija, 12.–15. 9. 2019 (2 predavanji)
55. dr. Griša Močnik, The 12th International Conference on Carbonaceous in the Atmosphere, Dunaj, Avstrija, 3.–6. 4. 2019 (predavanje in poster)
56. dr. Griša Močnik, The 15th Summer School on Atmospheric Aerosol Physics, Measurement, and Sampling, Hyytiälä, Finska, 17.–24. 5. 2019 (vabljen predavanje)
57. dr. Griša Močnik, Renewable Energy Benefits: Can South East Europe Ealise the Full Potential of the Energy Transition?, Sarajevo, Bosna in Hercegovina, 11.–12. 6. 2019 (vabljen predavanje)
58. dr. Griša Močnik, European Aerosol Conference 2019, Göteborg, Švedska, 25.–31. 8. 2019, Göteborg, Švedska (predavanje in poster)
59. dr. Griša Močnik, WeBioPatr 2019, Beograd, Srbija, 30. 9.–2. 10. 2019 (keynote predavanje)
60. dr. Griša Močnik, Workshop on Black Carbon Observations and Modelling in the Arctic, Oslo, Norveška, 6.–8. 11. 2019 (predavanje)
61. prof. dr. Igor Mušević, SPIE OPTO Conference, San Francisco, ZDA, 1.–6. 2. 2019 (predavanje)
62. prof. dr. Igor Mušević, Optimal Design of Soft Matter, Cambridge, Velika Britanija, 14.–17. 5. 2019 (vabljen predavanje)
63. prof. dr. Igor Mušević, Raman Research Institute, Bangalore, Hyderabad, Indija, 15. 12. 2019–19. 1. 2020 (gostujoči profesor)
64. Gregor Pirnat, mag. fiz., European Summer School 2019: Soft Matter and Smart Materials, Strasbourg, Francija, 1.–5. 7. 2019
65. Gregor Pirnat, mag. fiz., Raziskovalni dnevi za dijake in Konferenca za učitelje, Bled, 26.–27. 9. 2019 (predavanje)
66. Luka Pirker, mag. fiz., The 20th Symposium on Condensed Matter Physics, Beograd, Srbija, 5.–11. 10. 2019 (predavanje)
67. Jaka Pišljar, mag. fiz., International Workshop on Topological Structure in Ferrous Materials, Praga, Češka, 16.–20. 6. 2019
68. dr. Rok Podlipec, The European Conferences on Biomedical Optics, München, Nemčija, 20.–24. 1. 2019
69. dr. Rok Podlipec, The 89th IUVESTA Workshop, Zakopane, Poljska, 19.–24. 5. 2019 (poster)
70. dr. Matej Pregelj, The Joint European Magnetic Symposia, Uppsala, Švedska, 26.–30. 8. 2019 (predavanje)
71. dr. Maja Remškar, 16. slovensko srečanje o uporabi fizike, Gozd Martuljek, 30. 5. 2019 (vabljen predavanje)
72. dr. Maja Remškar, University of Applied Physics, Regensburg, Nemčija, 14.–18. 10. 2019 (predavanje)
73. Aleksandar Sebastijanović, mag. mikrobiol. in prof. dr. Janez Štrancar, Joint 12th EBSA and 10th ICBP-IUPAP Biophysics Congress, Madrid, Španija, 20.–25. 7. 2019 (predavanje)
74. dr. Igor Serša, The 10th Krakow Workshop on Novel Applications of Imaging and Spectroscopy in Medicine, Biology and Material Sciences, 23.–25. 9. 2019 (vabljen predavanje)
75. dr. Igor Serša, International Conference on Magnetic Resonance Microscopy, Pariz, Francija, 18.–23. 8. 2019 (predavanje)
76. prof. dr. Janez Štrancar, BioNanoMed, Gradec, Avstrija, 15.–17. 4. 2019 (predavanje)
77. prof. dr. Janez Štrancar, Environmental and Occupational Health Aspects Related to Nano and Ultrafine Particulate Matter, Loen, Norveška, 3.–6. 6. 2019 (predavanje)
78. prof. dr. Janez Štrancar, Organ-on-a-Chip & Tissue-on-a-Chip Europe 2019, Rotterdam, Amsterdam, 18.–19. 6. 2019 (poster)
79. prof. dr. Janez Štrancar, CMI Conference, Dunaj, Avstrija, 21.–22. 11. 2019 (predavanje)
80. dr. Uroš Tkalec, The 2019 Gordon Conference on Complex Active and Adaptive Materials, Ventura, Kalifornija, ZDA, 27. 1.–1. 2. 2019 (plakat)
81. dr. Uroš Tkalec in prof. dr. Slobodan Žumer, Gordon Research Conference on Liquid Crystals 2019, New London, New Hampshire, ZDA, 7.–12. 7. 2019 (plakat)
82. dr. Uroš Tkalec, John Hopkins University, Baltimor, Maryland, ZDA, 13.–18. 7. 2019 (predavanje)
83. dr. Uroš Tkalec, International Centre for Theoretical Sciences, Kochi, Kerala, Indija, 29. 9.–4. 10. 2019 (predavanje)
84. dr. Polona Umek, MULTICOMP Aveiro Spring Meeting 2019, Aveiro, Portugalska, 21.–22. 3. 2019 (poster)
85. dr. Polona Umek, Omega, d. o. o., seminar reševanja kompleksnih problemov s pomočjo IR spektroskopije in sklopitvenih tehnik, Ljubljana, 19. 9. 2019
86. Marion Antonia Van Midden, mag. fiz., 2019 DPG Spring Meeting – Regensburg, Nemčija, 2.–4. 4. 2019
87. Marion Antonia Van Midden, mag. fiz., Hamburg, The 8th International Conference on Scanning Probe Spectroscopy, Hamburg, Nemčija, 17.–20. 6. 2019 (predavanje)
88. Marion Antonia Van Midden, mag. fiz., Exploring the Limits of Nanoscience Using Scanning Probes, Bad Honnef, Nemčija, 26. 10.–5. 11. 2019 (poster)
89. prof. dr. Aleksander Zidanšek, The 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Hrvaška, 1.–6. 10. 2019 (predavanje)
90. dr. Aleksander Zidanšek, konferenca Erasmus+, Laško, 27.–28. 6. 2019
91. prof. dr. Aleksander Zidanšek, delavnica Erasmus CSR, Zagreb, Hrvaška, 23.–24. 9. 2019
92. dr. Erik Zupanič, GoDigital 2019, Brdo pri Kranju, 19. 11. 2019
93. prof. dr. Slobodan Žumer, APS March Meeting, Boston, Massachusetts, ZDA, 4.–8. 3. 2019 (častni član)
94. prof. dr. Slobodan Žumer, The 8th International Symposium on Liquid Crystal Photonics, Guangdžov, Kitajska, 29.–31. 3. 2019 (vabljen predavanje)
95. prof. dr. Slobodan Žumer, CAMTP Symposium on Theoretical Physics, Maribor, 19.–20. 4. 2019 (predavanje)
96. prof. dr. Slobodan Žumer, The 15th European Conference on Liquid Crystals, Wroclaw, Poljska, 30. 6.–5. 7. 2019 (vabljen predavanje)
97. prof. dr. Slobodan Žumer, XXVIII International Materials Research Congress, Cancun, Mehika, 18.–23. 8. 2019 (vabljen predavanje)
98. prof. dr. Slobodan Žumer, Mahindra Ecole Centrale, Hyderabad, Indija, 10.–13. 12. 2019 (predavanje)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. prof. dr. Denis Arčon, CNRS Nantes, Nantes, Francija, 20.–21. 5. 2019 (delovni sestanek)
2. prof. dr. Denis Arčon, Univerza v Trstu, Trst, Italija, 17. 5. 2019 (delovni sestanek)
3. prof. dr. Denis Arčon, Univerza v Novi Gorici, Vipava, 16. 4. 2019 (bilateralni sestanek)
4. prof. dr. Denis Arčon in dr. Matej Pregelj, Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška, 16. 10. 2019 (delovni sestanek)
5. prof. dr. Denis Arčon, University of Dallas, Texas, ZDA, 9. 11. 2019 (delovni obisk)
6. Tina Arh, mag. fiz., in doc. dr. Andrej Zorko, Rutheford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 17. 11.–4. 12. 2019 (meritve mionske spinske relaksacije)
7. Tina Arh, mag. fiz., in doc. dr. Andrej Zorko, Paul Scherrer Institute, Villigen, Švica, 10.–16. 12. 2019 (meritve mionske spinske relaksacije)
8. prof. dr. Vid Bobnar, Univerza v Aushurgu, Institut za fiziko, Aushurg, Nemčija, 10.–16. 11. 2019 (meritve magnetoelektrične sklopitve v tankih filmih)
9. prof. dr. Vid Bobnar, Penn State University, Pennsylvania, ZDA, 20. 8.–2. 9. 2019 (delovni obisk v okviru SLO-ZDA bilateralnega sodelovanja)
10. prof. dr. Janez Dolinšek, Univerza v Splitu, Split, Hrvaška, 4.–6. 4. 2019 (slovenski predstavnik na področju fizike)
11. prof. dr. Janez Dolinšek, Korea Basic Science Institute, Daedžeon, Južna Koreja, 30. 1.–9. 2. 2019 (delovni obisk)

12. prof. dr. Janez Dolinšek, Institut za molekularno fiziko, Poznan, Poljska, 1. 10. 2019 (udeležba na sestanku projektne skupine za pripravo EU-projekta)
13. prof. dr. Janez Dolinšek, AGH University of Science and Technology, Krakov, Poljska, 10. 10.-15. 11. 2019 (znanstveno sodelovanje)
14. prof. dr. Janez Dolinšek, Research Executive Agency, Bruselj, Belgija, 17.-20. 9. 2019 in 1.-5. 12. 2019 (podpredsednik na ocenjevanju EU-projektov MSCA)
15. dr. Luka Drinovec, letališče Larnaka, Nikozija, Ciper, 5.-10. 7. 2019 (letalske meritve puščavskega zraka)
16. dr. Matjaž Gomilšek, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 9.-21. 10. 2019 (mionske meritve)
17. Urška Gradišar Centa, mag. med. fiz., Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 28. 2.-1. 3. 2019 (meritve toksičnosti nanodelcev)
18. dr. Anton Gradišek, Karlova univerza v Pragi, Praga, Češka, 7. 2. 2019 (delovni sestanek)
19. dr. Anton Gradišek, Washington University, St. Louis, Missouri, ZDA, 3.-27. 4. 2019 (bilateralni obisk)
20. dr. Anton Gradišek, Instituto Superior Técnico, Lizbona, Portugalska, 6.-15. 11. 2019 (delovni obisk)
21. dr. Ibrahim Hassanien Abdelrahim, Kiel University, Kiel, Nemčija, 21.-25. 5. 2019 in 9.-14. 9. 2019 (delovni obisk)
22. dr. Uroš Jagodič, Raziskovalni center za neinvazivno testiranje, Linz, Avstrija, 29. 10. 2019 (delovni obisk)
23. Nejc Janša, M. Sc. (Physik), Nemčija, Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, Grenoble, Francija, 11.-21. 2. 2019 (NMR meritve v visokih magnetnih poljih)
24. dr. Peter Jeglič, International University of Sarajevo, Sarajevo, Bosna in Hercegovina, 29. 10.-1. 11. 2019 (sestanek v okviru COST-projekta)
25. dr. Peter Jeglič, Tadej Mežnaršič, mag. fiz., in dr. Erik Zupanik, Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška, 24. 10. 2019 (delovni obisk)
26. Maša Kavčič, dipl. ekon., prof. dr. Zdravko Kutnjak, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija, 2.-3. 6. 2019 (projektni sestanek v okviru evropskega projekta H2020-MSCA-RISE-2017-ENGIMA)
27. dr. Martin Klanjšek, Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, Grenoble, Francija, 11.-16. 2. 2019 (meritve v visokih magnetnih poljih)
28. Tilen Knaflič, univ. dipl. fiz., in doc. dr. Andrej Zorko, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 6.-11. 2. 2019 (meritve mionske spinske relaksacije)
29. dr. Tilen Koklič, LSUHSC School of Medicine, Univerza v New Orleansu, New Orleans, Louisiana, ZDA, 17. 6.-4. 7. 2019 (delovni obisk v okviru bilateralnega projekta z ZDA)
30. Boštjan Kokot, mag. fiz., laboratorij Jesusa Perez-Gila, Madrid, Španija, 22.-27. 4. 2020 (delovni obisk)
31. prof. dr. Zdravko Kutnjak, University of South Florida, Tampa, Florida, ZDA, 31.-5. 1. 2020 (delovni obisk)
32. dr. Samo Kralj, High Pressure Institute of Physics, Varšava, Poljska, 3.-12. 9. 2019 (delo na članku)
33. dr. Samo Kralj, Mahatma Gandhi University, Kerala, Indija, 16. 12. 2019 (delovni obisk)
34. dr. Janez Lužnik, The Vinca Institute of Nuclear Sciences, Beograd, Srbija, 4.-7. 11. 2019 (delovni obisk v okviru bilateralnega projekta s Srbijo)
35. Hana Majaron, mag. fiz., dr. Tilen Koklič, Boštjan Kokot, mag. fiz., Aleksandar Sebastijanovič, mag. mikrobiol., prof. dr. Janez Štrancar in Patrycja Bogusława Zawilska, Institut National Recherche Securite, 20.-23. 11. 2019 (letno srečanje partnerjev projekta SmartNanoTox)
36. dr. Matavž Aleksander, TDK Electronics, Deutschlandsberg, Avstrija, 1. 4. 2019 (delovni sestanek)
37. dr. Griša Močnik, Intercomparison and WG3 Meeting, Leipzig, Nemčija, 13.-18. 1. 2019 (vodja delavnice in sestanek delovne skupine)
38. dr. Griša Močnik, IDAEA CSIC, Barcelona, Španija, 11.-13. 2. 2019 (instalacija instrumentov)
39. dr. Griša Močnik, Fachhochschule Nordwestschweiz, Windisch, Švica, 13.-14. 3. 2019 (delovni sestanek)
40. dr. Griša Močnik, EU2020 ACTRIS2, Darmstadt, Nemčija, 1.-3. 4. 2019 (delovni sestanek)
41. dr. Griša Močnik, COST COLOSSAL, Pariz, Francija, 16.-17. 4. 2019 (vodja delavnic in delovni sestanek)
42. dr. Griša Močnik, Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, Barcelona, Španija, 26. 6.-2. 7. 2019 (meritve saharškega peska)
43. dr. Griša Močnik, Academic Centre of University of Latvia, Riga, Latvija, 14.-18. 10. 2019 (sestanek projekta COST COLOSSAL)
44. dr. Griša Močnik, Univerza v Milanu, Biccoca, Italija, 4.-6. 11. 2019 (načrtovanje meritev in pisanje člankov)
45. dr. Griša Močnik, Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig, Nemčija, 13.-15. 11. 2019 (načrtovanje meritev in pisanje članka)
46. prof. dr. Igor Mušević, Research Executive Agency, Bruselj, Belgija, 28.-31. 1. 2019 in 1.-5. 12. 2019 (sodelovanje pri ocenjevanju projektov MSCA IF 2019)
47. prof. dr. Igor Mušević, kongresni center Clariom Praga, Praga, Češka, 13.-15. 3. 2019 (pripravljalni sestanek za organizacijo konference Liquid Matter 2020)
48. prof. dr. Igor Mušević, Research Executive Agency, Bruselj, Belgija, 31. 3.-5. 4. 2019 (sodelovanje pri ocenjevanju projektov ITNMSCA)
49. prof. dr. Igor Mušević, Research Executive Agency, Bruselj, Belgija, 17.-20. 9. 2019 (podpredsednik za razpis mrež IF Marie Skłodowska Curie)
50. Luka Pirker, mag. fiz., OTH Regensburg, Regensburg, Nemčija, 2.-8. 6. 2019 (meritve poljske misije iz MoS, nanocevk)
51. Luka Pirker, mag. fiz., in Anja Pogačnik Krainc, mag. fiz., Ostbayerische Technische Hochschule, Regensburg, Nemčija, 15.-20. 12. 2019 (delovni obisk v okviru bilaterale z Nemčijo)
52. dr. Rok Podlipec, Helmholtz Zentrum Dresden Rosendorf, Dresden, Nemčija, 23.-30. 9. 2019 (meritve na helijevem ionskem mikroskopu)
53. dr. Matej Pregelj, Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, Grenoble, Francija, 8.-16. 4. 2019 (meritve v visokih magnetnih poljih)
54. dr. Matej Pregelj, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 1.-4. 12. 2019 (meritve nevtronskega sipanja)
55. dr. Maja Remškar, University of Latvia, Faculty of Chemistry, Riga, Latvija, 10.-16. 3. 2019 (meritve vzorcev, zbranih med ognjemtom)
56. dr. Maja Remškar, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 17.-19. 6. 2019 in 23. 9. 2019 (delovni obisk v okviru bilaterale s Hrvaško)
57. dr. Maja Remškar, Jülich Research Centre, Jülich, Nemčija, 28.-30. 7. 2019 (sestanek za pripravo EU-projekta SIMDALEE2020)
58. dr. Maja Remškar, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 22. 11. 2019 (sestanek partnerjev z Nemčijo in Hrvaško)
59. dr. Maja Remškar, Tehnična univerza v Istanbulu, Istanbul, Turčija, 2.-3. 12. 2019 (sestanek za pripravo EU-projekta SIMDALEE2020)
60. dr. Maja Remškar, University of Applied Physics, Regensburg, Nemčija, 14.-18. 10. 2019 (raziskovalno delo v okviru bilateralnega projekta z Nemčijo)
61. dr. Brigita Rožič, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, ZDA, 10.-30. 9. 2019 (delovni obisk)
62. prof. dr. Janez Štrancar, The National Research Center for Work Environment, København, Danska, 6.-7. 5. 2019 (delovni sestanek SmartNanoTox)
63. prof. dr. Janez Štrancar, SmartNanoTox Project Review Meeting, Frankfurt, Nemčija, 23. 9. 2019 (delovni sestanek odbora H2020 projekta SmartNanoTox)
64. prof. dr. Janez Štrancar, COMULIS & BioImaging Austria, Dunaj, Avstrija, 20. 11. 2019 (delovni sestanek COST akcije COMULIS)
65. prof. dr. Janez Štrancar, Helmholtz Zentrum Dresden Rosendorf, Dresden, Nemčija, 9.-11. 12. 2019 (delovni sestanek projekta CROSSING)
66. dr. Uroš Tkalec, Pritzker School of Molecular Engineering, Chicago, Illinois, ZDA, 3.-6. 2. 2019 (delovni obisk)
67. dr. Aleksander Zidanšek, DG HOME, Bruselj, Belgija, 15.-16. 5. 2019 (delovni obisk)
68. doc. dr. Andrej Zorko, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 25.-28. 3. 2019 (meritve mionske spinske relaksacije)
69. doc. dr. Andrej Zorko, National High Magnetic Field Laboratory, Tallahassee, Florida, ZDA, 26. 5.-9. 6. 2019 (meritve EPR v visokih magnetnih poljih)
70. prof. dr. Slobodan Žumer, Univerza v Trentu, Trento, Italija, 4.-8. 2. 2019 (sestanek v okviru COST projekta)
71. prof. dr. Slobodan Žumer, Eutopia-2, The Second Meeting of the European Topology Interdisciplinary Initiative, San Sebastian, Španija, 4.-8. 11. 2019 (podpredsednik, vodja sekcije)
72. prof. dr. Slobodan Žumer, Advanced Materials Liquid Crystal Institute, Kent, Washington, ZDA 13.-17. 7. 2019 (delovni obisk)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Tomaž Apih
2. prof. dr. Denis Arčon*, znanstveni svetnik - pomočnik vodja odseka
3. doc. dr. Zoran Arsov*
4. prof. dr. Vid Bobnar, znanstveni svetnik
5. prof. dr. Janez Dolinšek*, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
6. doc. dr. Anton Gradišek
7. dr. Alan Gregorovič
8. Abdelrahim Ibrahim Hassanien, doktor znanosti
9. doc. dr. Matjaž Humar
10. dr. Peter Jeglič
11. dr. Martin Klanjšek

12. dr. Tilen Koklič
13. prof. dr. Samo Kralj*, znanstveni svetnik
14. prof. dr. Zdravko Kutnjak, znanstveni svetnik
15. dr. Mojca Urška Mikac
16. doc. dr. Griša Močnik*
17. doc. dr. Aleš Mohorič*
18. **prof. dr. Igor Mušević*, znanstveni svetnik - vodja odseka**
19. dr. Andriy Nych
20. doc. dr. Stane Pajk*
21. doc. dr. Dušan Ponikvar*
22. dr. Matej Pregelj
23. prof. dr. Miha Ravnik*
24. prof. dr. Maja Remškar, znanstveni svetnik
25. dr. Brigita Rožič
26. prof. dr. Igor Serša

27. prof. dr. Miha Škarabot
28. prof. dr. Janez Strancar, vodja raziskovalne skupine
29. doc. dr. Uroš Tkalec*
30. dr. Polona Umek
31. dr. Herman Josef Petrus Van Midden
32. doc. dr. Andrej Vilfan
33. dr. Stanislav Vrtnik
34. prof. dr. Boštjan Zalar, znanstveni svetnik - pomočnik vodja odseka
35. prof. dr. Aleksander Zidanšek
36. doc. dr. Andrej Zorko
37. dr. Erik Zupanič
38. prof. dr. Slobodan Žumer, znanstveni svetnik

Podoktorski sodelavci

39. dr. Matej Bobnar
40. dr. Maja Garvas
41. dr. Matjaž Gomilšek
42. dr. Uroš Jagodič
43. *dr. Primož Koželj, začasna prekinitev 1. 7. 2019*
44. dr. Mitja Krnel
45. dr. Marta Lavrič
46. dr. Janez Lužnik
47. dr. Maruša Mur
48. dr. Nikola Novak
49. dr. Rok Podlpec
50. *dr. Gregor Posnjak, začasna prekinitev 1. 8. 2019*
51. *dr. Andraž Rešetič, začasna prekinitev 8. 7. 2019*
52. dr. Anna Ryzhkova
53. dr. Aleksandar Savić
54. dr. Maja Trček*
55. dr. Iztok Urbančič
56. dr. Jernej Vidmar*
57. dr. Bojana Višić

Mlajši raziskovalci

58. Tina Arh, mag. fiz.
59. Devid Črešnar, mag. fiz.
60. Nikita Derets
61. Darja Gačnik, mag. fiz.
62. Žiga Gosar, mag. fiz.
63. Urška Gradišar Centa, mag. med. fiz.
64. Saša Harkai, mag. fiz.
65. Nejc Janša, M.Sc. (Fizik), Nemčija
66. Tilen Knaflič, univ. dipl. fiz.
67. Hana Majaron, mag. fiz.
68. mag. Bojan Marin*
69. Matevž Marinčič, mag. fiz.
70. dr. Aleksander Matavž
71. Tadej Mežnaršič, mag. fiz.
72. Luka Pirker, mag. fiz.
73. Gregor Pirnat, mag. fiz.
74. Jaka Pišljar, mag. fiz.
75. Anja Pogačnik Krajnc, mag. fiz.
76. Aleksandar Sebastijanovič, mag. mikrobiol.
77. Marion Antonia Van Midden, mag. fiz.
78. Rebeka Viltušnik, mag. inž. rad. tehnol.

Strokovni sodelavci

79. dr. Luka Drinovec*
80. dr. Andreja Jelen
81. Boštjan Kokot, mag. fiz.
82. Ana Krišelj, mag. biokem.
83. Ivan Kvasič, univ. dipl. inž. el.
84. Jaka Močivnik, dipl. inž. meh. (VS)

Tehniški in administrativni sodelavci

85. Sabina Gruden, dipl. ekon.
86. Dražen Ivanov
87. Janez Jelenc, dipl. inž. fiz.
88. Maša Kavčič, dipl. ekon. (VS)
89. Davorin Kotnik
90. Jože Luzar, mag. nanoznanosti in nanotehnologij
91. Silvano Mendizza
92. Janja Milivojevič
93. Ana Sepe, inž. fiz.
94. Marjetka Tršinar
95. *Patrycja Bogusława Zawilska, Biotechnology, University of Wrocławski, odsła 3. 7. 2019*

Opomba

- * delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. AEROSOL razvoj in proizvodnja znanstvenih instrumentov, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
2. Balder, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
3. BASF, Heidelberg, Nemčija
4. Ben Gurion University, Beersheba, Izrael
5. Chalmers University of Technology, Physics Department, Göteborg, Švedska
6. Clarendon Laboratory, Oxford, Velika Britanija
7. Centre national de la recherche scientifique, Laboratory de Marseille, Marseille, Francija
8. Centre national de la recherche scientifique, Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman, Thiais, Francija
9. Kimberly Clark, Atlanta, ZDA
10. CosyLab, d. d., Ljubljana, Slovenija
11. Department of Chemistry, College of Humanities and Sciences, Nihon University, Tokio, Japonska
12. Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Nemčija
13. Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Nemčija
14. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lozana, Švica
15. Eidgenössische Technische Hochschule – ETH, Zürich, Švica
16. Elettra (Synchrotron Light Laboratory), Bazovica, Italija
17. European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francija
18. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Španija
19. Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, Poznanj, Poljska
20. Florida State University, Florida, ZDA
21. Forschungszentrum Dresden Rossendorf, Dresden, Nemčija
22. Gunma National College of Technology, Maebashi, Japonska
23. High-Magnetic-Field Laboratory, Grenoble, Francija
24. High Magnetic Field Laboratory, Nijmegen, Nizozemska
25. High Magnetic Field Laboratory, Tallahassee, Florida, ZDA
26. Humboldt Universität Berlin, Institut für Biologie/Biophysik, Berlin, Nemčija
27. Ilie Murguescu Institute of Physical Chemistry of the Romanian Academy, Bukarešta, Romunija
28. International Human Frontier Science Program Organisation, Strasbourg, Francija
29. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
30. Institut za biofiziko, Medicinska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
31. Institut za Teoretično fiziko univerze v Göttingenu, Göttingen, Nemčija
32. Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznanj, Poljska
33. Institute of Electronic Materials Technology, Varšava, Poljska
34. Institut für Experimentalphysik der Universität Wien, Dunaj, Avstrija
35. Institut für Biophysik und nanosystemforschung OAW, Gradec, Avstrija
36. Institut za kristalografijo Ruske akademije znanosti, Moskva, Rusija
37. Instituto Superior Tecnico, Departamento de Física, Lizbona, Portugalska
38. International Center for Theoretical Physics, Trst, Italija
39. ISIS, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija
40. A.F. Ioffe Physico-Technical Institute, Sankt Peterburg, Ruska federacija
41. Kavli Institute for Theoretical Physics, Santa Barbara, ZDA
42. King's College, London, Velika Britanija
43. Klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
44. Korea Basic Science Institute, Daejeon, Južna Koreja
45. Kyung Hee University of Suwon, Impedance Imaging Research Center, Seul, Južna Koreja
46. KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Švedska
47. KMZ - CNC obdelava kovin in drugih materialov Zalar Miran s.p., Ljubljana, Slovenija
48. LEK, Ljubljana, Slovenija
49. Liquid Crystal Institute, Kent, Ohio, ZDA
50. L'Oréal, Pariz, Francija
51. LVL livarstvo in orodjarstvo, d. o. o., Kranj, Slovenija
52. Max Planck Institut, Dresden, Nemčija
53. Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, ZDA
54. Merck KGaA, Darmstadt, Nemčija
55. MH Hannover, Hannover, Nemčija
56. Ministrstvo za obrambo, Ljubljana, Slovenija
57. National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Physics, Kijev, Ukrajina
58. National Center for Scientific Research "Demokritos", Aghia Paraskevi Attikis, Grčija
59. National Institute for Research in Inorganic materials, Tsukuba, Japonska
60. Nuklearni Institut Vinča, Beograd, Srbija
61. Oxford University, Department of Physics, Department of Materials, Oxford, Velika Britanija
62. Optotek, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
63. Paul Scherrer Institut, Villigen, Švica
64. Politecnico di Torino, Dipartimento di Fisica, Torino, Italija
65. Radbound University Nijmegen, Research Institute for Materials, Nijmegen, Nizozemska
66. RLS Merilna tehnika, d. o. o., Žeje pri Komendi, Slovenija
67. Rwth Aachen University, Aachen, Nemčija
68. School of Physics, Hyderabad, Andhra Prades, Indija
69. SISSA, Trst, Italija
70. State College, Pennsylvania, ZDA
71. Stelar, Mede, Italija
72. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Reka, Hrvaška
73. Sveučilište u Zagrebu, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška
74. Technical University of Catalonia, Barcelona, Španija

75. Tehnična univerza Dunaj, Dunaj, Avstrija
76. The Geisel School of Medicine at Dartmouth, Hanover, ZDA
77. The Max Delbrück Center for Molecular Medicine in Berlin, Berlin, Nemčija
78. Tohoku University, Sendai, Japonska
79. Tokyo University, Bunkjo, Tokio, Japonska
80. UNCOSS, Bruselj, Belgija
81. University of Aveiro, Aveiro, Portugalska
82. Università di Pisa, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Pisa, Italija
83. Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija
84. Université de la Méditerranée, Marseille, Francija
85. University of Bristol, Bristol, Velika Britanija
86. University of California at Irvine, Beckman Laster Institute and Medical Clinic, Irvine, Kalifornija, ZDA
87. University of Durham, Durham, Velika Britanija
88. University of Duisburg, Duisburg, Nemčija
89. University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
90. Universität Freiburg, Institut für Makromolekulare Chemie, Freiburg, Nemčija
91. University of Linz, Institute of Chemistry, Department of Physical Chemistry & Linz Institute of Organic Solar Cells, Linz, Avstrija
92. University of Leeds, Leeds, Velika Britanija
93. University of Loughborough, Loughborough, Velika Britanija
94. Universität Mainz, Geowissenschaften, Mainz, Nemčija
95. Université de Nice, Nica, Francija
96. Université Paris Sud, Pariz, Francija
97. University of Provence, Marseille, Francija
98. University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japonska
99. University of Utah, Department of Physics, Salt Lake City, Utah, ZDA
100. University of Waterloo, Department of Physics, Waterloo, Ontario, Kanada
101. Universität Regensburg, Regensburg, Nemčija
102. University of Zürich, Zürich, Švica
103. Univerza v Münchnu in MPQ, München, Nemčija
104. Univerza v Monsu, Mons, Belgija
105. Univerza v Pavii, Pavia, Italija
106. Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
107. Univerza v Severni Karolini, Chapel Hill, ZDA
108. Univerza v Sisconsinu, Madison, ZDA
109. Wageningen University, Laboratory of Biophysics, Wageningen, Nizozemska
110. Weizman Institute, Rehovot, Izrael
111. Yonsei University, Seul, Južna Koreja
112. Zavod RS za transfuzijsko medicino, Ljubljana, Slovenija
113. Železarna Ravne, Ravne na Koroškem, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Aleksander Matavž, Andreja Benčan, Janez Kovač, Ching-Chang Chung, Jacob L. Jones, Susan Trolrier-McKinstry, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Additive manufacturing of ferroelectric-oxide thin-film multilayer devices", *ACS applied materials & interfaces*, 2019, **11**, 49, 45155-45160. [COBISS.SI-ID 32849447]
2. Samra Hasanbašić, Ajda Taler-Verčič, Vida Puizdar, Veronika Stoka, Magda Tušek-Znidarič, Andrej Vilfan, Selma Berbič, Eva Žerovnik, "Prolines affect the nucleation phase of amyloid fibrillation reaction; mutational analysis of human stefin B", *ACS chemical neuroscience*, 2019, **10**, 6, 2730-2740. [COBISS.SI-ID 32274727]
3. Stane Pajk, Maja Garvas, Janez Štrancar, "Fluorescent membrane probes based on a coumarin-thiazole scaffold", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 3, 668-674. [COBISS.SI-ID 4745585]
4. Ema Valentina Brovč, Stane Pajk, Roman Šink, Janez Mravljak, "Comparison of the NMR and the acid value determination methods for quality control of input polyisobutates", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 4, 934-943. [COBISS.SI-ID 4819313]
5. Nikola Novak, Peter Keil, Till Frömling, Florian H. Schader, Alexander Martin, Kyle Grant Webber, Jürgen Rödel, "Influence of metal/semiconductor interface on attainable piezoelectric and energy harvesting properties of ZnO", *Acta materialia*, 2019, **162**, 277-283. [COBISS.SI-ID 32899879]
6. Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Marko Vrabelj, Mojca Otoničar, Hana Uršič Nemevšek, Alexandra Henriques, Ching-Chang Chung, Jacob L. Jones, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Electrocaloric fatigue of lead magnesium niobate mediated by an electric-field-induced phase transformation", *Acta materialia*, 2019, **169**, 275-283. [COBISS.SI-ID 32250151]
7. Primož Koželj, Stanislav Vrtnik, Andreja Jelen, Mitja Krnel, Darja Gačnik, Goran Dražič, Anton Meden, Magdalena Wencka, David Jezeršek, Janez Leskovec, Soumyadipta Maiti, Walter Steurer, Janez Dolinšek, "Discovery of a FeCoNiPdCu high-entropy alloy with excellent magnetic softness", *Advanced engineering materials*, 2019, **21**, 5, 1801055. [COBISS.SI-ID 32146727]
8. Nicolas Godard, Sebastjan Glinšek, Aleksander Matavž, Vid Bobnar, Emmanuel Defay, "Direct patterning of piezoelectric thin films by inkjet printing", *Advanced materials technologies*, 2019, **4**, 2, 1800168. [COBISS.SI-ID 31843623]
9. Milan Ambrožič, Samo Kralj, "Thickness induced line-defect reconfigurations in thin nematic cell", *Advances in condensed matter physics*, 2019, **2019**, 4256526. [COBISS.SI-ID 24527624]
10. Anastasios Stergiou, Jérémy Rio, Jan H. Griwatz, Denis Arčon, Hermann A. Wegner, Christopher Paul Ewels, Nikos Tagmatarchis, "A long-lived azafullerenyl radical stabilized by supramolecular shielding with a [10]cycloparaphenylene", *Angewandte Chemie*, 2019, **58**, 49, 17745-17750. [COBISS.SI-ID 3378020]
11. Julia-Maria Hübner, Wilder Carrillo-Cabrera, Yurii Prots, Matej Bobnar, Ulrich Schwarz, Yuri Grin, "Unconventional metal-framework interaction in MgSi₅", *Angewandte Chemie*, 2019, **58**, 37, 12914-12918. [COBISS.SI-ID 32710439]
12. Andraž Bradeško, Ana Hedl, Lovro Fulanović, Nikola Novak, Tadej Rojac, "Self-heating of relaxor and ferroelectric ceramics during electrocaloric field cycling", *APL materials*, 2019, **7**, 071111. [COBISS.SI-ID 32528423]
13. Aleksander Matavž, Andraž Bradeško, Tadej Rojac, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Self-assembled porous ferroelectric thin films with a greatly enhanced piezoelectric response", *Applied materials today*, 2019, **16**, 83-89. [COBISS.SI-ID 32352551]
14. Roonak Saeedi, Elham Safaei, Yong-Il Lee, Janez Lužnik, "Oxidation of sulfides including DBT using a new vanadyl complex of a non-innocent o-aminophenol benzoxazole based ligand", *Applied organometallic chemistry*, 2019, **33**, 3, e4781. [COBISS.SI-ID 32884519]
15. Silviu Preda, Crina Anastasescu, Ioan Balint, Polona Umek, Melita Sluban, Catalin C. Negrila, Daniel G. Angelescu, Veronica Bratan, Adriana Rusu, Maria Zaharescu, "Charge separation and ROS generation on tubular sodium titanates exposed to simulated solar light", *Applied Surface Science*, 2019, **470**, 1053-1063. [COBISS.SI-ID 31912999]
16. Tjaša Parkelj Potočnik, Erik Zupanič, Wen-Yi Tong, Erik Bousquet, Daniel Diaz-Fernandez, Gertjan Koster, Philippe Ghosez, Matjaž Spreitzer, "Atomic structure of Sr/Si(0 0 1)(1 x 2) surfaces prepared by Pulsed laser deposition", *Applied Surface Science*, 2019, **471**, 664-669. [COBISS.SI-ID 31943975]
17. Longlong Wang, Samo Stanič, William Eichinger, Griša Močnik, Luka Drinovec, Asta Gregorič, "Investigation of aerosol properties and structures in two representative meteorological situations over the Vipava valley using polarization Raman LiDAR", *Atmosphere*, 2019, **10**, 3, 128. [COBISS.SI-ID 5336571]
18. Aurélien Chauvigné *et al.* (15 avtorjev), "Biomass burning and urban emission impacts in the Andes Cordillera region based on in situ measurements from the Chacaltaya observatory, Bolivia (5240 m. a.s.l.)", *Atmospheric chemistry and physics*, 2019, **19**, 23, 14805-14824. [COBISS.SI-ID 32950055]
19. Marion Greilinger, Luka Drinovec, Griša Močnik, Anne Kasper Giebl, "Evaluation of measurements of light transmission for the determination of black carbon on filters from different station types", *Atmospheric environment*, 2019, **198**, 1-11. [COBISS.SI-ID 31806247]
20. Michael Pikridas *et al.* (15 avtorjev), "On-flight intercomparison of three miniature aerosol absorption sensors using unmanned aerial systems (UASs)", *Atmospheric measurement techniques*, 2019, **12**, 12, 6425-6447. [COBISS.SI-ID 32945703]
21. Martina Vivoda Tomšič, Sotirios Bidas, Viljem Kovač, Igor Serša, Katarina Šurlan Popović, "Dynamic contrast-enhanced MRI of malignant pleural mesothelioma: a comparative study of pharmacokinetic models and correlation with mRECIST criteria", *Cancer imaging*, 2019, **19**, 1, 10. [COBISS.SI-ID 3175035]

22. Mojca Žlahtič Zupanc, Urška Mikac, Igor Serša, Maks Merela, Miha Humar, "Water distribution in wood after short term wetting", *Cellulose*, 2019, **26**, 2, 703-721. [COBISS.SI-ID 2966665]
23. Florian Weyland, Raziye Hayatib, Nikola Novak, "Tuning of electrocaloric performance in $(\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15})(\text{Zr}_{0.1}\text{Ti}_{0.9})\text{O}_3$ by induced relaxor-like behavior", *Ceramics international*, 2019, **45**, 9, 11408-11412. [COBISS.SI-ID 32892199]
24. Marjan Bele, Kevin Stojanovski, Primož Jovanovič, Leonard Moriau, Gorazd Koderman Podboršek, Jože Moškon, Polona Umek, Melita Sluban, Goran Dražič, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Towards stable and conductive titanium oxynitride high-surface-area support for iridium nanoparticles as oxygen evolution reaction electrocatalyst", *ChemCatChem*, 2019, **11**, 20, 5038-5044. [COBISS.SI-ID 6711834]
25. Tomaž Apih, Alan Gregorovič, Veselko Žagar, Janez Seliger, "A study of donor-acceptor interaction in halogen bonded complexes of N-iodosuccinimide by ^{14}N NQR", *Chemical physics*, 2019, **523**, 12-17. [COBISS.SI-ID 32431911]
26. Jan Steinkühler, Erdinc Sezgin, Iztok Urbančič, Christian Eggeling, Rumiana Dimova, "Mechanical properties of plasma membrane vesicles correlate with lipid order, viscosity and cell density", *Communications biology*, 2019, **2**, 337. [COBISS.SI-ID 33035559]
27. Devid Črešnar, Christina Kyrrou, Ioannis Lelidis, Aleksandra Drozd-Rzoska, Szymon Starzonek, Sylwester Janusz Rzoska, Zdravko Kutnjak, Samo Kralj, "Impact of weak nanoparticle induced disorder on nematic ordering", *Crystals*, 2019, **9**, 3, 171. [COBISS.SI-ID 32248103]
28. Anton Gradišek, Mario Cifelli, Micham Wojcik, Tomaž Apih, Sergey V. Dvinskikh, Ewa Górecka, Valentina Domenici, "Study of liquid crystals showing two isotropic phases by ^1H NMR diffusometry and ^1H NMR relaxometry", *Crystals*, 2019, **9**, 3, 178. [COBISS.SI-ID 32231207]
29. P. Wyzga, I. Veremchuk, C. Himcinschi, Ulrich Burkhardt, Wilder Carrillo-Cabrera, Matej Bobnar, Cristoph Hennig, A. Leithe-Jasper, J. Kortus, R. Gumenuik, "Indium thiospinel $\text{In}_{1-x}\text{In}_2\text{S}_4$ - structural characterization and thermoelectric properties", *Dalton transactions*, 2019, **23**, **48**, 8350-8360. [COBISS.SI-ID 32941351]
30. E. Zuniga-Puelles, R. Cardoso-Gil, Matej Bobnar, I. Veremchuk, C. Himcinschi, Cristoph Hennig, J. Kortus, G. Heidee, R. Gumenuik, "Structural stability and thermoelectric performance of high quality synthetic and natural pyrites", *Dalton transactions*, 2019, **28**, **48**, 10703-10713. [COBISS.SI-ID 32938279]
31. C. Blanco-Alegre, A. I. Calvo, E. Coz, A. Castro, F. Oduer, Andre S. H. Prevat, Griša Močnik, R. Fraile, "Quantification of source specific black carbon scavenging using an aethalometer and a disdrometer", *Environmental pollution*, 2019, **246**, 336-345. [COBISS.SI-ID 31912487]
32. Stane Pajk, Hana Majaron, Matej Novak, Boštjan Kokot, Janez Štrancar, "New coumarin- and phenoxazine-based fluorescent probes for live-cell STED nanoscopy", *European biophysics journal*, 2019, **48**, 5, 485-490. [COBISS.SI-ID 4683633]
33. S. Flipo *et al.* (14 avtorjev), "CeMo2B5: A new type of arrangement of puckered boron hexagonal rings", *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2019, **31**, **2019**, 3572-3580. [COBISS.SI-ID 32938023]
34. Kaja Bergant Loboda, Matej Janežič, Katja Valjavec, Izidor Sosič, Stane Pajk, Martina Štampar, Bojana Žegura, Stanislav Gobec, Metka Filipič, Andrej Perdih, "Structure-guided optimization of 4,6-substituted-1,3,5-triazin-2(1H)-ones as catalytic inhibitors of human DNA topoisomerase II α ", *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2019, **175**, 330-348. [COBISS.SI-ID 6615834]
35. Lidija Strojnik, Matej Stopar, Emil Zlatič, Doris Kokalj, Mateja Naglič Gril, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, Marko Bohanec, Biljana Mileva Boshkoska, Mitja Luštrek, Anton Gradišek, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, "Authentication of key aroma compounds in apple using stable isotope approach", *Food chemistry*, 2019, **277**, 766-773. [COBISS.SI-ID 31834663]
36. S. Ben Moumen, Y. Gagou, S. Belkhadir, D. Mezzane, M. Amjoud, L. Hajji, Brigita Rožič, Zdravko Kutnjak, Zvonko Jagličič, Marko Jagodič, Mimoun El Marssi, Y. Kopelevich, Igor A. Luk'yanchuk, "Structural, dielectric and magnetic properties of multiferroic $(1-x)\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3 - (x)\text{BaTi}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{O}_3$ laminated composites", *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control*, 2019, **66**, 12, 1935-1941. [COBISS.SI-ID 32582183]
37. Stanislav Vrtnik, Janez Lužnik, Primož Koželj, Andreja Jelen, Jože Luzar, Mitja Krnel, Zvonko Jagličič, Anton Meden, Michael Feuerbacher, Janez Dolinšek, "Magnetic phase diagram and magnetoresistance of Gd-Tb-Dy-Ho-Lu hexagonal high-entropy alloy", *Intermetallics*, 2019, **105**, 163-172. [COBISS.SI-ID 31948327]
38. Urška Mikac, Ana Sepe, Anton Gradišek, Julijana Kristl, Tomaž Apih, "Dynamics of water and xanthan chains in hydrogels studied by NMR relaxometry and their influence on drug release", *International journal of pharmaceutics*, 2019, **563**, 373-383. [COBISS.SI-ID 32280871]
39. Mirjam Gosenca Matjaž, Miha Škarabot, Mirjana Gašperlin, Biljana Jankovič, "Lamellar liquid crystals maintain keratinocytes' membrane fluidity: an AFM qualitative and quantitative study", *International journal of pharmaceutics*, 2019, **572**, 118712. [COBISS.SI-ID 4853873]
40. Uroš Plaznik, Marko Vrabelj, Zdravko Kutnjak, Barbara Malič, Brigita Rožič, Alojz Poredoš, Andrej Kitanovski, "Numerical modelling and experimental validation of a regenerative electrocaloric cooler", *International journal of refrigeration*, 2019, **98**, 139-149. [COBISS.SI-ID 31863079]
41. Sina Khoshshima, Zerrin Altıntaş, Marcus Schmidt, Matej Bobnar, Mehmet Somer, Özge Balci, "Crystalline Co-Fe-B nanoparticles: synthesis, microstructure and magnetic properties", *Journal of alloys and compounds*, 2019, **805**, 471-482. [COBISS.SI-ID 32710183]
42. Igor Serša, "Magnetic resonance imaging of strain in elastic gels", *Journal of applied physics*, 2019, **125**, 8, 082521. [COBISS.SI-ID 31961895]
43. Franziska Taubert, Jürgen Seidel, Regina Hüttl, Matej Bobnar, Roman V. Gumenuik, Florian O. Mertens, "The heat capacity and entropy of the four lithium stannides Li_7Sn_4 , Li_7Sn_2 , $\text{Li}_{13}\text{Sn}_5$ and Li_7Sn_3 in the temperature range (2 to 865) K", *Journal of Chemical Thermodynamics*, 2019, **130**, 119-128. [COBISS.SI-ID 32941863]
44. Manel Rodríguez Ripoll, Agnieszka Maria Tomala, Vladimir Totolin, Maja Remškar, "Performance of nanolubricants containing MoS_2 nanotubes during form tapping of zinc-coated automotive components", *Journal of manufacturing processes*, 2019, **39**, 167-180. [COBISS.SI-ID 32210983]
45. Ying Yu, Feng Gao, Florian Weyland, Hongbo Du, Li Jin, Lei Hou, Zetian Yang, Nikola Novak, Shaobo Qu, "Significantly enhanced room temperature electrocaloric response with superior thermal stability in sodium niobate-based bulk ceramics", *Journal of materials chemistry. A, Materials for energy and sustainability*, 2019, **7**, 19, 11665-11672. [COBISS.SI-ID 32895271]
46. Gongliang Du, Yunfei Chang, Li Chouwang, Qingyuan Hu, Jing Pang, Yuan Sun, Florian Weyland, Nikola Novak, Li Jin, "Ultrahigh room temperature electrocaloric response in lead-free bulk ceramics via tape casting", *Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices*, 2019, **7**, 23, 6860-6866. [COBISS.SI-ID 32892711]
47. S. Belkhadir *et al.* (12 avtorjev), "Structural, dielectric and electrocaloric properties of $(\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15})(\text{Ti}_{0.9}\text{Zr}_{0.1-x}\text{Sn}_x)\text{O}_3$ ceramics elaborated by sol-gel method", *Journal of materials science. Materials in electronics*, 2019, **30**, 15, 14099-14111. [COBISS.SI-ID 32504615]
48. Wagar-Haider Khan, Amir Sohail Khan, Tauqeer Ahmad, Nikola Novak, Muneeb Ur-Rahman, Xiao Qiang Song, Ghulam Sadiq, Burhan Ullah, "Unconventional high permittivity and relaxor like anomaly in $(\text{Sr}, \text{Ce}, \text{Pr})\text{TiO}_3$ solid solution", *Journal of materials science. Materials in electronics*, 2019, **30**, 23, 20345-20353. [COBISS.SI-ID 33035047]
49. Stojana Veskovič Bukudur, Janez Kovač, Blaž Karpe, Polona Umek, Aleš Nagode, Romana Cerc Korošec, Milan Bizjak, "High temperature corrosion of commercial FeCrAl alloys (Kanthal AF) in nitrogen gas", *Journal of mining and metallurgy. Section B, Metallurgy*, 2019, **55**, 1, 55-63. [COBISS.SI-ID 1803871]
50. Gregor Mali, Matjaž Mazaj, Iztok Arčon, Darko Hanžel, Denis Arčon, Zvonko Jagličič, "Unraveling the arrangement of Al and Fe within the framework explains the magnetism of mixed-metal MIL-100(Al,Fe)", *The journal of physical chemistry letters*, 2019, **10**, 7, 1464-1470. [COBISS.SI-ID 32220711]
51. Melita Sluban, Polona Umek, "The role of water in the transformation of protonated titanate nanoribbons to anatase nanoribbons", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019, **123**, 38, 23747-23757. [COBISS.SI-ID 32708647]
52. Juliane Moritz, Anže Abram, Miha Čekada, Urška Gabor, Maja Garvas, Irena Zdovc, Aleš Dakskobler, Jasna Cotič, Karolina Ivčak-Kocjan, Andraž Kocjan, "Nanoroughening of sandblasted 3Y-TZP surface by alumina coating deposition for improved osseointegration and bacteria reduction", *Journal of the European ceramic society*, 2019, vol.39, 14, 4347-4357. [COBISS.SI-ID 32431143]
53. Tanja Vrabelj, Aleksander Matavž, Hana Uršič Nemevšek, Vid Bobnar, Barbara Malič, "The effect of calcium zirconate modifications on the microstructure and functional properties of sodium niobate thin films prepared by chemical solution deposition", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 7, 2325-2330. [COBISS.SI-ID 32128807]
54. Uroš Prah, Tadej Rojac, Magdalena Wencka, Mirela Dragomir, Andraž Bradeško, Andreja Benčan, Rachel Sherbondy, Geof Brennecka, Zdravko Kutnjak, Barbara Malič, Hana Uršič Nemevšek, "Improving the multicolor properties of $\text{Pb}(\text{Fe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$ by controlling the sintering conditions and doping with manganese", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 14, 4122-4130. [COBISS.SI-ID 32459303]

55. Mohamed H. Hassan, Mohamed H. Alkordi, Abdou Hassanien, "Probing the conductivity of metal-organic framework-graphene nanocomposite", *Materials letters*, 2019, **246**, 13-16. [COBISS.SI-ID 32173351]
56. J. M. Hübner, Grigorij Abramovič Aksel'rud, W. Schnelle, Ulrich Burkhardt, Matej Bobnar, Yuri Prots, Yuri Grin, Ulrich Schwarz, "High-Pressure synthesis and chemical bonding of barium trisilicide BaSi₃", *Materials*, 2019, **1**, 12, 145. [COBISS.SI-ID 32934439]
57. Črt Dragar, Tanja Potrč, Sebastjan Nemec, Robert Roškar, Stane Pajk, Petra Kocbek, Slavko Kralj, "One-pot method for preparation of magnetic multi-core nanocarriers for drug delivery", *Materials*, 2019, **12**, 3, 540. [COBISS.SI-ID 32095527]
58. Ullrich Schwarz, K. Guo, W. P. Clark, Ulrich Burkhardt, Matej Bobnar, R. Castillo, Lev G. Akselrud, R. Niewa, "Ferromagnetic ε-Fe₂MnN: High-pressure synthesis, hardness and magnetic properties", *Materials*, 2019, **12**, 12, 1993. [COBISS.SI-ID 32934183]
59. Julie Allard, Florie Chevrier, Jean-Paul Laurent, Catherine Coulaud, Alexandre Paci, Irena Ježek, Griša Močnik, Guillaume Brulfert, Jean-Luc Besombes, Jean-Luc Jaffredo, "Un système de mesure de température pour suivre l'influence de la stabilité atmosphérique sur la qualité de l'air dans la vallée de l'Arve", *La Météorologie*, 2019, **106**, 39-48. [COBISS.SI-ID 32679207]
60. Andrej Vilfan, Smrithika Subramani, Eberhard Bodenschatz, Ramin Golestanian, Isabella Guido, "Flagella-like beating of a single microtubule", *Nano letters*, 2019, **19**, 5, 3359-3363. [COBISS.SI-ID 32470055]
61. Bohdan Senyuk, Jure Aplinc, Miha Ravnik, Ivan I. Smalyukh, "High-order elastic multipoles as colloidal atoms", *Nature communications*, 2019, **10**, 1825. [COBISS.SI-ID 3303524]
62. Matjaž Gomilšek, Rok Žitko, Martin Klanjšek, Matej Pregelj, C. Baines, Li Yuesheng, Qingming Zhang, Andrej Zorko, "Kondo screening in a charge-insulating spinon metal", *Nature physics*, 2019, **15**, 8, 754-758. [COBISS.SI-ID 32417831]
63. Erdinc Sezgin, Falk Schneider, Silvia Galiani, Iztok Urbančič, Dominic Waithe, B. Christoffer Lagerholm, Christian Eggeling, "Measuring nanoscale diffusion dynamics in cellular membranes with super-resolution STED-FCS", *Nature protocols*, 2019, **14**, 1054-1083. [COBISS.SI-ID 32185127]
64. Potta Thara Yasir Beeran, Sabu Thomas, Nandakumar Kalarikkal, Thomas Griefser, Yves Grohens, Vid Bobnar, Matjaž Finšgar, Vanja Kokol, Rupert Kargl, "UV-Induced reduction of graphene oxide in cellulose nanofibril composites", *New journal of chemistry*, 2019, **43**, 2, 681-688. [COBISS.SI-ID 21954838]
65. Jaka Vodeb, Viktor V. Kabanov, Yaroslav Gerasimenko, Rok Venturini, Jan Ravnik, Marion Van Midden, Erik Zupanič, Petra Šutar, Dragan Mihailović, "Configurational electronic states in layered transition metal dichalcogenides", *New journal of physics*, 2019, **21**, 083001. [COBISS.SI-ID 32545831]
66. T. Shang, A. Amon, D. Kasinathan, Weixin Xie, Matej Bobnar, Yok Chen, A. Wang, M. Shi, M. Medarde, "Enhanced T-c and multiband superconductivity in the fully-gapped ReBe₂₂ superconductor", *New journal of physics*, 2019, **21**, 073034. [COBISS.SI-ID 32932135]
67. Matej Pregelj *et al.* (12 avtorjev), "Elementary excitation in the spin-stripe phase in quantum chains", *npj quantum materials*, 2019, **4**, 22. [COBISS.SI-ID 32330023]
68. Aurélien Barbotin, Silvia Galiani, Iztok Urbančič, Christian Eggeling, Martin J. Booth, "Adaptive optics allows STED-FCS measurements in the cytoplasm of living cells", *Optics express*, 2019, **27**, 16, 23378-23395. [COBISS.SI-ID 33036071]
69. Pavlo Kurioz, Luka Mesarec, Aleš Iglič, Samo Kralj, "Assembling of topological defects at neck-shaped membrane parts", *Physica status solidi. A, Applications and materials science*, 2019, **216**, 13, 1800722. [COBISS.SI-ID 12306004]
70. Xiangyang Cheng, Florian Weyland, Nikola Novak, Yingwei Li, "Indirect electrocaloric evaluation: influence of polarization hysteresis measurement frequency", *Physica status solidi. A, Applications and materials science*, 2019, **216**, 24, 1900684. [COBISS.SI-ID 33034791]
71. Abdou Hassanien, "Tunable flat band in large scale kagome lattice of single layer (BETS)₂GaCl₄", *Physica status solidi. B, Basic research*, 2019, **256**, 12, 1900346. [COBISS.SI-ID 32716839]
72. Simon Reinhard, Luka Pirker, Christian Bäuml, Maja Remškar, Andreas K. Hüttel, "Coulomb blockade spectroscopy of a MoS₂ nanotube", *Physica status solidi. Rapid research letters.*, 2019, **13**, 11, 1900251. [COBISS.SI-ID 32598823]
73. Milan Ambrožič, Samo Kralj, "Field percolation-switching in soft ternary anisotropic system", *Physica. A, Statistical mechanics and its applications*, 2019, **520**, 11-25. [COBISS.SI-ID 24324104]
74. H. Zaitouni, L. Hajji, D. Mezzane, E. Choukri, A. Alimoussa, S. Ben Moumen, Brigita Rožič, Mimoun El Marssi, Zdravko Kutnjak, "Direct electrocaloric, structural, dielectric, and electric properties of lead-free ferroelectric material Ba_{0.9}Sr_{0.1}Ti_{1-x}Sn_xO₃ synthesized by semi-wet method", *Physica. B, Condensed matter*, 2019, **566**, 55-62. [COBISS.SI-ID 32380967]
75. Babak Nasouri, Andrej Vilfan, Ramin Golestanian, "Efficiency limits of the three-sphere swimmer", *Physical review fluids*, 2019, **4**, 7, 073101. [COBISS.SI-ID 32505383]
76. Bojana Višić, Lena Yadgarov, Eva Arianna Aurelia Pogna, Stefano Dal Conte, Victor Vega Mayoral, Daniele Vella, Reshef Tenne, Giulio Cerullo, Christoph Gadermaier, "Ultrafast nonequilibrium dynamics of strongly coupled resonances in the intrinsic cavity of WS₂ nanotubes", *Physical review research*, 2019, **1**, 3, 033046. [COBISS.SI-ID 32826663]
77. Tadej Mežnaršič, Tina Arh, Jure Brence, Jaka Pišljar, Katja Gosar, Žiga Gosar, Rok Žitko, Erik Zupanič, Peter Jeglič, "Cesium bright matter-wave solitons and soliton trains", *Physical review. A*, 2019, **99**, 3, 033625. [COBISS.SI-ID 32245799]
78. Kim-Khuong Huynh, Takuma Ogasawara, Keita Kitahara, Yoichi Tanabe, Stephane Yu Matsushita, Time Tahara, Takanori Kida, Masayuki Hagiwara, Denis Arçon, Katsumi Tanigaki, "Negative and positive magnetoresistance in the itinerant antiferromagnet BaMn₂Pn₂ (Pn = P, As, Sb, and Bi)", *Physical review. B*, 2019, **99**, 19, 195111. [COBISS.SI-ID 3307364]
79. Aleksandar R. Milosavljević, A. Šolajić, S. Djurdjčić-Mijin, J. Pešić, Bojana Višić, Yu Liu, C. Petrovic, N. Lazarević, Zoran V. Popović, "Lattice dynamics and phase transitions in Fe_{3-x}GeTe₂", *Physical review. B*, 2019, **99**, 21, 214304. [COBISS.SI-ID 32474407]
80. Andrej Zorko, Matej Pregelj, Martin Klanjšek, Matjaž Gomilšek, Zvonko Jagličič, J. S. Lord, J. A. T. Verezhak, T. Shang, W. Sun, J.-X. Mi, "Coexistence of magnetic order and persistent spin dynamics in a quantum kagome antiferromagnet with no intersite mixing", *Physical review. B*, 2019, **99**, 21, 214441. [COBISS.SI-ID 32480807]
81. Matej Pregelj, Andrej Zorko, Martin Klanjšek, Oksana Zaharko, Jonathan White, O. Prokhnenko, M. Bartkowiak, H. Nojiri, Helmuth Berger, Denis Arçon, "Magnetic ground state of the frustrated spin- $\frac{1}{2}$ chain compound β TeVO₄ at high magnetic fields", *Physical review. B*, 2019, **100**, 9, 094433. [COBISS.SI-ID 32676647]
82. Andrej Zorko, Matej Pregelj, Matjaž Gomilšek, Martin Klanjšek, Oksana Zaharko, W. Sun, J.-X. Mi, "Negative-vector-chirality 120° spin structure in the defect- and distortion-free quantum kagome antiferromagnet YCu₃(OH)₆Cl₃", *Physical review. B*, 2019, **100**, 14, 144420. [COBISS.SI-ID 32770087]
83. Aleksandra Drozd-Rzoska, Szymon Starzonek, Sylwester Rzoska, Samo Kralj, "Nanoparticle-controlled glassy dynamics in nematogen-based nanocolloids", *Physical review. E*, 2019, **99**, 5, 052703. [COBISS.SI-ID 24654088]
84. Joseph Pollard, Gregor Posnjak, Simon Čopar, Igor Mušević, Gareth P. Alexander, "Point defects, topological chirality and singularity theory in cholesteric liquid-crystal droplets", *Physical review. X*, 2019, **9**, 2, 021004. [COBISS.SI-ID 3300708]
85. Simon Čopar, Jure Aplinc, Žiga Kos, Slobodan Žumer, Miha Ravnik, "Topology of three-dimensional active nematic turbulence confined to droplets", *Physical review. X*, 2019, **9**, 3, 031051. [COBISS.SI-ID 3358052]
86. Ana P. Almeida, João Canejo, Urban Mur, Simon Čopar, Pedro L. Almeida, Slobodan Žumer, Maria H. Godinho, "Spotting plants' microfilament morphologies and nanostructures", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, **116**, 27, 13188-13193. [COBISS.SI-ID 3318884]
87. Jernej Vidmar, Franci Bajd, Zoran Milošević, Igor Kocijančič, Miran Jeromec, Igor Serša, "Retrieved cerebral thrombi studied by T₂ and ADC mapping: preliminary results", *Radiology and oncology*, 2019, **53**, 4, 427-433. [COBISS.SI-ID 32890919]
88. Longlong Wang, Samo Stanič, Klemen Bergant, William Eichinger, Griša Močnik, Luka Drinovec, Janja Vaupotič, Miloš Miler, Mateja Gosar, Asta Gregorič, "Retrieval of vertical mass concentration distributions: Vipava valley case study", *Remote sensing*, 2019, **11**, 2, 106. [COBISS.SI-ID 5310715]
89. Tadej Emeršič, Rui Zhang, Žiga Kos, Simon Čopar, Natan Osterman, Juan J. de Pablo, Uroš Tkalec, "Sculpting stable structures in pure liquids", *Science advances*, 2019, **5**, eaav4283. [COBISS.SI-ID 3291748]
90. Luca Ferrero *et al.* (13 avtorjev), "Aerosol optical properties in the Arctic: the role of aerosol chemistry and dust composition in a closure experiment between Lidar and tethered balloon vertical profiles", *Science of the total environment*, 2019, **686**, 452-467. [COBISS.SI-ID 32424743]

91. Eva Klemenčič, Maja Trček, Zdravko Kutnjak, Samo Kralj, "Giant electrocaloric response in smectic liquid crystals with direct smectic-isotropic transition", *Scientific reports*, 2019, **9**, 1721. [COBISS.SI-ID 32102951]
92. Luka Mesarec, Wojciech Gózdź, Aleš Iglič, Veronika Kralj-Iglič, Epifanio G. Virga, Samo Kralj, "Normal red blood cells' shape stabilized by membrane's in-plane ordering", *Scientific reports*, 2019, **9**, 19742. [COBISS.SI-ID 25029384]
93. Anja Pusovnik, Jure Aplinc, Miha Ravnik, "Optical properties of metamaterial split ring nematic colloids", *Scientific reports*, 2019, **9**, 7025. [COBISS.SI-ID 3307876]
94. Anuruddh Kumar, Aditya Chauhan, Satyanarayan Patel, Nikola Novak, Rajeev Kumar, Rahul Vaish, "Vibration induced refrigeration using ferroelectric materials", *Scientific reports*, 2019, **9**, 3922. [COBISS.SI-ID 33034535]
95. Alexander Vahl, Niko Carstens, Thomas Strunskus, Franz Faupel, Abdou Hassanien, "Diffusive memristive switching on the nanoscale, from individual nanoparticles towards scalable nanocomposite devices", *Scientific reports*, 2019, **9**, 17367. [COBISS.SI-ID 32835367]
96. Eric Navarrete, Carla Bittencourt, Xavier Noirfalise, Polona Umek, Ernesto González, Frank Güell, Eduard Llobet, "WO₃ nanowires loaded with cobalt oxide nanoparticles, deposited by a two-step AACVD for gas sensing application", *Sensors and actuators. B, Chemical*, 2019, **298**, 126868. [COBISS.SI-ID 32561191]
97. Juan Casanova-Cháfer, Eric Navarrete, Xavier Noirfalise, Polona Umek, Carla Bittencourt, Eduard Llobet, "Gas sensing with iridium oxide nanoparticle decorated carbon nanotubes", *Sensors*, 2019, **19**, 1, 113. [COBISS.SI-ID 32039975]
98. Anton Gradišek, Marion Van Midden, Matija Koterle, Vid Prezelj, Drago Strle, Bogdan Štefane, Helena Brodnik Žugelj, Mario Trifković, Ivan Kvasić, Erik Zupanič, Igor Muševič, "Improving the chemical selectivity of an electronic Nose to TNT, DNT and RDX using machine learning", *Sensors*, 2019, **19**, 23, 5207. [COBISS.SI-ID 32908327]
99. Akari Kumagai, Fernando G. Dupuy, Zoran Arsov, Yasmene Elhady, Diamond Moody, Robert K. Ernst, Berthony Deslouches, Ronald C. Montelaro, Y. Peter Di, Stephanie Tristram-Nagle, "Elastic behavior of model membranes with antimicrobial peptides depends on lipid specificity and D-enantiomers", *Soft matter*, 2019, **15**, 8, 1860-1868. [COBISS.SI-ID 32129063]
100. Gašper Kokot, Andrej Vilfan, Andreas Glatz, Alexey Snezhko, "Diffusive ferromagnetic roller gas", *Soft matter*, 2019, **15**, 17, 3612-3619. [COBISS.SI-ID 32470311]
101. Guilhem Poy, Slobodan Žumer, "Ray-based optical visualisation of complex birefringent structures including energy transport", *Soft matter*, 2019, **15**, 18, 3659-3670. [COBISS.SI-ID 32291367]
102. Jure Aplinc, Anja Pusovnik, Miha Ravnik, "Designed self-assembly of metamaterial split-ring colloidal particles in nematic liquid crystals", *Soft matter*, 2019, **15**, 28, 5585-5595. [COBISS.SI-ID 3322724]
103. R. I. Martyniak, N. Muts, Olga Sichevych, H. Borrmann, Matej Bobnar, Lev G. Akselrud, R. E. Gladyshevskii, "Structure and magnetic properties of (Cr,Ni)_{4-x}Co_xSi", *Solid state phenomena*, 2019, **289**, 109-113. [COBISS.SI-ID 33128487]
104. Ulrich Schwarz, R. Castillo, A. Wosylus, Grigorij Abramovič Aksel'rud, Yurii Prots, Bernhard Wahl, T. Doert, Matej Bobnar, Yuri Grin, "Modulated vacancy ordering in SrGe_{6-x} (x approximate to 0.45)", *Zeitschrift für Naturforschung. B, A journal of chemical sciences*, 2019, **1**, 74, 137-145. [COBISS.SI-ID 32941607]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tatiana V. Shubina, Maja Remškar, Valery Yu. Davydov, Kiril G. Belyaev, Alexey A. Toropov, Bernard Gil, "Excitonic emission in van der Waals nanotubes of transition metal dichalcogenides", *Annalen der Physik*, 2019, **531**, 6, 1800415. [COBISS.SI-ID 32145447]
2. Mojca Jazbinšek, Uroš Puc, Andreja Abina, Aleksander Zidanšek, "Organic crystals for THz photonics", *Applied sciences*, 2019, **9**, 5, 882. [COBISS.SI-ID 32214055]
3. Aswathy Vasudevan, Vasily Shvalya, Aleksander Zidanšek, Uroš Cvelbar, "Tailoring electrical conductivity of two dimensional nanomaterials using plasma for edge electronics: a mini review", *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 2019, **13**, 3, 427-443. [COBISS.SI-ID 32306471]
4. Rita R. Ferreira, Hajime Fukui, Renee Chow, Andrej Vilfan, Julien Vermot, "The cilium as a force sensor-myth versus reality", *Journal of cell science*, 2019, **132**, jcs213496. [COBISS.SI-ID 32585767]

STROKOVNI ČLANEK

1. Samo Kralj, Mitja Kralj, "The edge of a knife", *Biomedical journal of scientific & technical research*, 2019, **19**, 4, 14489-14491. [COBISS.SI-ID 24777224]
2. Aleš Mohorič, "Preprosta demonstracija fosforescence pri fluorescentni sijalki", *Fizika v šoli*, 2019, **24**, 1, 52-55. [COBISS.SI-ID 3317348]
3. Aleš Mohorič, Igor Serša, Matic Noč, "Difuzijska traktografija", *Obzornik za matematiko in fiziko*, 2019, **66**, 2, 54-63. [COBISS.SI-ID 18746457]
4. Igor Kovač, Vladimir Jovan, Aleš Ude, Aleš Hančič, Dragan Kusić, Janez Štrancar, "Program GOSTOP: gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti", *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2019, **25**, 2, 114-122. [COBISS.SI-ID 32437031]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Jun-ichi Fukuda, Slobodan Žumer, "Theoretical study on optical properties of liquid crystalline Skyrmion lattice", V: *Emerging Liquid Crystal Technologies XIV, SPIE Photonics West, 2-7 February 2019, San Francisco, California, United States*, (Proceedings of SPIE, **10941**), SPIE, 2019, 1094108. [COBISS.SI-ID 3308644]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Martin Gjoreski, Anton Gradišek, Borut Budna, Matjaž Gams, Gregor Poglajen, "Toward early detection and monitoring of chronic heart failure using heart sounds", V: *Intelligent environments 2019: the 15th International Conference on Intelligent Environments in conjunction with the 15th International Conference on Intelligent Environments (IE19), Rabat, Morocco, 24-27 June 2019*, Workshop proceedings, (Ambient intelligence and smart environments, **26**), IOS Press, 2019, 336-343. [COBISS.SI-ID 32509479]
2. Tanja Batkovič, Andreja Abina, Bojan Cestnik, Aleksander Zidanšek, "Competencies for sustainability and circular economy", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 1025. [COBISS.SI-ID 32795687]
3. Primož Jožič, Aleksander Zidanšek, Anton Gradišek, Janez Repnik, "Energy optimisation for reusable heavy-lift launch vehicles", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 0578. [COBISS.SI-ID 32795175]
4. Bojan Cestnik, Tanja Batkovič, Adem Kikaj, Ivan Boškov, Matevž Ogrinc, Maj Smerkol, Aljaž Ostrež, Matej Janežič, Nita Hasani, Boštjan Kaluža, Aleksander Zidanšek, Andreja Abina, "Expert system for decision support in selection of education", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 1052. [COBISS.SI-ID 32795431]
5. Aleksander Zidanšek, Uroš Puc, Andreja Abina, "Ground-penetrating radar Investigation of the St. Benedict Church in Kančevci", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 1066. [COBISS.SI-ID 32795943]
6. Aleksander Zidanšek, Margareta Srebotnjak Borsellino, "Legal aspects of sustainable development: case study Poček", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 0696. [COBISS.SI-ID 33113127]
7. David Heise, Zachary Miller, Ellie Harrison, Anton Gradišek, Janez Grad, Candace Galen, "Acoustically tracking the comings and goings of bumblebees", V: *Sensors Applications Symposium, SAS 2019, March 11-13, 2019, Sophia Antipolis, France*, IEEE Instrumentation & Measurement Society, 2019, 533-538. [COBISS.SI-ID 32504103]
8. Martin Gjoreski, Anton Gradišek, Borut Budna, Gregor Poglajen, "Analiza značilnosti za napovedovanje poslabšanja kroničnega srčnega popuščanja", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek A*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 9-12. [COBISS.SI-ID 32843559]
9. Maja Remškar, "Kaj lahko storimo za manjšo izpostavljenost nanodelcem v zraku na delovnem mestu in v okolju?", V: *Varno ravnajmo z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje: 10. Posvet Kemijska varnost za vse, Laško, 23. in 24. oktober 2018*, Zbornik

razširjenih povzetkov, Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2019, 28-30. [COBISS.SI-ID 32188455]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Mitja Drab, Luka Mesarec, Roghayeh Imani, Marko Jeran, Ita Junkar, Veronika Kralj-Iglič, Samo Kralj, Aleš Iglič, "The role of membrane vesiculation and encapsulation in cancer diagnosis and therapy", V: *Advances in biomembranes and lipid self-assembly*, (Advances in biomembranes and lipid self-assembly, **29**), Elsevier, 2019, 159-199. [COBISS.SI-ID 12445012]
2. Žiga Kos, Jure Aplinc, Urban Mur, Miha Ravnik, "Mesoscopic approach to nematic fluids", V: *Flowing matter*, (Soft and biological matter), Springer, 2019, 51-93. [COBISS.SI-ID 3365988]
3. Samo Kralj, Dalija Povše Jesenek, Marta Lavrič, Maja Trček, George Cordoyiannis, Jan Thoen, "Defect-assembled nanoparticles in liquid crystalline matrices", V: *Functionalized engineering materials and their applications*, Apple Academic Press, 2019, 294-334. [COBISS.SI-ID 32959015]
4. Andrej Zorko, "Determination of magnetic anisotropy by EPR", V: *Topics from EPR research*, IntechOpen, 2019, 23-43. [COBISS.SI-ID 32187175]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK Z RECENZIJO

1. Milan Ambrožič, Uroš Tkalec, Samo Kralj, *Elektromagnetno polje: učbenik za študente fizike na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru*, Univerzitetna založba Univerze, 2019. [COBISS.SI-ID 96570113]
2. Fulvio Amato et al. (21 avtorjev), *European guide on air pollution source apportionment with receptor models: training school on black and brown carbon*, 2019. [COBISS.SI-ID 32356647]
3. Irena Drevenšek Olenik, Boštjan Golob, Igor Serša, *Naloga iz fizike za študente tehniških fakultet*, 4. natis, (Zbirka izbranih poglavij iz fizike, **38**), DMFA - založništvo, 2019. [COBISS.SI-ID 302614016]
4. Andrej Zorko, Miha Škarabot, *Zbirka nalog iz fizike z rešitvami*, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2019. [COBISS.SI-ID 300658176]

SREDNJEŠOLSKI, OSNOVNOŠOLSKI ALI DRUGI UČBENIK Z RECENZIJO

1. Aleš Mohorič, Vito Babič, *Fizika 1: učbenik za fiziko v 1. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol*, 2. izd., Mladinska knjiga, 2019. [COBISS.SI-ID 300742912]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Andrej Zorko, *Izpitna vprašanja iz Moderne fizike za študente Fizikalne merilne tehnike: študijsko gradivo*, 2019. [COBISS.SI-ID 32341799]

PATENTNE PRIJAVE

1. Chloe Ceren Tartan, John J. Sandford O'Neill, Patrick S. Salter, Stephen Morris, Miha Ravnik, Martin J. Booth, Steve Elston, *Method and apparatus for optical cloaking*, WO2019211582 (A1), WIPO International Bureau, 07. 11. 2019. [COBISS.SI-ID 3400548]

PATENT

1. Andraž Rešetič, Jerneja Milavec, Blaž Zupančič, Boštjan Zalar, *Polymer dispersed liquid crystal elastomers (PDLCE)*, EP3119855 (B1), European Patent Office, 19. 06. 2019. [COBISS.SI-ID 28440103]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Andraž Bradeško, *Sklopitev elektrokaličnega in elektromehanskega odziva v relaksorskih feroelektrikih za dielektrično hlajenje*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Tadej Rojac; somentor Zdravko Kutnjak). [COBISS.SI-ID 303511552]
2. Tadej Emeršič, *Optično-temperaturna manipulacija tlačno moduliranih mikrotokov nematskega tekočega kristala v mikrofluidičnem okolju*: doktorska disertacija, Maribor, 2019 (mentor Uroš Tkalec). [COBISS.SI-ID 302216960]
3. Uroš Jagodič, *Nastanek topoloških defektov v tekoče kristalnih sistemih z netrivialno geometrijo*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Igor Muševič). [COBISS.SI-ID 32332583]
4. Eva Klemenčič, *Zlom simetrije: aplikacija v optimizaciji energijskih procesov in detekciji nanodelcev*: doktorska disertacija, Maribor, 2019 (mentor Mitja Slavinec; somentor Samo Kralj). [COBISS.SI-ID 24917256]
5. Žiga Kos, *Mikrofluidne strukture na osnovi nematskih tekočih kristalov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Miha Ravnik). [COBISS.SI-ID 3290980]
6. Eva Kranjc, *Nalaganje nanodelcev iz zraka kot nenamerno onesnaženje hrane in odziv površin užitnih rastlin*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Maja Remškar). [COBISS.SI-ID 299180544]
7. Pavlo Kurioz, *Topološki defekti v frustriranih nematikih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Samo Kralj; somentor Milan Ambrožič). [COBISS.SI-ID 299051776]
8. Aleksander Matavž, *Brizgalno tiskanje in strukturno pogojene lastnosti feroelektričnih tankoplastnih struktur*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Vid Bobnar; somentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 303408640]
9. Maruša Mur, *Fotonika in topologija tekočokristalnih disperzij*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Igor Muševič). [COBISS.SI-ID 3298916]
10. Martina Vivoda Tomšič, *Vloga različnih kinetičnih modelov pri analizi dinamike sledilca za oceno učinkovitosti zdravljenja malignih plevralnih mezoteliomov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Katarina Šurlan Popovič; somentorji Viljem Kovač, Igor Serša, Sotirios Bisdas). [COBISS.SI-ID 3355003]
11. Shun Wang, *Strukture ograjenih modrih faz: modeliranje in simulacije*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Slobodan Žumer; somentor Miha Ravnik). [COBISS.SI-ID 3290724]

LABORATORIJ ZA PLINSKO ELEKTRONIKO

(F-6)

Dejavnost enote za plinsko elektroniko obsega veliko različnih področij, od znanosti o plinih in plinskih razelektrivah, plazemske nanoznanosti, plazemske biologije in biomedicine, napredne senzorike, elektronike površin in kristalov do napredne vakuumске znanosti in tehnologije. V okviru teh raziskujemo različne plinske in plazemske sisteme ter njihovo uporabo na različnih področjih, ki so pomembna za napredek človeštva. Raziskovalni dosežki so zato precej raznoliki. Najpomembnejši dosežki in napredek v raziskavah so opisani v nadaljevanju.



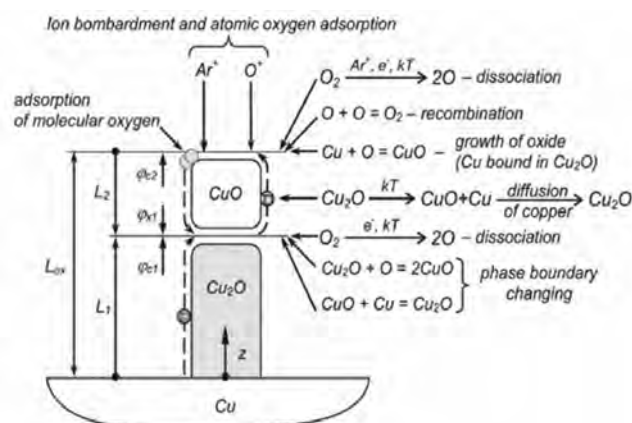
Vodja:

prof. dr. Uroš Cvelbar

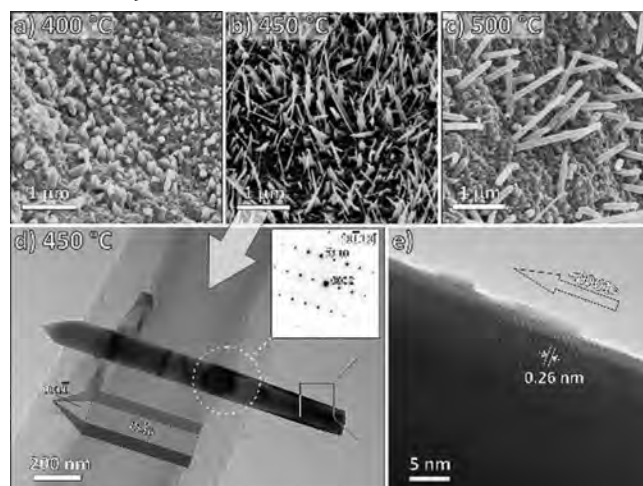
Oddelek F6 je novonastala raziskovalna enota na IJS, ustanovljena leta 2019. Glavne dejavnosti enote obsegajo med seboj povezana raziskovalna področja, kot so znanost o plinih in plinskih razelektrivah, plazemska nanoznanost, obdelava in sinteza nanomaterialov, plazemska kemija, plazemska elektrokemija in kataliza, plazemska biomedicina in biotehnologija, plinski senzori, raziskave poljske emisije v nanostrukturiranih materialih, optoelektronika, vakuumska znanost, razvoj vakuumskih sistemov, vakuumska termična izolacija in druga vzhajajoča področja, povezana z manipulacijo atomov in elektronov. Te raziskovalne teme povezujemo z namenom reševanja različnih problemov in izzivov na področju znanosti in tehnologije ter razvoja novih znanstvenih področij.

Razkrivanje mehanizmov rasti nanostruktur na površinah, izpostavljenih reaktivnim plazmam in korak bliže globalnemu modelu rasti nanostruktur. Leta 2019 smo izboljšali obstoječi model rasti nanostruktur na primeru rasti nanostruktur kovinskih oksidov neposredno na kovinski elektrodi z uporabo plinske plazme. To nas popelje korak bliže globalnemu modelu razumevanja rasti vseh nanostruktur v plinskem okolju, vključno s termično rastjo. Naše raziskave ciljajo na določanje mehanizmov rasti nanostruktur, specifično nanožic in nanozidov, ter napovedovanje parametrov, ki bi rast nanostruktur določene morfologije omogočili brez predhodnih neuspešnih preizkusov. V zadnjih letih se je naša raziskovalna dejavnost skoncentrirala na bakrovem oksidu kot testnem modelu, saj je ta material zaznamovan z velikim povpraševanjem in igra pomembno vlogo pri mnogih aplikacijah, ki temeljijo na nanostrukturiranih materialih. Nekatere edinstvene in mehanske lastnosti teh nanostruktur nove generacije se preučujejo za potencialno izboljšanje karakteristik današnjih naprednih elektronskih naprav. Sicer pa raziskave niso omejene samo na en oksid, ampak se razširjajo tudi na druge kovinsko-oksidsne nanostrukture, ki sledijo enakim načelom. Z eksperimentalnimi dokazi in teoretičnim modeliranjem nam je uspelo nadgraditi naš dosednji model, da vključuje v plazmi prisotno ionsko bombardiranje površine in različne plasti oksidov. Rezultati kažejo, da ponuja plazma v primerjavi s termično oksidacijo hitrejšo rast nanostruktur in da določa tok ionov na površino parametre nasičenja – višji kot je tok ionov na površino, manjše so nanožice bakrovega oksida pri konstantni temperaturi rasti [Plasma Sources Sci. Technol. 28 (2019), 084002]. Tovrstno obnašanje se močno razlikuje od termične rasti nanostruktur, kjer parabolni zakon določa odvisnost oksidnih plasti in nanožic od časa rasti, z značilnim časom rasti, reda velikosti nekaj ur. [Nanomaterials 9 (2019), 1405]. Poleg tega so izvedeni eksperimenti na različnih kovinah potrdili, da lahko plazmo uporabimo tudi za rast drugih kovinsko-oksidsnih nanožic, ne samo bakrovih, in da ima pri tem veliko prednosti pred termično oksidacijo:

- plazma namreč generira reaktivne kisikove radikale v plinski fazi, kar odstrani potrebo po segrevanju površine na visoke temperature za učinkovito disociacijo kisikovih molekul;
- plazma poskrbi za lokalizirano površinsko gretje prek rekombinacije tako generiranih kisikovih atomov in prek ionskega bombardiranja ter nevtralizacije, kar lahko dodatno poviša temperaturo površine;



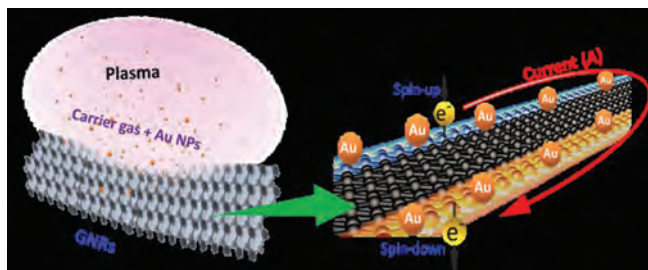
Slika 1: Shematični prikaz vseh plinskih plazemskih delcev, ki interagirajo z bakrovo površino, in nastanek plasti bakrovega oksida, iz katere zrastejo nanožice.



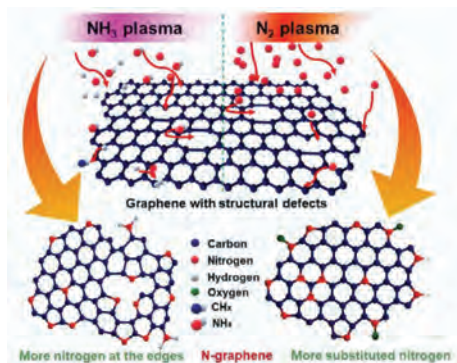
Slika 2: Primer ZnO nanožic, zrastlih pri hibridnih termično-plazemskih pogojih.

- iii. plazma ustvari električno polje prek formacije plazemskega plašča. To električno polje lahko učinkovito vodi rast nanožic in omogoči rast vertikalno usmerjenih nanostruktur;
- iv. plazma lahko ustvari tudi lokalizirane nukleacijske točke prek ionskega bombardiranja in drugih plazemskih učinkov, zaradi česar postane uporaba kovinskih katalizatorjev nepotrebna.

Ciljna plazemska substitucija atomov v kristalnih mrežah, oblikovanje lastnosti nanomaterialov in priprava N-grafena. Od odkritja grafena so dvodimenzionalni nanomateriali pritegnili veliko pozornost zaradi



Slika 3: Shematični prikaz grafenskih nanopasov in robnega prilagajanja s pomočjo plazme za potrebe 2D funkcionalizirane elektronike.

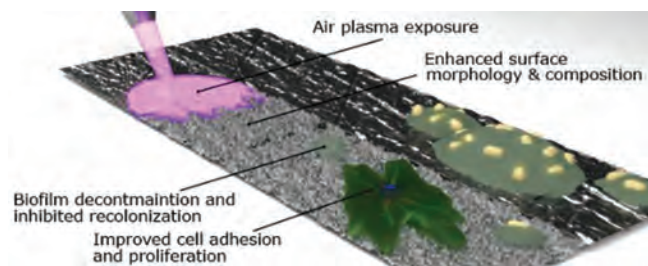


Slika 4: Shema različnih tipov defektov v grafenskih plasteh, interakcij dušikovih atomov s strukturnimi defekti in mehanizem vgrajevanja dušikovih atomov. S temi rezultati je naš doktorski študent Neelakandan M. Santosh prejel nagrado za najboljšo študentsko predstavitev na konferenci PLATHINIUM2019 v Antibesu v Franciji.

njihovih obetavnih prilagodljivih elektronskih lastnosti. Možnost prilagajanja električne prevodnosti na atomski skali omogoča ustvarjanje novih 2D-struktur za pridobivanje energije in aplikacije, povezane s senzorji. V tem pogledu je eden od najuspešnejših načinov za manipulacijo fizikalnih lastnosti prej omenjenih materialov povezan s tehnikami za površinsko modifikacijo, ki uporabljajo plazmo. Naše raziskave so pokazale, da lahko plazemsko kemično obdelovanje povzroči nadzorovane spremembe v prepovedanem pasu, poveča občutljivost in znatno izboljša strukturno stabilnost materialov [Front. Chem. Sci. Eng. 13 (2019), 427–443]. To je bilo v naši skupini prikazano na primeru priprave N-grafena iz grafena. Vključevanje dušikovih (N) atomov v grafen je ključna tehnika za prilagajanje njegovih električnih lastnosti. Kljub temu je bil to velik izziv,

saj je produkcija N-grafena z željenimi dušikovimi konfiguracijami še neznan. Poleg tega je zelo malo eksperimentalnih dokazov za pojasnitev vpliva in mehanizma strukturnih defektov za vgraditev dušikovih atomov v grafen v primerjavi z izpeljanimi teoretičnimi DFT-izračuni. Ta primanjkljaj je bil zapolnjen prek naših sistematičnih raziskav z obdelavo grafenskih nanozidov (CNWs) z različnimi plinskimi plazmami z vsebnostjo dušika in z namenom pridobitve N-CNw-z z vgrajenim in substituiranim dušikom, kar smo objavili v reviji *Nanomicro letters*. Strukturne in morfološke analize opisujejo izjemno razliko v interakciji med plazmo in površino, koncentraciji dušika in mehanizmu umestitve dušika v CNW pri uporabi različnih plazem z vsebnostjo dušika. Meritve električne prevodnosti so pokazale, da je prevodnost N-grafena močno odvisna od dušikovega položaja, koncentracije in konfiguracije vezi C-N. Ti izsledki odpirajo novo pot za sintezo N-grafena z uporabo plazemske obdelave za nadzor nad koncentracijo in konfiguracijo vgrajenega dušika za doseganje ustreznih lastnosti, potrebnih za določene aplikacije. Naš trud je bil podprt s strani skupnega mednarodnega sodelovanja v okviru H2020 FET-Open projekta PEGASUS in sinhrotrona BESSY II v Berlinu. Vznemirljivi eksperimentalni rezultati ravno tako odpirajo pot novim poljem v robni elektroniki (angl. edge electronics), ki je v zadnjih letih vzbudila zanimanje v naši skupini. Omenjeno področje se ukvarja z 2D-nanomateriali, katerega prevodnost je prilagodljiva z različnimi strukturnimi modifikacijami. Dobljeni rezultati so bili predstavljeni v nagradni študentski predstavitvi z naslovom *Effect of different nitrogen-containing plasma used for N-doping of graphene nanowalls*. Rezultate je predstavil naš doktorski študent Neelakandan M. Santosh na konferenci PLATHINIUM2019 (Plasma Thin International Union Meeting) od 23. do 27. septembra 2019 v Antibesu v Franciji.

Praktična uporaba plazem za snovanje protibakterijskih površin in izboljšanje odzivamedicinskih vsadkov. Leta 2019 je naša skupina nadaljevala raziskave na področju plazemskih obdelav materialov za uporabo v medicinske namene. Ena od izvedenih raziskav je npr. proučevala plazemsko obdelavo tekstilnih materialov za dezinfekcijske namene. Površinska dezinfekcijska sredstva, ki so integrirana v tekstilne materiale kot npr. dezinfekcijski robčki, so najpogostejša dezinfekcijska sredstva, uporabljena v bolnišničnem okolju, prehrabeni industriji in na drugih področjih, kjer se zahteva sterilnost. Eno od komercialno dostopnih razkužil so kvarterne amonijeve spojine. V naših raziskavah smo prikazali, da smo s plazemsko obdelavo komercialnih materialov, ki se uporabljajo za proizvodnjo robčkov (poliester, celuloza/poliester in 100% bombaž), dosegli boljšo impregnacijo kvarternih amonijevih spojin, s čimer se je podvojil rok trajanja dezinfekcijskih sposobnosti produktov iz čistega poliembra in povečala njihova elastičnost. V primerih drugih materialov pa so se elastične lastnosti le rahlo zmanjšale, dvig roka uporabe pa ni bil tako znaten [Polymers 11 (2019), 1769]. Druga zanimiva raziskava je bila izvedena na biokompatibilnih materialih za človeške vsadke, v našem primeru na magnezijevi zlitini. S plazmami, ki so vsebovale kisik, smo površino obdelali na način, ki je povečal korozijske odpornosti materialov,

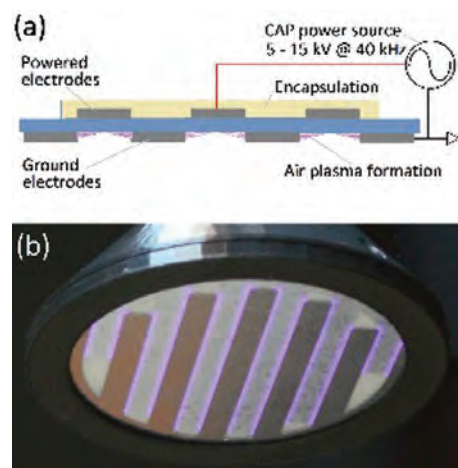


Slika 5: Izboljšane biokompatibilne lastnosti površine titana po izpostavitvi atmosferski zračni plazmi.

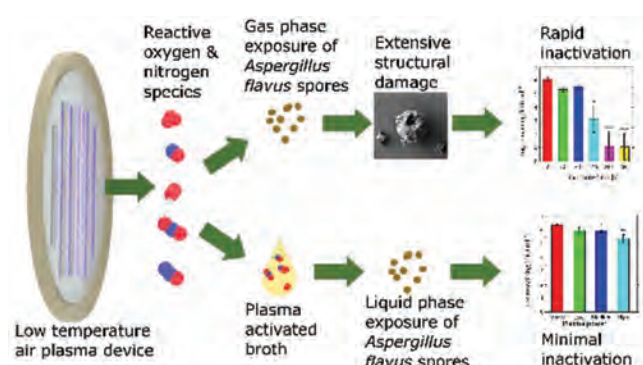
vendar ohranil njihove biokompatibilne lastnosti. Vzorci so bili testirani v sintetični raztopini telesne tekočine (simulated body fluid solution - SBF) v elektrokemijski celici za ustvarjanje umetnih pogojev, ki posnemajo pogoje v človeškem telesu [Surface & Coatings Technology (2020), 125434]. Poleg tega naši rezultati na titanovih vsadkih kažejo mnoge prednosti, ki jih lahko dobimo z uporabo reaktivnih plazem, kot npr. dekontaminacija biofilmov pa tudi stimulacija ciljnih celic. Kontaminacija biofilmov na implantirani medicinski napravi je trdovraten vir okužb, zaradi česar postane tak vsadek neuporaben. Naše raziskave so pokazale, da lahko obdelava z atmosfersko plazmo simultano uniči nastale trdovratne biofilme, a hkrati ugodno funkcionalizira spodaj ležečo površino in tako ustvari dolgo trajajoče pogoje, ki inhibirajo ponovno naselitev mikroorganizmov in vzpodbujajo širjenje fibroblastov. S primerjavo dveh nasprotujočih si plazemskih obdelav so bili odkriti medsebojni učinki med plazemsko generiranimi reaktivnimi vrstami, uničenjem biofilmov in pogoji na spodaj ležeči površini. Odkrili smo, da so fizikalno-kemijske karakteristike obdelanih površin močno odvisne od narave reaktivnih zvrsti, ustvarjenih v plazmi. Neposredna izpostavitve energetskim plazmam je vodila do nastanka površinskih lastnosti od nanostrukturiranja do nastanka funkcionalnih skupin, ki vsebujejo kisik, zaradi česar je površina pridobila superhidrofilne lastnosti. Z uporabo modela polimikrobnega biofilma, sestojega iz bakterij vrst *E. coli* in *S. epidermidis*, smo pokazali, da lahko plazma učinkovito odstrani kontaminacijo površine z biofilmi. Dosegli smo namreč zmanjšanje števila mikroorganizmov (>4 log) in hkrati funkcionalizirali površino, da je preprečila nadaljnjo kolonizacijo, z zmanjšanjem števila kolonij (>2 log) na obdelanih površinah v primerjavi s plazemsko neobdelanimi. Za oceno biokompatibilnosti obdelanih površin smo uporabili fluorescenčno mikroskopijo, teste celične viabilnosti in pretočno citometrijo za oceno adhezije in proliferacije mišjih fibroblastov. Izkazalo se je, da vodi površinska funkcionalizacija s pomočjo energetskih plazem do površinskih lastnosti, ki vzpodbujajo adhezijo fibroblasti in njihovo proliferacijo [Applied Surface Science 487 (2019), 1178–1188].

Reševanje problema onesaženja površin z glivami in naravnimi toksini ter demonstracija nove inovativne rešitve. Raziskava, povezana z opisom lastnosti atmosferskih plazem, je pripeljala do rešitve ene od najzahtevnejših nalog, povezanih z okužbami hrane s plesnimi in posledično prisotnostjo nezaželenih sekundarnih metabolitov, predvsem mikotoksinov, ki jih te plesni proizvajajo. To je bila tudi tema doktorskega raziskovalnega programa dr. Nataše Hojnik, ki ga je zaključila spomladi 2019. Okužba površin hrane s plesnimi je globalni problem, ki je velik okoljski in zdravstveni izziv. Na voljo imamo veliko fungicidnih sredstev, vendar pri njihovi uporabi pogosto nastanejo toksični stranski produkti, ki so lahko škodljivi za ljudi oziroma se nalagajo v okolju. Naša raziskava atmosferskih plazem, generiranih s površinsko dielektrično razelektrivjo (angl. SBD – surface barrier discharge), pa je pokazala, da lahko to uporabljamo kot novo in inovativno okolju prijazno metodo za deaktivacijo plesni, ki potencialno lahko postane učinkovita zamenjava za vsa klasična kemijska dezinfekcijska sredstva, kot je Virkon®. Z uporabo spor *Aspergillus flavus* kot ciljnega organizma smo primerjali dekontaminacijske tehnike, ki temeljijo na uporabi plazme, s poudarkom na primerjavi njihovih učinkovitosti in odkrivanju njihovih deaktivacijskih mehanizmov. Izvedeni testi so vključevali tako neposredno plazemsko obdelavo kot tudi posredno obdelavo z uporabo plazemsko aktivirane vodne raztopine gojišča. Učinkovitost dekontaminacije pripisujemo sinergijski produkciji širokega nabora reaktivnih kisikovih in dušikovih zvrsti, ki nastanejo v plazmi [Environmental Science & Technology 53 (2019), 1893-1904].

Mikotoksini, toksični sekundarni metaboliti plesni so ravno tako rastoč globalni problem, saj je skoraj 25 % vse proizvedene hrane neprimerne za človeško ali živalsko uporabo, kar je velik pritisk na verigo preskrbe s hrano. Tehnologija hladne atmosferske plazme (CAP – cold atmospheric pressure plasma) je poceni in okolju prijazen način za razgradnjo mikotoksinov z zanemarljivim učinkom na kakovost prehranjenih izdelkov. Da bi dokazali uporabnost metode, smo zračni plazmi izpostavili različne vrste mikotoksinov, in sicer aflatoksine, trihotecene, fumonizine in zearalenone, ter proučevali njihovo razgradnjo. Izkazalo se je, da obdelava s CAP zniža raven aflatoksinov za 93 %, trihotecenov za 90 %, fumonisinov za 93 % in zearalenonov za 100 % po 8-minutni izpostavljenosti. Za oceno potenciala plazemske razgradnje mikotoksinov, v primerjavi s konvencionalnimi metodami, smo našo metodo primerjali z obsevanjem z UV-C svetlobo. V vseh primerih se je plazma izkazala za veliko bolj učinkovito kot UVC, pri čemer sta se aflatoksin G₁ in zearalenon popolnoma razgradila na raven, ki ni bila dosegljiva z UVC obsevanjem [Toxins 11 (2019), 219]. Vsi ti rezultati so dokaz, da je uporaba hladne atmosferske plazme učinkovita in nov način za rešitev problemov, povezanih s kontaminacijo s plesnimi in mikotoksini.



Slika 6: Hladna atmosferska plazma zraka, generirana ob površinskih elektrodah.



Slika 7: CAP pri dekontaminaciji gliv in mikotoksinov.

Raziskave fuzije in razumevanje interakcij s fuzijo povezanih materialov z reaktorskimi zvrstmi. Člani odseka F6 so del konzorcija EUROfusion, ki deluje na področjih raziskav, povezanih s fuzijo, v skladu s trenutnim načrtom za realizacijo prve fuzijske naprave za proizvodnjo energije. Poleg konzorcija EUROfusion, ki vključuje 30 raziskovalnih organizacij in univerz iz 26 držav članic Evropske unije, Švice in Ukrajine, na tem področju raziskuje na tisoče znanstvenikov po vsem svetu. Naš trenutni raziskovalni program se je začel že leta 2005 in se osredotoča na interakcije vodikovih izotopov s strukturnimi materiali, uporabljenimi v fuzijske namene. Ko gre za jedrske reakcije, je potrebna še posebna previdnost pri obravnavi neizrabljenega goriva in reakcijskih produktov. Pri izkoriščanju fuzijske energije je zadrževanje tritija velika ovira, saj se ta lahko akumulira v materialih ali celo prodre skozi stene reaktorja. Natančno predvidevanje zadrževanja tritija je glavni cilj naših raziskav vodikovega prodiranja skozi strukturne materiale: volframa, berilija in ITER-nerjaveče jeklo [J. Nucl. Mater. 521 (2019), 38–44]. Leta 2019 smo s termično desorpcijsko spektroskopijo natančneje raziskali zadrževanje tritija v Be plasteh, ki se deponirajo na stene v fuzijskih reaktorjih [Fus. Eng. Des. 150 (2020), 111365]. Druge aktivnosti na tem področju so preučevanje materialov, ki bi lahko bili uporabljeni za preprečevanje prepustnosti tritija za naslednjo generacijo fuzijskih reaktorjev [Nucl. Mater. Ener. 19 (2019), 451–457]. Tovrstni materiali morajo biti izjemno neprepustni, robustni in kompatibilni z Eurofer jeklom, ki je izbran kot nizkoaktivacijski strukturni material. Poleg Euroferja je za kandidate prepoznana le še peščica ustreznih materialov, npr. aluminijev in erbijev oksid ter nekateri nitridi. Naše raziskave zajemajo nitride, ki še niso bili testirani kot ovire za zmanjšanje prepustnosti: WN, CrWN, CrN, Cr₂N, AlCrN in ZrN. Eksperimenti so bili izvedeni pri temperaturi 400 °C in tlaku vodika 1 bar. Vse plasti so izkazale zanimive lastnosti pri zaviranju prepustnosti vodika, najbolj pa je izstopal ZrN, ki ga bomo še nadalje raziskovali [Fus. Eng. Des. 139 (2019), 74–80].

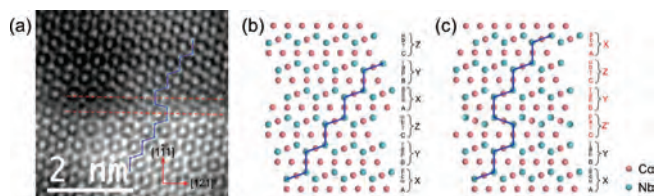
Oblikovanje površin in raziskovanje modifikacij kristalov na atomski skali. Izkoriščanje lastnosti kondenziranih snovi, kjer so atomi urejeni v periodično kristalno rešetko, so temelj delovanja sodobnih elektronskih naprav. Naše raziskovanje zajema široko področje sinteze, modifikacije in aplikacij materialov za namene senzorike, katalize, bioloških aplikacij in izkoriščanja polprevodniških lastnosti materialov. Na teh področjih je naša skupina raziskovala dve temeljni področji:

- i. raziskave kristalinične snovi na mikro in nano skali ter
- ii. preiskave površinskih elektronskih stanj, ki nastanejo ob ostrem prehodu iz trdnega v vakuum in so le v atomskih plasteh z oslabiljenim potencialom, ki so najbližje površini.

V kristalu so atomi razporejeni v periodične tridimenzionalne osnovne celice in njihove lastnosti določajo predvsem kemijske vezi. Zunanje mehanske sile ali kemijsko inducirane spremembe lahko povzročijo drastične

spremembe kristalne strukture; ker pa vse lastnosti materialov izhajajo iz le-te, se s tem spremenijo tudi intrinzične lastnosti materiala. Preiskave periodičnih in inkomerenzabilnih struktur na atomarni ravni s pomočjo rentgenske difrakcije ter s pomočjo analitične vrstične in presevne elektronske mikroskopije nam omogočajo vpogled v naravo mehanskih, magnetnih, električnih, optičnih in termičnih lastnosti kovin, oksidov, elektronske keramike in polprevodnikov. Poleg raziskav urejenih kristalnih struktur in zlogovnih napak so glavni interes naše skupine raziskave netipičnih površin in ekstrinzičnih stanj, ki nastanejo zaradi:

- i. površin z napakami, kjer je translacijska simetrija površine pretrgana,
- ii. površin z adsorbiranimi molekulami,
- iii. stika med materiali, npr. polprevodnik – oksid ali polprevodnik – kovina ter
- iv. stika med trdno in tekočo fazo. Preiskave zgoraj opisanih stanj in pojavov so mogoče z uporabo vrhunske sodobne raziskovalne opreme, ki je na voljo raziskovalcem Instituta "Jožef Stefan", in sodelovanja z drugimi institucijami v regiji ali vodilnimi mednarodnimi ustanovami. Naši rezultati na področju refrakcijskih kovin zajemajo raziskave napak v Lavesovih fazah NbCo₂, ki se razvijejo med mikrokompresijskim testom [Acta mater. 184 (2019), 151–163], razvoj koproduciranih kompozitov volframa in volframovega karbida ter vlogo volframovih oksidov na lastnosti kompozita [J. Nuc. Mat. 524 (2019), 135–140], raziskave mehanizma disperzijskega ojačanja z disperzijo SiC nanodelcev v A356 Al matrici za zmanjšanje kompromisa med trdnostjo in razteznostjo [Mat. Sci. Eng. A (2019), 138639] ter razvoj BMG-B2 nanokompozitnih struktur v HAZ-u med površinskim laserskim obdelovanjem ZrCuNiAlTi kovinskih stekel [Appl. Surf. Sci. 505 (2019), 144535]. Poleg raziskav, povezanih s kovinami, je bil pristop z uporabo nanostrukturiranih materialov uporabljen v senzoriki, npr. pri ogljikovih elektrodah, proizvedenih s pomočjo sitotiska, modificiranih z grafenom in zlatimi nanodelci za razvoj preprostih in visoko občutljivih elektrokemijskih biosenzorjev [Microchem. J. 152 (2019), 104282], pri uporabi termično reduciranega grafen-oksida (rGO) kot elektrodi iz grafenske paste za elektrokemijski senzor za detekcijo naptalama [Anal. Chim. Acta 1035 (2019),



Slika 8: HAADF-STEM slika in ustrezni strukturni modeli zlogovnih napak, ki so nastale med mikrokompresijskim testom Lavesove faze C15.

22–31] in razvoju senzorjev za detekcijo formaldehida, ki temelji na nanožicah nikljevega oksida [*Electrochim. Acta* 309 (2019), 346–353].

Eno od pomembnejših raziskovalnih področij je tudi modifikacija monokristalov in njihova manipulacija na atomski skali. Začetni rezultati naše skupine kažejo veliko zanimanje mednarodne raziskovalne skupnosti, ki se izkazuje prek nagrad za raziskovanje. Prvič do sedaj so bile podeljene nagrade na novem simpoziju sekcije ECS za dielektrične znanosti in tehnologije za izvrstne raziskovalne dosežke, predstavljene na tekmovanju mladih znanstvenikov na temo osnov in uporabe dielektrikov na 236. ECS srečanju v Atlanti jeseni 2019. Prvo zlato nagrado sta si razdelila dva mlada raziskovalca; Thomas Kinsey z univerze v Tennesseeju in Martin Košiček z IJS. Naslova njunih nagrajenih predstavitev sta bila: **A Dielectric and Vibrational Spectroscopy Study of the Confinement Effects on Ion Dynamics in a Methacrylate Based Polymerized Ionic Liquid within Nanoporous Silica Membranes in Manipulation of a Single Crystal Nanowire on an Atomic Level**. Nagrade je sponzoriral Lam research.



Slika 9: Martin Košiček si je razdelil prvo nagrado s Thomasom Kinseyjem na tekmovanju Mladi znanstveniki o osnovah in uporabi dielektrikov na 236. srečanju ECS v Atlanti, ZDA, 2019 (na fotografiji od leve proti desni: prof. Vimal H Chaitanya, DS & T predsednik; Thomas Kinsey; Martin Košiček; in dr. Yaw Obeng, nekdanji predsednik DS & T).

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Nataša Hojnik, Martina Modic, Ni Yuan, Gregor Filipič, Uroš Cvelbar, James L. Walsh, Effective fungal spore inactivation with an environmentally friendly approach based on atmospheric pressure air plasma, *Environ. sci. technol.*, 2019, 53, 4, 1893–1904
2. Martina Modic, Janez Kovač, John R. Nichols, Špela Kos, Gregor Serša, Uroš Cvelbar, James L. Walsh, Targeted plasma functionalization of titanium inhibits polymicrobial biofilm recolonization and stimulates cell function, *Appl. surf. sci.*, 2019, 487, 1176–1188
3. Vincenc Nemanič, Marko Žumer, Janez Kovač, Hydrogen permeability of AISI 316 ITER grade stainless steel, *J. nucl. mater.*, 2019, 521, 38–44
4. B. B. Wang, X. X. Zhong, B. M. Ming, M. K. Zhu, Y. A. Chen, Uroš Cvelbar, Kostya Ostrikov, Structure and photoluminescence properties of MoO_{3-x}/graphene nanoflake hybrid nanomaterials formed via surface growth, *Appl. surf. sci.*, 2019, 480, 1054–1062
5. V. Nemanič, Hydrogen permeation barriers : basic requirements, materials selection, deposition methods and quality evaluation, *Nuclear materials and energy*, 2019, 19, 451–457
6. Oleg B. Baranov, Gregor Filipič, Uroš Cvelbar, Towards a highly-controllable synthesis of copper oxide nanowires in radio-frequency reactive plasma : fast saturation at the targeted size, *Plasma sources sci. technol.*, 2019, 28, 8, 084002
7. Nataša Hojnik, Martina Modic, Gabrijela Tavčar-Kalcher, Janja Babič, James L. Walsh, Uroš Cvelbar, Mycotoxin decontamination efficacy of atmospheric pressure air plasma, *Toxins*, 2019, 11, 4, 219
8. Klaus-Dieter Weltmann, Uroš Cvelbar, et al., The future for plasma science and technology, *Plasma processes polym.*, 2019, 16, 1, e1800118

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Organizacija delavnice z naslovom Plasma tailored nanostructures and applications (Plazemsko prirrejanje nanostruktur in njihova uporaba), Rogla, 14.–17. 1. 2019

Patent

1. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019
2. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 5. 2019

Nagrade in priznanja

1. Martin Košiček, zlato priznanje za odlično predstavitev raziskovalnega dela za mlade raziskovalce, ECS (The Electrochemical Society) konferenca 236, Atlanta, ZDA
2. Neelakandan M. Santosh, nagrada za najboljšo študentsko predstavitev, PLATINUM 2019, Antibes, Francija
3. članek Towards universal plasma-enabled platform for the advanced nanofabrications: plasma physics level approach je bil leta 2019 uvrščen med najboljše 3 članke, objavljene v reviji Reviews of Modern Plasma Physics
4. prof. dr. Uroš Cvelbar je postal član Svetovne akademije umetnosti in znanosti (WAAS)

MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA15114; Protimikrobne inovativne prevleke za preventivo infekcijskih bolezni (AMICI)
COST Office
prof. dr. Uroš Cvelbar
2. COST CA18113; Razumevanje in uporaba nizkega pH pri mikroorganizmih
COST Association AISBL
dr. Martina Modic
3. COST CA18116; Aniridia: Networking to Address an Unmet Medical, Scientific and Societal Challenge
COST Association AISBL
prof. dr. Uroš Cvelbar
4. H2020 - PEGASUS; Plazemsko podprta sinteza grafena in njegovih nanostruktur
European Commission
prof. dr. Uroš Cvelbar
5. H2020-EUROfusion-Komponente v stiku s plazmo-1-IPH-FU, EUROFUSION
European Commission
dr. Vincenc Nemanič
6. H2020-EUROFUSION-WPPFC-PEX-FU, WPPFC-PEX-FU, EUROFUSION
European Commission
dr. Vincenc Nemanič
7. Transportne lastnosti in poljska emisija iz nizko-dimenzionalnih nanomaterialov na osnovi molibdena in volframa
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Uroš Cvelbar
8. Raziskave vpliva zadrževanja helija v materialih, ki so v stiku s fuzijsko plazmo, s pomočjo naprednih analitičnih metod
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Gregor Filipič
9. Stresni oksidativni odziv mikrobnih biofilmov po izpostavitvi plazemskim reaktivnim vrstam
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Martina Modic
10. Priprava katalitične aktivnosti nanomaterialov s plazmo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Uroš Cvelbar

11. DST sekretar - e-Volitve ECS - divizija Dielectric Science and Technology DST
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Uroš Cvelbar

PROGRAMA

1. Vakuumska tehnika in materiali za elektroniko
dr. Vincenc Nemanič
2. Tankoplastne strukture in plazemsko inženirstvo površin
prof. dr. Uroš Cvelbar

PROJEKTI

1. Plazemsko podprto zdravljenje ran in topikalni vnos molekul
prof. dr. Uroš Cvelbar
2. Novi visoko občutljivi in hitri senzorji za spremljanje kakovosti vode
prof. dr. Uroš Cvelbar
3. Plazemsko podprti prehodi in-situ
prof. dr. Uroš Cvelbar
4. Krojenje kristalne strukture nanomaterialov
prof. dr. Uroš Cvelbar
5. Plazemska dekontaminacija mikotoksinov in inaktivacija plesni v živilski industriji
dr. Martina Modic
6. Selektivna plazemska oksidacija zlitin FeCrAl za podaljšanje obratovalne dobe žarilnih svečk za dizelske motorje
dr. Vincenc Nemanič
7. Povračilo stroškov znanstvenih objav v zlatem odprtem dostopu za leto 2019
prof. dr. Uroš Cvelbar

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Raziskave izboljšanja barvanja za vlakna v proizvodnji z uporabo plazme
BETI Tekstilna industrija, d. d.
prof. dr. Uroš Cvelbar

OBISKI

1. prof. dr. Ibrahim Abdulhalim, Univerza Ben Gurion, Izrael, 9.-18. 1. 2019
2. Aaron Dickenson, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 12.-19. 1. 2019
3. Brandon Harris, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 12.-19. 1. 2019
4. prof. dr. James Walsh, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 8.-19. 1. 2019
5. prof. dr. Hiroki Kondo, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 13.-19. 1. 2019
6. prof. dr. Takeda, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 13.-19. 1. 2019
7. prof. dr. Ohta, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 13.-19. 1. 2019
8. prof. dr. Johannes Berndt, Univerza v Orleansu, Orleans, Francija 19.-20. 1. 2019
9. dr. Julio Paulo dos Santos Duarte Vieira Henriques, Institut Superior Tecnico v Lizboni, Portugalska, 1.-5. 4. 2019
10. Aaron Dickenson, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 14. 4.-4. 5. 2019
11. dr. Petr Slobodian, Univerza Tomas Bata, Zlin, Češka, 22.-25. 5. 2019
12. Aabha Bajaj, Univerza Ben Gurion, Izrael, 26.-30. 6. 2019
13. prof. dr. Ibrahim Abdulhalim, Univerza Ben Gurion, Izrael, 10.-18. 11. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Ibrahim Abdulhalim, Univerza Ben Gurion, Izrael: Design of plasmonic surfaces, Detection of molecules on surfaces with SERS, Improving plasmonic sensing using structured surfaces and reading methodologies, 9.-18. 1. 2019
2. prof. dr. James Walsh, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija: Analysis of atmospheric pressure plasma with different optical diagnostics, Plasma for fresh food and vegetables decontamination, 10. 1. 2019
3. dr. Petr Slobodian, Univerza Tomas Bata, Zlin, Češka: Stretchable and flexible thermoelectric polymer composites, A built-in sensor with carbon nanotubes coated by Ag clusters for deformation monitoring of glass fiber/epoxy composites, 22. 5. 2019
4. prof. dr. Ibrahim Abdulhalim, Univerza Ben Gurion, Izrael: Basic operation of SERS, Detection of molecules in liquid environment, 10.-18. 11. 2019
5. dr. Martina Modic: Plasma decontamination of medically important biofilms, 23. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Uroš Cvelbar, 11th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing and 22nd Symposium on Applications of Plasma Processes, Šterbški Pleso, Slovaška, 18.–24. 1. 2019 (1)
2. Uroš Cvelbar, sestanek EARTO Space, Noordwijk, Nizozemska, 12.–13. 3. 2019
3. Uroš Cvelbar, 11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 12th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science, Nagoya, Japonska, 15.–19. 3. 2019 (1)
4. Uroš Cvelbar, konferenca nemškega fizikalnega društva (DFG), Tehniška univerza v Münchnu, Nemčija, 19.–21. 3. 2019 (1)
5. Uroš Cvelbar, 9th International Conference Frontiers of Plasma Physics and Technology, Negombo, Šri Lanka, 6.–11. 4. 2019 (1)
6. Uroš Cvelbar, 235th Spring Meeting ECS, Dallas, ZDA, 25.–29. 5. 2019 (1)
7. Uroš Cvelbar, 24th International Symposium on Plasma Chemistry, Conference Center Terminal Neaples, Neapelj, Italija, 9.–15. 6. 2019 (1)
8. Uroš Cvelbar, sestanek EARTO Space, Bruselj, Belgija, 26. 6. 2019 (1)
9. Uroš Cvelbar, 6th IC4N, Krf, Grčija, 20. 6.–5. 7. 2019 (1)
10. Uroš Cvelbar, XXXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases in 10th International Conference on Reactive Plasma, Sapporo, Japonska, 12.–21. 7. 2019 (1)
11. Uroš Cvelbar, Martina Modic, Martin Košiček, Gregor Filipič, Janez Zavašnik, Vasyil Shvalya, iPlasmaNano-X 2019, Poreč, Hrvaška, 15.–20. 9. 2019 (6)
12. Uroš Cvelbar, 14th Conference SDEWES, Dubrovnik, Hrvaška, 3.–6. 10. 2019 (vabljen predavanje)
13. Uroš Cvelbar, Martin Košiček, sestanek ECS 236, Atlanta, ZDA, 12.–17. 10. 2019 (2)
14. Uroš Cvelbar, Janez Zavašnik, 14th Conference APCC, Kuching, Malezija, 9.–15. 11. 2019 (2)
15. Uroš Cvelbar, Konferenca SNAIA 2019, Pariz, Francija, 10.–11. 12. 2019 (1)
16. Uroš Cvelbar, Martina Modic, Petra Stražar, Gregor Filipič, Janez Zavašnik, Martin Košiček, Nataša Hojnik, WOPTAN 2019, Rogla, Slovenija, 14.–17. 1. 2019 (7)
17. Andrea Jurov, Martin Košiček, 26th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Tehnique, Njivice, Hrvaška, 16.–17. 5. 2019 (2)
18. Martina Modic, Fakulteta za veterinarsko medicino, Univerza Aristotla Panepistimeia, Solun, Grčija, 25.–29. 9. 2019 (1)
19. Vincenc Nemanič, International Conference on Diffusion in Solids and Liquids – DSL 2019, Atene, Grčija, 23.–28. 6. 2019 (1)
20. Petra Stražar, Society of Chemical Engineers and Technologists Osijek, Osijek, Hrvaška, 15.–17. 5. 2019 (1)

21. Neelakandan Marath Santhosh, Plathinium 2019, Antibes, Francija, 23.–27. 9. 2019 (1)
22. Aswathy Vasudevan, GRC konferenca, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, Kitajska, 16.–21. 6. 2019 (1)
23. Janez Zavašnik, Univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 5.–8. 12. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Uroš Cvelbar, Sestanek FWO, Bruselj, Belgija, 13.–14. 11. 2019 (sestanek delovne skupine)
2. Uroš Cvelbar, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 15.–19. 3. 2019 (bilateralno sodelovanje)
3. Uroš Cvelbar, sestanek EARTO Space, Porto, Portugalska, 26.–27. 11. 2019 (sestanek delovne skupine)
4. Gregor Filipič, Češka tehnična univerza, Praga, Češka, 15. 6.–15. 12. 2019 (podoktorsko usposabljanje)
5. Nataša Hojnik, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 1. 7. 2019–30. 6. 2020 (podoktorsko usposabljanje)
6. Andrea Jurov, Univerza Ulster, Belfast, Irska, 7.–11. 5. 2019 (eksperiment pri tujem partnerju)
7. Andrea Jurov, Bad Honnef, Nemčija, 5.–10. 10. 2019 (udeležba na poletni šoli)
8. Andrea Jurov, Univerza v Gentu, Gent, Belgija, 16. 10.–15. 11. 2018 (eksperiment pri tujem partnerju)
9. Martina Modic, Univerza v Latviji, Riga, Latvija, 6.–9. 3. 2019 (udeležba na delavnici COST)
10. Martina Modic, Veterinarska fakulteta na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 28.–3. 3. 2019 (projektni sestanek)
11. Martina Modic, Univerza Sapieza, Rim, Italija, 21.–24. 10. 2019 (delavnica COST)
12. Martina Modic, Fakulteta za veterinarsko medicino, Univerza Aristotla Panepistimeia, Solun, Grčija, 25.–9. 2019 (COST AMiCI sestanek upravnega odbora)
13. Martina Modic, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 11.–31. 3. 2019 (raziskovalno delo v laboratoriju)
14. Martina Modic, RAI Amsterdam, Amsterdam, Nizozemska, 13.–17. 4. 2019 (COST Presentation on AMCs at ECCMID 2019)
15. Martina Modic, COST Association, Auditorium, Bruselj, Belgija, 17.–17. 4. 2019 (COST 1st Management Committee meeting)
16. Martina Modic, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 7.–24. 11. 2019 (raziskovalno delo v laboratoriju)
17. Vincenc Nemanič, JET2/PFC, Bratislava, Slovaška, 18.–21. 11. 2019 (projektno sodelovanje)
18. Petra Stražar, Catalysis: Fundamentals and practice, Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 12.–19. 7. 2019 (udeležba na poletni šoli in konferenci)
19. Janez Zavašnik, EIT Raw Materials, University of Loeben, Loeben, Avstrija, 14. 11. 2019 (projektni sestanek)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **prof. dr. Uroš Cvelbar, vodja odseka**
2. dr. Vincenc Nemanič
3. dr. Janez Zavašnik

Podoktorski sodelavci

4. dr. Gregor Filipič
5. dr. Nataša Hojnik
6. dr. Martina Modic

Mlajši raziskovalci

7. Martin Košiček, mag. kem.
8. Petra Stražar, mag. inž. kem. inž.
9. Marko Žumer, univ. dipl. fiz.

Strokovni sodelavci

10. Damjan Vengust, mag. nanoznanosti in nanotehnologij

Tehniški in administrativni sodelavci

11. Ula Groznic, dipl. upr. ved (UN)
12. Urška Kisovec, mag. manag.

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. AIST, Tsukuba, Japonska
2. Ben Gurion Univerza v Negevu, Izrael
3. Beti Metlika, d. d., Metlika, Slovenija
4. Inea, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
5. INP Greifswald, Greifswald, Nemčija
6. Institut za fiziko, Beograd, Srbija
7. Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška

8. Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora
9. Institute Jean Lamour Nancy, Francija
10. KAIST, Daejeon, Južna Koreja
11. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
12. Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka, Škofja Loka, Slovenija
13. KhAI – Kharkiv Aviation Institute, National Aerospace University, Kharkov, Ukrajina
14. Kolektor Group, d. o. o., Idrija, Slovenija
15. Kolektor Sikom, d. o. o., Idrija, Slovenija
16. Mahatma Ghandi Univerza, Kerala, Indija
17. Max-Planck-Institute, Dusseldorf, Nemčija
18. NASA Ames Research Center, Mountain View, Kalifornija, ZDA
19. National Center For Scientific Research (NCRS) Demokritos, Atene, Grčija
20. National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bukarešta, Romunija
21. Nanyang Univerza v Singapuru, Singapur
22. NATO, Bruselj, Belgija
23. Onkološki inštitut Ljubljana, Slovenija
24. Queensland Univerza za tehnologijo, Brisbane, Avstralija
25. Tehnična univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija
26. Univerza George Washington, Washington DC, ZDA
27. Univerza Tomaša Bata, Zlin, Češka
28. Univerza uporabnih znanosti Zuyd, Heerlen, Nizozemska
29. Univerza v Gentu, Gent, Belgija
30. Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija
31. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
32. Univerza v Louisvillu, Louisville, ZDA
33. Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska
34. Tehniška univerza v Lizboni, Lizbona, Portugalska
35. Univerza v Shanghaiu Jiao Tong, Shanghai, Kitajska
36. Univerza v Ulstru, Belfast, Združeno kraljestvo
37. Univerza Texas A&M, Collage station, Teksas, ZDA
38. UPC Barcelona, Španija
39. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. B. B. Wang, X. X. Zhong, B. M. Ming, M. K. Zhu, Y. A. Chen, Uroš Cvelbar, Kostya Ostrikov, "Structure and photoluminescence properties of MoO_{3-x} /graphene nanoflake hybrid nanomaterials formed via surface growth", *Applied Surface Science*, 2019, **480**, 1054-1062. [COBISS.SI-ID 32199719]
2. Martina Modic, Janez Kovač, John R. Nichols, Špela Kos, Gregor Serša, Uroš Cvelbar, James L. Walsh, "Targeted plasma functionalization of titanium inhibits polymicrobial biofilm recolonization and stimulates cell function", *Applied Surface Science*, 2019, **487**, 1176-1188. [COBISS.SI-ID 32394279]
3. Xuan Xu, Sašo Šturm, Janez Zavašnik, Kristina Žužek Rožman, "Electrodeposition of a rare-earth iron alloy from an ionic-liquid electrolyte", *ChemElectroChem*, 2019, **6**, 11, 2860-2869. [COBISS.SI-ID 32238375]
4. Michail Samouhos, Athanasios Godelitsas, Chrysanthi Nomikou, Maria Taxiarchou, Petros Tsakiridis, Janez Zavašnik, Platon N. Gamaletsos, Athanasios Apostolikas, "New insights into nanomineralogy and geochemistry of Ni-laterite ores from central Greece (Larymna and Evia deposits)", *Chemie der Erde*, **79**, 2, 268-279. [COBISS.SI-ID 32262183]
5. Ana Isabel Ribeiro *et al.* (13 avtorjev), "Antimicrobial efficacy of low concentration PVP-silver nanoparticles deposited on DBD plasma-treated polyamide 6,6 fabric", *Coatings*, 2019, **9**, 9, 581. [COBISS.SI-ID 32736807]
6. Jakob Koenig, Vincenc Nemanič, Marko Žumer, Rasmus R. Petersen, Martin B. Østergaard, Yuanzheng Yue, Danilo Suvorov, "Evaluation of the contributions to the effective thermal conductivity of an open-porous-type foamed glass", *Construction & building materials*, 2019, **214**, 337-343. [COBISS.SI-ID 32341031]
7. Špela Trafela, Janez Zavašnik, Sašo Šturm, Kristina Žužek Rožman, "Formation of a $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{NiOOH}$ active redox couple on nickel nanowires for formaldehyde detection in alkaline media", *Electrochimica Acta*, 2019, **309**, 346-353. [COBISS.SI-ID 32309543]
8. Nataša Hojnik, Martina Modic, Ni Yuan, Gregor Filipič, Uroš Cvelbar, James L. Walsh, "Effective fungal spore inactivation with an environmentally friendly approach based on atmospheric pressure air plasma", *Environmental science & technology*, 2019, **53**, 4, 1893-1904. [COBISS.SI-ID 32409639]
9. Jiří Matějček, Jakub Veverka, Vincenc Nemanič, Ladislav Cvrček, František Lukáč, Vladimír Havránek, Ksenia Illková, "Characterization of less common nitrides as potential permeation barriers", *Fusion engineering and design*, 2019, **139**, 74-80. [COBISS.SI-ID 32003367]
10. Andrea Jurov, Dean Popović, Iva Šrut Rakić, Ida Delač Marion, Gregor Filipič, Janez Kovač, Uroš Cvelbar, Nikša Krstulović, "Atmospheric pressure plasma jet-assisted impregnation of gold nanoparticles into PVC polymer for various applications", *International journal of advanced manufacturing technology*, 2019, **101**, 3/4, 927-938. [COBISS.SI-ID 32061991]
11. Andreja Šestan, Janez Zavašnik, Marjeta Maček, Matej Kocen, Petra Jenuš, Saša Novak, Miran Čeh, Gerhard Dehm, "Tungsten carbide as a deoxidation agent for plasma-facing tungsten-based materials", *Journal of nuclear materials*, 2019, **524**, 135-140. [COBISS.SI-ID 32476967]
12. Vincenc Nemanič, Marko Žumer, Janez Kovač, "Hydrogen permeability of AISI 316 ITER grade stainless steel", *Journal of nuclear materials*, 2019, **521**, 38-44. [COBISS.SI-ID 32329511]
13. B. B. Wang, X. X. Zhong, R. W. Shao, Y. A. Chen, Uroš Cvelbar, Kostya Ostrikov, "From nanoparticles to nanofilms: exploring effects of Zn addition for nanostructure modification and photoluminescence intensification of MoO_{3-x} nanomaterial", *Journal of physics. D, Applied physics*, 2019, **5**, 3, 095101. [COBISS.SI-ID 33000487]
14. J. J. Bian, Mojca Otoničar, Matjaž Spreitzer, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, "Structural evolution, dielectric and energy storage properties of $\text{Na}(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ ceramics prepared by spark plasma sintering", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 7, 2339-2347. [COBISS.SI-ID 32106023]
15. Dey Avishek, Arlene Lopez, Gregor Filipič, Aditya Jayan, Dennis Nordlund, Jessica Koehne, Satheesh Krishnamurthy, Ram P. Gandhiraman, M. Meyyappan, "Plasma jet based in situ reduction of copper oxide in direct write printing", *Journal of vacuum science and technology. B, Nanotechnology & microelectronics*, 2019, **37**, 3, 031203. [COBISS.SI-ID 32274471]
16. Damjan Vengust, Matejka Podlogar, Aleš Mrzel, Mojca Vilfan, "Rapid reaction of Mo_2N nanowires with Pb^{2+} ions in water and its use for production of PbMoO_4 nanoparticles", *Materials chemistry and physics*, 2019, **226**, 20-25. [COBISS.SI-ID 32016167]
17. Nejc Rozman, David Maria Tobaldi, Uroš Cvelbar, Harinarayanan Puliyalil, Joao Antonio Labrincha, Andraž Legat, Andriana Sever Škapin, "Hydrothermal synthesis of rare-earth modified titania: influence on phase composition, optical properties, and photocatalytic activity", *Materials*, 2019, **12**, 5, 713. [COBISS.SI-ID 2430567]
18. Ana Lazar, Tomaž Kosmač, Janez Zavašnik, Anže Abram, Andraž Kocjan, "TiN-Nanoparticle-reinforced ZrO_2 for electrical discharge machining", *Materials*, 2019, **12**, 17, 2789. [COBISS.SI-ID 32600871]
19. Ivana Zrinski, Kingkan Pungjunun, Sanja Martinez, Janez Zavašnik, Dalibor M. Stanković, Kurt Kalcher, Eda Mehmeti, "Evaluation of phenolic antioxidant capacity in beverages based on laccase immobilized on screen-printed carbon electrode modified with graphene nanoplatelets and gold nanoparticles", *Microchemical journal*, 2019, **152**, 104282. [COBISS.SI-ID 32785191]
20. Bin Guo, Martin Košiček, Junchi Fu, Yazhou Qu, Guanhua Lin, Oleg B. Baranov, Janez Zavašnik, Qijin Cheng, Kostya Ostrikov, Uroš Cvelbar, "Single-crystalline metal oxide nanostructures synthesized by plasma-enhanced thermal oxidation", *Nanomaterials*, 2019, **9**, 10, 1405. [COBISS.SI-ID 32730919]
21. Vincenc Nemanič, "Hydrogen permeation barriers: basic requirements, materials selection, deposition methods and quality evaluation", *Nuclear materials and energy*, 2019, **19**, 451-457. [COBISS.SI-ID 32271655]
22. Klaus-Dieter Weltmann *et al.* (13 avtorjev), "The future for plasma science and technology", *Plasma processes and polymers*, 2019, **16**, 1, e1800118. [COBISS.SI-ID 32084263]
23. Oleg B. Baranov, Gregor Filipič, Uroš Cvelbar, "Towards a highly-controllable synthesis of copper oxide nanowires in radio-frequency reactive plasma: fast saturation at the targeted size", *Plasma sources science & technology*, 2019, **28**, 8, 084002. [COBISS.SI-ID 32596007]
24. Xinyu Song, Uroš Cvelbar, Petra Stražar, Lutz Vossebein, Andrea Zille, "Chemical, thermo-mechanical and antimicrobial properties of DBD plasma treated disinfectant-impregnated wipes during storage", *Polymers*, 2019, **11**, 11, 1769. [COBISS.SI-ID 32819239]
25. Nataša Hojnik, Martina Modic, Gabrijela Tavčar-Kalcher, Janja Babič, James L. Walsh, Uroš Cvelbar, "Mycotoxin decontamination efficacy of atmospheric pressure air plasma", *Toxins*, 2019, **11**, 4, 219. [COBISS.SI-ID 32409895]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Aswathy Vasudevan, Vasyil Shvalya, Aleksander Zidanšek, Uroš Cvelbar, "Tailoring electrical conductivity of two dimensional nanomaterials using plasma for edge electronics: a mini review", *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 2019, **13**, 3, 427-443. [COBISS.SI-ID 32306471]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Uroš Cvelbar, Gregor Filipič, Oleg B. Baranov, Martin Košiček, Janez Zavašnik, "On the quest for deterministic approach to plasma synthesis and conversion of nanowires", V: *Final program, ISCP24, 24th International Symposium on Plasma Chemistry, June 9-14, 2019, Naples (Italy)*, Universitet Antwerpen, 2019. [COBISS.SI-ID 32473639]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Bojan Podgornik, Ana Kračun, Franc Tehovnik, Uroš Cvelbar, "Microstructural examination and performance of nano-particles reinforced stainless steel", V: *AMPT 2019: The 22nd international conference on advances in materials and processing technology, Oct. 20, 2019 - Oct. 24, 2019*, Chinese Society of Mechanical Engineers: National Taiwan University of Science and Technology, 2019, 61. [COBISS.SI-ID 1545898]

2. Vasyil Shvalya, Gregor Filipič, Damjan Vengust, Janez Zavašnik, Martina Modic, Ibrahim Abdulhalim, Uroš Cvelbar, "Reusable copper oxides based plasmonic templates for improved SERS detection", V: *55th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials & the Workshop on Laser Systems and Photonics, September 25 - September 27 2019, Bled Slovenia*, Conference proceedings, MIDEM, 2019, 14. [COBISS.SI-ID 33126695]
3. Jianying Wang, C. Lo Porto, Franca Palumbo, Martina Modic, Uroš Cvelbar, Christophe Leys, Anton Nikiforov, "Aerosol assisted plasma deposition for antibacterial coating", V: *Final program, ISCP24, 24th International Symposium on Plasma Chemistry, June 9-14, 2019, Naples (Italy)*, Universitet Antwerpen, 2019. [COBISS.SI-ID 32473895]
4. Ivana Sremački, Lei Wang, Andrea Jurov, Martina Modic, Uroš Cvelbar, Christophe Leys, Anton Nikiforov, "Radio-frequency plasma in combination with aerosol injection for biomedical applications", V: *Final program, ISCP24, 24th International Symposium on Plasma Chemistry, June 9-14, 2019, Naples (Italy)*, Universitet Antwerpen, 2019. [COBISS.SI-ID 32474151]
5. Janez Zavašnik, Peng Jiang, Martin Palm, "Pre-oxidation of iron aluminides", V: *Intermetallics 2019 International Conference, 30 September - 04 October 2019, Bad Staffelstein, DE*, 70. [COBISS.SI-ID 32903463]
6. Janvit Teržan, Petar Djinović, Janez Zavašnik, Iztok Arčon, Gregor Žerjav, Matjaž Spreitzer, Albin Pintar, "Direct propylene oxidation using molecular oxygen using mesoporous silica as the support", V: *Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian-Croatian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia]*, Serbian Zeolite Association, 2019, 29-32. [COBISS.SI-ID 40274437]
7. Ivana Jelić, Janez Zavašnik, Predrag Vulić, Aleksandar Pačevski, "Micro - to nanoscale texture of gold-bearing arsenopyrite from the Gokčanica locality, Serbia", V: *XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, MPRC, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia*, Proceedings, University of Belgrade, Technical Faculty, 2019, 101-103. [COBISS.SI-ID 32585255]
8. Aleksandar Pačevski, Janez Zavašnik, Andreja Šestan, Aleksandar Luković, Ivana Jelić, Aleksandar Kremenović, Alena Zdravković, Suzana Erić, Danica Bajuk-Bogdanović, "Micro-to nanoscale textures of ore

minerals: methods of study and significance", V: *XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, MPRC, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia*, Proceedings, University of Belgrade, Technical Faculty, 2019, 98-100. [COBISS.SI-ID 32454695]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Harinarayanan Puliyalil, Gregor Filipič, Uroš Cvelbar, "Selective plasma etching of polymers and polymer matrix composites", V: *Non-thermal plasma technology for polymeric materials: applications in composites nanostructured materials, and biomedical fields*, Elsevier, 2019, 241-269. [COBISS.SI-ID 31773991]

PATENTNA PRIJAVA

1. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, *Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframatov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov*, EP3486218 (A1), European Patent Office, 22. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 32049191]

PATENT

1. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, *Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element*, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019. [COBISS.SI-ID 28426535]
2. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, *Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframatov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov*, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 32049191]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Nataša Hojnik, *Dekontaminacija mikotoksinov z uporabo plazme pri atmosferskem tlaku: doktorska disertacija*, Ljubljana, 2019 (mentor Uroš Cvelbar; somentor Martina Modic). [COBISS.SI-ID 300416512]

Raziskave odseka za kompleksne snovi obsegajo različna področja od fundamentalnih raziskav osnovnih vzbuditev v kvantnih materialih, neravnovesne kvantne snovi, samoorganizirane prilagajalne funkcionalnosti v kompleksnih sistemih in v mehki snovi do nanobiosistemov, biomolekul in različnih nanomaterialov. Eksperimentalne aktivnosti na odseku so tesno povezane s teoretičnimi raziskavami na različnih ravneh in podprte s sintezo zelo raznovrstnih materialov. Naše raziskave ultrahitrih neravnovesnih prehodov, novih skritih ureditev in feromagnetnih tekočin so široko svetovno znane in nosijo blagovno znamko odseka F7 in Instituta "Jožef Stefan".



Vodja:
prof. dr. Dragan D. Mihailović

Eksperimentalne metode, ki jih uporabljamo, so temu ustrezno zelo različne, od femtosekundne laserske spektroskopije v območju od THz do XUV v kombinaciji z različnimi optičnimi tehnikami, ki vključujejo tudi sintetično kemijo in rast tankih plasti z metodami, kot so MBE, ALD in EBE, do laserske študije biomedicinskih vzorcev, femtosekundnega tunelskega mikroskopa in magnetometrije.

Eksperimentalno delo na odseku je močno podprto s teorijo z različnimi pristopi, vse od analitičnih metod do modeliranja z Monte-Carlo simulacijami in kvantnim popuščanjem s pomočjo D-wave kvantnega računalnika.

Nekaj spin-out aplikativnih raziskovalnih projektov je dobilo večjo veljavo, nazadnje ultrahitri nizkoenergijski kriospomin, ki temelji na naših predhodnih študijah ultrahitrih elektronskih prehodov.

Raziskovalni dosežki sodelavcev odseka za kompleksne snovi so zato precej raznoliki in vključujejo pomembna znanstvena odkritja na različnih področjih.

Ultrahitra elektronska dinamika v kompleksnih sistemih

Kvantni prometni zastoj: odkritje nove zvrsti zagozdene kvantne snovi

Članek, ki ga je pred kratkim objavila skupina raziskovalcev z IJS, poroča o nenavadnem stanju snovi, v kateri so elektroni ukleščeni v zgoščeni kvantni godlji, podobni prometnemu zastoj. Gre za odkritje povsem nove oblike materije, saj za osnovne delce tovrstni pojavi še niso bili znani. Elektroni so verjetno najpomembnejši osnovni delci v naravi. Tisočletja so nam poznani ob pojavu statične elektrike, bliska in magnetizma, njihov obstoj kot neodvisnih delcev pa je prvi potrdil J. J. Thomson leta 1897. Eno od največjih uspešnic fizike dvajsetega stoletja je bilo dognanje, da se elektroni v kristalih gibajo v obliki valov v skladu s kristalno simetrijo. To je privedlo do razumevanja lastnosti materialov in posledično tudi njihove uporabe. Elektroni so danes ključni za delovanje elektronike in računalništva in so s tem tudi gonilna sila globalne ekonomije.

Med poskusi, namenjenimi ustvarjanju novih oblik kvantnih materialov pod močno neravnovesnimi pogoji v kristalu tantalovega disulfida, je skupina na IJS s kratkimi laserskimi sunki ustvarila nenavadno gosto amorfno elektronsko snov, v kateri se zaradi medsebojnih interakcij elektroni zagozdijo.

Odkritje je fundamentalno pomembno, saj predstavlja povsem novo obliko kvantne snovi. Razumevanje pojava je velik nov izziv za današnjo kvantno fiziko. Pojav zagozdenja elektronov lahko nastane vsepovsod tam, kjer imamo opravka s hitro kompresijo osnovnih delcev pri velikih gostotah, npr. v jedrih ali v nevtronskih zvezdah. Ima tudi potencialno uporabo, saj je pojav možno nadzorovati, ob njem pa se močno spremeni električna upornost snovi.

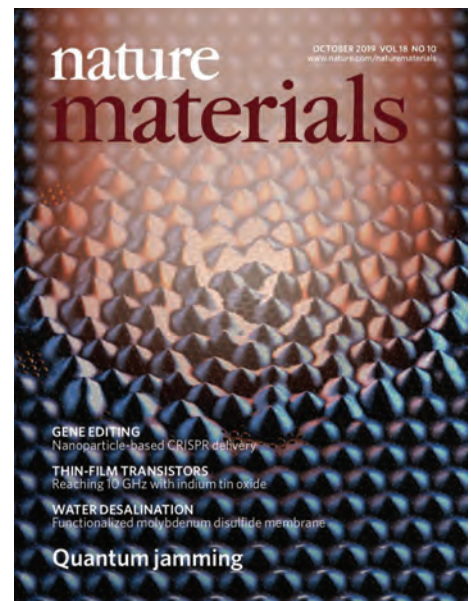
Raziskovalcem je novo snov uspelo posneti s posebnim mikroskopom, ki je edinstven v svetu, saj omogoča opazovanje posameznih elektronov po vzbujenju z laserskimi sunki, dolgimi manj kot 0,0000000000003 sekunde. Hkrati omogoča tudi meritev električne upornosti snovi z elektrodami, ki so lahko le nekaj deset nanometrov narazen.

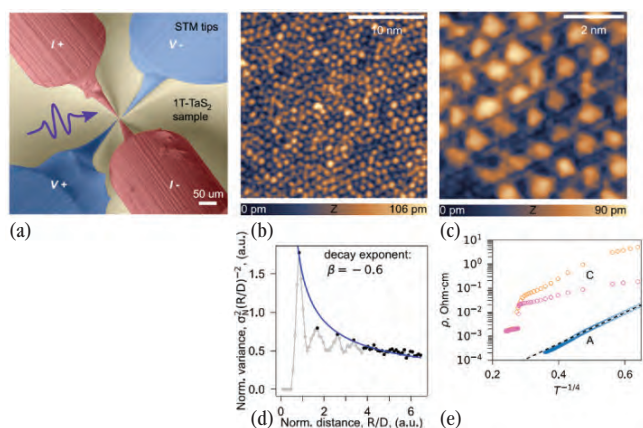
Hiperuniformno zagozdeno stanje, ki tako nastane prek neravnovesnega prehoda, je zelo presenetljivo in fundamentalno pomembno. Sicer je že iz članka Eugeneja Wignerja iz leta

Raziskavo kvantnega zgozdenja elektronov, ki jo je objavila revija Nature Materials in je bila objavljena tudi na naslovnici (slika), je delno financiral evropski raziskovalni svet (ERC). Od prve objave skritega stanja v reviji Science leta 2014 so takoj za tem podobne raziskave med drugim začeli izvajati na MIT, Stanfordu, Duisburgu, Harvardu, Berkeleyju, na ETH in Institutu za fiziko kitajske akademije znanosti v Pekingu. Ameriški Department of Defence je objavil raziskovalni razpis za raziskave skritih stanj, ki temelji na naših odkritjih. Danes je postalo široko področje neravnovesne kvantne fizike metastabilnih pojavov.



European Research Council
Established by the European Commission





Slika 1: (a) Shema eksperimenta na psevdobarvni sliki, narejeni z vrstičnim elektronskim mikroskopom. (b, c) Sliki fotoinduciranega metastabilnega hiperuniformnega stanja v 1T-TaS₂ pri 5 K, nastalega po obsevanju z ultrakratkim sunkom s fluenco ~4 mJ/cm². (d) Radialna odvisnost normalizirane variance polaronskega števila (fluktuacije polaronske gostote). (e) Upornost, izmerjena v štiritočkovnem (Kelvinovem) načinu z omskimi kontakti v osnovnem stanju in v fotoinduciranem hiperuniformnem stanju.

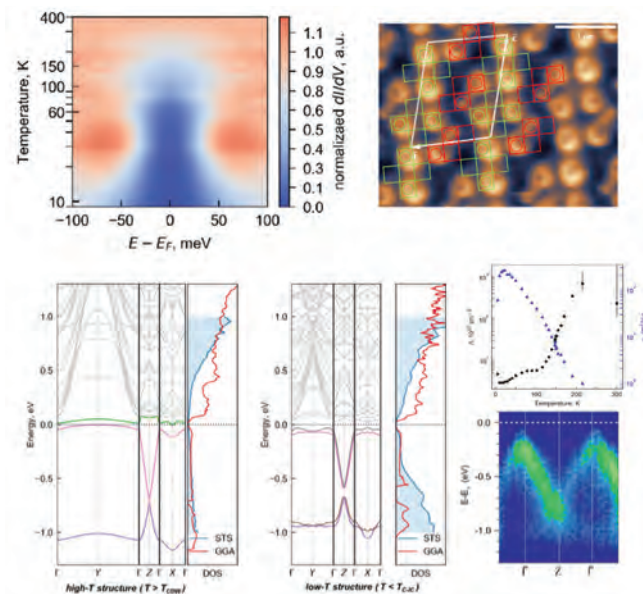
Coulombovih stekel in večdelčnih lokaliziranih sistemov. Novo stanje je stabilno vse do sobne temperature in ne kaže znakov urejanja naboja ali fazne separacije. Mehanizem njegovega nastanka pripisujemo dinamični lokalizaciji elektronov prek medsebojnih interakcij. Teoretični izračuni potrjujejo, da so za nenavadno stabilnost novega stanja ključne korelacije med lokaliziranimi naboji. Članek je bil objavljen v reviji *Nature Materials* 18, 1078–1083 (2019).

Študija elektronske strukture v molibdenovem oksidu Mo₈O₂₃ z uporabo ravnovesne in časovno ločljive spektroskopije

Spojine iz družine molibdenovih oksidov MoO_{3-x} so bile pred kratkim prepoznane kot perspektivne kandidatke za baterijske aplikacije in kot snovi za shranjevanje naboja, hkrati pa kažejo zanimive fizikalne lastnosti, od izolatorja s široko režo ($x = 0$) do kovine ($x = 1$). Stehiometrični Mo₈O₂₃ ($x = 1/8$) je nizko dimenzionalen, kemično robusten prehodno kovinski oksid, v katerem naj bi se nad sobno temperaturo pojavil nenavaden val gostote naboja, katerega obnašanje je še posebej enigmatično pri nizkih temperaturah.

S pomočjo polarizacijsko ločljive femtosekunde spektroskopije smo raziskovali relaksacijsko dinamiko enodelčnih vzbuditev v materialu. Odkrili smo, da se pod ~150 K hkrati pa kažejo zanimive fizikalne lastnosti, od izolatorja s široko režo ($x = 0$) do kovine ($x = 1$). Stehiometrični Mo₈O₂₃ ($x = 1/8$) je nizko dimenzionalen, kemično robusten prehodno kovinski oksid, v katerem naj bi se nad sobno temperaturo pojavil nenavaden val gostote naboja, katerega obnašanje je še posebej enigmatično pri nizkih temperaturah.

Opravili smo tudi izčrpno eksperimentalno-teoretično študijo elektronskih struktur, povezanih z različnimi fazami in ureditvami v materialu. Z izračuni v okviru teorije gostotnih funkcionalov (DFT) smo odkrili, da se obnašanje materiala spreminja z nižanjem temperature. Pri visokih temperaturah je snov polkovina, kjer gre prekrivanje elektronskih pasov proti nič, z nižanjem temperature pa postane polprevodnik z ozko režo. S kotno ločljivo fotoelektronsko spektroskopijo (ARPES) smo potrdili obstoj zakopanega Diracovega stožca na robu Brillouinove cone, z uporabo tunelske spektroskopije (STS) pa smo opazili postopno odpiranje reže, ki ustreza prehodu kovina-izolator pri 343 K in je konsistentno z nastankom



Slika 2: (zgoraj levo) Normalizirani in simetrizirani tunelski spektri monokristalov Mo₈O₂₃ (zgoraj desno) Pseudopotografska slika ravnine ac (010) monokristala Mo₈O₂₃, narejena z vrstičnim tunelskim mikroskopom pri 4.2 K z dorisano nizkotemperaturno osnovno celico (beli paralelogram). Zeleni in rdeči kvadrati predstavljajo pozicije oktaedrov MoO₆. (spodaj levo) Izračunana pasovna struktura za visokotemperaturno fazo ($T > T_{CDW}$). Različne barve prikazujejo različne elektronske pasove. Desna slika prikazuje primerjavo med DFT GGA gostoto stanj ter izmerjenim tunelskim spektrom dI/dV pri 4.2 K. (spodaj desno) Temperaturna odvisnost Hallove gostote (črni krogi, leva ordinata) in Hallove mobilnosti (modri trikotniki, desna ordinata). Pasovna struktura, izmerjena s kotno ločljivo fotoelektronsko spektroskopijo pri $T = 20$ K.

vala gostote naboja ter z rezultati iz študije DFT. Izmerjeni spektri kažejo izrazito netermično razmazovanje, kar nakazuje na močno sipanje nosilcev naboja. Po drugi strani pa pri nizkih temperaturah opazimo kovinski prispevek k Hallovi gostoti, pod ~ 170 K pa netrivialno strukturo elektronske reže. Skupaj z izmerjenimi spektri ARPES to predstavlja dokaz za tvorbo koreliranega stanja pod 70 K in za hitro razširjanje reže pod ~ 30 K ter tako izpodbija sliko o pojavu vala gostote naboja. Zapleteno prepletanje med elektronskimi korelacijami v prisotnosti več ozkih pasov v bližini Fermijevega nivoja ustvarja pogoje za metastabilnost in nakazuje primernost za memristorsko uporabo. Študija je bila objavljena v znanstveni reviji *Scientific Reports* 9, 15959 (2019).

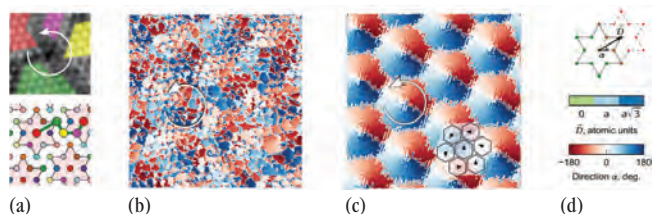
S spektralno ločljivo femtosekundno spektroskopijo smo raziskovali relaksacijsko dinamiko nosilcev naboja v močno koreliranem organskem superprevodniku κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br. Opazimo dva različna režima relaksacije, kjer se prvi pojavi pri 1.82 eV oziroma 1.94 eV, drugi pa pri 2.17 eV. Za prvi relaksacijski način, ki ga opazimo pod ~ 60 K, je značilen kratek relaksacijski čas ($1-2$ ps), ki ga lahko na podlagi primerjav s predhodnimi študijami pripišemo nastanku fotoinducirane psevdoreže (PG) delno urejene Mottove faze. Drugi relaksacijski način opazimo pod ~ 30 K in ima pri 5 K dolg relaksacijski čas (9 ps), počasna dinamika pa je konsistentna z nastankom superprevodne reže. Tako lahko ločimo dinamiko superprevodne oziroma psevdoreže in raziskujemo povezavo med njima. Delo je bilo objavljeno v znanstveni reviji *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism* 32, 1–5 (2019).

Raziskovali smo obnašanje tranzientne reflektivnosti prek nenavadnega tridimenzionalnega Peierlsovega faznega prehoda izolator-kovina v CuIr_2S_4 . Pri nizkih temperaturah v tranzientnem odzivu izolatorskega prevladujejo koherentne mrežne oscilacije, ki se pojavijo zaradi zloma simetrije mreže v izolatorskem stanju, in nenadoma izginejo, ko pride do prehoda v kovinsko stanje. Pri vzbuditvi s kratkim optičnim sunkom pri gostotah energijskega toka, večjih od ~ 4 mJ/cm², pride na pikosekundni časovni skali do prehodnega zmanjšanja distorzije kristalne mreže, ki je značilna za izolatorsko fazo. V nasprotju s tem pa elektronska ureditev naboja kaže znake prehodnega zmanjšanja že pri veliko manjših gostotah energijskega toka (~ 0.3 mJ/cm²). Izolatorska faza se ponovno vzpostavi pred prihodom naslednjega vzbujevalnega sunka po 4 us. Po obsevanju z enim samim sunkom z gostoto energijskega toka, višjo od praga pri 4 mJ/cm², se v snovi tvori večdomenska struktura, ki se relaksira v osnovno stanje v nekaj minutah. Po obsevanju tranzientna reflektivnost pri fotonjski energiji 1.55 eV ne kaže znakov dolgoživih sprememb. Rokopis je v recenziji v *Physical Review B*.

Ultrahitri spominski materiali

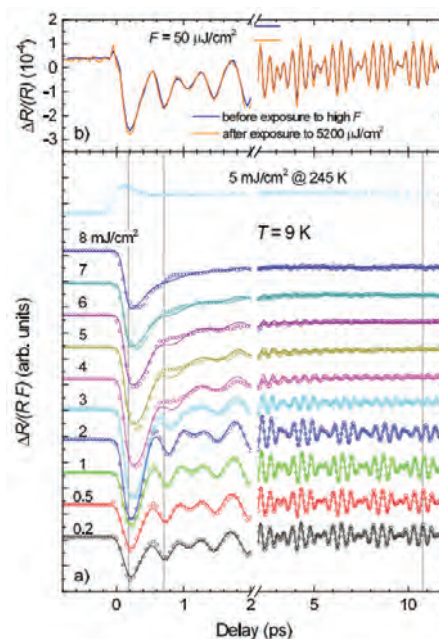
Prepletene kiralne ureditve naboja in topološka stabilizacija fotoinduciranega stanja prototipnega prehodno-kovinskega dihalogenida

Ideja, da se lahko gradniki večdelčnih sistemov v kompleksnih kvantnih materialih pod močno neravnovesnimi pogoji samoorganizirajo v daljnosežno urejena stanja, vodi do zaključka, da je morda mogoče "umetno" ustvariti popolnoma nove in nepričakovane funkcionalnosti. Odkrivanje novih stanj pod močno neravnovesnimi pogoji se je kljub temu izkazalo za presenetljivo težavno. Navkljub velikemu napredku v eksperimentalnih ultrahitrih časovno-ločljivih tehnikah so se metode, ki povprečujejo po zaporednih faznih prehodih, izkazale kot neprimerne za študij nastajajočih prostorskih struktur. S pomočjo vrstične tunelske mikroskopije smo prvi poročali o nastanku ureditve naboja, ki nastane v prototipnem dihalogenidu 1T-TaS_2 po obsevanju z



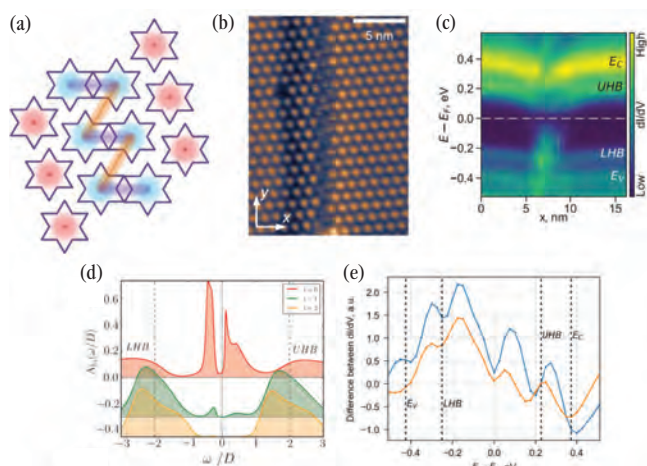
Slika 4: (a) Primer nesparjene dislokacije v fotoinducirani ureditvi naboja v 1T-TaS_2 . (b) Prostorski zemljevid domen. (c) Model daljnosežne ureditve naboja s kiralnimi vrtinci. (d) Barvni legendi za (a) in (b), ki prikazujeta smer in amplitudo premikov nabojev.

- **Odkrili smo nizkotemperaturne elektronske fazne prehode v nizkodimenzionalnem molibdenovem oksidu, ki so najverjetneje korelirane narave. Zapleteno prepletanje med elektronskimi korelacijami v prisotnosti več ozkih pasov v bližini Fermijevega nivoja ustvarja pogoje za metastabilnost in nakazuje primernost za memristorsko uporabo.**
- **S CuIr_2S_4 smo odkrili novo tranzientno fazo po ultrahitem taljenju Peierlsovega izolatorskega stanja.**



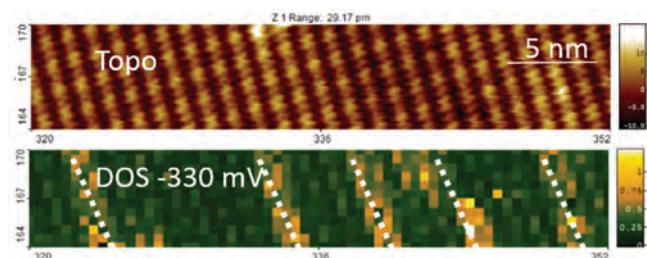
Slika 3: a) Normalizirana tranzientna reflektivnost kot funkcija fluence vzbujevalnega sunka v CuIr_2S_4 . Pri visokih gostotah energijskega toka opazimo prehod v tranzientno novo stanje. Krivulje so vertikalno premaknjene zaradi preglednosti. b) Reverzibilnost novega stanja. Meritvi z nizko gostoto energijskega toka pred meritvijo z visoko gostoto energijskega toka in po njej.

Uspelo nam je posneti nastanek topoloških defektov v fotoinduciranem faznem prehodu ter odkriti univerzalni mehanizem topološke metastabilnosti, ki je odgovoren za dolgoživost fotoinduciranih elektronskih stanj. Odkritje ultrahitrega topološkega elektronskega faznega prehoda, ki gre prek klasične Ehrenfestove klasifikacije, odpira pot za konstrukcijo fotoinduciranih metastabilnih stanj.



Slika 5: (a, b) Shematska reprezentacija in topografska slika domenske stene v 1T-TaS₂. (c) Evolucija povprečnih tunelskih spektrov preko domenske stene. (d) Spektralna funkcija DMFT znotraj domenske stene, ki prikazuje kolaps Mottove reže in nastanek dveh dimeriziranih stanj znotraj reže. Izračun je konsistenten z eksperimentalnimi opažanji v (e). (e) Razlika med tunelskimi spektri znotraj oziroma zunaj domenske stene (modra in oranžna krivulja pripadata levi in desni strani domenske stene v (d)).

Opazili smo, da lahko močne interakcije med elektroni vodijo do nepričakovanega obnašanja nanostruktur, kot so domenske stene. Njihova nanomodifikacija z električnimi ali optičnimi sunki odpira možnosti za krojenje lastnosti kompleksnih snovi.



Slika 6: Zgoraj: Pseudotopografska slika metastabilnega stanja v Mo₈O₂₃, posneta z vrstičnim tunelskim mikroskopom pri 5.5 K. Spodaj: Prostorska slika tunelskih spektrov dI/dV pri -330 mV na istem mestu na kristalu kot zgoraj. Elektronska tekstura se kaže v trakastih območjih povečane gostote stanj. Bele črtkane črte približno sovpadajo s smermi trakov.

Odkrili smo elektronsko teksturirano fazo v metastabilnem stanju koreliranega oksida. Ultrahitri laserski sunki omogočajo kontrolo in stabilizacijo metastabilne faze.

Korelirani nanomateriali

Kot prvi poročamo o pojavu superprevodnosti v heterostrukturi, sestavljeni iz neprevodnega feroelektričnega filma (Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO₃), vzgojenega na neprevodni matični spojini La₂CuO₄ z orientacijo [001]. Heterostruktura je bila pripravljena z magnetronskim naprševanjem na neatomsko-ravno površino z 1–2 nm velikimi nehomogenostmi. Izmerjena temperatura superprevodnega prehoda je približno 30 K. Pokazali smo, da je superprevodnost omejena na bližino stika med obema spojinama. Kvazi dvodimenzionalno naravo superprevodnega stanja potrdimo z delovanjem šibkega magnetnega polja pravokotno na stik, kar vodi do pojava končne upornosti. Predstavljen koncept omogoča

enim samim laserskim sunkom. Konstruirali in analizirali smo vektorsko polje premikov nabojev v novonastalem stanju ter odkrili nepričakovano zapleteno, daljnosežno urejeno, topološko netrivialno ureditev naboja, v katerem se kiralno tlakovanje domen prepleta z edinstvenimi nesparjenimi dislokacijami, ki so ključne za nepričakovano stabilnost novonastalega stanja. Odkritje mehanizmov, ki vodijo do metastabilnosti v sistemih z ureditvijo naboja, odpira vrata načrtovanju in realizaciji sistemov z novimi lastnostmi, predvsem stabilnih ultrahitrih spominskih elementov, temelječih na krmiljenju popolnoma elektronskih stanj. Rezultati študije so bili objavljeni v reviji *npj Quantum Materials* 4, 1–9 (2019).

Kolaps Mottovega stanja brez prehoda v kovino znotraj domenske stene Mottovega izolatorja na trikotni mreži 1T-TaS₂

Domenske stene v izolatorjih so lahko več redov velikosti bolj prevodne kot pa notranost same snovi. Z načrtnim krojenjem vzorcev domenskih sten je torej mogoče realizirati različne funkcionalnosti materiala. Proučevanje nehomogenosti, kot so domenske stene, v prisotnosti močnih električnih interakcij je zahteven problem. Posebej zanimiv je primer Mottovih izolatorjev, kjer so elektroni lokalizirani le zaradi njihove medsebojne odbojne interakcije.

1T-TaS₂ je spojina z valom gostote naboja in osnovnim stanjem, ki je Mottov izolator. Za kovinsko stanje, v katerega je mogoče preiti z dopiranjem, substitucijo ali sunkovnim vbrzganjem naboja, so značilne domene vala gostote naboja, ločene z mrežo domenskih sten, posamezne domenske stene pa je prav tako mogoče najti v Mottovem stanju. V članku smo proučevali, če in kako posamezne domenske stene postajajo prevodne. Tunelska spektroskopija kaže delno zaprtje Mottove reže in prisotnost stanj znotraj reže, ki so močno lokalizirana na mestih domenskih sten. Močno korelirano kvantno-paramagnetno osnovno stanje smo opisali z uporabo dinamične teorije povprečnega polja (DMFT) v direktnem prostoru in pokazali, da do lokalnega zapiranja energijske reže pride zaradi povečanega preskakovanja elektronov vzdolž cikcakaste verige kristalnih mest, ki tvorijo domensko steno. Prav tako smo pokazali, da pred prehodom v kovinsko stanje pride do razcepa kvazidelčnega pasu v vezni in nevezni pas zaradi strukturne dimerizacije domenske stene, kar razloži prisotnost stanj znotraj reže in majhno gostoto stanj na Fermijevem nivoju. Rezultati so bili objavljeni v reviji *Phys. Rev. Lett.* 122, 036802 (2019).

Super stabilna fotoinducirana elektronska teksturirana faza v koreliranem oksidu

Novoodkrito metastabilno stanje v koreliranem oksidu Mo₈O₂₃ smo proučili na mikroskopskem nivoju, strukturno in spektroskopsko. S prostorsko ločljivo tunelsko spektroskopijo (STS) smo ugotovili, da ima osnovno stanje Mo₈O₂₃ elektronsko teksturo, ki jo je mogoče okrepiti z obsevanjem z ultrahitrimi laserskimi sunki. Strukturne in optične analize kažejo, da ostane nizkotemperaturno osnovno stanje po obsevanju z ultrahitrimi sunki stabilno do sobne temperature, metastabilno elektronsko stanje pa ostane stabilno vse do ~350 K. Rokopis, ki je v pripravi, bo poslan v recenzijo v prvih mesecih leta 2020.

feroelektrično kontrolo stične superprevodnosti, kar odpira možnosti za nove realizacije elektronskih naprav. Članek je bil objavljen v reviji *Physical Rev. Lett.* 122, 237001 (2019).

Teoretične raziskave na nanoskali

Z uporabo simetrijskih argumentov smo pokazali obstoj simetrijsko ojačanih Diracovih točk pri določenih gibalnih količinah, simetričnih glede na obrat časa, v antiferomagnetni spojini GdB_4 . Ugotovitev ni trivialna, saj antiferomagnetna ureditev zlomi simetrijo na obrat časa, Diracove točke pa lahko obstajajo samo v primerih nezlomljene simetrije. Omenjene Diracove točke je možno upravljati z uporabo zunanega magnetnega polja ali z deformacijo kristala. Zunanje magnetno polje povzroča razcepitev teh točk v Weylove točke ali odprtje energijske reže, odvisno od smeri polja. Deformacija kristala, ki zlomi simetrijo, prav tako odpre energijsko režo v spektru. Zatrete antiferomagnetne ureditve vodi v tvorbo vozliščne črte namesto Diracovih točk. Iz tega sledi, da je simetrijsko ojačane Diracove polkovine možno učinkovito uporabljati pri različnih spintronskih napravah. (*Phys. Rev. B* 99, 235154 (2019))

Mezozkopske neenakomerno urejene in celo amorfne samourejene elektronske strukture so bile pred kratkim opažene v dvodimenzionalnih kovinskih dihalogenidih (DKD). Ustvarjene in upravljane so bile s pomočjo kratkih svetlobnih sunkov ali vbrizga naboja. V članku Jaka Vodeb *et al.*, *New J. Phys.* 21, 083001 (2019), se lotimo problema metastabilnega mezozkopskega konfiguracijskega urejanja naboja v DKD prek modela redkega nabitega plina na rešetki, kjer se elektroni odbijajo prek senčenega Coulombovega odboja. Model pravilno napove komenzurabilne valove gostote naboja, ki ustrezajo različnim DKD pri magičnih ulomkih polnjenja $f_m = 1/3, 1/4, 1/9, 1/13, 1/16 \dots$, ter amorfna stanja in stanja z domenami.

1T-TaS₂ je znan po njegovem kompleksnem faznem diagramu in značilnem dolgoživečem metastabilnem skritem (S) stanju. Pred kratkim je bilo odkrito novo metastabilno stanje z uporabo višjih fluenc, kot v primeru S stanja. Zaradi podobnosti novega stanja steklu je bilo poimenovano kot amorfno (A). Z uporabo dela Brazovskega in Karpova kot osnovo smo v članku Jaka Vodeb *et al.*, *J Supercond Nov. Magn.* 32, 3057 (2019) pokazali, da je možno uspešno modelirati A stanje z uporabo interagirajočih polaronov na dvodimenzionalni heksagonalni rešetki. Podobni izračuni so bili prav tako uporabljeni pri interpretaciji eksperimentalnih podatkov 1T-TaS₂ (Gerasimenko, Y.A. *et al.*, *Nat. Mater.* 18, 1078–1083 (2019)).

Trenutno se ukvarjamo s simulacijo relaksacije skritega stanja v 1T-TaS₂. Menimo, da je kvantno tuneliranje med različnimi konfiguracijami odgovorno za eksperimentalno opažene rekonfiguracije. Za simuliranje tuneliranja uporabljamo kvantni računalnik podjetja D-Wave.

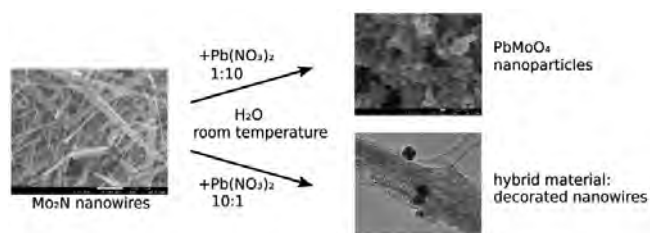
Nanomateriali

Za molibdenove nitride, ki se uporabljajo tudi za trde prevleke ali plasti, odporne proti koroziji in abraziji, velja, da imajo dobro kemijsko odpornost. Kljub temu smo ugotovili, da molibden nitridne Mo₂N nanožice reagirajo z vodno raztopino svinčevega nitrata že pri sobni temperaturi, pri čemer nastanejo nanodelci svinčevega molibdata (*Materials Chemistry and Physics*). Glede na začetne koncentracije reagentov lahko nastanejo nanožice, okrašene s posameznimi svinčevimi molibdatnimi nanodelci ali zgolj svinčevi molibdatni nanodelci s primerljivimi velikostmi premerov okoli sto nanometrov. Enostopenjska reakcija, ki je hitra in ne zahteva dodatnih reagentov, potrjuje nepričakovano kemijsko reaktivnost molibdenovih nitridov in karbidov ter odpira njihovo uporabo v različnih kemijskih reakcijah. Z evropsko patentno prijavo EP 18206299 smo zaščitili splošno metodo za sintezo nekaterih kovinskih molibdatov in kovinskih volframatov (Mo, W, Fe, Ba) iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov v prisotnosti raztopine reaktivnih spojin, ki vsebujejo kovine. Zaposlili smo že za podelitev evropskega patenta.

Odkrili smo preprosto metodo za pripravo kvazienodimenzionalnih struktur molibdena (mikrovlakna, nanožice, nanopasove) s segrevanjem svežnjev MoSI nanožic v mešanici argona in vodika. Tvorijo se molibdenove strukture, ki ohranijo začetno morfološko obliko prekursorjev. Molibdenove nanožice z večjimi premeri (> 15 nm) so zelo porozne, z manjšimi premeri (< 7 nm) pa so sestavljene iz trdnih nanokristalnih zrn. Metoda omogoča tudi tvorbo folije, ki je sestavljena iz orientiranih molibdenovih nanožic. Odkritje smo zaščitili s podeljenim evropskim patentom EP 2723524 (2018).

Mehka snov

Nadaljevali smo raziskave nastavljivih optičnih uklonskih mrežic na osnovi tekočih kristalov, uvedenih v periodično polimerno ogrodje. Navedeno ogrodje inducira planarno ureditev tekočega kristala in je izdelano po postopku direktnega laserskega vzorčenja na osnovi dvofotonsko inducirane polimerizacije. Ta postopek urejanja



Slika 7: Dekoracija molibden nitridnih nanožic s svinčem

tekočih kristalov smo pred kratkim patentirali skupaj z raziskovalci z Univerze Nankai (L.R. Kitajska) (CN103995394 (B), US2016291414 (A1), WO2015139353 (A1)) in omogoča mikrostrukturirano urejanje tekočih kristalov v praktično poljubni konfiguraciji, s čimer odpira številne možnosti uporabe v tekočokristalnih optičnih modulatorjih in prostorskih filterih, mikrofluidičnih napravah na osnovi tekočih kristalov ter drugih mikrostrukturiranih elementih. Vabljeni pregledni članek o navedenem postopku smo objavili v članku *Liq. Cryst.* **46**, 2075 (2019). Leta 2019 smo analizirali magnetno nastavljive optične uklonske mrežice, ki jih dobimo, če v tovrstnih strukturah uporabimo feromagnetne tekoče kristale. O rezultatih smo poročali v članku *Opt. Express* **27**, 8900 (2019).

V sodelovanju z Univerzo Nankai na Kitajskem smo nadaljevali tudi raziskave komunikacijskih procesov med živčnimi celicami na osnovi kalcijevih valov. V navedenih raziskavah celice pritrđimo na posebne platforme z izbranimi prostorskimi vzorci in analiziramo prenos signalov med njimi v odvisnosti od lokacije vzbuditvenega procesa na centralni celici ter medsebojne razdalje med vzbujeno in drugimi celicami. V letu 2019 so bile raziskave osredotočene na prenos signala čez medcelični most, ki nastane med hčerinskima celicama v zaključni fazi celične delitve. O dobljenih rezultatih smo poročali v članku, ki je bil pred kratkim sprejet v objavo v reviji *Biophys. J.* Naše sodelovanje smo razširili tudi na raziskave mehanskih lastnosti bioloških celic, izpostavljenih toku tekočine v mikrovzorčenih mikrofluidičnih kanalih. Rezultati teh raziskav so bili objavljeni v članku *Biophys. Biochem. Res. Commun.* **512**, 303 (2019).

Raziskovali smo mehanizme molekularnega prepoznavanja lipofilnih derivatov gvanozina v Langmuirovih filmih na meji med zrakom in vodo. Raziskava je potekala na osnovi merjenja sprememb površinskega tlaka v odvisnosti od osvetljevanja filma s svetlobo dveh valovnih dolžin. Pri tem smo kot senzorje za tvorbo baznih parov uporabili fotoobčutljive derivate gvanozina. Razvili smo tudi teoretični model za opis vpliva osvetljevanja na molekulsko organizacijo v filmu. O navedenih rezultatih smo poročali v članku *Langmuir* **35**, 6550 (2019).

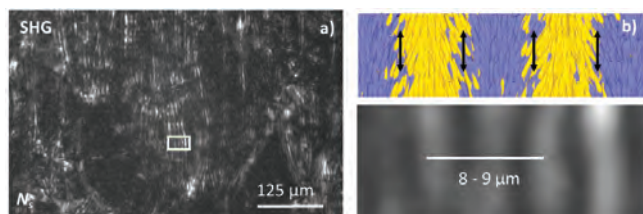
V sodelovanju z Odsekom za biotehnologijo na IJS (B3) smo nadaljevali raziskave DNA, ki imajo vgrajenih več ponovitev G4C2. Več ponovitev G4C2 v genu C9orf72 je najpogostejša mutacija, povezana z nevrološkiimi motnjami amiotrofične lateralne skleroze in frontotemporalne demence. S pomočjo mikroskopije na atomsko silo smo proučevali, kje in kdaj ponovitve G4C2 vodijo do nastanka G-kvadrupleksnih struktur znotraj plazmidne DNA. V sodelovanju s Kemijskim inštitutom (KI) smo začeli raziskave relativno kratkih oligonukleotidov DNK, ki vsebujejo eno ali več ponovitev zaporedja G4C2 in drugih sorodnih zaporedij. O rezultatih analize formiranja sekundarnih in terciarnih struktur v tovrstnih zaporedjih smo poročali v članku, ki je bil pred kratkim sprejet v objavo v reviji *Nucleic Acids Res.*

V sodelovanju z Univerzo na Dunaju smo nadaljevali raziskave umetno izdelanih magnetnoaktivnih periodičnih struktur za uporabo v nevtronski optiki. S simulacijami Monte-Carlo smo analizirali prehod nevtronov čez nanokompozitne materiale. Rezultati so bili objavljeni v članku *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **916**, 154 (2019).

Nadaljevali smo raziskave površinskih lastnosti magnetoaktivnih elastomerov. Tovrstne raziskave potekajo v sodelovanju z Vzhodnobavarsko tehniško visoko šolo (OTH) v Regensburgu. Izmerili smo odvisnost površinske hrapavosti materiala od zunanega magnetnega polja za vzorce z različnimi koncentracijami magnetnih mikrodelcev ter različnimi vrednostmi strižnega modula. Ugotovili smo, da je za učinkovito magnetno-inducirano spreminjanje površinske hrapavosti pomemben predvsem majhen strižni modul (velika elastičnost) materiala. O rezultatih navedenih raziskav smo poročali v članku *Polymers* **11**, 594 (2019).

Odkritje feromagnetnih tekočih kristalov na IJS pred nekaj leti je odprlo možnosti eksperimentalnih raziskav vrste novih osnovnih fizikalnih pojavov. V letu 2019 smo začeli med drugim proučevati tudi nelinearne optične lastnosti tovrstnih materialov. O prvih meritvah pojava optičnega frekvenčnega podvajanja v feromagnetnih tekočih kristalih smo poročali v članku *Soft Matter* **15**, 8758 (2019). V sodelovanju z raziskovalci iz Osake smo pokazali, da lahko feromagnetne tekoče kristale uporabljamo kot magnetno krmiljene naključne laserje (*Optics express* **27**, 24426 (2019)).

Nadaljevali smo proučevanje suspenzij magnetnih nanoploščic v izotropnih topilih, ki pri dovolj veliki koncentraciji izkazujejo feromagnetno urejanje. Posebej smo se posvetili študiji elektrostatske interakcije med ploščicami v različnih alkoholih in ugotovili, da lahko nadzorujemo elektrostatsko interakcijo s spreminjanjem količine surfaktanta ali z zamenjavo topila (*The journal of physical chemistry C* **37**, 23272 (2019)). S pomočjo ozkokotnega sipanja nevtronov smo v teh suspenzijah tudi proučevali razvoj nematičnega in feromagnetnega urejanja (*Soft Matter* **15**, 5412 (2019)). V sodelovanju z raziskovalci iz Španije smo pokazali, da lahko magnetne nanoploščice uporabimo kot kontrast pri kardiovaskularnem slikanju (*ChemPhotoChem* **3**, 529 (2019)).



Slika 8: a) Slika pahljačaste nematične faze, narejena z mikroskopijo s podvojeno frekvenco tik pod faznim prehodom. b) Primerjava sheme strukture pahljačaste nematične faze in povečanega dela slike iz a).

V sodelovanju s kolegi z Univerze v Yorku, Velika Britanija, smo nadaljevali proučevanje nove pahljačaste nematične faze, ki se pojavi v snoveh, zgrajenih iz močno polarnih molekul klinaste oblike. S sipanjem rentgenskih žarkov smo merili orientacijske parametre reda v nematični in pahljačasti nematični fazi ter ugotovili, da so ti nekoliko večji v pahljačasti fazi. Ta metoda lahko pomaga pri nedvoumni identifikaciji pahljačaste nematične faze (*Physical chemistry chemical physics* 21, 18759 (2019)). Pokazali smo tudi, da je fazni prehod iz nematične v pahljačasto nematično fazo feroelektrični-feroelastični fazni prehod, pri katerem fleksoelektrični sklopitev povzroči sočasno divergenco električne susceptibilnosti in nestabilnost na pahljačasto deformacijo. Z uporabo mikroskopije s podvojeno optično frekvenco smo izmerili, da je perioda modulirane pahljačaste faze 5–10 mikronov. O tej raziskavi smo poročali v reviji *Phys. Rev. Lett.* 124, 037801 (2020), kjer je bil članek prepoznan kot bolj pomemben, saj so ga uredniki revije izbrali za Editors' Suggestion.

Nelinearna optika

V laboratoriju za nelinearno optiko smo raziskovali nove materiale in njihovo interakcijo z lasersko svetlobo. V sodelovanju z North Carolina State University iz Raleigha v ZDA, kjer so izdelali optične valovode z litografijo na tankih filmih AlN na safirju, smo preizkušali različne načine ujemanja faz med osnovno in frekvenčno podvojeno svetlobo. Iskali smo najboljšo rešitev za velik izkoristek podvajanja na UV-področje. O rezultatih smo poročali v članku *Appl. Phys. Lett.* 114, 103504 (2019).

S podjetjem Rainbow Photonics in Zurich University of Applied Sciences (Institute of Computational Physics) iz Švice smo nadaljevali sodelovanje pri študiju elektrooptičnega pojava v organskih kristalih. Ta pojav skupaj s sorodnim optičnim usmerjanjem omogoča generacijo in detekcijo THz valovanja na področju od 1 do 20 THz.

Biomedicinska optika

Nadaljevali smo razvoj biomedicinskih aplikacij na osnovi sunkovne fototermalne radiometrije (SFTR; to so časovno razločene meritve lasersko inducirane modulacije infrardečega sevanja) in difuzne refleksijske spektroskopije. Z združitvijo teh eksperimentalnih tehnik in numeričnega modela razširjanja svetlobe v močno sipajočih bioloških tkivih smo razvili edinstven postopek za neinvazivno določanje številnih fizioloških parametrov človeške kože (npr. vsebnost in oksigenacijski nivo krvi v usnjici). Pristop smo preverili v kontroliranih testih, npr. z obstrukcijo perifernega obtoka s tlačno manšeto, akutnim osončenjem ipd. Ker je analiza signalov numerično zelo intenzivna, smo razvili učinkovit napovedni model z uporabo strojnega učenja. (Sodelovanje z Odsekom za tehnologije znanja, IJS)

(*Biomed. Opt. Express* vol. 10, 2, 944–960, 2019)

Opisano metodologijo smo uporabili tudi za karakterizacijo hemodinamike pri prostovoljcih z naključno pridobljenimi podplutbami (hematomi). Izboljšano razumevanje dinamike podplutb in podobna metodologija bi lahko omogočila natančnejše določanje časa poškodbe v sodni medicini.

Z meritvami PPTR smo določili temperaturne globinske profile, ki jih v človeški koži povzroči sunkovni diodni laser pri 975 nm, in jih primerjali s klinično uveljavljenima laserjema pri 532 nm (KTP) oz. 1064 nm (Nd: YAG). Rezultati kažejo, da bi lahko take diodne laserje učinkovito uporabili za zdravljenje različnih dermatoloških stanj, kot so kožne lezije, od osončenja postarana koža itd.

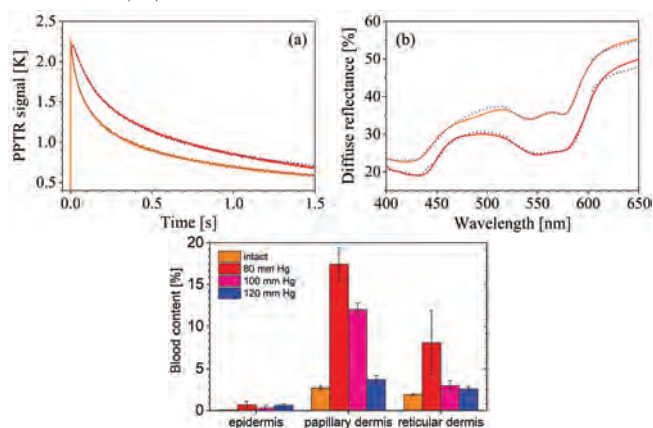
(*Lasers Surg. Med.*, vol. 51, 774, 2019)

Razvili smo numerični model hipertermalne lipolize pri ljudeh z uporabo Nd: YAG laserja (valovna dolžina 1064 nm). Model omogoča izračun porazdelitve temperature in nastale poškodbe adipocitov v podkožju pri različnih pogojih obsevanja. Rezultati kažejo, da bi lahko spremljanje temperature na površini kože omogočilo ustrezen nadzor nad učinki hipertermalne lipolize globoko v koži (sodelovanje s podjetjem Fotona, d. o. o.).

(*Lasers Surg. Med.*, vol. 50, 125, 2018)

Pokazali smo, da je fazni prehod iz nematične v pahljačasto nematično fazo feroelektrični-feroelastični fazni prehod.

AlN optični valovodi na safirnem substratu omogočajo ujemanje faz za optično nelinearno pretvorbo iz vidnega spektra na UV-področje. Z uporabo optimiziranih organskih kristalov sta možna učinkovita generacija in detekcija elektromagnetnega valovanja na THz področju.



Slika 9: Signala SFTR (a) in difuzno refleksijske spektra, (b) izmerjena na roki prostovoljca pred (oranžna črta) in med obstrukcijo perifernega obtoka (rdeče). Najbolj podobni napovedi numeričnega modela sta prikazani črtkano.

Razvili smo edinstveno metodologijo za neinvazivno določanje strukture in sestave človeške kože in vivo. Pristop združuje sunkovno fototermalno radiometrijo in difuzno refleksijsko spektroskopijo v vidnem delu spektra z numeričnim modeliranjem prenosa svetlobe v močno sipajočih večplastnih strukturah (inverzni Monte Carlo).

Mikrofluidika

Raziskave na področju mikrofluidike so bile opravljene v tesnem sodelovanju z Laboratorijem za eksperimentalno mehko snov na Fakulteti za matematiko in fiziko in z Odsekom za fiziko trdne snovi. Proučevali smo tok nematičnih tekočih kristalov v omejeni geometriji pod vplivom lokalnih optotermalnih polj in opazili nastanek topološko ograjenih orientacijskih domen. Proučili smo nastanek, rast in stabilizacijo teh domen v odvisnosti od tekočinskega toka, omejenosti vzorca in laserskih sunkov, s katerimi smo lokalno segrevali nematik do izotropne faze. Ob izklopu laserske svetlobe se je tekoči kristal hitro ohladil, pri čemer je nastal defekt v ureditvi tekočokristalnih molekul v obliki zaključene disklinacijske črte. V odvisnosti od toka omenjene domene rastejo ali izginejo, z lasersko pinceto

Proučili smo nastanek, rast in stabilizacijo topološko ograjenih orientacijskih domen v omejenem toku nematičnega tekočega kristala.

pa jim lahko spreminjamo obliko ali jih razdelimo na več delov in s tem nadzorovano vplivamo na obnašanje orientacijskih domen v tekočem kristalu. Raziskave so bile podprte s teoretičnim modelom in simulacijami ter skupaj objavljene v *Sci. Adv.* **5**, eaav4283, 2019.

Drugo področje raziskav je bilo posvečeno razvoju pasivne dvotočkovne mikroeologije. To je metoda, pri kateri opazujemo korelirano gibanje para delcev v snovi in iz podatkov določimo kompleksni strižni modul snovi. Metoda je bila preizkušena na dveh primerih snovi: viskozni mešanici vode in glicerola ter viskoelastičnega agaroznega gela. Delo je bilo opravljeno kot zaključno magistrsko delo z naslovom *Meritev viskoelastičnih lastnosti snovi z dvotočkovno pasivno mikroeologijo*.

Del raziskav je bil namenjen proučevanju hidrodinamske sklopitve umetnih magnetnih migetalk, ki smo jih razvili v našem laboratoriju. Eksperimentalni rezultati kažejo na visoko anizotropijo sklopitve med sosednjimi migetalkami in različno odvisnost od oddaljenosti za longitudinalno in tranzverzno sklopitev. To je v skladu z izsledki numerične simulacije, ki je bila narejena na Odseku za fiziko trdne snovi. Rezultati so bili predstavljeni na mednarodni konferenci, članek pa je v pripravi.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Arko, Matej, Petelin, Andrej, Cross-differential dynamic microscopy, *Soft matter*, 2019, **15**, 13, 2791–2797
2. Brenc, Jure, Cmok, Luka, Sebastián Ugarteche, Nerea, Mertelj, Alenka, Lisjak, Darja, Drevenšek Olenik, Irena, Optical second harmonic generation in a ferromagnetic liquid crystal, *Soft matter*, 2019, **15**, 43, 8758–8765
3. Emeršič, Tadej, Zhang, Rui, Kos, Žiga, Čopar, Simon, Osterman, Natan, Pablo, Juan J. De, Tkalec, Uroš, Sculpting stable structures in pure liquids, *Science advances*, 2019, **5**, eaav4283, 8 str.
4. Gerasimenko, Yaroslav, Karpov, Petr, Vaskivskiy, Igor, Brazovskii, Serguei, Mihailović, Dragan, Intertwined chiral charge orders and topological stabilization of the light-induced state of a prototypical transition metal dichalcogenide, *npj Quantum Materials*, 2019, **4**, 32-1-32-9
5. Gerasimenko, Yaroslav, Vaskivskiy, Igor, Litskevich, Maksim, Ravnik, Jan, Vodeb, Jaka, Diego, Michele, Kabanov, Viktor V., Mihailović, Dragan, Quantum jamming transition to a correlated electron glass in 1T-TaS₂, *Nature materials*, 2019, **18**, 10, 1078-1083
6. Mandle, Richard J., Mertelj, Alenka, Orientational order in the splay nematic ground state, *PCCP, Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2019, **21**, 34, 18769-18772
7. Nasretdinova, Venera, Gerasimenko, Yaroslav, Mravlje, Jernej, Gatti, G., Šutar, Petra, Svetin, Damjan, Meden, Anton, Kabanov, Viktor V., Kuntsevich, A. Yu., Grioni, M., Mihailović, Dragan, Unveiling the electronic transformations in the semi-metallic correlated-electron transitional oxide Mo₈O₂₃, *Scientific reports*, 2019, **9**, 15959-1-15959-11
8. Ravnik, Jan, Vaskivskiy, Igor, Gerasimenko, Yaroslav, Diego, Michele, Vodeb, Jaka, Kabanov, Viktor V., Mihailović, Dragan, Strain-induced metastable topological networks in laser-fabricated TaS₂ polytype heterostructures for nanoscale devices, *ACS applied nano materials*, 2019, **2**, 6, 3743–3751
9. Skolimowski, Jan, Gerasimenko, Yaroslav, Žitko, Rok, Mottness collapse without metallization in the domain wall of the triangular-lattice Mott insulator 1T-TaS₂, *Physical review letters*, 2019, **122**, 3, 036802-1-1-036802-6
10. Verdel, Nina, Marin, Ana, Milanič, Matija, Majaron, Boris, Physiological and structural characterization of human skin in vivo using combined photothermal radiometry and diffuse reflectance spectroscopy, *Biomedical optics express*, 2019, **10**, 2, 944–960
11. Vodeb, Jaka, Kabanov, Viktor V., Gerasimenko, Yaroslav, Venturini, Rok, Ravnik, Jan, Van Midden, Marion, Zupanič, Erik, Šutar, Petra, Mihailović, Dragan, Configurational electronic states in layered transition metal dichalcogenides, *New journal of physics*, 2019, **21**, 083001-1-083001-15

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Nonequilibrium dynamics in correlated systems and quantum materials, Krvavec, Slovenija, 15.-18. december 2019

Patent

1. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 5. 2019
2. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019
3. Nejc Lukač, Matjaž Lukač, Matija Jezeršek, Peter Gregorčič, Cleaning system, EP3127502 (B1), European Patent Office, 20. 3. 2019

Nagrade in priznanja

1. Yevhenii Vaskivskiy: SPO-2019 prize, 20th International Young Scientists Conference Optics and High Technology Material Science (SPO 2019), 26.-29. 9. 2019, Kijev, Ukrajina, za poster "Investigation of metastable states in 1T-TaS₂ by combining ultrafast spectroscopy with scanning tunneling microscopy"
2. Jaka Vodeb: SMEC Student Prize 2019, International meeting Study of matter at extreme conditions (SMEC 2019), 30. 3.- 6. 4. 2019, Miami - East Caribbean - Miami, ZDA, za izjemno predstavitev posterja "Correlated Configurational States and a Quantum Charge Liquid in Layered Metallic Dichalcogenides"

MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA16101; Več-modalno slikanje sledi za forenzične preiskave - orodja za forenzično znanost
COST Office
prof. dr. Boris Majaron
2. COST CA16218; Koherentne hibridne naprave na nanoskali za superprevodne kvantne tehnologije
COST Association AISBL
prof. dr. Viktor Kabanov
3. COST CA17123; MAGNETOFON; Ultrahitna opto-magnetna elektronika za ne-disipacijsko informacijsko tehnologijo
COST Association AISBL
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
4. COST CA17140 - Nano2Clinic; Nanomedicina raka - od laboratorijskih raziskav do klinične uporabe
COST Association AISBL
prof. dr. Boris Majaron
5. Magnetno regulirane elastomerne optične površine
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
6. Razvoj nedestruktivne analitske metode za spremljanje površinskih lastnosti nanodelcev s pretvorbo energije navzgor na osnovi optičnih meritev
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Boris Majaron
7. Načrtovanje in sinteza kemijsko stabilnih luminiscentnih nanodelcev jedro-lupina z energijsko pretvorbo energije navzgor za biološko slikanje
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Boris Majaron
8. Tekoče kristalne lastnosti oligonukleotidov DNK in RNK bogatih z gvanozinom
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Irena Drevenšek Olenik
9. Mikrostrukturiranje tekočih kristalov in manipulacija optičnega valovanja s fotorefraktivnimi materiali
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Irena Drevenšek Olenik

PROGRAMI

1. Medicinska fizika
dr. Matija Milanič
2. Svetloba in snov
prof. dr. Irena Drevenšek Olenik
3. Dinamika kompleksnih nanosnovi
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović

PROJEKTI

1. Femtosekundna časovno-ločljiva vrstična tunelska mikroskopija kompleksnih snovi
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
2. Feromagnetne tekočine krmiljene z električnim poljem
doc. dr. Alenka Mertelj
3. Zaznavanje spinskih stanj v bližini površine kvantnih spinskih materialov
Petra Šutar, dipl. inž. kem. tehnol.
4. Fazni prehodi v sistemih periodičnih nukleotidnih ekspanzij povezanih z nevrodegenerativnimi boleznimi
prof. dr. Irena Drevenšek Olenik
5. Kvantne metastabilnosti
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
6. Razvoj optičnega gradualnega preklopnika - OPTIGRAD
dr. Luka Cmok
7. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
8. CMEM: Ultrahitri električni spominski element na osnovi vala gostote naboja za naslednjo generacijo računalništva
dr. Igor Vaskivskiy
9. Povračilo stroškov znanstvenih objav v zlatem odprtem dostopu za leto 2019
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
10. Tehnologija za napredno napajanje spominskih naprav
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
11. Manjše storitve
dr. Aleš Mrzel

OBISKI

1. dr. Daniel Zabek, Institute of Heat Engineering, Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska, 11. 2.–12. 8. 2019
2. dr. Victor Vega Mayoral, CRANN & AMBER research centers, Trinity College Dublin; School of physics, Trinity College Dublin, Dublin, Združeno kraljestvo, 26.–30. 3. 2019
3. Héloïse Orihuel, Marseille University, Marseille, Francija, 3. 4.–31. 7. 2019
4. prof. Germano Montemezzani, University of Lorraine and Centrale Supélec, Metz, Francija, 14.–17. 4. 2019
5. Dejan Bošnjaković, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek, Hrvaška, 10.–21. 6. 2019
6. prof. Duncan Haldane, Princeton University, New Jersey, ZDA, 10. 6. 2019
7. Jovana Stanojević, Biosense Institut, Novi Sad, Srbija, 7.–10. 7. 2019
8. Barbara Adamiec, University of St. Andrews, St. Andrews, Škotska, Združeno kraljestvo, 8. 7.–25. 8. 2019
9. dr. Rinat Mamin, Zavoisky Physical-Technical Inst. of FIC KazanSC, Kazan, Rusija, 2. 7.–1. 8. 2019
10. Anton Hromov, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Department of Experimental Physics, Kijev, Ukrajina, 22.–30. 8. 2019
11. Mathias Fleisch, Piezocryst Advanced Sensorics GmbH, Gradec, Avstrija, 15.–17. 9. 2019
12. Thomas Raistrick, School of Physics and Astronomy, University of Leeds, Leeds, Združeno kraljestvo, 23. 9.–15. 10. 2019
13. prof. Helen F. Gleeson, School of Physics and Astronomy, University of Leeds, Leeds, Združeno kraljestvo, 30. 9.–2. 10. 2019
14. prof. Ivan K. Schuller, Department of Physics and Center for Advanced Nanoscience, University of California, San Diego, ZDA, 30. 9. 2019
15. prof. Ninel Kokanyan, Laboratory LMOPS University of Lorraine and CentraleSupélec, Metz, Francija, 13.–26. 10. 2019
16. Rim Alrifai, Laboratory LMOPS University of Lorraine and CentraleSupélec, Metz, Francija, 13.–26. 10. 2019
17. Héloïse Orihuel, Marseille University, Marseille, Francija, 26. 10.–17. 11. 2019
18. prof. Neven Barišić, Institute of Solid State Physics, TU Wien, Avstrija, Department of Physics and Faculty of Science, University of Zagreb, Hrvaška, 18. 10.–20. 10. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

Odsečni seminarji na F-7

1. prof. Neven Barišić, Viena University of Technology, Avstrija in Univerza v Zagrebu, Hrvaška, High-Tc cuprates - story of two electronic subsystems, 19. 11. 2019
2. Mathias Fleisch, Piezocryst Advanced Sensorics GmbH, Gradec, Avstrija: Tunable optical diffraction gratings based on a ferromagnetic liquid crystal, 16. 9. 2019
3. Patricija Hribar Boštjančič, Odsek za kompleksne snovi, Institut "Jožef Stefan", Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana: Electrostatic interaction between magnetic nanoplatelets in alcohols, 27. 6. 2019
4. Anton Hromov, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Department of Experimental Physics, Kijev, Ukrajina: Spectral properties and energy transfer in DNA fragment, 28. 8. 2019
5. prof. Ninel Kokanyan, Laboratory of Optical Materials Photonics & Systems, CentraleSupélec, Metz, Francija: Symmetry forbidden Raman lines activated by photorefractivity of Fe-doped Lithium Niobate crystal, 24. 10. 2019
6. dr. Victor Vega-Mayoral, CRANN & AMBER research centers, Trinity College Dublin; School of physics, Trinity College Dublin, Dublin, Združeno kraljestvo: Fabrication of thin film transistors and energy storage devices from liquid phase exfoliated nanosheets, 28. 3. 2019
7. prof. dr. Alenka Mertelj, Odsek za kompleksne snovi, Institut "Jožef Stefan": Symmetry forbidden Raman lines activated by photorefractivity of Fe-doped Lithium Niobate crystal, 5. 12. 2019
8. dr. Nerea Sebastián, Odsek za kompleksne snovi, Institut "Jožef Stefan": MagNem H2020: Hydrodynamics of ferromagnetic nematic liquid crystals, 25. 1. 2019
9. Jan Ravnik, Odsek za kompleksne snovi, Institut "Jožef Stefan": Direct detection of ultrafast switching in quantum cryo-memory devices, 14. 2. 2019
10. Thomas Raistrick, School of Physics and Astronomy, University of Leeds, Leeds, Združeno kraljestvo: The evolution order parameters in an auxetic liquid crystal elastomers under strain, 10. 10. 2019
11. prof. Ivan K. Schuller, Department of Physics and Center for Advanced Nanoscience, University of California, San Diego, ZDA: Neuromorphic Computing, 30. 9. 2019
12. dr. Daniel Zabek, Institute of Heat Engineering, Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska: Solid state generators and energy harvesters for waste heat recovery and thermal energy harvesting, 11. 4. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Yelyzaveta Chernolevska, Yaroslav Gerasimenko, Gregor Jecl, Viktor Kabanov, Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, Anže Mraz, Mimoza Naseska, Igor Vaskivskiy, Yevhenii Vaskivskiy, Rok Venturini, Jaka Vodeb, Nonequilibrium Dynamics In Correlated Systems And Quantum Materials, Krvavec, Slovenija, 15.–18. 12. 2019 (12)
2. Luka Cmok, International Liquid Crystal Elastomer Conference - ILCEC 2019, Eindhoven, Nizozemska, 14.–19. 9. 2019 (1)
3. Martin Čopič, Gordon Conference on Liquid Crystals, New London, New Hampshire, ZDA, 6.–13. 7. 2019 (1)
4. Martin Čopič, Alenka Mertelj, 17th International Conference on Ferroelectric Liquid Crystals, Boulder, Kolorado, ZDA, 3.–10. 8. 2019 (2)
5. Irena Drevenšek Olenik, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg, Nemčija, 12.–16. 1. 2019 (1)
6. Irena Drevenšek Olenik, Photorefractive Photonics and beyond (PR'19), Gerardmer, Francija, 18.–26. 6. 2019 (1)
7. Irena Drevenšek Olenik, 7th International meeting on Quadruplex Nucleic Acids in raziskovalni obisk na Nankai University, Changchun, Tianjin, Kitajska, 5.–15. 9. 2019 (1)
8. Iaroslav Gerasimenko, DPG Spring Meeting 2019, Regensburg, Nemčija, 2.–5. 4. 2019 (1)
9. Iaroslav Gerasimenko, International workshop Quantum Criticality and Topology in Correlated Electron Systems, Dresden, Nemčija, 3.–10. 8. 2019 (1)
10. Iaroslav Gerasimenko, Gregor Jecl, 10th International Conference New Generation in Strongly Correlated Electron Systems (NGSCES 2019), Pescara, Italija, 1.–7. 9. 2019 (2)
11. Žiga Gregorin, Nerea Sebastian Ugarteche, Conference on Magnetic Fluids 2019, Pariz, Francija, 7.–12. 7. 2019 (2)
12. Žiga Gregorin, Workshop on photonics and laser systems, Bled, Slovenija, 26. 9. 2019 (udeležba na delavnici)
13. Patricija Hribar Boštjančič, 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference and 13th CMBE day, Planica, Rateče, Slovenija, 15.–16. 4. 2019 (1)
14. Patricija Hribar Boštjančič, 9th International Colloids Conference, Sitges, Španija, 16.–20. 6. 2019 (1)
15. Patricija Hribar Boštjančič, Slovenski kemijski dnevi 2019, Maribor, Slovenija, 25.–27. 9. 2019 (1)
16. Viktor Kabanov, International Conference Magnetic Resonance - Current State and Future Perspectives (EPR-75), Kazan E.K. Zavoisky Physical-Technical Institute, Kazan, Rusija, 22. 9.–3. 10. 2019 (1)
17. Martina Knavs, Area Science Park, Bazovica, Italija, 20. 3. 2019
18. Martina Knavs, EURONANOFORUM 2019, Bukarešta, Romunija, 11.–14. 6. 2019 (udeležba na konferenci)
19. Martina Knavs, Trst, Italija, 20. 11. 2019 (projektni sestanek)
20. Andrej Kranjec, Petra Šutar, 3. slovensko posvetovanje mikroskopistov, Ankaran, Slovenija, 16.–17. 5. 2019 (2)
21. Boris Majaron, BIOS 2019, San Francisco, Kalifornija, ZDA; Beckman Laser Institute, Irvine, Kalifornija, ZDA, 30. 1.–8. 2. 2019 (1)
22. Boris Majaron, Nina Verdel, SPIE, München, Nemčija, 23.–27. 6. 2019 (2)
23. Boris Majaron, Nina Verdel, 20th International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Moskva, Rusija, 7.–13. 7. 2019 (2)
24. Boris Majaron, MULTI-modal Imaging of FOREnsic SciEnce Evidence tools for Forensic Science, Catania, Italija, 15.–20. 9. 2019 (sestanek upravnega odbora mreže COST) (1)
25. Alenka Mertelj, Optimal design of complex materials, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences, Cambridge, Združeno kraljestvo, 13.–20. 1. 2019 (1)
26. Alenka Mertelj, 2019 Gordon Conference on Liquid Crystals, New London, New Hampshire, ZDA, 6.–13. 7. 2019 (1)
27. Tomaž Mertelj, First General Meeting and Workshop, COST Action: CA17123, Les Houches, Francija, 10.–16. 2. 2019 (udeležba na srečanju)
28. Tomaž Mertelj, International Conference on New theories, Discoveries and Applications of Superconductors and Related Materials (New3SC), Oxford, Združeno kraljestvo, 31. 3.–5. 4. 2019 (1)
29. Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, Anže Mraz, Superstripes 2019, Ischia, Italija, 23.–29. 6. 2019 (3)
30. Tomaž Mertelj, COST Action: CA17123, Lizbona, Portugalska, 24.–26. 9. 2019 (udeležba na Management Committee meeting 3)
31. Tomaž Mertelj, Electron correlation in superconductors and nanostructures, Odesa, Ukrajina, 6.–10. 10. 2019 (1)
32. Tomaž Mertelj, WG3 meeting Meeting COST Action CA17123, Novi Sad, Srbija, 16.–18. 10. 2019 (udeležba na srečanju)
33. Dragan Mihailović, Frontiers of Condensed Matter Physics 2019, Bristol, Združeno kraljestvo; University of Bath, Bath, Združeno kraljestvo, 9.–12. 1. 2019 (1)
34. Dragan Mihailović, Review Panel Meeting CRC 925, Collaborative Research Center, Hamburg, Nemčija, 11.–13. 2. 2019 (evalvacija)
35. Dragan Mihailović, Max Planck Institute for the Physics of Complex System, Dresden, Nemčija; Forum Future Europe, Berlin, Nemčija, 17.–23. 2. 2019 (1)
36. Dragan Mihailović, Area Science Park, Bazovica, Italija, 20. 3. 2019 (udeležba na Interreg Italia-Slovenija Nano-region Kick-off Meeting)

37. Dragan Mihailović, Second International Workshop on Ultrafast Dynamics and Metastability, Georgetown University, Washington DC, ZDA, 13.-18. 4. 2019 (1)
38. Dragan Mihailović, PSI evaluation, Villigen, Švica, 25.-28. 4. 2019 (evalvacija)
39. Dragan Mihailović, 6th Annual Graphene and Related Materials Conference 2019, University of Cambridge, Cambridge, Združeno kraljestvo, 1.-3. 7. 2019 (1)
40. Dragan Mihailović, International Conference on Ultrafast Spectroscopy of Correlated Quantum Materials (USCQM-2019), Liyang, Jiangsu, Kitajska, 13.-18. 7. 2019 (1)
41. Dragan Mihailović, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (SCES 2019), Okajama, Japonska, 22.-26. 9. 2019 (1)
42. Dragan Mihailović, Elettra Sincrotrone Trieste, Trst, Italija, 14. 11. 2019 (1)
43. Dragan Mihailović, Photon Science Division Proposal Review Committee meeting, Zürich, Švica, 17.-20. 10. 2019 (udeležba na evalvacijskem sestanku)
44. Dragan Mihailović, Synergy Grant 2020 (SyG2020) Initial Panel Chair meeting, Bruselj, Belgija, 4.-6. 12. 2019 (udeležba na evalvacijskem srečanju)
45. Aleš Mrzel, 21st International Conference Materials, Methods & Technologies, Burgas, Bolgarija, 29. 6.-5. 7. 2019 (1)
46. Aleš Mrzel, YUCOMAT 2019, Hercegovni, Črna gora, 2.-6. 9. 2019 (1)
47. Mimoza Naseska, Spin Dynamics in Nanostructures - Gordon Research Conference & Seminar, Les Diablerets, Švica, 5.-12. 7. 2019 (1)
48. Mimoza Naseska, Jaka Vodeb, Raziskovalni dnevi 2019, Bled, Slovenija, 25. 9. 2019 (2)
49. Andrej Petelin, Optics of Liquid Crystals (OLC 2019), Quebec, Kanada, 8.-14. 9. 2019 (1)
50. Jan Ravnik, 69th Lindau Nobel Laureate Meeting, Lindau, Nemčija, 30. 6.-5. 7. 2019 (udeležba na 69. srečanju Nobelovih nagradencev z mladimi raziskovalci)
51. Nerea Sebastián Ugarteche, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg, Nemčija, 8.-18. 11. 2019 (1)
52. Lea Spindler, 2nd ICGEB Workshop Modern Biotechnological Advances for Human Health - BAHH, Bukarešta, Romunija, 28. 5.-2. 6. 2019 (1)
53. Lea Spindler, Advances in Noncanonical Nucleic Acids (ANNA) 2019, Rogaska Slatina, Slovenija, 17.-19. 10. 2019 (1)
54. Yevhenii Vaskivskiy, 20th International Young Scientists Conference Optics and High Technology Material Science - SPO 2019, Kijev, Ukrajina, 24. 9.-3. 10. 2019 (1)
55. Nina Verdel, Raziskovalni dnevi za srednješolce 2019, Bled, Slovenija, 23.-25. 9. 2019 (mentoriranje)
56. Mojca Vilfan, 5th Soft Matter Conference 2019 (ISMC2019), Edinburg, Združeno kraljestvo, 2.-9. 6. 2019 (1)
57. Jaka Vodeb, 10th meeting of the SMEC series, Miami, ZDA, 30. 3.-6. 4. 2019 (1)
58. Jaka Vodeb, 1. konferenca o poučevanju matematike, fizike in astronomije, Bled, Slovenija, 28. 9. 2019 (1)
4. Luka Cmok: sinteza urejenih tekočokristalnih elastometrov, Dallas, Teksas, ZDA, 12. 11.-22. 11. 2019 (raziskovalni obisk)
5. Martin Čopič: 17th International Conference on Ferroelectric Liquid Crystals, Boulder, Kolorado, ZDA, 3.-10. 8. 2019 (bilateralni obisk)
6. Irena Drevenšek Olenik: Uni-Luxembourg, Luxembourg, Luksemburg, 3.-7. 6. 2019 (raziskovalni obisk)
7. Irena Drevenšek Olenik: Photorefractive Photonics and beyond (PR'19), Gerardmer, Francija, 18.-26. 6. 2019 (bilateralni obisk)
8. Irena Drevenšek Olenik: High density DNA arrays: models, theories and multiscale simulations, Ljubljana, Slovenija, 24.-26. 7. 2019 (udeležba na delavnici)
9. Irena Drevenšek Olenik: 7th International meeting on Quadruplex Nucleic Acids in raziskovalni obisk na Nankai University, Changchun, Tianjin, Kitajska, 5.-15. 9. 2019 (raziskovalni obisk)
10. Irena Drevenšek Olenik: Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza na Dunaju, Avstrija, 20. 11.-22. 11. 2019 (raziskovalni obisk v okviru bilateralnega projekta)
11. Žiga Gregorin: Fakulteta za fiziko, Dunaj, Avstrija, 17.-21. 6. 2019 (meritve)
12. Žiga Gregorin: Active, Charged, and Magnetic Soft Matter Simulations with ESPResSo, Stuttgart, Nemčija, 6.-12. 10. 2019 (udeležba na poletni šoli)
13. Gregor Jecl: 7th International Doctoral Training Session Frontiers of Condensed Matter, Les Houches, Francija, 16.-27. 9. 2019 (udeležba na poletni šoli)
14. Viktor Kabanov: International Conference Magnetic Resonance - Current State and Future Perspectives (EPR-75), Kazan E. K. Zavoisky Physical-Technical Institute, Kazan, Rusija, 22. 9.-3. 10. 2019 (raziskovalni obisk v okviru bilateralnega projekta)
15. Viktor Kabanov: Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trst, Italija, 14. 10. 2019 (projektni sestanek)
16. Matjaž Ličen: Fakulteta za fiziko, Dunaj, Avstrija, 17.-21. 6. 2019 (meritve)
17. Boris Majaron: BIOS 2019, San Francisco, Kalifornija, ZDA; Beckman Laser Institute, Irvine, Kalifornija, ZDA, 30. 1.-8. 2. 2019 (delovni obisk)
18. Boris Majaron: RECENDT, Linz, Avstrija, 29. 10. 2019 (delovni obisk)
19. Alenka Mertelj: Univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 10. 12.-12. 12. 2019 (delovni obisk)
20. Mimoza Naseska: 2019 European School on Magnetism, Brno, Češka, 2.-13. 9. 2019 (udeležba na poletni šoli)
21. Nerea Sebastián Ugarteche: Department of Applied Physics II of the University of the Basque Country, Bilbao, Španija, 29. 5.-24. 6. 2019 (raziskovalni obisk)
22. Nerea Sebastián Ugarteche: Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg, Nemčija, 8.-18. 11. 2019 (raziskovalni obisk)
23. Nerea Sebastián Ugarteche: Univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 10. 12.-12. 12. 2019 (delovni obisk)
24. Lea Spindler: High density DNA arrays: models, theories and multiscale simulations, Ljubljana, Slovenija, 24.-25. 7. 2019 (udeležba na delavnici)
25. Igor Vaskivskiy: SCS beamline, Hamburg, Nemčija, 12. 11.-18. 11. 2019 (izvedba eksperimenta)
26. Igor Vaskivskiy: Univerza v Stanfordu, San Francisco, ZDA, 20. 11.-25. 11. 2019 (izvedba eksperimenta)
27. Nina Verdel: RECENDT, Linz, Avstrija, 29. 10. 2019 (delovni obisk)
28. Jaka Vodeb: GridKa School 2019 - The Art of Data, Eggenstein-Leopoldshafen; Nemčija, 25.-31. 8. 2019 (udeležba na poletni šoli)
29. Marko Zgonik: Laboratory LMOPS, University of Lorraine and CentraleSupélec, Metz, Francija, 10.-16. 11. 2019 (raziskovalni obisk v okviru bilateralnega projekta)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Izidor Benedičič: International Max Planck Research School for Chemistry and Physics of Quantum Materials, Dresden, Nemčija, 11.-14. 2. 2019 (pogovori o morebitnem sodelovanju)
2. Izidor Benedičič: School of Physics and Astronomy St Andrews University, St. Andrews, Združeno kraljestvo, 25.-27. 2. 2019 (pogovori o morebitnem sodelovanju pri skupnem projektu)
3. Luka Cmok: Department of Engineering, University of Cambridge, Cambridge, Združeno kraljestvo, 6.-11. 10. 2019 (raziskovalni obisk)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. dr. Steven Daniel Conradson, znanstveni svetnik
2. prof. dr. Irena Drevenšek Olenik*, znanstveni svetnik
3. prof. dr. Viktor Kabanov, znanstveni svetnik
4. dr. Matjaž Lukač*
5. prof. dr. Boris Majaron
6. doc. dr. Alenka Mertelj, pomočnik vodje odseka
7. doc. dr. Tomaž Mertelj
8. **prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović, znanstveni svetnik - vodja odseka**
9. dr. Matija Milanič*
10. dr. Aleš Mrzel
11. doc. dr. Natan Osterman*
12. dr. Nerea Sebastián Ugarteche
13. doc. dr. Lea Spindler*
14. dr. Mojca Vilfan
15. *prof. dr. Marko Zgonik*, znanstveni svetnik, odšel 1. 8. 2019*

Podoktorski sodelavci

16. dr. Yelyzaveta Chernolevska
17. dr. Luka Cmok
18. dr. Iaroslav Gerasimenko
19. dr. Andrej Petelin*
20. dr. Igor Vaskivskiy

Mlajši raziskovalci

21. Žiga Gregorin, mag. fiz.
22. Patricija Hribar Boštjančič, mag. kem.
23. Andrej Kranjec, univ. dipl. fiz.
24. Matjaž Ličen, mag. fiz.
25. Anže Mraz, mag. inž. el.
26. Mimoza Naseska
27. *dr. Jan Ravnik, odšel 1. 8. 2019*
28. Yevhenii Vaskivskiy, Master, Ukrajina
29. Rok Venturini, mag. fiz.
30. Nina Verdel, mag. med. fiz.
31. Jaka Vodeb, mag. fiz.

Strokovni sodelavci

32. *Izidor Benedičič, mag. fiz., odšel 1. 8. 2019*
33. *Michele Diego, Laurea in Physics, University Trieste, odšel 1. 10. 2019*
34. Davor Grabnar, dipl. inž. fiz. (VS)
35. *Špela Križ, univ. dipl. slov., odšla 11. 11. 2019*
36. Damjan Svetin, dipl. inž. fiz.
37. Petra Šutar, dipl. inž. kem. tehnol.
38. Damjan Vengust, mag. nanoznanosti in nanotehnologij

Tehniški in administrativni sodelavci

39. Ula Groznic, dipl. upr. ved (UN)
40. Martina Knavs, univ. dipl. arheol.

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

- Agency for Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japonska
- ARESIS, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
- Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, ZDA
- Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung (BAM), Berlin, Nemčija
- Cavendish Laboratory, Cambridge, Velika Britanija
- Chinese Academy of Sciences, Institute of Physics, Peking, Kitajska
- Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Nemčija
- École Normale Lyon, Lyon, Francija
- École Polytechnique fédérale de Lausanne, Švica
- Elettra-Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Basovizza, Trst, Italija
- Fotona, d. d., Ljubljana, Slovenija
- Flatiron Institute, New York, ZDA
- Fermi FEL, Bazovica, Italija
- Graduate School of Science, Department of Physics, Osaka, Japan
- Hokkaido University, Sapporo, Japonska
- Institute of Chemistry, Department of Physical Chemistry & Linz Institute of Organic Solar Cells, University of Linz, Avstrija
- Institute of Quantum Electronics, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, Švica
- Ioffe Physical-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences, Sankt Peterburg, Rusija
- Istituto per lo Studio di Materiali Nanostrutturali - sezione di Bologna, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Italija
- Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Nemčija
- Kazan State University, Kazan, Rusija
- Kotelnikov Institute of RadioEngineering and Electronics RAS, Moskva, Rusija
- Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, ZDA
- Nankai University, TEDA Applied Physics School, Tianjin, Kitajska
- National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Institute of Physics, Kijev, Ukrajina
- National Institute for Material Science, Tsukuba, Japonska
- National Taras Shevchenko University, Physics Faculty, Kijev, Ukrajina
- NFFA, Basovizza, Trst, Italija
- Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norveška
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Nemčija
- OTH Regensburg, Nemčija
- Paul Scherrer Institute, Zürich, Švica
- Politecnico di Milano, Italija
- Radboud University, Nijmegen, Nizozemska
- Saarland University, Saarbrücken, Nemčija
- Shanghai Jiao Tong University, Department of Physics, Šanghaj, Kitajska
- Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Hrvaška
- Technische Universität Wien, Dunaj, Avstrija
- Tokyo University, Tokio, Japonska
- Trinity College Dublin, Irska
- University of Bologna, Italija
- Università degli Studi di Napoli Federico II, Neapelj, Italija
- Università di Pisa, Italija
- Universität Wien, Dunaj, Avstrija
- Universität Zürich, Švica
- University of Bristol, Velika Britanija
- University of California San Diego
- University of California at Irvine, Beckman Laser Institute and Medical Clinic, ZDA
- University of California at Riverside, ZDA
- University of Colorado, Boulder, CO, ZDA
- University of Duisburg-Essen, Faculty of Physics, Duisburg, Nemčija
- University of Lorraine and Centrale Supélec, Metz, Francija
- University of Luxembourg
- University of Tsukuba, Japonska
- Wigner Centre for Science, Budimpešta, Madžarska
- Zhejiang University, Department of Physics, Hangzhou, Kitajska

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Jan Ravnik, Igor Vaskivskiy, Yaroslav Gerasimenko, Michele Diego, Jaka Vodeb, Viktor V. Kabanov, Dragan Mihailović, "Strain-induced metastable topological networks in laser-fabricated TaS₂ polytype heterostructures for nanoscale devices", *ACS applied nano materials*, 2019, **2**, 6, 3743-3751. [COBISS.SI-ID 32649511]
- Luka Rogelj, Urban Pavlovčič, Jošt Stergar, Matija Jezeršek, Urban Simončič, Matija Milanič, "Curvature and height corrections of hyperspectral images using built-in 3D laser profilometry", *Applied optics*, 2019, **58**, 32, 9002-9012. [COBISS.SI-ID 3383908]
- Dorian Alden, Tinkara Troha, Ronny Kirste, Seiji Mita, Qiang Guo, Axel Hoffmann, Marko Zgonik, Ramón Collazo, Zlatko Sitar, "Quasi-phase-matched second harmonic generation of UV light using AlN waveguides", *Applied physics letters*, 2019, **114**, 10, 103504. [COBISS.SI-ID 3297380]
- Dragan Mihailović, "The importance of topological defects in photoexcited phase transitions including memory applications", *Applied sciences*, 2019, **9**, 5, 890. [COBISS.SI-ID 32194087]
- Fulin Xing, Shuang Xun, Yanhan Zhu, Fen Hu, Irena Drevenšek Olenik, Xinzhen Zhang, Leitong Pan, Jingjun Xu, "Microfluidic assemblies designed for assessment of drug effects on deformability of human erythrocytes", *Biochemical and biophysical research communications*, 2019, **512**, 2, 303-309. [COBISS.SI-ID 3298404]
- Nina Verdel, Ana Marin, Matija Milanič, Boris Majaron, "Physiological and structural characterization of human skin in vivo using combined photothermal radiometry and diffuse reflectance spectroscopy", *Biomedical optics express*, 2019, **10**, 2, 944-960. [COBISS.SI-ID 32071719]
- Rok Dolenc, Elmar Laistler, Matija Milanič, "Assessing spectral imaging of the human finger for detection of arthritis", *Biomedical optics express*, 2019, **10**, 12, 6555-6568. [COBISS.SI-ID 3386980]
- Mohamed Alaasar, Marko Prehm, Sebastian Belau, Nerea Sebastián Ugarteche, Martharyta Kurachkina, Alexey Eremin, Changlong Chen, Feng Liu, Carsten Tschierske, "Polar order, mirror symmetry breaking, and photoswitching of chirality and polarity in functional bent-core mesogens", *Chemistry: A European Journal*, 2019, **25**, 25, 6362-6377. [COBISS.SI-ID 32342567]
- Jie Hu *et al.* (18 avtorjev), "Magnetic nanoplatelets for high contrast cardiovascular imaging by magnetically modulated optical coherence tomography", *ChemPhotoChem*, 2019, **3**, 529-539. [COBISS.SI-ID 32325415]
- Aleksander Drenik, Sebastijan Brezinšek, P. Carvalho, V. Huber, Natan Osterman, G. F. Matthews, Mitja Nemeč, "Analysis of the outer divertor hot spot activity in the protection video camera recordings at JET", *Fusion engineering and design*, 2019, **139**, 115-123. [COBISS.SI-ID 12440916]
- Eduard Westphal, Hugo Gallardo, Nerea Sebastián Ugarteche, Alexey Eremin, Marko Prehm, Mohamed Alaasar, Carsten Tschierske, "Liquid crystalline self-assembly of 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole based bent-core molecules and the influence of carbosilane end-groups", *Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices*, 2019, **7**, 10, 3064-3081. [COBISS.SI-ID 32342823]
- Yevhenii Vaskivskiy, Yelyzaveta Chernolevska, Antonina Vasylieva, Valeriy Pogorelov, Rasa Platakayte, Joana Stocka, Iryna Doroshenko, "1-Hexanol conformers in a nitrogen matrix: FTIR study and high-level ab initio calculations", *Journal of molecular liquids*, 2019, **278**, 356-362. [COBISS.SI-ID 32331303]
- Patricija Hribar, Matija Tomšič, Andrej Jamnik, Darja Lisjak, Alenka Mertelj, "Electrostatic interactions between barium hexaferrite nanoplatelets in alcohol suspensions", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019, **123**, 37, 23272-23279. [COBISS.SI-ID 32638247]
- Jaka Vodeb, Viktor V. Kabanov, Yaroslav Gerasimenko, Igor Vaskivskiy, Jan Ravnik, Dragan Mihailović, "Theoretical modeling of the non-equilibrium amorphous state in 1T-TaS₂", *Journal of superconductivity and novel magnetism*, 2019, **32**, 10, 3057-3063. [COBISS.SI-ID 32163367]
- J. J. Bian, Mojca Otoničar, Matjaž Spreitzer, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, "Structural evolution, dielectric and energy storage properties of Na(Nb_{1-x}Ta_x)O₃ ceramics prepared by spark plasma sintering", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 7, 2339-2347. [COBISS.SI-ID 32106023]
- Tomaž Ivanušič, Matjaž Lukač, Nejc Lukač, Matija Jezeršek, "SSP/SWEEPS Endodontics with the SkyPulse Er:YAG Dental Laser", *LAHA: journal of the Laser and Health Academy*, 2019, **2019**, 1, 1-10. [COBISS.SI-ID 16962587]

17. Matjaž Ličen, Stefano Masiero, Irena Drevenšek Olenik, "Photoisomerizable guanosine derivative as a probe for DNA basepairing in Langmuir monolayers", *Langmuir*, 2019, **35**, 20, 6550-6561. [COBISS.SI-ID 3308132]
18. Matija Milanič, Adam Cenian, Nina Verdel, Witold Cenian, Jošt Stergar, Boris Majaron, "Temperature depth profiles induced in human skin in vivo using pulsed 975nm irradiation", *Lasers in surgery and medicine*, 2019, **51**, 9, 774-784. [COBISS.SI-ID 3317604]
19. Matija Milanič, Blaž Tašič Muc, Nejc Lukač, Matjaž Lukač, "Numerical study of hyper-thermic laser lipolysis with 1,064 nm Nd:YAG laser in human subjects", *Lasers in surgery and medicine*, 2019, **51**, 10, 897-909. [COBISS.SI-ID 3318628]
20. Mathias Fleisch, Shaohua Gao, Dejan Bošnjaković, Xinzhen Zhang, Romano Anton Rupp, Irena Drevenšek Olenik, "Laser-written polymeric scaffolds for micro-patterned liquid crystal alignment", *Liquid crystals*, 2019, **46**, 13/14, 2075-2084. [COBISS.SI-ID 3320164]
21. Damjan Vengust, Matejka Podlogar, Aleš Mrzel, Mojca Vilfan, "Rapid reaction of Mo₂N nanowires with Pb²⁺ ions in water and its use for production of PbMoO₄ nanoparticles", *Materials chemistry and physics*, 2019, **226**, 20-25. [COBISS.SI-ID 3201617]
22. Yaroslav Gerasimenko, Igor Vaskivskiy, Maksim Litskevich, Jan Ravnik, Jaka Vodeb, Michele Diego, Viktor V. Kabanov, Dragan Mihailović, "Quantum jamming transition to a correlated electron glass in 1T-TaS₂", *Nature materials*, 2019, **18**, 10, 1078-1083. [COBISS.SI-ID 32539431]
23. Jaka Vodeb, Viktor V. Kabanov, Yaroslav Gerasimenko, Rok Venturini, Jan Ravnik, Marion Van Midden, Erik Zupanič, Petra Šutar, Dragan Mihailović, "Configurational electronic states in layered transition metal dichalcogenides", *New journal of physics*, 2019, **21**, 083001. [COBISS.SI-ID 32545831]
24. Yaroslav Gerasimenko, Petr Karpov, Igor Vaskivskiy, Serguei Brazovskii, Dragan Mihailović, "Intertwined chiral charge orders and topological stabilization of the light-induced state of a prototypical transition metal dichalcogenide", *npj quantum materials*, 2019, **4**, 32. [COBISS.SI-ID 32480551]
25. M. Blaickner, B. Demirel, Irena Drevenšek Olenik, Martin Fally, Peter Flauger, P. Geltenbort, Yuji Hasegawa, R. Kurinjimala, Matjaž Ličen, Christian Pruner, S. Sponar, Yasuo Tomita, Jürgen Klepp, "Monte-Carlo simulation of neutron transmission through nanocomposite materials for neutron-optics applications", *Nuclear instruments and methods in physics research. Section A, Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 2019, **916**, 154-157. [COBISS.SI-ID 3267940]
26. Shaohua Gao, Mathias Fleisch, Romano Anton Rupp, Luka Cmok, Peter Medle Rupnik, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Xinzhen Zhang, Irena Drevenšek Olenik, "Magnetically tunable optical diffraction gratings based on a ferromagnetic liquid crystal", *Optics express*, 2019, **27**, 6, 8900-8911. [COBISS.SI-ID 3298148]
27. Takuya Naruta, Takuya Akita, Yoshiaki Uchida, Darja Lisjak, Alenka Mertelj, Noriyuki Nishiyama, "Magnetically controllable random laser in ferromagnetic nematic liquid crystals", *Optics express*, 2019, **27**, 17, 24426-24433. [COBISS.SI-ID 32567335]
28. Peter Naglič, Luka Vidovič, Matija Milanič, Lise L. Randeberg, Boris Majaron, "Suitability of diffusion approximation for an inverse analysis of diffuse reflectance spectra from human skin in vivo", *OSA continuum*, 2019, **2**, 3, 905-922. [COBISS.SI-ID 32196391]
29. Richard J. Mandle, Alenka Mertelj, "Orientational order in the splay nematic ground state", *PCCP. Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2019, **21**, 34, 18769-18772. [COBISS.SI-ID 32595239]
30. Matija Jezeršek, Teja Jereb, Nejc Lukač, Ana Tenyi, Matjaž Lukač, Aleš Fidler, "Evaluation of apical extrusion during novel Er:YAG laser-activated irrigation modality", *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*, 2019, **37**, 9, 544-550. [COBISS.SI-ID 16898587]
31. Jan Skolimowski, Yaroslav Gerasimenko, Rok Žitko, "Mottness collapse without metallization in the domain wall of the triangular-lattice Mott insulator 1T-TaS₂", *Physical review letters*, 2019, **122**, 3, 036802. [COBISS.SI-ID 32057895]
32. Dmitrii P. Pavlov, Rustem R. Zagidullin, Vladimir M. Mukhortov, Viktor V. Kabanov, Tetsuo Adachi, Takayuki Kawamata, Yoji Koike, Rinat F. Mamin, "Fabrication of high-temperature quasi-two-dimensional superconductors at the interface of a ferroelectric Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO₃ film and an insulating parent compound of La₂CuO₄", *Physical review letters*, 2019, **122**, 23, 237001. [COBISS.SI-ID 32455975]
33. Venera Nasretdinova, Miloš Borovšak, Jernej Mravlje, Petra Šutar, Evgeny A. Goreschnik, Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, "Time-resolved reflectivity and Raman studies of the interplay of electronic orders in Mo₈O₂₃", *Physical review. B*, 2019, **99**, 8, 085101. [COBISS.SI-ID 32078631]
34. Viktor V. Kabanov, "Symmetry-enforced Dirac points in antiferromagnetic semiconductors", *Physical review. B*, 2019, **99**, 23, 235154. [COBISS.SI-ID 32499495]
35. D. Bossini *et al.* (11 avtorjev), "Laser-driven quantum magnonics and terahertz dynamics of the order parameter in antiferromagnets", *Physical review. B*, 2019, **100**, 2, 024428. [COBISS.SI-ID 32543527]
36. Gašper Glavan, Wolfgang Kettl, Alexander Brunhuber, Mikhail Shamonin, Irena Drevenšek Olenik, "Effect of material composition on tunable surface roughness of magnetoactive elastomers", *Polymers*, 2019, **11**, 594. [COBISS.SI-ID 3299684]
37. Tadej Emeršič, Rui Zhang, Žiga Kos, Simon Čopar, Natan Osterman, Juan J. de Pablo, Uroš Tkalec, "Sculpting stable structures in pure liquids", *Science advances*, 2019, **5**, eaav4283. [COBISS.SI-ID 3291748]
38. Venera Nasretdinova, Yaroslav Gerasimenko, Jernej Mravlje, G. Gatti, Petra Šutar, Damjan Svetin, Anton Meden, Viktor V. Kabanov, A. Yu. Kuntsevich, M. Grioni, Dragan Mihailović, "Unveiling the electronic transformations in the semi-metallic correlated-electron transitional oxide Mo₈O₂₃", *Scientific reports*, 2019, **9**, 15959. [COBISS.SI-ID 32821287]
39. Matej Arko, Andrej Petelin, "Cross-differential dynamic microscopy", *Soft matter*, 2019, **15**, 13, 2791-2797. [COBISS.SI-ID 32334631]
40. Alenka Mertelj, Borut Lampret, Darja Lisjak, Jürgen Klepp, J. Kohlbrecher, Martin Čopič, "Evolution of nematic and ferromagnetic ordering in suspensions of magnetic nanoplatelets", *Soft matter*, 2019, **15**, 27, 5412-5420. [COBISS.SI-ID 32517415]
41. Jure Brenc, Luka Cmok, Nerea Sebastián Ugarteche, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Irena Drevenšek Olenik, "Optical second harmonic generation in a ferromagnetic liquid crystal", *Soft matter*, 2019, **15**, 43, 8758-8765. [COBISS.SI-ID 3365476]
42. Shaohua Gao *et al.* (13 avtorjev), "Compartmentalized out-of-plane alignment of liquid crystals based on femtosecond laser direct writing and its applications", *Zhāngguójiāguāng*, 2019, **46**, 5, 0508009. [COBISS.SI-ID 3323492]

KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Tomaž Mertelj, Viktor V. Kabanov, "Comment on "Ultrafast reversal of the ferroelectric polarization"", *Physical review letters*, 2019, **123**, 129701. [COBISS.SI-ID 32682791]

STROKOVNI ČLANEK

1. Natan Osterman, "Nobelova nagrada za fiziko 2018: Optična pinceta in metoda za ustvarjanje ultrakratkih optičnih sunkov visokih intenzitet", *Proteus*, 2019, **81**, 8, 342-349. [COBISS.SI-ID 384169]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Vasyl Shvalya, Gregor Filipič, Damjan Vengust, Janez Zavašnik, Martina Modic, Ibrahim Abdulhalim, Uroš Cvelbar, "Reusable copper oxides based plasmonic templates for improved SERS detection", V: *55th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials & the Workshop on Laser Systems and Photonics, September 25 - September 27 2019, Bled Slovenia*, Conference proceedings, MIDEM, 2019, 14. [COBISS.SI-ID 33126695]
2. Luka Rogelj, Urban Pavlovčič, Matija Jezeršek, Matija Milanič, Urban Simončič, "Reducing object curvature and height variation effects in hyperspectral images", V: *Diffuse Optical Spectroscopy and Imaging VII, European Conferences on Biomedical Optics, 23-27 June 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11074**), SPIE, 2019, 110742E. [COBISS.SI-ID 3332196]
3. Jošt Stergar, Rok Dolenec, Katja Lakota, Martina Perše, Matija Tomšič, Matija Milanič, "Tissue fixation and substrate selection in hyperspectral imaging of murine models", V: *Diffuse Optical Spectroscopy and Imaging VII, European Conferences on Biomedical Optics, 23-27 June 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11074**), SPIE, 2019, 110741S. [COBISS.SI-ID 3332452]
4. Nina Verdel, Jovan Tanevski, Sašo Džeroski, Boris Majaron, "Hybrid technique for characterization of human skin by combining machine learning and inverse Monte Carlo approach", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751k. [COBISS.SI-ID 32537639]
5. Ana Marin, Nina Verdel, Matija Milanič, Boris Majaron, "Influence of healthy skin baseline on bruise dynamics parameters as assessed by optical methods", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich,*

Germany, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751o. [COBISS.SI-ID 32537895]

6. Rok Dolenc, Luka Rogelj, Jošt Stergar, Matija Milanič, "Modular multi-wavelength LED based light source for hyperspectral imaging", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751M. [COBISS.SI-ID 3332964]
7. Nina Verdel, Jovan Tanevski, Sašo Džeroski, Boris Majaron, "A machine-learning model for quantitative characterization of human skin using photothermal radiometry and diffuse reflectance spectroscopy", V: *Photonics in Dermatology and Plastic Surgery 2019: January 28, 2017, San Francisco, California*, (Proceedings of SPIE, **10851**), SPIE, 2019, 1085107. [COBISS.SI-ID 32183335]
8. Daniel Zabek, Andrzej Grzebielec, Luka Cmok, Patricija Hribar, Alenka Mertelj, "Two-phase ferrofluid systems: surfactants and thermal properties of iron oxide Nanofluids for Condensation", V: *XIV Research & Development in Power Engineering (RDPE 2019), December 3-6, Warsaw, Poland*, (E3S web of conferences, **137**), 2019, 01015. [COBISS.SI-ID 33133607]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK Z RECENZIJO

1. Irena Drevenšek Olenik, Boštjan Golob, Igor Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*, 4. natis, (Zbirka izbranih poglavij iz fizike, **38**), DMFA - založništvo, 2019. [COBISS.SI-ID 302614016]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Boris Majaron, *Optične metode v medicini*, Ljubljana: Fakulteta za matematiko in fiziko, 2019. [COBISS.SI-ID 3338084]

PATENTNA PRIJAVA

1. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, *Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov*, EP3486218 (A1), European Patent Office, 22. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 32049191]

PATENT

1. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, *Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov*, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 32049191]
2. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, *Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element*, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019. [COBISS.SI-ID 28426535]
3. Nejc Lukač, Matjaž Lukač, Matija Jezeršek, Peter Gregorčič, *Cleaning system*, EP3127502 (B1), European Patent Office, 20. 03. 2019. [COBISS.SI-ID 16243483]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Jan Ravnik, *Raziskave ultrahitrih procesov v koreliranih materialih s tunelskim vrstičnim mikroskopom: doktorska disertacija*, Ljubljana, 2019 (mentor Dragan D. Mihailović). [COBISS.SI-ID 3335780]

Glavna področja našega dela so:

- **teoretična, eksperimentalna in uporabna reaktorska fizika**
- **fizika plazme**
- **nevtronski transportni preračuni v fuzijskih reaktorjih**
- **fizika polprevodniških elementov**
- **medicinska fizika**

Na področju reaktorske fizike smo raziskave nadaljevali predvsem v smeri razvoja novih računskih in eksperimentalnih metod za analizo raziskovalnih in močnostnih fizijskih in fuzijskih jedrskih reaktorjev.

V sklopu mednarodnega projekta E-SiCure – Razvoj silicijevega karbida za izboljšano varovanje mej in pristanišč, ki poteka v mednarodnem partnerstvu pod okriljem programa NATO Znanost za mir, smo nadaljevali razvoj detektorjev nevtronov na osnovi SiC, ki bi bili uporabni za nadzor nad fizijskim materialom. Izdelali smo več prototipnih SiC detektorjev z različnimi konverterji nevtronov v težke nabite delce (delce alfa in tritone) iz ^{10}B in ^6LiF . Delovanje detektorjev smo testirali v nevtronskem polju v suhi celici reaktorja TRIGA na IJS. Odziv posameznih detektorjev je bil jasno merljiv in spodbuden za konkretne aplikacije.

V letu 2019 smo v sodelovanju z Univerzo v Sheffieldu, ZK na reaktorju TRIGA, izvedli obsevanja piezoakustičnih detektorjev podjetij Precision Acoustics in TWI, kjer smo testirali njihovo odpornost na sevanje. Poleg obsevanj smo nudili tudi računsko podporo, in sicer v smislu izračuna hitrosti doze, ter kumulativno dozo sevanja nevtronov in žarkov gama. Pri tem smo na odseku F8 razvili in validirali programski paket JSIR2S, ki omogoča izračune zakasnelega sevalnega polja in prispeva 30 % k celotnemu sevalnemu polju žarkov gama.

V letu 2019 smo končali serijo projektov za francoski inštitut IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) kot del konzorcija z družbo IDOM. Prvi izmed teh projektov je imel naslov Študija DPA v reaktorski posodi tlačnovodnih reaktorjev. Raziskan je bil vpliv izbire raznih DPA ter poškodbenih jedrskih presekov in različnih metodologij za določanje končnih DPA.

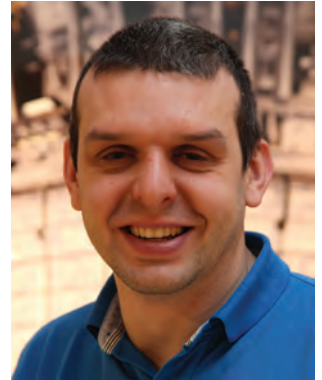
S podjetjem Rolls-Royce Civil Nuclear SAS (Meylan, Francija) smo začeli sodelovati pri eksperimentalnem testiranju nuklearne instrumentacije na reaktorju TRIGA na IJS. V letu 2019 smo za potrebe testiranja modificirali tangencialni horizontalni kanal reaktorja, ki prebada termalno kolono, karakterizirali nevtronsko polje v notranjosti kanala in izvedli dve eksperimentalni kampanji.

V letu 2019 smo začeli delati na evropskem projektu EURAD, v sklopu katerega sodelujemo v skupini WP3 CORI – cementno organske interakcije med radionuklidi in WP8 SFC – karakterizacija izrabljenega goriva. Znotraj WP3 smo začeli raziskovati medsebojne vplive cementa, organskih molekul in radionuklidov z namenom varnega odlaganja nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov v okviru delovnega paketa CORI (evropskega skupnega programa za ravnanje z radioaktivnimi odpadki EURAD H2020). Začeli smo izvajati študije radiolitične razgradnje superplastifikatorjev z obsevanjem z žarki gama na reaktorju TRIGA. Znotraj WP8 bomo sodelovali pri podrobnih izračunih zakasne toplote ter nevtronskega in ftonskega izvora goriva gorivnih elementov reaktorjev tipa PWR in BWR. Primerjava bo obsegala občutljivostno in negotovostno analizo, uporabo različnih kod in modelov.

Leta 2019 se je začel projekt ENEEP – **European Nuclear Experimental Educational Platform**, ki je financiran iz evropskih sredstev. Namen projekta je ustanoviti platformo na evropski ravni, ki bo omogočala eksperimentalne izobraževalne aktivnosti na področju jedrske tehnike za študente na vseh ravneh študija in mlade profesionalce. Pri projektu sodelujemo s partnerji iz STU (Slovaška), CTU (Češka), ATI (Avstrija) in BME (Madžarska).

Prav tako smo s kolegi iz CEA Cadarache začeli z raziskavami o izvedljivosti uporabe pulznega načina obratovanja reaktorja za specifične aplikacije, npr. za testiranje nuklearne instrumentacije pri izjemno visokih ravneh nevtronskega fluksa, t. j. do $10^{16} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ki so dosegljive le ob pulzu reaktorja. Pri tem je nujna sposobnost sprotnega merjenja absolutnega nivoja fluksa nevtronov, ki se v času nekaj ms spremeni za 6–7 velikostnih redov. V letu 2020 na reaktorju TRIGA načrtujemo eksperimentalno kampanjo z uporabo miniaturnih fizijskih celic in aktivacijskih meritev.

V sodelovanju s kolegi s CEA Cadarache in CEA Saclay smo na področju nevtronske dozimetrije nadaljevali študij reakcij zajetja nevtrona, ki so pretežno občutljive na termično in resonančno energijsko območje, ki bi se jim z uporabo ustreznih filtrov termičnih in epitermičnih nevtronov na osnovi borovih spojin občutljivost premaknila v epitermično energijsko območje. To območje je v nevtronski dozimetriji slabo pokrito zaradi zelo majhnega števila



Vodja:
prof. dr. Luka Snoj

reakcij zajetja, ki imajo tam izrazite resonance, in pragovnih reakcij, za katere je prag zelo nizek. Opravili smo razsežno eksperimentalno kampanjo na reaktorju TRIGA, v kateri smo izmerili reakcijske hitrosti za 10 identificiranih jedrskih reakcij z uporabo filtrov iz borovega nitrida (BN), borovega karbida (B₄C) in obogatene borovega karbida 10B₄C. V kampanjo smo vključili tudi standardne jedrske reakcije, ki se uporabljajo v nevtronski dozimetriji. Prvi rezultati kampanje potrjujejo znaten premik občutljivosti identificiranih jedrskih reakcij s termičnega v epitermično energijsko območje z uporabo filtrov iz BN, B₄C in 10B₄C.

V sodelovanju s CEA Cadarache smo nadaljevali načrtovanje meritev preseka za zajetje termičnih nevtronov v ²⁴¹Am. Opravili smo testne meritve aktivacije ²⁴²Am/²⁴²Cm z uporabo vzorcev z nizko začetno aktivnostjo ²⁴¹Am, izdelanih na IJS. Določili smo optimalne začetne aktivnosti ²⁴¹Am vzorcev za eksperimentalno kampanjo v reaktorju TRIGA, ki bo predvidoma izvedena v prvi polovici leta 2020.

Razvili smo dvokoračno metodo za izračun polja žarkov gama in jo uporabili za načrtovanje meritev žarkov gama s kalorimetrično metodo. Meritve bomo izvedli v sodelovanju s kolegi s CEA Cadarache v letu 2020.

Tudi leta 2019 smo aktivno sodelovali v delovnih skupinah OECD/NEA, International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project (ICSBE) in International Reactor Physics Experiment Evaluation Project (IRPhEP), kjer smo prispevali novo evalvacijo referenčnega eksperimenta z raztopino UO₂F₂ v sferni geometriji, ki je izjemno pomemben eksperiment za analizo kritičnosti reprocesiranega goriva. Udeležili smo se delovnih sestankov skupine ter sodelovali pri neodvisnih recenzijah tujih poročil o referenčnih eksperimentih.

Leta 2019 je Evropska komisija odobrila 4-letni projekt SANDA, pri katerem sodelujemo na področju priprave in validacije nevtronskih podatkov. Evropski projekt SANDA je nadaljevanje projektov CHANDA in ANDES, ki sta bila uspešno zaključena v preteklosti.

Leta 2019 smo nadaljevali mednarodno sodelovanje pod vodstvom švedskih organizacij Vattenfall, SKB in SSB na področju karakterizacije izrabljenega jedrskega goriva. V tesnem sodelovanju z EC-JRC Geel in SCK • CEN smo opravili izračune v sklopu t. i. slepega testa, kjer smo neodvisno določili zakasnelo toploto nekaj izbranih gorivnih elementov. Delo se bo še nadaljevalo v okviru NEA OECD.

Tudi v letu 2019 smo ponudili podporo obratovanju Nuklearne elektrarne Krško (NEK). Izvedli smo neodvisne projektne izračune za 31. cikel in fizikalne teste ob začetku obratovanja po zaključenem remontu. NEK smo ponudili tudi strokovno in računsko podporo za projekt bodočega suhega skladiščenja izrabljenih gorivnih elementov. V sklopu aplikativnega projekta ARRS (sofinancer NEK) smo nadaljevali razvoj programa McCord, s katerim želimo avtomatično prenesti informacijo o gorivu iz COR-2 izračunov v program MCNP za poljubno obratovalno stanje elektrarne. Opravljena je bila osnovna kalibracija parametrov in verifikacija rezultatov pri HZP in HFP pogojih.

Delo na področju fizike plazme smo v letu 2019 v popolnosti navezali na jedrsko fuzijo. Večina dela je bila povezana z delčnimi simulacijami in teorijskim modeliranjem. Vključeni smo bili v projekt **EUROfusion Enabling Research I**, v katerem raziskujemo možnosti in posledice t. i. emitirajočega divertorja. Naš del je zavzemal teoretično modeliranje in simulacije, ki so močno povezane s preteklim delom na t. i. obrnjenem plašču. Uspelo nam je razviti prvi teoretični kvantitativni model obrnjenega plašča, naredili pa smo tudi simulacijski model, s katerim smo po do sedaj dobljenih rezultatih precej dobro potrdili pravilnost teorijskega modela. To delo bomo nadaljevali tudi v prihodnjem letu. Sodelovali smo tudi v sklopu projekta **EUROfusion MST1**, kjer smo vključeni v raziskave filamentarnega transporta. Eksperimentalno delo je zajemalo meritve v L- in H-načinu na dveh tokamakih (TCV in AUG) z različnimi načini dovajanja devterija. Naša skupina je kot prva začela tudi s kinetičnimi simulacijami paralelne dinamike filamentarnega transporta v postrgani plazmi, za kar smo nadgradili delčno kodo BIT1 in izdelali simulacijski model. Model je samousklajen in zajema model radialnih izgub, vključenost vseh atomskih fizikalnih procesov in recikliranje nabitih delcev tako v paralelni kot v radialni smeri. Z njim bomo določevali toplotne obremenitve in nove robne

pogoje za postrgano plazmo tokamakov. V sklopu projekta **EUROfusion PFC** smo sodelovali pri meritvah v tokamaku WEST, kjer je bil poudarek na podatkih, pridobljenih z Langmuirjevimi sondami, nameščenimi v zidu reaktorja. Pri projektu **EUROfusion MST2** smo v sodelovanju z odsekom R4 prispevali nove izračune termične obremenitve nove sondne glave za tokamake MST ter izračunali prepustnosti rež in mrežic za ionski energijski analizador, ki je nameščen na njej.

V letu 2019 smo sodelavci odseka F8 v sodelovanju s kolegi z več drugih evropskih institutov/laboratorijev/univerz analizirali rezultate, pridobljene pri eksperimentalnem delu na tokamaku **Joint European Torus - JET**, trenutno največjem fuzijskem reaktorju. Glavnina dela je bila posvečena kalibraciji detektorjev nevtronov pri različnih energijah. V sklopu tega projekta smo simulirali odziv detektorjev pri različnih plazmah (DD, DT, TT) ter določili kalibracijske faktorje za fisiske celice (za merjenje časovne odvisnosti pridelka/izseva nevtronov) in aktivacijski sistem (za



Slika 1: Prototipna detektorja nevtronov na osnovi silicijevega karbida (SiC), razvita v okviru projekta E-SiCure, ki sta bila testirana v reaktorju TRIGA na IJS. Detektorji so sestavljeni iz Schottkyjevih diod in SiC in okrog 2 µm tankih konverterjev nevtronov v nabite delce v obliki tankih plasti ¹⁰B₄C ali ⁶LiF na aluminijastem substratu in delujejo v vakuumu.

merjenje celotnega števila sproščenih nevtronov). Računska podpora je bila ključnega pomena za plazemski izvor TT nevtronov. Kalibracijski postopek za DT plazmo je bil večinoma zaključen že konec leta 2018, za dokončno potrditev določitve vrednosti kalibracijskih faktorjev pa bo treba počakati na eksperimente. Kalibracija na TT nevtrone je pomembna kot podpora eksperimentom, ki bodo opravljene s tritijevo plazmo. Poleg tega še vedno izvajamo analize, s katerimi želimo izboljšati razumevanje postopka in zanesljivost računsko določenih korekcijskih parametrov.

V okviru Evropskega fuzijskega programa (Fusion for Energy-F4E in EUROfusion) smo nadaljevali mednarodno sodelovanje, začeto pred 20 leti na področju nevtronike fuzijskih reaktorjev, ki vključuje eksperimentalne in teoretične raziskave. Pred 20 leti, 21.–22. marca 2000, se je Slovenija prav s temi raziskavami prvič vključila v Evropski fuzijski program. V okviru priprav za izvedbo novega eksperimenta na FNG napravi v Frascatiju, Water Cooled Lithium Lead (WCLL) benchmark, smo modelirali predlagani eksperiment s pomočjo programa XSUN-2017/SUSD3D za transport, občutljivostne in negotovostne analize. Občutljivostne in negotovostne analize omogočajo optimizacijo meritev ter oceno pričakovanih računskih negotovosti, na podlagi katerih lahko sklepamo na uporabnost meritev za izboljšanje osnovnih nuklearnih podatkov.

Na OECD/NEA sestankih (WPEC SG47, IRPhE/ICSBEP, EGRTS) smo predstavili evalvacijo »benchmark« eksperimenta FNG-Copper, ki smo ga izvedli v letih 2016–2017 za validacijo nevtronskih presekov za baker.

Glavni cilj projekta je določitev radiacijskega obsevanja strukturnih elementov fisijskih in fuzijskih reaktorjev z visoko natančnostjo. Predvsem se zanimamo za doze in reakcijske hitrosti, radiacijske poškodbe in aktivacijo materialov tlačne posode jedrske elektrarne in drugih sestavnih delov reaktorjev. Zaradi visokih gradientov sevanja to zahteva natančne transportne izračune, iz varnostnih in ekonomskih razlogov pa je treba poznati tudi pripadajoče negotovosti.

Negotovosti, povezane z jedrskimi podatki, ostajajo glavni vir računskih negotovosti, saj sodobne matematične metode, kot je metoda Monte Carlo, in sodobni računalniški programi omogočajo dokaj natančen popis izvora sevanja in geometrije. Za preveritev teh orodij uporabljamo referenčne eksperimente, kot so npr. tisti, ki so pripravljeni v SINBAD bazi eksperimentalnih podatkov. Merske negotovosti so pri teh eksperimentih tipično precej manjše od računskih negotovosti, kar nam ponuja povratne informacije o jedrskih podatkih in validacijo le-teh. V okviru OECD/Nuclear Energy Agency IJS in CEA sodelujeta v delovni skupini »Working Party on International Nuclear Data Evaluation Co-operation« (WPEC) Subgroup 47 (WPEC SG47: Uporaba celotne baze eksperimentov SINBAD za preveritev jedrskih podatkov).

Junija 2019 smo organizirali prvi sestanek skupine WPEC SG47 v okviru triletnega mandata <https://www.oecd-nea.org/science/wpec/sg47/>. Koordinator skupine je prof. dr. Ivan A. Kodeli, IJS.

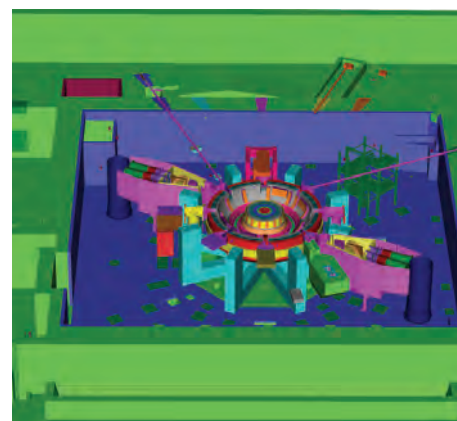
V okviru sodelovanja med IJS in CEA smo se osredotočili na analizo referenčnih eksperimentov, ki so bili izvedeni v Združenem kraljestvu v reaktorju NESPOR/Winfrith v eksperimentih ASPIS. Podatki o teh meritvah so že dostopni v SINBAD bazi podatkov. Na IJS smo opravili preračune z Monte Carlo programom MCNP za JSI in knjižnice jedrskih podatkov Cielo-62017, ENDF/B-VII, /B-VI, JENDL4.0u in JEFF3.3, medtem ko je CEA (A. Hajji) uporabila Monte Carlo program TRIPOLI4 in Serpent ter knjižnice jedrskih podatkov JEFF-3.1.1, JEFF-3.2, ENDF/B-VIII, JENDL-4.0 in JEFF3.2 z opisom kotne odvisnosti sipanja nevtronov za Fe56 iz knjižnice JENDL.

Glavni trendi rezultatov analize ASPIS Iron88 eksperimenta med obema skupinama so podobni, opazili pa smo sistematične razlike med njimi v višini približno 10 %. Ker smo opazili podobne razlike tako pri TRIPOLI-4 kot pri SERPENT programih, kaže, da razlike izhajajo pretežno iz razlik v modeliranju. Raziskali smo več vidikov modeliranja, zlasti uporabljeni fisijski spekter, jedrske podatke, ki se uporabljajo za račun aktivacije detektorjev, geometrijskih detajlov (1 mm vrzeli med fisijsko ploščo in aluminijem), ter pomnoževanje nevtronov v fisijski plošči. Čeprav ti faktorji vplivajo na rezultate preračunov, pa vendar ne pojasnijo v celoti opažene 10-odstotne razlike v rezultatih med IJS in CEA.

Podobni glavni trendi pa so kljub temu pokazali na pomanjkljivosti novejših evalvacij jedrskih podatkov, tako tistih, ki so bili opravljene v EU v okviru JEFF-3.3 knjižnice, kot tudi v US v ENDF/B-VIII knjižnici. Presenetljivo so se starejše knjižnice nuklearnih podatkov odrezale precej bolje. Rezultate smo predstavili na sestankih OECD/NEA (podskupine WPEC SG39), na mednarodni konferenci ICAPP2019, objavljena pa je bila tudi publikacija v mednarodni reviji *Annals of Nuclear Energy*.

Pri OECD/NEA smo sodelovali tudi v okviru projekta Uncertainty Analysis in Modelling (UAM) v skupini pod vodstvom G. Rimpault, CEA.

Sodelavci odseka F8 smo opravili preračune nevtronskega polja na različnih mestih v notranjosti JET torusa, predvsem kot podporo nevtronski/gama diagnostiki za JET. Nevtronske spektre ter flukse, reakcijske hitrosti in hitrosti doze zaradi nevtronov smo izračunali za različne detektorje in primere DD, DT in TT plazme. Večino izračunov smo izvedli z namenom priprave na DT kampanjo na JET, ki bo potekala v letih 2020/21, ter v podporo preteklim



Slika 2: Prerez skozi center plazme MCNP modela, ki se uporablja za simulacijo transporta delcev znotraj in zunaj hale tokamaka JET. Model je vizualiziran s pomočjo orodja RADIANT.

eksperimentom. Nekateri rezultati so bili potrebni pred zagonom novega detektorskega sistema za nevtrone, ki bo v uporabi med DT eksperimenti. V primeru obsevalne pozicije O-LTIS, ki se nahaja za prvo steno tokamaka JET, smo izračunali nevtronske spektre in reakcijske hitrosti za vse materiale v napravi. Na obsevalni poziciji FOCS so bili v sklopu priprav na prihajajočo kampanjo DT dodatno izračunane še nevtronske doze in vrednosti DPA (premik na atom) v SiO_2 . S pomočjo posebnih metod redukcije variance smo znatno povečali kakovost izračunov nevtronskega fluksa v celotnem energijskem območju in s tem posledično izboljšali izračune.

V letu 2019 smo začeli analizirati doze zaradi nebnega sija (skyshine) na demonstracijski fuzijski elektrarni DEMO. V okviru projekta bomo določili vpliv nebnega sija okoli elektrarne med obratovanjem, po zaustavitvi ter med remontom, kjer bo visoko aktiviran del plašča premaknjen v zgornji del zgradbe. Analiza bo opravljena s pomočjo hibridnih kod za transport nevtronskih delcev ter programov, razvitih na IJS.

Sodelovali smo pri ustanavljanju nove programske skupine Fuzijske tehnologije, ki je začela delovati januarja 2019. V novonastali programski skupini, potrjeni s strani ARRS, so se zbrali vodilni slovenski strokovnjaki na področju tehnologije fuzije in fizike plazme z Odseka za reaktorsko tehniko, Odseka za reaktorsko fiziko, Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij, Odseka za tehnologijo površin in optoelektroniko ter fakultet za strojništvo in elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Štirje izmed enajstih raziskovalcev v novonastali skupini prihajajo iz odseka F8.

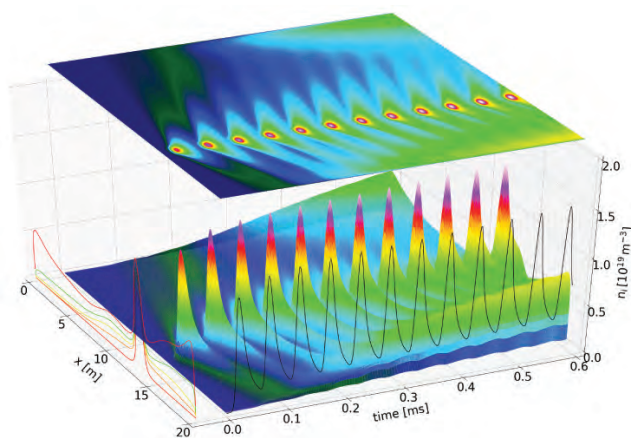
Sodelavci odseka F8 in sodelavec RIC smo sodelovali pri aktivnostih, povezanih s pripravo eksperimenta meritev aktivacije vode na tokamaku JET. Prisotnost izotopa ^{16}N , ki nastaja zaradi pragovne reakcije $^{16}\text{O}(n,p)^{16}\text{N}$ v znatnih koncentracijah, lahko pomeni pomembno radiološko omejitev pri obratovanju fuzijskih naprav, trenutne raziskave kažejo na to, da lahko znatno prispeva tudi k jedrskemu gretju superprevodnih magnetov, hlajenih s tekočim helijem, potrebnih za zadrževanje plazme znotraj vakuumske posode naprave. Meritev aktivacije vode na tokamaku JET bo edinstvena priložnost za pridobivanje eksperimentalnih rezultatov, relevantnih za fuzijske naprave (predvsem za napravo ITER, ki je v fazi izgradnje v Cadarachu v Franciji) ter bistvenih za validacijo računskih metod in jedrskih podatkov, ki se uporabljajo za računske simulacije. V letu 2019 smo zaključili analizo rezultatov eksperimentalne kampanje, v kateri smo testirali delovanje in kalibrirali izkoristek dveh scintilacijskih detektorjev, prisotnih na tokamaku JET, ki bodo uporabljeni pri eksperimentu aktivacije vode. Pri tem smo uporabili nabor standardnih kalibracijskih virov ter vir $^{244}\text{Cm}/^{13}\text{C}$, t. j. v osnovi vir nevtronov, ki oddaja tudi žarke gama pri energiji 6.13 MeV, ki sovпада z dominantno energijo žarkov gama, ki jih oddaja izotop ^{16}N . Glavni izsledki analize rezultatov kampanje so bili potrditveni ustreznosti detektorjev za meritev aktivacije vode in kalibracija izkoristka detektorjev. Rezultate analize in predhodnih izračunov po metodi Monte Carlo smo opisali v znanstvenem članku, ki je bil poslan v objavo.

V letu 2019 smo nadaljevali tudi z nevtronskimi analizami v podporo razvoja fuzijske elektrarne DEMO. Ta vpletenost poteka v okviru projekta EUROfusion Engineering Grant in je v letu 2019 vključevala testiranja različnih konfiguracij tokamaka DEMO. Poudarek je bil na izračunih gretja superprevodnih magnetov zaradi povišanega nevtronskega in gama polja v okolici reaktorja kot posledice integracije različnih sistemov. Analize so tako pokazale nekatere primerne konfiguracije sistemov in uporabne strategije ščitenja, ki bodo v prihodnjih letih uporabljene v novih modelih fuzijske elektrarne DEMO. Te analize so pomemben del priprav na pregled dela na razvoju reaktorja DEMO v sklopu zaključka predkonceptne faze, ki se zaključi konec 2020.

V letu 2019 smo aktivno sodelovali v okviru projekta »JET3-NEXP streaming benchmark experiment«. Letos je potekala tudi nova eksperimentalna kampanja, ki bo služila za validacijo izračunov nevtronske fluence. Eksperiment se ponavlja s pomočjo termoluminescentnih detektorjev in aktivacijskih folij. Izračuni nevtronske fluence so bili

izvedeni s pomočjo Monte Carlo, determinističnih in hibridnih (Monte Carlo/determinističnih) kod na več eksperimentalnih lokacijah znotraj zgradbe tokamaka. Med novo eksperimentalno kampanjo je bilo dodanih 6 merilnih pozicij. V letošnjem letu je IJS prispeval tudi preračune negotovosti zaradi jedrskih podatkov z novo razvitim programskim paketom ASUSD. ASUSD je trenutno najbolj uporabniku prijazno računsko orodje za tovrstne izračune.

V letu 2019 smo v sodelovanju s tokamakom JET (Anglija) in institucijami PPPL (ZDA), Uppsala University (Švedska) ter UNED (Španija) razvijali in aplicirali programski paket PLANET za detajlne izračune plazemskega izvora nevtronov. Ta temelji na subrutini v programskem jeziku fortran, ki je sklopljena z naprednim programom za preračune Monte Carlo transporta nevtronov MCNP. Podatki o plazemskem izvoru izhajajo iz izračunov transporta plazme, ki so bili izvedeni s programom TRANSP, razvitim na Princeton Plasma Physics Laboratory. Na podlagi podatkov o plazemskem stanju smo s švedsko kodo DRESS poračunali še nevtronski spekter. S podatki o profilu nevtronske emisije na tokamaku JET, kotom izseva in energijo lahko začnemo z naključnim žrebanjem spremenljivk



Slika 3: Časovni razvoj profila gostote ionov v postrgani plazmi tokamaka s filamentarnim transportom kot rezultat samousklajenih kinetičnih simulacij v sklopu projekta EUROfusion MST1-T16. Vpliv filamentarnega transporta na obremenitve z delčnim in toplotnim tokom.

in izračunom oteženega izvora nevtronov. Program PLANET je bil preverjen in validiran s pomočjo enostavnega in detajlnega računskega modela tokamaka JET, pri čemer je bilo ugotovljeno, da so nevtronski detektorji, pozicionirani izven vakuumске posode tokamaka, relativno neobčutljivi na spremembe v nevtronskem izvoru, medtem ko lahko s pomočjo meritev aktivacijskega sistema merimo razlike v plazemskem stanju in uporabljenih sistemih za gretje plazme. Sodelovanje z inštitutom Culham Centre for Fusion Energy v Angliji smo okrepili s podpisom sporazuma o napotitvi podoktorskega raziskovalca na večletno delo v tujini. Tam je v letu 2019 opravljal vlogo odgovorne osebe za plazemske izračune s kodo TRANSP in podpiral eksperimentalno obratovanje naprave JET v vlogi diagnostičnega koordinatorja v komandni sobi tokamaka.

Na področju **medicinske fizike** smo nadaljevali raziskave na področjih, ki jim v zadnjem času posvečamo največ pozornosti: modeliranje, analiza slik pozitronske emisijske tomografije (PET) in slikovno vodeno zdravljenje raka. Nadaljevali smo tudi z novovzpostavljenim področjem biomedicinske optike.

Model za simulacijo odziva predkliničnih tumorjev na zdravljenje z anti-PD-1 imunoterapijo smo preverili z lastnimi eksperimenti na različnih vrstah raka (melanom, rak dojke, rak debelega črevesa). Ugotovili smo, da se napovedi modela dobro ujemajo z eksperimenti. Model napoveduje, da je popoln odziv na imunoterapijo možen le v primeru, ko vse celice v tumorju na svojih membranah izražajo kompleks tkivne skladnosti. Članek z novimi rezultati je že napisan in poslan v recenzijo v znanstveno revijo.

Poleg modeliranja v onkologiji smo se ukvarjali tudi z modeliranjem termičnega transporta za namen termografije v medicini. V ta namen smo razvili model prsta, kjer smo natančno strukturo določili iz MR slike prsta (15 različnih struktur), termične lastnosti pa smo dobili iz javne podatkovne baze (IT IS). S tem modelom lahko simuliramo statično temperaturno porazdelitev v prstu ob danih toplotnih izvorih, kar je uporabno za simulacijo termografskih slik zdravih in bolezensko prizadetih prstov.

Zaključili smo perspektivno študijo z imunoterapijo, ki smo jo izvedli v sodelovanju z Onkološkim inštitutom Ljubljana, kjer smo bolnike z metastatskim pljučnim rakom zdravili z anti-PD-1 imunoterapijo (pembrolizumab) in slikali z računalniško tomografijo (CT) ter fluorodeoksiglukoza (FDG) PET/CT pred zdravljenjem ter 1, 4, 10, 16 in 20 mesecev po zdravljenju. Ugotovili smo, da lahko na podlagi radiomske analize slik PET/CT že pred terapijo pravilno napovemo odziv bolnikov z 80-odstotno natančnostjo, kar je precej bolje od trenutnih standardov. Tudi o teh rezultatih smo že napisali članek in ga poslali v recenzijo v znanstveno revijo.

Na področju biomedicinske optike se je nadaljevala izgradnja sistema za hiperspektralno mikroskopijo. Opravljene so bile prve normalizirane meritve na histoloških vzorcih. V sodelovanju s kolegi z Univerze v Bologni smo izvedli hiperspektralno slikanje arhivskih filmov iz 50-ih z namenom ugotoviti način staranja, poškodovanost in oceniti možnost njihove obnove. Sodelovali smo s kolegi z Univerze na Reki pri uporabi metod strojnega učenja za obdelavo hiperspektralnih slik.

Tako kot vsa leta smo tudi letos tesno sodelovali z Univerzo v Wisconsinu, ZDA. Skupini sta v tem letu postali še bolj organizacijsko povezani (redni tedenski Skype sestanki, interne recenzije člankov itd.).

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. D. Kotnik *et. al.*, Validation and evaluation of the ADVANTG code on the ICSBEP skyshine benchmark experiment, *Annals of Nuclear Energy*, 2019, 125, 249–260
2. A. Žohar, L. Snoj, On the dose fields due to activated cooling water in nuclear facilities, *Progress in Nuclear Energy*, 2019, 117, 103042
3. Ž. Štancar *et. al.*, Multiphysics approach to plasma neutron source modelling at the JET tokamak, *Nuclear Fusion*, 2019, 59, 9
4. B. Kos, S.W. Mosher, I. A. Kodeli, R. E. Grove, J. Naish, B. Obryk, R. Villari, P. Batistoni, JET contributors, Application of ADVANTG to the JET3 – NEXP streaming benchmark experiment, *Fusion Engineering and Design*, 2019, 147, 111252
5. I. A. Kodeli, V. Radulović, G. Veniger, D. Kavšek, T. Kuc, M. Ciechanowski, W. Pohorecki, Activation of Mn, Li₂O and LiF in JSI TRIGA reactor to study potential tritium production monitors for fusion applications, *Nuclear fusion*, 2019, 59, 8
6. I. A. Kodeli, M. Angelone, FNG copper benchmark evaluation for the SINBAD database, *Fusion Engineering and Design*, 2019, 146A
7. L. Rogelj, U. Pavlovčič, J. Stergar, M. Jezeršek, U. Simončič, M. Milanič, Curvature and height corrections of hyperspectral images using built-in 3D laser profilometry, *Applied Optics*, 2019, 58, 32, 9002–9012
8. M. Turk, U. Simončič, A. Roth, D. Valentinuzzi, R. Jeraj, Computational modelling of resistance and associated treatment response heterogeneity in metastatic cancers, *Physics in Medicine & Biology*, 2019, 64, 11, 115001
9. D. Valentinuzzi, U. Simončič, K. Uršič, M. Vrankar, M. Turk, R. Jeraj, Predicting tumour response to anti-PD-1 immunotherapy with computational modelling, *Physics in Medicine & Biology*, 2019, 64, 2, 025017

10. M. Milanič, A. Cenian, N. Verdel, W. Cenian, J. Stergar, B. Majaron, Temperature Depth Profiles Induced in Human Skin In Vivo Using Pulsed 975 nm Irradiation, *Lasers in surgery and medicine*, 2019, **51**, 9, 774–784
11. M. Milanič, B. T. Muc, N. Lukač, M. Lukač, Numerical Study of Hyper-Thermic Laser Lipolysis with 1,064 nm Nd: YAG Laser in Human Subjects, *Lasers in surgery and medicine*, 2019, **51**, 10, 897–909
12. T. Goričanec, *et al.*, Evaluation of the criticality and reaction rate benchmark experiments utilizing UO_2F_2 aqueous solution of intermediate enrichment in spherical geometry at ORNL, *Progress in Nuclear Energy*, 2019, **111**, 97–108
13. B. S. Schneider, J. Kovačič, T. Gyergyek, B. Končar, M. Draksler, S. Costea, *et al.*, New diagnostic tools for transport measurements in the Scrape-Off Layer (SOL) of medium-size tokamaks, *Plasma physics and controlled fusion*, 2019, **61**, 5, 30 str.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Mednarodna konferenca ANIMMA 2019 - International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications, Portorož, Slovenija, 17. 6.–21. 6. 2019 (soorganizator, skupaj s CEA, Francija)

Patent

1. Robert Jeraj, Tyler J. Bradshaw, Timothy G. Perk, Image enhancement system for bone disease evaluation, US10445878 (B2), US Patent Office, 15. 10. 2019

Nagrade in priznanja

1. Tanja Goričanec: nagrada za najboljši prispevek, junij 2019, Portorož, Slovenija, mednarodna konferenca »ANIMMA 2019 – Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications«, prispevek z naslovom »Predicting Ex-Core Detector Response in a PWR with Monte Carlo Neutron Transport Methods«

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Experimentalno testiranje samonapajalnih nevtronskih detektorjev za podjetje Thermocoax
Thermocoax SAS
dr. Vladimir Radulović
2. Obsevanja za podjetje Rolls-Royce Civil Nuclear SAS
Rolls-Royce Civil Nuclear SAS
dr. Vladimir Radulović
3. Referenčni primer meritve in izračunov aktivacijskih hitrosti na reaktorju TRIGA Mark-II na IJS
IAEA - International Atomic Energy Agency
dr. Vladimir Radulović
4. E-SiCure - Tehnološka priprava silicijevega karbida za izboljšano varnost na kopenskih in morskih mejnih prehodih
NATO - North Atlantic Treaty Organisation
prof. dr. Luka Snoj
5. Kinetični pristop k modeliranju in meritvam v postrgani plasti tokamakov; Mreža majhnih in srednje velikih naprav z magnetnim zadrževanjem plazme v fuzijskih raziskavah
IAEA - International Atomic Energy Agency
dr. Jernej Kovačič
6. Strokovno izpopolnjevanje za g. Serhii Kupriianchuk (Ukraina), ICTP-IAEA Sandwich Training Educational program (STEP), 16.02.2019 - 16.05.2019
ICTP - Centro Internazionale di Fisica Teorica
prof. dr. Luka Snoj
7. H2020 - EURAD; Evropski skupni program za obvladovanje radioaktivnih odpadkov
European Commission
dr. Vladimir Radulović
8. H2020 - ENEEP; Evropska jedrska eksperimentalna izobraževalna platforma
European Commission
dr. Vladimir Radulović
9. H2020 - SANDA; Določitev natančnih jedrskih podatkov za energetske in neenergetske uporabe
European Commission
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
10. H2020 - ARIEL; Pospeševalniki in raziskovalni reaktorji za izobraževanje in učenje
European Commission
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
11. H2020 EUROfusion - Raziskovalna enota - vodenje in administracija RU-FU
European Commission
prof. dr. Luka Snoj
12. H2020 EUROfusion - Enabling Research-2-FU
European Commission
dr. Jernej Kovačič
13. H2020-EUROfusion-Komponente v stiku s plazmo-1-IPH-FU, EUROFUSION
European Commission
dr. Jernej Kovačič
14. H2020-EUROfusion; Exploitation of DT Operation for ITER-JET3-FU
European Commission
prof. dr. Luka Snoj
15. H2020 EUROfusion - Izobraževanje-ED-FU
European Commission
prof. dr. Luka Snoj
16. H2020 EUROfusion - JET Campaigns-JET1-FU
European Commission
dr. Žiga Štancar
17. H2020 EUROfusion - Kampanje srednje velikih tokamakov-MST1-FU
European Commission
dr. Jernej Kovačič
18. H2020 EUROfusion - Nadgradnja JET fuzijske naprave-JET4-FU, EUROFUSION
European Commission
dr. Jernej Kovačič
19. H2020 EUROfusion - PMI-PPPT-2-FU: Nuclear data
European Commission
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli

20. H2020 EUROfusion - Inženirski projekt: Jedrski analitik fuzijskih elektrarn - Modeliranje predlaganih konceptualnih zasnov komponent za DEMO, njihovo testiranje v reaktorskih pogojih in razvoj novih zasnovnih rešitev
European Commission
dr. Aljaž Čufar
21. Pospeševanje nevtronskih fuzijskih in fisijskih transportnih preračunov s pomočjo programa ADVANTG
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Luka Snoj
22. Generacija plazemskega izvora nevtronov s sklopitvijo programov za simulacijo plazme in Monte Carlo transport nevtronov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Igor Lengar
23. Eksperimentalne ter numerične raziskave v podporo razvoju sond za merjenje plazemskega potenciala
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Jernej Kovačič
24. Validacija naprednih multifizikalnih metod za modeliranje in simulacije jedrskih reaktorjev
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Vladimir Radulović
25. Uporaba referenčnih „benchmark“ eksperimentov za preveritev in izboljšanje nuklearnih podatkov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
26. Optimizacija konverterjev nevtronov za izboljšano delovanje detektorjev nevtronov na osnovi silicijevega karbida
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Luka Snoj
27. Referenčni eksperimenti pri konstantni moči in tranzientih reaktorja za namene razvoja in validiranja kode za transport nevtronov tRAPID na reaktorju IJS TRIGA Mark-II
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Luka Snoj
28. Razvoj multifizikalnih orodij za preračune transporta plazme in nevtronov v modernih fuzijskih napravah
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Žiga Štancar
29. Referenčni eksperimenti pri konstantni moči in tranzientih reaktorja za namene razvoja in validiranja kode za transport nevtronov tRAPID na reaktorju IJS TRIGA Mark-II
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Aljaž Čufar
30. Posledice emisije elektronov iz vročih delov jedrskih fuzijskih reaktorjev, ki so v stiku s plazmo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Jernej Kovačič
31. Določanje epitermičnega nevtronskega fluksa in validacija jedrskih presekov preko aktivacijskih meritev z uporabo filtrov nevtronskega spektra
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Andrej Trkov

PROGRAMI

1. Medicinska fizika
prof. dr. Robert Jeraj

OBISKI

1. Valerio Mascolino, Univerza Virginia Tech, Blacksburg, VA, ZDA, 1. 1.-17. 5. 2019
2. prof. Michael Österlund in dr. Ali Al-Adili, Univerza Uppsala, Uppsala, Švedska, 3. 1.-4. 1. 2019
3. prof. Alireza Haghighat, Univerza Virginia Tech, Blacksburg, VA, ZDA, 7. 1.-18. 1. 2019
4. dr. Elchin Huseynov in Sahil Valiyev, National Nuclear Research Centre, Baku, Azerbajdžan, 4. 2.-15. 2. 2019
5. Serhii Kupriianchuk, Institute for Safety Problems of NPPs, Ukraine's National Academy of Sciences, Kijev, Ukrajina, 17. 2.-16. 5. 2019
6. prof. Tsviatko Popov, Fakulteta za fiziko, Univerza St. Kliment Ohridski, Sofija, Bolgarija; prof. Svetlana Ratynskaia, Space & Plasma Physics, School of Electrical Engineering, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Švedska in dr. James P. Gunn, IRFM - CEA, Cadarache, Francija, 11. 2.-15. 2. 2019
7. dr. Stefan Costea, Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 24. 3.-6. 4. 2019
8. Christophe Rome, ONET Technologies CN, Marseille, Francija, 17. 4. 2019
9. Walton Gusztav, Vysotsky V. Dmitry, Kvatbekov P. Ruslan, Mitinskaya V. Victoria, Rosatom Central Europe s.r.o., Praga, Češka republika, 21. 5. 2019
10. dr. Henri Weisen, Swiss Plasma Center - EPFL, Lozana, Švica, 8. 6.-11. 6. 2019
11. dr. Arnab Jyoti Deka, Institute for Plasma Research, Gandhinagar, Gujarat, Indija, 11. 5.-14. 5. 2019

2. Reaktorska fizika
prof. dr. Luka Snoj
3. Fuzijske tehnologije
prof. dr. Igor Lengar

PROJEKTI

1. Analiza jedrskega gretja v reaktorju
prof. dr. Luka Snoj
2. Določitev termičnega preseka za zajetje nevtrona v Am-241 s pomočjo aktivacijskih meritev v reaktorju TRIGA na IJS
dr. Gašper Žerovnik
3. Absolutne radiacijske meritve pri zelo visokih ravneh nevtronskega fluksa med pulziranjem reaktorja
prof. dr. Igor Lengar
4. Elektrokalični elementi za aktivno hlajenje elektronskih vezij
prof. dr. Luka Snoj
5. Razvoj metod za izračun nevtronskega polja v zadrževalnem hramu tlačnovodne jedrske elektrarne
prof. dr. Andrej Trkov
6. Član mednarodnega odbora - IGOR LENGAR - Upravni odbor «Fusion for Energy - F4E»
prof. dr. Igor Lengar
7. Pogodba ICERR za sprejem osebja partnerskih institucij CEA v okviru programa Mednarodnega raziskovalnega centra za raziskovalne reaktorje, v raziskovalnih centrih v Saclay-u in Cadarache-u
prof. dr. Luka Snoj
8. Obsevanje glikolov
prof. dr. Luka Snoj
9. Obsevanja na reaktorju TRIGA
prof. dr. Luka Snoj
10. Eksperimentalno testiranje sklopov samonapajalnih nevtronskih detektorjev za projekt CEA - INFINI
dr. Vladimir Radulović
11. Kritičnost in transport nevtronov v reaktorski sredici
dr. Vladimir Radulović
12. Simulacije obsevanja ultrasoničnih senzorjev in pretvornikov na reaktorju IJS TRIGA z metodami za Monte Carlo transport delcev
prof. dr. Luka Snoj

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Izdelava neodvisnega strokovnega mnenja (IER) za Reload Safety Evaluation (RSE) za cikel 31, ki vključuje tudi spremembo ARO pozicije navedene v TS
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Marjan Kromar
2. Reload Operational Core Analysis, Post Refuelling Nuclear Design Check Tests, PIS and KFSS Cycle Specific Data for Future Fuel Cycles (Cycle 31)
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Marjan Kromar
3. Podpora pri izvedbi in izračunih v projektu SFDS
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
prof. dr. Luka Snoj

12. prof. Yuntao Song, ASIPP Institute, China Academy of Sciences, HeFei, Anhui Province, Kitajska, 10. 6. 2019
13. dr. Ivana Capan, vodja mednarodnega projekta E-SiCure, Zoran Ereš in Robert Bernat, Institut »Rudjer Bošković«, Zagreb, Hrvaška; dr. Željko Pastuović, Adam Sarbut, Dale Prokopovich, ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organization), Lucas Heights, NSW, Avstralija; dr. Takeshi Ohshima, Takahiro Makino, Yuichi Yamazaki, National Institute for Quantum and Radiological Science and Technology, Chiba, Japonska; dr. Jose Courtinho, Vitor Torres, Univerza v Aveiru, Portugalska, 10.-14. 6. 2019
14. Florian Batard, École Nationale Supérieure d'Informatique pour l'Industrie et l'entreprise (ENSIIE), Évry, Francija, 16. 6.-14. 9. 2019
15. Ryotaro Kimura, Faculty of Engineering, Energy and Environmental Systems, Hokkaido University, Hokkaido, Japonska, 20. 8.-31. 10. 2019
16. dr. Alireza Haghighat, Valerio Mascolino, University Virginia Tech, Blacksburg, VA, ZDA, 7. 9.-14. 9. 2019
17. prof. Abdallah Lyoussi, prof. Christophe Destouches, CEA, Cadarache, Francija, 9. 9.-12. 9. 2019
18. Loic Barbot, Gregoire De Izarra, CEA, Cadarache, Francija; Mathieu Trocme, Yoann Moline, CEA, Saclay, Francija; Manuel Cargnelutti, Danilo Bisiach, Aleš Bardorfer, Instrumentation Technologies, d. d., Solkan, Slovenija, 23. 9.-27. 9. 2019
19. Bergström Holm Johan, Bernroth Carl, Hendricks Mattias, Makronikos Asp Andreas, Rezai Abdullah, prof. Ali Al Adili, prof. Michael Österlund, prof. Ane Håkansson, prof. Andreas Solders, Univerza Uppsala, Uppsala, Švedska, 30. 9.-2. 10. 2019

20. prof. Roman Schrittwieser, Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 29. 9.–2. 10. 2019
21. dr. Miroslav Konecny, Addsen s.r.o., Malacky, Slovaška, 23. 10. 2019
22. dr. Elchin Huseynov, National Nuclear Research Centre, Baku, Azerbajdžan, 14. 11.–23. 11. 2019
23. dr. Ivana Capan, vodja mednarodnega projekta E-SiCure in Robert Bernat, Institut »Rudjer Bošković«, Zagreb, Hrvaška, 12. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Jan Malec: Kontrolni sistemi za fizikalne eksperimente, 26. 2. 2019
2. Andrej Žohar: Gamma ray emission in large tokamak plasmas, 18. 4. 2019
3. Valerio Mascolino, Univerza Virginia Tech, Blacksburg, VA, ZDA in Serhii Kuprianchuk, Institute for Safety Problems of NPPs, Ukraine's National Academy of Sciences, Kijev, Ukrajina: Povzetek rezultatov raziskav med njunim gostovanjem na Odseku za reaktorsko fiziko, 15. 5. 2019
4. Vladimir Radulović: Raziskave, razvoj in testiranje nevtronskih detektorjev na reaktorju TRIGA na IJS, 6. 6. 2019
5. Stefan Costea: Experimental and Numerical Investigation of Electrical Probes and Blobs, 19. 9. 2019
6. Franko Hržič, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Reka, Hrvaška: Neural Networks, 26. 9. 2019
7. Ryotaro Kimura, Faculty of Engineering, Energy and Environmental Systems, Hokkaido University, Sapporo, Japonska: Study on Probability Distribution of Input Nuclear Data using Random Sampling Method for Uncertainty Quantification of Reactor Physics Parameters, 25. 10. 2019
8. Anže Pungercič: Zmenjava na Virginia Tech – Razvoj zgorevalnega modula RAPID programa za izračun 3D zgorevanja goriva TRIGA reaktorja, 16. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Klemen Ambrožič, kick-off sestanek v okviru bilateralnega projekta Slo-Turčija, Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turčija, 4. 2.–8. 2. 2019
2. Klemen Ambrožič, Anže Pungercič, Vladimir Radulović, konferenca »RRFM 2019«, Death Sea Resort, Swemieh, Jordanija, 22. 3.–29. 3. 2019 (3)
3. Klemen Ambrožič, Vladimir Radulović, Luka Snoj, delovni sestanek s predstavniki CEA glede skupnih raziskovalnih projektov, CEA, Cadarache, Francija, 8. 4.–12. 4. 2019
4. Stefan Costea, Jernej Kovačič, delovni obisk v okviru Slo-AT bilateralnega projekta, Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 5. 8.–9. 8. 2019
5. Stefan Costea, Jernej Kovačič, misija v sklopu EUROfusion projekta MST-2, Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija in IPP Garching, Garching, Nemčija, 25.–26. 9. 2019
6. Aljaž Čufar, sestanek o delu na EU projektu »Training: Engineering Grant-1«, PMU, Garching, Nemčija, 28. 2.–2. 3. 2019
7. Aljaž Čufar, »MCNP Modelling Meeting of DEMO Configuration«, Garching, Nemčija, 7. 4.–8. 4. 2019
8. Aljaž Čufar, Igor Lengar, Vid Merljak, Anže Pungercič, Saša Škof, Bojan Žefran, strokovno-izobraževalna ekskurzija »Preteklost in prihodnost JE v Ukrajini«, Kijev, Ukrajina, 10. 4.–14. 4. 2019
9. Aljaž Čufar, Ivan Aleksander Kodeli, Igor Lengar, Luka Snoj, Žiga Štancar, Andrej Žohar, udeležba na konferenci ISFNT-14, Budapest Congress Center, Budimpešta, Madžarska, 22. 9.–27. 9. 2019 (5)
10. Aljaž Čufar, Ivan Aleksander Kodeli, Bor Kos, Igor Lengar, Andrej Žohar, udeležba na letnem sestanku delovne skupine JET Neutronics, CCFE/JET – Culham Center for Fusion Energy, Abingdon – Culham, Velika Britanija, 24. 11.–28. 11. 2019 (5)
11. Aljaž Čufar, Bor Kos, Igor Lengar, udeležba na sestanku PPPT Neutronic Meeting, EUROfusion, Garching, Nemčija, 16. 12.–18. 12. 2019 (3)
12. Tanja Goričanec, udeležba na »International Conference on Nuclear Criticality Safety – ICNC 2019«, Pariz, Francija, 15. 9.–21. 9. 2019 (1)
13. Tomaž Gyergyek, delovni obisk v sklopu bilateralnega projekta BI-AT/18-10-020, Innsbruck, Avstrija, 3. 3.–5. 3. 2019
14. Ivan Aleksander Kodeli, sestanki WPRS, EGRTS, OECD NEA, Boulogne Billancourt, Francija, 20. 2.–25. 2. 2019
15. Ivan Aleksander Kodeli, sestanek »JEFF Meetings«, NEA Conference Centre, Boulogne-Billancourt, Francija, 24. 4.–26. 4. 2019
16. Ivan Aleksander Kodeli, Jan Malec, konferenca »ND 2019«, Peking, Kitajska, 17. 5.–25. 5. 2019 (2)
17. Ivan Aleksander Kodeli, konferenca ANS 2019, Hyatt Regency Minneapolis, Minneapolis, ZDA, 8. 6.–14. 6. 2019 (1 vabljeno predavanje)
18. Ivan Aleksander Kodeli, sestanek WPAC in uvodni sestanek za Slo-CEA projekt, CEA, Cadarache, Francija, 22. 6.–28. 6. 2019
19. Ivan Aleksander Kodeli, obisk v okviru Slo-ZDA bilateralnega projekta, Lawrence Livermore National Laboratory, San Francisco, ZDA, 2. 8.–18. 8. 2019
20. Ivan Aleksander Kodeli, uvodni sestanek za projekta SANDA in ARIL, Fondation Universitaire in Brussels, Bruselj, Belgija, 9. 9.–12. 9. 2019
21. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na konferenci ISFNT-14, Budapest Congress Center, Budimpešta, Madžarska, 22. 9.–27. 9. 2019 (1)

22. Ivan Aleksander Kodeli, sestanek o delu na IJS-CEA projektu, CEA, Cadarache, Francija, 1. 10.–4. 10. 2019
23. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na »International Conference on New Frontiers in Nuclear Physics«, Banaras Hindu University, Varanasi, Indija, 11. 10.–20. 10. 2019 (1 vabljeno predavanje)
24. Ivan Aleksander Kodeli, sestanek o delu na projektu Simbad ICS BEP, OECD NEA, Pariz, Francija, 21. 10.–24. 10. 2019
25. Ivan Aleksander Kodeli, član komisije na zagovoru doktorata ge. Laure Clouvel, CEA, Saclay, Francija, 12. 11.–14. 11. 2019
26. Ivan Aleksander Kodeli, delovni obisk na ENEA Bologna in član komisije na zagovoru doktorata na Politechnique Lozana, Švica, ENEA, Bologna, Italija in Lozana, Švica, 10. 12.–13. 12. 2019
27. Bor Kos, strokovni sestanek v okviru Slo-ZDA bilateralnega projekta, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, ZDA, 9. 11.–14. 11. 2019
28. Marjan Kromar, VERA Users Group Meeting and Training, Oak Ridge, TN, ZDA, 9. 2.–17. 2. 2019
29. Marjan Kromar, Technical Review Group Meeting SFCOMPO, OECD NEA Headquarters, Pariz, Francija, 1. 3.–6. 3. 2019
30. Marjan Kromar, udeležba na srečanju »Decay heat blind test benchmark«, OECD / NEA, Pariz, Francija, 26. 6.–3. 7. 2019
31. Marjan Kromar, udeležba na uvodnem sestanku projekta EURAD, SKB, Stockholm, Švedska, 6. 8.–11. 8. 2019
32. Marjan Kromar, Jan Malec, Vladimir Radulović, Luka Snoj, Andrej Žohar, sestanek s sodelavci o sodelovanju na ISPNPP in raziskovalni obisk jedrske elektrarne Černobil, Černobil, Ukrajina, 15. 9.–19. 9. 2019
33. Marjan Kromar, udeležba na »Technical Meeting on Spent Fuel Characterization for Management of Spent Fuel in the Back End of the Fuel Cycle«, Mednarodna agencija za atomsko energijo, Dunaj, Avstrija, 11. 11.–17. 11. 2019 (1)
34. Marjan Kromar, udeležba na sestanku projekta EURAD »W8 First Progress Meeting«, CIEMAT, Madrid, Španija, 9. 12.–12. 12. 2019
35. Igor Lengar, Andrej Žohar, delovni sestanek na projektu JW3, delo na problemu JET modelov, CCFE, JET Culham, Velika Britanija, 10. 3.–14. 3. 2019
36. Igor Lengar, 43. zasedanje UO F4E, Fusion for Energy, Barcelona, Španija, 4. 4.–5. 4. 2019
37. Igor Lengar, udeležba na 44. zasedanju UO F4E, Fusion for Energy, ITER, Cadarache, Francija, 8. 7.–11. 7. 2019
38. Igor Lengar, udeležba na »27th European Fusion Programme Workshop«, Moulin de Vernegues, Mallemort, Francija, 2. 12.–6. 12. 2019 (1)
39. Igor Lengar, udeležba na 45. Governing Board Meeting F4E, F4E, Barcelona, Španija, 8. 12.–12. 12. 2019
40. Anže Pungercič, udeležba s prispevkom na konferenci M&C 2019, Portland Marriot Downtown Waterfront, Portland, Oregon, ZDA, 25. 8.–30. 8. 2019 (1)
41. Vladimir Radulović, delovni sestanek EWGRD, Lozana, Švica, 12. 2.–15. 2. 2019
42. Vladimir Radulović, uvodni sestanek za projekt ENEEP, sestanek IAEA, Tehnična univerza v Bratislavi, Bratislava, Slovaška in Mednarodna agencija za atomsko energijo, Dunaj, Avstrija, 27. 6.–5. 7. 2019
43. Vladimir Radulović, sestanek o knjižnici IRDF, Mednarodna agencija za atomsko energijo, Dunaj, Avstrija, 14. 7.–18. 7. 2019
44. Vladimir Radulović, tehnični sestanek v okviru dela na projektu MAAE, Mednarodna agencija za atomsko energijo, Dunaj, Avstrija, 1. 9.–6. 9. 2019
45. Vladimir Radulović, Saša Škof, koordinacijski sestanek projekta ENEEP, CTU Praga, Češka republika, 10.–12. 11. 2019
46. Vladimir Radulović, sestanek evropske delovne skupine za reaktorsko dozimetrijo, BME, Budimpešta, Madžarska, 13. 11.–15. 11. 2019
47. Vladimir Radulović, udeležba na slovesni predstavitvi novorazvitega detektorja za kontrolo nevarnega tovara, Institut »Rudjer Bošković«, Zagreb, Hrvaška, 29. 11. 2019
48. Luka Snoj, delovni sestanek programskega odbora konference ANIMMA 2019, CEA, Cadarache, Francija, 12. 2.–15. 2. 2019
49. Luka Snoj, sestanek ekspertne skupine EUFRAT, JRC, Geel, Belgija, 5. 6.–8. 6. 2019
50. Luka Snoj, udeležba z vabilom na OECD Technical Review Meeting, OECD, NEA, Boulogne-Billancourt, Pariz, Francija, 20. 10.–26. 10. 2019
51. Luka Snoj, udeležba na »2019 ANS Winter Meeting & Technology Expo«, Washington DC, ZDA, 17. 11.–28. 11. 2019 (1)
52. Luka Snoj, udeležba na »Call 2019-2-RD-EUFRAT Evaluation Meeting, JRC G.2.«, EC Joint Research Centre (JRC), Geel, Belgija, 4. 12.–7. 12. 2019
53. Luka Snoj, CEA, Marseilles, Francija, 9. 12.–11. 12. 2019
54. Žiga Štancar, udeležba na pripravah za DD kampanjo, Culham Centre for Fusion Energy (CCFE), Abingdon, Oxfordshire, Velika Britanija, 23. 2.–1. 3. 2019
55. Damijan Valentinuzzi, »American Physical Society (APS) March Meeting 2019«, Boston, ZDA, 2. 3.–8. 3. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Stefan Costea, Jernej Kovačič: CEA, Cadarache, Francija, 13. 10.–19. 10. 2019 (udeležba na eksperimentu EUROfusion projekta, v kampanji C4 (PFC))
2. Aljaž Čufar: VTT- Technical Research Centre, Espoo, Finska, 20. 10.–9. 11. 2019 (strokovno izpopolnjevanje, znanstveno sodelovanje v sklopu EUROfusion EEG projekta)
3. Robert Jeraj: Catholic University Leuven, Leuven, Belgija, 3. 8.–8. 9. 2019 (sodelovanje na področju medicinske fizike)

4. Jernej Kovačič: IPP Garching, Nemčija, 17. 3.–22. 3. 2019 (udeležba na eksperimentu EUROfusion T21-AUG)
5. Jernej Kovačič: IPP MPG, Garching, Nemčija, 1. 7.–5. 7. 2019 (udeležba na eksperimentu EUROfusion MST1-AUG19-T16)
6. Jernej Kovačič: Swiss Plasma Centre, Lozana, Švica, 13. 11.–16. 11. 2019 (udeležba na eksperimentu MST1 – T16 na Tokamaku TCV)
7. Jan Malec: Mednarodna agencija za atomsko energijo, Dunaj, Avstrija, 8. 5.–15. 5. 2019 (raziskovalno delo na področju GANDR grafike)
8. Jan Malec: Mednarodna agencija za atomsko energijo, Dunaj, Avstrija, 17. 11.–29. 11. 2019 (konzultantski obisk na temo GANDR grafike)
9. Anže Pungerčič: Univerza Virginia Tech, Virginia, ZDA, 12. 7.–12. 12. 2019 (sodelovanje pri razvoju in testiranju programa RAPID za izračun reaktorskih parametrov na raziskovalnem reaktorju TRIGA)
10. Žiga Štancar: Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton, NJ, ZDA, 10. 11.–24. 11. 2019 (predstavitev trenutnega stanja programa TRANSP in dvotedensko izobraževanje na temo napredne uporabe tega programa)
11. Andrej Žohar: Culham Centre for Fusion Energy (CCFE), Abingdon, Oxfordshire, Velika Britanija, 4. 8.–10. 8. 2019 (udeležba pri izvedbi eksperimenta v okviru EUROfusion JET1 kampanje)
12. Andrej Žohar: Culham Centre for Fusion Energy (CCFE), Abingdon, Oxfordshire, Velika Britanija, 13. 10.–19. 10. 2019 (udeležba pri nadaljevanju izvajanja eksperimenta v okviru EUROfusion JET1 kampanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Tomaž Gyergyek*, znanstveni svetnik
2. prof. dr. Robert Jeraj, znanstveni svetnik
3. prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
4. doc. dr. Marjan Kromar
5. prof. dr. Igor Lenčar
6. dr. Matija Milanič*
7. dr. Urban Simončič*
8. **prof. dr. Luka Snoj, vodja odseka**
9. prof. dr. Andrej Trkov, znanstveni svetnik
10. dr. Gašper Žerovnik

Podoktorski sodelavci

11. Stefan Costea, Master, Fizica, Romunija
12. dr. Dušan Čalič*
13. dr. Aljaž Čufar
14. dr. Jernej Kovačič
15. dr. Vid Merljak
16. dr. Vladimir Radulović
17. dr. Žiga Štancar

Mlajši raziskovalci

18. Klemen Ambrožič, mag. jed. teh.
19. Tanja Goričanec, mag. jedr. teh.
20. Bor Kos, mag. jed. teh.
21. Domen Kotnik, mag. jedr. teh.
22. Anže Pungerčič, mag. jedr. teh.
23. Damijan Valentinuzzi, mag. med. fiz.
24. Ingrid Vavtar, mag. jedr. teh.
25. Andrej Žohar, mag. jedr. teh.

Strokovni sodelavci

26. Jan Malec, mag. fiz.

Tehniški in administrativni sodelavci

27. Slavko Slavič, prof. mat.
28. Saša Škof, dipl. fin. mat. (UN)
29. *Uršula Turšič, dipl. upr. org., upokojitev 6. 3. 2019*
30. Bojan Žefran

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Agencija za radioaktivne odpadke - ARAO, Ljubljana
2. Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile - ENEA, Fusion Technical Unit, Frascati, Rim, Italija
3. Belgian Nuclear Research Centre (SCK CEN)
4. Brookhaven National Laboratory, National Nuclear Data Center, Brookhaven, NY, ZDA
5. Centro de Investigaciones Energeticas, Medioambientales y Tecnologicas - CIEMAT, Madrid, Španija
6. China Nuclear Power Technology Research Institute, Shenzhen, Guangdong, Kitajska
7. Commissariat a l'Energie Atomique, Francija
8. CREATE, Engineering School of Basilicata University, Campus Macchia Romana, Potenza, Italija
9. Culham Centre for Fusion Energy, Culham, Velika Britanija
10. Czech Technical University, Praga, Češka republika
11. DITO Lighting, Slovenija
12. École Nationale Supérieure d'Informatique pour l'Industrie et l'entreprise (ENSIE), Évry, Francija
13. ENEA, Department of Fusion and Nuclear Safety Technology, Frascati, Italija
14. European Consortium for the Development of Fusion Energy, Garching, Nemčija
15. Fusion for Energy - F4E, Barcelona, Španija
16. IAEA, Nuclear Data Section, Dunaj, Avstrija
17. Institute of Plasma Physics, Praga, Češka republika
18. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
19. JET Exploitation Unit, Abingdon, Združeno kraljestvo
20. Joint Research Centre, Geel, Belgija
21. Karlova univerza v Pragi, Češka republika
22. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Nemčija
23. Nuklearna elektrarna Krško
24. Oak Ridge National Laboratory, Nuclear Data, Oak Ridge, ZDA
25. OECD - Nuclear Energy Agency, Pariz, Francija
26. Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton, ZDA
27. Rolls Royce Civil Nuclear Company, Grenoble, Francija
28. Ruder Bošković Institute (RBI), Hrvaška
29. Swiss Plasma Center - EPFL, Lozana, Švica
30. UK Atomic Energy Authority, Culham Science Centre, Abingdon, Združeno kraljestvo
31. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, Španija
32. Universidad Politécnica de Madrid
33. Universität Innsbruck, Institut für Ionen Physik und Angewandte Physik, Innsbruck, Avstrija
34. Univerza "Alexandru-Ioan-Cuza", Iasi, Romunija
35. Univerza »Ovidius«, Constanca, Romunija
36. Univerza St. Kliment Ohridski, Fakulteta za fiziko, Sofija, Bolgarija
37. Univerza v Ljubljani
38. Uppsala University, Department of Physics and Astronomy, Uppsala, Švedska
39. Virginia Tech - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, ZDA

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Domen Kotnik, Bor Kos, Aljaž Čufar, Scott W. Mosher, R. E. Grove, Luka Snoj, "Validation and evaluation of the ADVANTG code on the ICSBEP skyshine benchmark experiment", *Annals of Nuclear Energy*, 2019, **125**, 249-260. [COBISS.SI-ID 31878695]
2. Luka Rogelj, Urban Pavlovčič, Jošt Stergar, Matija Jezeršek, Urban Simončič, Matija Milanič, "Curvature and height corrections of hyperspectral images using built-in 3D laser profilometry", *Applied optics*, 2019, **58**, 32, 9002-9012. [COBISS.SI-ID 3383908]
3. Elchin Huseynov, Anže Jazbec, Luka Snoj, "Temperature vs. impedance dependencies of neutron-irradiated nanocrystalline silicon carbide (3C-SiC)", *Applied physics. A, Materials science & processing*, 2019, **125**, 1, 9. [COBISS.SI-ID 31973415]
4. Nina Verdel, Ana Marin, Matija Milanič, Boris Majaron, "Physiological and structural characterization of human skin in vivo using combined photothermal radiometry and diffuse reflectance spectroscopy", *Biomedical optics express*, 2019, **10**, 2, 944-960. [COBISS.SI-ID 32071719]
5. Rok Dolenc, Elmar Laistler, Matija Milanič, "Assessing spectral imaging of the human finger for detection of arthritis", *Biomedical optics express*, 2019, **10**, 12, 6555-6568. [COBISS.SI-ID 3386980]
6. Song Chen, Stephanie A. Harmon, Timothy G. Perk, Xuena Li, Meijie Chen, Yaming Li, Robert Jeraj, "Using neighborhood gray tone difference matrix texture features on dual time point PET/CT images to differentiate malignant from benign FDG-avid solitary pulmonary nodules", *Cancer imaging*, 2019, **19**, 56. [COBISS.SI-ID 3347300]
7. Alison Roth, Stephanie A. Harmon, Timothy G. Perk, Jens C. Eickhoff, Peter L. Choyke, Karen A. Kurdziel, William L. Dahut, Andrea B. Apolo, Michael J. Morris, Scott Perlman, Glenn Liu, Robert Jeraj, "Impact of anatomic location of bone metastases on prognosis in metastatic castration-resistant prostate cancer", *Clinical genitourinary cancer*, 2019, **17**, 4, 306-314. [COBISS.SI-ID 3348324]
8. Marjan Kromar, Bojan Kurinčič, "Assessment of the photon and neutron source term for the NPP Krško spent fuel", *Energija*, 2019, **68**, 2-3, 184-198. [COBISS.SI-ID 33109031]
9. Igor Lengar, Andrej Žohar, P. Batistoni, Sergei Popovichev, S. Conroy, JET Contributors, "Characterization of JET neutron field in irradiation locations for DD, DT and TT plasmas", *Fusion engineering and design*, 2019, **146B**, 1967-1970. [COBISS.SI-ID 32604711]
10. Bor Kos, Scott W. Mosher, Ivan Aleksander Kodeli, Robert E. Grove, Jonathan Naish, Barabara Obyrk, Rosaria Villari, Paola Batistoni, JET Contributors, "Application of ADVANTG to the JET3 - NEXP streaming benchmark experiment", *Fusion engineering and design*, 2019, **147**, 11252. [COBISS.SI-ID 32524071]
11. Aljaž Čufar, Alessandro Bruschi, U. Fischer, Thomas Franke, G. Granucci, G. Grossetti, Ivan Aleksander Kodeli, D. Trombetta, R. Villari, "Equatorial electron cyclotron port plug neutronic analyses for the EU DEMO", *Fusion engineering and design*, 2019, **146A**, 336-340. [COBISS.SI-ID 32088359]
12. Ivan Aleksander Kodeli, M. Angelone, "FNG copper benchmark evaluation for the SINBAD database", *Fusion engineering and design*, 2019, **146A**, 312-315. [COBISS.SI-ID 32023591]
13. Matthew Scarpelli, Christopher Zahm, Scott Perlman, Douglas G. McNeel, Robert Jeraj, Glenn Liu, "FLT PET/CT imaging of metastatic prostate cancer patients treated with pTVG-HP DNA vaccine and pembrolizumab", *Journal for immunotherapy of cancer*, 2019, **7**, 23. [COBISS.SI-ID 3290212]
14. Lino Šalamon, B. Geslot, J. Heyse, S. Kopecky, Pierre Leconte, Gilles Noguere, C. Paradela, P. Schillebeeckx, Luka Snoj, "Neutron resonance transmission analysis of cylindrical samples used for reactivity worth measurements", *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry: an international journal dealing with all aspects and applications of nuclear chemistry*, 2019, **321**, 2, 1519-1530. [COBISS.SI-ID 32452647]
15. Stephanie A. Harmon, Christopher W. Seder, Song Chen, Anne M. Traynor, Robert Jeraj, Justin D. Blasberg, "Quantitative FDG PET/CT may help risk-stratify early-stage non-small cell lung cancer patients at risk for recurrence following anatomic resection", *Journal of thoracic disease*, 2019, **11**, 4, 1106-1116. [COBISS.SI-ID 3347556]
16. Matija Milanič, Adam Cenian, Nina Verdel, Witold Cenian, Jošt Stergar, Boris Majaron, "Temperature depth profiles induced in human skin in vivo using pulsed 975nm irradiation", *Lasers in surgery and medicine*, 2019, **51**, 9, 774-784. [COBISS.SI-ID 3317604]
17. Matija Milanič, Blaž Tašič Muc, Nejc Lukač, Matjaž Lukač, "Numerical study of hyper-thermic laser lipolysis with 1,064 nm Nd:YAG laser in human subjects", *Lasers in surgery and medicine*, 2019, **51**, 10, 897-909. [COBISS.SI-ID 3318628]
18. A. Asuncion-Astronomo, Žiga Štancar, Tanja Goričanec, Luka Snoj, "Computational design and characterization of a subcritical reactor assembly with TRIGA fuel", *Nuclear Engineering and Technology*, 2019, **51**, 2, 337-344. [COBISS.SI-ID 31864359]
19. Ivan Aleksander Kodeli, Vladimir Radulović, Gregor Veniger, Darko Kavšek, T. Kuc, M. Ciechanowski, W. Pohorecki, "Activation of Mn, Li²O and LiF in JSI TRIGA reactor to study potential tritium production monitors for fusion applications", *Nuclear fusion*, 2019, **8**, vol. 59. [COBISS.SI-ID 32379943]
20. Žiga Štancar, Marina Gorelenkova, Sean Conroy, Patrick Sauvan, James Buchanan, Henri Weisen, Luka Snoj and JET Contributors, "Multiphysics approach to plasma neutron source modelling at the JET tokamak", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 9, 096020. [COBISS.SI-ID 32524839]
21. B. Labit *et al.* (466 avtorjev), "Dependence on plasma shape and plasma fueling for small edge-localized mode regimes in TCV and ASDEX Upgrade", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 8, 086020. [COBISS.SI-ID 12602964]
22. S. Coda *et al.* (268 avtorjev) and the EUROfusion MST1 Team, "Physics research on the TCV tokamak facility: from conventional to alternative scenarios and beyond", *Nuclear fusion*, 2019, **59**, 11, 112023. [COBISS.SI-ID 12612692]
23. Lino Šalamon, Benoit Geslot, Jan Heyse, Stefan Kopecky, Pierre Leconte, Gilles Noguere, Carlos Paradela, Peter Scillebeeckx, Luka Snoj, " ¹⁰⁷Ag and ¹⁰⁹Ag resonance parameters for neutron induced reactions below 1 keV", *Nuclear instruments & methods in physics research. Section B, Beam interactions with materials and atoms*, 2019, **446**, 19-28. [COBISS.SI-ID 32230951]
24. Peter Naglič, Luka Vidovič, Matija Milanič, Lise L. Randeberg, Boris Majaron, "Suitability of diffusion approximation for an inverse analysis of diffuse reflectance spectra from human skin in vivo", *OSA continuum*, 2019, **2**, 3, 905-922. [COBISS.SI-ID 32196391]
25. Maruša Turk, Urban Simončič, Alison Roth, Damijan Valentinuzzi, Robert Jeraj, "Computational modelling of resistance and associated treatment response heterogeneity in metastatic cancers", *Physics in medicine & biology*, 2019, **64**, 11, 115001. [COBISS.SI-ID 3294564]
26. Damijan Valentinuzzi, Urban Simončič, Katja Uršič, Martina Vrankar, Maruša Turk, Robert Jeraj, "Predicting tumour response to anti-PD-1 immunotherapy with computational modelling", *Physics in Medicine & Biology*, 2019, **64**, 025017. [COBISS.SI-ID 3287652]
27. Christie Lin, Stephanie A. Harmon, Tyler J. Bradshaw, Jens C. Eickhoff, Scott Perlman, Glenn Liu, Robert Jeraj, "Response-to-repeatability of quantitative imaging features for longitudinal response assessment", *Physics in Medicine & Biology*, 2019, **64**, 025019. [COBISS.SI-ID 3290468]
28. Bernd Sebastian Schneider *et al.* (16 avtorjev), "New diagnostic tools for transport measurements in the Scrape-Off Layer (SOL) of medium-size tokamaks", *Plasma physics and controlled fusion*, 2019, **61**, 5, 054004. [COBISS.SI-ID 32121383]
29. Tanja Goričanec, Bor Kos, Gašper Žerovnik, M. A. Marshall, Ivan Aleksander Kodeli, Igor Lengar, Žiga Štancar, John D. Bess, D. P. Heinrichs, S.J. Kim, M. L. Zerkle, Luka Snoj, "Evaluation of the criticality and reaction rate benchmark experiments utilizing UO₂F₂ aqueous solution of intermediate enrichment in spherical geometry at ORNL", *Progress in Nuclear Energy*, 2019, **111**, 97-108. [COBISS.SI-ID 31863591]
30. Amy J. Weisman *et al.* (14 avtorjev), "Quantification of bone flare on ¹⁸F-NaF PET/CT in metastatic castration-resistant prostate cancer", *Prostate cancer and prostatic diseases*, 2019, **22**, 324-330. [COBISS.SI-ID 3292516]
31. Ali Ajdari, Maximilian Niyazi, Nils Henrik Nicolay, Christian Thieke, Robert Jeraj, Thomas Bortfeld, "Towards optimal stopping in radiation therapy", *Radiotherapy and oncology*, 2019, **134**, 96-100. [COBISS.SI-ID 3347812]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Codrina Ioniță, Bernd Sebastian Schneider, Stefan Costea, Ovidiu Vasilovici, Jernej Kovačič, Tomaž Gyergyek, Volker Naulin, Jens Juul Rasmussen, Nicola Vianello, Monica Spolaore, Ronald Stärz, Roman Schrittwieser, "Plasma potential probes for hot plasmas: a review and some news", *The European physical journal. D, Atomic, molecular and optical physics*, 2019, **73**, 4, 73. [COBISS.SI-ID 12450900]
2. Andrej Žohar, Luka Snoj, "On the dose fields due to activated cooling water in nuclear facilities", *Progress in Nuclear Energy*, 2019, **117**, 103042. [COBISS.SI-ID 32358951]

STROKOVNI ČLANEK

1. Joanna Cygler, Božidar Casar, Robert Jeraj, "AAPM - ISEP/IOMP therapy course: challenges in modern radiation therapy physics", *AAPM Newsletter*, 2019, **44**, 1, 1-7. [COBISS.SI-ID 3125371]
2. Vid Merljak, "Vtisi s strokovno-izobraževalne ekskurzije Preteklost in prihodnost JE v Ukrajini", *Jedrce Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije*, 2019, junij, 8-10. [COBISS.SI-ID 32523559]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. P. Siren, E. Tholerus, Y. F. Baranov, F. J. Casson, J. Varje, Žiga Štancar, and JET Contributors, "Comprehensive benchmark studies of ASCOT and TRANSP-NUBEAM fast particle simulations", V: *46th EPS Conference on Plasma Physics, 8-12 July 2019, Milan, Italy*, (Europhysics Conference Abstracts, **43C**), 2019, P5.1085. [COBISS.SI-ID 32664359]
2. Iñaki Gómez Alonso, Tomaž Gyergyek, Jernej Kovačič, "One dimensional kinetic model of an inverted sheath in a bounded plasma system", V: *46th EPS Conference on Plasma Physics, 8-12 July 2019, Milan, Italy*, (Europhysics Conference Abstracts, **43C**), 2019, P4.3004. [COBISS.SI-ID 12579412]
3. Marjan Kromar, Bojan Kurinčič, "The Influence of Increased Moderator Temperature on the Nuclear Characteristics of the NPP Krško", V: *7th Symposium on Applied Electromagnetics SAEM'2018, Podčetrtek, Slovenia, 17-20 June 2018*, Conference proceedings, University of Maribor Press, 2019, 121-126. [COBISS.SI-ID 1024342620]
4. Klemen Ambrožič, Adrien Gruel, Vladimir Radulović, Patrick Blaise, Christophe Destouches, Luka Snoj, "Delayed gamma determination in research reactors by synchronous measurements with fission and ionization chambers", V: *European Research Reactor Conference, RRFM 2019, 24-28 March 2019, Jordan, Amman*, Conference proceedings, ENS, 2019. [COBISS.SI-ID 33085479]
5. Vladimir Radulović, Klemen Ambrožič, Tanja Goričanec, Bor Kos, Sebastjan Rupnik, Anže Jazbec, Luka Snoj, "Neutron activation measurements and calculations in support of detector testing experiments at the JSI TRIGA reactor", V: *European Research Reactor Conference, RRFM 2019, 24-28 March 2019, Jordan, Amman*, Conference proceedings, ENS, 2019. [COBISS.SI-ID 33083431]
6. Luka Rogelj, Urban Pavlovčič, Matija Jezeršek, Matija Milanič, Urban Simončič, "Reducing object curvature and height variation effects in hyperspectral images", V: *Diffuse Optical Spectroscopy and Imaging VII, European Conferences on Biomedical Optics, 23-27 June 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11074**), SPIE, 2019, 110742E. [COBISS.SI-ID 3332196]
7. Jošt Stergar, Rok Dolenec, Katja Lakota, Martina Perše, Matija Tomšič, Matija Milanič, "Tissue fixation and substrate selection in hyperspectral imaging of murine models", V: *Diffuse Optical Spectroscopy and Imaging VII, European Conferences on Biomedical Optics, 23-27 June 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11074**), SPIE, 2019, 110741S. [COBISS.SI-ID 3332452]
8. Ana Marin, Nina Verdel, Matija Milanič, Boris Majaron, "Influence of healthy skin baseline on bruise dynamics parameters as assessed by optical methods", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751o. [COBISS.SI-ID 32537895]
9. Rok Dolenec, Luka Rogelj, Jošt Stergar, Matija Milanič, "Modular multi-wavelength LED based light source for hyperspectral imaging", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751M. [COBISS.SI-ID 3332964]
10. Christophe Destouches, Vladimir Radulović, Klemen Ambrožič, Tanja Goričanec, L. Barbot, D. Fourmentel, G. De Izarra, Gašper Žerovnik, Luka Snoj, Jean-François Villard, "Analysis of the γ flux contribution to the in-core neutron flux measurements in material testing reactors", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 504. [COBISS.SI-ID 33161767]
11. Klemen Ambrožič, Luka Snoj, Gregor Kramberger, "Application of JSIR2S for dosimetry calibration of Nurfet semiconductor dosimeters at the JSI TRIGA reactor In-between reactor shutdowns", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 505. [COBISS.SI-ID 33162023]
12. Andrej Žohar, Žiga Štancar, Igor Lengar, Luka Snoj, "Comparison of MCNP and Serpent for fusion transport simulations", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 706. [COBISS.SI-ID 33166119]
13. Tanja Goričanec, Domen Kotnik, Žiga Štancar, Bor Kos, Klemen Ambrožič, Luka Snoj, Marjan Kromar, "Determination of neutron flux redistribution factors for typical PWR using Monte Carlo neutron transport methods", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 613. [COBISS.SI-ID 33164839]
14. Marjan Kromar, Bojan Kurinčič, "Determination of the NPP Krško spent fuel characteristics with the Serpent and SCALE code systems", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 612. [COBISS.SI-ID 33163559]
15. Anže Jazbec, Bor Kos, Luka Snoj, "Gamma dose rate analysis in case of loss of water event at the Jožef Stefan Institute TRIGA Mark II Research reactor", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 609. [COBISS.SI-ID 33131559]
16. Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Sebastjan Rupnik, Andraž Verdir, Marko Rosman, Borut Smodiš, Luka Snoj, "Jožef Stefan Institute TRIGA Research Reactor activities in the period from September 2018 - August 2019", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 506. [COBISS.SI-ID 33131303]
17. Ingrid Vavtar, Andrej Trkov, P. J. Griffin, E. J. Parma, "Neutron spectrum unfolding exercise REAL-2020", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 604. [COBISS.SI-ID 33162791]
18. F. Batard, Ivan Aleksander Kodeli, P. Dossantos-Uzarralde, "Nuclear data adjustment based on Bayesian inference applied to covariance matrix generation", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 611. [COBISS.SI-ID 33165863]
19. Aljaž Čufar, C. Vorpahl, Christian Bachmann, T. Eade, R. Mozzillo, "Shielding concept and neutronic assessment of the European DEMO Upper port", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 710. [COBISS.SI-ID 33175335]
20. Jan Malec, Anže Pungertič, Bor Kos, Klemen Ambrožič, Andrej Žohar, Vladimir Radulović, Anže Jazbec, Sebastjan Rupnik, Vid Merljak, Aljaž Čufar, Žiga Štancar, Luka Snoj, "Towards a new research reactor in Slovenia", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 1114. [COBISS.SI-ID 33131815]
21. Bor Kos, Ivan Aleksander Kodeli, and JET Contributors, "Validation and use of coupling SUS3D with Denovo for complex sensitivity/uncertainty analysis", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 701. [COBISS.SI-ID 33165607]
22. Tanja Goričanec, Bor Kos, Gašper Žerovnik, M. A. Marshall, Ivan Aleksander Kodeli, Igor Lengar, Žiga Štancar, John D. Bess, D. P. Heinrichs, S.J. Kim, M. L. Zerkle, Luka Snoj, "Analysis of the criticality Benchmark experiments utilizing UO₂F₂ aqueous solution in spherical geometry", V: *11th International Conference on Nuclear Criticality Safety (ICNC), September 15-20, 2019, Paris*, Proceedings, French Institute for Radiological Protection, 2019. [COBISS.SI-ID 33174567]
23. Gašper Žerovnik, Klemen Ambrožič, Dušan Čalič, L. Fiorito, Kevin Govers, Augusto Hernandez Solis, Bor Kos, Marjan Kromar, P. Schillebeeckx, A. Stankovskiy, "Characterization of spent PWR fuel for decay heat, neutron and gamma-ray emission: code comparison", V: *The International conference on mathematics and computational methods applied to nuclear science and engineering (M&C 2019), August 25-29*

- 2019, Portland, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 2736-2745. [COBISS.SI-ID 32814375]
24. Valerio Mascolino, Anže Pungerčič, Alireza Haghghat, Luka Snoj, "Experimental and computational benchmarking of rapid using the JSI TRIGA Mark-II reactor", V: *The International conference on mathematics and computational methods applied to nuclear science and engineering (M&C 2019), August 25-29 2019, Portland, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 1328-1337.* [COBISS.SI-ID 32814631]
25. Anže Pungerčič, Dušan Čalič, Luka Snoj, "STRIGA: A computer tool for TRIGA reactor burnup calculations", V: *The International conference on mathematics and computational methods applied to nuclear science and engineering (M&C 2019), August 25-29 2019, Portland, Proceedings, American Nuclear Society, 2019.* [COBISS.SI-ID 32813607]
26. Luka Snoj, Domen Kotnik, Bor Kos, "Analysis of dose rates around a silo-type LILW repository using ADVANTG", V: *ANS Winter Meeting 2019, November 17-21, 2019, Washington D. C., Proceedings, (Transactions of the American Nuclear Society, 121), 1237-1242.* [COBISS.SI-ID 32863271]

STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Bor Kos, Ivan Aleksander Kodeli, *MCNP modelling of the TIARA SINBAD shielding benchmark*, Vienna: IAEA, 2019. [COBISS.SI-ID 32368423]

PATENT

1. Robert Jeraj, Tyler J. Bradshaw, Timothy G. Perk, *Image enhancement system for bone disease evaluation*, US10445878 (B2), US Patent Office, 15. 10. 2019. [COBISS.SI-ID 3376484]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Božidar Casar, *Eksperimentalno odredivanje faktora polja i specifičnih korekcijskih faktora odziva detektora u malim poljima megavoltnih radioterapijskih snopova*: doktorska disertacija, Zagreb, 2019 (mentorja Slaven Jurković, Robert Jeraj). [COBISS.SI-ID 3265659]
2. Lino Šalamon, *Meritve presekov prepustnosti in zajetja nevtronov z metodo časa preleta nevtrona za validacijo oscilacijskih poskusov v reaktorju MINERVE*: doktorska disertacija, Aix-en-Provence, 2019 (mentor Luka Snoj; somentor Gilles Noguere). [COBISS.SI-ID 3306852]
3. Žiga Štancar, *Analiza nevtronskih diagnostičnih sistemov v velikih tokamakih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Luka Snoj; somentor Henri Weisen). [COBISS.SI-ID 3318372]

ODSEK ZA EKSPERIMENTALNO FIZIKO OSNOVNIH DELCEV

F-9

Raziskave na odseku so usmerjene v meritve v svetu osnovnih delcev, kjer preučujemo osnovne gradnike narave in interakcije med njimi, ter v razvoj in uporabo tehnološko zahtevnih detektorjev delcev. Eksperimenti v fiziki visokih energij so tako po zahtevnosti kakor tudi stroških narasli toliko, da se za njihovo izvedbo znanstveniki z vsega sveta združujejo v velike kolaboracije v mednarodnih središčih za fiziko delcev. V teh središčih delujejo pospeševalniki z največjimi človeštvu dostopnimi energijami. Slovenski znanstveniki sodelujemo pri poskusih v CERN-u pri Ženevi in KEK-u v Tsukubi. Astrofizika delcev je področje, ki uporablja detekcijske metode fizike delcev za študij pojavov v vesolju. Slovenski znanstveniki sodelujemo pri meritvah kozmičnih delcev najvišjih energij z observatorijem Pierre Auger v Malargue v Argentini.



Vodja:
prof. dr. Marko Mikuz

Meritve lastnosti osnovnih gradnikov narave so izvedljive na pospeševalnikih delcev z visoko energijo. Primer je veliki hadronski pospeševalnik (LHC) v CERN-u. Pri njegovi gradnji so razen držav članic CERN-a z znatnimi finančnimi prispevki sodelovale Japonska, Kanada, Rusija in Združene države Amerike. Raziskovalci Odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev izvajamo skupaj s kolegi z Oddelka za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko, Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani ter Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru svoje meritve v dveh mednarodnih središčih za fiziko delcev: Evropski organizaciji za jedrske raziskave (CERN) v Ženevi in japonskem središču KEK v Tsukubi. Naše delo poteka v okviru dveh mednarodnih skupin:

- ATLAS pri Velikem hadronskem trkalniku (LHC) v CERN-u (3000 znanstvenikov, 175 institucij iz 38 držav),
- BELLE II na asimetričnem trkalniku elektronov in pozitronov KEK-B v KEK-u, Tsukuba (750 znanstvenikov, 101 institucija iz 22 držav).

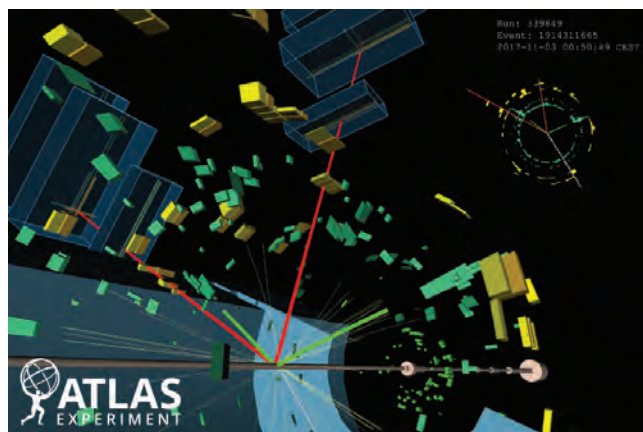
Na področju astrofizike delcev sodelujemo v kolaboraciji Pierre Auger (250 znanstvenikov, 94 institucij iz 17 držav), ki blizu Malargue v Argentini meri z observatorijem za kozmične delce najvišjih energij s površino 3000 km². Raziskave na tem področju izvajamo skupaj s kolegi z Univerze v Novi Gorici.

Podrobnejše poročilo po dejavnostih v letu 2019, pri čemer smo se osredotočili na prispevek naših raziskovalcev:

ATLAS pri velikem hadronskem trkalniku (LHC) v CERN-u

V letih 2015–2018 je v CERN-u potekalo obdobje zajemanja podatkov na velikem hadronskem trkalniku LHC, imenovano Run 2. Leta 2015 je nadgrajeni veliki hadronski trkalnik LHC v CERN-u dosegel novo rekordno težiščno energijo trkov protonov 13 TeV, obdobje Run 2 delovanja LHC pa se je nato končalo konec leta 2018 s trki težkih ionov (Pb-Pb) pri težiščni energiji 5.02 TeV. Sedaj potekata dve leti nadgradnje detektorjev in trkalnika pred naslednjim zagonom, kar nam daje tudi potreben čas za analizo do sedaj zajetih podatkov. Količina podatkov eksperimenta ATLAS o protonskih trkih pri 13 TeV je v letih 2015–2018 dosegla integrirano luminoznost 150 fb⁻¹ prvovrstnih podatkov, s čimer je LHC presegl vsa pričakovanja in omogočil zajem največje količine podatkov na eksperimentu ATLAS doslej (slika 1). Ta nabor edinstvenih podatkov iz Run 2 omogoča najnatančnejše analize iskanja procesov nove fizike onkraj standardnega modela doslej. V analiziranih podatkih je bil statistično izključen precejšen nabor različnih teorij, obstaja pa nekaj indikacij na možna nova odkritja v fiziki osnovnih delcev, a bo za potrditev treba dokončno analizirati celotno količino zajetih podatkov – tako bo tudi to leto še polno izzivov in pričakovanih prelomnih dogodkov. V letu 2019 je kolaboracija ATLAS objavila več kot 100 znanstvenih člankov v najuglednejših mednarodnih revijah [1], s čimer se je število vseh objavljenih člankov kolaboracije povečalo na 900, v pripravi pa jih je še več kot sto.

Ljubljanska skupina pri eksperimentu ATLAS je vodilna pri načrtovanju, izgradnji in obratovanju več manjših detektorjev, ki skrbijo za kontrolo in spremljanje obsevanja notranjega detektorja: ATLAS Beam Condition



Slika 1: Prikaz dogodka trka dveh protonov pri težiščni energiji 13 TeV. Rdeče sledi predstavljajo mione, zelene sledi pa elektrone. Dogodek je skladen s hipotezo vmesnega stanja VH, pri čemer je $V = Z$ in $Z \rightarrow \nu\bar{\nu}$ ali pa $V = W$ in $W \rightarrow \ell\nu$, kjer je nabiti lepton izven odzivnega volumna detektorja (ali pa ni rekonstruiran).

V analiziranih podatkih je bil statistično izključen precejšen nabor različnih teorij, obstaja pa nekaj indikacij na možna nova odkritja v fiziki osnovnih delcev.

Monitor (BCM), Beam Loss Monitor (BLM), Radiation Monitor (RADMON) in Diamond Beam Monitor (DBM). BCM je namenjen spremljanju pogojev v žarkih protonov velikega hadronskega pospeševalnika (Large Hadron Collider, LHC) in opozarjanju pred potencialno nevarnimi dogodki. Med prvim obdobjem zajemanja podatkov je bil BCM tudi glavni monitor luminoznosti spektrometra ATLAS. Po drugi strani je precej bolj preprost sistem BLM namenjen samo varovanju notranjega detektorja spektrometra ATLAS pred potencialnimi nevarnimi pogoji, kjer deluje neodvisno in vzporedno z BCM. BLM je do sedaj nekajkrat sprožil in zaustavil žarke LHC ter s tem preprečil morebitne poškodbe najbolj občutljivejših notranjih delov spektrometra ATLAS. RADMON meri doze, ki jih prejmejo različni deli notranjega detektorja spektrometra ATLAS. Veliko bolj zapleten detektor DBM, ki smo ga sestavili med zadnjo zaustavitvijo in prvič uporabili leta 2015, je sestavljen iz diamantnih pCVD-senzorjev in čipov z aktivnimi elementi (piksli) velikosti $250 \times 50 \mu\text{m}^2$. Sistema za zajemanje podatkov in analizo podatkov detektorja DBM sta bila preizkušena med zadnjim obdobjem zajemanja podatkov, kjer smo pokazali, da lahko DBM prispeva k meritvi luminoznosti. Za nadgradnjo LHC na veliko luminoznost (High Luminosity LHC) razvijamo popolnoma nov sistem za monitoriranje in nadzor žarkov. Razvili smo že bralni čip, ki bo povezan s senzorstvi iz pCVD-diamantov, ki bodo segmentirani v različno velike aktivne blazinice.

Belle in Belle II na asimetričnem trkalniku elektronov in pozitronov KEKB v KEK

Sodelavci odseka so nadaljevali aktivnosti pri eksperimentih Belle in Belle II na trkalniku elektronov in pozitronov KEKB oziroma SuperKEKB v Tsukubi na Japonskem. Osnovna motivacija obeh eksperimentov, ki

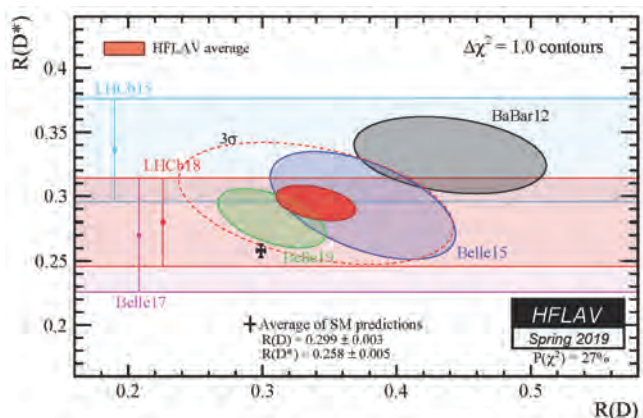
spadata v eksperimentalne napore na t. i. obzorju natančnosti, je iskanje procesov in delcev, ki niso zajeti v standardnem modelu (SM) interakcij in jih nazivamo s skupnim imenom Nova fizika (NF). Eksperimenti na obzorju natančnosti izvajajo izjemno natančne meritve in rezultate primerjajo s podobno natančnimi teoretičnimi napovedmi v okviru SM. Tega danes smatramo za izjemno uspešno in eksperimentalno potrjen opis procesov na nivoju osnovnih delcev pri trenutno dosegljivih energijah in natančnosti. Procesi NF morajo biti odgovorni – med drugim – za opaženo prevlado snovi nad antisnovo v vesolju.

Detektor Belle je zaključil zajemanje podatkov leta 2010, njihove številne analize pa še potekajo. Med najodmevnejšimi rezultati mednarodne skupine leta 2019 sta izboljšana meritev razpadov $B \rightarrow D^* \tau \nu$ [2] in nova meritev razpadov $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ [3]. Prva meritev je eksperimentalni preizkus univerzalnosti različnih leptonov (e, μ, τ). Meritve ne kažejo na znatna odstopanja od napovedi SM. Druga meritev je podoben eksperimentalni preizkus, vendar v redkejših procesih (v prvem primeru gre za relativno pogost kvarkovski proces $b \rightarrow c$, v drugem pa za redek proces $b \rightarrow s$). Tudi pri slednji meritvi v okviru zanesljivosti ni opaziti odmikov od teoretičnih izračunov.

Pri meritvi $B \rightarrow D^* \tau \nu$ smo enega od obeh mezonov B , ki nastaneta v procesu $e^+e^- \rightarrow Y(4S) \rightarrow B\bar{B}$, rekonstruirali prek semileptonskega razpada $B \rightarrow X_c \ell \nu$ (kjer je X_c kakršenkoli hadron, sestavljen iz kvarka c). To omogoča določitev energije in gibalne količine tudi drugega mezona B , pri katerem iščemo razpade $D^* \tau \nu$. (τ pri tem razpade v nabit delec in enega ali več nevtrinov). Kljub vsaj dvema nedetektiranim nevtrinom v končnem stanju je tako vseeno mogoče popolnoma rekonstruirati te razpade in primerjati njihovo pogostost s pogostostjo razpadov $B \rightarrow D^* \mu \nu$ in $B \rightarrow D^* e \nu$. Razmerje teh pogostosti $(R(D^*)) = \text{Br}(B \rightarrow D^* \tau \nu) / \text{Br}(B \rightarrow D^* \ell \nu)$, kjer je $\ell = e$ ali μ iz različnih meritev z detektorjem Belle je prikazano na sliki 2.

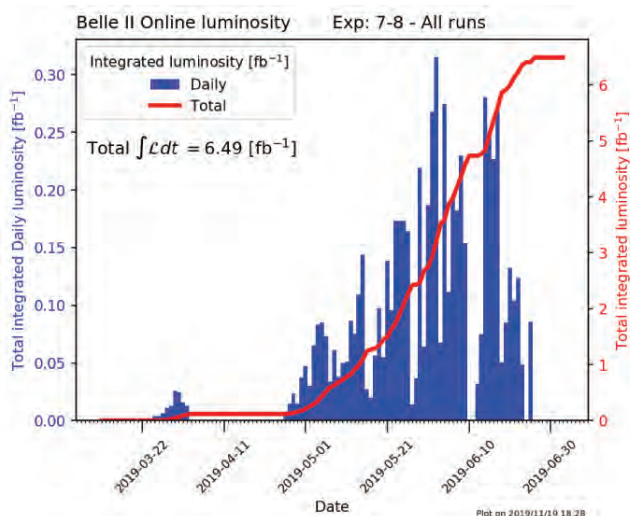
Detektor Belle II je leta 2019 uspešno nadaljeval zajemanje podatkov. Integrirana luminoznost je prikazana na sliki 3.

Detektor je v splošnem deloval odlično, pojavljalo se je nekaj manjših težav, ki smo jih sproti uspešno reševali. Celotna integrirana luminoznost zajetih podatkov znaša okoli 6 fb^{-1} . Ti podatki so omogočili pripravo prvih objav v mednarodni strokovni literaturi. Med prvimi članki, ki so v pripravi, je iskanje morebitnih delcev temne snovi. Nekatere teorije napovedujejo, da bi temno snov sestavljali delci, ki v redkih primerih lahko nastanejo v trkih elektronov in pozitronov pri energijah, pri katerih deluje trkalnik



Slika 2: Povprečje meritev $R(D)$ in $R(D^*)$ (glej besedilo) v primerjavi z napovedjo SM

Detektor Belle II je v letu 2019 uspešno nadaljeval z zajemanjem podatkov.



Slika 3: Integrirana luminoznost trkalnika SuperKEKB in detektorja Belle II v letu 2019

SuperKEKB. Kot primer lahko navedemo morebitni obstoj dodatnega umeritvenega bozona (Z' ; poleg znanega in obstoječega Z^0), ki bi se lahko sklapljal tako z delci SM kot z delci temne snovi. Bozon Z' lahko nastaja v trkih prek $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-Z'$. Razpadel bi lahko v delce temne snovi, ki ne interagirajo z delci SM in jih torej ni mogoče zaznati z detektorjem. Prve meritve na delnem vzorcu podatkov kažejo, da bodo rezultati eksperimenta Belle II ponudili znatno ostrejšo mejo na sklopitveni konstanti Z' z delci SM kot do zdaj objavljene meritve.

Pierre Auger

Observatorij Pierre Auger je bil zgrajen z namenom zaznavanja visokoenergijskih kozmičnih žarkov, pod katerimi razumemo subatomske delce z energijami na 10^{18} eV. Tovrstni delci v zemeljski atmosferi interagirajo z atomi in tako povzročijo nastanek sekundarnih delcev, ki jih imenujemo atmosferski pljusek. Če hočemo oceniti izvor, energijo in tip primarnega delca, je treba izmeriti lastnosti pljuska. Ker so tovrstni delci zelo redki (na Zemljo namreč pride zgolj en delec na kvadratni kilometer na stoletje z energijo 10^{20} eV), je potrebna nadvse obsežna merilna naprava. Observatorij Pierre Auger zato obsega površino 3000 km^2 , nahaja pa se v provinci Mendoza v Argentini.

Observatorij Pierre Auger uporablja dve komplementarni tehniki zaznave atmosferskih pljuskov. Na poti skozi atmosfero sekundarni delci vzbujaajo molekule dušika. Pri relaksaciji ti izsevajo fluorescenčno svetlobo, ki jo zaznavamo z mrežo velikih teleskopov. Sekundarne delce, ki dosežejo Zemljo, pa zaznavamo z mrežo Čerenkovih detektorjev prek meritve svetlobe, izsevane ob prehodu relativističnega delca skozi vodo.

Kolaboracija Pierre Auger je izmerila strmo upadanje energijskega spektra nad 10^{20} eV. Dušenje fluksa pri visokih energijah dandanes razlagamo z interakcijo delcev z mikrovalovnim prasevanjem (tako imenovani GZK učinek) ter zaradi ftonske dezintegracije. Kljub temu pa je bilo pokazano, da GZK učinek ne more biti edina razlaga, saj podatki nakazujejo težjo masno sestavo, kot bi jo pričakovali, zato razlogi za spektralni upad ostajajo nepojasnjeni.

Trki visokoenergijskih kozmičnih žarkov z atmosferskimi molekulami ponujajo vpogled v hadronske interakcije pri energijah, ki za nekaj velikostnih razredov presegajo težiščno energijo trkalnika LHC. Obsežni poizkusi integracije LHC rezultatov v meritve observatorija so pokazali precejšnje razhajanje, saj je število mionov, ki jih dobimo pri simulaciji Monte Carlo, temelječi na dosedanjih meritvah, znatno manjše, kot jih zaznavamo, prav tako tudi globina interakcijske točke znotraj atmosfere odstopa od pričakovane za poljubno smiselno kompozicijo kozmičnih žarkov.

Kolaboracija Pierre Auger je v fazi nadgradnje, ki bo ponudila dodaten vpogled v opisane probleme. Ključni element nadgradnje je namestitve scintilacijskih detektorjev na vsakega izmed 1660 Čerenkovih detektorjev. Tako bo identifikacija primarnih delcev olajšana, saj z uporabo scintilacijskega polja dosežemo lažje razločevanje med elektromagnetno in mionsko komponento pljuska. K meritvam kompozicije pa bo pripomogla tudi nova bralna elektronika Čerenkovih detektorjev.

Center za distribuirano računanje

Leta 2019 je računski center SiGNET Tier-2 obratoval s 6600 jedri in 4.5 PB shranjevalnega prostora. Računske in shranjevalne kapacitete so bile namenjene predvsem produkciji in analizi podatkov pri eksperimentu ATLAS ter produkciji pri eksperimentu Belle II. Manjši del kapacitet so uporabljali drugi sodelavci z Instituta "Jožef Stefan" in zunanji sodelavci. V distribuirano računanje WLCG sta transparentno vključena večnamenski računski center NSC na Institutu "Jožef Stefan" in računski center ARNES. Novembra je začel obratovati novi prototipni računski center HPC.RIVR.UM na Univerzi v Mariboru. Dodan je bil v infrastrukturo grid pod okriljem SLING. HPC je bil postavljen in skonfiguriran s pomočjo sodelavcev F9, ki so omogočili transparentno delovanje sistema za vse slovenske uporabnike. Odsek F9 sodeluje pri aktivnostih EuroHPC in aktivno deluje pri načrtovanju novega slovenskega nacionalnega centra HPC, ki bo kot eden od osmih sistemov EuroHPC vzpostavljen do konca leta 2020 na IZUM v Mariboru. Odsek F9 sodeluje tudi v konzorciju Leonardo, ki bo upravljal z enim od treh velikih sistemov EuroHPC na Cineci v Bologni. SiGNET Tier-2 je polnopravni član mednarodnih organizacij EGI/InSPIRE, WLCG in Nordugrid ter je sodeloval pri številnih projektih za podporo in načrtovanje računske infrastrukture, pa tudi pri razvoju, distribuciji in vzpostavitvi distribuirane infrastrukture.

Odsek F9 sodeluje pri aktivnostih EuroHPC in aktivno deluje pri načrtovanju novega slovenskega nacionalnega centra HPC.

Razvoj detektorjev

Glavna razvoja silicijevih detektorjev nabitih delcev je potekala v okviru mednarodnih kolaboracij ATLAS in CERN-RD50. Skupina je aktivna tudi pri razvoju diamantnih detektorjev v okviru mednarodne kolaboracije RD42.

V minulemu letu smo nadaljevali razvoj senzorjev za visoko zrnati detektor z visoko časovno ločljivostjo (HGTD) v eksperimentu ATLAS. Detektorska tehnologija, izbrana za to aplikacijo, so detektorji z nizkim ojačanjem (LGAD). Naša skupina je prispevala nekaj ključnih meritev za razvoj LGAD. Imamo tudi vodilno vlogo pri študiju sevalnih poškodb LGAD-senzorjev za HGTD. Natančno smo ovrednotili delovanje detektorjev več proizvajalcev in pokazali, da je sprememba njihovih lastnosti po obsevanju precej podobna in v glavnem odvisna od začetnega faktorja pomnoževanja. Pokazali smo, da lahko vpliv sevalnih poškodb v tankih detektorjih kompenziramo z višjo napetostjo.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. »RECFA visit to Slovenia – Open Session«, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija, 5. 4.–6. 4. 2019
2. Workflow Management Software Technical Interchange Meeting, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija, 13. 5.–15. 5. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA16108 - VBScan; Koordinacija in strukturiranje dejavnosti o sipanju vektorskih bozonov
COST Office
prof. dr. Borut Paul Kerševan
2. COST VBScan; Koordinacija in strukturiranje dejavnosti o sipanju vektorskih bozonov
COST Association AISBL
prof. dr. Borut Paul Kerševan
3. H2020 - JENNIFER; Evropsko-japonska mreža za eksperimentalne raziskave nevtrinov in kvarkov
European Commission
prof. dr. Peter Križan
4. H2020 - AIDA-2020; Napredne Evropske infrastrukture za detektorje na pospeševalnikih
European Commission
prof. dr. Marko Mikuž
5. H2020 - JENNIFER2; Japonsko - evropska mreža za eksperimentalne raziskave na področju nevtrinov in obzorja natančnosti
European Commission
prof. dr. Rok Pestotnik
6. H2020 - ATTRACT; Sistem za zajem življenjskega časa fluorescence v realnem času
EMBL - European Molecular Biology Laboratory
dr. Rok Dolenc
7. Izdelava in kvalifikacija dozimetrom NürFET za uporabo v nuklearnih reaktorjih
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Gregor Kramberger
8. Razvoj segmentiranih silicijevih in diamantnih senzorjev sevanja in bralne elektronike za uporabo v fiziki delcev in medicinski diagnostiki
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Igor Mandić
9. Študija vpliva deleža in krajevne ločljivosti dogodkov z visoko krajevno ločljivostjo na kvaliteto slike pri sistemih PET s hibridno ločljivostjo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Vladimir Cindro

PROGRAMA

1. Astrofizika osnovnih delcev
prof. dr. Marko Zavrtanik
2. Eksperimentalna fizika osnovnih delcev
prof. dr. Marko Mikuž

PROJEKTI

1. Novi detektorji in tehnike daljinskega zaznavanja atmosferskih lastnosti za polja Čerenkovih teleskopov
prof. dr. Marko Zavrtanik
2. Napredni detektor za pozitronsko tomografijo z meritvijo časa preleta
prof. dr. Samo Korpar
3. Osiromašeni senzorstvi CMOS za nadgradnjo sledilnikov v detektorju ATLAS in bodočih trkalnikih
prof. dr. Marko Mikuž
4. Napredne metode za identifikacijo hadronov pri eksperimentu Belle II
prof. dr. Peter Križan
5. Razvoj prostorsko občutljivega detektorja časa v eksperimentu ATLAS
dr. Gregor Kramberger
6. Kolaboracija CERN RD-39
prof. dr. Marko Mikuž
7. Kolaboracija CERN RD-50
prof. dr. Marko Mikuž
8. Član mednarodnega odbora - MARKO MIKUŽ - Finančni nadzorni odbor (Resources Review Board) mednarodne kolaboracije ATLAS pri Evropski organizaciji za jedrske raziskave CERN
prof. dr. Marko Mikuž
9. Član mednarodnega odbora - MARKO MIKUŽ - Evropski odbor za prihodnje pospeševalnike (ECFA) in sestanke PECFA/RECFA
prof. dr. Marko Mikuž
10. Kolaboracija DELPHI
prof. dr. Borut Paul Kerševan
11. Kolaboracija ATLAS
prof. dr. Marko Mikuž
12. Kolaboracija CERN RD-42
prof. dr. Marko Mikuž
13. Kolaboraciji Belle in Belle II
prof. dr. Peter Križan
14. Načrtovanje, dobava in kontrola kakovosti fleksibilno-klasičnih hibridnih vezij
prof. dr. Marko Mikuž
15. Obsevanja v jedrskem reaktorju TRIGA
prof. dr. Vladimir Cindro

OBISKI

1. prof. dr. Shohei Nishida, KEK, Tsukuba, Japonska, 9. 1.–11. 1. 2019
2. Marko Milovanović, DESY, Hamburg, Nemčija, 1. 3.–3. 3. 2019
3. prof. dr. Aire Ruzin, Elektro fakulteta, Univerza v Tel Avivu, Tel Aviv, Izrael, 12. 9. 2019
4. dr. Roy WASTIE, Univerza v Oxfordu, Oxford, Velika Britanija, 19. 9.–28. 9. 2019
5. prof. Neville HARNEW, Univerza v Oxfordu, Velika Britanija, 30. 9. 2019
6. dr. Maxim TITOV, CEA, Saclay, Gif sur Yvette Cedex, Francija, 14. 10.–15. 10. 2019
7. Ozan YILMAZ, Univerza v Boluju, Bolu, Turčija, 2. 11.–9. 11. 2019
8. Umutkan GÜNER, Univerza v Boluju, Bolu, Turčija, 2. 11.–9. 11. 2019
9. Hüseyin KARAÇALI, Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turčija, 4. 11.–9. 11. 2019
10. Ercan YILMAZ, Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turčija, 4. 11.–9. 11. 2019
11. Raffaele GIORDANO, Univerza v Neaplju Federico II, Neapelj, Italija, 6. 12. 2019
12. dr. Ezio TORASSA, INFN Padova, Italija, 12. 12.–13. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Blaž Leban, mladi raziskovalec: Heavy neutrinos on the Z pol, 12. 11. 2019
2. Andrej Lozar, mladi raziskovalec: Comparison of thermal damage models of tissues for medical laser procedures, 25. 11. 2019
3. Manca Mrvar, mlada raziskovalka: Calibration of Aerogel Ring-Imaging Cherenkov Detector in Belle II Spectrometer, Manca Mrvar, 7. 1. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Marko Bračko, 19th Lomonosov Conference on Elementary Physics, Moskva, Rusija, 21. 8.–29. 8. 2019 (1)
2. Vladimir Cindro, Andrej Gorišek, Marko Mikuž, Igor Mandić, ATLAS ITK Week, Ženeva, Švica, 28. 1.–1. 2. 2019
3. Vladimir Cindro, Igor Mandić, Marko Mikuž, 34th RD50 Workshop, Lanchaster, Velika Britanija, 11. 6.–15. 6. 2019
4. Vladimir Cindro, Igor Mandić, Marko Mikuž, ATLAS ITK Week, Ženeva, Švica, 23. 9.–26. 9. 2019
5. Dania Consuegra Rodriguez, 8th Conference on PET/MR and SPECT/MR, München, Nemčija, 14. 4.–17. 4. 2019 (1)
6. Dania Consuegra Rodriguez, SENSE Detector School, München, Nemčija, 18. 6.–22. 6. 2019
7. Dania Consuegra Rodriguez, IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Manchester, Velika Britanija, 27. 10.–3. 11. 2019 (1)
8. Rok Dolenc, konferenca MEDAMI 2019, Valencia, Španija, 14. 5.–17. 5. 2019 (1)
9. Andrej Filipčič, EuroHPC Governing Board Meeting, Luksmeburg, Luksmeburg, 14. 1.–15. 1. 2019
10. Andrej Filipčič, Nordic Data Management Workshop, 2nd Rucio Community Workshop, Oslo, Norveška, 26. 1.–1. 3. 2019 (1)

11. Andrej Filipčič, US ATLAS Computing Facility Assessment Exercise, Chicago, ZDA, 14. 4.–17. 4. 2019
12. Andrej Filipčič, Dejan Lesjak, ARC Workshop & Nordugrid 2019 conference, Lund, Švedska, 11. 6.–14. 6. 2019
13. Andrej Filipčič, Borut Paul Kerševan, ATLAS Software & Computing Week, New York, ZDA, 23. 6.–29. 6. 2019
14. Andrej Filipčič, ATLAS Overview Week, Berlin, Nemčija, 6. 10.–11. 10. 2019
15. Boštjan Golob, The 27th International Workshop on Weak Interactions and Neutrinos, Bari, Italija, 2. 6.–8. 6. 2019 (1)
16. Boštjan Golob, 3rd Jagiellonian Symposium on Fundamental and Applied Subatomic Physics, Krakov, Poljska, 25. 6.–28. 6. 2019 (1)
17. Andrej Gorišek, 17th IPPOG Meeting at FAIR-GSI, Darmstadt, Nemčija, 23. 5.–25. 5. 2019
18. Andrej Gorišek, Borut Paul Kerševan, Jakob Novak, Tadej Novak, The Exotics + HDBS Workshop, Neapelj, Italija, 10. 6.–13. 6. 2019
19. Andrej Gorišek, Borut Paul Kerševan, ATLAS Physics & Performance Week, Ženeva, Švica, 11. 12.–13. 12. 2019
20. Bojan Hiti, Igor Mandič, Marko Mikuž, Gregor Kramberger, TREDI 2019 – 14th Trento Workshop on Advanced Silicon Radiation Detectors, Trento, Italija, 25. 2.–27. 2. 2019 (2)
21. Alissa Shirley-Ann Howard, Gregor Kramberger, Igor Mandič, RD50 Workshop, Ženeva, Švica, 17. 11.–20. 11. 2019 (3)
22. Borut Paul Kerševan, Joint ECFA – NuPECC-ApPEC Seminar – JENAS 2019, Orsay, Francija, 13. 10.–16. 10. 2019
23. Borut Paul Kerševan, konferenca CHEP 2019, Adelaide, Avstralija, 30. 10.–9. 11. 2019
24. Gregor Kramberger, Marko Zavrtanik, konferenca RAD2019, Herceg Novi, Črna gora, 9. 6.–14. 6. 2019 (1)
25. Gregor Kramberger, Marko Zavrtanik, International Conference on Radiation Application, Beograd, Srbija, 15. 9.–20. 9. 2019 (1)
26. Gregor Kramberger, 12th Hiroshima Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detector, Hirošima, Japonska, 13. 12.–20. 12. 2019
27. Peter Križan, APS April Meeting 2019, Kolorado, ZDA, 12. 4.–16. 4. 2019
28. Peter Križan, Luka Šantelj, EPS-HEP Conference 2019, Gent, Belgija, 15. 7.–17. 7. 2019
29. Peter Križan, BRN Workshop, Washington, ZDA, 10. 12.–15. 12. 2019
30. Samo Korpar, Workshop on fast Cherenkov Detectors – DIRC2019, Rauschholzhause, Nemčija, 11. 9.–13. 9. 2019 (1)
31. Blaž Leban, Jakob Novak, ATLAS RUN-2 Physics Workshop, Ženeva, Švica, 1. 12.–14. 12. 2019
32. Marko Mikuž, 29th International Symposium on Lepton Photon, Toronto, Kanada, 4. 8.–10. 8. 2019
33. Marko Mikuž, ATLAS Overview Week, Berlin, Nemčija, 6. 1.–8. 10. 2019
34. Jakob Novak, ATLAS Physics and Performance Week konferenca, Ženeva, Švica, 25. 3.–27. 3. 2019
35. Jakob Novak, DiHiggs bbVV 0,1 lepton Workshop, Gottingen, Nemčija, 15. 5.–18. 5. 2019
36. Jakob Novak, Discoveries and Open Puzzles in Particle Physics Gravitation, Kitzbuhel, Avstrija, 23. 6.–28. 6. 2019
37. Jakob Novak, European School of High-Energy Physics, St. Petersburg, Rusija, 4. 9.–17. 9. 2019
38. Tadej Novak, 2019 Joint/HSF/OSG/WLCG Workshop – how2019, Virginia, ZDA, 17. 3.–23. 3. 2019 (1)
39. Tadej Novak, 5th Machine Learning in HEP Summer School, Hamburg, Nemčija, 30. 6.–10. 7. 2019
40. Tadej Novak, 8th International Conference on New Frontiers in Physics, Kolybari, Kreta, Grčija, 21. 8.–30. 8. 2019 (1)
41. Rok Pestotnik, 4th Workshop on LHCb Upgrade II, Amsterdam, Nizozemska, 8. 4.–10. 4. 2019
42. Rok Pestotnik, Fast Timing Applications for Nuclear Physics and Medical Imaging, Catania, Italija, 2. 9.–6. 9. 2019 (1)
43. Marko Starič, Towards the Ultimate Precision in Flavour Physics Workshop, Durham, Velika Britanija, 1. 4.–5. 4. 2019 (1)
44. Luka Šantelj, Vienna Conference in Instrumentation, Dunaj, Avstrija, 17. 2.–22. 2. 2019 (1)
45. Luka Šantelj, Forum o znanosti in tehnologiji v družbi, Osaka, Kijoto, Japonska, 3. 10.–9. 10. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Marko Bračko, Jurij Eržen, Boštjan Golob, Samo Korpar, Peter Križan, Andrej Lozar, Rok Pestotnik, Manca Mrvar, Marko Starič, Luka Šantelj: KEK, Tsukuba, Japonska (krajši obiski – delo na kolaboraciji Belle, B2GM meetingi skozi vse leto)
2. Vladimir Cindro, Andrej Filipčič, Andrej Gorišek, Bojan Hiti, Alissa Shirley-Ann Howard, Borut Paul Kerševan, Gregor Kramberger, Dejan Lesjak, Blaž Leban, Boštjan Maček, Igor Mandič, Marko Mikuž, Jakob Novak, Tadej Novak, Andrej Studen, Marko Zavrtanik: CERN, Ženeva, Švica (krajši obiski – delo na kolaboracijah ATLAS, RD-42 in RD50)
3. Andrej Studen (Ohio State University, Columbus, Ohio, ZDA)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Marko Bračko*
2. prof. dr. Vladimir Cindro, znanstveni svetnik - pomočnik vodja odseka
3. prof. dr. Andrej Filipčič
4. prof. dr. Boštjan Golob*, znanstveni svetnik
5. dr. Andrej Gorišek
6. prof. dr. Borut Paul Kerševan*, znanstveni svetnik
7. prof. dr. Samo Korpar*, znanstveni svetnik
8. dr. Gregor Kramberger
9. prof. dr. Peter Križan*, znanstveni svetnik
10. dr. Boštjan Maček
11. doc. dr. Igor Mandič, pomočnik vodje odseka
12. **prof. dr. Marko Mikuž*, znanstveni svetnik - vodja odseka**
13. prof. dr. Rok Pestotnik
14. doc. dr. Tomaž Podobnik*
15. prof. dr. Marko Starič, znanstveni svetnik
16. prof. dr. Marko Zavrtanik, znanstveni svetnik
17. prof. dr. Danilo Zavrtanik*, znanstveni svetnik
18. doc. dr. Dejan Žontar*

Podoktorski sodelavci

19. dr. Rok Dolenc*
20. dr. Andrej Studen
21. dr. Luka Šantelj

Mlajši raziskovalci

22. Dania Consuegra Rodriguez, Msc.
23. Bojan Hiti, M.Sc. (Physik), Nemčija
24. Alissa Shirley-Ann Howard, M.Sci., Združeno kraljestvo
25. Blaž Leban, mag. fiz.

26. Andrej Lozar, mag. med. fiz.
27. *dr. Manca Mrvar, odšla 1. 2. 2019*
28. Tadej Novak, mag. fiz.
29. Jakob Novak, mag. fiz.
30. Leonardo Benjamin Rizzuto

Tehniški in administrativni sodelavci

31. Andreja Butina Čalič, mag. posl. ved
32. Jurij Eržen
33. Dejan Lesjak
34. Erik Margan

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. CERN – European Organization for Nuclear Research, Ženeva, Švica
2. DESY – Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Nemčija
3. ELGO line, Proizvodno podjetje, d. o. o., Podskrajnik, Cerknica
4. FERMILAB, Chicago, ZDA
5. KEK – High Energy Accelerator Research Organization, Tsukuba, Japonska
6. Kolaboracija ATLAS (174 institucij)
7. Kolaboracija Belle (62 institucij)
8. Onkološki Inštitut, Ljubljana
9. Pierre Auger Observatory, Argentina (94 institucij)
10. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
11. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Ljubljana
12. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor
13. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica
14. Uprava RS za varstvo pred sevanji, Ministrstvo za zdravje, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. C. Dorfer, D. Hits, L. Kasmi, Gregor Kramberger, M. Lucchini, Marko Mikuž, "Three-dimensional charge transport mapping by two-photon absorption edge transient-current technique in synthetic single-crystalline diamond", *Applied physics letters*, 2019, **114**, 20, 203504. [COBISS.SI-ID 32899367]
2. L. Diehl, R. Mori, L. Wiik-Fuchs, U. Parzefall, K. Jakobs, Gregor Kramberger, "Prolonged signals from silicon strip sensors showing enhanced charge multiplication", *Applied physics letters*, 2019, **115**, 22, 223501. [COBISS.SI-ID 32899623]
3. A. Acharyya *et al.* (470 avtorjev), "Monte Carlo studies for the optimisation of the Cherenkov Telescope Array layout", *Astroparticle Physics*, 2019, **111**, 35-53. [COBISS.SI-ID 5375227]
4. Rok Dolenec, Elmar Laistler, Matija Milanič, "Assessing spectral imaging of the human finger for detection of arthritis", *Biomedical optics express*, 2019, **10**, 12, 6555-6568. [COBISS.SI-ID 3386980]
5. The HEP Software Foundation, Albrecht Johannes *et al.*, "A roadmap for HEP software and computing R&D for the 2020s", *Computing and software for big science*, 2019, **3**, 1, 7. [COBISS.SI-ID 32451879]
6. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "A strategy for a general search for new phenomena using data-derived signal regions and its application within the ATLAS experiment", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 2, 120. [COBISS.SI-ID 32244007]
7. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "In situ calibration of large-radius jet energy and mass in 13 TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 2, 135. [COBISS.SI-ID 32243495]
8. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurements of W and Z boson production in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 2, 128. [COBISS.SI-ID 32241959]
9. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the photon identification efficiencies with the ATLAS detector using LHC Run 2 data collected in 2015 and 2016", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 3, 205. [COBISS.SI-ID 32242727]
10. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the top quark mass in the $t\bar{t}$ lepton+jets channel from $\sqrt{s} = 8$ TeV ATLAS data and combination with previous results", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 4, 290. [COBISS.SI-ID 32361511]
11. M. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Performance of top-quark and W -boson tagging with ATLAS in Run 2 of the LHC", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 5, 375. [COBISS.SI-ID 32361767]
12. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurements of inclusive and differential fiducial cross-sections of $t\bar{t}\gamma$ production in leptonic final states at $\sqrt{s} = 3$ TeV in ATLAS", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 5, 382. [COBISS.SI-ID 32356135]
13. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for long-lived neutral particles in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV that decay into displaced hadronic jets in the ATLAS calorimeter", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 6, 481. [COBISS.SI-ID 32625191]
14. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Electron reconstruction and identification in the ATLAS experiment using the 2015 and 2016 LHC proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 8, 639. [COBISS.SI-ID 32641575]
15. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Searches for scalar leptoquarks and differential cross-section measurements in dilepton-dijet events in proton-proton collisions at a centre-of-mass energy of $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS experiment", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 9, 733. [COBISS.SI-ID 33199911]
16. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the cross-section and charge asymmetry of W bosons produced in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 9, 760. [COBISS.SI-ID 33199399]
17. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for excited electrons singly produced in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS experiment at the LHC", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 9, 803. [COBISS.SI-ID 33200423]
18. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Identification of boosted Higgs bosons decaying into b -quark pairs with the ATLAS detector at 13 TeV", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 10, 836. [COBISS.SI-ID 33204007]
19. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the inclusive cross-section for the production of jets in association with a Z boson in proton-proton collisions at 8 TeV using the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 10, 847. [COBISS.SI-ID 33205543]
20. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of fiducial and differential W^+W^- production cross-sections at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 10, 884. [COBISS.SI-ID 33200167]
21. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "ATLAS b -jet identification performance and efficiency measurement with $t\bar{t}$ events in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 10, 970. [COBISS.SI-ID 33204775]
22. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of flow harmonics correlations with mean transverse momentum in lead-lead and proton-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 10, 985. [COBISS.SI-ID 33205287]
23. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of W^\pm -boson and Z -boson production cross-sections in pp collisions at $\sqrt{s} = 2.76$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 11, 901. [COBISS.SI-ID 33204519]
24. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for doubly charged scalar bosons decaying into same-sign W boson pairs with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 12, 58. [COBISS.SI-ID 32243239]
25. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of K_S^0 and Λ_0 production in $t\bar{t}$ dileptonic events in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 12, 1017. [COBISS.SI-ID 33212711]
26. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of top-quark pair differential and double-differential cross-sections in the l + jets channel with pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 12, 1028. [COBISS.SI-ID 33212967]
27. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of W^\pm boson production in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 101, 935. [COBISS.SI-ID 33206567]
28. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of $W^\pm Z$ production cross sections and gauge boson polarisation in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, 2019, **79**, 6, 535. [COBISS.SI-ID 32641831]
29. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Measurement of the average shape of longitudinal profiles of cosmic-ray air showers at the Pierre Auger Observatory", *Journal of cosmology and astroparticle physics*, 2019, **3**, 018. [COBISS.SI-ID 5346555]
30. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Probing the origin of ultra-high-energy cosmic rays with neutrinos in the EeV energy range using the Pierre Auger Observatory", *Journal of cosmology and astroparticle physics*, 2019, **10**, 022. [COBISS.SI-ID 5460475]
31. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Limits on point-like sources of ultra-high-energy neutrinos with the Pierre Auger Observatory", *Journal of cosmology and astroparticle physics*, 2019, **11**, 004. [COBISS.SI-ID 5478395]
32. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for heavy Majorana or Dirac neutrinos and right-handed W gauge bosons in final states with two charged leptons and two jets at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **1**, 16. [COBISS.SI-ID 32256039]
33. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for pair production of Higgs bosons in the $b\bar{b}b\bar{b}$ final state using proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 1, 30. [COBISS.SI-ID 32256295]
34. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurements of inclusive and differential fiducial cross-sections of $t\bar{t}$ production with additional heavy-flavour jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 4, 046. [COBISS.SI-ID 32366119]

35. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the four-lepton invariant mass spectrum in 13 TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 4, 048. [COBISS.SI-ID 32362023]
36. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for Higgs boson pair production in the $b\bar{b}nWW^*$ decay mode at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 4, 092. [COBISS.SI-ID 32366375]
37. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the ratio of cross sections for inclusive isolated-photon production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ and 8 TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 4, 093. [COBISS.SI-ID 32362279]
38. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Study of the rare decays of B_s^0 and B^0 mesons into muon pairs using data collected during 2015 and 2016 with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 4, 098. [COBISS.SI-ID 32365863]
39. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for large missing transverse momentum in association with one top-quark in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 041. [COBISS.SI-ID 32362535]
40. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Combinations of single-top-quark production cross-section measurements and $|f_{LV}V_{cb}|$ determinations at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV with the ATLAS and CMS experiments", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 088. [COBISS.SI-ID 32632615]
41. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for top-quark decays $t \rightarrow Hq$ with 36 fb^{-1} of pp collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 123. [COBISS.SI-ID 32632103]
42. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for Higgs boson pair production in the $WW^{(*)}WW^{(*)}$ decay channel using ATLAS data recorded at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 124. [COBISS.SI-ID 32631591]
43. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of VH , $H \rightarrow b\bar{b}$ production as a function of the vector-boson transverse momentum in 13 TeV pp collisions with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 141. [COBISS.SI-ID 32636967]
44. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Constraints on mediator-based dark matter and scalar dark energy models using $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collision data collected by the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 142. [COBISS.SI-ID 32636199]
45. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for single production of vector-like quarks decaying into Wb in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 5, 164. [COBISS.SI-ID 32631847]
46. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Searches for third-generation scalar leptoquarks in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 6, 144. [COBISS.SI-ID 32635943]
47. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for scalar resonances decaying into $\mu^+\mu^-$ in events with and without b-tagged jets produced in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 7, 117. [COBISS.SI-ID 32632359]
48. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of jet-substructure observables in top quark, W boson and light jet production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 8, 033. [COBISS.SI-ID 32636455]
49. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for diboson resonances in hadronic final states in 139 fb^{-1} of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 9, 091. [COBISS.SI-ID 33226791]
50. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of ZZ production in the $ll\nu\nu$ final state with the ATLAS detector in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 10, 127. [COBISS.SI-ID 33226279]
51. Belle Collaboration, P. K. Resmi *et al.*, "First measurement of the CKM angle ϕ_3 using $B^\pm \rightarrow D(K_s^0\pi^+\pi^-\pi^0)K^\pm$ decays", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 10, 178. [COBISS.SI-ID 33154599]
52. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the inclusive isolated-photon cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using 36 fb^{-1} of ATLAS data", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 10, 203. [COBISS.SI-ID 33227047]
53. Belle Collaboration, R. Mizuk *et al.*, "Observation of a new structure near 10.75 GeV in the energy dependence of the $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(nS)\pi^+\pi^-$ ($n = 1, 2, 3$) cross sections", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 10, 220. [COBISS.SI-ID 33154087]
54. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for heavy neutral leptons in decays of W bosons produced in 13 TeV pp collisions using prompt and displaced signatures with the ATLAS detector", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 10, 265. [COBISS.SI-ID 33226535]
55. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the top-quark mass in $t\bar{t} + 1$ -jet events collected with the ATLAS detector in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 11, 150. [COBISS.SI-ID 33224487]
56. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for bottom-squark pair production with the ATLAS detector in final states containing Higgs bosons, b -jets and missing transverse momentum", *The journal of high energy physics*, 2019, **2019**, 12, 060. [COBISS.SI-ID 33229863]
57. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Modelling radiation damage to pixel sensors in the ATLAS detector", *Journal of instrumentation*, 2019, **14**, 6, p06012. [COBISS.SI-ID 32642087]
58. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for bottom-squark pair production with the ATLAS detector in final states containing Higgs bosons, b -jets and missing transverse momentum", *Journal of instrumentation*, 2019, **14**, 9, p09011. [COBISS.SI-ID 33230119]
59. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for bottom-squark pair production with the ATLAS detector in final states containing Higgs bosons, b -jets and missing transverse momentum", *Journal of instrumentation*, 2019, **14**, 12, p12006. [COBISS.SI-ID 33230375]
60. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Electron and photon energy calibration with the ATLAS detector using 2015-2016 LHC proton-proton collision data", *Journal of instrumentation*, 2019, **14**, p03017. [COBISS.SI-ID 32256551]
61. The RD42 Collaboration, L. Bäni *et al.*, "A study of the radiation tolerance of poly-crystalline and single-crystalline CVD diamond to 800 MeV and 24 GeV protons", *Journal of physics. D, Applied physics*, 2019, **52**, 465103. [COBISS.SI-ID 33136423]
62. Dmitru Kotchetkov *et al.* (27 avtorjev), "Front-end electronic readout system for the Belle II imaging time-of-propagation detector", *Nuclear instruments and methods in physics research. Section A, Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 2019, **941**, 162342. [COBISS.SI-ID 32662055]
63. Z. Galloway *et al.* (27 avtorjev), "Properties of HPK UFSO after neutron irradiation up to $6e15 \text{ n/cm}^2$ ", *Nuclear instruments and methods in physics research. Section A, Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 2019, **940**, 19-29. [COBISS.SI-ID 33137703]
64. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Dijet azimuthal correlations and conditional yields in pp and $p + Pb$ collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review letters*, 2019, **100**, 13, 034903. [COBISS.SI-ID 33223975]
65. Belle Collaboration, I. S. Seong *et al.*, "Search for a light CP-odd Higgs boson and low-mass dark matter at the Belle experiment", *Physical review letters*, 2019, **122**, 1, 011801. [COBISS.SI-ID 32273703]
66. Belle Collaboration, Y. Guan *et al.*, "Observation of transverse $\Lambda/\bar{\Lambda}$ hyperon polarization in e^+e^- annihilation at Belle", *Physical review letters*, 2019, **122**, 4, 042001. [COBISS.SI-ID 32273447]
67. Belle Collaboration, M. Sumihama *et al.*, "Observation of $\Xi(1620)^0$ and evidence for $\Xi(1690)^0$ in $\Xi_c^\pm \rightarrow \Xi^- \pi^+ \pi^\pm$ decays", *Physical review letters*, 2019, **122**, 7, 072501. [COBISS.SI-ID 32273959]
68. Belle Collaboration, Y. B. Li *et al.*, "First measurements of absolute branching fractions of the Ξ_c^0 baryon at Belle", *Physical review letters*, 2019, **122**, 8, 082001. [COBISS.SI-ID 32274215]
69. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for the production of a long-lived neutral particle decaying within the ATLAS hadronic calorimeter in association with a Z boson from pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *Physical review letters*, 2019, **122**, 16, 151801. [COBISS.SI-ID 32355111]
70. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Combination of searches for invisible Higgs boson decays with the ATLAS experiment", *Physical review letters*, 2019, **122**, 231801. [COBISS.SI-ID 32614951]
71. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Comparison of fragmentation functions for jets dominated by light quarks and gluons from pp and $Pb+Pb$ collisions in ATLAS", *Physical review letters*, 2019, **123**, 4, 042001. [COBISS.SI-ID 32617767]
72. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Observation of light-by-light scattering in ultraperipheral Pb+Pb collisions with the ATLAS Detector", *Physical review letters*, 2019, **123**, 5, 052001. [COBISS.SI-ID 32618023]
73. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Observation of electroweak production of a same-sign W boson pair in association with two jets in

pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review letters*, 2019, **123**, 16, 161801. [COBISS.SI-ID 33223719]

74. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of angular and momentum distributions of charged particles within and around jets in Pb+Pb and *pp* collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. C*, 2019, **100**, 6, 064901. [COBISS.SI-ID 33224231]

75. Belle Collaboration, Y. Yusa *et al.*, "Measurement of time-dependent *CP* violation in $B^0 \rightarrow K_S^0 \pi^0 \pi^0$ decays", *Physical review. D*, 2019, **99**, 1, 011102. [COBISS.SI-ID 32297767]

76. Belle Collaboration, J. B. Kim *et al.*, "Search for *CP* violation with kinematic asymmetries in the $D^0 \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$ decay", *Physical review. D*, 2019, **99**, 1, 011104. [COBISS.SI-ID 32423463]

77. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for long-lived particles in final states with displaced dimuon vertices in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 1, 012001. [COBISS.SI-ID 32240167]

78. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for pairs of highly collimated photon-jets in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 1, 012008. [COBISS.SI-ID 32240423]

79. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for squarks and gluinos in final states with hadronically decaying τ -leptons, jets, and missing transverse momentum using *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 1, 012009. [COBISS.SI-ID 32239911]

80. Belle Collaboration, A. B. Kaliyar *et al.*, "Measurements of branching fraction and direct *CP* asymmetry in $B^\pm \rightarrow K_S^0 K_S^0 K^\pm$ and a search for $B^\pm \rightarrow K_S^0 K_S^0 \pi^\pm$ ", *Physical review. D*, 2019, **99**, 3, 031102. [COBISS.SI-ID 32433703]

81. Belle Collaboration, P.-C. Lu *et al.*, "Observation of $B^+ \rightarrow p \bar{\Lambda} K^+ K^-$ and $B^+ \rightarrow \bar{p} \Lambda K^+ K^+$ ", *Physical review. D*, 2019, **99**, 3, 032003. [COBISS.SI-ID 32279847]

82. Belle Collaboration, S. Watanuki *et al.*, "Measurements of isospin asymmetry and difference of direct *CP* asymmetries in inclusive $B \rightarrow X_e \gamma$ decays", *Physical review. D*, 2019, **99**, 3, 032012. [COBISS.SI-ID 32297255]

83. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for heavy long-lived multicharged particles in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 5, 052003. [COBISS.SI-ID 32239143]

84. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Properties of $g \rightarrow b\bar{b}$ at small opening angles in *pp* collisions with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *Physical review. D*, 2019, **99**, 5, 052004. [COBISS.SI-ID 32238887]

85. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for long-lived particles produced in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV that decay into displaced hadronic jets in the ATLAS muon spectrometer", *Physical review. D*, 2019, **99**, 5, 052005. [COBISS.SI-ID 32239399]

86. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for four-top-quark production in the single-lepton and opposite-sign dilepton final states in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 5, 052009. [COBISS.SI-ID 32355879]

87. Belle Collaboration, R. Garg *et al.*, "Search for the $B \rightarrow Y(4260)K$, $Y(4260) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$ decays", *Physical review. D*, 2019, **99**, 7, 071102. [COBISS.SI-ID 32433959]

88. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Cross-section measurements of the Higgs boson decaying into a pair of τ -leptons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 7, 072001. [COBISS.SI-ID 32355623]

89. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the $t\bar{t}Z$ and $t\bar{t}W$ cross sections in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 7, 072009. [COBISS.SI-ID 32355367]

90. Belle Collaboration, B. Pal *et al.*, "Evidence for the decay $B^0 \rightarrow p\bar{p}\pi^0$ ", *Physical review. D*, 2019, **99**, 9, 091104. [COBISS.SI-ID 32587559]

91. Belle Collaboration, V. Bhardwaj *et al.*, "Search for $X(3872)$ and $X(3915)$ decay into $\chi_{c1}\pi^0$ in *B* decays at Belle", *Physical review. D*, 2019, **99**, 11, 111101. [COBISS.SI-ID 32587815]

92. Belle Collaboration, R. Seidl *et al.*, "Transverse momentum dependent production cross sections of charged pions, kaons and protons produced in inclusive e^+e^- annihilation at $\sqrt{s}=10.58$ GeV", *Physical review. D*, 2019, **99**, 11, 112006. [COBISS.SI-ID 32587303]

93. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for heavy particles decaying into a top-quark pair in the fully hadronic final state in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **99**, 092004. [COBISS.SI-ID 32618791]

94. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for heavy charged long-lived particles in the ATLAS detector in 36.1 fb^{-1} of proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *Physical review. D*, 2019, **99**, 092007. [COBISS.SI-ID 32618535]

95. Belle Collaboration, Y.-T. Lai *et al.*, "Measurement of branching fraction and final-state asymmetry for the $\bar{B}^0 \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\pm$ decay", *Physical review. D*, 2019, **100**, 1, 011101. [COBISS.SI-ID 32590887]

96. Belle Collaboration, K. Chilikin *et al.*, "Observation of $B^+ \rightarrow h_c K^+$ and $\eta_c(2S) \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$ ", *Physical review. D*, 2019, **100**, 1, 012001. [COBISS.SI-ID 32590631]

97. Belle Collaboration, P.-C. Chou *et al.*, "Search for $B^0 \rightarrow X(3872)\gamma$ ", *Physical review. D*, 2019, **100**, 1, 012002. [COBISS.SI-ID 33157927]

98. Belle Collaboration, Y. B. Li *et al.*, "First measurements of absolute branching fractions of the Ξ_c^+ baryon at Belle", *Physical review. D*, 2019, **100**, 3, 031101. [COBISS.SI-ID 33158183]

99. Belle Collaboration, S. Jia *et al.*, "Search for $\Omega(212) \rightarrow K\Xi(1530) \rightarrow K\pi\Xi$ at Belle", *Physical review. D*, 2019, **100**, 3, 032006. [COBISS.SI-ID 33157671]

100. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for electroweak diboson production in association with a high-mass dijet system in semileptonic final states in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **100**, 3, 032007. [COBISS.SI-ID 32624935]

101. Belle Collaboration, E. Waheed *et al.*, "Measurement of the CKM matrix element $|V_{cb}|$ from $B^0 \rightarrow D^{*\mp} \ell^+ \nu_\ell$ at Belle", *Physical review. D*, 2019, **100**, 5, 052007. [COBISS.SI-ID 33151015]

102. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Properties of jet fragmentation using charged particles measured with the ATLAS detector in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *Physical review. D*, 2019, **100**, 5, 052011. [COBISS.SI-ID 33198887]

103. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for a heavy charged boson in events with a charged lepton and missing transverse momentum from *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **100**, 5, 052013. [COBISS.SI-ID 33175079]

104. Belle Collaboration, Jan Yin *et al.*, "Observation of $\tau^- \rightarrow \pi^- \nu_\tau e^+ e^-$ and search for $\tau^- \rightarrow \pi^- \nu_\tau \mu^+ \mu^-$ ", *Physical review. D*, 2019, **100**, 7, 071101. [COBISS.SI-ID 33154343]

105. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Data-driven estimation of the invisible energy of cosmic ray showers with the Pierre Auger Observatory", *Physical review. D*, 2019, **100**, 8, 082003. [COBISS.SI-ID 5478139]

106. Belle Collaboration, H. Li *et al.*, "Azimuthal asymmetries of back-to-back $\pi^\pm - (\pi^0, \eta, \pi^\pm)$ pairs in e^+e^- annihilation", *Physical review. D*, 2019, **100**, 9, 092008. [COBISS.SI-ID 33166887]

107. Belle Collaboration, S. Jia *et al.*, "Observation of a vector charmoniumlike state in $e^+e^- \rightarrow D_s^+ D_{s1}^-(2536)^- + \text{c.c.}$ ", *Physical review. D*, 2019, **100**, 11, 111103. [COBISS.SI-ID 33167399]

108. Belle Collaboration, Y. B. Li *et al.*, "Measurements of the branching fractions $B(B^- \rightarrow \bar{\Lambda}_c^- \Xi_c^0)$, $B(B^- \rightarrow \bar{\Lambda}_c^- \Xi_c^-)$ and $B(B^- \rightarrow \bar{\Lambda}_c^- \Xi_c^0)$ ", *Physical review. D*, 2019, **100**, 11, 112010. [COBISS.SI-ID 33167143]

109. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for chargino and neutralino production in final states with a Higgs boson and missing transverse momentum at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physical review. D*, 2019, **100**, 012006 [COBISS.SI-ID 32618279]

110. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for light resonances decaying to boosted quark pairs and produced in association with a photon or a jet in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **788**, 316-335. [COBISS.SI-ID 31930919]

111. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for vector-boson resonances decaying to a top quark and bottom quark in the lepton plus jets final state in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **788**, 347-370. [COBISS.SI-ID 31944487]

112. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of photon-jet transverse momentum correlations in 5.02 TeV Pb + Pb and *pp* collisions with ATLAS", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 167-190. [COBISS.SI-ID 32233511]

113. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Correlated long-range mixed-harmonic fluctuations measured in *pp*, p+Pb and low-multiplicity Pb+Pb collisions with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 444-471. [COBISS.SI-ID 32234023]

114. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurements of gluon-gluon fusion and vector-boson fusion Higgs boson production cross-sections in the $H \rightarrow WW^* \rightarrow e\nu\mu$ decay channel in *pp* collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 508-529. [COBISS.SI-ID 32233767]

115. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for a right-handed gauge boson decaying into a high-momentum heavy neutrino and a charged lepton in pp collisions with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 13$ TeV", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 134942. [COBISS.SI-ID 33155367]
116. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the production cross section for a Higgs boson in association with a vector boson in the $H \rightarrow WW^* \rightarrow l\nu l\nu$ channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 134949. [COBISS.SI-ID 33155111]
117. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for flavour-changing neutral currents in processes with one top quark and a photon using 81 fb^{-1} of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS experiment", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 135082. [COBISS.SI-ID 33174823]
118. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for the Higgs boson decays $H \rightarrow ee$ and $H \rightarrow e\mu$ in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **789**, 135148. [COBISS.SI-ID 33160743]
119. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the nuclear modification factor for inclusive jets in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **790**, 108-128. [COBISS.SI-ID 32234279]
120. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Study of the hard double-parton scattering contribution to inclusive four-lepton production in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **790**, 595-614. [COBISS.SI-ID 32233255]
121. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Observation of electroweak $\pm WZ$ boson pair production in association with two jets in pp collisions at $\sqrt{13}$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **793**, 469-492. [COBISS.SI-ID 32613927]
122. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for low-mass resonances decaying into two jets and produced in association with a photon using pp collisions at $\sqrt{13}$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **795**, 56-75. [COBISS.SI-ID 32614183]
123. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for high-mass dilepton resonances using 139 fb^{-1} of pp collision data collected at $\sqrt{13}$ TeV with the ATLAS detector", *Physics letters. Section B*, 2019, **796**, 68-87. [COBISS.SI-ID 32614439]
124. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of prompt photon production in $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV p + Pb collisions with ATLAS", *Physics letters. Section B*, 2019, **796**, 230-252. [COBISS.SI-ID 32614695]
125. Longlong Wang, Samo Stanič, William Eichinger, Xiaoquan Song, Marko Zavrtanik, "Development of an automatic polarization raman LiDAR for aerosol monitoring over complex terrain", *Sensors*, 2019, **19**, 14, 1-19. [COBISS.SI-ID 5428987]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. The Pierre Auger Collaboration, Karl-Heinz Kampert *et al.*, "Multi-messenger physics with the Pierre Auger Observatory", *Frontiers in astronomy and space sciences*, 2019, **6**, 24. [COBISS.SI-ID 5377019]
2. Bojan Hiti *et al.* (64 avtorjev), "Charge collection in irradiated HV-CMOS detectors", *Nuclear instruments and methods in physics research. Section A. Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 2019, **924**, 214-218. [COBISS.SI-ID 32212263]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Y. Zhao *et al.* (17 avtorjev), "Comparison of 35 and μm thin HPK UFSD after neutron irradiation up to $6 \cdot 10^{15} \text{ neq/cm}^2$ ", V: *11th International Hiroshima Symposium on Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 10 - 15 Dec. 2017, Okinawa, Japan*, (Nuclear instruments and methods in physics research, Section A, **924**), 387-393. [COBISS.SI-ID 33139751]
2. Harris Kagan *et al.* (123 avtorjev), "Diamond detector technology, status and perspectives", V: *11th International Hiroshima Symposium on Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 10 - 15 Dec. 2017, Okinawa, Japan*, (Nuclear instruments and methods in physics research, Section A, **924**), 297-300. [COBISS.SI-ID 33139495]
3. Gregor Kramberger, "Reasons for high charge collection efficiency of silicon detectors at HL-LHC fluences", V: *11th International Hiroshima Symposium on Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 10 - 15 Dec. 2017, Okinawa, Japan*, (Nuclear instruments and methods in physics research, Section A, **924**), 192-197. [COBISS.SI-ID 33140007]
4. N. Venturi *et al.* (123 avtorjev), "Results on radiation tolerance of diamond detectors", V: *11th International Hiroshima Symposium on*

- Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 10 - 15 Dec. 2017, Okinawa, Japan*, (Nuclear instruments and methods in physics research, Section A, **924**), 241-244. [COBISS.SI-ID 33137447]
5. Rok Pestotnik, "Belle2Lab - an interactive tool for a public analysis of the Belle II data", V: *23rd International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP 2018), 9-13 July 2018, Sofia, Bulgaria*, (EPJ web of conferences, **214**), 2019, 06009. [COBISS.SI-ID 32663079]
6. Otger Ballester *et al.* (23 avtorjev), "Raman LIDARs and atmospheric calibration along the line-of-sight of the Cherenkov Telescope Array", V: *36th International Cosmic Ray Conference [also] ICRC2019, Madison, WI, U. S. A., July 24th-August 1st, 2019*, (PoS proceedings of science, **2019**). [COBISS.SI-ID 5444347]
7. Jošt Stergar, Rok Dolenc, Katja Lakota, Martina Perše, Matija Tomšič, Matija Milanič, "Tissue fixation and substrate selection in hyperspectral imaging of murine models", V: *Diffuse Optical Spectroscopy and Imaging VII, European Conferences on Biomedical Optics, 23-27 June 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11074**), SPIE, 2019, 110741S. [COBISS.SI-ID 3332452]
8. Rok Dolenc, Luka Rogelj, Jošt Stergar, Matija Milanič, "Modular multi-wavelength LED based light source for hyperspectral imaging", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751M. [COBISS.SI-ID 3332964]
9. Vladimir Cindro *et al.* (34 avtorjev), "Measurement of the charge collection in irradiated miniature sensors for the upgrade of the ATLAS phase-II strip tracker", V: *11th International Hiroshima Symposium on Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 10 - 15 Dec. 2017, Okinawa, Japan*, (Nuclear instruments and methods in physics research, Section A, **924**), 2019, 153-159. [COBISS.SI-ID 32370471]
10. Manca Mrvar *et al.* (29 avtorjev), "First experience with Belle II Aerogel RICH detector", V: *Proceedings of the Frontier Detectors for Frontier Physics, 14th Pisa Meeting on Advanced Detectors, 27 May to 2 June 2018, La Biodola, Isola d'Elba, Italy*, (Nuclear instruments and methods in physics research, **936**), 2019, 552-553. [COBISS.SI-ID 32468775]
11. Marko Bračko, "News from Belle on hadron spectroscopy", V: *Proceedings of the Mini-Workshop Electroweak Processes of Hadrons, Bled, Slovenia, July 15-19, 2019*, (Blejske delavnice iz fizike, **20 1**), 2019, 80-84. [COBISS.SI-ID 3388516]
12. Klemen Ambrožič, Luka Snoj, Gregor Kramberger, "Application of JSIRZs for dosimetry calibration of Nurfet semiconductor dosimeters at the JSI TRIGA reactor In-between reactor shutdowns", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12, Nuclear Society of Slovenia*, 2019, 505. [COBISS.SI-ID 33162023]
13. Rok Pestotnik, "Interaktivni uporabniški vmesnik za dostop do podatkov eksperimenta Belle II", V: *Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 7.-11. oktober 2019: zvezek J*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 231-235. [COBISS.SI-ID 33179943]
14. Miha Pompe, Alenka Mozer, Rok Pestotnik, "Positron emission tomography with time-of-flight capabilities", V: *Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 7.-11. oktober 2019: zvezek J*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 251-254. [COBISS.SI-ID 33180199]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Boštjan Golob, Igor Žunkovič, "Slovenski doktorji fizike od 1882 do konca prve svetovne vojne", V: *Zgodovina doktorskih disertacij slovenskih kandidatov na dunajski Filozofski fakulteti (1872-1918)*, Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2019, 321-337, 424-425. [COBISS.SI-ID 70688866]

SAMOSTOJNI STROKOVNI SESTAVEK ALI POGlavJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Peter Križan, "Belle II in superKEKB: s pospeševalnikom na lovu za redkimi procesi", V: *Prebujanje plemenitosti in modrosti. Fizika osnovnih delcev*, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: Slovenska znanstvena fundacija, 2019, 13-18. [COBISS.SI-ID 32250919]
2. Marko Mikuž, "Detektor ATLAS na velikem hadronskem trkalniku", V: *Prebujanje plemenitosti in modrosti. Fizika osnovnih delcev*, Slovenska

akademija znanosti in umetnosti: Slovenska znanstvena fundacija, 2019, 19-30. [COBISS.SI-ID 32251175]

3. Andrej Gorišek, Rok Pestotnik, "Delavnica: kako potekajo analize podatkov pri eksperimentih v visoko enrgijski fiziki", V: *Prebujanje plemenitosti in modrosti. Fizika osnovnih delcev*, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: Slovenska znanstvena fundacija, 2019, 31-35. [COBISS.SI-ID 32251431]

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Boštjan Golob, *B factories*, IOP concise physics, Morgan & Claypool Publishers, 2019. [COBISS.SI-ID 3312996]
2. Cherenkov Telescope Array Consortium, Bannanje Sripathi Acharya *et al.*, *Science with the Cherenkov Telescope Array*, World Scientific, 2019. [COBISS.SI-ID 5310459]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK

Z RECENZIJU

1. Irena Drevenšek Olenik, Boštjan Golob, Igor Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*, 4. natis, (Zbirka izbranih poglavij iz fizike, **38**), DMFA - založništvo, 2019. [COBISS.SI-ID 302614016]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Rok Pestotnik, *Analiza podatkov v fiziki osnovnih delcev: iskanje novih delcev z detektorjem Belle II: Belle II International Masterclasses*, Maribor: Druga gimnazija Maribor, 2019. [COBISS.SI-ID 32251943]
2. Rok Pestotnik, *Belle II particle discovery*, Ljubljana: Institut Jožef Stefan, 2019. [COBISS.SI-ID 32251687]
3. Samo Korpar, *Fizika I: zapiski predavanj (v obliki prosojnic)*, Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: Univerza v Mariboru, 2018-2019. [COBISS.SI-ID 22305814]
4. Samo Korpar, *Fizika II: zapiski predavanj (v obliki prosojnic)*, Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: Univerza v Mariboru, 2018-2019. [COBISS.SI-ID 22306070]
5. Samo Korpar, *Struktura atomov in molekul: zapiski predavanj (v obliki prosojnic)*, Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: Univerza v Mariboru, 2018-2019. [COBISS.SI-ID 22306326]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Gašper Kukec Mezek, *Delčna sestava kozmičnih žarkov ekstremnih energij na observatoriju Pierre Auger*: doktorska disertacija, Nova Gorica, 2019 (mentor Andrej Filipčič). [COBISS.SI-ID 5364987]
2. Marta Trini, *Iskanje nevtrinov ekstremnih energij z Observatorijem Pierre Auger*: doktorska disertacija, Nova Gorica, 2019 (mentorja Danilo Zavrtnik, Jaime Alvarez-Muñiz). [COBISS.SI-ID 5457915]

ODSEK ZA ANORGANSKO KEMIJO IN TEHNOLOGIJO

K-1

Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo je ena od vodilnih skupin v svetu na področju sinteze novih anorganskih spojin, ki vsebujejo fluor. Glavna raziskovalna področja so: sinteza novih koordinacijskih spojin z različnimi ligandi, kemija žlahtnih plinov, kemija elementov glavnih skupin, sinteza hibridnih materialov in sinteza novih anorganskih materialov s posebnimi lastnostmi. Znaten del aktivnosti skupine je usmerjen v reševanje tehnološke, ekološke in varnostne problematike. Skupina že več kot trideset let tesno sodeluje z gospodarstvom. Aktivna je tudi na področju izobraževanja ter skrbi za promocijo naravoslovnih znanosti med učenci srednjih in osnovnih šol.



Vodja:
doc. dr. Gašper Tavčar

Na področju kemije žlahtnih plinov in fluora smo pripravili monokristale $[\text{Xe}_2\text{F}_{11}]_2[\text{SnF}_6]$, $[\text{Xe}_2\text{F}_{11}]_2[\text{PbF}_6]$ in $[\text{XeF}_5]_4[\text{Sn}_5\text{F}_{24}]$ s kristalizacijo iz ustreznih nasičenih raztopin. Kristalne strukture izotipskih $[\text{Xe}_2\text{F}_{11}]_2[\text{SnF}_6]$ in $[\text{Xe}_2\text{F}_{11}]_2[\text{PbF}_6]$ so zgrajene iz kationov $[\text{Xe}_2\text{F}_{11}]^+$ in anionov $[\text{MF}_6]^{2-}$ ($M = \text{Sn}, \text{Pb}$), med katerimi so prisotne elektrostatske interakcije. Določitev kristalne strukture $[\text{XeF}_5]_4[\text{Sn}_5\text{F}_{24}]$ je razkrila, da je ta sestavljena iz dvodimenzionalnih (2-D) mrež $([\text{Sn}_5\text{F}_{24}]^{4-})_\infty$ in kationov $[\text{XeF}_5]^+$, ki so med njimi. Te 2-D plasti imajo valovito konformacijo in so sestavljene iz šest in sedem koordiniranih atomov Sn(IV). Slednji so medsebojno povezani prek mostovnih fluorovih atomov. Določitev kristalne strukture $[\text{XeF}_5]_4[\text{Sn}_5\text{F}_{24}]$ je razkrila prvi primer strukturno karakterizirane Sn(IV) fluoridne spojine, kjer anionski del ne sestavljajo samo dobro znani anioni $[\text{SnF}_6]^{2-}$.

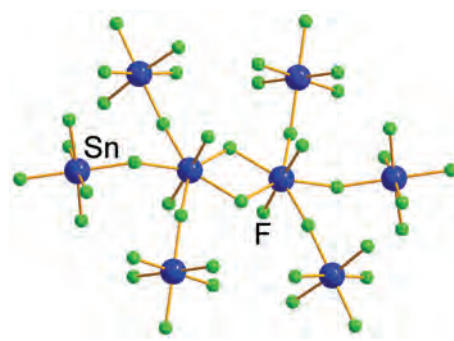
Pri raziskavah smo se osredotočili tudi na uporabo z borom dopirane diamantne elektrode, ki se je izkazala kot dovolj inertna elektroda za elektrokemijske meritve in sinteze v tekočem brezvodnem vodikovem fluoridu. Z uporabo klasičnih elektrokemijskih metod ter impedančne spektroskopije smo v tem topilu raziskali elektrokemijsko oksidacijo srebra(I). Ugotovili smo, da so Faradayevi tokovi, povezani z oksidacijo srebra (I) in reakcijo evolucije fluora, na lestvici električnih potencialov dovolj dobro ločeni, kar omogoča učinkovito elektrokemijsko sintezo močnega oksidanta $\text{Ag}(\text{II})\text{F}_2$. Meritve, dobljene z impedančno spektroskopijo, omogočajo vpogled v zapleten mehanizem tvorbe AgF_2 . Postopek elektro sinteze je prvič podan tako v galvanostatičnem kot v potenciostatskem režimu.

V sklopu nadaljevanja raziskav na področju materialov z veliko površino smo poročali o pripravi amorfnih materialov na osnovi CrF_3 z nenavadno velikimi specifičnimi površinami v razponu $180\text{--}420\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$ (HS-CrF_3). Ta nov tip fluoridnih materialov smo pripravili z reakcijo med $[\text{N}_2\text{H}_6][\text{CrF}_5]\cdot\text{H}_2\text{O}$ prekursorjem in fluorom (F_2) v brezvodnem vodikovem fluoridu kot mediju pri sobni temperaturi. Ugotovili smo, da reakcija poteka v stopnjah. Začne se z oksidativnim razpadom kationskega dela prekursorja s fluorom. Pri tem kot vmesni produkt nastane CrF_3 z majhno površino. V nadaljnjih stopnjah se del Cr^{3+} oksidira do Cr^{5+} , ki s preostalimi $\text{H}_2\text{O}/[\text{H}_3\text{O}]^+$ zvrstmi tvori različne Cr^{3+} fluoridne okside. Tvorba hlapnih kromovih spojin, predvsem CrO_2F_2 , je ključna pri tvorbi HS-CrF_3 . HS-CrF_3 materiali so trdne Lewisove kisline in izkazujejo veliko reaktivnost v nekaterih reakcijah F/Cl izmenjave. Te značilnosti novih fluoridnih materialov na osnovi CrF_3 lahko pripišemo njihovi nanoskopski naravi, izredno veliki specifični površini in nizkim deležem preostalih nečistoč.

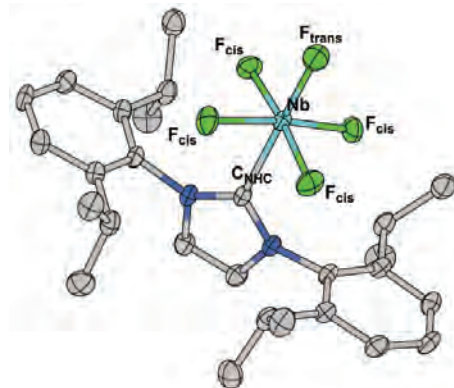
V sodelovanju z univerzo Ivan Franko iz Lviva smo sintetizirali in karakterizirali prvi znani pi-kompleks bakrovega(I) cianata. Poleg omenjenega je bilo sintetiziranih in raziskanih več bakrovih(I) kompleksov s heterocikličnimi ligandi.

Naše nadaljnje raziskave na področju kemije N-heterocikličnih karbenov (NHC) so privedle do nastanka in uspešne izolacije nevtralnih koordinacijskih spojin $[(\text{NHC})\text{MF}_5]$ ($M = \text{Nb}, \text{Ta}$). Čeprav so bili sorodni kompleksi s kloridi že strukturno okarakterizirani in objavljeni, sta omenjena kompleksa prva primera nevtralnih struktur pentafluoridov kovin d-bloka z molekulo N-heterocikličnega karbena. Navkljub podobnostim v strukturi fluoridov in kloridov obstajajo razlike v konformaciji MX_5 fragmenta glede na ravnino heterocikličnega obroča NHC liganda. V sodelovanju z Odsekom za fizikalno in organsko kemijo (Institut "Jožef Stefan") smo s kalkulacijami DFT analizirali orientacijo MX_5 ($M = \text{Nb}, \text{Ta}; \text{X} = \text{F}, \text{Cl}$) enote na isto ravnino v odvisnosti od velikosti substituentov na enoti NHC. Pokazali smo, da se pri manjših skupinah

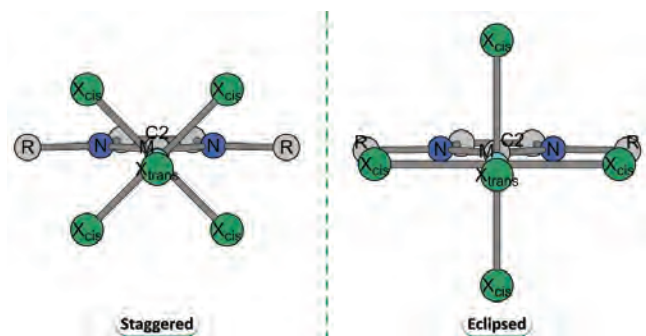
$([\text{Sn}_5\text{F}_{24}]^{4-})_\infty$ plast vsebuje šest in sedem koordinirane atome Sn(IV), medsebojno povezane prek mostov fluorovih atomov.



Slika 1: Del plasti v kristalni strukturi $(\text{XeF}_5)_4(\text{Sn}_5\text{F}_{24})$



Slika 2: Struktura spojine $[(\text{L}^{\text{Dipp}})\text{NbF}_5]$



Slika 3: Različni konformaciji MX_5 v spojinah z N-heterocikličnimi karbeni (NHC)

Nekontroliran izpust plinastega fluorida lahko določimo v različnih rastlinskih vrstah.

(metil, izopropil) ekvatorialni halogeni MX_5 orientirajo v stopničasto konformacijo. Pri večjih skupinah (diizopropilfenil in mezitil) pa manjši MF_5 ostane v stopničasti poziciji, medtem ko se MCl_5 obrne v prekrito konformacijo.

Delo odseka na področju znanosti o okolju je potekalo na področju določanja vsebnosti celotnega fluora v rastlinskih vzorcih, kot so smrekove iglice ter listi fižola, breskve, gabra in vinske trte. Z določanjem fluora v teh rastlinskih vzorcih smo dokazali nekontroliran izpust plinastih fluoridov iz Steklarne Rogaška Slatina in določili vzorec širjenja plinastih fluoridov. V tej raziskavi smo uporabili predhodno razvit postopek za oceno merilne negotovosti pri določanju celotnega fluora v rastlinah, kar je omogočilo preverjanje skladnosti z zakonodajo. V preglednem članku smo opisali učinke fluorida na zdravje človeka. Članek je bil predstavljen tudi na naslovnici revije *Acta Chimica Slovenica*. Za jubilejno, 30. številko revije *Structural Chemistry* smo pripravili pregled naših preteklih raziskav in nadaljevali s pisanjem preglednih člankov, pri katerih je kratkemu povzetku članka dodan termokemijski komentar, predlagane pa so tudi smernice za nadaljnje raziskave. Prispevali smo tudi poglavje v knjigi o

kemiji hipervalentnih halogenih spojin.

Na področju upravljanja z industrijskimi tveganji smo v letu 2019 raziskovali in objavili dela na področju uvajanja varne uporabe utekočinjenega zemeljskega plina (UZP) za pogon ladij (evropski projekt SUPER-LNG in svetovalne storitve za Luko Koper), razmerij med stiki vodenja in sistemi obvladovanja varnosti v industrijskih organizacijah ter odpornosti in zaščite občutljivih industrijskih obratov (kritične infrastrukture) pred fizičnimi, kibernetскими in tehnološkimi nevarnostmi ter ekstremnimi naravnimi pojavi (evropski projekt InfraStress).

Omeniti je treba tudi dejavnosti odseka na področju izobraževanja. Sodelavci odseka so aktivno sodelovali na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana kot predavatelji in kot mentorji magistrskim in doktorskim študentom. Ob tem Šola eksperimentalne kemije, ki deluje v okviru odseka, ohranja izredno pomembne povezave Instituta s šolami, tako z osnovnimi kot srednjimi, zanimanje pa je tudi v vrtcih. V obliki tečajev ali zgolj z obiski omogočamo učencem eksperimentiranje in odkrivanje lastnosti snovi. Atraktivne kemijske poskuse pa smo predstavili tudi na prireditvah Hokus pokus, Znanstival, Slovenski festival znanosti in drugih. Del teh dejavnosti poteka s sodelovanjem pri projektu, ki ga poleg IJS financira tudi Mestna občina Ljubljana.



Slika 4: Naslovnica revije *Acta Chimica Slovenica*, številka 2, 2019, pregledni članek *Fluoride in human health and nutrition* avtoric Done Štepec in Maje Ponikvar - Svet



Slika 5: Šola eksperimentalne kemije na Noči raziskovalcev 2019 (Foto: Marjan Verč)

S promocijo znanosti in raziskovanja ter neformalnim izobraževanjem je povezana tudi vseevropska akcija Noč raziskovalcev v okviru programa Obzorje 2020. Konzorcij partnerjev Ustanova Hiša eksperimentov, Institut "Jožef Stefan", Kemijski inštitut in Tehniški muzej Slovenije je v ta namen sooblikoval projekt Noč ima svojo moč. V preteklem letu smo zadnji petek v septembru v sklopu tega projekta organizirali in izvedli vrsto dejavnosti. Z delavnicami Šole eksperimentalne kemije smo se predstavili v osnovnih in srednjih šolah, domovih starejših občanov, knjižnici in v središču Ljubljane. V večernih urah smo v sodelovanju z raziskovalnimi odseki in centri odprli vrata instituta v Ljubljani in Podgorici. Obiskovalci so si ogledali nekatere odseke in centre, jedrski reaktor TRIGA in sodelovali pri različnih delavnicah.

Najpomembnejše objave v preteklih letih

1. Z. Mazej, E. A. Gorehnik, Crystal structures of photochemically prepared $(Xe_2F_{11})_2(MF_6)$ (M = Sn, Pb) and $(XeF_5)_4(Sn_5F_{24})$ containing six- and seven-coordinated Tin(IV), *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2019, 1265–1272
2. P. Połczyński, R. Jurczakowski, A. Grzelak, E. A. Goresnik, Z. Mazej, W. Grochala, Preparative electrosynthesis of strong oxidizers at boron-doped diamond electrode in anhydrous HF, *Chemistry: A European Journal*, 2019, 25, 4927–4930
3. Ž. Zupanek, M. Tramšek, A. Kokalj, G. Tavčar, The peculiar case of conformations in coordination compounds of group V pentahalides with N-heterocyclic carbene and synthesis of their imidazolium salts, *Journal of fluorine chemistry*, 2019, 227, 109373-1-109373-9
4. G. Tavčar, T. Skapin, High surface area chromium(III) fluoride: preparation and some properties, *Journal of fluorine chemistry*, 2019, 222/223, 81–89
5. D. Štepec, G. Tavčar, M. Ponikvar - Svet, Fluorine in vegetation due to an uncontrolled release of gaseous fluorides from a glassworks : a case study of measurement uncertainty, dispersion pattern and compliance with regulation, *Environmental pollution*, 2019, 248, 958–964
6. U. Grošelj, L. Ciber, J. Gnidovec, Ž. Testen, F. Požgan, B. Štefane, G. Tavčar, J. Svete, S. Ričko, Synthesis of spiro- Δ^2 -pyrrolin-4-one pseudo enantiomers via an organocatalyzed sulfa-Michael/aldol domino sequence, *Advanced Synthesis & Catalysis*, 2019, 361, 22, 5118-5126
7. V. Nasretidinova, M. Borovšak, J. Mravlje, P. Šutar, E. Goresnik, T. Mertelj, D. Mihailović, Time-resolved reflectivity and Raman studies of the interplay of electronic orders in Mo_8O_{23} , *Physical review. B*, 2019, 99, 8, 085101-1-085101-11

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Matic Lozinšek, član organizacijskega odbora, Slovenski kemijski dnevi 2019, 25.–27. 9. 2019, Maribor, Slovenija

Nagrade in priznanja

1. Blaž Alič, Matic Lozinšek, Mirela Dragomir, Kristian Radan, Direktorjev sklad 2019, Institut "Jožef Stefan", Laboratorij za kemijo pod ekstremnimi pogoji

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Pridobivanje tantal in niobija iz rud PRG LTD; doc. dr. Gašper Tavčar
2. H2020 - NOCMOC; Noč ima svojo moč European Commission; dr. Melita Tramšek
3. H2020 - InfraStress; Izboljšanje odpornosti občutljivih industrijskih obratov in infrastrukture izpostavljene kibernetičnim in fizičnim grožnjam s pomočjo odrtega sistema za stresne teste European Commission; prof. dr. Marko Gerbec
4. Razvoj nedestruktivne analitske metode za spremljanje površinskih lastnosti nanodelcev s pretvorbo energije navzgor na osnovi optičnih meritev Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; prof. dr. Maja Ponikvar-svet
5. Visokotlačna strukturna študija hidratiranih kovinskih soli superšibkega (B12F12)2- aniona Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; dr. Matic Lozinšek

PROGRAM

1. Anorganska kemija in tehnologija doc. dr. Gašper Tavčar

PROJEKTI

1. Vrednotenje ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v industriji dr. Robert Kocjančič
2. SUPER-LNG: Podpora trajnostni uporabi utekočinjenega zemeljskega plina (UZP) v pomorskem prometu prof. dr. Marko Gerbec
3. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali) doc. dr. Gašper Tavčar
4. Vrednotenje ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v industriji dr. Robert Kocjančič

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Študije o varnostnem vidiku oskrbovanja ladij z utekočinjenim zemeljskim plinom (UZP) v koprskem pristanišču Univerza v Ljubljani prof. dr. Marko Gerbec

OBISKI

1. Agnieszka Starobrat, Wojciech Wagner; izpopolnjevanje in delo v laboratoriju, Center of new technologies, Univerza v Varšavi, Varšava, Poljska, 27. 5.–14. 6. 2019
2. dr. Rafał Jurczakowski, dr. Piotr Połczyński; CNBCh, Univerza v Varšavi, Varšava, Poljska, 4. 8. 2019–15. 8. 2019
3. prof. dr. Judith A. K. Howard; predavanje na IJS in udeležba na SKD 2019, Durham University, Department of Chemistry, Durham, Združeno kraljevstvo, 23. 9. 2019–25. 9. 2019
4. Malina Jop; Delovna praksa IAESTE na IJS, Montanuniversität Leoben Austria, Gradec, Avstrija, 2. 9. 2019–11. 10. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Judith A. K. Howard; predavanje IJS kolokvij 24. 9. 2019: Z uklonskimi podatki do povezave med strukturo in lastnostmi, Durham University, Durham, Velika Britanija

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Marko Gerbec, Udeležba na projektnem sestanku in OMC konferenca, Bologna, Italija, 26. 3.–29. 3. 2019 [1]
2. Blaž Alič, Matic Lozinšek, Delavnica za raziskovalno delo z visokimi tlaki, Poznan, Poljska, 13. 4.–18. 4. 2019
3. Marko Gerbec, Udeležba na zaključni konferenci SmartResilience, Budimpešta, Madžarska, 15. 4.–17. 4. 2019 [1]
4. Gašper Tavčar, Udeležba na konferenci The International Conference on Fluorine Chemistry 19, Himeji, Japonska, 20. 5.–26. 5. 2019 [1]

5. Marko Gerbec, David Levovnik, Udeležba na konferenci 14th international conference on chemical and processing engineering, Bologna, Italija, 26. 5.–29. 5. 2019 [1]
6. Marko Gerbec, Udeležba na sestanku projekta INFRASTRESS, Rim, Italija, 4. 6.–7. 6. 2019
7. Marko Gerbec, David Levovnik Udeležba na konferenci SuperLNG, Delft, Nizozemska, 16. 6.–19. 6. 2019 [2]
8. Matic Lozinšek, Strokovno izpopolnjevanje, Edinburgh, Velika Britanija, 26. 7.–26. 8. 2019
9. Evgeny Goresnik, 32nd European Crystallographic Meeting, Dunaj, Avstrija, 18. 8.–24. 8. 2019 [1]
10. Gašper Tavčar, Blaž Alič, Dona Štepec, Zoran Mazej, Obisk 19th Symposium on Fluorine Chemistry, 24. 8.–31. 8. 2019 [4]
11. Marko Gerbec, udeležba na projektnem sestanku INFRASTRESS, Atene, Grčija, 24. 9.–27. 9. 2019
12. Maja Ponikvar - Svet, udeležba na konferenci 2nd Food Chemistry, Sevilla, Španija, 16. 9.–21. 9. 2019 [1]
13. Evgeny Goresnik, udeležba na konferenci Rigaku Europe user meeting, Neu Isenburg, Nemčija, 25. 9.–28. 9. 2019
14. Matic Lozinšek, udeležba na srečanju Science and Technology in Society forum (STS forum), 16th Annual Meeting, Young Leaders Program, Kjoto, Japonska, 3. 10.–9. 10. 2019
15. Marko Gerbec, udeležba na konferenci SuperLNG, Atene, Grčija, 14. 10.–17. 10. 2019 [1]
16. Gašper Tavčar, sestanek s podjetjem Metalysis, Skopje, Severna Makedonija, 16. 10.–18. 10. 2019
17. Matic Lozinšek, izvajanje demonstracijskih eksperimentov na Festivalu della Scienza, Genova, Italija, 31. 10.–5. 11. 2019
18. Gašper Tavčar, obisk proizvodnih kapacitet podjetja Metalysis, Rotherham, Velika Britanija, 11. 11.–13. 11. 2019
19. Gašper Tavčar, sestanek s podjetjem Firering, Toronto, Kanada, 25. 11.–28. 11. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Matic Lozinšek, strokovno izpopolnjevanje, McMaster University, Hamilton Kanada, 11. 1.–13. 23. 2019
2. Matic Lozinšek, strokovno izpopolnjevanje, The University of Edinburgh, Edinburg, Združeno kraljevstvo, 26. 7.–26. 8. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Marko Gerbec
2. doc. dr. Evgeny Goresnik
3. dr. Robert Kocjančič
4. dr. Matic Lozinšek
5. dr. Zoran Mazej
6. prof. dr. Maja Ponikvar-Svet
7. doc. dr. Tomaž Skapin
8. **doc. dr. Gašper Tavčar, vodja odseka**
9. dr. Melita Tramišek

Podoktorski sodelavci

10. *dr. Blaž Alič, odšel 11. 11. 2019*

Mlajši raziskovalci

11. Jan Gnidovec, mag. kem.
12. Evelin Gruden, mag. kem.
13. David Levovnik, mag. inž. teh. var.
14. *Yaryna Soyka, MSc., Ukrajina, odšla 2. 1. 2019*
15. Dona Štepec, univ. dipl. kem.
16. Žiga Zupanek, univ. dipl. kem.

Strokovni sodelavci

17. mag. Tine Oblak
18. mag. Tomaž Ogrin

Tehniški in administrativni sodelavci

19. Peter Frkal, mag. ekotehnol.
20. Pero Kolobaric
21. Robert Moravec
22. Mira Zupancic

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

Domače

1. ACRONI, Jesenice
2. ARSO, Ljubljana
3. Istrabenz Plini, d. o. o., Koper
4. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana

5. Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti
6. Ministrstvo za obrambo
7. Ministrstvo za okolje in prostor
8. RACI, Ljubljana
9. Circular Change platforma, Ljubljana
10. Giacomelli media
11. Inštitut WCycle, Maribor
12. Syntech, d. o. o.
13. Slovenska znanstvena fundacija, Ljubljana
14. Talum, d. d., Kidričevo
15. GEORIS, Ljubljana
16. Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko, Ljubljana
17. Univerza v Ljubljani, Naravoslovno tehniška fakulteta
18. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
19. Kemijski inštitut, Ljubljana
20. Univerza v Novi Gorici

Tuje

21. Andalusian Institute of Technology, Sevilla, Španija
22. Bergische Universitaet Wuppertal, Nemčija
23. Colorado State University, Fort Collins, Kolorado, ZDA
24. Humboldt-Universität zu Berlin, Nemčija
25. Georg-August-Universität, Göttingen, Nemčija
26. Moscow State University, Chemistry Department, Moskva, Rusija
27. Univerzitet Sv. Cirila i Metoda, Skopje, Makedonija
28. University of Maryland, Baltimore, ZDA
29. University of Warsaw, Poljska
30. Ivan Franko University, Lviv, Ukrajina
31. McMaster University, Hamilton, Kanada
32. Veissmann Francija, Faulquemont, Francija
33. Sortech, Halle, Nemčija
34. University of Namur
35. Lomonosov Moscow State University
36. Florida State University
37. The University of Edinburgh, Edinburg, Združeno kraljevstvo
38. Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), Bellaterra, Katalonija, Španija
39. Luke – Natural Resources Institute Finland

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Yurii Slyvka, Evgeny A. Goreschnik, Nazariy Pokhodylo, Marian G. Mys'kiv, "Crystal structure, Hirshfeld surface analysis and computational studies of 5-[(prop-2-en-1-yl)sulfanyl]-1-[2-(trifluoromethyl)phenyl]-1H-tetrazole", *Acta crystallographica. Section E, Crystallographic communications*, 2019, **75**, 9, 1331-1335. [COBISS.SI-ID 32675367]
2. Uroš Grošelj, Luka Ciber, Jan Gnidovec, Žan Testen, Franc Požgan, Bogdan Štefane, Gašper Tavčar, Jurij Svete, Sebastijan Ričko, "Synthesis of spiro- Δ^2 -pyrrolin-4-one pseudo enantiomers via an organocatalyzed sulfa-Michael/aldol domino sequence", *Advanced Synthesis & Catalysis*, 2019, **361**, 22, 5118-5126. [COBISS.SI-ID 1538368707]
3. Anton Kokalj, Dunja Gustinčič, Matic Poberžnik, Matic Lozinšek, "New insights into adsorption bonding of imidazole: a viable C2-H bond cleavage on copper surfaces", *Applied Surface Science*, 2019, **479**, 463-468. [COBISS.SI-ID 31986727]
4. David Levovnik, Marko Gerbec, Vlado Dimovski, "The role of leadership in process safety management system - no process safety management system is an island", *Chemical engineering transactions*, 2019, **74**, 1375-1380. [COBISS.SI-ID 32472615]
5. David Levovnik, Marko Gerbec, Vlado Dimovski, "Leadership - overlooked piece of the process safety management "puzzle"?", *Chemical engineering transactions*, 2019, **77**, 649-654. [COBISS.SI-ID 32784423]
6. Piotr Polczyński, Rafał Jurczakowski, Adam Grzelak, Evgeny A. Goreschnik, Zoran Mazej, Wojciech Grochala, "Preparative electrocatalysis of strong oxidizers at boron-doped diamond electrode in anhydrous HF", *Chemistry: A European Journal*, 2019, **25**, 19, 4927-4930. [COBISS.SI-ID 32250407]
7. Natalya Pyuta, Vladimir N. Kokozay, Thomas Cauchy, Narcis Avarvari, Evgeny A. Goreschnik, Svitlana R. Petrušenko, "Solvent dependent prototropic tautomerism in a Schiff base derived from *o*-vanillin and 2-aminobenzylalcohol", *ChemistrySelect*, 2019, **4**, 27, 7858-7865. [COBISS.SI-ID 32529447]
8. Nazariy Pokhodylo, Olga Shyuka, Evgeny A. Goreschnik, Mykola Obushak, "4-phosphonated or 4-free 1,2,3-triazoles: what controls the dimroth reaction of arylazides with 2-oxopropylphosphonates?", *ChemistrySelect*, 2019, **5**, 1, 260-264. [COBISS.SI-ID 33007911]
9. Dona Štepec, Gašper Tavčar, Maja Ponikvar-Svet, "Fluorine in vegetation due to an uncontrolled release of gaseous fluorides from a glassworks: a case study of measurement uncertainty, dispersion pattern and compliance with regulation", *Environmental pollution*, 2019, **248**, 958-964. [COBISS.SI-ID 32187687]
10. Zoran Mazej, Evgeny A. Goreschnik, "Crystal structures of photochemically prepared $(Xe_2F_{11})_2(MF_6)$ (M = Sn, Pb) and $(XeF_5)_4(Sn_5F_{24})$ containing six- and seven-coordinated Tin(IV)", *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2019, **2019**, 9, 1265-1272. [COBISS.SI-ID 32159015]
11. Igor Shlyapnikov, Evgeny A. Goreschnik, Zoran Mazej, "Syntheses and the crystal chemistry of the perfluoridotitanate(IV) compounds templated with ethylenediamine and melamine", *Inorganica Chimica Acta*, 2019, **489**, 255-262. [COBISS.SI-ID 6575386]
12. Yurii Slyvka, Evgeny A. Goreschnik, Gleb Veryasov, Dmitriy Morozov, Andrii A. Fedorchuk, Nazariy Pokhodylo, I. V. Kityk, Marian G. Mys'kiv, "The novel copper(I) $\pi\sigma$ -complexes with 1-(aryl)-5-(allylthio)-1H-tetrazoles: synthesis, structure characterization, DFT-calculation and third-order nonlinear optics", *Journal of coordination chemistry*, 2019, **72**, 5/7, 1049-1063. [COBISS.SI-ID 32340519]
13. Piotr J. Leszczyński *et al.* (11 avtorjev), "Insights into reactivity patterns of Ag(II)SO₄ with respect to fluoro- and trifluoromethyl-substituted aromatics", *Journal of fluorine chemistry*, 2019, **218**, 105-110. [COBISS.SI-ID 32040743]
14. Gašper Tavčar, Tomaž Skapin, "High surface area chromium(III) fluoride: preparation and some properties", *Journal of fluorine chemistry*, 2019, **222/223**, 81-89. [COBISS.SI-ID 32346407]
15. Žiga Zupanek, Melita Tramšek, Anton Kokalj, Gašper Tavčar, "The peculiar case of conformations in coordination compounds of group V pentahalides with N-heterocyclic carbene and synthesis of their imidazolium salts", *Journal of fluorine chemistry*, 2019, **227**, 109373. [COBISS.SI-ID 32746535]
16. Dona Štepec, Gašper Tavčar, Maja Ponikvar-Svet, "Measurement uncertainty evaluation and traceability assurance for total fluorine determination in vegetation by fluoride ion selective electrode", *Journal of fluorine chemistry*, 2019, **217**, 22-28. [COBISS.SI-ID 31918631]
17. Andrej Emanuel Cotman, Matic Lozinšek, Baifan Wang, Michel Stephan, Barbara Mohar, "trans-Diastereoselective Ru(II)-catalyzed asymmetric transfer hydrogenation of α -acetamido benzocyclic ketones via dynamic kinetic resolution", *Organic letters*, 2019, **21**, 10, 3644-3648. [COBISS.SI-ID 32332327]
18. Venera Nasretdinova, Miloš Borovšak, Jernej Mravlje, Petra Šutar, Evgeny A. Goreschnik, Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, "Time-resolved reflectivity and Raman studies of the interplay of electronic orders in Mo₈O₂₃", *Physical review. B*, 2019, **99**, 8, 085101. [COBISS.SI-ID 32078631]
19. Jakub Gawraczyński *et al.* (18 avtorjev), "Silver route to cuprate analogs", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, **116**, 5, 1495-1500. [COBISS.SI-ID 32067367]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Dona Štepec, Maja Ponikvar-Svet, "Fluoride in human health and nutrition", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 2, 255-275. [COBISS.SI-ID 32641319]
2. Maja Ponikvar-Svet, Diana N. Zeiger, Joel F. Liebman, "Interplay of thermochemistry and Structural Chemistry, the journal (volume 28, 2017, issues 5-6) and the discipline", *Structural chemistry*, 2019, **30**, 3, 1095-1104. [COBISS.SI-ID 32345895]
3. Maja Ponikvar-Svet, Diana N. Zeiger, Joel F. Liebman, "Interplay of thermochemistry and Structural Chemistry, the journal (volume 29, 2018, issues 1-2) and the discipline", *Structural chemistry*, 2019, **30**, 3, 1105-1115. [COBISS.SI-ID 32346151]
4. Maja Ponikvar-Svet, Diana N. Zeiger, Joel F. Liebman, "Interplay of thermochemistry and Structural Chemistry, the journal (volume 29, 2018, issues 3-4) and the discipline", *Structural chemistry*, 2019, **30**, 4, 1517-1526. [COBISS.SI-ID 32513319]
5. Maja Ponikvar-Svet, Joel F. Liebman, "Structural Chemistry, the journal, the discipline, bridge building, and our personal and professional practice", *Structural chemistry*, 2019, **30**, 5, 1549-1556. [COBISS.SI-ID 32648231]
6. Maja Ponikvar-Svet, Diana N. Zeiger, Joel F. Liebman, "Interplay of thermochemistry and Structural Chemistry: the journal (volume 29, 2018, issues 5-6) and the discipline", *Structural chemistry*, 2019, **30**, 5, 2003-2014. [COBISS.SI-ID 32648487]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. David Levovnik, Marko Gerbec, Vlado Dimovski, "Vpliv vodenja na varnost v procesni industriji", V: *37. strokovni posvet o poklicni, procesni in požarni varnosti: dvodnevni posvet, Portorož 2019, 21.-22. 5. 2019*, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za poklicno, procesno in požarno varnost, 2019. [COBISS.SI-ID 32422183]
2. Tomaž Ogrin, "Okolje, znanost, stroka in politika", V: *Ljudje in okolje: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 7. oktober 2019: zvezek F*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 60-64. [COBISS.SI-ID 32879143]
3. Olga Aneziris, Ioanna Koromila, Ernesto Salzano, Marko Gerbec, Zoe Nivolianitou, "Safety and security of ports with LNG bunkering systems", V: *The 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019), 22-26 September, Hannover, DE*, Proceedings, Research Publishing Services, 2019, 3390-3397. [COBISS.SI-ID 32722471]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Maja Ponikvar-Svet, Joel F. Liebman, "Aspects of the chemical energetics of the hypervalent benzene-based organohalogen halosyl, haly, an perhaly species", V: *The chemistry of hypervalent halogen compounds*, (PATAI's chemistry of functional groups), John Wiley & Sons, 2019, 119-139. [COBISS.SI-ID 32590375]

2. Tom Kontogiannis, Marko Gerbec, Mehdi Sbaoui, "Effective virtual reality training for safety critical activities in the process industry", V: *Total safety and the productivity challenge*, Routledge, 2019, 187-207. [COBISS.SI-ID 32304167]
3. Marko Gerbec, David Levovnik, "Management of technical and organizational changes in major hazard industries", V: *Total safety and the productivity challenge*, Routledge, 2019, 226-250. [COBISS.SI-ID 32269351]
4. David Levovnik, Marko Gerbec, Maria Chiara Leva, "Risk and productivity: the way forward", V: *Total safety and the productivity challenge*, Routledge, 2019, 251-268. [COBISS.SI-ID 32269607]

Na odseku se ukvarjamo z raziskavami fizikalno-kemijskih procesov na površinah trdih snovi, kot sta korozija in heterogena kataliza, ter s sintezo novih spojin. Sinergijo teh raziskav smo ustvarili na področju protikorozijske zaščite in funkcionalizacije materialov.

Naše eksperimentalne in teoretične raziskave elementarnih fizikalno-kemijskih procesov na površinah trdih snovi so usmerjene predvsem na področje korozije oziroma protikorozijske zaščite in katalize. Korozija je splošno razširjen pojav z ogromnim gospodarskim in okoljskim vplivom. Zaradi ogromnih stroškov je zaščita kovin in zlitin zato bistvenega pomena. Poglobljena osnovna spoznanja o procesih na površinah so potrebna za načrtovanje učinkovite protikorozijske zaščite, saj je razumevanje mehanizma inhibicije korozije na atomskem nivoju še vedno zelo omejeno. Da bi to preseglili, smo vpeljali v raziskave sinergističen iterativni način, kjer smo združili sintezo novih spojin, elektrokemijske in površinsko analize ter modeliranje in simulacijo procesov na podlagi prvih principov. Tako pridobljeno znanje usmerja nove raziskave in je v pomoč pri načrtovanju naprednih trajnostnih rešitev zaščite materialov.

Usmerjeni smo predvsem v zlitine na osnovi aluminija in bakra, zanimajo nas tudi jekla in drugi tehnološko pomembni materiali. Lahke aluminijeve zlitine se uporabljajo v različnih industrijskih panogah, zlasti v transportni industriji, kjer je velika potreba po zmanjšanju teže vozil in posledično zmanjšanju izpustov v okolje. Jekla in zlitine na osnovi bakra so nepogrešljivi materiali na področju infrastrukture, gradbeništva itn. Tradicionalne načine protikorozijske zaščite, kot so kromatne prevleke, zaradi ekoloških omejitev ne moremo več uporabljati. V zadnjem desetletju se raziskujejo različne alternative, med katerimi so najpomembnejše sol-gel prevleke, konverzijske prevleke, superhidrofobne prevleke ter različni anorganski in organski inhibitorji. Potrebe industrije, zlasti transportne, gradbene, strojne in elektronske, postavljajo zahteve za oblikovanje učinkovitih, trajnostnih in okolju prijaznih prevlek, ki obenem izkazujejo dodatne funkcionalne lastnosti. V našem laboratoriju raziskujemo vse navedene alternative in jih celo kombiniramo med seboj, npr. sol-gel prevleke in inhibitorje z namenom doseganja ne le barierne, ampak tudi aktivne zaščite, pri čemer se prevleka po korozijski poškodbi samoobnavlja. V protikorozijsko zaščito vpeljujemo tudi sodobno metodologijo, kot je nanos atomskih plasti. V reviji *Acta Chimica Slovenica* je bil objavljen pregledni članek, ki povzema sodobne načine protikorozijske zaščite kovinskih površin v različnih okoljih in ki jih razvijamo v našem laboratoriju (slika 1).

Konverzijske (pretvorne) prevleke lahko opredelimo kot prevleke, ki nastanejo s pretvorbo iz topne soli v rahlo topni ali netopni oksid in/ali hidroksid, ki se obori bodisi po celotni kovinski površini bodisi na intermetalne delce, ki so elektrokemično bolj žlahtni glede na okoliško matrico in kjer poteka reakcija redukcije kisika. Konverzijske prevleke na osnovi soli redkih zemelj, cirkonija ali titana so pomembna smer raziskav pri iskanju novih protikorozijskih zaščit. Dosedanje raziskave na konverzijskih prevlekah redkih zemelj (cerija in lantana) na aluminijevi zlitini 7075-T6 smo nadaljevali, da bi proučili, ali je možno doseči sinergističen učinek med različnimi solmi. Kot osnovo smo uporabili Ce(III) acetat, ki se je izkazal kot najbolj učinkovita sol za pripravo prevlek z učinkovitimi protikorozijskimi lastnostmi. Spremljali smo tvorbo zaščitnih plasti na površini aluminijeve zlitine 7075-T6, ki je bila potopljena v raztopino NaCl, ki smo ji dodali Ce(III) acetat ($\text{Ce}(\text{OAc})_3$) in različne natrijeve soli ali soli (NaOAc , NaNO_3 in Na_2SO_4). Namen je bil ugotoviti sinergijo med cerijeveji kationi ter acetatnimi, nitratnimi in sulfatnimi anioni. Ko raztopina NaCl vsebuje le NaNO_3 in Na_2SO_4 , ti delujeta kot inhibitorja korozije, medtem ko NaOAc deluje kot pospeševalec korozije. $\text{Ce}(\text{OAc})_3$ katodno ščiti AA7075-T6 v raztopini NaCl le pri nevtralnem pH s tvorbo konverzijskega nanosa na osnovi cerija, predvsem na katodnih mestih. Dodatek $\text{Ce}(\text{OAc})_3$ v NaCl povzroči puferski učinek in ohranja pH raztopine na 8,3, vse to do razmerja $n(\text{OH}^-)/n(\text{Ce}^{3+}) = 1,42$.

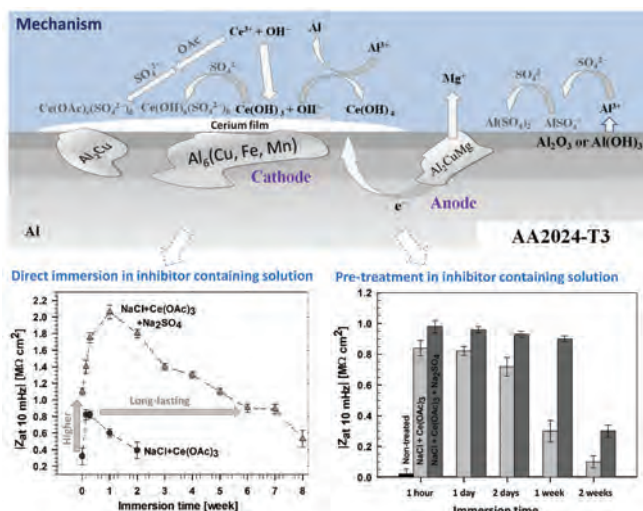
Dodatek NaNO_3 ali NaOAc škodljivo vpliva na delovanje $\text{Ce}(\text{OAc})_3$, kar se izkaže na elektrokemijskih lastnostih. To je lahko posledica pasivacije površine z nitratnimi anioni, kar zmanjšuje katodno aktivna mesta na površini in s tem tudi obarjanje cerijeveji soli v obliki hidroksida; posledično je manjša učinkovitost inhibicije. Dodatek Na_2SO_4 pa ima sinergijski učinek na delovanje $\text{Ce}(\text{OAc})_3$. Cerijev hidroksid se obarja pri nižjem pH, sulfatni ioni pa se vgrajujejo v oborjen produkt $\text{Ce}(\text{OH})_x(\text{SO}_4)_y$, ki ima zelo nizko topnost v vodnih raztopinah. V prisotnosti SO_4^{2-} je



Vodja:
prof. dr. Ingrid Milošev



Slika 1: Naslovnica revije *Acta Chimica Slovenica*, leto 2019, letnik 66, številka 3, ki predstavlja pregledni članek *Contemporary modes of corrosion protection and functionalization of materials* avtorice Ingrid Milošev.



Slika 2: Zgoraj: shematično predstavljen mehanizem obarjanja cerijevih depositov večinoma na katodnih mestih na površini ($Al_6(Cu, Fe, Mn)$, Al_2Cu) in matriksu aluminijeve zlitine. Na anodnih mestih (Al_2CuMg) se Mg počasi raztaplja. Predstavljena je tudi adsorpcija sulfatnih ionov na površini aluminija in njihova vgradnja v cerijeve depozite. Levo spodaj: vrednost impedančnega modula za zlitino AA2024-T4 pri 10 mHz v odvisnosti od časa potopitve do osem tednov v raztopino $NaCl+Ce(OAc)_3$ brez dodatka in z dodatkom različnih koncentracij Na_2SO_4 . Desno spodaj: vrednost impedančnega modula za zlitino AA2024-T3 pri 10 mHz v odvisnosti od časa potopitve do štirih tednov v raztopine $NaCl$, $NaCl+Ce(OAc)_3$ in $NaCl+Ce(OAc)_3+Na_2SO_4$.

V prisotnosti sulfatnih ionov se v raztopini natrijevega klorida in cerijevega(III) acetata na površini aluminijevih zlitin tvori prevleka, ki je homogena ter brez razpok in napak. Njena gosta struktura in majhna topnost prispevata k inhibicijskemu učinku, ki traja veliko dlje kot v odsotnosti sulfatnih ionov. Formulacija cerijeve prevleke, ki vsebuje acetatne in sulfatne ione, je dober kandidat za sodobne protikorozijske zaščite.

tvorba netopnega Ce(IV) produkta prednostna, kar je verjetno razlog za izboljšanje zaščitnih lastnosti nastale plasti. Zato pri dodatku $Ce(OAc)_3$ in Na_2SO_4 v $NaCl$ zagotavljajo acetatni anioni pufersko sposobnost raztopine, cerijevi kationi so bistveni za obarjanje netopnih prevlek (depozitov) cerijevega hidroksida, medtem ko sulfatni anioni znižujejo pH, potreben za njihovo obarjanje, in se v te tudi vgrajujejo.

Enomesečni potopni test je potrdil, da je morfoloija oborjenih produktov odvisna od vrste aniona. Najboljša učinkovitost inhibicije je bila dosežena, ko smo raztopini $NaCl$ dodali $Ce(OAc)_3$ in Na_2SO_4 , kar je potrdilo elektrokemijske rezultate. Pomembna ugotovitev je bila, da so te prevleke zagotavljale tudi možnost samoceljenja po poškodbi, kar je posledica pretvorbe zvrsti Ce(III) v Ce(IV), kot smo dokazali tudi z rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo.

Sinergijo med acetatnimi in sulfatni ioni smo raziskovali tudi pri protikorozijski zaščiti aluminijeve zlitine 2024-T3, ki vsebuje baker kot glavni element interkovinskih delcev. Raziskali smo učinek dodatka različnih količin Na_2SO_4 v raztopino $NaCl+Ce(OAc)_3$ na korozijsko zaščito aluminijeve zlitine 2024-T3. Lahko povzamemo več pomembnih ugotovitev: dodatek 30 mM Na_2SO_4 je optimalen, saj je inhibicijski učinek trajal več kot pet tednov. Sulfatni ioni vplivajo predvsem na morfoloijo oborin na osnovi cerija. S tehnikama AFM (mikroskop na atomsko silo) in SKPFM (vrstični mikroskop Volta potenciala izstopnega dela) smo ugotovili, da je po potopitvi v raztopini $NaCl+Ce(OAc)_3$ in $NaCl+Ce(OAc)_3+Na_2SO_4$ zmanjšana galvanska razlika med katodnimi/anodnimi intermetalnimi delci, kar vodi do zmanjšane nagnjenosti k lokalizirani koroziji. Zmanjšanje Volta potenciala je povezano z nastankom cerijeve prevleke, ki se začne na intermetalnih delcih in se postopoma razširi na celotni matriks zlitine. V prisotnosti sulfatnih ionov v raztopini je prevleka bolj homogena ter brez razpok in napak. Njena gosta struktura prispeva k inhibicijskemu učinku, ki traja veliko dlje kot v odsotnosti sulfatnih ionov. Menimo, da je formulacija cerijeve prevleke, ki vsebuje acetatne in sulfatne ione, dober kandidat za sodobne protikorozijske zaščite (slika 2).

Med konverzijskimi prevlekami smo preučevali tudi komercialne heksafluoro-cirkonatne trivalentne kromove prevleke (SurTec® 650), nanesene na kemično očiščeno aluminijevo zlitino 3003. Proučevali smo morfoloijo, sestavo in korozijske lastnosti prevleke, ki so bile nanesene pri sobni temperaturi z uporabo različnih koncentracij SurTec® 650 (10, 25 in 50 vol.%) in različnih časov pretvorbe (90 s, 11 min in 18 min). Za raziskovanje površinske morfoloije, sestave in debeline neprevlečenih in prevlečenih podlag zlitine 3003 smo uporabili vrsto površinsko analizičnih in mikroskopskih metod. Odvisno od koncentracije se je morfoloija prevlek razlikovala od enakomerne nodularne do neenakomerne z razpokami. Prednostna mesta na površinah, kjer je prišlo do nanosa prevlek, so bili intermetalni delci, čeprav je do nanosa prišlo tudi na matriksu zlitine. Glavne sestavine konverzijskih pretvorbenih prevlek so bili Zr-(IV) in Cr-(III) oksidi; poleg oksidov so nastali tudi fluoridi. Korozijske lastnosti smo raziskovali v dveh raztopinah: bolj agresiven natrijev $NaCl$ in manj agresiven simuliran kisli dež. Te komercialne pretvorbene prevleke so izkazovale dobro korozijsko odpornost, vendar šele po daljši potopitvi v raztopino, to je 24 ur. Rezultati razkrivajo zanimivo obnašanje prevlek na osnovi cirkonata na aluminijevo-manganovi zlitini, ki smo jih v nadaljnjih študijah proučevali še bolj podrobno.

Zelo pomemben del naših raziskav obsega različne hibridne sol-gel prevleke, katerih namen je zaščititi aluminijeve zlitine ali jeklo v kloridnem okolju. Trenutno preiskujemo štiri vrste prevlek, ki jih označujemo kot GTS in GTS-Ce, TMZ, TMM in ZG. Za pripravo hibridnih, to je anorgansko-organskih, silicijevih sol-gel prevlek GTS uporabljamo prekursorje tetraetil ortosilikat (TEOS) in organsko modificiran silanski prekursor 3-glicidoksi propiltrimetoksisilan (GPTMS). Sol vsebuje še delce silicijevega dioksida za doseganje bariernih (zapornih) lastnosti. Lahko dodamo tudi cerijev(III) nitrat za doseganje inhibicijskih lastnosti (oznaka GTS-Ce). Prevleke TMZ so pripravljene iz TEOS-a in organsko modificiranega silanskega prekursorja 3-metakriloksi propiltrimetoksisilana (MAPTMS), ki je bil nato zmešan z različnimi količinami cirkonijevega (IV) propoksida (ZTP), kelatiranega z metakrilno kislino (MMA). Polsiloksanaska prevleka TMM pa je tudi narejena na osnovi akrilatov, in sicer MAPTMS, ki je kopolimeriziran z metil metakrilatom, ki mu dodamo hidrolizirani TEOS. Prevleke ZG so pripravljene iz prekursorjev

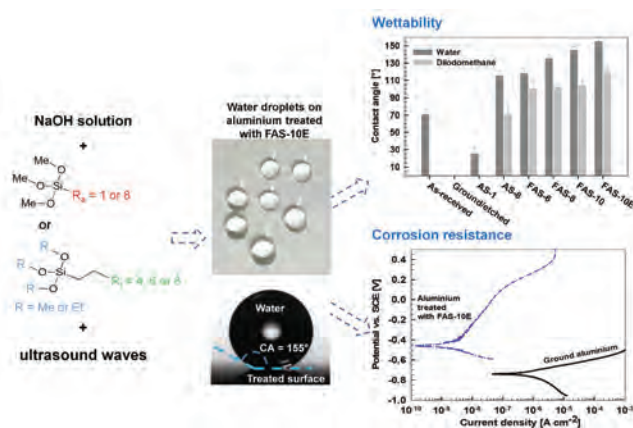
ZTP in GPTMS, kot katalizator je uporabljena očetna kislina. Vse navedene prevleke ponujajo izredno dobro protikorozijsko zaščito aluminijevih zlitin. Poleg protikorozijskih lastnosti proučujemo mehanizem sinteze prevlek in njihove fizikalno-kemijske lastnosti. Bolj podrobno bomo predstavili mehanizem tvorbe prevlek GTS-Ce. Kot je omenjeno zgoraj, te prevleke služijo kot protikorozijska zaščita in vsebujejo cerijev(III) nitrat. Ni bilo povsem jasno, ali je ta zaščita posledica samoučinka cerija na zaviranje korozije ali učinka cerija na tvorbo sol-gel mreže. Vlogi dodatka cerija in temperature sušenja sol-gela smo zato raziskali z več tehnikami. MAS NMR spektroskopijo (^{29}Si NMR) smo uporabili za proučevanje kemijske sestave in stopnje polikondenzacije neorganskih in organskih mrež kot funkcijo temperature sušenja in vsebnosti cerija. Dodatek cerija prispeva k višji stopnji anorganske in organske polimerizacije v hibridnih sol-gel prevlekah, zlasti pri nižji temperaturi sušenja. Dodatek cerija deluje kot iniciator – spodbuja reakcijo polikondenzacije pri nižjih temperaturah, kar olajša tvorbo bolj kompaktne prevleke, hkrati pa se strdi že pri sobni ali nižji temperaturi. Cerij deluje kot Lewisova kislina in tako olajša reakcijo hidrolize anorganskega dela in odpiranje epoksi obročev organske faze omrežja.

Metodologija sol-gel omogoča izredne možnosti sinteze prevlek z različnimi funkcionalnimi lastnostmi. Ena od teh je hidrofobnost, ki omogoča zanimive aplikacije, kot sta samočiščenje in zaščita proti zmrzovanju. V ta namen smo pristopili k izdelavi visoko hidrofobne aluminijeve površine v enostopenjskem ultrazvočnem postopku v raztopini natrijevega hidroksida, ki vsebuje različne alkoksilane. Ti so temeljili na trimetoksilanu, ki vsebuje različne vrste in dolžine skupin pri sililni vezi (Si–C): $\text{R}_a\text{-Si}(\text{OMe})_3$ in $\text{R}_f\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-Si}(\text{OMe})_3$, kjer sta R_a in R_f alkilna in perfluoroalkilna skupina, OMe pa je metoksi skupina. Vpliv metoksi in etoksi skupin na siloksanjski (Si–O–Si) vezi smo dodatno proučili za perfluorodecil silan. Korozijske lastnosti smo proučevali s potenciodinamičnimi elektrokemijskimi tehnikami. Omočljivost, morfologijo, površinsko topografijo in sestavo površin aluminija po nanosu različnih silanskih prevlek smo raziskali z različnimi metodami. Mikro-/nanostrukture, ki nastanejo na površini, vodijo k povečanju kontaktnega kota vodne kapljice od 71° do 115° za površino, obdelano z alkil silani, in do 155° po obdelavi s fluoroalkil silani z dolgo verigo. Superhidrofobne prevleke so odporne proti koroziji aluminija v raztopini klorida, ravno tako so obstojne v rahlo kislih/alkalnih raztopinah. Izkazujejo sposobnost samočiščenja in izboljšane lastnosti proti zmrzovanju (slika 3).

Nadaljevali smo delo pri projektu COR_ID v okviru M-Era.Net. Glavni namen projekta Ciljano oblikovanje korozijsko odpornih prevlek za različne namene (akronim COR_ID) je zasnovati in izdelati nove prevleke za aluminijeve zlitine s ciljanimi lastnostmi, kot so povečana korozijska odpornost, specifične hidrofobne lastnosti, podaljšana življenjska doba in zmanjšan ekološki vpliv. Projektni konzorcij je obsegal raziskovalce iz Slovenije, Francije in Madžarske (Odsek za fizikalno in organsko kemijo Instituta Jožef Stefan, Talum, d. d., Kidričevo, Chimie ParisTech (CNRS) iz Pariza in Univerza Eötvös Loránd iz Budimpešte) s ciljem spodbujati napredek pri osnovnih in aplikativnih raziskavah ter prenosu tehnologije. Še naprej smo proučevali mehanizem adhezije siloksanjskih sol-gel prevlek na aluminijevih substratih, kjer smo s pomočjo molekulskega modeliranja na podlagi teorije gostotnega funkcionala (angl. Density Functional Theory – DFT) proučili adsorpcijo modelne silanolske molekule $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OH})_3$ na štirih kemijsko in strukturno različnih modelih površine. Pokazali smo, da lahko silanolska enota prek kondenzacijskega mehanizma tvori največ eno močno SiO–Al vez, medtem ko je tvorba druge takšne vezi endotermna (in endergona) na vseh obravnavanih modelih površine. Razlog je v napetosti v strukturi bidentatne konfiguracije. Najizrazitejša razlika je opazna v razdalji med kisikoma v vezeh SiO–Al, ki je izrazito manjša kot razdalja med kisikoma v dveh površinskih OH-skupinah na neokrnjeni površini. Naši rezultati torej kažejo, da je občasno uporabljena shema vezave silanol-površina, kjer je monomerna silanolska podenota v polimeru, vezana na površino prek dveh vezi SiO–Al, neprimerna in jo je treba nadomestiti (slika 4).

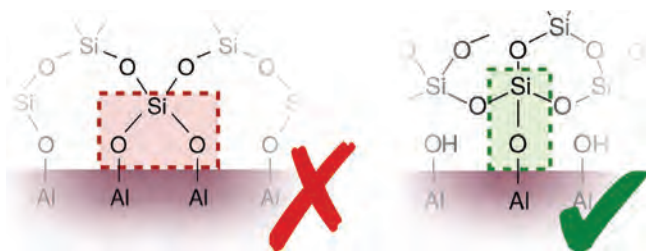
V okviru sistematične študije vpliva dolžine alkilne verige na učinkovitost karboksilnih kislin (KK) pri inhibiciji korozije aluminija v kloridni raztopini smo z molekulskim modeliranjem proučili vlogo

S pomočjo integrativnega pristopa, ki obsega elektrokemijsko testiranje, površinsko-analizne eksperimente in molekulsko modeliranje, smo pokazali, da imajo linearne karboksilne kisline sposobnost narediti aluminij superhidrofoben in povečati njegovo odpornost proti koroziji, pod pogojem, da so njihove alkilne verige dovolj dolge, saj te naredijo zaščitni organski sloj dovolj stabilen.



Slika 3: Shema sinteze alkil- in perfluorsilanskih prevlek na površini aluminija. Prevleke so hidrofobne oziroma superhidrofobne, izkazujejo protikorozijske lastnosti ter možnost samočiščenja površine in zaščite proti zmrzovanju.

Na podlagi molekulskega modeliranja smo pokazali, da lahko silanolska enota tvori največ eno močno vez SiO–Al s površino oksidirane aluminija, zato je shema vezave silanol-površina, kjer je monomerna silanolska enota v polimeru vezana na površino prek dveh vezi SiO–Al, vprašljiva.

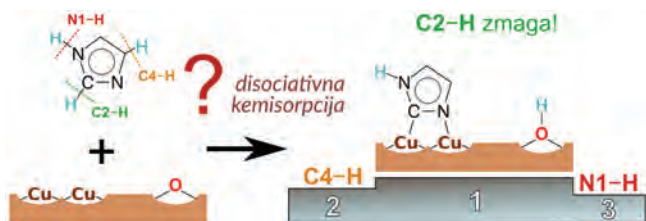


Slika 4: Shema vezave siloksanskega filma na površinah aluminija. Vsaka silanolska podenota tvori največ eno vezavo SiO-Al.



Slika 5: Z daljšanjem alkilne verige se zaradi ugodnih lateralnih interakcij povečata stabilnost sloja karboksilnih kislin na površini in efektivna pokritost površine.

iz družine azolov smo testirali kot potencialne inhibitorje korozije bakra in cinka v slanah raztopinah. Adsorpcijo inhibitorjev na površine kovin smo raziskovali s tehnikami FTIR, XPS in AFM ter z modeliranjem interakcij med molekulami inhibitorjev in površinami substratov z metodo DFT. Naš cilj je integrirati eksperimentalno testiranje večjega števila inhibitorjev korozije z vpogledom v podrobnejšo mehanistično analizo s specifičnim ciljem identifikacije fizikalno smiselnih deskriptorjev inhibicije korozije. V tem okviru smo raziskali disociativno adsorpcijo imidazola na oksidirani površini bakra in pokazali, da ta poteče prek cepitve vezi C2-H (slika 6), medtem ko pri triazolu in tetrazolu disociativna adsorpcija poteče prek disociacije vezi N-H. Raziskali smo tudi koadsorpcijske vplive, tj. kako adsorpcija korozijsko relevantnih vrst, kot so O(ads), H(ads), OH(ads) in Cl(ads), vplivajo na



Slika 6: Najugodnejši način disociativne adsorpcije imidazola na oksidirane površine bakra poteka prek cepitve vezi C2-H.



Slika 7: Udeleženci mednarodne poletne šole Quantum ESPRESSO Summer School on Advanced Materials and Molecular Modelling, ki je potekala od 15. do 20. septembra 2019 na Institutu "Jožef Stefan".

tipa adsorpcije, molekularne zasedenosti, nagibnega kota alkilne verige in dolžine alkilne verige na dveh modelih hidroksilirane oksidirane aluminijeve površine. Obravnavali smo dva tipa adsorpcije: navadno adsorpcijo in adsorpcijo prek kondenzacije. Pokazali smo, da je mogoča tvorba bidentatnega načina vezave KK samo na mestih, kjer manjka OH-skupina, medtem ko je na popolnoma hidroksilirani površini mogoč le monodentaten način vezave. Jakost adsorpcije KK je odvisna od interakcije med karboksilno glavo in površino ter od lateralnih interakcij med alkilnimi verigami. Interakcija glava-površina je v glavnem neodvisna od dolžine alkilne verige, medtem ko so lateralne interakcije proporcionalne številu C-atomov v alkilni verigi. Posledično se adsorpcija pri polni zasedenosti s povečanjem števila C-atomov v alkilni verigi z 2 na 18 stabilizira za približno 1 eV/molekulo (slika 5).

Nadaljevali smo delo na M-Era.Net projektu COIN DESC: deskriptorji inhibicije korozije in selektivnega raztapljanja. Projektni konzorcij sestavljajo štiri partnerji iz Slovenije, Belgije, Španije in Nizozemske (Oddelek za fizikalno in organsko kemijo na Institutu "Jožef Stefan", Inštitut za raziskave materialov z Univerze Hasselt, Oddelek za fiziko s Politehnične univerze iz Katalonije ter Oddelek za materiale in inženiring na Univerzi v Delftu). Specifičen cilj projekta je identificirati fizikalno smiselne deskriptorje inhibicije korozije v odvisnosti od kovinskega materiala in okolja, ki mu je material izpostavljen. Več kot dvajset različnih molekul in na adsorpcijo molekul inhibitorjev na površino. Naši izračuni kažejo, da prisotnost kemisorbiranega kisika ojači interakcijo med inhibitorji in površino ter promovira disociacijo N-H vezi azolnih inhibitorjev korozije, kar posledično vodi do še bolj stabilnih struktur inhibitorjev na površini.

Organizirali smo mednarodno poletno šolo z naslovom Quantum ESPRESSO Summer School on Advanced Materials and Molecular Modelling, ki je potekala od 15. do 20. septembra na Institutu "Jožef Stefan". Šole se je udeležilo več kot 70 udeležencev, tutorjev in predavateljev z vsega sveta (slika 7). Cilj šole je bil udeležencem predstaviti molekularno modeliranje in modeliranje materialov s programskim paketom Quantum ESPRESSO. Na šoli smo obravnavali osnovne koncepte in naprednejšo uporabo s poudarkom na metodah teorije gostotnega funkcionala in visokozmogljivem računalništvu.

V okviru laboratorija za organsko in bioorgansko kemijo smo nadaljevali raziskave na področju transformacij organskih spojin pod okolju prijaznejšimi reakcijskimi pogoji. Študirali smo mehanizem reakcije direktnega estrenja karboksilnih kislin kataliziranega z 1,3-dibromo-5,5-dimetil hidantoinom (DBDMH) in ugotovili, da igra DBDMH vlogo predkatalizatorja, ki pod pogoji reakcije tvori aktivne katalitske specije: vodikov hipobromid (HOBr), bromovodik (HBr) in molekularni brom.

Razvili smo novo metodo za uvedbo dušikovih funkcionalnih skupin v organske molekule. Reakcije benzilnih alkoholov z alkil ali fenil amini vodijo ob prisotnosti sub stehiometrijskih količin (5–7 mol %) N-bromo sukcinimida (NBS) do ustreznih benziliranih aminov, medtem ko benzilni alkoholi z alkil nitrili pod enakimi pogoji tvorijo po Ritterjevem procesu benzil alkil amide.

V okviru skupnega projekta z Biotehniško fakulteto (BTF) Univerze v Ljubljani in sodelovanja s podjetjem Alkemika smo pripravili veliko N-acetilcisteinaminskih tioestrov 1,3-ketokislin, ki jih nameravamo uporabiti kot prekursorje pri biosintezi tetraciklinov. Do sedaj so se v ta namen uporabljali derivati malonove kisline, mi pa upamo, da bodo naše alternativne prekursorje mikroorganizmi, ki jih razvijajo na BTF, uspeli transformirati v tetracikline.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. I. Milošev, T. Bakarič, S. Zanna, A. Seyeux, P. Rodič, M. Poberžnik, P. Cornette, D. Costa, A. Kokalj, P. Marcus, Electrochemical Surface-Analytical and Computational DFT Study of Alkaline Etched Aluminum Modified by Carboxylic Acids for Corrosion Protection and Hydrophobicity, *J. Electrochem. Soc.*, 2019, **166**, C3131–C3146
2. M. Poberžnik, A. Kokalj, Implausibility of bidentate bonding of the silanol headgroup to oxidized aluminum surfaces, *Appl. Surf. Sci.*, 2019, **492**, 909–918
3. K. Čebular, B. Đ. Božič, S. Stavber, 1,3-dibromo-5,5-dimethylhydantoin as a precatalyst for activation of carbonyl functionality, *Molecules*, 2019, **24**, 2608-1–2608-16
4. P. Rodič, I. Milošev, M. Lekka, F. Andreatta, L. Fedrizzi, Study of the synergistic effect of cerium acetate and sodium sulphate on the corrosion inhibition of AA2024-T3, *Electrochim. Acta*, 2019, **308**, 337–349
5. U. Tiringier, B. Mušič, D. Zimerl, G. Šekularac, S. Stavber, I. Milošev, The effects of cerium ions on the curing, polymerisation and condensation of hybrid sol-gel coatings, *J. Non-Cryst. Solids*, 2019, **510**, 93–100

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Fundamentals of corrosion protection and coatings production: mCBEEs (Advanced integrative solutions to corrosion problems beyond micro-scale: towards long-term durability of miniaturized biomedical, electronic and energy systems, H2020 MSCA - ITN - 2017-764977), Ljubljana, Slovenija, 24.–29. 6. 2019
2. Quantum ESPRESSO Summer School on Advanced Materials and Molecular Modelling, Ljubljana, Slovenija, 15.–20. 9. 2019

Nagrade in priznanja

1. Dolores Zimerl, nagrada za najboljši poster na 7. konferenci RSE-SEE (Regional Symposium on Electrochemistry – South East Europe)
2. Matic Poberžnik, nagrada za najboljši poster na poletni šoli Quantum ESPRESSO Summer School on Advanced Materials and Molecular Modelling
3. Lea Gašparič, 3. nagrada za najboljši poster na 25. konferenci Slovenskega kemijskega društva
4. Peter Rodič, Ingrid Milošev, Barbara Kapun, Damir Hamulić, najboljša ideja v sklopu razvojnega izziva, Jubov dan inovativnosti, JUB, Dol pri Ljubljani, "Smart Coatings – from lab to commercial application", september 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Micro Grant of KET4CP; Hidrofobne končne prevleke za aplikacije v in ob morju
Chemitek - Quľmica AvanÇada
prof. dr. Ingrid Milošev
2. COST CA17126: Razumevanje in modeliranje intenzivnih elektronskih vzburjanj
Cost Association Aisbl
doc. dr. Anton Kokalj
3. H2020 - mCBEEs; Napredne integrativne rešitve korozijskih problemov na sub-mikro skali: dolgoročna zaščita miniaturiziranih biomedicinskih, elektronskih in energetskih sistemov
European Commission
prof. dr. Ingrid Milošev
4. H2020 - MAMI; Magnetizem in mikrohidrodinamika
European Commission
prof. dr. Ingrid Milošev
5. INCOR: Studij faznih mej relevantnih pri inhibiciji korozije
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Ingrid Milošev
6. Temeljni vpogled v elektrokatalizo gorivnih celic – kombinacija modeliranja in eksperimenta
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Anton Kokalj

PROGRAMA

1. Kemija za trajnostni razvoj
dr. Peter Rodič
2. Napredni materiali za nizkoogljeno in trajnostno družbo
prof. dr. Ingrid Milošev

PROJEKTI

1. Multidisciplinarni pristop k razvoju novega, večfunkcijskega heterogenega katalizatorja za učinkovito pretvorbo H₂ in CO₂ plinskih mešanic v dodatke gorivom in nadomestke
doc. dr. Anton Kokalj
2. Fotokatalitsko čiščenje vode - razvoj pritrjenih katalizatorjev in kompaktnih reaktorskih sistemov
dr. Peter Rodič
3. COR_ID: Ciljano oblikovanje korozijsko odpornih prevlek za različne namene
prof. dr. Ingrid Milošev
4. COIN DESC: Deskriptorji inhibicije korozije in selektivnega raztapljanja
doc. dr. Anton Kokalj

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Micro Grant of KET4CP, Nova tehnološka rešitev za izdelavo premazov za osnovni poliuretana brez izociatov za uporabo v protikorozijski zaščiti
Chemcolor Sevnica, d. o. o.
dr. Peter Rodič

OBISKI

1. dr. Dominique Costa, Chimie ParisTech, PSL University, CNRS, Institut de Recherche de Chimie Paris, Pariz, Francija, 24. 4.–26. 4. 2019
2. dr. Dominique Costa, Chimie ParisTech, PSL University, CNRS, Institut de Recherche de Chimie Paris, Pariz, Francija, 3. 6.–6. 6. 2019
3. dr. Dominique Costa, Chimie ParisTech, PSL University, CNRS, Institut de Recherche de Chimie Paris, Pariz, Francija, 12. 7.–20. 7. 2019
4. Aleksandar Jovanović, Fakulteta za fizikalno kemijo, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 3. 8.–16. 8. 2019
5. Aleksandar Jovanović, Fakulteta za fizikalno kemijo, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 14. 9.–22. 9. 2019
6. Ana Dobrota, Fakulteta za fizikalno kemijo, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 14. 9.–22. 9. 2019
7. Emilie Gaudry, Institut Jean Lamour & Universite de Lorraine, Nancy, Francija 31. 5. 2019
8. Bruno Ribeiro, Lima Corporate S.p.A., Udine, Italija, 1. 5.–31. 7. 2019
9. Ana Damjanović, Kolektor Group, Idrija, 15. 9.–15. 12. 2019
10. dr. Njomza Ajvazi, College of Medical Sciences Rezonanca, Priština, Republika Kosovo, 9. 7.–28. 9. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Klara Čebular: Iodine, N-halosuccinimides and dibromantoin: disinfectants for sustainable synthesis, 12. 3. 2019
2. Ivan Spajič: Modification of graphene oxide with aromatic amines, 14. 3. 2019
3. Nikolina Lešič: Kinetics of dimerization of monomers and dissociation of dimers of p-halogenonitrosobenzenes in solid state, 2. 4. 2019
4. Matic Poberžnik: Quantum mechanical modeling of the oxidation of aluminum surfaces and their interactions with corrosion inhibitors, 23. 4. 2019
5. Ivan Spajič: ALD as a method for protection of metal materials against corrosion, 10. 5. 2019
6. Matjaž Dlouhy: The use of molecular modelling methods in corrosion inhibition research, 16. 5. 2019
7. Dževad Kozlica: The influence of surface preparation on efficiency of mercapto and phosphonic inhibitors adsorbed on Al and Cu metals, 23. 5. 2019
8. Ivan Spajič: Al₂O₃ and HfO₂ films prepared by ALD for protection of c.p. Ti for biomedical applications, 23. 5. 2019
9. Nikolina Lešič: Corrosion protection of magnetic materials, 23. 5. 2019
10. Emilie Gaudry Complex intermetallic compounds: from surface structures to surface properties, 31. 5. 2019
11. Dunja Gustinčič: Adsorption of azole molecules on oxidized copper surface and their inhibition of copper corrosion, 3. 6. 2019
12. Dominique Costa: Corrosion and corrosion inhibition at the atomic scale: a DFT study of chloride adsorption and diffusion on Al covered by alkyl-carboxylates layers, 17. 7. 2019
13. Damir Hamulić: The influence of length of alkyl chain on chemical structure and corrosion resistance of hybrid sol-gel coatings, 29. 8. 2019
14. Dževad Kozlica: Efficiency of mercapto and phosphonic inhibitors for Cu and Al as a function of surface preparation, 29. 8. 2019
15. Gavrilo Šekularac: Self-sealing of Zr-based conversion coatings applied on AlSi7Mg0.3 Al alloy, 29. 8. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Anton Kokalj
2. **prof. dr. Ingrid Milošev, znanstveni svetnik - vodja odseka**
3. *prof. dr. Stojan Stavber, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine, odšel 1. 5. 2019*

Podoktorski sodelavci

4. dr. Matic Poberžnik
5. dr. Peter Rodič
6. dr. Urša Tiringner

Mlajši raziskovalci

7. *dr. Klara Čebular, odšla 1. 9. 2019*
8. Matjaž Dlouhy, mag. kem.
9. Damir Hamulić, mag. kem.
10. Ana Kraš, mag. appl. chem., R. Hrvaška

16. Ingrid Milošev: Corrosion inhibitors for Al investigated using integrative experimental-modeling approach: Fabrication and electrochemical study, 29. 8. 2019
17. Matic Poberžnik: Corrosion inhibitors for Al investigated using integrative experimental-modeling approach: A DFT modeling study, 29. 8. 2019
18. Ingrid Milošev: Inhibitors for Cu in chloride solution with different functional and side groups studied by electrochemical methods and XPS, 4. 9. 2019
19. Matic Poberžnik: How silanol headgroups bond to oxidized Al surfaces: A DFT modeling study, 4. 9. 2019
20. Maja Mujdrica Kim: Protection of aluminium alloy 3003 in sodium chloride and simulated acid rain solutions by commercial conversion coatings containing Zr and Cr, 30. 9. 2019
21. Peter Rodič, Smart coatings for corrosion protection of aluminium and its alloys, 2. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Dževad Kozlica, Damir Hamulić, Ivan Spajič, Nikolina Lešič, Matjaž Dlouhy: 11. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana in 13. dneva mladih raziskovalcev (Konferenca KMBO), Rateče, Slovenija, 15.–16. 4. 2019
2. Ingrid Milošev, Nikolina Lešič: Magnetizem in življenje: MAMI (Magnetism and Microhydrodynamics, H2020 MSCA-ITN-2017-766007), Riga, Latvija, 15.–17. 5. 2019
3. Ingrid Milošev, Anton Kokalj, Urša Tiringner, Peter Rodič, Ivan Spajič, Dževad Kozlica, Dolores Zimerl, Barbara Kapun: 7. konferenca RSE-SEE (Regional Symposium on Electrochemistry – South East Europe), Split, Hrvaška, 27.–30. 5. 2019
4. Ingrid Milošev, Ivan Spajič: Napredne integrativne rešitve korozijskih problemov na sub-mikro skali: dolgoročna zaščita miniaturiziranih biomedicinskih, elektronskih in energetskih sistemov, H2020 MSCA-ITN-2017-764977), 24.–29. 6. 2019, Ljubljana, Slovenija
5. Ingrid Milošev, Anton Kokalj, Urša Tiringner, Matic Poberžnik, Dževad Kozlica, Damir Hamulić, Gavrilo Šekularac: EUROCORR2019: The Annual Congress of the European Federation of Corrosion, Sevilla, Španija, 9.–13. 9. 2019
6. Anton Kokalj, Matic Poberžnik, Matjaž Dlouhy, Dževad Kozlica, Peter Rodič, Lea Gašparič: Quantum ESPRESSO Summer School on Advanced Materials and Molecular Modelling, Ljubljana, Slovenija, 15.–20. 9. 2019
7. Anton Kokalj, Matjaž Dlouhy, Stojan Stavber, Lea Gašparič: Slovenski kemijski dnevi, 25.–27. 9. 2019
8. Ingrid Milošev, 27. Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah, Portorož, Slovenija, 16.–18. 10. 2019
9. Matic Poberžnik: Progresses and Challenges in modeling Activated Phenomena: From Machine Learned Energy Surface sampling to Multi-Scaling Approaches, Toulouse, Francija, 12.–15. 11. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Urša Tiringner: Tehniška univerza v Delftu, Delft, Nizozemska, 1. 10. 2018–30. 9. 2020 (podoktorsko izpopolnjevanje)

11. Nikolina Lešič, mag. chem., R. Hrvaška
 12. Ivan Spajič, mag. inž. kemijskog inženjerstva, Sveučilište u Zagrebu, Hrvaška
 13. Gavrilo Šekularac, Graduate Eng. of Technology, Srbija
- Strokovni sodelavci**
14. Barbara Kapun, dipl. inž. kem. tehnol.
 15. *Dolores Zimerl, mag. kem., odšla 11. 11. 2019*

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
2. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
3. Univerza v Novi Gorici, Laboratorij za raziskavo materialov
4. Ortopedska bolnišnica Valdoltra, Ankaran
5. Kemijski inštitut, Ljubljana
6. Center odličnosti CIPKeBiP, Ljubljana
7. Center odličnosti Nanocenter

8. ACIES BIO, Ljubljana
9. Talum, d. d., Kidričevo
10. Helios, d. d., Količevo
11. Trimco, d. o. o., Trebnje
12. Hidria, d. o. o., Ljubljana
13. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
14. Alkemika, d. o. o., Celje
15. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, Piran
16. Chemcolor, Sevnica
17. Jub, d. o. o., Dol pri Ljubljani
18. Gabrijel Aluminium, Grosuplje
19. University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Zagreb, Hrvaška
20. CNR-IOM DEMOCRITOS National Simulation Center, Trst, Italija
21. SISSA/ISAS - International School for Advanced Studies, Trst, Italija
22. CNR, Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari, Milano, Italija
23. University of Udine, Polytechnic Department of Engineering and Architecture, Italija
24. University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Srbija
25. University of Belgrade, Faculty of Physical Chemistry, Srbija
26. University of Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Department of Materials Science and Engineering, Nemčija
27. University of North Florida, Jacksonville, ZDA
28. The Ohio University, Fontana Corrosion Center, Columbus, ZDA
29. Hasselt University, Institute for Materials Research, Hasselt, Belgija
30. National University of Mar del Plata, INTEMA, Conicet, Argentina
31. Universidad Nacional de Cordoba, Cordoba, Argentina
32. Universitat Politècnica de Catalunya, Department of Physics, Barcelona, Španija
33. The Barcelona Institute of Science and Technology, Institute of Chemical Research of Catalonia (ICIQ), Tarragona, Španija
34. Delft University of Technology, Materials Science and Engineering, Nizozemska
35. CNRS, Chemie ParisTech, PSL University, Institut de Recherche de Chimie Paris, Francija
36. Eötvös Loránd University, Budimpešta, Madžarska
37. Institut Jean Lamour & Université de Lorraine, Francija
38. Bay Zoltán Nonprofit Ltd. for Applied Research LTD, Budimpešta, Madžarska
39. Joanneum Research Materials, Niklasdorf, Avstrija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Matjaž Dlouhy, Antonija Lesar, "Characterization and atmospheric implication of hydrotrioxy radical-water-methylamine-formic acid-sulphuric acid complexes", *Acta Chimica Slovenica*, 2019, **66**, 1, 229-238. [COBISS.SI-ID 31921447]
2. Anton Kokalj, Dunja Gustinčič, Matic Poberžnik, Matic Lozinšek, "New insights into adsorption bonding of imidazole: a viable C2-H bond cleavage on copper surfaces", *Applied Surface Science*, 2019, **479**, 463-468. [COBISS.SI-ID 31986727]
3. Matic Poberžnik, Anton Kokalj, "Implausibility of bidentate bonding of the silanol headgroup to oxidized aluminum surfaces", *Applied Surface Science*, 2019, **492**, 909-918. [COBISS.SI-ID 32291879]
4. Maja Mujdrica Kim, Barbara Kapun, Urša Tiringner, Gavrilo Šekularac, Ingrid Milošev, "Protection of aluminum alloy 3003 in sodium chloride and simulated acid rain solutions by commercial conversion coatings containing Zr and Cr", *Coatings*, 2019, **9**, 9, 563. [COBISS.SI-ID 32613415]
5. Peter Rodič, Ingrid Milošev, "The influence of additional salts on corrosion inhibition by cerium(III) acetate in the protection of AA7075-T6 in chloride solution", *Corrosion Science*, 2019, **149**, 108-122. [COBISS.SI-ID 31986215]
6. Peter Rodič, Ingrid Milošev, Maria Lekka, Francesco Andreatta, Lorenzo Fedrizzi, "Study of the synergistic effect of cerium acetate and sodium sulphate on the corrosion inhibition of AA2024-T3", *Electrochimica Acta*, 2019, **308**, 337-349. [COBISS.SI-ID 32299815]
7. Yolanda S. Hedberg, Monika Žnidaršič, Gunilla Herting, Ingrid Milošev, Inger Odnevall Wallinder, "Mechanistic insight on the combined effect of albumin and hydrogen peroxide on surface oxide composition and extent of metal release from Ti6Al4V", *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials.*, 2019, **107B**, 3, 858-867. [COBISS.SI-ID 32180519]
8. Žiga Zupanek, Melita Tramšek, Anton Kokalj, Gašper Tavčar, "The peculiar case of conformations in coordination compounds of group V pentahalides with N-heterocyclic carbene and synthesis of their imidazolium salts", *Journal of Fluorine Chemistry*, 2019, **227**, 109373. [COBISS.SI-ID 32746535]
9. Urša Tiringner, Branka Mušič, Dolores Zimerl, Gavrilo Šekularac, Stojan Stavber, Ingrid Milošev, "The effects of cerium ions on the curing, polymerisation and condensation of hybrid sol-gel coatings", *Journal of Non-crystalline Solids*, 2019, **510**, 93-100. [COBISS.SI-ID 32145703]
10. Ingrid Milošev *et al.* (11 avtorjev), "Electrochemical, surface-analytical, and computational DFT study of alkaline etched aluminum modified by carboxylic acids for corrosion protection and hydrophobicity", *Journal*

of The Electrochemical Society, 2019, **166**, 11, c3131-c3146. [COBISS.SI-ID 32327207]

11. Klara Čebular, Bojan Đ. Božić, Stojan Stavber, "1,3-dibromo-5,5-dimethylhydantoin as a precatalyst for activation of carbonyl functionality", *Molecules*, 2019, **24**, 14, 2608. [COBISS.SI-ID 32522535]
12. Peter Rodič, Ingrid Milošev, "One-step ultrasound fabrication of corrosion resistant, self-cleaning and anti-icing coatings on aluminium", *Surface & Coatings Technology*, 2019, **369**, 175-185. [COBISS.SI-ID 32326951]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Ingrid Milošev, "Contemporary modes of corrosion protection and functionalization of materials", *Acta Chimica Slovenica*, 2019, **66**, 3, 511-533. [COBISS.SI-ID 32979495]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Gavrilo Šekularac, Sanja Eraković, Srečko Stopič, "Innovative approaches toward the synthesis of electroactive RuO₂-based materials of intrinsic structure", V: *Metals and metal-based electrocatalytic materials for alternative energy sources and electronics*, (Chemical engineering methods and technology), Nova Science Publishers, 2019, 67-119. [COBISS.SI-ID 32160039]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Klara Čebular, *Pretvorbe kisikovih funkcionalnih skupin v organskih molekulah ob prisotnosti molekularnega joda ali/in N-halo spojin*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Stojan Stavber). [COBISS.SI-ID 302094080]
2. Dunja Gustinčič, *Adsorpcija azolnih molekul na oksidirano površino bakra in njihova inhibicija korozije bakra*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Anton Kokalj; somentor Ksenija Kogej). [COBISS.SI-ID 300738816]
3. Matic Poberžnik, *Kvantno mehansko modeliranje oksidacije aluminijevih površin in njihovih interakcij s korozijskimi inhibitorji*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Anton Kokalj; somentor Tomaž Urbič). [COBISS.SI-ID 299901952]

Odsek za elektronsko keramiko raziskuje sintezo, lastnosti in uporabo materialov za elektroniko in energetiko, pretežno kompleksnih materialov in struktur, ki lahko opravljajo več funkcij (multifunkcijski materiali). To so predvsem keramični piezoelektriki, feroelektriki, relaksorji, multiferoiki in prevodni oksidi. Poudarek raziskav je na kreiranju lastnosti s sintezo in strukturo na nano-, mikro- in makroravni. Raziskujemo tudi osnovne procesov za pripravo senzorjev tlaka, keramičnih mikroelektromehanskih sistemov (MEMS) in fleksibilne elektronike.

Na področju okolju prijaznih piezoelektrikov brez svınca smo nadaljevali raziskave keramike na osnovi natrijevega kalijevega niobata ($K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$, KNN), pripravljenega s sintezo v trdnem stanju, ki bi lahko nadomestila učinkovite svinčeve perovskite. Z uporabo metod elektronske mikroskopije smo na različnih velikostnih ravneh študirali kemijsko modificirano keramiko $(K,Na,Li)(Nb,Ta)O_3-CaZrO_3$, kjer smo dodali MnO_2 pred sintezo v trdnem stanju ali po njej. Dokazali smo, da so funkcijske lastnosti keramike v veliki meri občutljive na manjše spremembe v sintezni poti. Pokazali smo, da je razumevanje strukturnih značilnosti, kemijske sestave in defektov od mikro do atomske ravni osnova za uspešno obvladovanje sinteze kemijsko modificiranega KNN. (slika 1)

V sodelovanju s kolegi z Odseka za nanostrukturne materiale, Odseka za tehnologijo površin in optoelektroniko IJS ter Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani smo pripravili keramiko na osnovi KNN s sintranjem s pulzirajočim enosmernim tokom v vakuumu. Po sintranju smo dobili električno prevodno keramiko, kar smo pripisali delni redukciji Nb^{5+} v Nb^{4+} . Po popuščanju v kisiku se je Nb^{4+} reoksidiral. Keramika je imela piezoelektrične lastnosti primerljive z lastnostmi klasično sintrane keramike, boljše dielektrične lastnosti smo pripisali homogeni mikrostrukturi s podmikrometrskimi zrni, ki so posledica velike hitrosti segrevanja in kratkega časa sintranja.

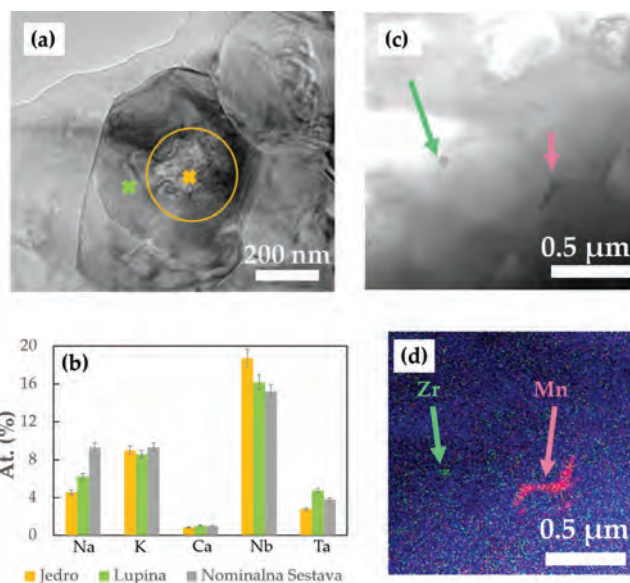
V sodelovanju s kolegi z Odseka za sodobne materiale IJS smo z metodo plazemskega sintranja pripravili keramiko na osnovi $Na(Nb,Ta)O_3$. Da bi našli optimalno sestavo in kakovost teh materialov za shranjevanje energije, smo preučevali spremembe strukture v keramiki z naraščajočim deležem Ta. Odkrili smo, da večanje deleža tantala povzroča različne faze prehode, kar posledično spremeni značaj materiala iz antiferoelektričnega (AFE) v feroelektričnega (FE) in nadalje v paraelektričnega. Največjo energijsko gostoto smo izmerili pri materialih s 40–60 % Ta, kar je blizu meje med AFE in FE fazo ($\sim 0.9 \text{ J/cm}^3$, z dielektrično trdnostjo 160 kV/cm in ~ 87 -odstotnim izkoristkom).

Nadaljevali smo raziskave polikristaliničnega $BiFeO_3$, dopiranega s Co. Kemija defektov z dopanti, ki imajo veliko možnih oksidacijskih stanj, kot je Co ali Mn, namreč omogoča kontrolo električne prevodnosti in elektromehanskega odziva v perovskitih. S pomočjo rentgenske fotoelektronske spektroskopije, ki so jo izvedli kolegi z Univerze v Darmstadt, smo natančno preučevali točkaste defekte na površini v nedopiranem in s Co dopiranem $BiFeO_3$ v obliki tankih plasti in keramike. Študija je pokazala, da Co kot dopant v $BiFeO_3$ v prisotnosti vode ali nizkega parnega tlaka kisika zaradi spremembe oksidacijskega stanja iz $3+$ v $2+$ prepreči redukcijski razpad $BiFeO_3$ v Fe^{2+} in kovinski Bi. Rezultati so pomembni za integracijo $BiFeO_3$ v aplikacijah, kot so na primer cepljenje vode za elektrolizo ali v senzorjih za korozijo in pline.

$BiFeO_3$ je zanimiv za uporabo v visokotemperaturnih aplikacijah, vendar je njegova priprava zahtevna zaradi pojava sekundarnih faz, ki so posledica zapletenih kinetičnih in termodinamskih mehanizmov. V keramičnem sistemu $BiFeO_3-SrTiO_3$ smo preučevali vpliv sinteze na



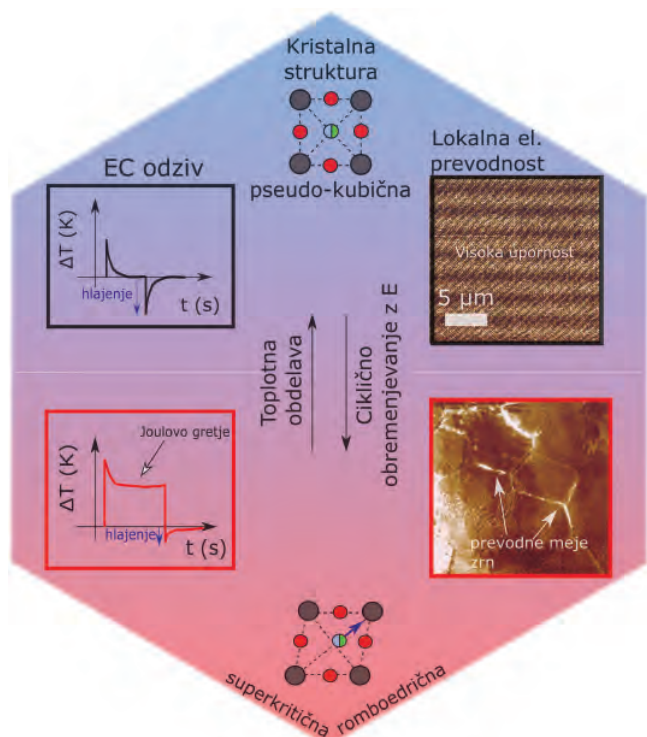
Vodja:
prof. dr. Barbara Malič



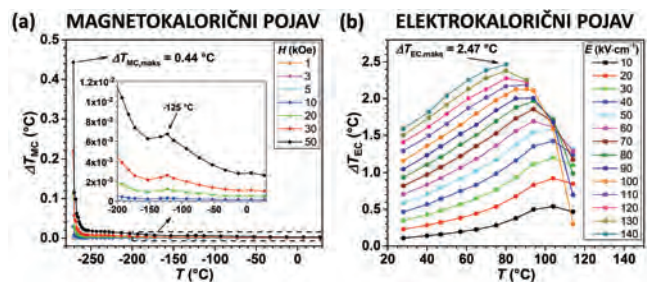
Slika 1: Kemijska sestava kemijsko modificirane keramike na osnovi kalijevega natrijevega niobata; a) SEM slika zrna z jedrom, bogatim na Ta in lupino, bogato z Nb s b) pripadajočo analizo EDXS, c) STEM slika zrn s d) pripadajočo analizo EDXS, ki prikazuje segregacijo sekundarnih faz, bogatih z Zr in Mn.

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije je dosegel Demonstratorska hladilna naprava na osnovi elektrokaloričnega pojava uvrstila v izbor Odlični v znanosti 2019. Dosežek je rezultat sodelovanja raziskovalcev z Odseka za elektronsko keramiko, Odseka za fiziko trdne snovi IJS ter Laboratorija za hlajenje in daljinsko energetiko Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani. Raziskovalci so med prvimi na svetu izdelali demonstratorsko hladilno napravo, ki temelji na elektrokaloričnem pojavu, ter izum tudi patentno zaščitili v EU, ZDA in na Kitajskem.

Sodelavka Odseka za elektronsko keramiko Mojca Otoničar in Brahim Dkhil iz Centrale Supelec, Pariz, Francija, sta na povabilo urednika revije Nature Materials za rubriko News & Views napisala mnenjski članek Electrocalorics hit the top (objava na spletu 24. 10. 2019). Komentirala sta članek, v katerem skupina raziskovalcev z Univerze v Cambridgeu v sodelovanju s partnerji iz podjetja Murata na Japonskem poroča o učinkovitem večplastnem kondenzatorju, ki izkazuje izjemno velik elektrokalični odziv in tako napoveduje preboj naprednih tehnik hlajenja.



Slika 2: Ciklično obremenjevanje elektrokaličnega materiala $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ (PMN) z električnim poljem vodi do postopnega prehoda iz pseudokubične v superkritično romboedrično fazo. Posledica prehoda je reorganizacija točkastih napak v keramični matrici, kar vodi do povečane električne prevodnosti na mejah med zrnji in zato zmanjšane hladilne sposobnosti materiala. Toplotna obdelava povrne material nazaj v prvotno stanje. V objavi predlagamo inovativen pristop, ki omogoča, da se degradaciji elektrokaličnega odziva PMN izognemo s kontrolo pogojev cikličnega obremenjevanja na osnovi faznega diagrama električno-polje-temperatura. (slika 2)



Slika 3: (a) Magnetokaloričen in (b) elektrokaličen pojav v keramiki $Pb(Fe_{0.5}Nb_{0.5})O_3$ dopirani z Mn.

nastanek sekundarnih faz. Uporabili smo tri različne metode priprave, in sicer sintezo v trdnem stanju iz osnovnih oksidov, mehanokemijsko aktivacijo obeh mejnih spojin in mehanokemijsko aktivacijo prahov iz osnovnih oksidov. Ugotovili smo, da je za uspešno pripravo keramike ključno, da se ne pojavijo z Bi bogate sekundarne faze, ki imajo nizko temperaturo tališča. Nastanku faz, bogatih z Bi, smo se izognili s sintezo iz mejnih spojin in z mehanokemijsko aktivacijo, kjer reakcije potekajo pri nizkih temperaturah.

V sodelovanju z raziskovalci iz Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen iz Nemčije smo z mikroskopom na atomsko silo s piezoelektričnim modulom (PFM) raziskali lastnosti piezoelektrikov na osnovi $(Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO_3$. Med prvimi smo poročali o feroelektričnih domenah v relaksorskih materialih, ki so bili izpostavljeni visokim tlačnim obremenitvam. V sodelovanju s kolegi z Odseka za raziskave sodobnih materialov IJS smo nadaljevali PFM raziskave mikrometrskih do nanometrskih ploščic na osnovi $BaTiO_3$.

Opravili smo študijo utrujanja svinčevega magnezijevega niobata ($Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ -PMN), ki ima potencial za uporabo v elektrokaličnem hlajenju. S tem je bila izvedena ena prvih poglobljenih študij utrujanja elektrokaličnih materialov, ki so med delovanjem izpostavljeni visokim električnim poljem in utrujanju zaradi cikličnega obremenjevanja. Ciklično obremenjevanje elektrokaličnega materiala PMN z električnim poljem vodi do postopnega prehoda iz relaksorske pseudokubične v superkritično feroelektrično romboedrično fazo. Posledica prehoda je reorganizacija točkastih defektov v keramični matrici, kar vodi do povečane električne prevodnosti na mejah med zrnji, ki smo jo zaznali s kombinacijo makroskopskih in mikroskopskih meritev. Zaradi povečane prevodnosti materiala se zmanjša hladilna sposobnost materiala. Toplotna obdelava povrne material nazaj v prvotno stanje. Predlagali smo inovativen pristop, ki omogoča, da se degradaciji elektrokaličnega odziva PMN izognemo s kontrolo pogojev cikličnega obremenjevanja s pomočjo faznega diagrama električno-polje-temperatura. (slika 2)

Učinkovito elektrokalično hlajenje zahteva izbiro materialov brez samogretja. Mehanizme samogretja smo študirali na vzorcih keramike treh vrst, in sicer v relaksorskem PMN, v »mehkem« feroelektriku $Pb(Zr,Ti)O_3$ (PZT) in v »trdem« feroelektriku PZT. Rezultati so pokazali, da imajo mehanizmi samogretja različne izvore, kot sta povečana električna prevodnost in preklapljanje domenskih sten. Pokazali smo, da lahko z natančnim opazovanjem polarizacijskih zank ocenimo prevladujoči mehanizem in primernost materiala za uporabo v hlajenju.

Nadaljevali smo raziskave multikaloričnega pojava v polikristaliničnem $Pb(Fe_{1/2}Nb_{1/2})O_3$ (PFN). Keramiko smo pripravili z mehanokemijsko aktivacijo kovinskih oksidov, ki ji je sledila termična obdelava surovcev. Preučevali smo vpliv različnih pogojev sintranja in dodatka mangana na funkcijske lastnosti keramike (slika 3). Poleg multikaloričnih lastnosti smo preučili tudi piezoelektrični odziv in feroelektrično domensko strukturo pripravljenih vzorcev.

V letošnjem letu so se nadaljevale študije relaksorske feroelektrične keramike $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ (PMN-PT), ki so okrepile ideje o nelinearnosti in histerezi monoklinskih sestav z značilno strukturo na nano- in mezoskali. Raziskave so bile deloma izvedene na Kemijskem inštitutu v Ljubljani, deloma pa v sodelovanju s skupino prof. Jacoba Jonesa iz North Carolina State University iz ZDA in prof. Draganom Damjanovićem iz École polytechnique fédérale de Lausanne iz Švice.

V sodelovanju s kolegi z Odseka za fiziko trdne snovi IJS smo raziskali funkcijske lastnosti tankih plasti trdnih raztopin natrijevega niobata (NN), dopiranega z manganom, in kalcijevega cirkonata (CZ, do

10 mol%), pripravljenih s sintezo v raztopini. Za razliko od volumenske keramike NN, ki izkazuje antiferoelektrične lastnosti, tanke plasti NN debeline okrog 250 nm izkazujejo feroelektrične lastnosti, z remanentno polarizacijo (P_R) in koercitivnim poljem $\sim 10 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ in $\sim 100 \text{ kV}/\text{cm}$, kar pripisujemo nanostrukturirani mikrostrukturi in napetostim, ki so posledica razlik v termičnih raztezkih plasti in podlage. Z dodatkom CZ se feroelektrični odziv ohrani, pri čemer se P_R z naraščajočim deležem CZ manjša. Najboljši piezoelektrični odziv izkazujejo plasti NN s 5 mol % CZ, koeficient d_{33} je 35 pm/V pri polju 300 kV/cm.

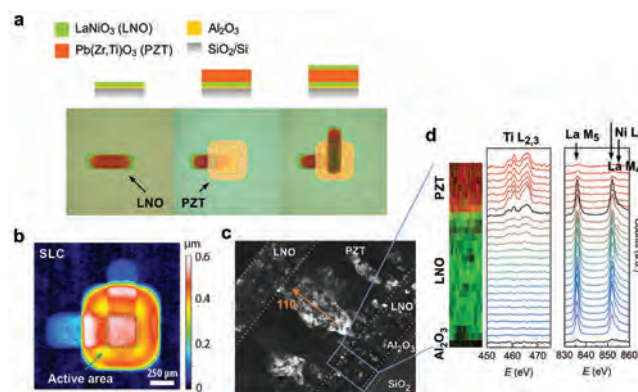
S tehnologijo brizgalnega tiskanja (angl. inkjet printing) smo oblikovali večplastne feroelektrične kondenzatorje, sestavljene iz tankih plasti oksidne elektrode lantanovega nikelata in plasti feroelektrika PZT. Z uporabo različnih podlag – silicija, polikristalnega aluminijevega oksida in nikljeve folije – smo potrdili uporabnost izbrane tehnologije oblikovanja večplastnih struktur. V primerjavi s kondenzatorji z le eno plastjo feroelektrika izkazujejo večplastne komponente večjo kapacitivnost in velik elektromehanski odziv. Raziskave so potekale v sodelovanju z Odsekom za fiziko trdne snovi, Odsekom za tehnologijo površin in optoelektroniko IJS ter v okviru bilateralnega projekta s kolegi iz The Pennsylvania State University, ZDA (slika 4).

Nadalje smo v sodelovanju s kolegi z Odseka za fiziko trdne snovi IJS z metodo nanašanja z vrtenjem (spin-coating) raztopin organskega prekursorja v polimerni matrici na podlagi platiniziranega silicija pripravili tanke plasti PZT z načrtovano poroznostjo. Prisotnost por v plasti je omogočila elastično relaksacijo feroelektrične faze in posledično večji elektromehanski odziv plasti. Velik piezoelektrični koeficient, ki je dosegel vrednost, značilno za volumensko keramiko PZT, je torej posledica povečane elastičnosti plasti in olajšane gibljivosti feroelastičnih domenskih sten.

V sodelovanju s kolegi z Univerze v Toursu, Francija, smo nadaljevali z raziskavami priprave debelih plasti na osnovi okolju prijaznih piezoelektrikov KNN z metodo elektroforetskega nanosa. Plasti smo pripravili na metaliziranih keramičnih podlagah za uporabo v napravah za zbiranje energije.

V letu 2019 smo nadaljevali s pripravo debelih plasti z metodo nanašanja trdnih delcev v curku aerosola. Omenjena tehnika je del Laboratorija za ultrahladno pripravo kompleksnih oksidov, kratko ULTRACOOOL, za katerega so bila sredstva pridobljena v okviru Direktorjevega sklada 2017. V sodelovanju s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani smo pripravili korundne zaščitne prevleke za magnetokalorične elemente. V sodelovanju s Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen iz Nemčije smo z omenjeno tehniko pripravili porozne piezoelektrične debele plasti brez svinca na osnovi BaTiO_3 . Trenutne raziskave potekajo na področju optimizacije parametrov priprave debelih plasti PMN-PT na kovinskih in polimernih podlagah.

V laboratoriju Ultracool smo postavili opremo za hladno sintranje. Opravili smo preliminarne testiranja vzorcev (tj. stiskanje navlaženih prahov pri tlakih do 600 MPa in temperaturah do 300 °C). Sistematično smo s poskusi hladnega sintranja začeli na svinčevih feroelektrikih, nato na multiferoičnem BiFeO_3 in na kompozitih teh dveh perovskitnih spojin. Vzorci so imeli veliko dielektrično prebojno trdnost in veliko relativno gostoto, a so kljub temu potrebne nadaljnje analize za popolno razumevanje mehanizmov, ki so vpleteni v proces hladnega sintranja. Kot nam je znano, smo prvi, ki smo uspešno hladno sintrali keramiko BiFeO_3 , kar nam je uspelo z dodatkom talin hidroksidov. Raziskave hladnega sintranja potekajo tudi v sodelovanju s kolegi iz Pennsylvania State, University ZDA (prof. Clive Randall) in s skupino Advanced Ferroics na Centrale Supélec, Pariz, Francija (prof. Brahim Dkhil).



Slika 4: Brizgalno tiskanje feroelektričnih tankoplastnih kondenzatorjev. (a) Slike natisnjenih struktur LaNiO_3 (LNO) in $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT), posnete z optičnim mikroskopom med koraki izdelave kondenzatorja LNO/PZT/LNO. (b) Kontaktna profilometrija tiskanih struktur, ki prikazuje topografijo kondenzatorja. (c) Elektronska presečna mikroskopija v temnem polju preseka strukture LNO/PZT/LNO. (d) EELS analiza območja Al_2O_3 /LNO/PZT v velikosti $100 \times 170 \text{ nm}^2$.

Popularizacija znanosti: Sodelavka Odseka za elektronsko keramiko Hana Uršič je v sodelovanju z Emmanuelom Defayem iz Luksemburga in Magdaleno Wencka iz Poljske na konferenci E-MRS Fall Meeting 2019 organizirala simpozij z naslovom Caloric materials for efficient heat management applications: advances and challenges. Sodelavec Odseka za elektronsko keramiko Kristian Radan in Matic Lozinšek z Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo sta se s Kuhinjskimi eksperimenti udeležila 17. Festivala znanosti 2019 v Genovi, Italija. (slika 5)



Slika 5: 17. Festival znanosti 2019 v Genovi Kuhinjski eksperimenti dr. Kristiana Radana z Odseka za elektronsko keramiko in dr. Matic Lozinška z Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo IJS ter Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

Prof. dr. Barbara Malič je bila leta 2019 izvoljena za Fellow of the European Ceramic Society, kot priznanje njenemu prispevku k raziskavam ferroin piezoelektrične keramike in tankih plasti.

Projekt Laboratorij za kemijo pod ekstremnimi pogoji (ECCL, <http://eccl.ijs.si/>), ki so ga predlagali raziskovalci Matic Lozinšek in Blaž Alič z Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo ter Mirela Dragomir in Kristian Radan z Odseka za elektronsko keramiko, je bil leta 2019 izbran na razpisu Direktorjevega sklada. Investicijska sredstva so namenjena nakupu opreme in vzpostavitvi novega laboratorija, kjer bodo raziskovalci

izvajali sintezo in karakterizacijo novih spojin in materialov pri nizkih temperaturah ali pri izjemno visokih tlakih. Projekt bi lahko v kemijo materialov vnesel povsem nova spoznanja.

V sodelovanju s CO NAMASTE in podjetjema HIPOT-RR in KEKO Oprema smo nadaljevali raziskovalno-razvojno delo na tematiki tehnologije LTCC (keramika z nizko temperaturo žganja, angl. Low-Temperature Co-Fired Ceramics) predvsem za načrtovanje in izdelavo tridimenzionalnih keramičnih struktur za ohišenje mikroelektronskih komponent in sistemov.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Bradeško, Andraž, Fulanovič, Lovro, Vrabelj, Marko, Otoničar, Mojca, Uršič, Hana, HeNriques, Alexandra, Chung, Ching-Chang, Jones, Jacob L., Malič, Barbara, Kutnjak, Zdravko, Rojac, Tadej, Electrocaloric fatigue of lead magnesium niobate mediated by an electric-field-induced phase transformation, *Acta materialia*, 2019, 169, 275–283
2. Prah, Uroš, Rojac, Tadej, Wencka, Magdalena, Dragomir, Mirela, Bradeško, Andraž, Benčan, Andreja, Sherbondy, Rachel, Brennecka, Geof, Kutnjak, Zdravko, Malič, Barbara, Uršič Nemevšek, Hana, Improving the multicaloric properties of $\text{Pb}(\text{Fe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$ by controlling the sintering conditions and doping with manganese, *Journal of the European ceramic society*, 2019, 39, 14, 4122–4130
3. Matavž, Aleksander, Benčan, Andreja, Kovač, Janez, Chung, Ching-Chang, Jones, Jacob L., Troler-Mckinstry, Susan, Malič, Barbara, Bobnar, Vid, Additive manufacturing of ferroelectric-oxide thin-film multilayer devices, *ACS applied materials & interfaces*, 2019, 11, 49, 45155–45160
4. Bein, Nicole, Machado, Pamela, Coll, Mariona, Cheng, Feng, Makarovič, Maja, Rojac, Tadej, Klein, Andreas, Electrochemical reduction of undoped and cobalt-doped induced by water exposure : quantitative determination of reduction potentials and defect energy levels using photoelectron spectroscopy, *J. phys. chem. lett.*, 2019, 10, 21, 7071–7076, 2019
5. Condurache, Oana, Radan, Kristian, Prah, Uroš, Otoničar, Mojca, Kmet, Brigita, Kapun, Gregor, Dražič, Goran, Malič, Barbara, Benčan, Andreja, Heterogeneity challenges in multiple-element-modified lead-free piezoelectric ceramics, *Materials*, 2019, 12, 24, 4049-1-4049-12

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. E-MRS 2019 Fall Meeting: European Materials Research Society, Varšava, Poljska, 16.–19. 9. 2019
2. MIDEM 2019: 55. mednarodna konferenca o mikroelektroniki, elektronskih sestavnih delih in materialih z delavnico »Workshop on Laser Systems and Photonics«, Bled, Slovenija, 25.–27. 9. 2019

Nagrade in priznanja

1. Barbara Malič: Fellow Evropskega keramičnega društva
2. Barbara Malič, Andrej Kitanovski (UL FS): Odlični v znanosti ARRS 2019, ARRS, Demonstratorska hladilna naprava na osnovi elektrokaličnega pojava
3. Mirela Dragomir, Kristian Radan, Blaž Alič (K1), Matic Lozinšek (K1): Direktorjev sklad, Institut "Jožef Stefan", Laboratorij za kemijo pod ekstremnimi pogoji

MEDNARODNI PROJEKTI

1. EPCOS - Laboratorijske meritve
Epcos Ohg
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
2. Laboratorijske meritve
TDK Electronics GmbH & Co OG
prof. dr. Barbara Malič
3. Električne meritve
TDK Electronics GmbH & Co OG
prof. dr. Tadej Rojac
4. Laboratorijske meritve
TDK Electronics GmbH & Co OG
prof. dr. Andreja Benčan Golob
5. Elektrokalične meritve keramičnih vzorcev
TDK Electronics GmbH & Co OG
prof. dr. Barbara Malič
6. Meritve z mikroskopom na atomsko silo
TDK Electronics GmbH & Co OG
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
7. Okolju prijazni feroelektrični materiali v obliki tankih plasti in volumenske keramike ter njihova priprava pri nizkih temperaturah
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Barbara Malič
8. Priprava piezoelektričnih debelih plasti z metodo nanašanja aerosola
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
9. Novi mehanizmi utrjevanja piezoelektrične keramike brez svinca
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Tadej Rojac
10. Hladno sintranje kompleksnih oksidnih materialov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Mojca Otoničar
11. Absorberji sončnih celic na osnovi feroelektrikov z ozkim prevodnim pasom; sinteza in karakterizacija
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
12. Stabilnost medpovršin piezoelektričnih keramičnih oksidov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Tadej Rojac
13. Okolju prijazne piezoelektrične deloplastne strukture na osnovi kalijevega natrijevega niobata za uporabo v napravah za zbiranje energije iz okolja
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
14. Razumevanje vpliva velikosti na lastnosti antiferoelektričnih materialov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Mojca Otoničar
15. Multiferoiki za uporabo v hladilnih sistemih na osnovi trdne snovi
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek

16. Sinteza, struktura in lastnosti okolju prijaznih piezoelektričnih nanodelcev z različno morfologijo površin
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Andreja Benčan Golob
17. Visokotlačna sinteza in karakterizacija izbranih feroikov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Kristian Radan
18. Gojenje kristalov in magnetne lastnosti dvojnih perovskitov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Mirela Dragomir

PROGRAM

1. Elektronska keramika, nano, 2D in 3D strukture
prof. dr. Barbara Malič

PROJEKTI

1. Multikalorično hlajenje
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
2. Elektrokalični elementi za aktivno hlajenje elektronskih vezij
prof. dr. Barbara Malič
3. Napredne anorganske in organske tanke plasti z ojačenim električno induciranim odzivom
prof. dr. Barbara Malič
4. Napredna elektrokalična pretvorba energij
prof. dr. Barbara Malič
5. Feroelektrični keramični plastni elementi z načrtovano domensko strukturo za učinkovito zbiranje in za pretvorbo energije
prof. dr. Barbara Malič
6. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
prof. dr. Barbara Malič
7. Povračilo stroškov znanstvenih objav v zlatem odprtem dostopu za leto 2019
prof. dr. Barbara Malič
8. Študijski obisk Maje Makarovič v Trondheimu - Interactions between Charged Defects and Domain Walls in Lead-Free BiFeO₃
Maja Makarovič, mag. nan.
9. Priprava vzorcev
prof. dr. Andreja Benčan Golob
10. Študijski obisk Oane Andree Condurache na univerzi AI CUZA, Iasi, Romunija - Funkcionalna karakterizacija keramike na osnovi kalijevega natrijevega niobata (KNN) in keramike na osnovi bizmutovega ferita (BFO)
Oana Andreea Condurache, master fizika, Romunija
11. Študijski obisk Kristiana Radana v Leobnu, Avstrija - Ramanska študija izbranih feroelektričnih perovskitov brez svinca
dr. Kristian Radan

OBISKI

1. Yuji Matsushita, Osaka Prefecture University – Graduate School of Engineering, Department of physics and electronics, Osaka, Japonska, 10. 10. 2018–6. 1. 2019
2. prof. Raul Bermejo, Montanuniversität Leoben, Leoben, Avstrija, 17. 1. 2019
3. Ibrahim Gökdemir, Yildiz Technical University, Istanbul, Turčija, 4. 2.–25. 3. 2019
4. dr. Marco Deluca, Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL), Leoben, Avstrija, 13. 2. 2019
5. George Markou, University of Ioannina, Ioannina, Grčija, 1. 3.–30. 4. 2019
6. Chrisanthi Ikonomidou, University of Ioannina, Ioannina, Grčija, 1. 3.–31. 5. 2019
7. dr. Julian Walker, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norveška, 16.–21. 3. 2019
8. Mathis Lechable, Université François-Rabelais Tours, Tours, Francija, 1. 4.–21. 6. 2019
9. Rémy Lecomte, Université François-Rabelais Tours, Tours, Francija, 1. 4.–21. 6. 2019
10. Valentin Roulaud, Université François-Rabelais Tours, Tours, Francija, 2. 4.–21. 6. 2019
11. Marko Mudri, Bjelovar University of Applied Sciences, Department of Mechatronics, Bjelovar, Hrvaška, 23. 4.–22. 10. 2019
12. Nicole Bein, Technische Universität Darmstadt (TUDA), Darmstadt, Nemčija, 6.–24. 5. 2019
13. Hugo Mercier, Université François-Rabelais Tours, Gremen CNRS, Tours, Francija, 27. 5.–8. 6. 2019
14. Yao Minghai, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija, 1.–30. 6. 2019
15. prof. Brahim Dkhil, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija, 3.–5. 6. 2019
16. prof. Franck Levassort, Université François-Rabelais Tours, Gremen CNRS, Tours, Francija, 3.–6. 6. 2019
17. prof. dr. Angus I. Kingon, Brown University, Providence, Rhode Island, ZDA, 10.–11. 6. 2019
18. prof. Nava Setter, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lozana, Švica, 10.–11. 6. 2019
19. prof. Hisao Suzuki, Shizuoka University, Hamamatsu, Japonska, 19.–22. 7. 2019
20. dr. Magdalena Wencka, Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska, 23. 7.–2. 8. 2019
21. prof. Mariya Gancheva, Institute of General and Inorganic Chemistry, Sofija, Bolgarija, 19.–23. 8. 2019
22. Udo Eckstein, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen, Nemčija, 25. 8.–15. 9. 2019
23. Kristijan Kovačić, Bjelovar University of Applied Sciences, Department of Mechatronics, Bjelovar, Hrvaška, 16. 9. 2019–21. 5. 2020
24. Nicole Bein, Technische Universität Darmstadt (TUDA), Darmstadt, Nemčija, 23. 9.–17. 10. 2019
25. dr. Marco Deluca, Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL), Leoben, Avstrija, 30. 9. 2019
26. prof. dr. Andreas Klein, Technische Universität Darmstadt (TUDA), Darmstadt, Nemčija, 10. 10. 2019
27. Marko Vrabelj, TDK Electronics GmbH & Co OG, Deutschlandsberg, Avstrija, 21.–22. 10. 2019
28. dr. Kerstin Schmoltner, TDK Electronics GmbH & Co OG, Deutschlandsberg, Avstrija, 21.–22. 10. 2019
29. dr. Marcus Albrecher, TDK Electronics GmbH & Co OG, Deutschlandsberg, Avstrija, 21.–22. 10. 2019
30. Astita Dubey, Institute for Materials Science – Universität Duisburg-Essen, Essen, Nemčija, 21. 10.–8. 12. 2019
31. Yao Minghai, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija, 3. 11.–1. 12. 2019

32. Mateo Miličević, Bjelovar University of Applied Sciences, Department of Mechatronics, Bjelovar, Hrvaška, 4. 11. 2019–3. 1. 2020
33. Federica Benes, Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL), Leoben, Avstrija, 10.–30. 11. 2019
34. prof. Brahim Dkhil, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija, 1.–6. 12. 2019
35. Marion Höfling, Technische Universität Darmstadt (TUDA), Darmstadt, Nemčija, 9.–13. 12. 2019
36. Mihail Slabki, Technische Universität Darmstadt (TUDA), Darmstadt, Nemčija, 9.–13. 12. 2019
37. prof. Brahim Dkhil, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija, 19.–21. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. Raul Bermejo, Montanuniversität Leoben, Leoben, Avstrija: Towards crack-free layered ceramics with enhanced mechanical properties, 17. 1. 2019
2. dr. Marco Deluca, Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL), Leoben, Avstrija: Ba-based lead-free relaxor ferroelectrics, 13. 2. 2019
3. dr. Julian Walker, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norveška: Exploring the Potential of Plastic Crystal Ferroelectrics, 18. 3. 2019
4. Matej Šadl: Ferroelectric ceramic thick films prepared by aerosol deposition, 5. 4. 2019
5. dr. Kostja Makarovič: Visokofrekvenčno dielektrično gretje tekočin v keramičnih mikrofluidnih sistemih, 11. 4. 2019
6. doc. dr. Hana Uršič Nemevšek: Električna karakterizacija – delavnica sodobne tehnike karakterizacije materialov, 18. 4. 2019
7. Oana Andreea Condurache: Analysis of domain walls in ferroelectric materials by different transmission electron microscopy methods, 23. 5. 2019
8. prof. Brahim Dkhil, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija: Ferroelectric materials at the intersection of the branches of physics, 3. 6. 2019
9. prof. Franck Levassort, Université François-Rabelais Tours, Greman CNRS, Tours, Francija: Homogenization of piezoelectric 1-3 composites and textured ceramics, 6. 6. 2019
10. dr. Mirela Dragomir: Magnetism and superconductivity of selected oxides with K_2NiF_4 -type structure, 14. 6. 2019
11. doc. dr. Mojca Otoničar: Ferroelectric perovskite ceramics at different length scales, 26. 6. 2019
12. dr. Magdalena Wencka, Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska: Magnetism by SQUID and EPR, 30. 7. 2019
13. dr. Andraž Bradeško: Coupling of electrocaloric and electromechanical responses in relaxor ferroelectrics for dielectric cooling, 16. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Barbara Malič, Tadej Rojac, Electronic Materials and Applications (EMA), Orlando, Florida, ZDA, 23.–25. 1. 2019 (2)
2. Barbara Malič, Kristian Radan, Piezo 2019: Electroceramics for End Users X, Špindlerův Mlýn, Češka, 27.–30. 1. 2019 (2)
3. Mojca Otoničar, Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija, 29. 3. 2019 (1)
4. Barbara Malič, International Workshop on Woman in Ceramic Science (WoCeram2019), Budimpešta, Madžarska, 7.–9. 4. 2019 (1)
5. Kristian Radan, 12th High-Pressure Diffraction Workshop on High-Pressure Single-Crystal X-Ray Diffraction, Poznań, Poljska, 14.–16. 4. 2019 (1)
6. Oana Andreea Condurache, Matej Šadl, 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference and 13th Young Researcher's Day, Planica, Slovenija, 15.–16. 4. 2019 (2)
7. Kostja Makarovič, Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CIMCT 2019), Šanghaj, Kitajska, 16.–19. 4. 2019 (1)
8. Hana Uršič Nemevšek, Institute for Material Science, University of Duisburg-Essen, Essen, Nemčija, 8. 5. 2019 (1)
9. Kostja Makarovič, 94th Annual Conference of the German Ceramic Society (DKG) with the Symposium of High-Performance Ceramics, Leoben, Avstrija, 5.–9. 5. 2019 (-)
10. Hana Uršič Nemevšek, Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska, 13. 5. 2019 (1)
11. Oana Andreea Condurache, Andreja Benčan Golob, 3. slovensko posvetovanje mikroskopistov, Ankarana, Slovenija, 16.–17. 5. 2019 (2)
12. Mojca Otoničar, Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik – Zentrum für Elektronenmikroskopie (FELMI TU Graz), Gradec, Avstrija, 17. 5. 2019 (1)
13. Andreja Benčan Golob, Barbara Malič, Nanomaterials & Applications Conference (NANOAPP 2019), Ljubljana, Slovenija, 3.–6. 6. 2019 (2)

14. Barbara Malič, 5th Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials, Beograd, Srbija, 11.–13. 6. 2019 (1)
15. Oana Andreea Condurache, Uroš Prah, Tadej Rojac, 16th Conference of the European Ceramic Society (ECerS 2019), Torino, Italija, 16.–20. 6. 2019 (3)
16. Maja Makarovič, Barbara Malič, Hana Uršič Nemevšek, Mojca Otoničar, Tadej Rojac, Matej Šadl, Joint ISAF-ICE-EMF-IWPM-PFM meeting, 2019 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics (ISAF), Lozana, Švica, 14.–19. 7. 2019 (6)
17. Goran Dražič, Andreja Benčan Golob, Microscopy & Microanalysis 2019, Portland, Oregon, ZDA, 4.–8. 8. 2019 (2)
18. Mirela Dragomir, 17th European Conference on Solid State Chemistry, Lille, Francija, 1.–4. 9. 2019 (1)
19. Danjela Kuščer Hrovatin, 7th Shaping Conference, Aveiro, Portugalska, 11.–13. 9. 2019 (1)
20. Tadej Rojac, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norveška, 13. 9. 2019 (1)
21. Tadej Rojac, 14th Multinational Congress on Microscopy, Beograd, Srbija, 15.–20. 9. 2019 (1)
22. Andreja Benčan Golob, Hana Uršič Nemevšek, Uroš Prah, Matej Šadl, European Materials Research Society (E-MRS 2019 Fall Meeting), Varšava, Poljska, 16.–19. 9. 2019 (4)
23. Oana Andreea Condurache, Workshop on Protochips in Situ Academy (EMEA), Berlin, Nemčija, 23.–25. 9. 2019 (-)
24. Darko Belavič, Andraž Bradeško, Mirela Dragomir, Andreja Benčan Golob, Danjela Kuščer Hrovatin, Barbara Malič, Hana Uršič Nemevšek, Mojca Otoničar, Uroš Prah, Matej Šadl, 55th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials & the Workshop on Laser System and Photonics (MIDEM), Bled, Slovenija, 25.–27. 9. 2019 (7)
25. Kristian Radan, Slovenski kemijski dnevi 2019, Maribor, Slovenija, 25.–27. 9. 2019 (1)
26. Andreja Benčan Golob, 9th International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress and Exhibition (APMAS 2019), Oludeniz, Turčija, 22.–28. 10. 2019 (1)
27. Barbara Malič, 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13), Okinawa, Japonska, 27. 10.–1. 11. 2019 (1)
28. Kristian Radan, Festival znanosti 2019, Genova, Italija, 31. 10.–4. 11. 2019 (1)
29. Uroš Prah, Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska, 18. 11. 2019 (1)
30. Barbara Malič, Ferroelectrics School, Tsinghua University, Peking, Kitajska, 9.–12. 12. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Maja Makarovič: Norwegian University of Science and Tehnology (NTNU), Department of Materials Science and Engineering Trondheim, Norveška, 2. 11. 2018–27. 4. 2019 (simulacijska metoda DFT, meritve Seebeckovega koeficienta)
2. Hana Uršič Nemevšek: Institut for Materials Science, University of Duisburg-Essen, Essen, Nemčija, 6.–8. 5. 2019 (magnetne in magnetoelektrične meritve)
3. Uroš Prah: Institut for Materials Science, University of Duisburg-Essen, Essen, Nemčija, 6.–17. 5. 2019 (meritve magnetnih lastnosti)
4. Hana Uršič Nemevšek: Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska, 12.–17. 5. 2019 (magnetne meritve vzorcev)
5. Tadej Rojac: Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norveška, 31. 8.–28. 9. 2019 (študija defektne kemije sistema BiFeO₃)
6. Maja Makarovič: Technische Universität Darmstadt (TUDA), FG Nichtmetallisch-Anorganische Werkstoffe (NAW), Darmstadt, Nemčija, 22. 9.–19. 10. 2019 (resonančne meritve pri nizkih in visokih poljih ter kinetika preklapljanja domenskih sten)
7. Mojca Otoničar: Penn State University, Materials Research Institute, State College, Pensilvanija, ZDA, 13.–18. 10. 2019 (sodelovanje pri postopkih hladnega sintranja kompleksnih oksidnih materialov)
8. Matej Šadl: Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Department of Materials Science and Engineering, Erlangen, Nemčija, 14.–31. 10. 2019 (priprava funkcionalnih debelih plasti z metodo nanašanja aerosola, meritve na pripravljenih vzorcih)
9. Kristian Radan: Technische Universität Darmstadt (TUDA), Department of Electronic Structure of Materials, Darmstadt, Nemčija, 21.–27. 10. 2019 (rentgenska fotoelektronska spektroskopija)
10. Kristian Radan: Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL), Department Materials for Microelectronics, Leoben, Avstrija, 11.–30. 11. 2019 (karakterizacija vzorcev keramičnih piezoelektrikov brez svinca na osnovi alkalijskih niobatov s pomočjo ramanske spektroskopije)
11. Danjela Kuščer Hrovatin: Université François-Rabelais Tours, Greman CNRS, Tours, Francija, 12.–19. 11. 2019 (karakterizacija ultrazvočnih pretvornikov)
12. Uroš Prah: Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska, 14.–29. 11. 2019 (meritve magnetnih lastnosti in specifične toplotne kapacitete na vzorcih)
13. Oana Andreea Condurache: Alexandru Ioan Cuza University (A.I. Cuza), Dielectric, Ferroelectric and Multiferroic Materials Department, Iași, Romunija, 2.–23. 12. 2019 (karakterizacija kalijevega natrijevega niobata in bizmut ferita)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Andreja Benčan Golob
2. prof. dr. Goran Dražič*, znanstveni svetnik
3. prof. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
4. **prof. dr. Barbara Malič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
5. dr. Mojca Otoničar
6. prof. dr. Tadej Rojac
7. doc. dr. Hana Uršič Nemevšek

Podoktorski sodelavci

8. dr. Mirela Dragomir
9. dr. Kostja Makarovič*
10. dr. Kristian Radan
11. *dr. Tanja Vrabelj, odšla 1. 2. 2019*

Mlajši raziskovalci

12. dr. Andraž Bradeško
13. Oana Andreea Condurache, master fizica, Romunija
14. *Lovro Fulanović, mag. ing. mech., R Hrvaška, odšel 1. 2. 2019*
15. Sabi William Konsago, Msc., Rusija
16. Maja Makarovič, mag. nan.
17. Uroš Prah, mag. kem.
18. Samir Salmanov, Msc., Rusija
19. Matej Šadl, mag. nan.

Strokovni sodelavci

20. *Darko Belavič, univ. dipl. inž. el., odšel 1. 2. 2019*
21. Silvo Drnovšek, dipl. inž. kem. tehnol.
22. Brigita Kmet, dipl. inž. kem. tehnol.
23. Marija Šebjan Pušenjak, dipl. ekon. (VS)

Tehniški in administrativni sodelavci

24. Tina Ručigaj Korošec, univ. dipl. soc.

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Adam Mickiewicz University, Poznań, Poljska
2. Alexandru Ioan Cuza University (A. I. Cuza), Dielectric, Ferroelectric and Multiferoic Materials Department, Iași, Romunija
3. Associazione Festival della Scienza, Genova, Italija
4. Brown University, Providence, Rhode Island, ZDA
5. Center odličnosti NAMASTE, Ljubljana, Slovenija
6. Center odličnosti VESOLJE, Ljubljana, Slovenija
7. Centrale Supélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija
8. Colorado School of Mines, Golden, Kolorado, ZDA
9. École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lozana, Švica

10. European Organization for Nuclear Research CERN, Ženeva, Švica
11. Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NAS of Ukraine, Kijev, Ukrajina
12. Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Department of Materials Science and Engineering, Erlangen, Nemčija
13. Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik – Zentrum für Elektronenmikroskopie (FELMI TU Graz), Gradec, Avstrija
14. Institut za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu, Odsek za nauku o materijalima (IMSI UB), Beograd, Srbija
15. Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija
16. Institute for Materials Science, University of Duisburg-Essen, Essen, Nemčija
17. Institute for Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research, Hungarian Academy of Science, Budimpešta, Madžarska
18. Institute of Physics of the Czech Academy of Science, Praga, Češka
19. Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poljska
20. KEKO – Oprema, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
21. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
22. Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka, Slovenija
23. Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Luxembourg, Luksemburg
24. MAHLE Electric Drives Slovenija, d. o. o., Šempeter pri Gorici, Slovenija
25. Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL), Leoben, Avstrija
26. McMaster University, Hamilton, Ontario, Kanada
27. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana, Slovenija
28. Meggitt Sensing Systems, Meggitt A/S, Kvistgård, Danska
29. Montanuniversität Leoben, Leoben, Avstrija
30. Murata Manufacturing Co., Ltd, Kyoto, Japonska
31. North Carolina State University (NCSU), Materials Science and Engineering Department, Raleigh, Severna Karolina, ZDA
32. Norwegian University of Science and Tehnology (NTNU), Department of Materials Science and Engineering, Trondheim, Norveška
33. Osaka Prefecture University – Graduate School of Engineering, Department of Physics and Electronics, Osaka, Japonska
34. Penn State University, Materials Research Center, State College, Pensilvanija, ZDA
35. Shanghai University, Department of Electronic Information Materials, Šanghaj, Kitajska
36. Shizuoka University, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Hamamatsu, Japonska
37. TDK Electronics GmbH & Co OG, Deutschlandsberg, Avstrija
38. Technical University of Denmark (DTU), Kongens Lyngby, Danska
39. Technische Universität Darmstadt (TUdA), Darmstadt, Nemčija
40. Tsinghua University, School of Materials Science and Engineering, Peking, Kitajska
41. Université François-Rabelais Tours, Greman CNRS, Tours, Francija
42. University of Applied Sciences, Department of Mechatronics, Bjelovar, Hrvaška
43. University of Aveiro (UA), Aveiro, Portugalska
44. University of New South Wales, Sydney, Avstralija
45. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, Slovenija
46. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
47. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenija
48. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za naravoslovje, Nova Gorica, Slovenija
49. VARSİ, podjetje za proizvodnjo varistorja in sklopov, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Boštjan Genorio, Katharine L. Harrison, Justin Grant Connell, Goran Dražič, Kevin R. Zavadil, Nenad M. Markovic, Dušan Strmčnik, "Tuning the selectivity and activity of electrochemical interfaces with defective graphene oxide and reduced graphene oxide", *ACS applied materials & interfaces*, 2019, **11**, 37, 34517-34525. [COBISS.SI-ID 1538365891]
- Aleksander Matavž, Andreja Benčan, Janez Kovač, Ching-Chang Chung, Jacob L. Jones, Susan Trolrier-McKinstry, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Additive manufacturing of ferroelectric-oxide thin-film multilayer devices", *ACS applied materials & interfaces*, 2019, **11**, 49, 45155-45160. [COBISS.SI-ID 32849447]
- Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Marko Vrabelj, Mojca Otoničar, Hana Uršič Nemevšek, Alexandra Henriques, Ching-Chang Chung, Jacob L. Jones, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Electrocaloric fatigue of lead magnesium niobate mediated by an electric-field-induced phase transformation", *Acta materialia*, 2019, **169**, 275-283. [COBISS.SI-ID 32250151]
- Darko Makovec, Matej Komelj, Goran Dražič, Blaž Belec, Tanja Goršak, Sašo Gyergyek, Darja Lisjak, "Incorporation of Sc into the structure of barium-hexaferrite nanoplatelets and its extraordinary finite-size effect on the magnetic properties", *Acta materialia*, 2019, **172**, 84-91. [COBISS.SI-ID 5377531]
- Primož Koželj, Stanislav Vrtnik, Andreja Jelen, Mitja Krnel, Darja Gačnik, Goran Dražič, Anton Meden, Magdalena Wencka, David Jezeršek, Janez Leskovec, Soumyadipta Maiti, Walter Steurer, Janez Dolinšek, "Discovery of a FeCoNiPdCu high-entropy alloy with excellent magnetic softness", *Advanced engineering materials*, 2019, **21**, 5, 1801055. [COBISS.SI-ID 32146727]
- Tomaž Kos, Tadej Rojac, Janko Petrovčič, Damir Vrančič, "Control system for automated drift compensation of the stand-alone charge amplifier used for low-frequency measurement", *AIP advances*, 2019, **9**, 3, 035133. [COBISS.SI-ID 32207143]
- Ruggero Vigliaturo, Simone Pollastri, Reto Gieré, Alessandro F. Gualtieri, Goran Dražič, "Experimental quantification of the Fe-valence state at amosite-asbestos boundaries using acSTEM dual-electron energy-loss spectroscopy", *The American mineralogist*, 2019, **104**, 12, 1820-1828. [COBISS.SI-ID 6750234]
- Primož Jovanovič, Kevin Stojanovski, Marjan Bele, Goran Dražič, Gorazd Koderman Podboršek, Luka Suhadolnik, Miran Gaberšček, Nejc Hodnik, "Methodology for investigating electrochemical gas evolution reactions: floating electrode as a means for effective gas bubble removal", *Analytical chemistry*, 2019, **91**, 16, 10353-10356. [COBISS.SI-ID 32578343]
- Andraž Bradeško, Ana Hedl, Lovro Fulanović, Nikola Novak, Tadej Rojac, "Self-heating of relaxor and ferroelectric ceramics during electrocaloric field cycling", *APL materials*, 2019, **7**, 071111. [COBISS.SI-ID 32528423]
- Aleksander Matavž, Andraž Bradeško, Tadej Rojac, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Self-assembled porous ferroelectric thin films with a greatly enhanced piezoelectric response", *Applied materials today*, 2019, **16**, 83-89. [COBISS.SI-ID 32352551]
- Alexander Martin, Hana Uršič Nemevšek, Tadej Rojac, Kyle Grant Webber, "Direct observation of the stress induced domain structure in lead-free $(\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2})\text{TiO}_3$ -based ceramics", *Applied physics letters*, 2019, **114**, 5, 052901. [COBISS.SI-ID 32081703]
- Marta Pedrosa, Marija J. Sampaio, Tajana Horvat, Olga C. Nunes, Goran Dražič, Alfrío E. Rodrigues, José Luís Figueiredo, Cláudia G. Silva, Adrián M. T. Silva, Joaquim Luís Faria, "Visible-light-induced self-cleaning functional fabrics using graphene oxide/carbon nitride materials", *Applied Surface Science*, 2019, **497**, 143757. [COBISS.SI-ID 6707738]
- Katja Bezek, Damijan Nipič, Karmen Godič Torkar, Martina Oder, Goran Dražič, Anže Abram, Janez Žibert, Peter Raspor, Klemen Bohinc, "Biofouling of stainless steel surfaces by four common pathogens: the effects of glucose concentration, temperature and surface roughness", *Biofouling*, 2019, **35**, 3, 273-282. [COBISS.SI-ID 5614699]
- Maja Pori, Iztok Arčon, Damjan Lašič Jurkovič, Marjan Marinšek, Goran Dražič, Blaž Likozar, Zorica Crnjak Orel, "Synthesis of a Cu/ZnO nanocomposite by electroless plating for the catalytic conversion of CO_2 to methanol", *Catalysis letters*, 2019, **149**, 5, 1427-1439. [COBISS.SI-ID 5371899]
- Jingkun Li, Qingying Jia, Sanjeev Mukerjee, Moulay Tahar Sougrati, Goran Dražič, Andrea Zitolo, Frédéric Jaouen, "The challenge of achieving a high density of Fe-based active sites in a highly graphitic carbon matrix", *Catalysts*, 2019, **9**, 2, 144. [COBISS.SI-ID 6567706]
- Danijela Kuščer, Andraž Kocjan, Maja Majcen, Anton Meden, Kristian Radan, Janez Kovač, Barbara Malič, "Evolution of phase composition and microstructure of sodium potassium niobate-based ceramic during pressure-less spark plasma sintering and post-annealing", *Ceramics international*, 2019, **45**, 8, 10429-10437. [COBISS.SI-ID 32144935]
- Marjan Bele, Kevin Stojanovski, Primož Jovanovič, Leonard Moriau, Gorazd Koderman Podboršek, Jože Moškon, Polona Umek, Melita Sluban, Goran Dražič, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Towards stable and conductive titanium oxynitride high-surface-area support for iridium nanoparticles as oxygen evolution reaction electrocatalyst", *ChemCatChem*, 2019, **11**, 20, 5038-5044. [COBISS.SI-ID 6711834]
- Marta Pedrosa, Goran Dražič, Pedro B. Tavares, José Luís Figueiredo, Adrián M. T. Silva, "Metal-free graphene-based catalytic membrane for degradation of organic contaminants by persulfate activation", *Chemical engineering journal*, 2019, **369**, 223-232. [COBISS.SI-ID 6603546]
- Mirela Dragomir, Paul A. Dube, Iztok Arčon, Chad Boyer, Meghan Rutherford, Christopher Wiebe, Graham King, Hanna Dabkowska, John E. Greedan, "Comparing magnetism in isostructural oxides $\text{A}_{0.8}\text{La}_{1.2}\text{MnO}_{4.1}$: anisotropic spin glass (A = Ba) versus long range order (A = Sr)", *Chemistry of materials*, 2019, **31**, 19, 7833-7844. [COBISS.SI-ID 32603431]
- Andreja Erman, Gregor Kapun, Sara Novak, Mojca Pavlin, Goran Dražič, Damjana Drobne, Peter Veranič, "How cancer cells attach to urinary bladder epithelium in vivo: study of the early stages of tumorigenesis in an orthotopic mouse bladder tumor model", *Histochemistry and cell biology*, 2019, **151**, 3, 263-273. [COBISS.SI-ID 33976025]
- Kristijan Brecl, Chiara Barretta, Gernot Oreski, Barbara Malič, Marko Topič, "The influence of the EVA film aging on the degradation behavior of PV modules under high voltage bias in wet conditions followed by electroluminescence", *IEEE journal of photovoltaics*, 2019, **9**, 1, 259-265. [COBISS.SI-ID 12242260]
- Matej Šadl, Urban Tomc, Uroš Prah, Hana Uršič Nemevšek, "Protective alumina coatings prepared by aerosol deposition on magnetocaloric gadolinium elements", *Informacije MIDEM: časopis za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale*, 2019, **49**, 3, 177-182. [COBISS.SI-ID 16935195]
- Mario Bieringer, J. Rose Stewart, Andrew P. Grosvenor, Mirela Dragomir, John E. Greedan, "Quenching of long range order and the Mn^{3+} ordered moment in the layered antiferromagnet, $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{LaMnO}_4$: a polarized neutron scattering study", *Inorganic chemistry*, 2019, **58**, 7, 4300-4309. [COBISS.SI-ID 32206375]
- Uroš Plaznik, Marko Vrabelj, Zdravko Kutnjak, Barbara Malič, Brigita Rožič, Alojz Poredoš, Andrej Kitanovski, "Numerical modelling and experimental validation of a regenerative electrocaloric cooler", *International journal of refrigeration*, 2019, **98**, 139-149. [COBISS.SI-ID 31863079]
- Ivan Marič, Goran Dražič, Mile Ivanda, Tanja Jurkin, Goran Štefanič, Marijan Gotič, "Impact of Fe(III) ions on the structural and optical properties of anatase-type solid solutions", *Journal of molecular structure*, 2019, **1179**, 354-365. [COBISS.SI-ID 6541338]
- Nicole Bein, Pamela Machado, Mariona Coll, Feng Cheng, Maja Makarovič, Tadej Rojac, Andreas Klein, "Electrochemical reduction of undoped and cobalt-doped BiFeO_3 induced by water exposure: quantitative determination of reduction potentials and defect energy levels using photoelectron spectroscopy", *The journal of physical chemistry letters*, 2019, **10**, 21, 7071-7076. [COBISS.SI-ID 32828199]
- J. J. Bian, Mojca Otoničar, Matjaž Spreitzer, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, "Structural evolution, dielectric and energy storage properties of $\text{Na}(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ ceramics prepared by spark plasma sintering", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 7, 2339-2347. [COBISS.SI-ID 32106023]
- Maja Makarovič, Andreja Benčan, Julian Walker, Barbara Malič, Tadej Rojac, "Processing, piezoelectric and ferroelectric properties of $(x)\text{BiFeO}_3 - (1-x)\text{SrTiO}_3$ ceramics", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 13, 3693-3702. [COBISS.SI-ID 32335911]
- Mirela Dragomir, Mojca Otoničar, Marko Vrabelj, Lovro Fulanović, Silvo Drnovšek, Tadej Rojac, Barbara Malič, "Seeding effects on the mechanochemical synthesis of $0.9\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 \cdot 0.1\text{PbTiO}_3$ ", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 5, 1837-1845. [COBISS.SI-ID 31988263]

30. Tanja Vrabelj, Aleksander Matavž, Hana Uršič Nemevšek, Vid Bobnar, Barbara Malič, "The effect of calcium zirconate modifications on the microstructure and functional properties of sodium niobate thin films prepared by chemical solution deposition", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 7, 2325-2330. [COBISS.SI-ID 32128807]
31. Uroš Prah, Tadej Rojac, Magdalena Wencka, Mirela Dragomir, Andraž Bradeško, Andreja Benčan, Rachel Sherbondy, Geof Brennecke, Zdravko Kutnjak, Barbara Malič, Hana Uršič Nemevšek, "Improving the multicaloric properties of $\text{Pb}(\text{Fe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$ by controlling the sintering conditions and doping with manganese", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 14, 4122-4130. [COBISS.SI-ID 32459303]
32. Hana Uršič Nemevšek, Andreja Benčan, Uroš Prah, Mirela Dragomir, Barbara Malič, "Structure and dynamics of ferroelectric domains in polycrystalline $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ ", *Materials*, 2019, **12**, 8, 1327. [COBISS.SI-ID 32319271]
33. Oana Condurache, Kristian Radan, Uroš Prah, Mojca Otoničar, Brigita Kmet, Gregor Kapun, Goran Dražič, Barbara Malič, Andreja Benčan, "Heterogeneity challenges in multiple-element-modified lead-free piezoelectric ceramics", *Materials*, 2019, **12**, 24, 4049. [COBISS.SI-ID 32977959]
34. Matija Gatalo, Francisco Ruiz-Zepeda, Nejc Hodnik, Goran Dražič, Marjan Bele, Miran Gaberšček, "Insights into thermal annealing of highly-active PtCu_3/C oxygen reduction reaction electrocatalyst: an in-situ heating transmission electron microscopy study", *Nano energy*, 2019, **63**, 103892. [COBISS.SI-ID 6670618]
35. Francisco Ruiz-Zepeda, Matija Gatalo, Andraž Pavličič, Goran Dražič, Primož Jovanovič, Marjan Bele, Miran Gaberšček, Nejc Hodnik, "Atomically resolved anisotropic electrochemical shaping of nano-electrocatalyst", *Nano letters*, 2019, **19**, 8, 4919-4927. [COBISS.SI-ID 6623002]
36. B. Michon *et al.* (17 avtorjev), "Thermodynamic signatures of quantum criticality in cuprate superconductors", *Nature*, 2019, **567**, 7747, 218-222. [COBISS.SI-ID 32103719]
37. Karsten Rachut, Thorsten J. M. Bayer, Jan O. Wolf, Brigita Kmet, Andreja Benčan, Andreas Klein, "Off-stoichiometry of magnetron sputtered $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ thin films", *Physica status solidi. B, Basic research*, 2019, **256**, 10, 1900148. [COBISS.SI-ID 32470823]
38. Riccardo Arpaia, Eric Andersson, Alexei Kalaboukhov, Elsebeth Schröder, Edoardo Trbaldo, Regina Ciancio, Goran Dražič, Pasquale Orgiani, Thilo Bauch, Florian Lombardi, "Untwinned $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ thin films on MgO substrates: a platform to study strain effects on the local orders in cuprates", *Physical review materials*, 2019, **3**, 11, 114804. [COBISS.SI-ID 6747930]
39. Nirat Ray, Nikita Gupta, Meghadeepa Adhikary, Nikolina Nekić, Lovro Basoli, Goran Dražič, Sigrid Bernstorff, Maja Mičetić, "Influence of structure on electronic charge transport in 3D Ge nanowire networks in an alumina matrix", *Scientific reports*, 2019, **9**, 5432. [COBISS.SI-ID 6611738]
40. Martina Vrankič, Ankica Šarić, Sanja Bosnar, Damir Pajić, Jure Dragović, Angela Altomare, Aurelia Falcicchio, Jasminka Popović, Marijana Jurić, Mladen Petravič, Ivana Jelovica Badovinac, Goran Dražič, "Magnetic oxygen stored in quasi-1D form within BaAl_2O_4 lattice", *Scientific reports*, 2019, **9**, 15158. [COBISS.SI-ID 40260101]
41. Angelja Kjara Surca, Goran Dražič, Mohor Mihelčič, "Low-temperature V-oxide film for a flexible electrochromic device: comparison of its electrochromic, IR and Raman properties to those of a crystalline V_2O_5 film", *Solar energy materials and solar cells*, 2019, **196**, 185-199. [COBISS.SI-ID 6614554]
42. Benedetto Bozzini, Danjela Kuščer, Matteo Amati, Luca Gregoratti, Patrick Zeller, Tsvetina Dobrovoljska, Ivan Krastev, "Spatially resolved XPS characterization of electrochemical surfaces", *Surfaces*, 2019, **2**, 2, 295-314. [COBISS.SI-ID 32298023]
43. Una Stamenović, Vesna Vodnik, Nemanja Gavrilo, Igor A. Pašti, Mojca Otoničar, Miodrag Mitrić, Srečo D. Škapin, "Developing an advanced electrocatalyst derived from triangular silver nanoplates@polyvinylpyrrolidone-polyaniline nanocomposites", *Synthetic metals*, 2019, **257**, 116173. [COBISS.SI-ID 33099047]
44. Krešimir Salamon, Pavo Dubček, Goran Dražič, Sigrid Bernstorff, Njgomir Radić, "Lateral inhomogeneities in W/C multilayer mirrors", *Thin solid films*, 2019, **691**, 137611. [COBISS.SI-ID 40259845]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Hana Uršič Nemevšek, Uroš Prah, "Investigations of ferroelectric polycrystalline bulks and thick films using piezoresponse force microscopy", *Proceedings of the Royal Society. Series A, Mathematical,*

Physical and Engineering Sciences, 2019, **475**, 2223, 20190082. [COBISS.SI-ID 32191271]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Hristina Lazarova, Margarita Popova, Petar Djinović, Alenka Ristić, Goran Dražič, Albin Pintar, Alina M. Balu, Nataša Novak Tušar, "Hydrogenation of levulinic acid to γ -valerolactone on Ni-modified zeolite", V: *Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Croatian-Slovenian-Serbian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian-Croatian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia]*, Serbian Zeolite Association, 2019, 15-18. [COBISS.SI-ID 40273669]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Damjana Drobne, Sara Novak, Andreja Erman, Goran Dražič, "New opportunities for FIB/SEM EDX in nanomedicine: cancerogenesis research", V: *Biological field emission scanning electron microscopy*, Wiley, 2019, 533-543. [COBISS.SI-ID 500]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Tadej Rojac, *Dielektrični, piezoelektrični, piroelektrični, feroelektrični in elektrokalični materiali: osnove in primeri aplikacij*, Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehnična fakulteta, 2019. [COBISS.SI-ID 32991271]
2. Danjela Kuščer, *Zbiranje energije s piezoelektričnimi materiali*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32836903]
3. Tadej Rojac, *Ferroelectric domains and domain walls: principles, properties and dynamics*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32992295]
4. Tadej Rojac, *Keramika ; uvodno predavanje*, Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehnična fakulteta, 2019. [COBISS.SI-ID 32991015]
5. Tadej Rojac, *Mechanochemistry: basic definitions and application examples*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32992551]
6. Danjela Kuščer, *Oblikovanje debeloplastnih struktur: predavanja in vaje, predmet Keramika*, Naravoslovnotehniška fakulteta, 2019. [COBISS.SI-ID 32952615]
7. Tadej Rojac, *Piezoelectric and ferroelectric materials: Basics, applications and figure-of-merits*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32992039]
8. Tadej Rojac, *Piezoelectric materials: what are they and how can be used*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32991783]
9. Tadej Rojac, *Sinteza keramike v trdnem stanju: osnove in primeri*, Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehnična fakulteta, 2019. [COBISS.SI-ID 32991527]

PATENTNA PRIJAVA

1. Mirko Faccini, Morillo Martín, David Amantia, Danjela Kuščer, Darko Belavič, Tadej Rojac, *A vibration system and a filtering plate for filtering substances*, EP3454977 (A1), European Patent Office, 20. 03. 2019. [COBISS.SI-ID 29525543]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Andraž Bradeško, *Sklopitev elektrokaličnega in elektromehanskega odziva v relaksorskih feroelektrikih za dielektrično hlajenje*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Tadej Rojac; somentor Zdravko Kutnjak). [COBISS.SI-ID 303511552]
2. Aleksander Matavž, *Brizgalno tiskanje in strukturno pogojene lastnosti feroelektričnih tankoplastnih struktur*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Vid Bobnar; somentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 303408640]
3. Maja Pori, *Vpliv sinteznih parametrov na učinkovitost katalizatorjev na osnovi bakra in cinkovega oksida za reakcije tvorbe metanola*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Marjan Marinšek; somentor Goran Dražič). [COBISS.SI-ID 300777472]

Raziskave in razvoj na Odseku za nanostrukturne materiale so osredotočeni na vodilna področja nanotehnologije in naprednih materialov za reševanje najzahtevnejših družbenih izzivov, s katerimi se Evropa in svet trenutno spopadata. Slednje vključuje razvoj materialov in tehnologij za učinkovito rabo zelene energije in kritičnih surovin, zdravje in okolje. Interdisciplinarnost raziskovalne skupine odseka s komplementarnimi bazičnimi in aplikativnimi znanji v kombinaciji z najsodobnejšimi raziskovalnimi metodami omogoča, da se lahko hitro odzovemo na številne nastale družbene izzive. Temeljne in aplikativne raziskave na Odseku za nanostrukturne materiale vključujejo raziskave in razvoj na področju magnetov in intermetalnih zlitin, inženirske in funkcijske keramike, mineralov, senzorjev, materialov za trajnostno in ekološko grajeno okolje ter biomimetske in biomateriale.

Magnetni materiali

V okviru evropskega projekta H2020 MSCA ITN (DEMETER), ki smo ga zaključili leta 2019, smo se osredotočali na recikiranje in ponovno uporabo kritičnih surovin redkih zemelj iz in v trajne magnetne na njihovi osnovi. Z uporabo sodobne tehnike sintranja s pomočjo pulzirajočega električnega toka (SPS) smo izdelali Sm-Co in Nd-Fe-B trajne magnetne iz recikriranih prahov in prahov, pridobljenih po obdelavi HDDR (hidrogenacija-disproporcionacija-desorpcija-rekombinacija), uspešno sintetizirali nove trajne magnetne Nd-Fe-B iz recikriranih prahov ter povezali spremembe magnetnih lastnosti končnih magnetov z velikostjo recikriranih delcev in vsebnostjo kisika. Ta preiskava omogoča popoln »industrijski« nadzor nad mikrostrukturo in kakovostjo recikriranih magnetov Nd-Fe-B (objavljeno v reviji *Journal of Rare Earths*). Prav tako smo z metodo sintranja s pomočjo pulzirajočega električnega toka v kombinaciji z vročim stiskanjem, ki smo ju uporabili na HDDR Nd-Fe-B recikriranih sistemih, dosegli 12-odstotno izboljšanje remanentne magnetizacije na vrednost 1.01 T. Hkrati smo z uporabo metode SPS uspešno modificirali mešanico recikriranega Nd-Fe-B prahu z 1,2 in 5 wt% DyF₃. Ugotovili smo, da je približno 2 wt% DyF₃ dopanta primerne za pripravo mikrostrukture jedro-lupina, kjer je lupina obogatena za Dy. Prav takšna struktura igra ključno vlogo pri povečanju koercitivnosti. Dobljene vrednosti koercitivnosti z Dy obogatene Nd-Fe-B prahu so bile za 41 % večje od vrednosti koercitivnosti izhodnega recikriranega HDDR prahu in 17,5 % večje od sintranega Nd-Fe-B brez dodatka Dy (objavljeno v reviji *Materials*).

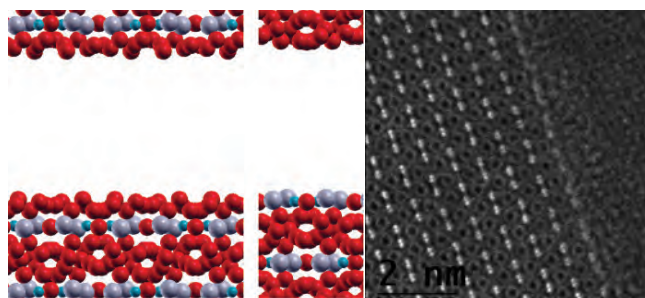
Z namenom razumevanja vloge mej med zrni trdo magnetne faze Nd₂Fe₁₄B pri procesiranju trajnih magnetov Nd-Fe-B iz čistih vhodnih surovin kot ponovnem procesiranju slednjih trajnih magnetov iz recikriranih mešanic (v okviru projekta DEMETER) na končne lastnosti trajnih magnetov smo se v dopolnilno eksperimentalnim prizadevanjem poslužili teorije gostotnih funkcionalov (DFT). V ta namen smo izvajali simulacije *ab initio* strukturnih lastnosti površine in različnih stikov idealne kristalne faze Nd₂Fe₁₄B, ki je izvir močnega feromagnetizma v magnetih (slika 1). Na osnovi številnih eksperimentalnih podatkov sklepamo, da ravno robni pojavi preprečujejo, da se v popolnosti izkoristi potencial te faze. Izračuni DFT, v sinergiji z elektronsko mikroskopijo, bodo pripomogli k podrobnemu razumevanju teh pojavov in tako k predvidevanju ustrezne mikrostrukture, ki bo vodila v povišane koercitivnosti.

Nadalje smo v okviru projekta DEMETER raziskali elektrokemijsko recikiranje in ponovno sintezo trajnih magnetov Nd-Fe-B s poudarkom recikiranja kritičnih surovin redkih zemelj, zniževanja stroškov in okoljske sprejemljivosti. Ocenili smo izvedljivost elektronanašanja Nd in Fe iz ionskih tekočin na osnovi 1-etil-3-metilimidazol dicianida (slika 2). Določili smo mehanizem, ki omogoča elektronanašanje kovinskega Nd, kar je mogoče le ob prisotnosti Fe, ki katalizira redukcijo Nd (objavljeno v reviji *ChemElectroChem*). Nadalje smo z uporabo elektrokemijskih metod oziroma konkretno elektrokemijskega selektivnega anodnega jedkanja razvili nov koncept recikiranja sintranega magnetov Nd-Fe-B. Princip temelji na različnem elektrokemijskem potencialu posameznih faz v mikrostrukturi, ki omogoča selektivno izločanje posameznih kristalnih zrn trdomagnetne faze Nd₂Fe₁₄B iz recikriranega

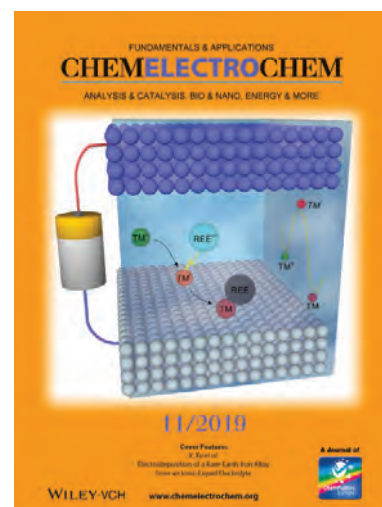


Vodja:

prof. dr. Sašo Šturm



Slika 1: Rekonstrukcija strukture NdFeB z ravnino Fe (levo) oziroma Nd (sredina) na površini, določena na osnovi izračuna *ab initio*, ter pripadajoči visokoločljivostni posnetek meje HAADF-STEM med zrni Nd₂Fe₁₄B.



Slika 2: Naslovnica revije *ChemElectroChem*, shematski prikaz mehanizma inducirane sonanašanja redke zemlje (Nd) in kovine prehoda (Fe).

Z uporabo elektrokemijskih metod smo nadalje razvili tudi nov koncept celokupnega recikliranja elementov redkih zemelj iz sintranih magnetov Nd-Fe-B, ki temelji na popolni oksidaciji, kjer se na anodi Nd-Fe-B popolnoma odjedka. Sprotno se na katodi odlaga Fe, odtopljene redke zemlje pa se iz elektrolita oborijo s selektivnim obarjanjem (objavljeno v *Green Chemistry*, patentna prijava na Evropskem patentnem uradu, EP 18 2018 508.4). Predlagana tehnologija omogoča neprekinjen proces jedkanja magnetov in ekstrakcijo elementov redke zemlje in Fe v zaprtem sistemu ter hkrati presega sodobne metode, t. i. hidrometalurgije, z vidika celokupno ocenjenih stroškov, ki so nižji, se vrši z manjšo porabo kemikalij ter proizvaja nične odpadke v vidu odpadne vode ali Fe-spojnin.

magneta, ki jih lahko neposredno uporabimo za izdelavo novih magnetov. S tem znatno zmanjšamo celokupno porabo energije za recikliranje v primerjavi s konvencionalnim metalurškim in hidrometalurškim procesom ter zmanjšamo negativne vplive na okolje zaradi neuporabe kislin (objavljeno v *ChemSusChem*). Postopek je trenutno v procesu patentne prijave na Evropskem patentnem uradu (Application EP 18 2018 508.4).

Nadaljevali smo evropski projekt MaXcycle, mednarodni raziskovalni in inovacijski projekt, ki ga v okviru Obzorja 2020 financira instrument ERA-NET Cofund on Raw Materials (ERA-MIN 2). Že prvi rezultati so pokazali, da bi bilo recikliranje magnetov, ki jih pridobimo iz odpadnih elektronskih naprav, tako imenovani magneti EOL (End of life), velik izziv, ker zaradi razlike v sestavi magnetov in zaščitnih prevlek ni mogoče razviti enotne poti recikliranja. Magneti EOL, ki nimajo zabeležene zgodovine, so najbolj problematični, saj jih je treba analizirati pred recikliranjem. Zato projekt MaXcycle predlaga enoten sistem označevanja magnetov za enostavno recikliranje.

Leta 2019 smo začeli evropski projekt H2020 SUSMAGPRO, ki razvija trajnostno zbiranje, predelavo in ponovno uporabo magnetov na osnovi elementov redkih zemelj v evropskem krožnem gospodarstvu.

Cilj projekta je razviti verigo vrednosti za recikliranje tovrstnih magnetov v Evropski uniji in prikazati učinkovito ponovno uporabo recikliranih materialov na osnovi elementov redkih zemelj v različnih tehnoloških aplikacijah. V multidisciplinarnem konzorciju SUSMAGPRO je 20 evropskih industrijskih in akademskih partnerjev, kar predstavlja vodilni konzorcij na področju raziskav in implementacije trajnostne predelave, ponovne uporabe in recikliranja elementov redkih zemelj ter zajema celotno verigo vrednosti, od zbiranja odpadnih magnetov do končnih proizvajalcev visokotehnoloških izdelkov.

V okviru raziskovalnega dela za švicarskega industrijskega partnerja smo pokazali, da lahko izdelamo novo vrsto trajnega magneta, to je večkomponentni magnet, pri čemer površinski deli magneta zaradi dodatka Dy izkazujejo visoko vrednost koercivnosti, medtem ko je za osrednji del magneta brez dodatka Dy značilna visoka remanentna magnetizacija. Magnetno interakcijo na meji obeh različnih magnetnih faz v tako izdelanem magnetu smo preiskali s pomočjo teoretičnega modeliranja. Študija je pokazala, da je mogoče izdelati magnet z več različno magnetno odzivnimi fazami na način, da se vsako posamezno področje vzorca prilagodi tako, da je celokupen učinek razmagnetenja pri višjih temperaturah minimalen. Slednje smo uspešno potrdili z eksperimentom, kar odpira možnosti za bolj zapletene geometrije trajnih magnetov, ki so neposredno povezane s konceptom razvoja novih generacij elektromotorjev in električnih generatorjev v okviru strmo naraščajočega trenda električne mobilnosti. Ocenjeno je, da so lahko proizvodni stroški takega magneta nižji glede na obstoječo tehnologijo izdelave primerljivih magnetov. Rezultati tega dela so bili objavljeni v reviji *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*.

V okviru raziskovalnega dela za enega od slovenskih industrijskih partnerjev smo se osredotočili na: (i) izboljšanje koercivnosti Nd-Fe-B magnetnih prahov, proizvedenih z metodo hitrega kaljenja litine (melt-spinning), ki se uporablja za vezane magnetne, in (ii) razvoj postopka zaščitne prevleke z uporabo različnih materialov za preprečevanje korozije v agresivnih medijih. Oba projekta zaključujemo z doseženimi cilji. Koercitivnost izhodnih prahov smo uspešno povečali za več kot 15 % in določili proceduro za najučinkovitejšo zaščito prahov Nd-Fe-B, občutljivih na vlago in kisik, z uporabo amorfnega aluminijevega oksida kot tanke zaščitne plasti. Izboljšanje koercivnosti smo dosegli z dodatkom zlitine Nd-Cu z nizko temperaturo tališča in z vzpostavitvijo posebnega protokola toplotne obdelave. V pripravi je pilotna priprava tako izboljšane prahu za testno izdelavo plastomagnetov na dvovijačnem ekstrudorju, kar predstavlja 6 kg Nd-Fe-B prahu MQP B* z izboljšano koercitivnostjo. V drugem projektu smo dosegli najučinkovitejšo rešitev za zaščito občutljivih prahov Nd-Fe-B z uporabo amorfnega aluminijevega oksida kot tanke zaščitne plasti, ki je že bila preizkušena v okviru pilotnega testiranja. Končne analize so pokazale, da magnetni prah, prekrit s tanko plastjo Al_2O_3 , po dveh mesecih korozijskega testa skoraj ni izgubil magnetnih lastnosti, površinska trdota prevlečenih prahov pa je celo manjša od trdote osnovnih prahov. To pomeni, da se obraba orodja zaradi tanke aluminij oksidne prevleke ne poveča. Korozijska odpornost v demineralizirani vodi pri 85 °C je bila bistveno izboljšana tudi pri plastomagnetih, izdelanih v pilotnem eksperimentu. Na podlagi odličnih rezultatov poteka prenos tehnologije v redno proizvodnjo.

V sodelovanju s podjetjem Magneti Ljubljana, d. d., smo nadaljevali nacionalni projekt (L2-9213), kjer preučujemo nove načine recikliranja magnetnih ostružkov, t. i. brusnega blata na osnovi Sm-Co. Trenutni rezultati kažejo, da lahko brusno blato delno recikliramo s postopkom ponovnega taljenja, pri čemer se kovinski del, bogat s Co, lahko učinkovito loči od žlindre, ki je bogata z oksidi Sm in Co.

Leta 2019 smo na Odseku za nanostrukturne materiale začeli aktivnosti na področju **dodajalnih tehnologij**, ki temeljijo na najsodobnejšem 3D-tiskalniku podjetja Hage za tiskanje s filamentni in naprave za proizvodnjo kompozitnih ekstrudiranih filamentov, s keramičnimi ali kovinskimi polnili. Ta tehnologija bo olajšala proizvodnjo geometrijsko kompleksnih kovinskih in keramičnih materialov za visokotehnoške aplikacije. Velik potencial so večkomponentni magneti s kompleksno geometrijo kot osnova nove generacije elektromotorjev in električnih generatorjev.

Dodajalne tehnologije nam omogočajo izdelavo magnetov poljubnih oblik in namagnetnosti. Za načrtovanje magnetov kot izvira zaželeno gostoto magnetnega polja, izražene v obliki silnic, je treba rešiti t. i. nasprotni problem magnetostatike. To zahteva rešitev Maxwellovih enačb, ki je bila uspešno izvedena s pomočjo metode končnih elementov.

Nadaljevali smo izvajanje evropskega projekta **AMPHIBIAN**; AnisoMetric Permanent Hybrid magnets Based on Inexpensive And Non-critical materials. Glavni cilj projekta je bil izboljšati energijski produkt (BH_{\max}) trajnih feritnih magnetov ($BH_{\max} > 50 \text{ kJ/m}^3$) in vgradnja teh magnetov v napravo za shranjevanje energije (vztrajnik – slika 3). Sistematično smo raziskovali vpliv različnih načinov priprave mešanic prahov trdo in mehko magnetnih faz ter pogojev zgoščevanja po postopku SPS, da bi dosegli izboljšanje magnetnih lastnosti in posledično energijskega produkta sintranih hibridnih magnetov. Hkrati smo raziskovali tudi vpliv mletja in termične obdelave na reciklirane plastomagnete, proizvedene znotraj projekta. Cilj te študije je povečanje stopnje recikliranja odpadnih materialov pri proizvodnji brzanih feritnih magnetov.

Kompleksne intermetalne zlitine

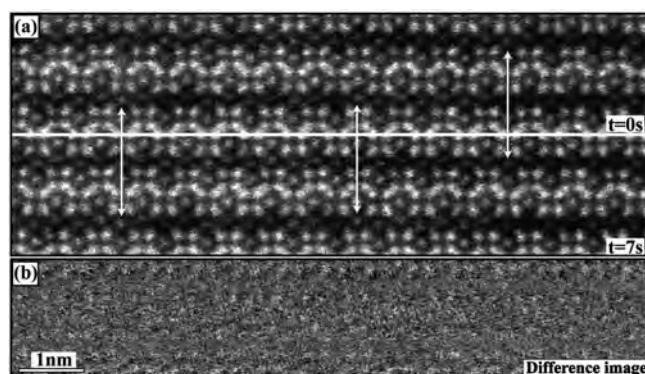
Uspešno smo obnovili raziskovalni projekt International Associated Laboratory (LIA) PACS2, unikum v slovenskem raziskovalnem prostoru, ki povezuje raziskovalne skupine CNRS in IJS za obdobje med letoma 2019 in 2022. V skupni študiji smo preiskali ternarni sistem Al–V–Sn, v katerem smo dokazali obstoj nove ternarne zlitine s sestavo $\text{Al}_{1-x}\text{V}_2\text{Sn}_{2-x}$ ($x = 0,19$). Z uporabo rentgenske uklonske analize na monokristalu smo določili, da ternarna zlitina kristalizira v ortorombski kristalni strukturi, natančneje izostruktorno s strukturnim tipom GaV_2Sn_2 . Gre za slojevito strukturo, kjer so posamezni dvodimenzionalni strukturni deli sestavljeni iz preraščenih vanadijevih poliedrov, interkalirani s Sn atomskimi kolonami, ki se izmenjujejo s plastmi, sestavljenimi iz Al atomskih kolon. Analiza visokoločljivostnih posnetkov HAADF-STEM, ki so bili zajeti v različnih časovnih intervalih, je potrdila ortorombsko strukturo in dodatno odkrila neperiodična anomalna nihanja v intenziteti signala na Al strukturnih mestih (slika 4). Potrdili smo, da so razlike v intenziteti na Al mestih konstantne med posameznimi časovnimi serijami visokoločljivostnih posnetkov HAADF-STEM, kar je v skladu s hipotezo, da se del Al atomov znotraj posameznih atomskih kolon izmenjuje s tujimi atomi Ga, ki so bili vneseni v času ionskega jedkanja vzorca s pomočjo ionov Ga (objavljeno v *Inorganic Chemistry*).

Senzorji

Razvijamo nanostrukturirane materiale na osnovi kovin prehoda (Ni), ki so primerne za vgradnjo v komercialno dostopne sitotiskane elektrode. Ti kompleksni sistemi predstavljajo osnovo za samostojno senzorsko platformo, ki je primerna za in-situ analitske študije. Elektrokemijsko smo izdelali elektrode na osnovi Ni nanožic, ki igrajo vlogo katalizatorja pri elektrokemijski detekciji oziroma oksidaciji formaldehida (HCHO) v alkalnih raztopinah. Tej sintezni poti sledi tudi »modifikacija« površine v KOH alkalni raztopini, ki vodi do nastanka katalitično aktivnega $\text{NiOOH}/\text{Ni}(\text{OH})_2$ redoks para na površini. S številnimi študijami smo dokazali, da morfološke in kemijske spremembe, vpeljane v procesu modifikacije, igrajo ključno vlogo pri elektrokemijski oksidaciji HCHO v alkalnem mediju. Uspelo nam je izdelati katalizator, ki ni samo zanimiv iz stališča bazične znanosti, ampak hkrati pomeni velik potencial za uporabo v industrijskih katalitičnih procesih, saj omogoča zaznavo zelo nizkih koncentracij



Slika 3: Prototip vztrajnika, kjer so magneti Nd-Fe-B zamenjali feritni magneti.



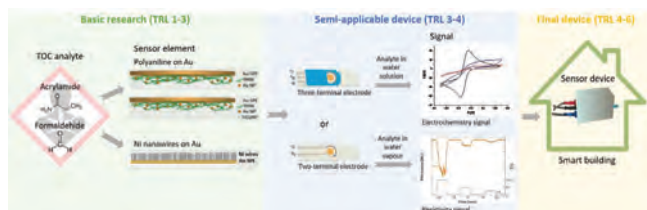
Slika 4: (a) Časovno ločljivostna serija posnetkov iz identične lokacije ($\Delta t = 7 \text{ s}$) z označenimi enakovrednimi položaji atomskih stolpcev (puščice). (b) Slika razlike med obema eksperimentalnima posnetkoma, ki potrjuje identično območje, zajema informacije.

Ukvarjamo se z razvojem receptorskih elementov za detekcijo toksičnih organskih snovi, kot sta formaldehid (HCHO) (nacionalni projekt L2-8182) in akrilamid (AA) (nacionalni projekt J2-1739).

(meja detekcije je $0,8 \mu\text{mol L}^{-1}$), kaže hiter odzivni čas, visoko občutljivost, dobro ponovljivost in selektivnost v primerjavi s podobnimi organskimi spojinami (**rezultate smo objavili v reviji *Electrochimica Acta***). Hkrati so bile funkcionalizirane Ni nanožice uspešno integrirane v komercialno dostopne sitotiskane elektrode. Prav to kaže na možnost razvoja novih nizkocenovnih naprav za neposredno uporabo v realnih okoljih, ki jih razvijamo v sodelovanju z Inštitutom za papir in celulozo ter s Fakulteto za elektrotehniko in računalništvo Univerze v Mariboru (FERI-UM).

V smeri razvoja receptorskega elementa za akrilamid smo raziskali senzorsko platformo na osnovi polianilina. Polianilin je prevodni polimer, ki se mu ob kemijski spremembi spremeni električna upornost, kar ga uvršča med pogosto uporabljene materiale v senzoriki. Omenjen material smo elektrokemijsko sintetizirali na komercialne sitotiskane elektrode in ga nadalje preučili kot uporovni senzor analitov v plinih (amonijak) ali v tekočinah ter kot polimer za molekularni odtis (za zaznavanje akrilamida). Preučili smo različne elektrokemijske metode nanosa (potenciostatsko, galvanostatsko in potencionometrično), vplive pogojev sinteze in sestave elektrolita na nanos

ter kasnejše lastnosti, kot so morfologija (SEM) in kemijske vezi (FTIR) končnega produkta polianilina. S pomočjo novejših naprav za sočasno izvajanje UV-vis spektroskopije in elektrokemije (spektroelektrokemija) smo prvič podrobno preučili dogajanje med elektropolimerizacijo polianilina. Vse pridobljeno znanje o materialu je temelj za nadaljnjo uporabo polianilina pri zaznavanju toksičnih organskih spojin, kot je akrilamid. V sodelovanju s FERI-UM razvijamo tudi senzorsko platformo, zasnovano kot dvopolno elektrodno napravo, občutljivo na amonijak v plinu in v končni fazi na akrilamid v vodni pari (slika 5).

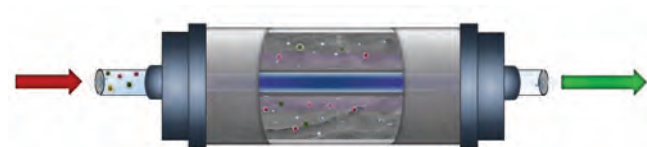


Slika 5: Raziskovalna shema komercializacije senzorjev TOC Materiali za čisto okolje in zdravje

Materiali za čisto okolje in zdravje

Na področju foto-elektro-katalitične razgradnje organskih snovi smo se ukvarjali s čiščenjem hlapnih organskih snovi iz zraka in težko razgradljivih organskih onesnažil iz vode. Pri čiščenju zraka smo se osredotočili na izdelavo fotokatalitičnega reaktorja ter pripravo aktivnega katalizatorja. Tega smo pripravili z anodno oksidacijo titanove folije in odpravili ključne težave, povezane z anodizacijo fleksibilne folije. Pripravljen katalizator v obliki TiO_2 nanocevk je trdno vezan na podlago, kar je ključno za varno delovanje čistilnega sistema brez onesnaževanja okolja z nanodelci. Izdelani reaktor smo uporabljali predvsem za razgradnjo formaldehida, ki je eden od glavnih onesnažil v notranjih prostorih. Fotokatalitična razgradnja se je pokazala za učinkovito in je obetavna za prenos tehnologije iz laboratorija v praktično aplikacijo. Na področju čiščenja vode s foto-elektro-katalizo smo raziskovali primernost podlage v obliki imobiliziranih 2D-nanostruktur za imobilizacijo kovinskih katalizatorjev za različne aplikacije. TiO_2 nanocevkam smo povečali prevodnost s tem, ko smo jih žgali v atmosferi amonijaka. Tako pripravljenim

TiO_xN_y filmom smo določili elektrokemijske ter morfološke in strukturne lastnosti. V okviru sklopa teh raziskav smo preučevali razgradnjo organskih spojin v vodnih medijih, kot sta fenol in tekstilno barvilo. Pri razgradnji fenola smo določili kinetiko in mehanizem razgradnje. Rezultate raziskav smo objavili v *Applied catalysis B, Environmental*. Poleg tega smo TiO_2 fotokatalizator uporabili za fotokatalitično razgradnjo mikroplastike. Rezultati preliminarnih poskusov so se izkazali kot uspešni. (slika 6)

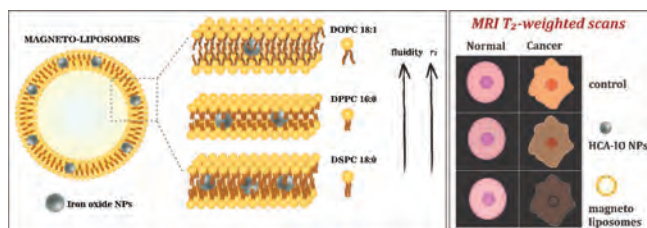


Slika 6: Shematski prikaz zračnega filtra za razgradnjo VOC na osnovi nanostrukturiranega TiO_2

Biomateriali

V sodelovanju s Queen's University Belfast, Združeno kraljestvo, in Medicinsko fakulteto Univerze v Ljubljani smo razvili pH-občutljive liposome, v katere smo enkapsulirali kemoterapeutik doksorubicin, vezan na prostatični specifični antigen (PSA). Na ta način se zdravilo sprosti selektivno z encimsko prekinitvijo vezi med zdravilom in PSA peptidom le znotraj rakavih celic, ki izražajo PSA. Z *in vitro* testi smo pokazali izboljšano aktivnost v tumorskih sferoidih (3D modeli, ki boljše posnemajo realni tumor kakor klasični 2D testi) zaradi globlje penetracije v globino tumorja. Hkrati pa takšen pristop omogoča povečano varnost zdravljenja, ker se

Razvijamo nove ternanostične nanosisteme na osnovi liposomov, ki se smatrajo za enega najvarnejših do sedaj razvitih dostavnih sistemov za zdravila.



Slika 7: Levo: Grafični prikaz strukture magnetnih liposomov z različnimi sestavami lipidnega dvosloja, kar vpliva na fluidnost dvosloja in posledično na relaksivnost, ki je merilo učinkovitosti kontrastnega sredstva za MRI. Desno: In vitro rezultati so pokazali, da imajo zaradi preferenčne internalizacije magnetnih liposomov v rakave celice le-te na MRI-sliki precej temnejši kontrast kot tiste, ki so bile izpostavljene prostim nanodelcem, ali kol netretrirane, in jih zato jasneje razlikujemo od zdravih celic, ki na sliki ohranijo svetlejši kontrast.

zdravilo sprostilo le v okolju z znižanim pH (znotraj tumorja) in le v celicah, ki izražajo PSA. Študija je bila objavljena v ugledni reviji *Molecular Pharmaceutics*.

Ne samo na področju zdravljenja, velik korak naprej smo naredili tudi v diagnostiki. Na področju slikanja z magnetno resonanco (MRI) obstaja velika potreba po razvoju novih, bolj učinkovitih in varnejših kontrastnih sredstev. Večina že odobrenih za klinično uporabo je bila umaknjena s trga zaradi varnostnih ali finančnih razlogov. Zato smo zastavili obširno študijo, kjer smo pripravili magnetne liposome s številnimi formulacijami, t. j. liposome, ki vsebujejo superparamagnetne nanodelce na osnovi železovega oksida, in testirali njihovo kontrastno učinkovitost za MRI. Ugotovili smo, da enkapsulacija nanodelcev v liposome drastično izboljša njihovo kontrastno učinkovitost (do 42-krat) zaradi ugodnih interakcij med vodo, ki jo vizualiziramo v MRI, in lipidno prevleko. Prav tako je *in vitro* študija pokazala izboljšano selektivnost magnetnih-liposomov v primerjavi s prostimi nanodelci. Rakave celice so namreč internalizirale visoko koncentracijo liposomov, medtem ko je bila njihova vsebnost v normalnih celicah minimalna. To pomeni bistveno lažje razlikovanje med zdravimi in rakavimi celicami na MRI-sliki (slika 7). V primeru prostih nanodelcev je stopnja internalizacije pri obeh vrstah celičnih linij podobna in je diagnostika otežena.

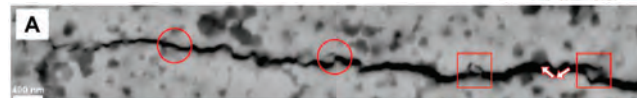
V sklopu projekta, ki poteka v sodelovanju z Veterinarsko fakulteto Univerze v Ljubljani, smo nadaljevali raziskave nosilca za farmacevtske učinkovine na osnovi svilnega fibroina. Uspešno smo vgradili estradiol v fibroinski film, s pomočjo surfaktanta pa smo dosegli tudi bistveno povečanje topnosti estradiola in zagotovili njegovo sproščanje v daljšem časovnem obdobju. Rezultati študija razgradljivosti fibroina so pokazali, da lahko s kontroliranjem stopnje kristalizacije vplivamo na hitrost sproščanja estradiola iz fibroinskega nosilca.

Leta 2019 je bil podeljen patent (US 10,322,001), s katerim smo zaščitili postopek priprave večslojne bioaktivne prevleke na kostnih vsadkih s porozno površino. Glavna komponenta večslojne prevleke je nanopartikularno bioaktivno steklo v površinskem sloju vsadka. V biološkem okolju se bioaktivno steklo razgradi in pomaga tvoriti kost, s čimer se izboljša osteointegracija vsadka na osnovi titana v kost.

Inženirska keramika

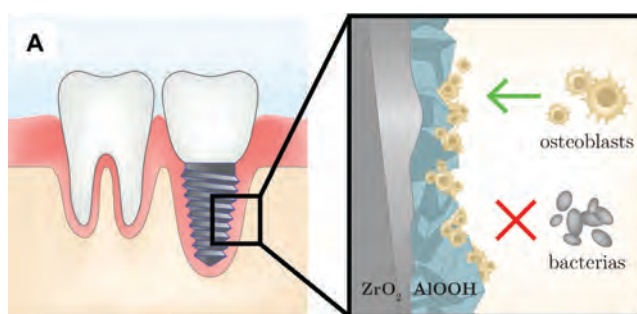
Razvili smo postopek priprave keramičnega nanokompozita ZrO_2 -TiN, ki izkazuje visoko žilavost in električno prevodnost (slika 8). Slednje omogoča njegovo obdelovanje z elektroerozijo (EDM) v popolnoma gostem stanju. TiN nanodelci so bili vneseni v matrico ZrO_2 z mešanjem nanoprahov ali z mokrim sinteznim postopkom. Ti prahovi so bili hitro sintrani v peči na osnovi enosnega stiskanja v enosmernem pulzirajočem toku (SPS; Spark Plasma Sintering). Pokazali smo, da dodatek 15 vol.% nanodelcev TiN že pomeni zadostno količino električno prevodne faze za vzpostavitev perkolacije kompozita. Eksperimentalna dognanja smo podprli s simulacijami perkolacijskega praga za električno prevodnost keramičnih kompozitov z večjimi neprevodnimi in manjšimi prevodnimi kristalnimi delci. Simulacije nakazujejo vpliv razmerij med velikostmi prevodnih in neprevodnih delcev na perkolacijski prag (slika 8). Raziskavi sta bili objavljeni v revijah *Materials* in *Journal of the European Ceramic Society*.

Na področju dentalne keramike smo tradicionalno vpleteni v raziskave z itrijem dopirane cirkonijeve oksidne (3Y-TZP) keramike. V interdisciplinarni raziskavi smo zasnovali enostavno in učinkovito metodo modifikacije površine 3Y-TZP dentalnih implantatov. Kombinacijo mikro- in nanohrapavosti smo dosegli s postopkom peskanja in sinteze nanostrukturne prevleke iz aluminijevega oksida. Na ta način smo keramiki 3Y-TZP občutno izboljšali zmožnost osteointegracije in

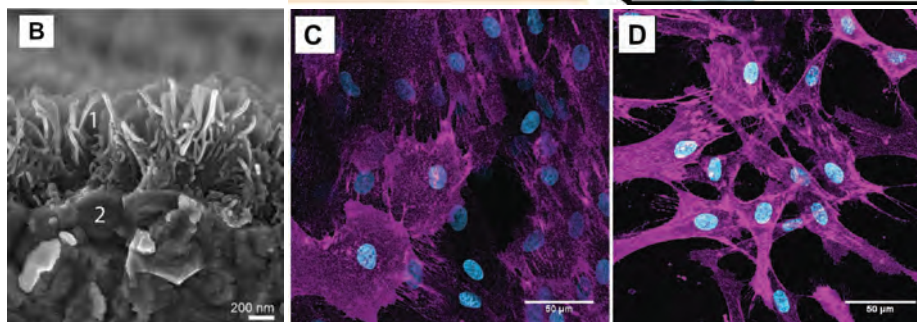


Slika 8: (a) Posnetek SEM, ki prikazuje razpoko, nastalo z odtisom Vickersove prizme. Krogi, kvadrati in puščice nakazujejo na mehanizme razvejanja razpoke, njenega premoščanja in odklanjanja, kar prispeva k bolj žilavemu keramičnemu nanokompozitu. (b) Shematski prikaz vpliva razmerij med velikostmi prevodnih in neprevodnih delcev na perkolacijski prag.

Doc. dr. Andraž Kocjan je od Evropskega keramičnega združenja (ECerS) prejel prestižno nagrado Young Scientist Award za izjemne prispevke znanstvenikov na začetku kariere. Nagrada je bila podeljena na 16. konferenci ECerS v Torinu, Italija.



Slika 9: (a) Shematski prikaz modifikacije površine dentalnega implantata z uporabo nanostrukturne prevleke, zaradi česar je zobni implantat bolj osteoprevoden, pri manjši afiniteti adhezije bakterij. (b) Nanostrukturna prevleka iz aluminijevega oksida na površini 3Y-TZP. Slike fluorescenčne mikroskopije površin 3Y-TZP s pripetimi osteoblasti po 9 dneh v kulturi: (c) na peskani in (d) prevlečeni površini 3Y-TZP.





Slika 10: Viale cementnega prahu RS+™.

antibakterijskih lastnosti (sliki 9), saj je izkazovala povečano adhezijo in diferenciacijo človeških osteoblastov ob znižani afiniteti pritrdjevanja bakterij *Staphylococcus aureus*. Raziskava je bila objavljena v reviji *Journal of the European Ceramic Society*. Nanostrukturana prevleka lahko služi tudi kot izjemna adhezijaska prevleka površine 3Y-TZP za izboljšanje oprijema dentalnih cementov protetičnih konstrukcij. V sodelovanju s Katedro za stomatološko protetiko Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani je bila izvedena *in vitro* študija, ki je ovrednotila vpliv različnih protokolov žganja sintetizirane prevleke na strižno trdnost vezi med cementom in površino 3Y-TZP. Delo je bilo objavljeno v reviji *Advances in Applied Ceramics*.

Odcepljeno podjetje Genuine Technologies, d. o. o., ki sta ga soustanovila dr. Nataša Drnovšek in doc. dr. Andraž Kocjan, uporablja licenco IJS na podlagi izuma za proizvodnjo cementa kalcijevih silikatov za endodontsko zdravljenje zob. Podjetje je pridobilo CE znak za svoj produkt RS+™ – medicinski pripomoček (slika 10) ter standard ISO 13485, ki določa zahteve za sistem vodenja kakovosti, kjer mora organizacija dokazati svojo sposobnost zagotavljanja medicinskih pripomočkov in storitev, ki dosledno ustrezajo uporabnikom in veljavnim regulativnim zahtevam.

Strukturni materiali

V sklopu evropskega fuzijskega programa EUROfusion smo nadaljevali raziskave kompozitov W-W2C za divertor demonstracijske fuzijske elektrarne DEMO, obenem pa smo na podlagi spodbudnih rezultatov zaključenega projekta Enabling research področje raziskav razširili še na volframov karpid (WC) brez vezne faze. V prvem delu je potekala optimizacija sestave in postopka priprave kompozitov W-W2C, in sicer na osnovi študija zvez med začetno in končno sestavo materiala ter mehanskih in termičnih lastnosti na področju temperatur od sobne do 1000 °C. Glavni kriterij za izbiro optimalne sestave pa je bila odpornost materiala proti termičnim šokom pri laserskem testiranju v visokih toplotnih tokovih. Najboljše lastnosti je pokazal kompozit z 11 % W2C. Podobno je potekala tudi analiza vzorcev WC, pri katerih pa se je pokazalo, da velikost delcev ključno vpliva na toplotno prevodnost in s tem odpornost proti termičnim šokom. V nadaljevanju smo se zato posvetili predvsem zvišanju toplotne prevodnosti.

Funkcionalna keramika: polprevodniška keramika na osnovi ZnO (varistorji, termoelektriki)

Na področju oksidnih termoelektričnih materialov tipa n so naši rezultati, ki smo jih dobili v sodelovanju s Shanghai Institute of Ceramics, the Chinese Academy of Science - SICCAS, pokazali, da klasično sintranje v redukivni atmosferi in SPS-sintranje v vakuumu močno izboljšata termoelektrične značilnosti keramike na osnovi ZnO s povečanjem električne prevodnosti (σ) za več velikostnih redov v primerjavi s sintranjem na zraku zaradi močno povečane koncentracije in mobilnosti nosilcev naboja. Ugotovili smo, da takšni pogoji sintranja močno povečajo sicer omejeno trdno topnost donorskih dopantov v ZnO in obenem preprečijo nastanek intrinzičnih akceptorskih stanj (vrzeli cinka, V_{Zn} , in intersticijskega kisika, O_i) ter s tem elektrostatične Schottkyjeve bariere na mejah med zrnji. Vendar pa je za uporabo takšne termoelektrične keramike na osnovi ZnO njena stabilnost v oksidativni atmosferi (npr. na zraku) vprašljiva. Zato smo preučevali vpliv temperaturne obdelave na zraku na termoelektrične značilnosti keramike na osnovi ZnO, ki je bila pripravljena s sintranjem v redukivni atmosferi. Pokazalo se je, da obdelava na zraku močno zmanjša električno prevodnost in s tem tudi faktor moči PF ($PF = \sigma S^2$; S = Seebeckov koeficient) keramike v primerjavi s prvotno, vendar je njen PF še vedno 8-krat večji kot pri keramiki, pripravljene s sintranjem na zraku. Rezultati kažejo, da ima priprava termoelektrične keramike na osnovi ZnO s sintranjem v reducirani atmosferi ali v vakuumu prednosti za njeno uporabo, kljub možnosti degradacije njenih lastnosti na zraku.

Pred kratkim je bilo odkrito, da imajo nekateri magnetni polprevodniki boljše termoelektrične lastnosti od pričakovanih in da tudi vključitev magnetnega elementa v nekatere nemagnetne polprevodniške spojine izboljša njihove termoelektrične lastnosti zaradi sklopitve med magnetnim momentom in nosilci naboja. Zato v sodelovanju z National Institute for Materials Science – NIMS (Tsukuba, Japonska) preučujemo vpliv Co na strukturne, mikrostrukturne in termoelektrične lastnosti Al-dopirane ZnO keramike s sestavo $Zn_{0,98-x}Al_{0,02}Co_xO$ ($x = 0; 0,001; 0,0025; 0,005; 0,01; 0,05; 0,10$). Analizirali smo možne učinke dodatka Co na magnetizem keramike ter posledično gostoto in gibljivost nosilcev naboja, električno prevodnost in Seebeckov koeficient. V sodelovanju z NIMS smo preučevali tudi vpliv uporabe finih nanoprahov ZnO, pripravljenih z dvojno emulzijsko metodo, na razvoj mikrostrukture in termoelektrične značilnosti nedopirane in Al-dopirane ZnO keramike, pripravljene z metodo SPS.

Na področju varistorske keramike na osnovi ZnO smo v sodelovanju s Shanghai Institute of Ceramics, the Chinese Academy of Science – SICCAS, nadaljevali raziskovanje nove vrste varistorske keramike. Standardna varistorska keramika na osnovi ZnO, ki močno prevladuje na področju prenapetostnih zaščit, ima kompleksno kemijsko sestavo

z običajno približno 7 do 10 ut.% oksidov Bi, Sb, Co, Mn, Ni in Cr dodanih k ZnO in s tem mikrostrukturo. Ker Bi_2O_3 med sintranjem povzroči nastajanje tekoče faze in tudi izhlapeva, to povzroča različne težave in večje stroške pri proizvodnji varistorjev. Nov tip varitorske keramike na osnovi ZnO ima odlično tokovno-nelinearnostno (I-U) nelinearnost in to kljub zelo preprosti kemični sestavi, kjer so k ZnO dodani le trije zelo dostopni in ekonomsko upravičeni dopanti, v količini le okoli 3,5 ut.%, ki ne tvorijo tekoče faze med sintranjem in tudi ne hlapijo. Naše raziskave so bile osredotočene na študij mehanizma nastanka Schottkyjevih barier, da bi pojasnili narave I-U nelinearnosti v tej novi vrsti varitorske keramike, v odsotnosti standardnih dopantov za nelinearnost, kot sta oksida Bi in Pr.

Nadaljevali smo raziskave razvoja mikrostrukture in električnih lastnosti varitorske keramike na osnovi SnO_2 . Dvojno dopirani SnO_2 s CoO in Ta_2O_5 je pokazal obetavne dielektrične in varitorske lastnosti. Za razliko od sistema SnO_2 -CoO- Nb_2O_5 ugotovimo, da je tu za mikrostrukture z zmanjšano poroznostjo in optimalne električne lastnosti potrebnega več CoO. **Do tega pride zaradi razlike v kompenzacijskem mehanizmu, pri katerem Sn^{2+} kationi niso več prisotni in Co^{2+} v celoti prevzame vlogo akceptorja.** Tako že 0,05 mol% Ta_2O_5 učinkovito zmanjša poroznost, izboljša zgoščevanje in dielektrično permitivnost ter povzroči 3-kratno povečanje hitrosti rasti SnO_2 . Z večjimi dodatki Ta_2O_5 se meje zrn pasivirajo, kar posledično ovira rast SnO_2 . **Nelinearni koeficient α doseže vrednost 40** pri prebojni napetosti 272 ± 2 V/mm in nizkem toku puščanja $I_L = 1,2 \mu\text{A}$ pri 1 mol% Ta_2O_5 . Najnižja vsebnost Ta_2O_5 že povzroči visoko dielektrično konstanto, ki doseže 6525 pri stopnji dopiranja 0,10 mol%. Študija je bila objavljena v reviji *J Eur Ceram Soc*.

Mineralogija

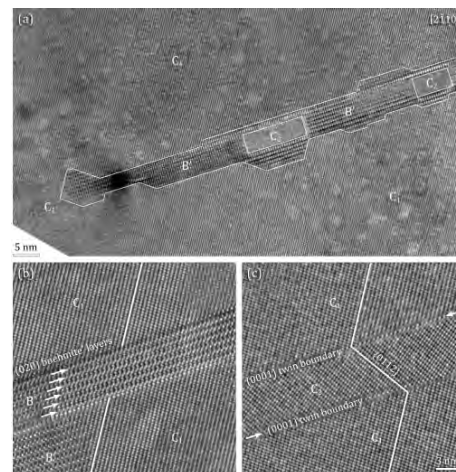
V sodelovanju z Oddelkom za litosferske raziskave Univerze na Dunaju smo začeli dva raziskovalna projekta, ki vključujeta **elektronsko mikroskopijo petroloških vzorcev z atomsko ločljivostjo**. Prvi je bilateralni slovensko-avstrijski projekt FWF-ARRS GInA z naslovom: Minerali kot vključki v granatih, študija od makroskopskega do atomskega nivoja – odpiranje petrogenetskega arhiva. Drugi projekt, pri katerem tudi sodelujemo, pa je mednarodni projekt MiMa z naslovom: Vključki v Fe-Ti oksidih in magnetizem oceanskih gabrov. V okviru projekta prejmemo doktorskega študenta in podoktoranta za specializacijo v metodah elektronske mikroskopije. V sodelovanju z Univerzo v Novosibirsku in Tairusom smo objavili študije strukturnih premen v kristalih levkosafirja ter in-situ visokotemperaturno elektronsko mikroskopijo dvojčenja v naravnih kristalih aragonita (slika 11). Delo je bilo objavljeno v *CrysEngComm*.

Samourejanje. Nadaljevali smo temeljne študije samourejanja rutilnih TiO_2 mezostruktur. Rutilna vlakna, ki so zrasla na monokristalnem TiO_2 substratu, kažejo nenavadne zamike, ki jih ni mogoče razložiti s preprosto epitaksialno rastjo. Translacija med vlakni je sistematična in kaže na prisotnost močne, še neznane interakcije med ligandi, ki deformira rutilno strukturo. Teoretični ab-initio računi TiO_2 -voda- TiO_2 meje kažejo na povečano kislost, kadar meja vključuje opazovani premik in nevtralnno površino, če tega premika ni. **To je prvi teoretični dokaz, da kislost medija neposredno vpliva na translacijo med vlakni.** Rutilni kristali z mezostrukturiranimi rutilnimi vlakni kažejo izboljšane fotokatalitske lastnosti. Da bi okrepili raziskave, smo septembra 2019 v sodelovanju z Univerzo v Barceloni in Fraunhofer inštitutom iz Freiburga prijavitli skupni FET-open projekt.

V sodelovanju z Inštitutom za multidisciplinarnе raziskave v Beogradu smo izbrali inverzne meje (IB) v ZnO kot modelni sistem kvantno kemijske študije stabilnosti in nastanka kemijsko induciranih ploskovnih napak v kristalih. Raziskave temeljijo na modeliranju in vključujejo tudi elektronsko mikroskopijo IB z izbranimi dopanti ter *in situ* eksperimentalne študije o mehanizmih njihovega nastanka na atomarni ravni. Določili smo pet možnih struktur IB, od katerih so bile tri eksperimentalno potrjene. Teoretični del raziskav poteka v sodelovanju z Oddelkom za fizikalno in organsko kemijo IJS. Glavni cilj teh temeljnih raziskav je razumeti nastanek in stabilnost kemijsko induciranih ploskovnih napak v kristalih in določiti vpliv na fizikalne lastnosti materiala.

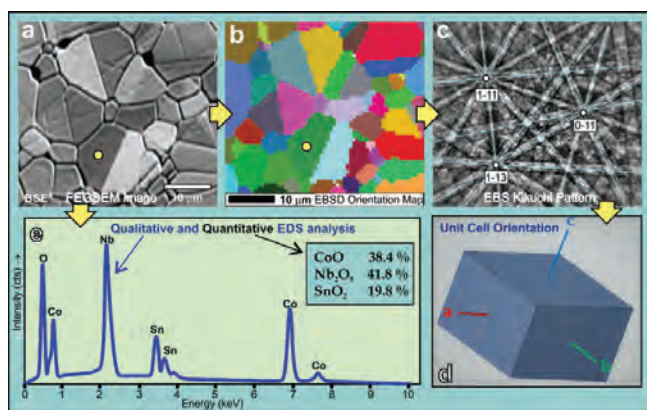
Napredne tehnike elektronske mikroskopije

Za mikroskopske preiskave materialov uporabljamo napredno korelativno mikrostrukturno karakterizacijo, ki pomeni združeno in optimalno uporabo več analitskih mikroskopskih metod in vključuje: vrstično elektronsko mikroskopijo (FEGSEM), kvalitativno in kvantitativno elementno elektronsko mikroanalizo (EPMA) z energijsko- in valovno-disperzijsko spektroskopijo rentgenskih žarkov (EDS, WDS), elektronsko



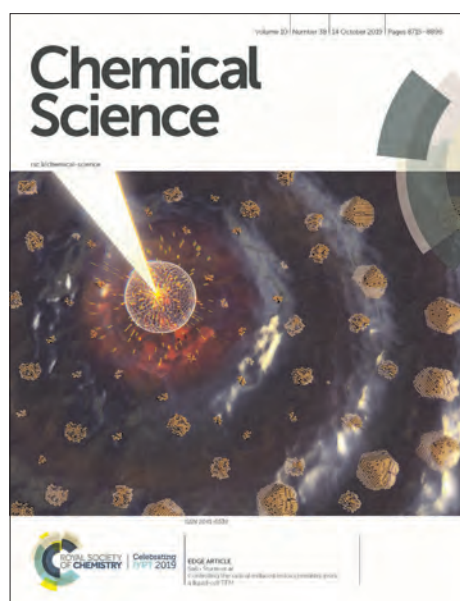
Slika 11: Visokoločljiva TEM študija Al-O-H lamel v levkosafirju. (a) Segment lamele v korundu (C1). Boehmitu podobne plasti (B') v orientacijski zvezi z gostiteljsko korundno matriko (C1). Znotraj B-slojev so domene korunda v dvojčni (C2) orientaciji glede na gostiteljski kristal (C1). (b) Povečava plasti boehmita (B') v gostiteljskem korundu (C1). (c) Segment lamele s korundom v dvojčni orientaciji (C2). [vir: Thomas in sod. *CrystEngComm* 2019]

Uspešno smo pokazali, kako lahko z uporabo tekočinske celice v presevnem elektronskem mikroskopu in situ preiskujemo dinamične procese nukleacije in rasti nanomaterialov iz vodnih raztopin.



Slika 12: Korelativna mikrostrukturalna karakterizacija keramike $\text{SnO}_2\text{-CoO-Nb}_2\text{O}_5$: (a) FEGSEM-posnetek mikrostrukture; (b) EBSD-mapa porazdelitev orientacij zrn, ki razkriva njihovo naključno kristalografsko usmeritev; (c) posamezni Kikuchi EBSD-vzorec iz izbranega zrna; (d) rekonstrukcija orientacije tetragonalne osnovne celice v izbranem zrnju; (e) kvalitativna in kvantitativna EDS-analiza kemijske sestave materiala.

V letu 2019 smo uspešno pridobili EU projekt ESTEEM3, ki ima status EU Advanced Community. Član odseka je znanstveni koordinator konzorcija.



Slika 13: Naslovnica revije *Chemical Science*, shematski prikaz vpliva radikalne kemije na nukleacijo nanodelcev v tekočinski celici presevnega elektronskega mikroskopa.

difrakcijo povratno sipanih elektronov (EBSD) ter komplementarno tipalno mikroskopijo na atomsko silo (AFM).

Z optimizirano korelativno mikroanalizo smo preiskovali raznovrstne materiale, kot so: keramični termoelektriki, kompleksne kovinske zlitine, magnetni materiali na osnovi Nd-Fe-B in Sm-Fe-Co, abrazivi, piezoelektrična perovskitna keramika. Z ekspertno kvantitativno mikroanalizo WDS smo natančno izmerili majhne koncentracije dopantov Eu in Dy v fosforescenčnih keramičnih materialih na osnovi $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$; določili smo kemijsko sestavo submikrometerskih keramičnih tankih plasti, narejenih iz kompleksnega perovskita 67PMN33PT. Z mikrokristalografsko analizo EBSD smo neposredno določili tip dvojčkov v keramiki na osnovi kasiterita SnO_2 (slika 12); raziskovali smo teksturo konvencionalno sintranih in SPS-sintranih magnetov na osnovi $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

Za premostitev vrzeli med konvencionalno presevno elektronsko mikroskopijo (TEM), kjer je vzorec neposredno izpostavljen visokemu vakuumu, ter neposrednimi preiskavami nanomaterialov v vodnem mediju smo pred kratkim uvedli interdisciplinarno raziskovalno platformo za dinamične TEM študije s pomočjo uporabe tekočinske celice znotraj TEM (LCTEM). Ta raziskovalni pristop odpira široko paleto možnosti *in situ* dinamičnih študij z visoko prostorsko in časovno ločljivostjo. V skupni študiji med raziskovalci Odseka za nanostrukturalne materiale in Kemijskim inštitutom smo pokazali, da je mogoče procese radikalne kemije v tekočinski celici (LCTEM) uporabiti za *in situ*, dinamično preučevanje nukleacijskih procesov in zgodnje kinetike rasti širokega spektra funkcionalnih nanomaterialov v vodnem mediju. V študiji smo predstavili celosten pristop opisovanja procesov radikalne kemije v LCTEM, ki vključuje kompleksno kemijsko kinetiko radiolize in njen vpliv na preiskovane nanomateriale (slika 13). Rezultati te študije so bili objavljeni v reviji *Chemical Science*.

V okviru ESTEEM3 konzorcija (Enabling Science and Technology through European Electron Microscopy) nadaljujemo svoje aktivnosti na področju karakterizacije materialov z različnimi vrhunskimi tehnikami presevnne elektronske mikroskopije, kot so spektroskopija izgub energije elektronov (EELS), visokoločljivostna vrstična presevna elektronska mikroskopija (STEM, HAADF-STEM) *in situ* TEM ter mehanska priprava vzorcev za presevno elektronsko mikroskopijo. Raziskovalna skupina Odseka za nanostrukturalne materiale je z delom svojega raziskovalnega in razvojnega programa tudi močno povezana z delovanjem Centra za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM) v okviru nacionalnega Centra za elektronsko mikroskopijo in analizo površin (CEMAP).

Sodelovanje z industrijo

V okviru projekta Mikrostrukturalne preiskave abrazivnih materialov z industrijskim partnerjem Weiler Abrasives (SwatyComet) smo preiskovali inovativne kompozitne abrazive, namenjene razvoju in izdelavi izboljšanih rezalnih in brusilnih orodij s podaljšano življenjsko dobo.

Izobraževanje in promocija znanosti

Sodelavci odseka že sedmo leto sodelujemo pri aktivnostih promocije znanosti v sklopu projekta Znanost na cesti (ZnC). V letu 2019 je bilo izvedenih 16 poljudnoznanstvenih predavanj. V sodelovanju s konferenco Cutting Edge, ki jo je vodila FKKT-UL, smo organizirali Znanstveni slam. Na spletni strani projekta ZnC smo objavili 13 blogov raziskovalk in raziskovalcev ter tri nagradne natečaje. Na povabilo organizacij EIT »Raw materials« in JA Slovenija (Zavod za spodbujanje podjetnosti mladih) smo sodelovali pri izvedbi Inovacijskega kampa 2019 v Zrečah. Na njem je sodelovalo 100 dijakov iz 20 gimnazij in srednjih šol s celotne Slovenije.

Dejavnosti SRIP ToP, vertikalne verige vrednosti (VVV) Novi materiali

V okviru aktivnosti SRIP ToP VVV Novi materiali smo pripravili akcijski načrt za III. fazo SRIP-ov za obdobje 2020–2023, ki sledi uspešno izpeljani II. fazi. Sodelovali smo pri pripravi brošure, ki bo predstavljala glavna fokusna področja SRIP ToP-a. V sodelovanju s horizontalno mrežo (HOM) Sodobne proizvodne tehnologije smo organizirali dve delavnici, in sicer Sodobne tehnike karakterizacije materialov ter Kemijska in strukturalna analiza materialov.

Namenjeni sta bili izobraževanju in povezovanju industrije z raziskovalnimi organizacijami na raziskovalno-razvojnih področjih. Nadalje smo pripravili zloženko Primeri dobrih praks, kjer so predstavljene aplikativne tematike, storitve in primeri sodelovanja z industrijo.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 27. mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah – 27. ICM&T, Portorož, 16.–18. oktober 2019 (soorganizatorji)
2. Letni sestanek LIA PACS2: International Associated Laboratory; Push-Pull Alloys and Complex Compounds: from bulk properties to surface functions, Nancy, Francija, 16.–19. december 2019 (soorganizatorji)
3. 11. konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana (MPŠ) in 13. dan mladih raziskovalcev KMBO, Rateče, 15.–16. april 2019 (soorganizatorji)
4. Delavnica Kemijska in strukturna analiza materialov, SRIP ToP, verige vrednosti Novi materiali in horizontalne mreže Sodobne proizvodne tehnologije za materiale, Rektorski center IJS, Podgorica, 28. november 2019 (soorganizatorji)
5. Delavnica EIT Raw materials, Zreče, 23.–24. september 2019 (soorganizatorji)
6. Sestanek v okviru evropskega projekta H2020 AMPHIBIAN; Anisometric Permanent Hybrid magnets Based on Inexpensive And Non-critical materials, Ljubljana, 10.–12. junij 2019

Patent

1. Saša Novak, Nataša Drnovšek, Gregor Murn, Implant having a multilayered coating and a process for preparing thereof, US10322001 (B2), US Patent Office, 18. 6. 2019

Nagrade in priznanja

1. **Nina Kostevšek** je aprila 2019 na šolanju v sklopu H2020 COST Akcije CA17140 "Cancer nanomedicine from bench to the bedside" v Trstu dobila nagrado za najboljši poster, kjer je predstavila svoje rezultate na področju razvoja večfunkcionalnih nanodelcev za medicinske aplikacije. V tej COST Akciji je dr. Nina Kostevšek tudi članica upravnega odbora in predstavnica za Slovenijo.
2. **Hermína Hudelja** se je med 16. in 18. oktobrom 2019 udeležila 27. mednarodne konference o materialih in tehnologijah (27 ICM&T), ki je potekala v Portorožu. V sklopu konference je potekalo tekmovanje mladih raziskovalcev, ki so pred 6-člansko mednarodno komisijo predstavili svoje delo. Odlično drugo mesto je dosegla Hermína Hudelja, ki je predstavila svoje dosežke s področja keramike z naslovom "Feather-light, cellulose-nanofiber-reinforced γ -Al₂O₃ foams".
3. **Živa Marinko** je na 6. evropski konferenci EAAOP, ki je potekala med 26. in 30. junijem 2019 v Portorožu uspešno predstavila poster z naslovom "Connecting Metal Titanium Surface Properties and TiO₂ Nanotube Photocatalytic Activity: Top-Down Approach", za katerega je v sekciji študentskih prispevkov prejela diplomu za 3. mesto in nagrado za poster "Environmental Science: Water Research & Technology".
4. **Andraž Kocjan** je prejel prestižno nagrado "Young Scientist Award", ki jo European Ceramic Society (ECeRS) podeljuje za izjemne dosežke raziskovalcev v zgodnjem obdobju znanstvene kariere. Dr. Kocjan je v svoji dosedanjji karieri objavil 39 znanstvenih člankov, dva strokovna in tri poljudne članke. Poleg podeljenega slovenskega in evropskega patenta ter izuma je doc. dr. Kocjan ustanovil tudi spin-out podjetje. Nagrado je dr. Kocjan prejel na 16. konferenci "ECeRS", ki je potekala v Torinu od 16. do 20. junija 2019, ob slavnostni podelitvi pa je imel predavanje "From peculiar to innovative and sustainable ceramic processing".
5. Dijakinja **Tajda Koblar** z Gimnazije Poljane je pod mentorstvom **dr. Nine Kostevšek** (IJS, K7) in dr. Roka Rudeža (Gimnazija Poljane) izdelala raziskovalno nalogo z naslovom Primerjava laserja in vodne kopeli pri odmrzovanju krvi (angl. "Comparison of laser- and water bath-based thawing process of frozen red blood cells"), ki je bila izbrana za dobitnico letošnje Krkine nagrade.
6. Dijakinji **Laura Drašler** in **Ula Dragman** z Gimnazije Vič sta pod mentorstvom **Anje Korent** (na nalogi Drame, IJS, K7) in dr. Alenke Mozer (Gimnazija Vič) izdelali raziskovalno nalogo z naslovom Koloidno srebro v dentalnih produktih (angl. "Coloidal silver in dental products"), ki je bila izbrana za letošnjo Krkino nagrado.
7. Med 23. in 26. oktobrom 2019 je na Cipru potekala Konferenca o trajnostnem industrijskem razvoju (SIPS 2019), v sklopu katere je bil organiziran tudi simpozij v čast prof. Spomenki Kobe. Na tej konferenci je **dr. Nina Kostevšek** za dosežke v znanosti prejela mednarodno nagrado "Wüthrich International Young Star Award". Nagrada je poimenovana po Nobelovem nagrajencu Karlu Wüthrichu, ki je znan po razvoju metod za študij

makrobioloških molekul NMR. Dr. Nina Kostevšek je predstavila razvoj novih kontrastnih sredstev na osnovi nanodelcev za slikanje z magnetno resonanco.

8. **Prof. dr. Spomenka Kobe**, znanstvena sodelavka na Odseku za nanostrukturne material, je v Paphosu na Cipru prejela prestižno nagrado "Frey Award for Leadership in development new technologies that contribute to a global sustainable development in the environment, economy and social points of view", ki je potekala v sklopu konference o trajnostnem industrijskem razvoju (SIPS 2019). Na svetovnem dogodku je potekalo 10 vzporednih simpozijev v čast nagradencev. Eden od njih je bil "Kobe International Symposium on Science of Innovative and Sustainable Alloys and Magnets" (SISAM), kjer so vrhunski strokovnjaki s področja magnetnih materialov in kompleksnih kovinskih zlitin predstavili svoje najnovejše dosežke. Frey Award je namenjena znanstvenikom, gospodarstvenikom in politikom. Edini slovenski prejemnik Freyove nagrade (za področje politike) do zdaj je bil nekdanji evropski komisar za znanost in kasneje okolje dr. Janez Potočnik.

MEDNARODNI PROJEKTI

- Sintranje v plazmi magnetov na osnovi redkih zemelj za uporabo v električnih napravah
ABB Switzerland Ltd
prof. dr. Spomenka Kobe
7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil za uporabo izotopskih tehnik
European Commission
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
- COST MP1407 - e-MINDS; Elektrokemijske procesne metodologije in protikorozijska zaščita za miniaturizacijo naprav in sistemov
COST Office
prof. dr. Kristina Žužek Rožman
- COST CA17140 - Nano2Clinic; Nanomedicina raka - od laboratorijskih raziskav do klinične uporabe
COST Association AISBL
dr. Nina Kostevšek
- MaXycle: Novo krožno gospodarstvo za trajnostne magnetne na osnovi redkih zemelj
Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport
prof. dr. Spomenka Kobe
- H2020 - DEMETER; Mreža usposabljanja na temo oblikovanja in recikliranja trajnih magnetov na osnovi redkih zemelj iz ter v motorje in generatorje za nova hibridna vozila na električni pogon
European Commission
prof. dr. Kristina Žužek Rožman
- H2020 - AMPHIBIAN; Hibridni trajni magneti z nesimetričnimi strukturami, temelječi na nizkocenovnih nekritičnih materialih
European Commission
dr. Petra Jenuš
- H2020 - ESTEEM3; Razvoj znanosti in tehnologije v povezavi z evropsko elektronsko mikroskopijo
European Commission
prof. dr. Miran Čeh
- H2020 - SUSMAGPRO; Trajnostna obnova, predelava in ponovna uporaba magnetov redkih zemelj v krožnem gospodarstvu
Sennheiser electronic GmbH & Co KG
prof. dr. Spomenka Kobe
- H2020-EUROfusion-Komponente v stiku s plazmo-1-IPH-FU, EUROFUSION
European Commission
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
- H2020-EUROfusion - Materials-PPPT-FU
European Commission
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
- H2020 EUROfusion - Izobraževanje-ED-FU
European Commission
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
- RECEMENT: Ponovno pridobivanje (surovin) materialov in izrabljenih izdelkov za ponovno uporabo v cementu / betonu
University of Ljubljana (UNI-LJ), University POLITEHNICA of Bucharest (UPB), Sabanci University (SU)
prof. dr. Sašo Šturm
- Raziskave dvojčenja in politipizma pri naravnih diamantih na atomarnem nivoju
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Aleksander Rečnik
- Lastnosti monolitne in kompozitne napredne keramike pridobljene po konvencionalnih in nekonvencionalnih postopkih sintranja
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Petra Jenuš

- Funkcionalizirane TiO₂ nanostrukture za fotokatalitske in senzorske aplikacije
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Miran Čeh
- Stabilnost z dopiranjem: Eksperimentalno in teoretično načrtovanje funkcionalnih oksidnih materialov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Aleksander Rečnik
- Teksture rudnih mineralov na mikro - do nanoskali: preiskovalne metode in pomembnost
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Janez Zavašnik
- Raziskave vpliva zadrževanja helija v materialih, ki so v stiku s fuzijsko plazmo, s pomočjo naprednih analitičnih metod
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Janez Zavašnik

PROGRAMI

- Nanostrukturni materiali
prof. dr. Sašo Šturm
- Keramični in komplementarni materiali za napredne inženirske in biomedicinske aplikacije
doc. dr. Andraž Kocjan
- Fuzijske tehnologije
prof. dr. Saša Novak Krmpotič

PROJEKTI

- Kompoziti na osnovi W in WC za visoko toplotno obremenjene dele v demonstracijski fuzijski elektrarni DEMO
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
- Nizko cenovni nanostrukturirani senzorji na osnovi sito tiskanih elektrod za analizo kemijo s katalitsko povišano občutljivostjo
prof. dr. Kristina Žužek Rožman
- Izboljšanje zanesljivosti monolitne dentalne keramike iz cirkonijevega oksida
doc. dr. Andraž Kocjan
- Vključki in granatih od makroskopskega do atomarnega nivoja: Odpiranje petrogenetskega arhiva
prof. dr. Aleksander Rečnik
- Visoko zmogljivi nanostrukturirani senzorji akrilamida
dr. Kristina Žagar Soderžnik
- Nanostrukturne raziskave difuzijsko kontroliranih procesov med topotaksialnimi faznimi transformacijami v mineralih tipa rutil-korund
prof. dr. Aleksander Rečnik
- Karakterizacija fraktalnih struktur in povečevalni kriteriji njihove sinteze
dr. Matejka Podlogar
- Izdelava novega reaktorskega koncepta za mikrokinetične študije ter njegova uporaba za selektivno oksidativno dehidrogenacijo alkanov in spajanje metana
dr. Luka Suhadolnik
- Vpiv estrogenih hormonov pred puberteto na aktivno feminizacijo možganov in razvoj novega hormonskega vsadka za posnemanje spolnega cikla
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
- Selektivna ekstrakcija molekul z visoko vrednostjo za sektor specialnih kemikalij iz ostankov predelave lesa
dr. Petra Jenuš
- UV senzorni nanodelci vgrajeni v PA vlakna
prof. dr. Spomenka Kobe

12. Učinkovita reciklaža brusnega blata pri proizvodnji Sm₂Co₁₇ magnetov za gospodarstvo brez odpadkov
prof. dr. Kristina Žužek Rožman
13. Razvoj večkomponentnih trajnih magnetov kompleksnih oblik z uporabo napredne tehnologije 3D tiskanja
prof. dr. Spomenka Kobe
14. Razgradnja tekstilne mikroplastike iz odpadnih vod v gospodinjstvu
dr. Matejka Podlogar
15. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
dr. Kristina Žagar Soderžnik
16. Elektronska mikroskopija in mikroanaliza za zunanje naročnike
dr. Zoran Samardžija
17. Inženirska in tehnična keramika za zunanje naročnike
doc. dr. Andraž Kocjan

POGODBENA DELA

1. Razgradnja tekstilne mikroplastike iz odpadnih vod v gospodinjstvu Gorenje gospodinjski aparati, d. o. o.
dr. Matejka Podlogar
2. Razvoj večkomponentnih trajnih magnetov kompleksnih oblik z uporabo napredne tehnologije 3D tiskanja
Kolektor Group, d. o. o., Idrija
prof. dr. Spomenka Kobe
3. Korozijska zaščita magnetnih prahov za obstojnost v tekočinah pri povišanih temperaturah in daljših časih
Kolektor Group, d. o. o., Idrija
prof. dr. Spomenka Kobe
4. Implementacija površinskih modifikatorjev NdFeB prahov za izdelavo plastomagnetov
prof. dr. Spomenka Kobe
Kolektor Group, d. o. o., Idrija
5. Mikrostrukturne preiskave abrazivnih materialov
Swaty Comet, WEILER Abrasives, d. o. o.
dr. Zoran Samardžija
6. Učinkovita reciklaža brusnega blata pri proizvodnji Sm₂Co₁₇ magnetov za gospodarstvo brez odpadkov
Magneti, d.d.
prof. dr. Kristina Žužek Rožman
7. Razvoj novega magnetnega prahu
RLS Merilna tehnika, d. o. o.
prof. dr. Sašo Šturm
8. NextGenHVEC: Napredni materiali, tehnologije in prototipi za razvoj stroškovno učinkovitih hibridnih varistorovskih elektronskih komponent z izboljšano termično stabilnostjo
KEKON, d. o. o., Keramični kondenzatorji
prof. dr. Sašo Šturm, prof. dr. Slavko Bernik
9. Razvoj postopka oplasčanja NdFeB prahov za pilotno industrijsko obdelavo SiEVA, d. o. o., podjetje za razvoj in trženje v avtomobilski industriji
prof. dr. Spomenka Kobe
10. Razvoj večkomponentnih trajnih magnetov kompleksnih oblik z uporabo napredne tehnologije 3D tiskanja
Kolektor Group, d. o. o., Idrija
prof. dr. Spomenka Kobe, dr. Benjamin Podmiljšak
11. Izvedba študije možnosti galvanskega nanosa niklja na magnetni prah in izboljšanje korozijske zaščite magnetnih prahov
Kolektor Group, d. o. o., Idrija
prof. dr. Spomenka Kobe
28.1.20-29.2.20
12. Izvedba meritev VSM, XRD, TEM in CoNiP
RLS Merilna tehnika, d. o. o.
prof. dr. Sašo Šturm

OBISKI

1. dr. Melike Mercan Yildizhan Özyar, Linköping University, Linköping, Švedska, 20. januar–3. februar 2019
2. dr. Lavinia Scherf, dr. Jačim Jačimović in dr. Reto Kessler, ABB Switzerland Ltd., Baden, Švica, 22.–23. januar 2019
3. Hans Willemsen, 3D-CAT, Additively manufactured chemical processing units, Epe, Nizozemska, 25. januar 2019
4. prof. dr. Takao Mori, National Institute for Materials Science (NIMS), Tsukuba, Japonska, 25.–27. januar 2019
5. dr. Blaž Belec, Institute of materials for electronics and magnetism, CNR, Parma, Italija, 4.–13. februar 2019
6. Ana Damjanović, Kolektor Group, d. o. o., Idrija, Slovenija, 1. marec–31. maj 2019
7. dr. Andrasz Kovacs, Ernst Ruska-Centre for Microscopy and Spectroscopy with Electrons, Institute for Microstructure Research, Research Centre Jülich, Jülich, Nemčija, 5.–8. marec 2019
8. dr. Ismail Özgür Özer in Ertuğrul İşlek, Anadolu University, Eskişehir, Turčija, 11.–14. marec 2019
9. Vesna Ribić, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 21. marec–7. april 2019
10. prof. dr. Jean-Claude André, CNRS- L'institut des sciences et de l'ingénierie des systèmes, Nancy, Francija, 27.–28. marec 2019
11. dr. Andreja Gajović in Ivana Panžić, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 15.–18. april 2019
12. prof. dr. Dragoljub Mirjanić, Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska, Banja Luka, Srbija, 29.–30. april 2019
13. dr. Andreja Gajović, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 15.–17. maj 2019
14. dr. Andreja Gajović, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 27.–31. maj 2019
15. prof. dr. Clewa Ow-Yang in prof. dr. Mehmet Ali Gülgün, Sabanci Üniversitesi, Faculty of Engineering & Natural Science, Istanbul, Turčija, 22.–25. maj 2019
16. Vesna Ribić, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 1. julij–1. oktober 2019
17. dr. Blaž Belec, Institute of materials for electronics and magnetism, CNR, Parma, Italija, 3.–9. julij 2019
18. dr. Andreja Gajović in dr. Tihana Čizmar, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 19. julij 2019
19. Weicheng He, École des Mines Nancy, Université de Lorraine, Nancy, Francija, 22. julij–28. avgust 2019
20. dr. Goran Branković, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 28. julij–12. avgust 2019
21. dr. Melike Mercan Yildizhan Özyar, Linköping University, Linköping, Švedska, 11.–31. avgust 2019
22. dr. Maria Jazmin Duarte Correa in dr. Aleksander Kostka, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Nemčija, 30. avgust–2. september 2019
23. Sergio Floriano Toribio, Sergio Haro Murcia in Jose Maria Cantarero Alonso, Rey Juan Carlos University, Madrid, Španija, 9. september–9. december 2019
24. dr. Richard Wheeler, Edinburgh Scientific, Edinburgh, Škotska, 9.–12. september 2019
25. dr. Daniel Meljanac, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 15.–21. september 2019
26. Laia Alfonso, Marina Salord Fiol in Maria Fernandez, University of Barcelona, Barcelona, Španija, 16. september 2019–16. januar 2020
27. prof. dr. Bojana Obradović, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 14. oktober 2019
28. dr. Masato Sagawa, dr. Yutaka Yoshida in dr. T. Iriyama, Daido Steel Co., Ltd., Higashi-ku, Nagoya, Aichi, Japonska, 21. oktober 2019
29. dr. Michael Cattell, Institute of Dentistry, London, Velika Britanija, 21.–22. oktober 2019
30. Ivana Jelić, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 21.–27. oktober 2019
31. dr. Richard Wheeler, Edinburgh Scientific, Edinburgh, Škotska, 30. oktober 2019
32. Vesna Ribić, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 12.–26. november 2019
33. dr. Maria Jazmin Duarte Correa, prof. dr. Gerhard Dehm, dr. Subin Lee in dr. Aleksander Kostka, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Nemčija, 27. november–1. december 2019
34. dr. Melike Mercan Yildizhan Özyar, Linköping University, Linköping, Švedska, 1.–21. december 2019
35. prof. dr. Zeynep Başaran Bundur, prof. dr. Clewa W. Ow-Yang in prof. dr. Mehmet Ali Gülgün, Sabanci Üniversitesi, Faculty of Engineering & Natural Science, Istanbul, Turčija, 4.–5. december 2019
36. prof. dr. Gerald Kothleitner, FELMI-ZFE Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik, Gradec, Avstrija, 5. december 2019
37. dr. Milan Vučić in Martina Kocijan, Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 8.–14. december 2019
38. dr. Richard Wheeler, Edinburgh Scientific, Edinburgh, Škotska, 2.–6. december 2019
39. dr. Andreja Gajović in Ivana Grčić, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 23. december 2019
40. Vesna Ribić, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 5.–16. december 2019 in 18.–31. december 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Blaž Belec, Institute of materials for electronics and magnetism, CNR, Parma, Italija: Combining hard and soft magnetic phases by mechanical mixing, 12. februar 2019
2. prof. dr. Sašo Džeroski, Odsek za tehnologijo znanja, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Machine Learning from Complex Data: Techniques and Applications, 18. februar 2019
3. dr. Andras Kovacs, Ernst Ruska Centre for Microscopy and Spectroscopy with Electrons, Institute for Microstructure Research, Research Centre Jülich, Jülich, Nemčija: Magnetic property measurements at the TEM using off-axis electron holography, 6. marec 2019
4. Anja Drame, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Molecular imprinted polyaniline/screen printed electrodes for sensing applications, 11. marec 2019
5. prof. dr. Saša Novak, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Fuzijske raziskave: od keramike do kovine in nazaj, 8. april 2019
6. Awais Ikram, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: The state of the art in magnetic properties of the recycled HDDR NdFeB based permanent magnets, 23. maj 2019

7. Xuan Xu, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Recycling of Nd-Fe-B permanent magnets via electrochemical methods, 13. junij 2019
8. dr. Vasyil Shvalya, Odsek za plinsko elektroniko, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Exploring Performance of Highly Robust Au/Pd Alloy Plasmonic for biosensing with SERS, 17. junij 2019
9. Anja Korent, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Polyaniline as material for molecular imprinting sensing applications, 16. september 2019
10. Matic Korent, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Effect of deformation ratio on texture development in hot-deformed Nd-Fe-B magnets, 25. september 2019
11. Živa Marinko, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: The influence of metal titanium surface treatment on the properties of TiO₂ nanotubes grown by anodic oxidation, 25. september 2019
12. Peter Žiger, GETec Graz, Avstrija: Correlative SEM/AFM/EDX microscopy – the impact of merging complementary microscopy techniques on nano-scale research and engineering, 30. september 2019
13. prof. dr. Bojana Obradović, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija: Physiologically relevant characterization of biomaterials in biomimetic bioreactors, 14. oktober 2019
14. dr. Marko Soderžnik, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Infiltration of Nd Cu eutectic alloy as a method to improve the coercivity in Nd-Fe-B ribbons, 21. oktober 2019
15. dr. Michael Cattell, Institute of Dentistry, London, Velika Britanija: Clinical problems, Solutions and Innovations, 22. oktober 2019
16. Špela Trafela, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: The voltammetric behaviour of Ni nanowires electrodes in KOH and their application in the electrocatalytic oxidation of formaldehyde, 4. november 2019
17. dr. Aljaž Ivekovič, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana: Selective laser melting of tungsten and tungsten-based materials, 20. november 2019
18. doc. dr. Boštjan Genorio, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana: Tuning the Selectivity and Activity of EC Interfaces, 25. november 2019
19. dr. Subin Lee, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Nemčija: Dislocation plasticity in FeCoCrMnNi high-entropy alloy: Quantitative insights from in situ transmission electron microscopy deformation, 28. november 2019
20. dr. Aleksander Kostka, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Nemčija: σ -phase precipitation in an off equiatomic Cr₂₀Mn₂₀Fe₂₀Co₂₀Ni₁₄ compositionally complex alloy, 28. november 2019
21. Anas Eldosouky, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana: Hydrogen deprecipitation and reprocessing of Sm-Co magnets, 29. november 2019
18. Slavko Bernik, projektni sestanek v podjetju Keko Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 28. november 2019
19. Miran Čeh, Sašo Šturm, Kristina Žagar Soderžnik, udeležba na projektne sestanku ESTEEM3: Enabling Science and Technology through European Electron Microscopy, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Stuttgart, Nemčija, 29. januar–1. februar 2019
20. Miran Čeh, sestanek projekta ESTEEM3: Enabling Science and Technology through European Electron Microscopy, Düsseldorf, Nemčija, 4.–5. marec 2019
21. Miran Čeh, The 16th European Workshop on Modern Developments and Applications in Microbeam Analysis; EMAS 2019, Trondheim, Norveška, 21.–25. maj 2019
22. Miran Čeh, Kristina Žagar Soderžnik, sestanek projekta ESTEEM3: Enabling Science and Technology through European Electron Microscopy, Oxford, Velika Britanija, 8.–10. julij 2019
23. Miran Čeh, Aleksander Rečnik, Zoran Samardžija, Sašo Šturm, Kristina Žagar Soderžnik, The 14th Multinational Congress on Microscopy; MCM 2019, Beograd, Srbija, 15.–20. september 2019
24. Miran Čeh, CIASEM Conference 2019, Buenos Aires, Argentina, 29. september–8. oktober 2019
25. Miran Čeh, Hermina Hudelja, Petra Jenuš, Spomenka Kobe, Matic Korent, Monika Kušter, Matejka Podlogar, Benjamin Podmiljšak, Marko Soderžnik, Tomaž Tomše, Janez Zavašnik, Kristina Žagar Soderžnik, Kristina Žužek Rožman, The 27th International Conference on Materials and Technology, Portorož, Slovenija, 16.–18. oktober 2019
26. Miran Čeh, Dan inovacij ADRIA 2019, Portorož, 23. oktober 2019
27. Miran Čeh, sestanek EMAS board, Porto, Portugalska, 22.–24. november 2019
28. Miran Čeh, Živa Marinko, Luka Suhadolnik, poslovni sestanek v podjetju Tekstina, d. o. o., Ajdovščina, 18. december 2019
29. Miran Čeh, Živa Marinko, Luka Suhadolnik, poslovni sestanek v podjetju Arhel, d. o. o., Žeje pri Komendi, 19. december 2019
30. Anja Drame, Electrochemical Doctoral School in corrosion: From analysis to modelling, Bruselj, Belgija, 3.–9. februar 2019
31. Anja Drame, Špela Trafela, Kristina Žužek Rožman (VP), COST MP1407 Training school, Mons, Belgija, 17.–23. marec 2019 (3)
32. Anja Drame, Špela Trafela, Kristina Žagar Soderžnik, The 7th International Symposium on Sensor Science, Neapelj, Italija, 8.–13. maj 2019
33. Jean-Marie Dubois, poslovni sestanek na Delft University of Technology, Amsterdam, Nizozemska, 26.–28. februar 2019
34. Jean-Marie Dubois, Monika Kušter, The 14th International Conference on Quasicrystals: ICQ14, Kranjska Gora, 26.–31. maj 2019
35. Jean-Marie Dubois, Petra Jenuš, Spomenka Kobe, Andraž Kocjan, Nina Kostevšek, Benjamin Podmiljšak, Marko Soderžnik, Sašo Šturm, Kristina Žagar Soderžnik, Kristina Žužek Rožman, Sustainable Industrial Processing Summit & Exhibition 2019: SIPS 2019, Paphos, Ciper, 23.–29. oktober 2019 (9)
36. Jean-Marie Dubois, Spomenka Kobe, The 12th International Scientific Conference »Contemporary Materials«, Banja Luka, Bosna in Hercegovina, 31. avgust–2. september 2019
37. Hermina Hudelja, Reološki seminar 2019, Ljubljana, 2.–3. april 2019
38. Hermina Hudelja, Matej Kocen, Andraž Kocjan, Živa Marinko, Saša Novak Krmpotič, Ipekraz Özden, Kristina Žužek Rožman, The 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference in 13th CMBE day, Rateče, Slovenija, 15.–14. april 2019 (7)
39. Aljaž Ivekovič, delovni sestanek na Reaktorskem centru IJS, Podgorica, 28. oktober 2019
40. Aljaž Ivekovič, Matej Andrej Komelj, Benjamin Podmiljšak, Sašo Šturm, Tomaž Tomše, predstavitev dela K7 in razgovor o sodelovanju z R4, Reaktorski center IJS, Podgorica, 12. december 2019
41. Petra Jenuš, The 17th International Conference on Plasma-Facing Materials and Components for Fusion Applications; PFMC 2019, Eindhoven, Nizozemska, 20.–24. maj 2019
42. Petra Jenuš, Andraž Kocjan, The 26th Croatian Meeting of Chemists and Chemical Engineers; HSKIKI 2019, Šibenik, Hrvaška, 9.–12. april 2019
43. Petra Jenuš, Saša Novak Krmpotič, sestanek projekta EUrofusion WPMAT – HHFM, Karlsruhe, Nemčija, 25.–27. junij 2019
44. Petra Jenuš, The 4th International Scientific Conference – Nanomaterials & Applications; NANOAPP 2019, Ljubljana, Slovenija, 4. junij 2019
45. Petra Jenuš, seminarski dan ITER-RFX, Reaktorski center IJS, Podgorica, 29. maj 2019
46. Petra Jenuš, delovni sestanek na temo sodelovanja na fuzijskem programu, Reaktorski center IJS, Podgorica, 3. julij 2019
47. Petra Jenuš, The 14th International Symposium on Fusion Nuclear Technology; ISFNT2019, Budimpešta, Madžarska, 22.–27. september 2019
48. Petra Jenuš, delovni sestanek v okviru ARRS projekta Selektivna ekstrakcija molekul z visoko vrednostjo za sektor specialnih kemikalij iz ostankov predelave lesa, Koper, 16. julij 2019
49. Petra Jenuš, The 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe; NENE 2019, Portorož, 10.–12. september 2019
50. Petra Jenuš, sestanek v okviru projekta H2020 AMPHIBIAN: Anisometric permanent hybrid magnets based on inexpensive and non-critical materials, Bruselj, Belgija, 3.–6. december 2019
51. Petra Jenuš, Saša Novak Krmpotič, Letni sestanek Eurofusion WP PFC, Garching, Nemčija, 17.–19. november 2019
52. Petra Jenuš, Monika Kušter, Živa Marinko, Zoran Samardžija, Marko Soderžnik, Kristina Žagar Soderžnik, delavnica Kemijska in strukturna analiza materialov, Reaktorski center IJS, Podgorica, 28. november 2019
53. Petra Jenuš, zaključni sestanek bilateralnega projekta BI-HR/18-19-048, Zagreb, Hrvaška, 27.–28. december 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Anže Abram, Hermina Hudelja, Petra Jenuš, Matej Kocen, Andraž Kocjan, Saša Novak Krmpotič, XVI EGeS Conference 2019, Torino, Italija, 16.–21. junij 2019 (6)
2. Anže Abram, Miran Čeh, Monika Kušter, Aleksander Rečnik, Sašo Šturm, Sara Tominc, Kristina Žagar Soderžnik, 3. slovensko posvetovanje mikroskopistov, Ankanar, 16.–17. maj 2019 (4)
3. Anže Abram, The 31st Annual Meeting of the International Society for Ceramics in Medicine; Bioceramics 31, New Orleans, LA, ZDA, 29. oktober–19. november 2019
4. Anže Abram, vabljeno predavanje na The Materials Science & Technology Technical Meeting and Exhibition; MS&T19, Portland, Oregon, ZDA, 27. september–5. oktober 2019
5. Anže Abram, delovni sestanek na Nacionalnem inštitutu za biologijo (MBP – Morska biološka postaja v Piranu), Piran, 23. oktober 2019
6. Anže Abram, sestanek projekta Eurofusion WP PFC, Reaktorski center IJS, Podgorica, 24. oktober 2019
7. Slavko Bernik, vabljeno predavanje na The 43rd International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites; ICACC 2019, Daytona Beach, Florida, ZDA, 27. januar–7. februar 2019
8. Slavko Bernik, projektni sestanek v podjetju Keko – Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 19. februar 2019
9. Slavko Bernik, vabljeno predavanje na konferenci The 11th International Conference on High-Performance Ceramics; CICC-11, Kunming, Kitajska, 25.–29. maj 2019
10. Slavko Bernik, delovni obisk na Shanghai institute of Ceramics, Chinese Academy of Science- SICCAS, Šanghaj, Kitajska, 20.–24. maj 2019
11. Slavko Bernik, Aleksander Rečnik, The 5th Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials; 5SCS-2019, Beograd, Srbija, 10.–13. junij 2019
12. Slavko Bernik, projektni sestanek v podjetju Keko Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 24. april 2019
13. Slavko Bernik, delovni sestanek v podjetju Keko Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 6. junij 2019
14. Slavko Bernik, delovni sestanek v podjetju Keko Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 23. julij 2019
15. Slavko Bernik, delovni sestanek v podjetju Keko Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 20. avgust 2019
16. Slavko Bernik, vabljeno predavanje na Materials research meeting 2019 – Materials Innovation for Sustainable Development Goals, Yokohama, Japonska, 7.–15. december 2019
17. Slavko Bernik, delovni sestanek v podjetju Keko Varicon, Družba za proizvodnjo in razvoj elektronskih komponent, d. o. o., Žužemberk, 9. oktober 2019

54. Vanja Jordan, International Conference on Materials Research and Nanotechnology; ICMRN-2019, Rim, Italija, 9.-12. junij 2019
55. Spomenka Kobe, Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, Concluding Symposium v okviru projekta H2020 DEMETER: Training Network for the Design and Recycling of Rare-Earth Permanent Magnet Motors and Generators in Hybrid and Full Electric Vehicles, Leuven, Belgija, 4.-7. februar 2019
56. Spomenka Kobe, Ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 28. januar-1. februar 2019
57. Spomenka Kobe, Ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 31. marec-4. april 2019
58. Spomenka Kobe, Benjamin Podmiljšak, Saša Šturm, delovni sestanek v okviru projekta MaXycle: A novel circular economy for sustainable RE-based magnets (ERA.MIN2), Göteborg, Švedska, 9.-11. maj 2019
59. Spomenka Kobe, Esea-TU Graz Strategy Workshop, Leutschach, Avstrija, 16.-17. maj 2019
60. Spomenka Kobe, Benjamin Podmiljšak, Kristina Žužek Rožman, sestanek v okviru projekta H2020 SUSMAGPRO: Sustainable Recovery, Reprocessing and Reuse of Rare-Earth Magnets in a Circular Economy, Pforzheim, Nemčija, 3.-4. junij 2019
61. Spomenka Kobe, Saša Šturm, Tomaž Tomše, projektni sestanek s partnerji iz ABB Switserland Ltd., Baden-Dättwil, Švica, 16.-19. junij 2019
62. Spomenka Kobe, Benjamin Podmiljšak, sestanek v okviru projekta H2020 SUSMAGPRO: Sustainable Recovery, Reprocessing and Reuse of Rare-Earth Magnets in a Circular Economy, Birmingham, Velika Britanija, 1.-3. avgust 2019
63. Spomenka Kobe, Matic Korent, Benjamin Podmiljšak, Saša Šturm, delovni obisk in ogled nove linije v Logatcu - Kolektor Group, d. o. o., Logatec, Slovenija, 29. julij 2019
64. Spomenka Kobe, Ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 16.-20. september 2019
65. Spomenka Kobe, panelni sestanek Research Council H2020, Oslo, Norveška, 30. september-3. oktober 2019
66. Spomenka Kobe, The Expert Forum on Sustainable Materials for Future Mobility. Electrification & Lightweight Design, Torino, Italija, 7.-9. oktober 2019
67. Spomenka Kobe, Ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 1.-5. december 2019
68. Spomenka Kobe, Matic Korent, Benjamin Podmiljšak, Zoran Samardžija, Marko Soderžnik, Saša Šturm, Špela Trafela, Kristina Žužek Rožman, delovni obisk v podjetju Kolektor Group, d. o. o. Idrija, 10. december 2019
69. Matej Kocen, Saša Novak Krmpotič, The 19th International Conference on Fusion Reactor Materials; ICFRM-19, La Jolla, ZDA, 27. oktober-1. november 2019
70. Andraž Kocjan, delovni sestanek Young Ceramists Network: ECerS, Rheinbach, Nemčija, 7.-8. februar 2019
71. Andraž Kocjan, Ipek Naz Özden, Young Ceramists Additive Manufacturing Forum; yCAM, Mons, Belgija, 2.-6. april 2019
72. Andraž Kocjan, The 3rd International Workshop on Advanced Ceramics and Technologies for Dentistry; ACT4D 2019, Stockholm, Švedska, 17.-20. marec 2019
73. Andraž Kocjan, 18. simpozij zobnih bolezni in endodontije, Bled, 12.-13. april 2019
74. Andraž Kocjan, sestanek skupine jedra konzorcija za prijavo projekta H2020 FunCerAM3, München, Nemčija, 9. maj 2019
75. Andraž Kocjan, The 7th International Conference on Shaping of Advanced Ceramics, Aveiro, Portugalska, 11.-15. september 2019
76. Andraž Kocjan, The 6th international conference Fractography of Advanced Ceramics, Smolenice, Slovaška, 8.-11. september 2019
77. Andraž Kocjan, delovni sestanek konzorcija Premurosa, ITN-EU project, Novara, Italija, 29.-31. oktober 2019
78. Anja Korent, Electrochem 2019, Glasgow, Velika Britanija, 24.-29. avgust 2019
79. Anja Korent, Darko Eterović, Hermina Hudelja, Nina Kostevšek, Ana Lazar, Ipek Naz Özden, obisk in demonstracija meritev v podjetju Anton Paar GmbH, Gradec, Avstrija, 2. september 2019
80. Anja Korent, Nina Kostevšek, udeležba na podelitvi 49. Krkinih nagrad, Novo mesto, 13. september 2019
81. Matic Korent, Konferenca o trženju inovacij, EF Ljubljana, 21. oktober 2019
82. Nina Kostevšek, Konferenca MRI and magnetic particles for MRI diagnostics, Oxford, Velika Britanija, 26. februar-3. marec 2019
83. Nina Kostevšek, Cost Action CA17140 Training school, Trst, Italija, 8.-11. april 2019
84. Nina Kostevšek, Konferenca Current Trends in Cancer Theranostics, Vilna, Litva, 29. junij-6. julij 2019
85. Nina Kostevšek, sestanek Cost Action CA17140, Funchal, Madeira, Portugalska, 11.-15. julij 2019
86. Nina Kostevšek, delavnica ERC, EF Ljubljana, 30. maj 2019
87. Nina Kostevšek, sestanek in konferenca Cost Action CA17140, Riga, Latvija, 14.-17. oktober 2019
88. Monika Kušter: Beyond-Nano Lab, IMM-CNR, Catania, Italija, 21.-26. julij 2019
89. Monika Kušter, The 4th International School on Aperiodic Crystals, Normandija, Portbail, Francija, 8.-14. oktober 2019
90. Monika Kušter, The 18th European Space Mechanisms and Tribology Symposium, München, Nemčija, 17.-21. september 2019
91. Monika Kušter, Matejka Podlogar, Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, letni sestanek LIA PACS2: International Associated Laboratory; Push-Pull Alloys and Complex Compounds: From bulk properties to surface functions, Nancy, Francija, 16.-19. december 2019
92. Monika Kušter, European C-MetAC Days 2019, Dresden, Nemčija, 2.-7. december 2019
93. Monika Kušter, delovni sestanek na področju sodelovanja polimernih kompozitov na Fakulteti za tehnologijo polimerov, Slovenj Gradec, 12. november 2019
94. Živa Marinko, The 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes; EAAOP-6, Portorož, 26.-30. junij 2019
95. Živa Marinko, Matejka Podlogar, Tina Radošević, konferenca Znanstveni vidik vpliva mikroplastike na naravo in družbo, FKKT, Ljubljana, 4. oktober 2019
96. Saša Novak Krmpotič, sestanek projekta ISO-FOOD, Reaktorski center IJS, Podgorica, 16. januar 2019
97. Saša Novak Krmpotič, letni sestanek 5th FuseCOM meeting, Kaunas, Litva, 6.-10. maj 2019
98. Saša Novak Krmpotič, The 1st ISO-FOOD International Symposium, Piran, 31. marec - 3. april 2019
99. Saša Novak Krmpotič, sestanek projekta ISO-FOOD, Reaktorski center IJS, Podgorica, 28. marec 2019
100. Saša Novak Krmpotič, Marko Soderžnik, Kristina Žagar Soderžnik, EIT Raw materials workshop, Zreče, 23.-24. september 2019
101. Matejka Podlogar, The 55th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Laser Systems and Photonics; MIDEM 2019, Bled, 25.-29. september 2019
102. Matejka Podlogar, The European Summit of Industrial Biotechnology; Esib 2019, Gradec, Avstrija, 17.-20. november 2019
103. Benjamin Podmiljšak, 3. mednarodni simpozij aditivne proizvodnje, Dresden, Nemčija, 29. januar-1. februar 2019
104. Benjamin Podmiljšak, delovni sestanek s podjetjem RLS Merilna tehnika, d. o. o., Komenda, 7. februar 2019
105. Benjamin Podmiljšak, Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, delovni sestanek s podjetjem RLS Merilna tehnika, d. o. o., Komenda, 5. marec 2019
106. Benjamin Podmiljšak, Annual European Rheology Conference 2019; AERC 2019, Portorož, 7.-11. april 2019
107. Benjamin Podmiljšak, poslovni sestanek v podjetju Podkrižnik, d. o. o., Nazarje, 28. marec 2019
108. Benjamin Podmiljšak, delovni sestanek s podjetjem RLS Merilna tehnika, d. o. o., Komenda, 12. junij 2019
109. Benjamin Podmiljšak, delovni obisk na Montanuniversität Leoben, Leoben, Avstrija, 26.-28. junij 2019
110. Benjamin Podmiljšak, delovni sestanek na Pforzheim University, Pforzheim, Nemčija, 16.-20. julij 2019
111. Benjamin Podmiljšak, 3DP Pilot plenarni sestanek Vanguard, Bruselj, Belgija, 1.-3. oktober 2019
112. Benjamin Podmiljšak, Raw Materials Week 2019, Bruselj, Belgija, 17.-21. november 2019
113. Tina Radošević, Saša Šturm, Kick-off sestanek projekta H2020 RECEMENT: RE-generating (raw) materials and end-of-life products for re-use in CEMENT/Concrete, Mugla-Dalaman, Turčija, 19.-23. november 2019
114. Tina Radošević, delavnica o uporabi sekundarnih surovin v gradbenih materialih, Ljubljana, 27. november 2019
115. Aleksander Rečnik, delovni sestanek na Department for Lithospheric Research, University of Vienna, Dunaj, Avstrija, 8.-10. julij 2019
116. Aleksander Rečnik, vabljen predavanje na Microscopy Conference 2019; MC2019, Berlin, Nemčija, 5.-6. september 2019
117. Marko Soderžnik, poslovni sestanek v podjetju Magneti Ljubljana, d. d., Stegne, 28. januar 2019
118. Marko Soderžnik, delovni obisk podjetja NETZSCH Trockenmahltechnik GmbH, Hanau, Nemčija, 9.-10. april 2019
119. Marko Soderžnik, EIT Raw Materials Summit 2019, Berlin, Nemčija, 19.-22. maj 2019
120. Luka Suhadolnik, delavnica ERC, Ljubljana, Slovenija, 30. maj 2019 Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, delovni obisk na Vrije University Brussels, Bruselj, Belgija, 14.-15. januar 2019
121. Saša Šturm, EMBO Laboratory Leadership Course for Group Leaders, Leimen, Nemčija, 19.-22. marec 2019
122. Saša Šturm, Workshop on Technologies for Disruptive Innovation in sestanek EARTO, Noordwijk, Nizozemska, 12.-13. marec 2019
123. Saša Šturm, delovni obisk TASC Laboratory, CNR-IOM, Bazovica, Italija, 8. marec 2019
124. Saša Šturm, delovni obisk v okviru LIA PACS2: International Associated Laboratory; Push-Pull Alloys and Complex Compounds: From bulk properties to surface functions, Nancy, Francija, 3.-5. april 2019
125. Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, The 2019 Spring Meeting of the European Materials Research Society, Nica, Francija, 26. maj-1. junij 2019
126. Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, Marko Soderžnik, poslovni sestanek v podjetju Magneti Ljubljana, d. d., Stegne, 19. april 2019
127. Saša Šturm, zaključni sestanek projekta H2020 DEMETER: Training Network for the Design and Recycling of Rare-Earth Permanent Magnet Motors and Generators in Hybrid and Full Electric Vehicles, Leuven, Belgija, 19.-20. september 2019
128. Saša Šturm, International Workshop on Advanced and In-situ Microscopies of Functional Nanomaterials and Devices; IAMNano 2019, Düsseldorf, Nemčija, 28.-31. oktober 2019
129. Saša Šturm, udeležba na ENRICH Autumn Road Show, Ljubljana, Slovenija, 14. november 2019
130. Saša Šturm, vabljen predavanje in delovni sestanek na Erich Schmid Institute of Materials Science, Austrian Academy of Sciences, Leoben, Avstrija, 28. november 2019
131. Saša Šturm, Kristina Žužek Rožman, poslovni sestanek v podjetju Magneti Ljubljana, d. d., Stegne, 11. december 2019
132. Tomaž Tomše, Joint EU Magnetic Symposium; JEMS 2019, Uppsala, Švedska, 25.-31. avgust 2019
133. Janez Zavašnik, Workshop on Plasma-Tailored Nanostructures and Applications; WOPTAN, Rogla, 14.-17. januar 2019
134. Janez Zavašnik, delovni sestanek glede prijave InterReg projekta, Leoben, Avstrija, 1. februar 2019

135. Janez Zavašnik, Marko Soderžnik, poslovni sestanek v podjetju Kronoterm, d. o. o., Gomiljsko, 19. februar 2019
136. Janez Zavašnik, sestanek projekta ESTEEM3: Enabling Science and Technology through European Electron Microscopy, Orsay, Francija, 27.-29. marec 2019
137. Janez Zavašnik, Marko Soderžnik, delovni obisk na The Erich Schmid Institute of Materials Science (ESI), Leoben, Avstrija, 12. april 2019
138. Janez Zavašnik, delovni sestanek na Reaktorskem centru IJS, Podgorica, 28. november 2019
139. Kristina Žagar Soderžnik, 1. LIFE delavnica za pripravo prijavi 2019, Ljubljana, 16. januar 2019
140. Kristina Žužek Rožman, poslovni sestanek v podjetju TALUM Tovarna aluminija, d. d., Kidričevo, 10. junij 2019
141. Kristina Žužek Rožman, Euromat 2019, Stockholm, Švedska, 1.-5. september 2019
142. Kristina Žužek Rožman, delovni sestanek v European Sustainable Energy Innovation Alliance: ESEIA, Bruselj, Belgija, 18.-20. november 2019
143. Kristina Žužek Rožman, poslovni sestanek v podjetju TALUM, Tovarna aluminija, d. d., Kidričevo, 15. november 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Miran Čeh, Kristina Žagar Soderžnik: delovni obisk na Institutu Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 2.-4. december 2019 (bilateralno sodelovanje)
2. Sanja Fidler: V4 Training, Bruselj, Belgija, 27.-29. marec 2019 (projektno izobraževanje)
3. Petra Jenuš, SPD meritve v okviru projekta H2020 AMPHIBIAN: Anisometric permanent hybrid magnets based on inexpensive and non-critical materials, Institute of materials for electronics and magnetism, CNR, Parma, Italija, 25.-29. marec 2019

4. Anja Korent: Institut Mines Télécom Lille Douai, Department for Atmospheric Science and environment Engineering, Douai, Francija, 1. oktober-13. december 2019 (izobraževanje in praktično usposabljanje)
5. Matic Korent: National Institute for Material Science (NIMS), Tsukuba, Japonska, 4. februar-25. april 2019 (izobraževanje in praktično usposabljanje)
6. Monika Kušter: University of Antwerp, The Groenenborger Campus, Antwerpen, Belgija, 10.-21. junij 2019 (izobraževanje in delavnica na področju elektronske mikroskopije)
7. Monika Kušter: Malvern Panalytical B.V., Almelo, Nizozemska, 31. marec-6. april 2019 (izobraževalni tečaj oz. usposabljanje na področju praškovne rentgenske difrakcije)
8. Monika Kušter: Delovni obisk v okviru LIA PACS2: International Associated Laboratory; Push-Pull Alloys and Complex Compounds: From bulk properties to surface functions, Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 30. september-12. oktober 2019
9. Matejka Podlogar, Delovni obisk v okviru LIA PACS2: International Associated Laboratory; Push-Pull Alloys and Complex Compounds: From bulk properties to surface functions, Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 30. junij-6. julij 2019 (izobraževanje na mikroskopu FIB)
10. Aleksander Rečnik: Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd, Srbija, 8.-15. april 2019 (bilateralno sodelovanje)
11. Aleksander Rečnik: Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd, Srbija, 21.-31. oktober 2019 (bilateralno sodelovanje)
12. Janez Zavašnik: Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, Nemčija, 16.-18. december 2019 (bilateralno sodelovanje)
13. Kristina Žagar Soderžnik: Ernst Ruska-Centre (ER-C) for Microscopy & Spectroscopy with Electrons, Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, Nemčija, 26.-29. marec 2019 (bilateralno sodelovanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Slavko Bernik, znanstveni svetnik
2. prof. dr. Miran Čeh, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
3. prof. dr. Jean Marie Dubois, znanstveni svetnik
4. prof. dr. Spomenka Kobe, znanstveni svetnik
5. doc. dr. Andraž Kocjan
6. doc. dr. Matej Andrej Komelj
7. prof. dr. Saša Novak Krmpotič, znanstveni svetnik
8. dr. Matejka Podlogar
9. dr. Benjamin Podmiljšak
10. prof. dr. Aleksander Rečnik, znanstveni svetnik
11. dr. Zoran Samardžija
12. dr. Marko Soderžnik
13. **prof. dr. Sašo Šturm, vodja odseka**
14. dr. Janez Zavašnik
15. dr. Kristina Žagar Soderžnik
16. prof. dr. Kristina Žužek Rožman

Podoktorski sodelavci

17. dr. Anže Abram
18. dr. Maja Antanasova*
19. dr. Nataša Drnovšek*
20. dr. Aljaž Iveković
21. dr. Petra Jenuš
22. dr. Vanja Jordan
23. dr. Nina Kostevšek
24. dr. Luka Suhadolnik
25. dr. Tomaž Tomše

Mlajši raziskovalci

26. Hermina Hudelja, mag. kem.
27. *Awaiz Ikeram, Msc. in Nanotechnology and Materials Eng., Pakistan, odšel 8. 5. 2019*
28. Matej Kocen, mag. kem.
29. Matic Korent, mag. inž. kem. inž.
30. Anja Korent, mag. nan.
31. Abhilash Krishnamurthy, Msc., Nemčija
32. Monika Kušter, mag. inž. metal. in mater.
33. *Ana Lazar, univ. dipl. inž. metal. in mater., odšla 1. 12. 2019*
34. Živa Marinko, mag. mol. biol.
35. *Muhammad Farhan Mehmood, Msc. in Materials and Surface Eng., Pakistan, odšel 13. 5. 2019*
36. Ipeknaz Özden, Msc., Turčija
37. Sara Tominc, univ. dipl. inž. kem. tehnol.
38. Špela Trafela, mag. kem.
39. Anubhav Vishwakarma, Msc., Indija
40. dr. Xuan Xu

Strokovni sodelavci

41. Sabina Cintauer, dipl. ekon.
42. Sanja Fidler, univ. dipl. kom.

43. Tina Radošević, dipl. inž. geol. (UN)

Tehniški in administrativni sodelavci

44. Darko Eterović
45. Tomislav Pustotnik

Opomba

- * delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Aarhus University, Department of Chemistry and iNano, Aarhus, Danska
2. ABB Switzerland, Baden-Dättwil, Švica
3. AdParticles, Madrid, Španija
4. Akron, d. o. o., Medvode
5. Akademija znanosti Češke republike, Institut za teoretično in uporabno mehaniko, Oddelek za biomehaniko, Praga, Češka republika
6. Anadolu University, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir, Turčija
7. Animacel biotehnologija, d. o. o., Ljubljana
8. Arhel, d. o. o., Ljubljana
9. Aqua Viva, d. o. o., Radomlje
10. BIA Separations, d. o. o., Ljubljana
11. Center for Electrochemical Technologies – CIDETEC, New Materials Department, Donostia-San Sebastian, Španija
12. Central Glass and Ceramic Research Institute, Kolkata, Indija
13. Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales, CEMES-CNRS, Toulouse, Francija
14. Cinkarna, Metalurško kemična industrija Celje, d. d., Celje
15. CNR, Institute for the Chemistry of OrganoMetallic Compounds (ICCOM) and the Institute of Materials for Electronics and Magnetism (IMEM), Parma, Italija
16. College of William and Mary, Williamsburg, ZDA
17. Colorado School of Mines, Metallurgical and Materials Engineering Department, Golden, Colorado, ZDA
18. Complutense University of Madrid, Madrid, Španija
19. CSIC, Institute for Ceramic and Glass, Institute of Material Science, and the Rocasolano Physical Chemistry Institute, Madrid, Španija
20. Department of Engineering Sciences and Mathematics, Luleå University of Technology, Luleå, Švedska
21. Department of Materials and Environmental Chemistry, Univerza v Stockholmu, Stockholm, Švedska
22. Domel, d. o. o., Železniki
23. DTU Mekanik: Institut for Mekanisk Teknologi, Lyngby, Danska
24. Energetika Ljubljana, d. o. o., Ljubljana
25. Ernst Ruska-Centre for Microscopy and Spectroscopy, Jülich, Nemčija
26. ETI Elektroelement, d. d., Izlake
27. Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, Nemčija
28. General Numerics Research Lab e.V., Berlin, Nemčija
29. Gorenje, gospodinjiski aparati, d. d., Velenje
30. Hungarian Academy of Sciences, Institute for Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research, Budimpešta, Madžarska

31. Institut für Anorganische Chemie, Universität Bonn, Bonn, Nemčija
32. Institute of Chemical Technologies and Analytics, Vienna University of Technology, Dunaj, Avstrija
33. Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), Madrid, Španija
34. Institut for Energiteknikk (IFE), Physics Department, Kjeller, Norveška
35. Institut für Festkörper und Werkstofforschung – IFW, Dresden, Nemčija
36. Institut Jean Lamour, Ecole des Mines de Nancy, Nancy, Francija
37. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
38. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije – IMT, Ljubljana
39. Institut za multidisciplinarnе studije, Beograd, Srbija
40. IOM-CNR Laboratorio TASC, Trst, Italija
41. IRNAS, Inštitut za razvoj naprednih aplikativnih sistemov, Rače, Slovenija
42. International Center for Theoretical Physics – ICTP, Trst, Italija Iskra Zaščite, d. o. o., Ljubljana
43. Jeol Ltd., Tokio, Japonska
44. Jeol USA, Inc., Boston, MA, ZDA
45. Katedra za stomatološko protetiko, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani
46. Keko Varicon in Keko-Oprema, Žužemberk
47. Kemijski inštitut, Ljubljana
48. Kolektor, d. o. o., Idrija
49. Kolektor Magma, d. o. o., Ljubljana
50. Kolektor Nanotesla Institut, d. o. o., Ljubljana
51. Laboratoire CRISMAT/ENSICAEN, Caen, Francija
52. Lithoz, Dunaj, Avstrija
53. LTH Castings, d. o. o., Škofja Loka
54. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
55. Magneti, d. d. Ljubljana, Ljubljana
56. Max Baermann GmbH, Bergisch Gladbach, Nemčija
57. Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Nemčija
58. Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Nemčija
59. Mustafa Kemal University, Arts & Science Faculty, Physics Department, Hatay, Turčija
60. National Institute for Materials Physics – NIMP, Bukarešta, Romunija
61. National Institute of Standards and Technology – NIST, Surface and Microanalysis Science Division, Gaithersburg, Maryland, ZDA
62. National Institute for Materials Science NIMS, Research Center for Magnetic and Spintronic Materials, Tsukuba, Japonska
63. Nuclear Research And Consultancy Group – NRG, Petten, Nizozemska
64. Petroceramics S.p.A., Bergamo, Italija
65. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana
66. Razvojni center eNeM Novi materiali, d. o. o., Zagorje ob Savi
67. Rudnik svinca in cinka Mežica v zapiranju, d. o. o., Mežica
68. Rudnik živega srebra Idrija v zapiranju, d. o. o., Idrija
69. Sabanci Üniversitesi, Istanbul, Turčija
70. Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences, Šanghaj, Kitajska
71. Slovaška akademija znanosti, Košice, Slovaška
72. Soboljev inštitut za geologijo in mineralogijo, Sibirski veja ruske akademije znanosti, Novosibirsk, Rusija
73. SWATYCOMET, d. o. o., Maribor
74. Technion – Israel Institute of Technology, Haifa, Izrael
75. Technische Universiteit Delft, Technische Natuurwetenschappen, Kavli Institute of Nanoscience, Delft, Nizozemska
76. Technische Universität Dresden, Institute of Structure Physics, Triebenberg Laboratory, Dresden, Nemčija
77. Technische Universität Graz, Zentrum für Elektronenmikroskopie, Gradec, Avstrija
78. TISICS Ltd, Farnborough, Velika Britanija
79. Turistični rudnik in muzej »Podzemlje Pece«, d. o. o., Mežica
80. Universidad de Cadiz, Facultad de Ciencias, Puerto Real, Cadiz, Španija
81. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, Španija
82. Universität Wien, Department of Lithospheric Research, Dunaj, Avstrija
83. Université de Montpellier, Géosciences Montpellier, Montpellier, Francija
84. Université Paris Sud, Laboratoire de Physique des solides, Orsay, Francija
85. Universiteit Antwerpen, Antwerpen, Belgija
86. University of Birmingham, School of Metallurgy and Materials, Birmingham, Velika Britanija
87. University of Cambridge, Department of Materials Science and Metallurgy, Cambridge, Velika Britanija
88. University of East Anglia, School of Pharmacy, Norwich, Velika Britanija
89. University of Oxford, Department of Materials, Oxford, Velika Britanija
90. University of Pannonia, Veszprem, Madžarska
91. University of Science and Technology – AGH-UST, Interfaculty Laboratory for Electron Microscopy, Krakow, Poljska
92. University of Sheffield, Department of Electronic and Electrical Engineering & Kroto Centre for High Resolution Imaging and Analysis, Sheffield, Velika Britanija
93. University of Zagreb, Center for Research and Transfer of Knowledge in Biotechnology, Zagreb, Hrvaška
94. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
95. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
96. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Katedra za farmacevtsko tehnologijo, Ljubljana
97. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
98. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana
99. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Tribologija in površinska nanotehnologija – TINT, Ljubljana
100. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana
101. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za biologijo celice, Ljubljana
102. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor
103. Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Srbija
104. Ustna Medicina, d. o. o., Ljubljana
105. VARSİ, d. o. o., Ljubljana
106. Vall-cer, d. o. o., Ljubljana
107. WattsUp Power AS, Hvidovre, Danska
108. Zavod za gradbeništvo, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Miloš Ognjanović, Magdalena Radović, Marija Mirković, Željko Prijović, Maria del Puerto Morales, Miran Čeh, Sanja Vranješ-Durić, Bratislav Antić, ^{99m}Tc-, ⁹⁰Y-, and ¹⁷⁷Lu-labeled iron oxide nanoflowers designed for potential use in dual magnetic hyperthermia/radionuclide cancer therapy and diagnosis", *ACS applied materials & interfaces*, 2109, **11**, 44, 41109-41117. [COBISS.SI-ID 32989223]
- Darko Makovec, Matej Komelj, Goran Dražič, Blaž Belec, Tanja Goršak, Sašo Gyergyek, Darja Lisjak, "Incorporation of Sc into the structure of barium-hexaferrite nanoplatelets and its extraordinary finite-size effect on the magnetic properties", *Acta materialia*, 2019, **172**, 84-91. [COBISS.SI-ID 5377531]
- Ildikó Cora, Zsolt Fogarassy, Roberto Fornari, Matteo Bosi, Aleksander Rečnik, B. Pécz, "In situ TEM study of $\alpha \rightarrow \beta$ and $\alpha \rightarrow \gamma$ phase transformations in Ga_2O_3 ", *Acta materialia*, 2019, **183**, 216-227. [COBISS.SI-ID 32887335]
- Sašo Jovanovski, Jasna Cotič, Andraž Kocjan, Čedomir Oblak, Peter Jevnikar, "Fracture resistance of endodontically treated maxillary incisors restored with zirconia posts: effect of the internal plateau preparation", *Advances in applied ceramics*, 2019, **118**, 1/2, 78-82. [COBISS.SI-ID 31645735]
- Primož Jovanovič, Kevin Stojanovski, Marjan Bele, Goran Dražič, Gorazd Koderman Podboršek, Luka Suhadolnik, Miran Gaberšček, Nejc Hodnik, "Methodology for investigating electrochemical gas evolution reactions: floating electrode as a means for effective gas bubble removal", *Analytical chemistry*, 2019, **91**, 16, 10353-10356. [COBISS.SI-ID 32578343]
- Luka Suhadolnik, Damjan Lašič Jurković, Blaž Likozar, Marjan Bele, Sandra Drev, Miran Čeh, "Structured titanium oxynitride (TiO_xN_y) nanotube arrays for a continuous electrocatalytic phenol-degradation process: synthesis, characterization, mechanisms and the chemical reaction micro-kinetics", *Applied catalysis. B, Environmental*, 2019, **257**, 117894. [COBISS.SI-ID 32578087]
- Katja Bezek, Damijan Nipič, Karmen Godič Torkar, Martina Oder, Goran Dražič, Anže Abram, Janez Žibert, Peter Raspor, Klemen Bohinc, "Biofouling of stainless steel surfaces by four common pathogens: the effects of glucose concentration, temperature and surface roughness", *Biofouling*, 2019, **35**, 3, 273-282. [COBISS.SI-ID 5614699]
- Guliz Inan Akmeahmet, Sašo Šturm, Matej Komelj, Zoran Samardžija, Bojan Ambrožič, Meltem Sezen, Miran Čeh, Cleva Ow-Yang, "Origin of long afterglow in strontium aluminate phosphors: atomic scale imaging of rare earth dopant clustering", *Ceramics international*, 2019, **45**, 16, 20073-20077. [COBISS.SI-ID 32551975]
- Danjela Kuščer, Andraž Kocjan, Maja Majcen, Anton Meden, Kristian Radan, Janez Kovač, Barbara Malič, "Evolution of phase composition and microstructure of sodium potassium niobate -based ceramic during pressure-less spark plasma sintering and post-annealing", *Ceramics international*, 2019, **45**, 8, 10429-10437. [COBISS.SI-ID 32144935]
- Xuan Xu, Sašo Šturm, Janez Zavašnik, Kristina Žužek Rožman, "Electrodeposition of a rare-earth iron alloy from an ionic-liquid electrolyte", *ChemElectroChem*, 2019, **6**, 11, 2860-2869. [COBISS.SI-ID 32238375]
- Bojan Ambrožič, Anže Prašnikar, Nejc Hodnik, Nina Kostevšek, Blaž Likozar, Kristina Žužek Rožman, Sašo Šturm, "Controlling the radical-induced redox chemistry inside a liquid-cell TEM", *Chemical science*, 2019, **10**, 38, 8735-8743. [COBISS.SI-ID 32582439]
- Michail Samouhos, Athanasios Godelitsas, Chrysanthi Nomikou, Maria Taxiarchou, Petros Tsakiridis, Janez Zavašnik, Platon N. Gamaletsos, Athanasios Apostolikas, "New insights into nanomineralogy and geochemistry of Ni-laterite ores from central Greece (Larymna and Evia deposits)", *Chemie der Erde*, **79**, 2, 268-279. [COBISS.SI-ID 32262183]
- Xuan Xu, Sašo Šturm, Zoran Samardžija, Janja Vidmar, Janez Ščančar, Kristina Žužek Rožman, "Direct recycling of Nd-Fe-B magnets based on the recovery of $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ grains by acid-free electrochemical etching", *ChemSusChem*, 2019, **12**, 21, 4754-4758. [COBISS.SI-ID 33009703]
- Victor G. Thomas, Nina Daneu, Rudolf I. Mashkovtsev, Aleksander Rečnik, Dmitry A. Fursenko, "The internal structure of hydrothermally grown leucosapphire crystals", *CrystEngComm*, 2019, **21**, 7, 1122-1129. [COBISS.SI-ID 31996455]
- Jana Brankovič, Gregor Fazarinc, Maja Antanasova, Peter Jevnikar, Janja Jan, Ines Anders, Katarina Pavšič Vrtač, Breda Jakovac-Strajn, David Antolinc, Milka Vrecl, "Lactational exposure to dioxin-like polychlorinated biphenyl 169 and nondioxin-like polychlorinated biphenyl 155: Effects on rat femur growth, biomechanics and mineral composition", *Ecotoxicology and environmental safety*, 2019, **180**, 106-113. [COBISS.SI-ID 4812666]
- Špela Trafela, Janez Zavašnik, Sašo Šturm, Kristina Žužek Rožman, "Formation of a $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{NiOOH}$ active redox couple on nickel nanowires for formaldehyde detection in alkaline media", *Electrochimica Acta*, 2019, **309**, 346-353. [COBISS.SI-ID 32309543]
- Aljaž Ivekovič, Maria L. Montero-Sistiaga, Kim Vanmeensel, Jean-Pierre Kruth, Jef Vleugels, "Effect of processing parameters on microstructure and properties of tungsten heavy alloys fabricated by SLM", *International journal of refractory & hard metals*, 2019, **82**, 23-30. [COBISS.SI-ID 32416039]
- Marko Soderžnik, J. Li, Lihua Li, H. Sepehri-Amin, T. Ohkubo, N. Sakuma, T. Shoji, T. Schrefl, K. Hono, "Magnetization reversal process of anisotropic hot-deformed magnets observed by magneto-optical Kerr effect microscopy", *Journal of alloys and compounds*, 2019, **771**, 51-59. [COBISS.SI-ID 31705639]
- Awais Ikram *et al.* (12 avtorjev), "The sintering mechanism of fully dense and highly coercive Nd-Fe-B magnets from the recycled HDDR powders reprocessed by spark plasma sintering", *Journal of alloys and compounds*, 2019, **774**, 1195-1206. [COBISS.SI-ID 31768103]
- Luka Suhadolnik, Andrej Pohar, Uroš Novak, Blaž Likozar, Aleš Mihelič, Miran Čeh, "Continuous photocatalytic, electrocatalytic and photo-electrocatalytic degradation of a reactive textile dye for wastewater-treatment processes: batch, microreactor and scaled-up operation", *Journal of industrial and engineering chemistry*, 2019, **72**, 178-188. [COBISS.SI-ID 31991079]
- Andreja Šestan, Janez Zavašnik, Marjeta Maček, Matej Kocen, Petra Jenuš, Saša Novak, Miran Čeh, Gerhard Dehm, "Tungsten carbide as a deoxidation agent for plasma-facing tungsten-based materials", *Journal of nuclear materials*, 2019, **524**, 135-140. [COBISS.SI-ID 32476967]
- Juliane Moritz, Anže Abram, Miha Čekada, Urška Gabor, Maja Garvas, Irena Zdovc, Aleš Dakskobler, Jasna Cotič, Karolina Ivičak-Kocjan, Andraž Kocjan, "Nanoroughening of sandblasted 3Y-TZP surface by alumina coating deposition for improved osseointegration and bacteria reduction", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 14, 4347-4357. [COBISS.SI-ID 32431143]
- Lisa-Marie Faller, Johanna Zikulnig, Matic Krivec, Ali Roshanghias, Anže Abram, Hubert Zangl, "Hybrid printing for the fabrication of smart sensors", *Journal of visualized experiments*, 2019, 143, e58677. [COBISS.SI-ID 32099367]
- Maja Antanasova, Andraž Kocjan, Borut Žužek, Sašo Jovanovski, Peter Jevnikar, "Primerjalna analiza opriema dentalnega porcelana na ulito, rezkano in selektivno lasersko taljeno zlitino kobalt-kroma", *Materiali in tehnologije*, 2019, **53**, 6, 854-852. [COBISS.SI-ID 32990247]
- Damjan Vengust, Matejka Podlogar, Aleš Mrzel, Mojca Vilfan, "Rapid reaction of Mo_2N nanowires with Pb^{2+} ions in water and its use for production of PbMoO_4 nanoparticles", *Materials chemistry and physics*, 2019, **226**, 20-25. [COBISS.SI-ID 32016167]
- Awais Ikram, Muhammad Farhan Mehmood, Zoran Samardžija, Richard Stuart Sheridan, Muhammad Awais, Allan Walton, Sašo Šturm, Spomenka Kobe, Kristina Žužek Rožman, "Coercivity increase of the recycled HDDR Nd-Fe-B powders doped with DyF_3 and processed via spark plasma sintering & the effect of thermal treatment", *Materials*, 2019, **12**, 9, 1498. [COBISS.SI-ID 32339239]
- Ana Lazar, Tomaž Kosmač, Janez Zavašnik, Anže Abram, Andraž Kocjan, "TiN-Nanoparticulate-reinforced ZrO_2 for electrical discharge machining", *Materials*, 2019, **12**, 17, 2789. [COBISS.SI-ID 32600871]
- Ivana Zrinski, Kingkan Pungjunun, Sanja Martinez, Janez Zavašnik, Dalibor M. Stankovič, Kurt Kalcher, Eda Mehmeti, "Evaluation of phenolic antioxidant capacity in beverages based on laccase immobilized on screen-printed carbon electrode modified with graphene nanoplatelets and gold nanoparticles", *Microchemical journal*, 2019, **152**, 104282. [COBISS.SI-ID 32785191]
- Sara G. T. Pereira, Samo Hudoklin, Mateja Erdani-Kreft, Nina Kostevšek, Marc C. A. Stuart, Wafa Al-Jamal, "Intracellular activation of a prostate specific antigen-cleavable doxorubicin prodrug: a key feature towards

- prodruk-nanomedicine design", *Molecular pharmaceuticals*, 2019, **16**, 4, 1573-1585. [COBISS.SI-ID 32171559]
30. Bin Guo, Martin Košiček, Junchi Fu, Yazhou Qu, Guanhua Lin, Oleg B. Baranov, Janez Zavašnik, Qijin Cheng, Kostya Ostrikov, Uroš Cvelbar, "Single-crystalline metal oxide nanostructures synthesized by plasma-enhanced thermal oxidation", *Nanomaterials*, 2019, **9**, 10, 1405. [COBISS.SI-ID 32730919]
 31. Jovana Zvicer, Ana Gantar, Djordje Veljović, Sanja Jevtić, Saša Novak, Bojana Obradović, "Biomimetic characterization reveals enhancement of hydroxyapatite formation by fluid flow in gellan gum and bioactive glass composite scaffolds", *Polymer testing*, 2019, **76**, 464-472. [COBISS.SI-ID 32292135]
 32. G. D. Soria *et al.* (18 avtorjev), "Strontium hexaferrite platelets: a comprehensive soft X-ray absorption and Mössbauer spectroscopy study", *Scientific reports*, 2019, **9**, 1777. [COBISS.SI-ID 32571943]
 33. Blaž Belec, Katja Ferfolja, Tanja Goršak, Nina Kostevšek, Sandra Gardonio, Mattia Fanetti, Matjaž Valant, "Inherent surface properties of adsorbent-free ultrathin Bi₂Se₃ topological insulator platelets", *Scientific reports*, 2019, **9**, 190571. [COBISS.SI-ID 5506299]
 34. X. D. Xu, H. Sepehri-Amin, T. Sasaki, Marko Soderžnik, X. Tang, T. Ohkubo, K. Hono, "Comparison of coercivity and squareness in hot-deformed and sintered magnets produced from a Nd-Fe-B-Cu-Ga alloy", *Scripta materialia*, 2019, **160**, 9-14. [COBISS.SI-ID 32005159]
 35. Tjaša Kanduč *et al.* (13 avtorjev), "The effect of geochemical processes on groundwater in the Velenje coal basin, Slovenia: insights from mineralogy, trace elements and isotopes signatures", *SN Applied Sciences*, 2019, **1**, 11, 1518. [COBISS.SI-ID 32819751]
 36. Sayantan Ray, Suman Sahay, Rahaman Sk. Hasanur, Arnab Bhattacharjee, Nina Daneu, Zoran Samardžija, Jui Chakraborty, "An in vitro evaluation of the variation in surface characteristics of bioactive glass coated SS316L for load bearing application", *Surface & coatings technology*, 2019, **377**, 124849. [COBISS.SI-ID 32551207]
 37. Pavel N. Gavryushkin, Aleksander Rečnik, Nina Daneu, Nursultan Sagatov, Anatoly B. Belonoshko, Zakhar I. Popov, Vesna Ribič, Konstantin D. Litasov, "Temperature induced twinning in aragonite: transmission electron microscopy experiments and ab initio calculations", *Zeitschrift für Kristallographie. Crystalline materials*, 2019, **234**, 2, 79-84. [COBISS.SI-ID 31997991]
- International Conference on Microelectronics, Devices and Materials & the Workshop on Laser Systems and Photonics, September 25 - September 27 2019, Bled Slovenia*, Conference proceedings, MIDEM, 2019, 14. [COBISS.SI-ID 33126695]
5. Aljaž Ivekovič, Kim Vanmeensel, Jean-Pierre Kruth, Jef Vleugels, "Effect of processing parameters on microstructure and properties of tungsten heavy alloys fabricated by SLM", V: *Euro PM2018 Congress & Exhibition: 14-18 October, 2018, Bilbao, Spain*, Congress proceedings, European Powder Metallurgy Association, 2019. [COBISS.SI-ID 32421415]
 6. Janez Zavašnik, Peng Jiang, Martin Palm, "Pre-oxidation of iron aluminides", V: *Intermetallics 2019 International Conference, 30 September - 04 October 2019, Bad Staffelstein, DE*, 70. [COBISS.SI-ID 32903463]
 7. Janvit Teržan, Petar Djinović, Janez Zavašnik, Iztok Arčon, Gregor Žerjav, Matjaž Spreitzer, Albin Pintar, "Direct propylene oxidation using molecular oxygen using mesoporous silica as the support", V: *Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Croatian-Slovenian-Serbian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia]*, Serbian Zeolite Association, 2019, 29-32. [COBISS.SI-ID 40274437]
 8. Tomaž Tomše, Jelka Gradolnik, Špela Božič, Boštjan Erjavec, Maxim Zabilsky, Petar Djinović, Gorazd Berčič, Albin Pintar, "Kinetics of catalytic depolymerization of waste plastics to olefins over natural aluminosilicates", V: *Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Croatian-Slovenian-Serbian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia]*, Serbian Zeolite Association, 2019, 33-36. [COBISS.SI-ID 40274693]
 9. Ivana Jelič, Janez Zavašnik, Predrag Vulić, Aleksandar Pačevski, "Micro - to nanoscale texture of gold-bearing arsenopyrite from the Gokčanica locality, Serbia", V: *XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, MPRC, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia*, Proceedings, University of Belgrade, Technical Faculty, 2019, 101-103. [COBISS.SI-ID 32585255]
 10. Aleksandar Pačevski, Janez Zavašnik, Andreja Šestan, Aleksandar Lukovič, Ivana Jelič, Aleksandar Kremenović, Alena Zdravković, Suzana Erič, Danica Bajuk-Bogdanović, "Micro-to nanoscale textures of ore minerals: methods of study and significance", V: *XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, MPRC, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia*, Proceedings, University of Belgrade, Technical Faculty, 2019, 98-100. [COBISS.SI-ID 32454695]
 11. Polona Barber, Sašo Šturm, Mehmet Ali Gülgün, Mirijam Vrabec, "Analiza procesov hidratacije belita", V: *24. posvetovanje slovenskih geologov, Ljubljana, november 2019*, Razprave, poročila, (Geološki zbornik, **25**), 2019, 4-7. [COBISS.SI-ID 1538398]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Uroš Cvelbar, Gregor Filipič, Oleg B. Baranov, Martin Košiček, Janez Zavašnik, "On the quest for deterministic approach to plasma synthesis and conversion of nanowires", V: *Final program, ISCP24, 24th International Symposium on Plasma Chemistry, June 9-14, 2019, Naples (Italy)*, Universitet Antwerpen, 2019. [COBISS.SI-ID 32]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Anja Drame, Špela Trafela, Kristina Žužek Rožman, "Nanostructured molecularly imprinted polyaniline for acrylamide sensing", V: *13S 2019, 7th International Symposium on Sensor Science, 09-11 May 2019, Napoli, Italy*, (Proceedings, **15**, 1), MDPI, 2019, 37. [COBISS.SI-ID 32348455]
2. Kristina Žagar, Cristian Fàbrega, Francisco Hernandez-Ramirez, Joan Daniel Prades, "BaTiO₃ based nanostructures for humidity sensing applications", V: *13S 2019, 7th International Symposium on Sensor Science, 09-11 May 2019, Napoli, Italy*, (Proceedings, **15**, 1), MDPI, 2019, 9. [COBISS.SI-ID 33044007]
3. Špela Trafela, "Modified nickel nanowires for electro-catalytic oxidation of formaldehyde in alkaline solutions", V: *13S 2019, 7th International Symposium on Sensor Science, 09-11 May 2019, Napoli, Italy*, (Proceedings, **15**, 1), MDPI, 2019, 43. [COBISS.SI-ID 32349223]
4. Vasyil Shvalya, Gregor Filipič, Damjan Vengust, Janez Zavašnik, Martina Modic, Ibrahim Abdulhalim, Uroš Cvelbar, "Reusable copper oxides based plasmonic templates for improved SERS detection", V: *55th*

PATENT

1. Saša Novak, Nataša Drnovšek, Gregor Murn, *Implant having a multilayered coating and a process for preparing thereof*, US10322001 (B2), US Patent Office, 18. 06. 2019. [COBISS.SI-ID 25845031]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Anas Eldosouky, *Dekrepitacija v vodiku in predelava magnetov Sm-Co*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Irena Škulj; somentor Kristina Žužek Rožman). [COBISS.SI-ID 303425280]
2. Awais Ikram, *Ponovna predelava recikliranih magnetov na osnovi Nd-Fe-B in Sm-Co s sodobno tehniko sintranja*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Kristina Žužek Rožman; somentor Spomenka Kobe). [COBISS.SI-ID 32497191]
3. Xuan Xu, *Recikliranje in ponovna predelava trajnih magnetov na osnovi sistema Nd-Fe-B z elektrokemijskimi metodami*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Kristina Žužek Rožman). [COBISS.SI-ID 303415808]

Glavna dejavnost Odseka za sintezo materialov je sinteza različnih naprednih, predvsem oksidnih magnetnih, polprevodnih in optičnih materialov. V ospredju so nanostrukturirani materiali, kot so magnetne tekočine, funkcionalizirani nanodelci za uporabo v biomedicini, večnamenski nanokompoziti, magnetni nanosi in fluorescentni materiali.

Za uporabo nanodelcev in za njihovo spajanje v kompozitne materiale je ključnega pomena obvladovanje njihovih površinskih lastnosti. Površinske lastnosti nanodelcev spreminjamo z vezavo različnih funkcionalizacijskih molekul na površino nanodelcev. Plast molekul mora biti na površino nanodelcev vezana kovalentno, da se med uporabo ne desorbira ali izmenja z drugimi molekulami, prisotnimi v mediju. Kot alternativa kovalentni vezavi, ki ni možna med ionskimi anorganskimi površinami in organskimi molekulami, se za površinsko funkcionalizacijo pogosto izkorišča koordinativna vez. Zelo močne koordinativne vezi so znane med površinskimi kovinskimi ioni in nekaterimi organskimi zvrstmi (npr. karboksilati, sulfonati, fosfonati). Izmed teh tvorijo fosfonati najmočnejše vezi, še posebej s trivalentnimi kovinskimi ioni, kot so Fe^{3+} in lanthanoidi. V naši študiji smo se osredotočili na tetrafosfonat, etilendiamin tetra(metilen fosfonsko kislino), krajše EDTMP. Prevlake smo gradili na nanoploščicah barijevega heksaferita. Nekaj nanometrov debele amorfne prevleke so na površini nanoploščic nastale pri različnih sinteznih pogojih (koncentracija liganda, temperatura, pH, čas). Presenetljivo so bile prevleke debelejšje, kot smo izračunali iz možne površinske pokritosti, določene s termogravimetrično analizo. Natančnejša študija z ARM je pokazala osiromašenje površinske plasti nanoploščic s Fe^{3+} in njihovo vgradnjo v amorfno prevleko. To pomeni, da je na površini nanoploščic nastala metalo-fosfonatna mreža. Poleg tega so prevleke zelo porozne s specifično površino 600–700 m^2/g , kar je primerljivo z znanimi poroznimi materiali, na primer kovinsko-organsko mrežo (MOF). Porozne prevleke so na nanoploščicah nastale tudi iz difosfonskih kislin, medtem ko so monofosfonske kisline tvorile gost dvojni sloj brez površinskega raztapljanje barijevega heksaferita. Ti novi hibridni materiali, sestavljeni iz anizotropnega magnetnega jedra, hibridiziranega s porozno mrežo, ki ima veliko aktivnih mest (na primer -OH, P=O, P-O, =NH⁺), predstavljajo možne nove reciklabilne magnetne katalizatorje in kemijske reaktorje z možnostjo sočasne magneto-optične kontrole procesov. S študijo nadaljujemo v sodelovanju z Odsekom za kompleksno snov (dr. Alenka Mertelj in Patricija Hribar Boštjančič), Odsekom za nanostrukturne materiale (dr. Andraž Kocjan in Hermina Hudelja), Odsekom za fizikalno in organsko kemijo (dr. Anton Kokalj), Odsekom za tehnologijo površin in optoelektroniko (dr. Janez Kovač) in z Univerzo v Novi Gorici (prof. Iztok Arčon, prof. Matjaž Valant in dr. Andraž Mavrič).

Nadaljevali smo raziskave feromagnetnih suspenzij nanoploščic barijevega heksaferita v tekočih kristalih (v sodelovanju z Odsekom za kompleksne snovi v okviru projekta ARRS, vodja dr. Alenka Mertelj). Vključeni smo bili v raziskave reologije feromagnetnih tekoče-kristalnih suspenzij. V drugi študiji smo se osredotočili na razumevanje koloidnih interakcij v suspenzijah nanoploščic barijevega heksaferita v izotropnih topilih. Vzporedno smo bili vključeni (skupaj z Odsekom za kompleksne snovi in Univero v Osaki) tudi v magneto-optične študije v feromagnetnih nematskih tekočih kristalih.

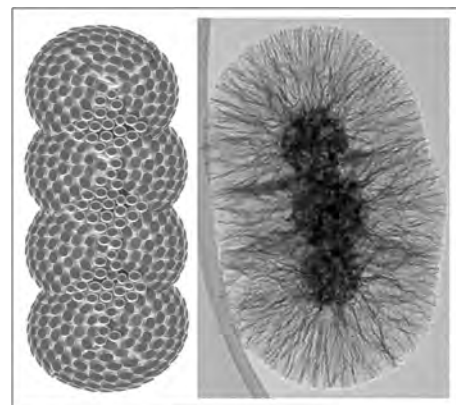
Pomemben del raziskav na odseku ostaja posvečen skupkom magnetnih nanodelcev železovega oksida, tako imenovanim nanoskupkom, ki jih razvijamo za različne uporabe, povezane z njihovo magnetno separacijo iz tekočin. Tipični primeri takih uporab so magnetno ciljana dostava zdravilnih učinkovin v medicini, čiščenje strupenih težkih kovin iz vode z njihovo adsorpcijo na nanoskupke in uporaba nanoskupkov kot nosilcev za (bio)katalizatorje. V sodelovanju z raziskovalci s Fakultete za farmacijo Univerze v Ljubljani (prof. Petra Kocbek) smo razvili nove enostopenjske metode za pripravo nanoskupkov na osnovi ultrazvočne homogenizacije segrete hidrofobne faze, ki vsebuje nepolaro površinsko aktivno snov z vodno fazo. V ločeni študiji smo sodelovali pri razvoju nanosistemov za magnetno dostavo, kjer smo učinkovino vgradili v mezoporozno plast amorfnega silicijevega oksida (tako imenovana silika). Nanoverige, ki vsebujejo približno 5 nanoskupkov v eni verigi, so bile prevlečene s siliko z velikimi in radialno usmerjenimi porami (slika 1). Pore v siliki omogočajo vgrajevanje zdravilne učinkovine, medtem ko magnetno jedro zagotavlja magnetno vodljivost.



Vodja:

prof. dr. Darko Makovec

Razvoj magnetnih nanostruktur; nanoskupkov in nanoverig, prekritih s porozno plastjo amorfnega silicijevega oksida za ciljano dostavo zdravilnih učinkovin.



Slika 1: Nanoverige, prevlečene s plastjo amorfnega silicijevega oksida. V plasti so radialno usmerjene pore, ki omogočajo vgradnjo farmacevtskih substanc za njihovo magnetno ciljano dostavo.

Leta 2019 smo v sodelovanju z raziskovalci z Univerze v Trstu, Italija (prof. Maurizio Prato in prof. Paulo Fornasiero) preučili uporabnost magnetnih nanoskupkov, prevlečenih s prevleko polidopamina (PDA), v vlogi nosilcev pri katalizi. Preučili smo vlogo nosilcev pri katalizatorjih na podlagi N- in O- doniranih ogljikovih nanomaterialov. Izkazalo se je, da material drastično spremeni selektivnost redukcije, tako da je glavni produkt voda ali vodikov peroksid. V delu smo izpostavili ključne parametre za prilagajanje selektivnosti pri prihodnji zasnovi katalizatorjev za uporabo v reakciji redukcije kisika (ORR).

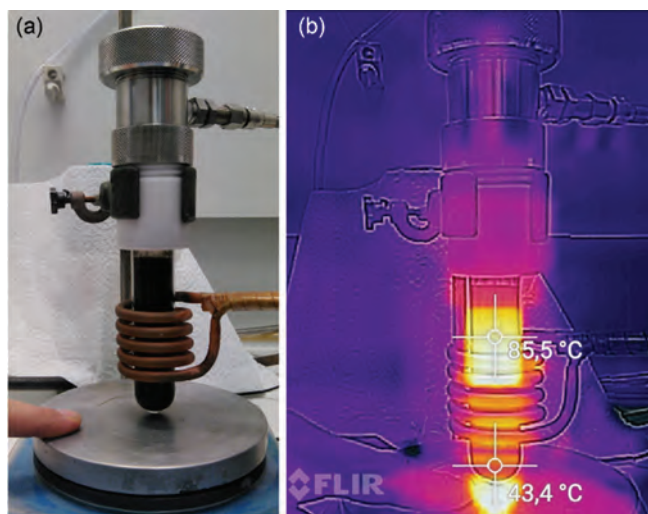
Nadaljevali smo raziskave uporabe gretja magnetnih nanoskupkov v izmeničnem magnetnem polju (AMF). Segrevanje skupkov magnetnih nanodelcev, prevlečenih z ogljikom ali aluminijevim oksidom, smo testirali pri sintezi katalizatorjev in v katalizi. Obe vrsti magnetnih nanoskupkov smo pripravili s termično obdelavo prekurzorjev.

Uporaba segrevanja skupkov magnetnih nanodelcev v izmeničnem polju pri sintezi katalizatorjev in v katalizi

Prekurzorje smo sintetizirali: i.) s hidrotermalno karbonizacijo ogljikovih hidratov (za nanoskupke, prevlečene z ogljikom) ali ii.) s hidrolizo AlN (prevlečene z aluminijevim oksidom) v koloidni suspenziji superparamagnetnih nanodelcev železovega oksida.

Kot dokaz koncepta smo segrevanje v AMF uporabili za redukcijo Ru³⁺ pri sintezi nanokatalizatorja na podlagi Ru nanodelcev. Suspenzijo z ogljikom prevlečenih magnetnih nanoskupkov v raztopini Ru(acac)₃ v izopropanolu smo izpostavili AMF. Lokalizirano sproščanje toplote je povzročilo homogeno nukleacijo nanodelcev Ru (velikosti približno 1,6 nm) izključno na površini nanoskupkov. V primerjavi s klasičnim segrevanjem se je čas za sintezo nanokatalizatorjev bistveno skrajšal; segrevanje je bilo praktično takojšnje, čas, potreben za popolno redukcijo Ru, se je znatno skrajšal, ohlajanje pa je bilo tudi kratko, saj glavna tekočega medija ostane pri bistveno nižji temperaturi kot površina nanoskupkov. V sodelovanju z Odsekom za katalizo in reakcijsko inženirstvo Kemijskega inštituta (dr. Blaž Likozar in dr. Miha Grilc) smo testirali sintetizirani nanokatalizator za hidrogeniranje furfurala. Nanokatalizator je pokazal visoko aktivnost pri hidrogeniranju furfurala v furfural alkohol. Po štirih ciklih recikliranja je konverzija ostala 100-odstotna, selektivnost pa se je z 80 odstotkov v prvem ciklu povečala na >99 odstotkov v zadnjem.

V sodelovanju z isto raziskovalno skupino s Kemijskega inštituta smo preučevali tudi katalizo ob segrevanju z AMF ob uporabi nanoskupkov, prevlečenih z ogljikom ali aluminijevim oksidom, ki so imeli na površino nanesene nanodelce Ru velike približno 2 nm. Oba katalizatorja sta imela veliko specifično površino. Nanoskupke, prevlečene z ogljikom, smo uporabili pri hidrogeniranju levulinske kisline. Hidrogeniranje je poteklo že pri sorazmerno majhnih amplitudah AMF. V 2 urah je pretvorba levulinske kisline dosegla skoraj 100 %, selektivnost za gama-valerolakton pa je znašala 90 odstotkov. Po štirih ciklih recikliranja sta pretvorba in selektivnost ostala praktično nespremenjena, kar kaže na dobro stabilnost katalizatorja. Pri uporabi konvencionalnega ogrevanja kot vira energije za hidrogeniranje je bila reakcijska hitrost znatno nižja, kar kaže, da se površina katalizatorja v AMF ogreje do zelo visoke temperature. Podoben rezultat smo dobili pri hidrogeniranju furfurala s katalizatorjem, prevlečenim z aluminijevim oksidom (slika 2). Oba primera dokazujeta, da se lahko ogrevanje katalizatorjev v AMF v reaktorjih z goščo uporablja za hidrogeniranje kemikalij biološkega izvora v produkte z visoko dodano vrednostjo.



Slika 2: Fotografija (a) in termogram (b) hidrogeniranja furfurala v šaržnem reaktorju z goščo. Segrevanje je posledica lokalnega gretja katalizatorja s pomočjo izmeničnega magnetnega polja.

Frustrirani Lewisovi pari so spojine, pri katerih Lewisova kislina in baza zaradi steričnih ovir ne moreta tvoriti klasičnega adukta. Znani so

molekularni primeri in nekaj trdnih spojin. Spojine so zanimive, ker lahko energija frustracije aktivira majhne molekule, kot so H₂, CO in CO₂, kar je običajno možno le s plemenitimi kovinami ali v redkih primerih s kovinami prehoda. V sodelovanju z univerzo v Bernu (prof. Ulrich Aschauer), Odsekom za nanostrukturirane materiale (dr. Andraž Kocjan), Odsekom za anorgansko kemijo in tehnologijo (dr. Gašper Tavčar in dr. Tomaž Skapin) ter Odsekom za katalizo in reakcijsko inženirstvo Kemijskega inštituta (dr. Blaž Likozar in dr. Miha Grilc) raziskujemo vpliv površinske kislosti aluminijevega oksida/fluorida in strukture adsorbirane Lewisove baze na možnost tvorbe površinsko frustriranih Lewisovih parov in njihovo aktivnost pri hidrogeniranju.

Pomemben del raziskav je bil posvečen našemu novemu konceptu uporabe anizotropnih magnetnih nanodelcev v medicini, ki temelji na pretvorbi energije izmeničnega magnetnega polja nizkih frekvenc (AMF, 1 – 200 Hz) v mehansko energijo. Pri projektu, posvečenem magneto-mehanskemu zdravljenju raka, sodelujemo s Fakulteto za elektrotehniko (Laboratorij za bioelektromagnetiko – FEE-Magnetika, Laboratorij za biofiziko – FEE-Biofizika), Fakulteto za zdravstvene vede Univerze v Ljubljani (Laboratorij za klinično biofiziko – ZF) in Odsekom za molekularne in biomedicinske znanosti – B2-IJS. Da povzročimo njihovo magneto-mehansko uničenje, rakave celice

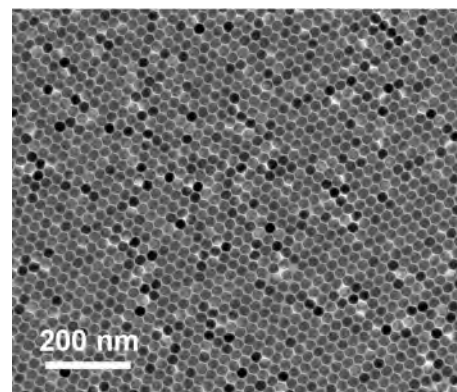
z internaliziranimi anizotropnimi magnetnimi nanodelci izpostavimo AMF. Rotacije nanodelcev pod vplivom AMF povzročijo prenos sile, ki lahko poškoduje notranjost celice. V testih uporabljamo dva tipa anizotropnih nanodelcev, ki se razlikujeta po magnetnih lastnostih: heksaferitne nanoploščice (široke ~50 nm in debele 3 nm) so trdo magnetne, medtem ko izkazujejo nanoverige (dolge ~600 nm in široke 80 nm) superparamagnetnost. Učinkovitost magneto-mehanske akcije nanodelcev preverjamo *in vitro* na orjaških fosfolipidnih veziklih, eritrocitih, različnih rakavih celicah. Za testiranje nanodelcev smo morali razviti nove postopke za pripravo testnih suspenzij. Zagotavljanje koloidne stabilnosti suspenzij permanentno magnetnih nanodelcev, kot so heksaferitne nanoploščice, je zelo zahtevno, saj prihaja do aglomeracije zaradi magnetnih interakcij dipol-dipol. Razvili smo novo metodo, temelječo na kovalentni vezavi molekul dekstrana na površino nanoploščic, ki smo jo predhodno prevlekli s tanko plastjo amornega silicijevega oksida. Za sledenje z metodami, temelječimi na fluorescenčni mikroskopiji, smo v silikatno plast vgradili fluorescentne molekule. Leta 2019 smo končali testiranja magneto-mehanskega učinka nanoploščic na unilamelarnih fosfolipidnih mehurčkih (GUV), ki smo jih izvajali v sodelovanju s FEE. GUV predstavljajo preprost model celične membrane, s katero pride celica najprej v stik z nanodelci. Pri določenih pogojih se nanoploščice elektrostatsko absorbirajo na GUV. Po izpostavitvi AMF GUVi ciklično spreminjajo obliko, sinhrono z AFM, pri nizki koncentraciji nanoploščic (1 µg/ml), pri povišani koncentraciji nad približno 10 µg/ml pa začnejo GUVi pokati. Delež GUV-ov, ki v določenem času počijo zaradi izpostavitve v AMF, smo uporabili kot merilo za učinkovitost magneto-mehanske akcije. Kot smo pričakovali, se je število GUV zmanjševalo proporcionalno s časom izpostavitve AMF ter s frekvenco in amplitudo AMF. Meritve porazdelitve velikosti GUV pred izpostavitvijo AMF in po njej niso pokazale velikih razlik, kar je močna indikacija za to, da pokanje GUV ni kolektivni učinek vseh nanoploščic, absorbiranih na GUV. Teoretska obravnava (sodelovanje z dr. Mitjem Drabom iz FEE in dr. Simonom Čoparjem s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani) pa je na drugi strani pokazala, da tudi posamezne ploščice ne morejo biti odgovorne za pretrganje fosfolipidnega dvosloja, ki vodi do pokanja GUV. Rezultati nakazujejo na to, da pride do pokanja GUV lokalno, kot posledica delovanja več sosednjih nanoploščic na površini GUV.

Vzporedno smo nadaljevali testiranja magneto-mehanskega učinka anizotropnih nanodelcev na rakave celice (MDA-MB-231 in HeLa) *in vitro* (sodelovanje z B2-JSI). Viabilnost celic smo zasledovali s fluorescenčno mikroskopijo in s pretočno citometrijo. Celice smo izpostavili različnim koncentracijam nanodelcev in jih za krajši čas izpostavili AFM. Uporabili smo AFM različnih amplitud (1 mT, 10 mT) in frekvenc (3–100 Hz). Po izpostavitvi AMF se viabilnost celic ni zmanjšala, kar dokazuje, da nanodelci niso toksični. Po obdelavi z AMF se je viabilnost celic, izpostavljenih nanoploščicam, signifikantno zmanjšala, vendar pa je bil učinek relativno majhen. Po drugi strani pa lahko ugotovimo, da je bil učinek velik, če ga primerjamo z zelo majhno količino nanoploščic, ki so jih celice privzele iz stabilne suspenzije. Proces internalizacije nanodelcev v celice smo zasledovali s presevno elektronsko mikroskopijo (sodelovanje z Inštitutom za biologijo celice Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani, dr. Mateja Erdani Krefit). Majhno količino nanoploščic, ki je bila privzeta v celice, smo pripisali odlični koloidni stabilnosti testnih suspenzij. Izkazalo se je namreč, da celice težje privzamejo nanodelce iz stabilnih suspenzij, kot če prihaja do aglomeracije. Privzem nanodelcev smo poskušali izboljšati s tem, da smo jih magnetno privlekli v bližino površine celice z izpostavitvijo magnetni foliji. S tem smo sicer izboljšali vnos delcev v celice, so se pa pri tem pokazale mnoge tehnične težave.

Leta 2019 smo s celovito raziskavo magnetnih nanoverig potrdili njihov fototermičen učinek, zmožnost posredovanja magneto-mehanske motnje na zunajceličnem matriksu in zmožnost uničenja rakavih celic. Raziskavo smo izvedli v sodelovanju s CNRS-IPBS, Toulouse, Francija (dr. Jelena Kolosnjaj - Tabi). Razvili smo nanoverige, ki lahko s kombinacijo magneto-mehanskega in fototermičnega učinka razgradijo zunajcelični matriks. Vloga zunajceličnega matriksa je zagotavljanje strukturne in biokemične podpore sosednjim celicam. Magneto-mehanski in fototermični pristopi, ki temeljijo na anizotropnih magnetnih nanodelcih, bi tako lahko predstavljali metodološko alternativo pri obvladovanju progresivnih tumorjev ali na antibiotike odpornih bakterijskih okužb.

Leta 2019 smo sodelovali tudi pri raziskavah hibridnih nanomaterialov. Uspešno smo predstavili raziskavo, ki je temeljila na pripravi hibridnih superstruktur na podlagi samourejanja tripeptida ((p-aminobenzoil)-L-Phe-D-Ala-L-Phe-NH₂) in vključevanja kovinsko-organskih kletk. Preiskava je bila izvedena v sodelovanju z Univerzo Cambridge v Veliki Britaniji (prof. Jonathan Nitschke) in Oddelkom za kemijske in farmacevtske znanosti Univerze v Trstu, Italija (prof. Silvia Marchesan). Kompozitni nanomaterial tvori gel, ki omogoča ločevanje kemijskih specij v istem topilu. Rezultati so bili objavljeni v *Angewandte Chemie*.

V okviru sodelovanja s prof. T. Krasia Christoforou (Univerza na Cipru) in prof. C. Riziotis (Inštitut za teoretsko in fizikalno kemijo, Atene, Grčija) smo raziskovali celulozna acetatna vlakna, v katera smo vgradili magnetne nanodelce



Slika 3: Fluoridni (NaYF_4 dopiran z lantanidnimi ioni) fluorescentni nanodelci.

Ovrednotili smo uporabo magneto-mehanskega učinka anizotropnih magnetnih nanodelcev na rakave celice, izpostavljene magnetnemu polju nizkih frekvenc *in vitro*.

za večnamenske senzorje plinov in določanje pH vrednosti. Učinkovito vgrajevanje fluorescentnih nanodelcev s kovalentno vezanim fluoroforom v acetatna vlakna je preprečilo uhajanje fluorofora iz površine vlaken in s tem omogočilo stabilno delovanje razvitih materialov. Pokazali smo široko uporabnost vlaken pri optičnih senzorjih. Rezultati so bili objavljeni v znanstveni reviji *Scientific reports*.

Nadaljevali smo raziskave fluorescenčnih optičnih materialov. Fluorescenčni nanodelci z energijsko pretvorbo navzgor so zanimivi za izdelavo različnih optičnih elementov in tudi kot alternativni biooznačevalci v medicinski diagnostiki na podlagi slikanja. Na tem področju smo nadaljevali študijo kemijske stabilnosti fluorescenčnih nanodelcev na podlagi fluoridnih matric, dopiranih z lantanidi, ter z razvojem primernih zaščitnih prevlek. Zaradi naših predhodnih ugotovitev znatnega raztapljanja nanodelcev na podlagi fluoridov, dopiranih z lantanoidi (Ln), smo se osredotočili na preprečevanje/zmanjšanje njihovega raztapljanja. Najbolj znatno raztapljanje nanodelcev smo določili v prisotnosti fosfatnih ionov, kar je posledica nastanka težkotopnih Ln-fosfatov. Študirali smo prevleke iz fosfonatov. Izbrali smo fosfonat s štirimi fosfonskimi skupinami, etilendiamin tetra(metilen fosfonska kislina) (EDTMP), bisfosfonat (natrijev alendronat) in pegiliran fosfonski dendrimer. Prevleka iz EDTMP je najbolje zaščitila fluorescenčne nanodelce. Njihovo raztapljanje v raztopini fosfatov se je zmanjšalo do 10x v primerjavi z neprevlečenimi nanodelci. Študije raztapljanja izvajamo skupaj z Odsekom za anorgansko kemijo in tehnologijo (dr. Maja Ponikvar - Svet) in Medicinsko fakulteto Univerze v Ljubljani (dr. Lovro Žiberna in prof. dr. Mojca Kržan). Vse omenjene študije so podprte tudi z natančno optično karakterizacijo, kar izvajamo skupaj z Odsekom za kompleksne snovi (prof. Boris Majaron).

Nadaljevali smo tudi raziskave, posvečene materialom s pozitivnim temperaturnim koeficientom upornosti (PTKU). V ospredju so bili kompozitni materiali, ki vsebujejo mešanico prevodne faze (kovina) in neprevodne faze (keramika BaTiO_3). Dimenzijske spremembe pri fazni transformaciji v neprevodni fazi privedejo do prekinitev povezav v prevodni fazi in s tem do PTK anomalije. Z uporabo takega pristopa smo razvili kompozit na osnovi Ni in BaTiO_3 , ki je izkazoval izrazit učinek PTKU. Kompozit hkrati izkazuje relativno visoko magnetizacijo, torej gre za prvi primer magnetnega kompozita z učinkom PTKU.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Makovec, Darko, Komelj, Matej, Dražič, Goran, Belec, Blaž, Goršak, Tanja, Gyergyek, Sašo, Lisjak, Darja, Incorporation of Sc into the structure of barium-hexaferrite nanoplatelets and its extraordinary finite-size effect on the magnetic properties, *Acta materialia*, 2019, 172, 84–91
2. Hu, Jie, Goršak, Tanja, Mertelj, Alenka, Makovec, Darko, Lisjak, Darja, *et al.*, Magnetic nanoplatelets for high contrast cardiovascular imaging by magnetically modulated optical coherence tomography, *ChemPhotoChem*, 2019, 3, 529–539
3. Makovec, Darko, Gyergyek, Sašo, Goršak, Tanja, Belec, Blaž, Lisjak, Darja, Evolution of the microstructure during the early stages of sintering barium hexaferrite nanoplatelets, *Journal of the European ceramic society*, 2019, 39, 15, 4831–4841

MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA18132; Funkcionalni gliko-nanomateriali za razvoj diagnostike in ciljne terapije
COST Association AISBL
doc. dr. Slavko Kralj
2. H2020 - BeMAGIC; Magnetoelektriki po 2020: Izobraževalni program o energetsko učinkovitih magnetoelektričnih nanomaterialih za sodobne tehnologije informatike in varovanja zdravja
European Commission
prof. dr. Darja Lisjak
3. Razvoj nedestruktivne analitske metode za spremljanje površinskih lastnosti nanodelcev s pretvorbo energije navzgor na osnovi optičnih meritev
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Darja Lisjak
4. Dinamična histereza kot orodje za študij učinkovitosti uporabe magnetnih nanodelcev za hipertermijo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Sašo Gyergyek
5. Načrtovanje in sinteza kemijsko stabilnih luminiscentnih nanodelcev jedro-lupina z energijsko pretvorbo energije navzgor za biološko slikanje
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Darja Lisjak

PROGRAM

1. Sodobni magnetni in večnamenski materiali
prof. dr. Darko Makovec

PROJEKTI

1. Anizotropni magnetni nanodelci za magneto-mehansko zdravljenje raka
prof. dr. Darko Makovec
2. Feromagnetne tekočine krmiljene z električnim poljem
prof. dr. Darja Lisjak
3. Večnamenske Janusove nanoploščice
Jelena Papan, PhD.
4. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
prof. dr. Darko Makovec
5. Najem opreme in prostorov podjetja na IJS
doc. dr. Sašo Gyergyek
6. Pogodba o uporabi opreme
doc. dr. Sašo Gyergyek
7. Razne storitve
prof. dr. Darko Makovec

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJJIH

1. Tanja Goršak, Darja Lisjak, delovni obisk na Institutu Vinica, Institut Vinica, Beograd, Srbija, 3.-6. 4. 2019
2. Slavko Kralj, 6th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, Sitges, Španija, 10.-16. 3. 2019 (1)
3. Sašo Gyergyek, konferenca FP7 MAGBIOVIN MAGBIOVIN, Beograd, Srbija, 3.-5. 4. 2019
4. Darja Lisjak, Univerza Turku, Turku, Finska, 10.-13. 4. 2019
5. Slavko Kralj, Sebastjan Nemeč, BioNanoMed 2019: Congress documentation, 10th International Congress Nanotechnology in Medicine & Biology, Gradec, Avstrija, 15.-17. 4. 2019 (1)
6. Darja Lisjak, INTERM 2019, 6th International Congress on Microscopy & Spectroscopy and BIOMATSEN 2019, 4th International Congress on Biomaterials Biosensors, Mugla, Turčija, 12.-18. 5. 2019 (1)
7. Darja Lisjak, Darko Makovec, 4th International Scientific Conference NANOAPP 2019 - Nanomaterials & Applications, Ljubljana, 3.-6. 6. 2019 (2)
8. Tanja Goršak, Slavko Kralj, konferenca Int. Conf. of Colloids, Sitges, Španija, 16.-20. 6. 2019 (1)
9. Igor Zajc, ECERS XVI Conference, Torino, Italija, 16.-20. 6. 2019 (1)
10. Darko Makovec, 2nd Global Conference on Magnetism and Magnetic Materials (GCMMM-2019), Rim, Italija, 24.-27. 7. 2019 (1)
11. Slavko Kralj, Sebastjan Nemeč, 3rd World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Fields in Biology, Medicine and Food & Environmental Technology, Toulouse, Francija, 3.-6. 9. 2019 (2)
12. Tanja Goršak, Slavko Kralj, Sebastjan Nemeč, 25th Annual Meeting of the Slovenian Chemical Society, Maribor, 25.-27. 9. 2019 (2)
13. Darja Lisjak, projektni sestanek, Universidad Autonoma de Barcelona, ITN BeMagic, Barcelona, Španija, 27.-30. 11. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Sašo Gyergyek
2. doc. dr. Slavko Kralj
3. prof. dr. Darja Lisjak
4. **prof. dr. Darko Makovec, znanstveni svetnik vodja odseka**
5. dr. Igor Zajc, strokovni sekretar odseka

Podoktorski sodelavci

6. Jelena Papan, PhD., Srbija

Mlajši raziskovalci

7. *Tanja Goršak, mag. ind. farm., odšla 1. 10. 2019*
8. Sebastjan Nemeč, mag. farm.

Tehniški in administrativni sodelavci

9. Bernarda Anželak, univ. dipl. inž. kem. inž.
10. Tamara Matevc, univ. dipl. lit. komp. in fil.

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung (BAM), Berlin, Nemčija
2. Budapest University of Technology and Economics, Budimpešta, Madžarska
3. CNRS-IPBS, Toulouse, Francija
4. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lozana, Švica
5. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, Švica
6. Institut Catala de Nanociencia i Nanotecnologia, Barcelona, Španija
7. Institute of Nuclear Sciences Vinča, Beograd, Srbija
8. Institute of Physics ASCR, Praga, Češka
9. InoVine, d. o. o., Ljubljana
10. Kemijski inštitut, Ljubljana
11. Lek, d. d., Mengeš
12. LG Technology Center of Moscow, Moskva, Rusija
13. Medical University of Graz, Gradec, Avstrija
14. Murata Manufacturing Co. Oddelek za razvoj materialov, Kyoto, Japonska
15. Missouri University of Science and Technology, Rolla, ZDA
16. Nanos Scientifcae, Ljubljana
17. Optacore, d. o. o., Ljubljana
18. STELEM, d. o. o., Žužemberk
19. Technische Universitaet Dresden, Dresden, Nemčija
20. Universidad Autònoma de Barcelona, Barcelona, Španija
21. Universidad Autònoma de Madrid, Madrid, Španija
22. University of Cyprus, Nikozija, Ciper
23. University of Southern Denmark, Odense, Danska
24. Univerza v Ljubljani, Biotehnična fakulteta, Ljubljana
25. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Ljubljana
26. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
27. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
28. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana
29. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Ljubljana
30. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor
31. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
32. Università di Trieste, Trst, Italija
33. Univerza v Novi Gorici
34. University of Twente, Enshede, Nizozemska
35. University Paris, Nanomaterials group in the CSPBAT Laboratory, Pariz, Francija
36. University of Sydney, Key Centre for Polymers and Colloids, Sydney, Avstralija
37. Université de Strasbourg, Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg, Strasbourg, Francija
38. VTT Chemical Research Centre of Finland Espoo & Tampere, Tampere, Finska
39. CNR, Istituto Officina dei Materiali, Trst, Italija
40. University of Turku, Turku, Finska
41. University of Hull, Hull, Velika Britanija
42. Department of Chemistry and Biochemistry, University of Bern, Bern, Švica
43. Kiralis Technologies, Izrael

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Slavko Kralj *et al.* (12 avtorjev), "Ex-solution synthesis of Sub-5-nm FeO_x nanoparticles on mesoporous hollow N,O-doped carbon nanoshells for electrocatalytic oxygen reduction", *ACS applied nano materials*, 2019, **2**, 10, 6092-6097. [COBISS.SI-ID 32806439]
- Darko Makovec, Matej Komelj, Goran Dražič, Blaž Belec, Tanja Goršak, Sašo Gyergyek, Darja Lisjak, "Incorporation of Sc into the structure of barium-hexaferrite nanoplatelets and its extraordinary finite-size effect on the magnetic properties", *Acta materialia*, 2019, **172**, 84-91. [COBISS.SI-ID 5377531]
- Marion Kieffer, Ana María Fernández García, Cally J.E. Haynes, Slavko Kralj, Daniel Iglesias, Jonathan Nitschke, Silvia Marchesan, "Embedding and positioning of two Fe14L4 cages in supramolecular tripeptide gels for selective chemical segregation", *Angewandte Chemie: International edition*, 2019, **58**, 24, 7982-7986. [COBISS.SI-ID 32246567]
- Marin Tadić, Slavko Kralj, Yoann Lalatonne, Laurence Motte, "Iron oxide nanochains coated with silica: synthesis, surface effects and magnetic properties", *Applied Surface Science*, 2019, **476**, 641-646. [COBISS.SI-ID 32059943]
- Jelena Kološnjaj Tabi, Slavko Kralj, Elena Griseti, Sebastjan Nemeč, Claire Wilhelm, Anouchka Plan Sangnier, Elisabeth Bellard, Isabelle Fourquaux, Muriel Golzio, Marie-Pierre Rols, "Magnetic silica-coated iron oxide nanochains as photothermal agents, disrupting the extracellular matrix, and eradicating cancer cells", *Cancers*, 2019, **11**, 12, 2040. [COBISS.SI-ID 32987943]
- Jasmina Dostanić, Davor Lončarević, Vladimir Pavlović, Jelena Papan, Jovan Nedeljković, "Efficient photocatalytic hydrogen production over titanate/titania nanostructures modified with nickel", *Ceramics international*, 2019, **45**, 15, 19447-19455. [COBISS.SI-ID 33077287]
- Miroslav D. Dramićanin *et al.* (11 avtorjev), "Li₂TiO₃:Mn⁴⁺ deep-red phosphor for the lifetime-based luminescence thermometry", *ChemistrySelect*, 2019, **4**, 24, 7067-7075. [COBISS.SI-ID 33077031]
- Jie Hu *et al.* (18 avtorjev), "Magnetic nanoplatelets for high contrast cardiovascular imaging by magnetically modulated optical coherence tomography", *ChemPhotoChem*, 2019, **3**, 529-539. [COBISS.SI-ID 32325415]
- Tanja Goršak, Darko Makovec, Uroš Javornik, Blaž Belec, Slavko Kralj, Darja Lisjak, "A functionalization strategy for the dispersion of permanently magnetic barium-hexaferrite nanoplatelets in complex biological media", *Colloids and surfaces. A, Physicochemical and Engineering Aspects*, 2019, **573**, 119-127. [COBISS.SI-ID 32311847]
- Anita Jemec Kokalj, Sara Novak, Iva Talaber, Veno Kononenko, Lilijana Bizjak-Mali, Maša Vodovnik, Bojana Žegura, Tina Eleršek, Gabriela Kalčíková, Andreja Žgajnar Gotvajn, Slavko Kralj, Darko Makovec, Hana Čaloudova, Damjana Drobne, "The first comprehensive safety study of Magnéli phase titanium suboxides reveals no acute environmental hazard", *Environmental science. Nano*, 2019, **6**, 4, 1131-1139. [COBISS.SI-ID 4990031]
- Olivija Plohl, Urban Ajdnik, Sašo Gyergyek, Irena Ban, Alenka Vesel, Tjaša Kraševac Glaser, Lidija Fras Zemljič, "Superior stability and high biosorbent efficiency of carboxymethylchitosan covalently linked to silica-coated core-shell magnetic nanoparticles for application in copper removal", *Journal of environmental chemical engineering*, 2019, **7**, 1, 102913. [COBISS.SI-ID 22073622]
- Brina Dojer, Andrej Pevec, Katja Breznik, Zvonko Jagličić, Sašo Gyergyek, Matjaž Kristl, "Structural and thermal properties of new copper and nickel single-source precursors", *Journal of molecular structure*, 2019, **1194**, 171-177. [COBISS.SI-ID 24538632]
- Patricija Hribar, Matija Tomšič, Andrej Jamnik, Darja Lisjak, Alenka Mertelj, "Electrostatic interactions between barium hexaferrite nanoplatelets in alcohol suspensions", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019, **123**, 37, 23272-23279. [COBISS.SI-ID 32638247]
- Vera Pavlović, Jelena D. Vujančević, Pavle Z. Mašković, Jovana Čirković, Jelena Papan, Darko Kosanović, Miroslav D. Dramićanin, Predrag B. Petrović, Branislav Vlahović, Vladimir Pavlović, "Structure and enhanced antimicrobial activity of mechanically activated nano TiO₂", *Journal of the American Ceramic Society*, 2019, **102**, 12, 7735-7745. [COBISS.SI-ID 33077543]
- Darko Makovec, Sašo Gyergyek, Tanja Goršak, Blaž Belec, Darja Lisjak, "Evolution of the microstructure during the early stages of sintering barium hexaferrite nanoplatelets", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 15, 4831-4841. [COBISS.SI-ID 5416443]
- Marin Tadić, Slavko Kralj, Lazar Kopanja, "Synthesis, particle shape characterization, magnetic properties and surface modification of superparamagnetic iron oxide nanochains", *Materials characterization*, 2019, **148**, 123-133. [COBISS.SI-ID 32033319]
- Črt Dragar, Tanja Potrč, Sebastjan Nemeč, Robert Roškar, Stane Pajk, Petra Kocbek, Slavko Kralj, "One-pot method for preparation of magnetic multi-core nanocarriers for drug delivery", *Materials*, 2019, **12**, 3, 540. [COBISS.SI-ID 32095527]
- Miloš Beković, Mislav Trbušić, Sašo Gyergyek, Mladen Trlep, Marko Jesenik, Peter S.B. Szabo, Anton Hamler, "Numerical model for determining the magnetic loss of magnetic fluids", *Materials*, 2019, **12**, 4, 591. [COBISS.SI-ID 22154262]
- Olivija Plohl, Matjaž Finšgar, Sašo Gyergyek, Urban Ajdnik, Irena Ban, Lidija Fras Zemljič, "Efficient copper removal from an aqueous environment using a novel and hybrid nano-adsorbent based on derived-polyethyleneimine linked to silica magnetic nanocomposites", *Nanomaterials*, 2019, **9**, 2, 209. [COBISS.SI-ID 22121750]
- Irena Ban, Sabina Markuš, Sašo Gyergyek, Mihael Drogenik, Jasmina Korenak, Claus Hélix-Nielsen, Irena Petrinić, "Synthesis of poly-sodium-acrylate (PSA)-coated magnetic nanoparticles for use in forward osmosis draw solutions", *Nanomaterials*, 2019, **9**, 9, 1238. [COBISS.SI-ID 22557462]
- Shaohua Gao, Mathias Fleisch, Romano Anton Rupp, Luka Cmok, Peter Medle Rupnik, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Xinzhen Zhang, Irena Drevenšek Olenik, "Magnetically tunable optical diffraction gratings based on a ferromagnetic liquid crystal", *Optics express*, 2019, **27**, 6, 8900-8911. [COBISS.SI-ID 3298148]
- Takuya Naruta, Takuya Akita, Yoshiaki Uchida, Darja Lisjak, Alenka Mertelj, Noriyuki Nishiyama, "Magnetically controllable random laser in ferromagnetic nematic liquid crystals", *Optics express*, 2019, **27**, 17, 24426-24433. [COBISS.SI-ID 32567335]
- Jelena Papan, Dragana Jovanović, Milica Sekulić, Estelle Glais, Miroslav D. Dramićanin, "Photoluminescence properties and thermal stability of RE_{2-x}Eu_xSn₂O₇ (RE = Y³⁺, Gd³⁺, Lu³⁺) red nanophosphors", *Powder technology*, 2019, **346**, 150-159. [COBISS.SI-ID 33063207]
- Blaž Belec, Katja Ferfolja, Tanja Goršak, Nina Kostevšek, Sandra Gardonio, Mattia Fanetti, Matjaž Valant, "Inherent surface properties of adsorbent-free ultrathin Bi₂Se₃ topological insulator platelets", *Scientific reports*, 2019, **9**, 190571. [COBISS.SI-ID 5506299]
- Alenka Mertelj, Borut Lampret, Darja Lisjak, Jürgen Klepp, J. Kohlbrecher, Martin Čopič, "Evolution of nematic and ferromagnetic ordering in suspensions of magnetic nanoplatelets", *Soft matter*, 2019, **15**, 27, 5412-5420. [COBISS.SI-ID 32517415]
- Jure Brence, Luka Cmok, Nerea Sebastián Ugarteche, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Irena Drevenšek Olenik, "Optical second harmonic generation in a ferromagnetic liquid crystal", *Soft matter*, 2019, **15**, 43, 8758-8765. [COBISS.SI-ID 3365476]
- Marina Kurbasic, Sabrina Semeraro, Ana María Fernández García, Slavko Kralj, Evelina Parisi, Caterina Deganutti, Rita De Zorzi, Silvia Marchesan, "Microwave-assisted cyclization of unprotected dipeptides in water to 2,5-piperazinediones and self-assembly study of products and reagents", *Synthesis*, 2019, **52**, 14, 2829-2838. [COBISS.SI-ID 32250663]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Helena Oliveira *et al.* (11 avtorjev), "Critical considerations on the clinical translation of Upconversion Nanoparticles (UCNPs): recommendations from the European Upconversion Network (COST Action CM1403)", *Advanced healthcare materials*, 2019, **8**, 24, 1801233. [COBISS.SI-ID 31949351]

ODSEK ZA RAZISKAVE SODOBNIH MATERIALOV

K-9

Na Odseku za raziskave sodobnih materialov razvijamo nove materiale s poznavanjem soodvisnosti njihovih strukturnih, mikrostrukturnih in funkcionalnih lastnosti. Pri tem uporabljamo napredne tehnologije, ki omogočajo kontrolo sinteze na atomski in mikrostrukturni ravni. Z njimi pripravljamo vnaprej načrtovane strukturirane 3D-materiale, tanke plasti in nanodelce z izbrano kristalno strukturo, kemijsko sestavo in mikrostrukturno. Med našimi pomembnejšimi cilji je razvoj i) novih funkcionalnih oksidnih materialov za elektronske aplikacije in pretvorbo energije, ii) novih biokompatibilnih materialov z izboljšanimi antibakterijskimi ali piezoelektričnimi lastnostmi in iii) toplotnoizolacijskih materialov z izboljšanimi lastnostmi in trajnostnim vidikom.

Novi funkcionalni oksidi

V okviru projekta M-ERA.NET – HARvEnPiez in raziskav feroelektričnih perovskitnih delcev s kontrolirano morfologijo za piezoelektrične aplikacije so bile raziskave usmerjene v razjasnitev eksperimentalnih pogojev, ki bi omogočili nadzor nad kemijsko sestavo, kristalno strukturo in preferenčno orientacijo ploščic na osnovi $Ba_{1-x}Ca_xTiO_3$ z dobrimi feroelektričnimi in piezoelektričnimi karakteristikami. Pri topokemijski pretvorbi iz ploščic $Bi_4Ti_3O_{12}$ v ploščice trdnih raztopin $Ba_{1-x}Ca_xTiO_3$ je bilo ugotovljeno, da je vključitev Ca v strukturo zelo omejena (npr. $\leq 1,5$ at.% pri predvidenem $x=0,1$), pri čemer v ploščicah preostane tudi do 2 at.% Bi. Obe vrsti kationov se vgrajujeta na mesto A v kompleksnem perovskitu na osnovi $Ba(Ca,Bi)TiO_3$.

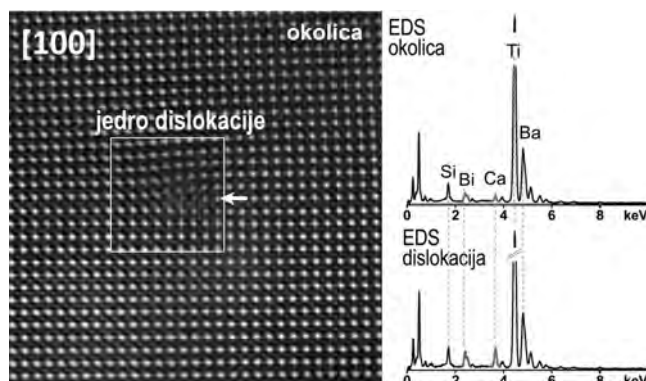
Poleg tega sta Ca in Bi prisotna tudi v kristalnih napakah, kot so dislokacije, obogatene s Ca (slika 1), in v vključkih, ki vsebujejo Bi. Ugotovili smo, da se splošne zakonitosti, ki smo jih opazili za pripravo ploščic $BaTiO_3$ z visoko tetragonalnostjo in izrazito (001) preferenčno orientacijo, spremenijo že pri nizkih vsebnostih Ca (tj. $x = 0,01$). Medtem ko pri ploščicah $BaTiO_3$ temperaturni pogoji, kot so dolgotrajno žganje pri 600–900 °C in počasna hitrost ohlajanja (1 °C/min), omogočajo nastanek tetragonalnih izrazito (001) preferenčno orientiranih ploščic, takšni pogoji vodijo do psevdokubične strukture že pri $x = 0,01$. Ploščice na osnovi $Ba_{1-x}Ca_xTiO_3$ z naslednjimi dejanskimi sestavami $x = 0 \Rightarrow Ba_{0,96}Bi_{0,07}Ti_{0,97}O_3$, $x = 0,01 \Rightarrow Ba_{0,92}Ca_{0,016}Bi_{0,09}Ti_{0,97}O_3$ in $x = 0,05 \Rightarrow Ba_{0,89}Ca_{0,056}Bi_{0,09}Ti_{0,96}O_3$ ter z izrazito tetragonalno strukturo nam je uspelo pripraviti pri krajših časih žganja (2 uri pri 900 °C) in hitrem ohlajanju (>10 °C/min). Pri tovrstnih ploščicah smo s pomočjo mikroskopa na atomsko silo s piezo modulom (PFM) raziskali njihove feroelektrične in piezoelektrične lastnosti. Ugotovili smo, da so prisotne feroelektrične domene velikosti okrog 500 nm, in določili lokalno maksimalne vrednosti d_{33} od 20 pm/V do 80 pm/V. Z nizkotemperaturno rentgensko difrakcijo (XRD) smo dokazali, da že nizke vsebnosti Bi (1,4 at.%) in Ca (0,3 at.%) onemogočijo fazni prehod iz tetragonalne v ortorombsko modifikacijo (5–10 °C pri $BaTiO_3$), zaradi česar se temperaturno območje stabilnosti tetragonalne faze razširi do zelo nizkih temperatur ($\ll -120$ °C). Nasprotno, prisotnost obeh elementov nima tako izrazitega vpliva na temperaturo faznega prehoda iz feroelektrične v paraelektrično fazo pri temperaturah 125–135 °C. Pričakuje se, da stabilnost tetragonalne modifikacije zmanjša temperaturno odvisnost feroelektričnih in piezoelektričnih lastnosti v temperaturnem območju od -120 do 120 °C.

S topokemijsko pretvorbo $Bi_4Ti_3O_{12}$ nanoploščic (t. i. templata) smo pod hidrotermalnimi pogoji pripravili nanoploščice $SrTiO_3$ in heterostrukturirane nanoploščice $Bi_4Ti_3O_{12}/SrTiO_3$ z različnim razmerjem $Bi_4Ti_3O_{12}$ in $SrTiO_3$. V nadaljevanju smo pojasnili procese, ki spremljajo omenjeno pretvorbo, in razložili njen mehanizem. Tako pripravljene nanoploščice $SrTiO_3$ po končani pretvorbi, kot delno pretvorjene heterostrukturirane nanoploščice $Bi_4Ti_3O_{12}/SrTiO_3$, zavzemajo mezokristalinično strukturo. Glede na navajanje literature mezokristalinične in heterostrukture lahko povečajo fotokatalitsko aktivnost delcev $SrTiO_3$ za nastanek vodika pri fotokatalitski cepitvi vode. Tako pripravljene delce smo tudi testirali za fotokatalitsko proizvodnjo vodika brez uporabe sokatalizatorjev in potrdili ugoden vpliv heterostrukture na učinkovitost fotokatalitske reakcije. Primerjali smo tudi potek mehanizma topokemijske pretvorbe



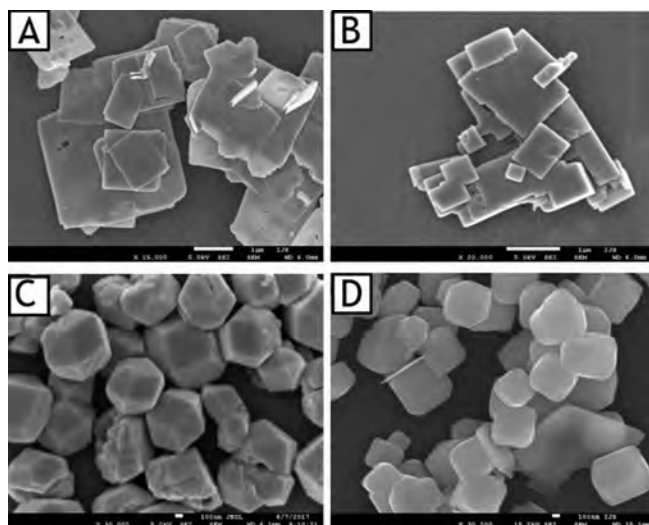
Vodja:

doc. dr. Matjaž Spreitzer



Slika 1: HR-STEM slika preseka $Ba_{1-x}Ca_xTiO_3$ ($x = 0,05$) ploščice z dislokacijo, bogato s Ca, v okolici z urejeno strukturo monokristala (levo) in EDS spektra okolice (desno zgoraj) in dislokacije (desno spodaj).

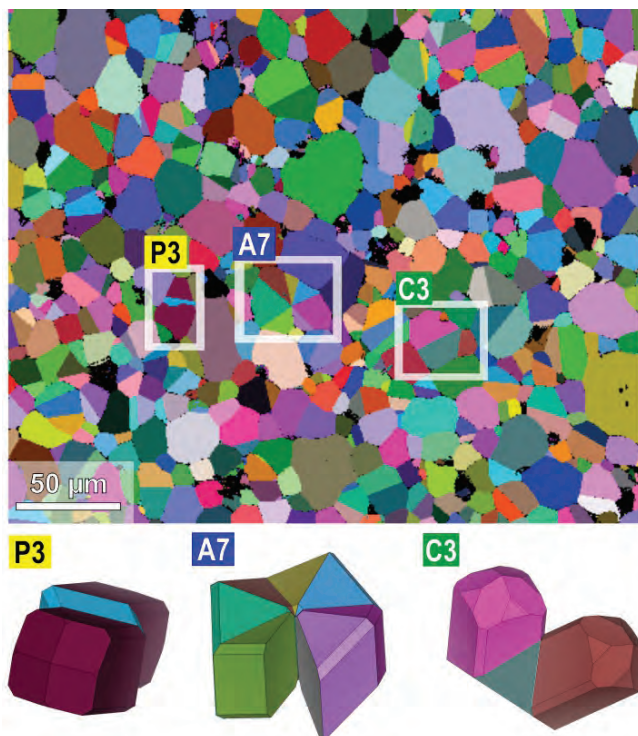
Ugotovili smo, da se z vključitvijo majhnih koncentracij Ca in Bi v strukturo $(Ba,Ca,Bi)TiO_3$ perovskita izrazito razširi temperaturno območje stabilnosti tetragonalne modifikacije s feroelektričnimi lastnostmi ($\ll -120$ do 135 °C), ki je pri čistem $BaTiO_3$ med 5 in 125 °C.



Slika 2: Iz templatnih ploščic $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ smo pod hidrotermalnimi pogoji pripravili delce SrTiO_3 (A), CaTiO_3 (B) in BaTiO_3 (C in D). Pri slednjih nam anizotropne oblike ni uspelo ohraniti.

povezavi z dvojčenjem v kaseritu ima keramika tudi zanimive funkcionalne lastnosti. Pri nižjih stopnjah dopiranja izkazuje odlične dielektrične lastnosti, medtem ko ima pri večjih dodatkih dopantov nelinearno tokovno-napetostno odvisnost, primerno za varisotrske aplikacije. Rezultati so objavljeni v *Journal of the European Ceramic Society*.

Stabilizirali smo enofazno in stehiometrično plast piezoelektričnega PMN-PT, epitaksialno uravnane na različnih oksidnih monokristalih.



Slika 3: EBSD-posnetek dopirane keramike na osnovi SnO_2 , ki vsebuje številna dvojčena zrna. Analiza je pokazala, da so v vzorcu prisotni večkratni dvojčki z različno kristalografsko konfiguracijo: polisintetski oz. zaporedni, alternirajoči in koplanarni; pod sliko mikrostrukture so prikazani shematski modeli teh vrst dvojčkov, ki jih sestavlja različno število domen.

in ohranitev oblike pri enaki reakciji za nastanek CaTiO_3 in BaTiO_3 ter ugotovili, da mehanizem poteka po enakem načelu, vendar nam za primer BaTiO_3 ni uspelo določiti pogojev, ki bi omogočali ohranitev anizotropne oblike (oblike ploščic). Predvidevamo, da je razlog prevelik ionski radij Ba^{2+} . V tem primeru rast na površini nanoploščic $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ poteka v obliki formacije otočkov ter ne prekrije in s tem zaščiti celotne površine templata, ki se zato v nadaljevanju reakcije raztopi (slika 2).

V okviru nacionalnega raziskovalnega projekta J1-9177 smo študirali razvoj mikrostrukture in električne lastnosti keramike na osnovi SnO_2 , dopirane s kobaltovim in niobijevim oksidom. Za ta sistem je značilna gosta mikrostruktura, sestavljena iz zrn kaserita, od katerih je velik delež kontaktnih in večkratnih dvojčkov. V sodelovanju z Géosciences (Montpellier, Francija) smo za analizo kristalografske konfiguracije večkratnih dvojčkov uporabili metodo EBSD, ki omogoča analizo absolutne orientacije kristalnih zrn oz. domen. Določili smo tri tipe dvojčkov, in sicer polisintetske oz. zaporedne dvojčke, ter dve vrsti cikličnih dvojčkov, koplanarne in alternirajoče (slika 3). Na podlagi analize faznih razmerij v sistemu $\text{SnO}_2\text{-Co}_3\text{O}_4\text{-Nb}_2\text{O}_5$ smo ugotovili, da je nastanek dvojčkov povezan z orientirano rastjo po strukturno sorodnih Co-Nb-oksidi s kolumbitno in korundno strukturo. Poleg zanimivih kristalografskih značilnosti v

Nadaljevali smo tudi s preučevanjem rasti in lastnosti tankih plasti $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ (PMN-PT). Po predhodnih analizah, ki so pokazale, da vsebujejo plasti, ki so pripravljene s pulznim laserskim nanašanjem (PLD) iz tarč s prebitkom svinca, presežne količine Pb in primanjkljaj Mg, smo pripravili tarče z različnimi prebitnimi količinami Pb in Mg. Kemijsko sestavo plasti na makroskopski ravni smo preverjali z valvodisperzijsko rentgensko spektroskopijo. Sestava vzorca, pripravljene iz tarče z 20 mol.% presežka PbO in 20 mol.% presežka MgO, je bila najbližje stehiometrični, vendar dotični vzorec ni izkazoval superiornih funkcionalnih lastnosti. Glede na rezultate mikroskopske analize in podatke iz literature predpostavljamo, da je poglavitni razlog za to drugačna lokalna stehiometrija plasti, povezana z razširjenimi napakami na osnovi PbO, in/ali drugačno lokalno kemijsko okolje, ki vpliva na odzivanje posameznih zvrsti v materialu pod vplivom električnega polja. Preučevali smo tudi strukturo plasti PMN-PT z različno koncentracijo komponente PT okoli morfotropne fazne meje. Ugotovili smo, da se struktura epitaksialnih tankih plasti močno razlikuje od volumskega PMN-PT, pri čemer je na substratih SrTiO_3 stabilizirana tetragonalna faza. Ugotovili smo, da je v tankih plasteh sestava z največjim piezoelektričnim odzivom premaknjena proti višjim vsebnostim PT.

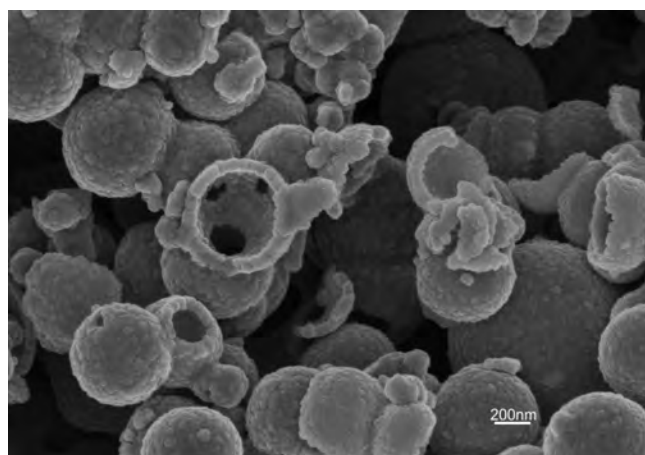
Velik del raziskav je bil posvečen tudi integraciji SrTiO_3 s silicijevo površino, zaščiteno z grafen oksidom. Preučevale so se reakcije na meji med silicijem in SrTiO_3 z zaščitno plastjo grafen oksida in brez njega. Optimizirani so bili tudi ključni parametri rasti SrTiO_3 s PLD. SrTiO_3 optimalne kakovosti je bil uporabljen kot psevdosubstrat za rast piezoelektričnega tankega filma $\text{Pb}(\text{Zr}_{0,52}\text{Ti}_{0,48})\text{O}_3$ (PZT). Karakterizacija funkcionalnih lastnosti je pokazala, da so bile vrednosti d_{33} primerljive s PZT, nanešenim na SrTiO_3 , s tehniko epitaksije z molekularnim curkom (MBE). Rezultati kažejo, da ima raziskovana metoda integracije velik potencial za aplikacije.

Z Institutom za geotehniko slovaške akademije znanosti (Košice, Slovaška) in Laboratorijem CRISMAT-CNRS (Caen, Francija) sodelujemo pri razvoju nove generacije termoelektričnih materialov na osnovi kompleksnih, z bakrom bogatih sulfidov. Pokazali smo, da je z uporabo učinkovitega, okoljsko sprejemljivega postopka, ki ga je možno učinkovito

nadgraditi na industrijski ravni in vključuje kombinacijo visokoenergijskega mletja in sintranja v iskreči plazmi (SPS), možno sintetizirati različne sulfide s kompleksno kristalno strukturo, kot sta tetraedrit ($\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$) in kolusit ($\text{Cu}_{26}\text{V}_2\text{Sn}_6\text{S}_{32}$), ki izkazujejo odlične termoelektrične lastnosti. Nedavno smo raziskali fazne spremembe med mletjem in sintranjem tetraedrita, pripravljenega iz vhodnih elementov. Ugotovili smo, da sinteza tetraedrita poteka prek nastanka vmesnih faz in da je nastanek monofaznega produkta, torej takšnega, ki ga sestavlja le tetraedrit, močno odvisen od parametrov procesiranja, kot je čas mletja. Vzorci, ki so vsebovali izključno nanokristalinični tetraedrit, so izkazovali odlične termoelektrične lastnosti, ki je visok faktor kakovosti ($ZT\ 0,67@700\text{K}$), ki je posledica visokega faktorja moči ($1,07\ \text{mWm}^{-1}\text{K}^{-2}$) in nizke toplotne prevodnosti ($1,12\ \text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$). Odlične termoelektrične lastnosti smo povezali s strukturnimi analizami na mikrometrski in nanometrski ravni. Rezultati raziskav so objavljeni v *Journal of the European Ceramic Society*.

Organski onesnaževalci, kot so azo barvila in fenolne spojine v odpadnih vodah, so resen okoljski problem, saj jih je težko razgraditi s tradicionalnimi metodami čiščenja vod. S fotokatalitičnem procesom razgradnje teh onesnaževalcev bi lahko dosegli zmanjšanje njihovih škodljivih učinkov na čist in trajnostni način. Zato smo se v okviru tematike nanostrukturiranih materialov osredotočili na sintezo in fotokatalitičnost votlih TiO_2 sfer (Ti-HS). V tipični sintezi Ti-HS smo v raztopino $\text{Ti}(\text{O}i\text{Bu})_4$ in etanola dodali ogljikove sfere (CS) ob intenzivnem mešanju. Dobljeni produkt Ti@CS smo žgali pri različnih temperaturah med 450 in 800 °C, da so nastale Ti-HS z velikostjo okoli 800 nm in debelino lupine okoli 100 nm. Ugotovili smo, da vzorci, žgani pri <725 °C, obdržijo anatazno strukturo, v vzorcih, žganih pri >725 °C, pa dobimo mešanico anataza in rutila. Meritve širine prepovedanega pasu Ti-HS so pokazale, da se njihova vrednost zniža s 3,2 eV za vzorce z anatazom (450–650 °C) na 3,1 eV za vzorec, žgan pri 725 °C. Vzorca, žgana pri 750 in 800 °C, pa izkazujejo vrednost okoli 3,0 eV, ki je tipična za rutilno strukturo. Fotokatalitične aktivnosti Ti-HS smo zasledovali z razgradnjo barvila metilno modrega pod vplivom UV-svetlobe v vodni raztopini. Izrazit fotokatalitski učinek smo zaznali pri Ti-HS, ki so bile žgane pri temperaturah med 650 in 725 °C in so bile boljše ali primerljive s komercialnim nanoprahom Degussa P25 (slika 4).

Na področju raziskav faznih ravnotežij v ternarnih kovinskih sistemih, ki se pojavljajo v tehnično pomembnih materialih, kot so močni magneti na osnovi $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, smo raziskali visokotemperaturne fazne relacije v sistemu Nd-Dy-Cu. Za izboljšanje magnetnih lastnosti se spojini $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ med postopkom reciklaže dodaja vrsta elementov, med drugimi Dy in Cu, ki se lahko vgradijo v kristalno strukturo spojine ali pa se koncentrirajo na mejah med zrni in tvorijo nove še neraziskane faze. Naše raziskave tega sistema kažejo poudarjeno trdno topnost intermetalnih spojin sistemov Nd-Cu in Dy-Cu.

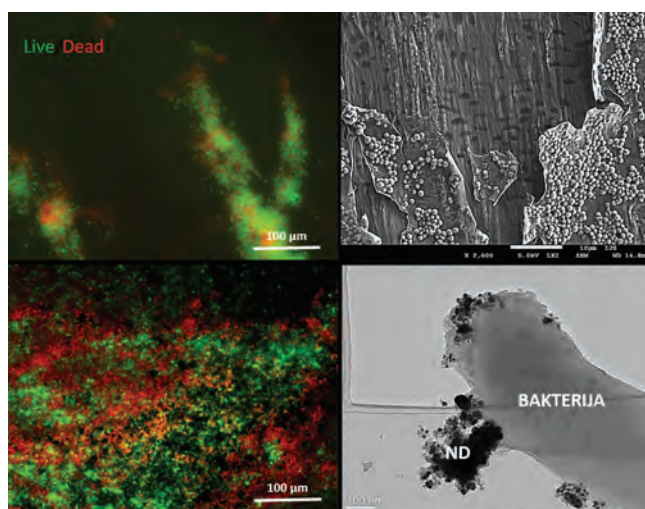


Slika 4: Votle TiO_2 sfere po žganju pri 725 °C z izboljšanimi fotokatalitičnimi lastnostmi glede na prah Degussa P25.

Razvili smo inovativne antimikrobne materiale (v obliki organskih piezoelektričnih plasti in dopiranih magnetnih nanodelcev) ter potrdili njihovo sposobnost učinkovite razgradnje in uničevanja bakterijskih struktur.

Antibakterijski in piezoelektrični biokompatibilni materiali

V okviru projekta Piezoelektrični biomateriali za elektrostimulirano regeneracijo smo raziskali vpliv elektrostimulacije na bakterije. V nasprotju z ultrazvočno stimulacijo planktonskih bakterij, ki ni bistveno vplivala na njihovo rast, je prisotnost piezo-PLLA plasti med stimulacijo omogočila močan baktericidni učinek. Tovrstni baktericidni učinek smo potrdili tudi pri bakterijah v bioplasteh, gojenih na površini piezo-PLLA strukture (slika 5). Pri bioplasteh, gojenih na površini PLLA strukture, ki ni izkazovala piezoelektričnih lastnosti, antimikrobni učinek ni bil opazen. Ponovitev postopka z rdečimi krvnimi celicami je pokazala odsotnost znakov toksičnosti. Celice so imele normalno diskoidno obliko, brez zaznavnih sprememb v membrani in brez agregacije. Študija je potrdila možnost oblikovanja biomaterialov za uporabo elektromehanske stimulacije kot orodja za pridobivanje protimikrobnih lastnosti. Strategija ponuja rešitev brez uporabe antibiotikov ali nanodelcev. Izključuje vse sproščajoče sestavine in bi lahko bila izjemno pomembna, kadar gre za bakterije, odporne na antibiotike.



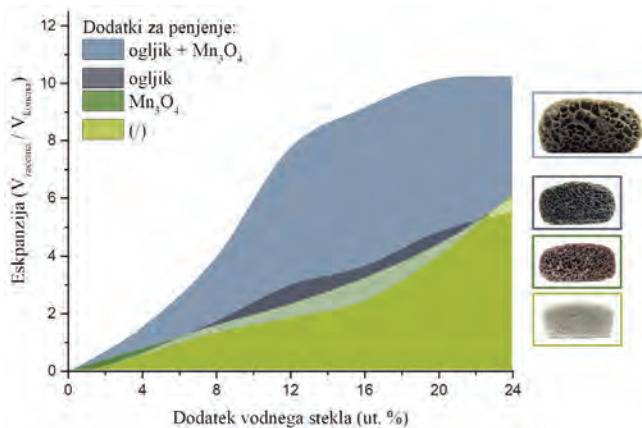
Slika 5: Preživelost bakterij (Live/Dead® test) in njihova morfologija (SEM) po interakciji s sonificiranimi piezo-PLLA plastmi (a, b) in CFO nanodelci (c, d).

Na področju oblikovanja magnetnih antimikrobnih snovi v strukturi kobaltovih feritov (CFO) smo ione Fe^{3+} delno zamenjali z ioni Ga^{3+} . Vzorci so vsebovali kubično spinelno fazo, okrogle nanodelce velikosti $\sim 6 \pm 1$ nm in 25–27 ut.% absorbirane oleinske kisline, kar kaže na tvorbo popolnega enoplastnega sloja na površini. Z dodajanjem galija v strukturo CFO se je način raztezanja Me-O tetraedrskih mest pomaknil k višjim vrednostim, kar kaže na postopno nadomeščanje železovih ionov z galijem. Spremembo strukture spinela je potrdila tudi ramanska spektroskopija. Magnetne meritve so pokazale vpliv heteroatomov na nasičeno magnetizacijo in magnetno anizotropijo ter superparamagnetne lastnosti pri sobni temperaturi. Mössbauerjevi spektri so pokazali spremembo stopnje inverzije, pri čemer se je vsebnost železa v tetraedrskem mestu s povečevanjem vsebnosti Ga zmanjšala. Nadomeščanje ionov Fe^{3+} z Ga^{3+} vodi k spremembi kemične sestave in kationske porazdelitve CFO ter posledično do sprememb njegovih magnetnih lastnosti, ki jih je mogoče prilagoditi za različne aplikacije. Potrdili smo, da tovrstni nanodelci uničujejo bakterijsko membrano in imajo močan baktericidni učinek.

Toplotnoizolacijski materiali

Stekleni odpadki se lahko po vzoru krožnega gospodarstva kot čisti anorganski odpad uvajajo v nove industrijske izdelke. Ena od možnih uporab steklenih odpadkov je proizvodnja penjenega stekla, ki je izdelek z visoko dodano vrednostjo. Glavna pomanjkljivost proizvodnje penjenega stekla so visoki stroški, povezani s potrebo po prilagajanju sestave stekla, ki omogoča izdelavo izdelka z vrhunskimi lastnostmi. Sestava uporabljenega stekla močno vpliva na mehanizem penjenja, ki ga pogosto ovira proces kristalizacije, kar škodi kakovosti končnega izdelka. Z uporabo specifičnih penilnih dodatkov smo okenskemu steklu prilagodili sestavo in proces penjenja tako, da smo se izognili kristalizaciji in pripravili penjeno steklo z zaprto poroznostjo, majhnimi porami in nizko toplotno prevodnostjo 45 mW/(mK). Nasprotno pa je embalažno steklo, ki ima le nekoliko drugačno kemijsko sestavo, veliko bolj podvrženo procesu kristalizacije. Za razvoj učinkovitega procesa penjenja embalažnega stekla iščemo alternativne dodatke za penjenje, ki omogočajo izboljšanje stabilnosti stekla in znižanje površinske napetosti.

Pokazali smo, da sta za doseganje dobrih toplotno izolacijskih lastnosti ključna preprečevanje kristalizacije stekla in kontrola sestave plinov v zaprtih porah.



Slika 6: Ekspanzije sestav z različnimi kombinacijami dodatkov za penjenje v odvisnosti od dodatka vodnega stekla. Ekspanziji sestav brez enega ali obeh dodatkov sta si med seboj zelo podobni in občutno manjši od ekspanzije sestave z obema dodatkom. Rezultat nakazuje, da glavni prispevek k ekspanziji pride iz dveh virov: iz vodnega stekla ter reakcije med ogljikom in Mn_3O_4 .

V industrijsko pomembnem postopku penjenja smo preučevali kristalizacijo iz industrije dobavljenega odpadnega stekla. Površina delcev mletega stekla običajno deluje kot nukleacijski center, ki olajšuje proces kristalizacije, zato smo odpadno steklo analizirali s tehnikami diferenčne dinamične kalorimetrije (DSC) in XRD. Iz rezultatov DSC smo določili termične in kristalizacijske lastnosti stekla skupaj s temperaturo kristalizacije in posteklenitve. Prav tako smo testirali različne dodatke, ki inhibirajo kristalizacijo. Analiza XRD nam je omogočila vpogled v fazno sestavo in vsebnost kristalnih faz v dobljenih vzorcih. Dodatki so vplivali na delež kristalne faze, na sestavo glavnih kristalnih faz, kot sta kvarc in kristobalit, pa niso imeli bistvenega vpliva. Pomembni lastnosti penjenega stekla sta gostota in toplotna prevodnost, zato smo sintranim vzorcem določili njihove vrednosti.

Poleg raziskave izolacijskih in mehanskih lastnosti penjenega stekla se pozornost posveča tudi vplivu procesnih pogojev proizvodnje na okolje. V raziskavi spremenjenih mehanizmov penjenja, ki omogočajo penjenje v energijsko manj potratnem procesu, smo se osredotočili na penilne mešanice, ki vsebujejo vodno steklo. Z uporabo vodnega stekla nam je namreč uspelo pripraviti penjeno steklo z nizko gostoto v zračni atmosferi. Tako pripravljen material ima nizko toplotno prevodnost, primerljivo izdelkom, pripravljenim v energetsko zahtevnejših procesih. S primerjavo ekspanzije vzorcev, pripravljenih z različnimi kombinacijami dodatkov za penjenje, smo ugotovili, da k penjenju bistveno prispevata dva mehanizma (slika 6). Med toplotno obdelavo se iz vodnega stekla sproščajo vodni hlapi vse do ~ 600 °C, kar lokalno ustvari manj oksidativno atmosfero in inhibira oksidacijo ogljikovega penilnega sredstva. Poleg tega dodatek vodnega

stekla zniža optimalno temperaturo penjenja in sintranja penilne mešanice, kar ugodno vpliva tako na penjenje kot na energetsko bilanco procesa. Zaradi očitne uporabnosti vodnega stekla nameravamo v prihodnje raziskati možnosti njegove uporabe za pripravo penjenega stekla iz drugih vrst odpadnega stekla.

Karakterizacija električnih lastnosti materialov

V letu 2019 smo izboljšali več metod za karakterizacijo sodobnih materialov. Predvsem je treba omeniti novopostavljeni sistem za meritve upornosti tankih plasti s postopkom Van der Pauw, ki med drugim omogoča tudi meritve električnih lastnosti grafenskih vzorcev in tankih plasti prevodnih oksidov. Izboljšali smo tudi natančnost

in zanesljivost naše metode za določanje piezoelektrične d_{31} komponente polimernih vzorcev na osnovi PLLA. Napredek pa je bil opazen tudi pri modeliranju in meritvah toplotne prevodnosti materialov, s posebnim poudarkom na steklenih penah in kompozitih z mineralno volno.

Projekti

V okviru projekta **M-ERA.NET – HarvEnPiez** se ukvarjamo s sintezo različnih feroelektričnih perovskitnih delcev z anizotropno obliko (ploščice, paličice) in z nadzorovano preferenčno orientacijo. S samourejanjem bomo izdelali strukture, namenjene za izdelavo piezoelektričnih zbiralnikov energije. Ker perovskitni delci vrste MTiO_3 ne kažejo tendence za anizotropno rast v obliki ploščic in paličic, uporabljamo za njihovo pretvorbo topokemijsko transformacijo. Glavni poudarek je na proučevanju mehanizmov topokemijske pretvorbe iz $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ v perovskite MTiO_3 ($M = \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr}$) ter njihove trdne raztopine v staljeni soli in v hidrotermalnih razmerah. Projekt poteka v sodelovanju med tremi evropskimi partnerji iz Slovenije, Latvije in Romunije. Latvijska skupina se ukvarja z *ab initio* izračuni in z modeliranjem piezoelektričnih lastnosti perovskitov, medtem ko je vloga romunskega partnerja načrtovanje in izdelava piezoelektrične naprave. Financira: M-ERA.NET European transnational agency. Koordinator: dr. Marjeta Maček Kržmanc.

V projektu **CleanTechBlock Basics** (osnove trajnostnega večfunkcijskega gradbenega elementa) analiziramo prenos toplote v penjenem steklu in demonstriramo prilagodljivost CTB koncepta stene na različne klimatske pogoje. Delo smo usmerili v ovrednotenje različnih prispevkov k skupni toplotni prevodnosti penjenega stekla, za kar smo razvili vakuumsko celico za analizo toplotne prevodnosti penjenega stekla z odprto poroznostjo. S testiranjem pripravljenih vzorcev smo razkrili prispevke prevodnosti skozi trdno in plinasto fazo ter prvič tudi prispevek radiacije k celokupni toplotni prevodnosti. Rezultate smo uporabili za validacijo teoretičnih izračunov. Ovrednotenje posameznih prispevkov k toplotni prevodnosti omogoča razvoj novih postopkov, usmerjenih v zmanjševanje različnih mehanizmov toplotne prevodnosti. Financira: M-ERA.NET European transnational agency. Koordinator: dr. Jakob König.

Aplikativni projekt **Kompoziti mineralne volne z izboljšanimi izolacijskimi lastnostmi** je usmerjen v razvoj novega postopka priprave kompozitov mineralne volne z znižano toplotno prevodnostjo. Najprej smo naredili teoretične kalkulacije toplotne prevodnosti kompozitov, ki smo jih v drugem koraku eksperimentalno ovrednotili z meritvami pripravljenih testnih vzorcev. Tako smo določili mejne pogoje za pripravo produkta z želenimi izolacijskimi lastnostmi. V tretjem koraku razvijamo prestopke za suho in/ali mokro dodajanje veziva, s čimer bomo dosegli ustrezne mehanske lastnosti. Financira: ARRS. Koordinator: dr. Jakob König.

Projekt **SIOX** je temeljni raziskovalni projekt, osredotočen na izkoriščanje bogatih lastnosti oksidov in njihovih heterostruktur, ki na področju oksidne elektronike obetajo izjemne izboljšave. Za implementacijo oksidne elektronike pa je treba oksidne materiale epitaksialno povezati s silicijevo platformo, in sicer z uporabo tehnologije, ki je industrijsko sprejemljiva. Razvoj te tehnologije je glavni cilj projekta SIOX. Financira: M-ERA.NET European transnational agency. Koordinator: doc. dr. Matjaž Spreitzer.

BI-RS/18-19-050: Z Nuklearnim inštitutom Vinča (Beograd, Srbija) sodelujemo v okviru bilateralnega projekta **Sinteza luminescentnih nanoprahov tipa $\text{R}_2\text{MoO}_6\text{:REE}$ in njihova strukturna karakterizacija z elektronsko mikroskopijo**, kjer razvijamo nove luminescentne nanomateriale za različne aplikacije. Z uporabo stroškovno učinkovitih metod smo sintetizirali termično in kemijsko stabilen itrijev molibdat, aktiviran z Eu^{3+} , ki učinkovito absorbira energijo v območju 324–425 nm in oddaja svetlobo v rdečem delu vidnega spektra (611 nm). Financira: ARRS. Vodja: doc. dr. Nina Daneu.

BI-RS/18-19-042: Cilj projekta je priprava funkcionalnih materialov, ki izkazujejo izražene fotokatalitske lastnosti pod vplivom sončne svetlobe za degradacijo nečistoč v vodi. V okviru projekta bomo sintetizirali naslednje materiale: nanostrukturiran ZnO , ZnO/PEO kompozite, ZnO/SnO_2 delce in hierarhično strukturiran TiO_2 z mezo-porozno nanostrukturo in visoko specifično površino ter keramičen material na osnovi $\text{BaTi}_{0,9}\text{Sn}_{0,1}\text{O}_3$. Financira: ARRS. Vodja: doc. dr. Srečo Škapin.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Delavnica Sodobne tehnike karakterizacije materialov v okviru SRIP Tovarne prihodnosti in SKD – Sekcije za keramiko, Ljubljana, 18. 4. 2019
2. Sestanek partnerjev mednarodnega projekta M.ERA-NET SunToChem: Načrtovanje perovskitnih fotokatalizatorjev za nastanek H_2 s cepitvijo H_2O pod vplivom sončne svetlobe, Ljubljana, 1.–2. 9. 2019
3. Organizacija simpozija Ion-related phenomena in nanoscale oxide systems, E-MRS Fall Meeting 2019, Varšava, Poljska, 16.–19. 9. 2019
4. Sestanek partnerjev mednarodnega projekta M.ERA-NET SIOX: Načrtovanje integracije oksidov s silicijem z uporabo pulznega laserskega nanašanja, Goriška brda, 21.–22. 10. 2019

5. Delavnica Kemijska in strukturna analiza materialov v okviru SRIP Tovarne prihodnosti in SKD – Sekcije za keramiko, Dol pri Ljubljani, 28. 11. 2019

Patent

1. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019
2. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 5. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Raziskovanje spojin NdDyCoCuFe na osnovi redkih zemelj
Urban Mining Company
doc. dr. Matjaž Spreitzer
2. Raziskovanje spojin NdDyCoCuFe na osnovi redkih zemelj
Urban Mining Company
doc. dr. Matjaž Spreitzer
3. COST CA 17140; Nanozdravila proti raku - od laboratorijskih raziskav do klinične uporabe (NANO2CL)
COST Association AISBL
ddr. Marija Vukomanović
4. Sinteza luminescentnih nanoprahov tipa R2MoO6:REE in njihova strukturna karakterizacija z elektronsko mikroskopijo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Nina Daneu
5. Nanostrukturni in mezoporozni funkcionalni materiali s poudarjenimi fotokatalitskimi lastnostmi pod vplivom sončne svetlobe
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Srečo Davor Škapin
6. Načrtovanje stehiometrije epitaktsialnih tankih plasti PMN-PT
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Matjaž Spreitzer

PROGRAM

1. Sodobni anorganski materiali in nanotehnologije
doc. dr. Matjaž Spreitzer

PROJEKTI

1. Sinteza in karakterizacija alkalijsko aktiviranih pen na osnovi odpadnih materialov
doc. dr. Srečo Davor Škapin
2. Piezoelektrični biomateriali za regeneracijo s pomočjo elektro-stimulacije
ddr. Marija Vukomanović
3. Nanostrukturne raziskave difuzijsko kontroliranih procesov med topotaktsialnimi faznimi transformacijami v mineralih tipa rutil-korund
doc. dr. Nina Daneu

4. Načrtovanje oksidov na siliciju za elektroniko prihodnosti
doc. dr. Matjaž Spreitzer
5. Vključki v granatih od makroskopskega do atomarnega nivoja: Odpiranje petrogenetskega arhiva
doc. dr. Nina Daneu
6. Kompozitna izolacija na osnovi mineralne volne z izboljšanimi izolacijskimi lastnostmi
dr. Jakob König
7. KETGATE: Dostop srednjeevropskih MSP do infrastrukture ključnih tehnologij Key Enabling Technologies, KET - Šprožitev novega transnacionalnega ekosistema KET inovacij
doc. dr. Matjaž Spreitzer
8. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali)
ddr. Marija Vukomanović
9. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
doc. dr. Matjaž Spreitzer
10. Kontrola kristalizacije v steklastih materialih za toplotno izolacijo
dr. Sonja Smiljanić
11. HarvEnPiez: Inovativni nanomateriali in strukture za piezoelektrične zbiralnike energije
dr. Marjeta Maček Kržmanc
12. CTB Basics: Osnove energetske varčnega fasadnega elementa
dr. Jakob König
13. SIOX: Načrtovanje in sinteza silicijevih oksidnih vmesnih plasti s pulzno lasersko depozicijo
doc. dr. Matjaž Spreitzer
14. SunTo Chem: Načrtovanje perovskitnih fotokatalizatorjev za nastanek H₂ s cepitvijo H₂O pod vplivom sončne svetlobe
dr. Marjeta Maček Kržmanc
15. XRD analize
doc. dr. Matjaž Spreitzer

VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Strukturne karakterizacije proteinov v trdnih farmacevtskih oblikah
Lek, d. d.
doc. dr. Matjaž Spreitzer
2. Kompozitna izolacija na osnovi mineralne volne z izboljšanimi izolacijskimi lastnostmi
Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka
dr. Jakob König

OBISKI

1. dr. José-Alberto Padron Navarta, Géosciences Montpellier, CNRS, Montpellier, Francija, 1. 1.-8. 1. 2019
2. prof. dr. Gertjan Koster, University of Twente, Enschede, Nizozemska, 22.-25. 4. 2019
3. dr. Nadežda Stanković, dr. Jelena Luković, dr. Branko Matović, Institut za nuklearne znanosti Vinča, Beograd, Srbija, 19.-25. 5. 2019
4. prof. dr. Davide Peddis, Università degli Studi di Cagliari, Italija, 5.-8. 6. 2019
5. prof. dr. Rick Ubig, Micron School of Materials Science and Engineering, Boise State University, Idaho, ZDA, 23. 6.-27. 7. 2019
6. dr. Manal Benyoussef, Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC), Amiens, Francija, 1. 7.-30. 8. 2019
7. prof. dr. Peter Baláz, Slovak Academy of Sciences (SAS), Budimpešta, Slovaška, 1.-5. 7. 2019
8. dr. Ivan Kozenkov, Laboratory of Novel Magnetic Materials, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Rusija, 8. 7.-2. 8. 2019

9. dr. Leonid Rusevich, Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvija, dr. C.S. Jeffrey Wu, dr. Wen Yueh Yu, Department of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Tajvan 1.-2. 9. 2019
10. dr. Sarah Riguez, dr. Adrien Piot, dr. Jaka Pribošek, dr. Heimo Müller, Silicon Austria Labs GmbH, Gradec, Avstrija, 12. 9. 2019
11. prof. dr. Heli Jantunen, University of Oulu, Oulu, Finska, 11.-15. 11. 2019
12. prof. dr. Eric Bousquet, dr. Wen Yi, University of Liège, Liège, Belgija, dr. Bin-Bin Chen, Fudan University, Šanghaj, Kitajska, 21. 10. 2019
13. dr. Vladislav Rac, prof. dr. Vesna Rakić, Poljoprivredni fakultet Beograd, Beograd, Srbija, 1.-3. 12. 2019

Gostujoči raziskovalci

14. dr. Jamal Belhadi, Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC), Amiens, Francija, 1. 3. 2019-29. 2. 2020

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Uroš Hribar, mag. inž. kem. inž.: Foamed Glass – Thermal Insulator, 26. 4. 2019
2. Lea Udovč, mag. inž. kem. inž.: Biodegradable piezoelectric film: optimization of piezoelectric properties, 8. 5. 2019
3. Vesna Butinar, mag. posl. ved: Creative thinking and problem solving, 5. 6. 2019
4. dr. Nina Daneu: Atomic-scale investigations of diffusion processes during oxidation of single-crystal ilmenite, 19. 6. 2019
5. dr. Sonja Smiljanić: Crystallization and sinterability of lanthanum-strontium-borate glass powders, 26. 6. 2019
6. prof. dr. Rick Ubbelohde: Correlative models of vacancies and ordering in perovskites, 26. 7. 2019
7. dr. Ivan Kozenkov: Synthesis of iron oxide nanoparticles for in-vitro fluorescence tracking assay, 2. 8. 2019
8. Alja Čontala, mag. kem.: Conversion of $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_{12}$ into SrTiO_3 under Hydrothermal Conditions: Mechanism and Particle Morphologies, 26. 8. 2019
9. ddr. Marija Vukomanović: Piezoelectric PLLA films: interactions with bacterial and mammalian cells, 4. 9. 2019
10. dr. Špela Kunej: Oxide Hollow Spheres, 6. 11. 2019
11. prof. dr. Heli Jantunen: Recent advances in electroceramics, their composites and applications, 12. 11. 2019
12. dr. Marjeta M. Kržmanc: Compositional engineering of (Ba, Ca)TiO₃-based solid-solution plates: piezoelectric characteristics and phase transition behavior, 16. 12. 2019
13. dr. Sonja Jovanović: Ferrite/gold nanocomposites as magnetic antimicrobial materials, 20. 11. 2019
14. dr. Zoran Jovanović: PLD growth of functional oxides on graphene-oxide buffered silicon surface, 4. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Jamal Belhadi: 7th International Symposium on Integrated Functionalities (ISIF 2019), Dublin, Irska, 12.–14. 8. 2019 (1)
2. Vesna Butinar: EuroNanoForum 2019: Nanotechnology and advanced materials progress under HORIZON 2020 and beyond: Bukarešta, Romunija, 12.–14. 6. 2019
3. Alja Čontala, Uroš Hribar: Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah (ICM&T 2019), Portorož, 16.–18. 10. 2019 (1)
4. Alja Čontala, Sonja Jovanović, Zoran Jovanović, Danilo Suvorov: Yucomat 2019, Herceg Novi, Črna gora, 1.–6. 9. 2019 (4)

5. Nina Daneu: 14th Multinational Congress on Microscopy (MCM 2019), Beograd, Srbija, 15.–20. 9. 2019 (1)
6. Nina Daneu: 5th Conference on Frontiers of Aberration Corrected Electron Microscopy (PICO 2019), Kasteel Vaalsbroek, Netherlands, 6.–10. 5. 2019 (1)
7. Urška Gabor, Matjaž Spreitzer: Joint ISAF-ICE-EMF-IWPM-PFM meeting 2019, Lozana, Švica, 14.–19. 7. 2019 (2)
8. Urška Gabor: E-MRS 2019 Spring Meeting, Nica, Francija, 27.–31. 5. 2019 (1)
9. Uroš Hribar: 11th ICG Workshop for new researchers in Glass Science and Technology, Montpellier, Francija, 8.–12. 7. 2019 (1)
10. Uroš Hribar, Lea Udovč: 11. Študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana in 13. dan mladih raziskovalcev KMBO KMBO, Planica, 15.–16. 4. 2019 (1)
11. Zoran Jovanović, Matjaž Spreitzer, Danilo Suvorov: 18th Science & Technology conference (MS&T 2019), Portland, ZDA, 29. 9.–3. 10. 2019 (3)
12. Zoran Jovanović: 5th Nanotech France 2019 International Conference and Exhibition, Pariz, Francija, 26.–28. 6. 2019 (1)
13. Sonja Jovanović: III International Baltic Conference on Magnetism 2019, Kaliningrad, Rusija, 18.–22. 8. 2019 (1)
14. Sonja Jovanović: International Conference on Fine Particle Magnetism 2019, Gijon, Francija, 26.–31. 5. 2019 (1)
15. Jakob König: 25th International Congress on Glass (ICG 2019), Boston, ZDA, 9.–14. 6. 2019 (1)
16. Jakob König, Matjaž Spreitzer: XVI Conference of the European Ceramic Society (ECerS 2019), Torino, Italija, 16.–20. 6. 2019 (2)
17. Marjeta M. Kržmanc: 10th International Advances in Applied Physics & Materials Science Congress & Exhibition, Oludeniz, Turčija, 16.–19. 9. 2019 (1)
18. Marjeta M. Kržmanc, Matjaž Spreitzer: E-MRS Fall Meeting and Exhibit 2019, Varšava, Poljska, 16.–18. 9. 2019 (2)
19. Marija Vukomanović: 30th Annual Conference of the European Society for Biomaterials (ESB 2019), Dresden, Nemčija, 9.–13. 9. 2019 (1)
20. Danilo Suvorov: 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13), Okinawa, Japonska, 27. 10.–1. 11. 2019 (1)
21. Danilo Suvorov: 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT-2), Toronto, Kanada, 21.–26. 7. 2019 (1)
22. Danilo Suvorov: Spring Meeting of the Korean Ceramic Society 2019, Jeju, Južna Koreja, 8.–15. 4. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Marija Vukomanović: Institute for Bioengineering of Catalonia (IBEC), Barcelona, Španija, 1. 6. 2017–31. 5. 2019 (Sinteza in karakterizacija antibakterijskih materialov)
2. Urška Gabor: Peter Grünberg Institut (PGI) – Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nemčija, 1. 8. 2019–31. 7. 2020

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Nina Daneu
2. Heli Maarit Jantunen, PhD., Finska, znanstveni svetnik
3. Zoran Jovanović
4. dr. Jakob König
5. dr. Gertjan Koster
6. dr. Špela Kunej
7. dr. Marjeta Maček Kržmanc
8. **doc. dr. Matjaž Spreitzer, vodja odseka**
9. doc. dr. Srečo Davor Škapin, znanstveni svetnik
10. dr. Marija Vukomanović

Podoktorski sodelavci

11. dr. Urška Gabor, *začasna prekinitev* 1. 8. 2019
12. dr. Sonja Jovanović
13. Sonja Smiljanić, PhD., Srbija

Mlajši raziskovalci

14. Alja Čontala, mag. kem.
15. Uroš Hribar, mag. inž. kem. inž.
16. Nina Kuzmič, mag. inž. kem. inž.
17. Tjaša Parkelj Potočnik, mag. fiz.
18. Lea Udovč, mag. inž. kem. inž.

Strokovni sodelavci

19. David Fabijan, dipl. inž. fiz.
20. Tina Radošević, dipl. inž. geol. (UN)
21. Damjan Vengust, mag. nanoznanosti in nanotehnologij

Tehniški in administrativni sodelavci

22. Vesna Butinar, mag. posl. ved
23. Silvo Zupančič

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Association for the Development of Industrial Aerodynamics, Coimbra, Portugalska
2. Boise State University, Boise, ZDA
3. CellMat Technologies S.L., Valladolid, Španija
4. Centro de Investigaciones en Sólidos, Buenos Aires, Brazilija
5. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Švedska
6. COSYLAB, Laboratorij za kontrolne sisteme, d. d., Ljubljana
7. EPCOS TDK OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
8. ENEL, Ingegneria e Ricerca, Rim, Italija
9. Gamma Meccanica, Bibiano, Italija
10. Gorenje, d. d., Velenje
11. Heraklith, Ferndorf, Avstrija
12. Intelectro Iasi S.R.L., Iasi, Romunija
13. Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška
14. Institute of Technical Sciences of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Beograd, Srbija
15. Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvija
16. Kemijski inštitut, Ljubljana
17. Knauf Insulation, d. o. o., Industrija termičnih izolacij, Škofja Loka
18. Korea Institute of Science and Technology-KIST, Seul, Koreja
19. Korea Institute of Materials Science, KIMS, Changwong, Koreja
20. National Institute of Standards and Technology – NIST, Ceramics Division, Gaithersburg, Maryland, ZDA
21. National Taiwan University, Taipei City, Tajvan
22. National Institute of Materials Physics, Bucharest, Romunija
23. Paroc, Pargas, Finska
24. Rudarsko – Geološko – Naftni fakultet, Zagreb, Hrvaška
25. Sao Paulo State University, Araraquara, Brazilija
26. South China University of Technology, Kitajska
27. Stanford University, Palo Alto, ZDA
28. Steklarna Rogaška, d. d., Rogaška Slatina
29. Stiftelsen SINTEF, Trondheim, Norveška
30. TAB Tovarna akumulatorskih baterij, d. d., Mežica

31. Technical University Iasi, Iasi, Romunija
 32. Tokyo Institute of Science, Tokio, Japonska
 33. Trimo, d. d., Trebnje
 34. University of Twente, Enschede, Nizozemska
 35. Université de Liège, Liège, Belgija
 36. Université de Limoges, Limoges, Francija
 37. University of Manchester, Institute of Science and Technology-UMIST, Manchester, Velika Britanija

38. Materials Science Centre, Manchester, Velika Britanija
 39. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
 40. Urban Mining Company, Wilmington, ZDA
 41. V. I. Vernadskii Institute of General and Inorganic Chemistry NAS of Ukraine, Kijev, Ukrajina
 42. Zhejiang University, Hangzhou, Kitajska

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Le Minh Nguyen, Huiyu Yuan, Evert P. Houwman, Matthijn Dekkers, Gertjan Koster, Johan E. ten Elshof, Guus Rijnders, "Highly oriented growth of piezoelectric thin films on silicon using two-dimensional nanosheets as growth template layer", *ACS applied materials & interfaces*, 2019, **8**, 45, 31120-31127. [COBISS.SI-ID 32766247]
- Nuria Blanco-Cabra, Karina Vega-Granados, Laura Moya-Andérico, Marija Vukomanović, Andrés Parra, Luis Álvarez de Cienfuegos, Eduard Torrents, "Novel oleanolic and maslinic acids derivatives as a promising treatment against bacterial biofilm in nosocomial infections: an in vitro and in vivo study", *ACS infectious diseases*, 2019, **5**, 9, 1581-1589. [COBISS.SI-ID 32504359]
- Zhandos Shalabayev *et al.* (11 avtorjev), "Sulfur-mediated mechanochemical synthesis of spherical and needle-like copper sulfide nanocrystals with antibacterial activity", *ACS sustainable chemistry & engineering*, 2019, **7**, 15, 12897-12909. [COBISS.SI-ID 32519975]
- Mark Huijben *et al.* (19 avtorjev), "Defect engineering in oxide heterostructures by enhanced oxygen surface exchange", *Advanced functional materials*, 2019, **23**, 13, 5240-5248. [COBISS.SI-ID 32953639]
- Matej Baláž, L'udmila Balážová, Mária Kováčová, Nina Daneu, Aneta Salayová, Zdenka Bedlovičová, L'udmila Tkáčiková, "The relationship between precursor concentration and antibacterial activity of biosynthesized Ag nanoparticles", *Advances in nano research*, 2019, **7**, 2, 125-134. [COBISS.SI-ID 32300327]
- Marcela Achimovičová, Nina Daneu, Elena Tóthová, Matjaž Mazaj, Erika Dutková, "Combined mechanochemical/thermal annealing approach for the synthesis of Co₉Se₈ with potential optical properties", *Applied physics. A, Materials science & processing*, 2019, **125**, 8. [COBISS.SI-ID 31950119]
- Tjaša Parkelj Potočnik, Erik Zupanič, Wen-Yi Tong, Erik Bousquet, Daniel Diaz-Fernandez, Gertjan Koster, Philippe Ghosez, Matjaž Spreitzer, "Atomic structure of Sr/Si(0 0 1)(1 x 2) surfaces prepared by Pulsed laser deposition", *Applied Surface Science*, 2019, **471**, 664-669. [COBISS.SI-ID 31943975]
- M. Coll *et al.* (56 avtorjev), "Towards oxide electronics: a roadmap", *Applied Surface Science*, 2019, **482**, 1-93. [COBISS.SI-ID 32536359]
- Goran Durn, Srečo D. Škapin, Neda Vdovič, Thilo Rennert, Franz Ottner, Stanko Ružičič, Nuša Cukrov, Ivan Sondi, "Impact of iron oxides and soil organic matter on the surface physicochemical properties and aggregation of Terra Rossa and Calcocambisol subsoil horizons from Istria (Croatia)", *Catena*, 2019, **183**, 104184. [COBISS.SI-ID 33099303]
- Violeta N. Nikolić, Marin Tadić, Sonja Jovanović, Vojislav Spasojević, "Tracking of the electronic re-ordering in Fe₃O₄/OA nanoparticles using magnetometry", *Ceramics international*, 2019, **45**, 14, 17429-17437. [COBISS.SI-ID 32437799]
- Vuk Uskoković, Eric Huynh, Sean Tang, Sonja Jovanović, Victoria Wu, "Colloids or powders: which nanoparticle formulations do cells like more?", *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*, 2019, **181**, 39-47. [COBISS.SI-ID 32437543]
- Jakob Koenig, Vincenc Nemanič, Marko Žumer, Rasmus R. Petersen, Martin B. Østergaard, Yuanzheng Yue, Danilo Suvorov, "Evaluation of the contributions to the effective thermal conductivity of an open-porous-type foamed glass", *Construction & building materials*, 2019, **214**, 337-343. [COBISS.SI-ID 32341031]
- Ladislav Vrsalović, Ivana Ivanič, Stjepan Kožuh, Borut Kosec, Milan Bizjak, Janez Kovač, Urška Gabor, Mirko Gojič, "Influence of heat treatment on the corrosion properties of CuAlMn shape memory alloys", *Corrosion reviews*, 2019, **37**, 6, 579-589. [COBISS.SI-ID 1839711]
- Alenka Ristić, Matjaž Mazaj, Iztok Arčon, Nina Daneu, Nataša Zabukovec Logar, Roger Gläser, Nataša Novak Tušar, "New insights into manganese local environment in MnS-1 nanocrystals", *Crystal growth & design*, 2019, **19**, 6, 3130-3138. [COBISS.SI-ID 5380603]
- Victor G. Thomas, Nina Daneu, Rudolf I. Mashkovtsev, Aleksander Rečnik, Dmitry A. Fursenko, "The internal structure of hydrothermally grown leucosapphire crystals", *CrystEngComm*, 2019, **21**, 7, 1122-1129. [COBISS.SI-ID 31996455]
- Dragana Jugović, Miloš Milović, Maja Popović, Vladan Kusigerski, Srečo D. Škapin, Zlatko Rakočević, Miodrag Mitrić, "Effects of fluorination on the structure, magnetic and electrochemical properties of the P2-type Na_xCoO₂ powder", *Journal of alloys and compounds*, 2019, **774**, 30-37. [COBISS.SI-ID 32042023]
- Awais Ikram *et al.* (12 avtorjev), "The sintering mechanism of fully dense and highly coercive Nd-Fe-B magnets from the recycled HDDR powders reprocessed by spark plasma sintering", *Journal of alloys and compounds*, 2019, **774**, 1195-1206. [COBISS.SI-ID 31768103]
- G. Muscas, Sonja Jovanović, Marija Vukomanović, Matjaž Spreitzer, Davide Peddis, "Zn-doped cobalt ferrite: tuning the interactions by chemical composition", *Journal of alloys and compounds*, 2019, **796**, 203-209. [COBISS.SI-ID 32437287]
- S. K. Hasanur Rahaman, Arnab Bhattacharjee, Monisha Chakraborty, Nina Daneu, Jui Chakraborty, "Incorporation of shRNA in bioactive glass coated SS316L implant material and its role in inhibition of the osteoclast activity for better post implantation fixation", *Journal of drug delivery science and technology*, 2019, **52**, 730-737. [COBISS.SI-ID 32374567]
- Hugo Rojas-Chávez, Rurik Farías, Heriberto Cruz-Martínez, J. L. González-Domínguez, Nina Daneu, J. Manuel Juárez-García, A. Ávila-García, R. Román-Doval, "Understanding the growth of ZnTe nanorods by mechanochemical synthesis: the role of structural defects", *Journal of materials science. Materials in electronics*, 2019, **30**, 12, 11291-11300. [COBISS.SI-ID 32347175]
- Marija Vukomanović, Eduard Torrents, "High time resolution and high signal-to-noise monitoring of the bacterial growth kinetics in the presence of plasmonic nanoparticles", *Journal of nanobiotechnology*, 2019, **17**, 21. [COBISS.SI-ID 32086567]
- Sonja Jovanović, Ksenija Kumrić, Danica Bajuk-Bogdanović, Boštjan Jančar, Matjaž Spreitzer, Tatjana Trtić-Petrović, Danilo Suvorov, "Cobalt ferrite nanospheres as a potential magnetic adsorbent for chromium(VI) ions", *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 2019, **19**, 8, 5027-5034. [COBISS.SI-ID 32438055]
- Martin B. Østergaard, Rasmus R. Petersen, Jakob Koenig, Michael Bockowski, Yuanzheng Yue, "Impact of gas composition on thermal conductivity of glass foams prepared via high-pressure sintering", *Journal of non-crystalline solids. X.*, 2019, **1**, 100014. [COBISS.SI-ID 33073959]
- Andreja Šestan, Janez Zavašnik, Marjeta Maček, Matej Kocen, Petra Jenuš, Saša Novak, Miran Čeh, Gerhard Dehm, "Tungsten carbide as a deoxidation agent for plasma-facing tungsten-based materials", *Journal of nuclear materials*, 2019, **524**, 135-140. [COBISS.SI-ID 32476967]
- Leonid L. Rusevich, Guntars Zvejnieks, Eugen A. Kotomin, Marjeta Maček, Anton Meden, Špela Kunej, Ioana D. Vlaicu, "Theoretical and experimental study of (Ba,Sr)TiO₃ perovskite solid solutions and BaTiO₃/SrTiO₃ heterostructures", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2019, **123**, 4, 2031-2036. [COBISS.SI-ID 32049959]
- J. J. Bian, Mojca Otoničar, Matjaž Spreitzer, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, "Structural evolution, dielectric and energy storage properties of Na(Nb_{1-x}Ta_x)O₃ ceramics prepared by spark plasma sintering", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 7, 2339-2347. [COBISS.SI-ID 32106023]

27. Juliane Moritz, Anže Abram, Miha Čekada, Urška Gabor, Maja Garvas, Irena Zdovc, Aleš Dakskobler, Jasna Cotič, Karolina Ivičak-Kocjan, Andraž Kocjan, "Nanoroughening of sandblasted 3Y-TZP surface by alumina coating deposition for improved osseointegration and bacteria reduction", *Journal of the European ceramic society*, 2019, vol.39, 14, 4347-4357. [COBISS.SI-ID 32431143]
28. Taras Kolodiaznyi, T. Charoosuk, Matjaž Spreitzer, N. Vittayakorn, "Analysis of Sb-doped ceria: magnetism, conductivity, dielectric, specific heat and optical properties", *Journal of the European ceramic society*, 2019, **39**, 2/3, 418-423. [COBISS.SI-ID 31867943]
29. Damjan Vengust, Matejka Podlogar, Aleš Mrzel, Mojca Vilfan, "Rapid reaction of Mo₂N nanowires with Pb²⁺ ions in water and its use for production of PbMoO₄ nanoparticles", *Materials chemistry and physics*, 2019, **226**, 20-25. [COBISS.SI-ID 32016167]
30. Martin B. Østergaard, Biao Cai, Rasmus R. Petersen, Jakob Koenig, Peter D. Lee, Yuanzheng Yue, "Impact of pore structure on the thermal conductivity of glass foams", *Materials letters*, 2019, **250**, 72-74. [COBISS.SI-ID 32341543]
31. Erika Dutková, Nina Daneu, Zdenka Lukáčová Bujňáková, Matej Baláž, Jaroslav Kováč, Jaroslav Kováč, Peter Baláž, "Mechanochemical synthesis and characterization of CuInS₂/ZnS nanocrystals", *Molecules*, 2019, **24**, 6, 1031. [COBISS.SI-ID 32200743]
32. Matej Baláž, Zuzana Kudličková, Mária Vilková, P. J. Imrich, L'udmila Balážová, Nina Daneu, "Mechanochemical synthesis and isomerization of N-substituted indole-3-carboxaldehyde oximes", *Molecules*, 2019, **24**, 18, 3347. [COBISS.SI-ID 32656423]
33. F. Sayed, G. Muscas, Sonja Jovanović, G. Barucca, F. Locardi, G. Varvaro, Davide Peddis, R. Mathieu, T. Tarkar, "Controlling magnetic coupling in bi-magnetic nanocomposites", *Nanoscale*, 2019, **11**, 30, 14256-14265. [COBISS.SI-ID 32719655]
34. Peter Baláž *et al.* (15 avtorjev), "Photovoltaic materials: Cu₂ZnSnS₄ (CZTS) nanocrystals synthesized via industrially scalable, green, one-step mechanochemical process", *Progress in photovoltaics*, 2019, **27**, 9, 798-811. [COBISS.SI-ID 32469543]
35. Smilja Amon, Ivana Stojković-Simatović, Sanita Ahmetović, Ljiljana Veselinović, Stevan Stojadinović, Vlado Rac, Srečo D. Škapin, Danica Bajuk-Bogdanović, Ivona Janković-Častvan, Vuk Uskoković, "Surfactant-assisted microwave processing of ZnO particles: a simple way for designing the surface-to-bulk defect ratio and improving photo(electro)catalytic properties", *RSC advances*, 2019, **9**, 30, 17165-1717178. [COBISS.SI-ID 32455719]
36. Nenad Ignjatović *et al.* (13 avtorjev), "Rare-earth (Gd³⁺, Yb³⁺/Tm³⁺, Eu³⁺) co-doped hydroxyapatite as magnetic, up-conversion and down-conversion materials for multimodal imaging", *Scientific reports*, 2019, **9**, 16305. [COBISS.SI-ID 32864039]
37. Sayantan Ray, Suman Sahay, Rahaman Sk. Hasanur, Arnab Bhattacharjee, Nina Daneu, Zoran Samardžija, Jui Chakraborty, "An in vitro evaluation of the variation in surface characteristics of bioactive glass coated SS316L for load bearing application", *Surface & coatings technology*, 2019, **377**, 124849. [COBISS.SI-ID 32551207]
38. Una Stamenović, Vesna Vodnik, Nemanja Gavrilov, Igor A. Pašti, Mojca Otoničar, Miodrag Mitrić, Srečo D. Škapin, "Developing an advanced

electrocatalyst derived from triangular silver nanoplates@polyvinylpyrrolidone-polyaniline nanocomposites", *Synthetic metals*, 2019, **257**, 116173. [COBISS.SI-ID 33099047]

39. Pavel N. Gavryushkin, Aleksander Rečnik, Nina Daneu, Nursultan Sagatov, Anatoly B. Belonoshko, Zakhar I. Popov, Vesna Ribič, Konstantin D. Litasov, "Temperature induced twinning in aragonite: transmission electron microscopy experiments and ab initio calculations", *Zeitschrift für Kristallographie. Crystalline materials*, 2019, **234**, 2, 79-84. [COBISS.SI-ID 31997991]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Vasil Shvalya, Gregor Filipič, Damjan Vengust, Janez Zavašnik, Martina Modic, Ibrahim Abdulhalim, Uroš Cvelbar, "Reusable copper oxides based plasmonic templates for improved SERS detection", V: *55th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials & the Workshop on Laser Systems and Photonics, September 25 - September 27 2019, Bled Slovenia*, Conference proceedings, MIDEM, 2019, 14. [COBISS.SI-ID 33126695]
2. Janvit Teržan, Petar Djinović, Janez Zavašnik, Iztok Arčon, Gregor Žerjav, Matjaž Spreitzer, Albin Pintar, "Direct propylene oxidation using molecular oxygen using mesoporous silica as the support", V: *Proceedings of the 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, Proceedings of the 8th Slovenian-Serbian-Croatian Symposium on Zeolites: [3 - 5 October 2019, Belgrade, Serbia]*, Serbian Zeolite Association, 2019, 29-32. [COBISS.SI-ID 40274437]
3. Maruša Borštnar, Sabina Kramar, Nina Daneu, "Potek hidratacije in nastanek hidratacijskih produktov belitno-kalcijevo sulfoaluminatnega cementa pri različnih temperaturah", V: *24. posvetovanje slovenskih geologov, Ljubljana, november 2019*, Razprave, poročila, (Geološki zbornik, **25**), 2019, 13-15. [COBISS.SI-ID 2500967]

PATENTNA PRIJAVA

1. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, *Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov*, EP3486218 (A1), European Patent Office, 22. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 32049191]

PATENT

1. Wang Yongli, Boštjan Jančar, Hermann Grünbichler, Franz Rinner, Damjan Vengust, Danilo Suvorov, *Thermoelectric generator comprising a thermoelectric element*, EP2975659 (B1), European Patent Office, 16. 10. 2019. [COBISS.SI-ID 28426535]
2. Aleš Mrzel, Damjan Vengust, *Postopek za sintezo kovinskih molibdatov in volframov iz molibdenovih in volframovih karbidov in nitridov*, SI25549 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 32049191]

ODSEK ZA BIOKEMIJO, MOLEKULARNO IN STRUKTURNO BIOLOGIJO

B-1

Člani odseka se v svojih raziskavah osredotočajo na študije fiziološke vloge proteaz v normalnih in patoloških pogojih, mehanizme njihovega delovanja in regulacije ter na njihove lastnosti in strukturo. Dejavnost odseka je deloma usmerjena v razvoj novih orodij, s pomočjo katerih raziskujemo lastnosti proteaz in drugih encimov ter nam omogočajo spremljanje in uravnavanje njihove aktivnosti v in vivo pogojih.



Vodja:
prof. ddr. Boris Turk

Obseg raziskovanja proteaz se je v zadnjem desetletju močno povečal predvsem zaradi hitrega razvoja novih metod, kot sta kvantitativna proteomika in slikanje *in vivo*, ter zaradi čedalje večje uporabe živalskih modelov. Našteto je vodilo v identifikacijo fizioloških substratov ter v spremembo v dojemanju proteaz od encimov, ki zgolj razgrajujejo proteine, do ključnih signalnih molekul. Njihova katalitična aktivnost je natančno nadzorovana na več različnih načinov, najpomembnejša med njimi sta aktivacija cimogenov ter inhibicija z endogenimi proteinskimi inhibitorji. Kakršnokoli neravnovesje v tej regulaciji lahko vodi v razvoj patoloških stanj, kot so avtoimunske, nevrološke in kardiovaskularne bolezni, rak in osteoporoza. Molekulske mehanizme delovanja proteaz pa razumemo le delno, saj poznamo le manjši del fizioloških substratov za omejeno število proteaz. Tako je vloga proteaz pri različnih fizioloških procesih še vedno slabo pojasnjena.

Tak primer je vloga proteaz pri oksidativnem stresu. Oksidativni stres lahko opišemo kot povišano raven reaktivnih kisikovih zvrsti (angl. **reactive oxygen species**, ROS), ki vplivajo na širok nabor celičnih komponent in povzročajo številne nepravilnosti. Oksidativni stres se že dolgo povezuje s celično smrtjo, še posebno s klasično nekrozo, vendar je bila njegova vloga pri drugih poteh celične smrti manj jasna. V članku, ki je bil objavljen v reviji *Biological Chemistry*, smo ovrednotili učinek štirih različnih lovilcev ROS: N-acetil-L-cisteina (NAC), α -tokoferola (α -TOC) in dveh mimetikov SOD, Mn(III)tetrakis(4-benzojska kislina)porfirin klorida (MnTBAP) in tempola. Osredotočili smo se na štiri različne modele celične smrti: nekrozo, sproženo z menadionom (MD), apoptozo, sproženo s staurosporinom (STS), apoptozo, sproženo s faktorjem tumorske nekroze (TNF), in nekroptozo, sproženo s TNF. Opazili smo, da je NAC, klasični lovilec ROS, povsem preprečil nekrozo, sproženo z MD, drugi lovilci ROS pa so bili manj učinkoviti. Prav tako smo ugotovili, da ima tarčenje ROS zanemarljiv vpliv na druge preiskovane oblike celične smrti. Kljub temu smo opazili, da je Tempol znatno preprečil pojav apoptoze, sprožene s TNF, in v manjšem obsegu tudi nekroptoze, sprožene s TNF. Vendar pa ta učinek najverjetneje ni povezan z njegovo vlogo lovilca ROS, temveč je specifičen za to spojino, mehanizem tega delovanja pa še ni jasen. V naši drugi raziskavi smo ugotovili, da bi lahko bila porušena redoks homeostaza molekularni mehanizem, odgovoren za s stefinom B povezano napredovanje Unverricht-Lundborgove bolezni, ki je oblika mioklonične epilepsije. Stefin B (cistatin B) je znotrajcelični inhibitor cisteinskih katepsinov, za miši z izbitim genom za stefin B pa so ugotovili, da so bolj občutljive na sepsa, sproženo z lipopolisaharidom (LPS), kar je posledica povišanega izražanja kaspaze 11, aktivacije inflamasa NLRP (angl. **Nucleotide-binding oligomerization domain, Leucine rich Repeat and Pyrin domain containing**) in višje ravni mitohondrijskih ROS. V naši raziskavi smo preverili, ali oksidativni stres, sprožen z LPS, vpliva na proteinsko raven in redoks stanje proteinov, občutljivih na redoks (tiredoksin, peroksiredoksini in superoksid dismutaze), v makrofagih in vranici miši, ki smo jim aplicirali LPS. Opazili smo, da sprožitev sepse z LPS vodi v izrazito povišanje mitohondrijskih periredoksina 3 (Prx3), sulfiredoksina in superoksid dismutaze 2 (Sod2) v makrofagih in vranici brez stefina B. Ugotovili smo, da se po sprožitvi sepse z LPS sulfiredoksin usmerja v mitohondrije ter da povečano izražanje mitohondrijskih na redoks občutljivih proteinov Prx3 in Sod2 v celicah brez stefina B nakazuje na zaščitno vlogo stefina B pri delovanju mitohondrijev. Stefine pa smo, poleg raziskave njihovih fizioloških funkcij, uporabili tudi za razvoj tarčnih sistemov za dostavo zdravil. Stefini so splošni endogeni inhibitorji cisteinskih katepsinov, njihovo specifično inhibitorno afiniteto pa lahko uporabimo za tarčno dostavo zdravil v patoloških stanjih, kot je rak, kjer je izražanje cisteinskih katepsinov izjemno povečano. Za katepsina S in L je znano, da ju tumorske in/ali imunske celice izločajo v tumorsko mikrookolje, zaradi česar sta obetajoci tarči za dostavo zdravil. To hipotezo smo preverili z razvojem novega sistema za tarčenje katepsinov S in L, in sicer z uporabo liposomskega dostavnega sistema, funkcionaliziranega z endogenim inhibitorjem cisteinskih katepsinov, stefinom A. Selektivno tarčenje katepsinov z liposomi, konjugiranimi s stefinom A, smo potrdili tako *in vitro* kot tudi *in vivo* ter pokazali, da ima ta pristop potencial za uporabo v diagnostiki in zdravljenju.

Z nadaljevanjem naših raziskav specifičnosti proteaz smo proteomsko okarakterizirali degradom cisteinske proteaze legumaina in tako potrdili njegovo ozko proteolitsko specifičnost. Pokazali smo, da ima legumain močno preferenco za cepitev proteinov izven elementov s sekundarno strukturo.

Poleg dela na svojih lastnih projektih smo sodelovali tudi z raziskovalnimi skupinami iz Slovenije in drugih držav (Madžarske, Hrvaške, Poljske, Nizozemske in ZDA), kar je pripeljalo do objav člankov v prestižnih revijah, kot so *JACS*, *PNAS* in *Chemical Science*. Zaradi našega obsežnega strokovnega znanja na področju proteolize so nas povabili k pisanju dveh preglednih člankov, ki opisujeta vlogo cisteinskih katepsinov v zunajcelični proteolizi, in preoblikovanju zunajceličnega matriksa, pripravili pa smo tudi obsežen pregledni članek o uporabi degradomike za odkrivanje biomarkerjev.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Bratovš, A., Kramer, L., Mikhaylov, G., Vasiljeva, O., Turk, B., Stefin A-functionalized liposomes as a system for cathepsins S and L-targeted drug delivery, *Biochimie*, 2019, **166**, 94–102
2. Trstenjak Prebenda, M., Završnik, J., Turk, B., Kopitar Jerala, N., Upregulation of Mitochondrial Redox Sensitive Proteins in LPS-Treated Stefin B-Deficient Macrophages, *Cells*, 2019, **8**, 12, 1476
3. Vizovišek, M., Fonovič, M., Turk, B., Cysteine cathepsins in extracellular matrix remodeling: Extracellular matrix degradation and beyond, *Matrix Biol.*, 2019, **75/76**, 141–159
4. Kavčič, N., Pegan, K., Vandenabeele, P., Turk, B., Comparative study of the differential cell death protecting effect of various ROS scavengers., *Biol Chem.*, 2019, **400**, 2, 149–160

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 36th Winter School on Proteinases and Inhibitors 2019, Tiers, Italija, 13.–17. 3. 2019, soorganizatorji

Nagrade in priznanja

1. Andreja Bratovš: Highly Commended Poster Award, Barcelona, Španija, Perkin Elmer European In Vivo Optical Imaging User Group Meeting 2019, Stefin A-functionalized liposomes as a system for cathepsins S and L-targeted drug delivery

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Dobava DPPI encima Prozymex A/S prof. dr. Dušan Turk
2. COST CA 15203; Mapiranje mitohondrijev: Evolucija-Starost-Spol-Življenjski stil-Okolje COST Office doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
3. COST CA15124; NEUBIAS - Nova mreža evropskih analitikov bioloških slik za napredek pri zajemanju slik v bioznanostih COST Office doc. dr. Tina Zavašnik Bergant
4. COST CA15214; Integrativna akcija za multidisciplinarne študije celičnih strukturnih mrež COST Office doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
5. Vloga cistatinov pri nevroinflamaciji Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
6. Zdravljenje možganskih tumorjev na osnovi ciljanja katepsinov s konjugati proteinov in zdravil Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS prof. dr. Boris Turk

PROGRAMI

1. Strukturna biologija prof. dr. Dušan Turk
2. Proteoliza in njena regulacija prof. dr. Boris Turk

PROJEKTI

1. Preprečevanje rezistence tumorskih celic na antiproteazno terapijo z inhibitorji katepsina X (sodelujemo z Jankom Kosom) prof. dr. Boris Turk
2. Molekularno genetski bioznačevalci in mehanizmi neodzivnosti na biološko zdravljenje z anti-TNF bolnikov s kroničnimi imunskimi boleznimi (sodelujemo z Urošem Potočnikom) prof. dr. Boris Turk
3. Strukturni vpogled v mehanizem tvorbe površine bakterije *Clostridium difficile* prof. dr. Dušan Turk
4. Inhibicija prenove celične stene *Staphylococcus aureus* prof. dr. Dušan Turk
5. Vloga legumaina pri infekciji in vnetju prof. dr. Marko Fonovič
6. Vloga cisteinskih katepsinov pri aktivaciji komplementa pri raku prof. dr. Boris Turk
7. Izboljšanje imunoterapevtske vrednosti NK celic z modulacijo cistatina F (sodelujemo z Jankom Kosom) dr. Miha Butinar
8. Kako Gram-pozitivni patogeni preprečijo delovanje E-kadherina prof. dr. Boris Turk
9. Neinvazivna diagnostika pri raku na osnovi katepsinov prof. dr. Boris Turk
10. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali) prof. dr. Boris Turk
11. Lisosomalne proteinaze pri semaforin signaliziranju in celični polarnosti prof. dr. Boris Turk

OBISKI

1. prof. dr. Kazuo Umezawa, Aichi Medical University, Nagakute, Japonska, 4.-6. 3. 2019
2. dr. Jakub Ptáček, Institute of Biotechnology CAS, Praga, Češka, 9.-11. 7. 2019
3. Michał Kanoza, Jagiellonian University, Krakow, Poljska, 27. 7.-30. 9. 2019
4. Alma Jahić, Univerza v Tuzli, Bosna in Hercegovina, 29. 9.-11. 10. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Kazuo Umezawa, Aichi Medical University, Nagakute, Japonska: Screening and development of NF- κ B inhibitor DHMEQ and other bioactive metabolites for anti-inflammatory agents, 5. 3. 2019
2. prof. dr. Eva Žerovnik: Človeški stefin B kot modelni protein za študij zvižanja in agregacije proteinov, 9. 1. 2019

Na odseku imamo redne tedenske seminarje, na katerih raziskovalci poročajo o svojem delu.

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Andreja Bratovš, Boris Turk, 11th General Meeting of the International Proteolysis Society, Mariánské Lázně, Češka, 29. 9.-4. 10. 2019
2. Andreja Bratovš, Nežka Kavčič, Boris Turk, Eva Vidak, 6th Biannual Meeting on Mitochondria, Apoptosis & Cancer, Praga, Češka, 16.-20. 9. 2019 (4)
3. Andreja Bratovš, European In Vivo Imaging User Group Meeting 2019, Barcelona, Španija, 12.-14. 6. 2019 (1)
4. Andreja Bratovš, Marija Grozdanič, Boris Turk, 36th Winter School on Proteinases and Inhibitors, Tiers, Italija, 13.-17. 3. 2019 (2)
5. Marko Fonovič, Katarina Karničar, Nataša Kopitar - Jerala, Jure Loboda, Sara Pintar, Tilen Sever, Ajda Taler - Verčič, Boris Turk, Dušan Turk, Livija Tušar, Aleksandra Usenik, Robert Vidmar, 13. srečanje Biokemijskega društva Slovenije, Dobrna, 24.-27. 9. 2019 (10)
6. Marija Grozdanič, Proteomics Bioinformatics Course, Cambridge, Velika Britanija, 20. 7.-1. 8. 2019

7. Marija Grozdanič, Nežka Kavčič, Ajda Taler - Verčič, 44th FEBS Congress 2019, Krakov, Poljska, 6.-11. 7. 2019 (2)
8. Marija Grozdanič, 11th Jozef Stefan International Postgraduate School Student's Conference and 13th Young Researchers' Day of Chemistry, Material Science, Biochemistry and Environment, Planica, 15.-16. 4. 2019 (1)
9. Nežka Kavčič, 27th Conference of the European Cell Death Organization, Dresden, Nemčija, 24.-29. 9. 2019 (1)
10. Nataša Kopitar - Jerala, 14th Conference on Mitochondrial Physiology, Beograd, Srbija, 14.-16. 10. 2019
11. Nataša Kopitar - Jerala, 11th European Meeting on Intermediate Filaments, Turku, Finska, 8.-13. 6. 2019
12. Jure Loboda, Hot Topics in Contemporary Crystallography 4, Dubrovnik, Hrvaška, 1.-6. 10. 2019
13. Petra Matjan - Štefin, SCIVAC RIMINI, Rimini, Italija, 24.-26. 5. 2019
14. Georgy Mikhaylov, International Workshop on Multiscale Biomechanics and Tribology of Inorganic and Organic Systems, Tomsk, Ruska federacija, 30. 9.-5. 10. 2019 (1)
15. Sara Pintar, Livija Tušar, 32nd European Crystallographic Meeting, Dunaj, Avstrija, 18.-23. 8. 2019 (2)
16. Boris Turk, 1st International Congress of Cancer and Clinical Oncology, Singapur, Singapur, 2.-9. 12. 2019 (1)
17. Boris Turk, EMBC Meeting, London, Velika Britanija, 24.-26. 11. 2019
18. Boris Turk, EMBC Meeting, Heidelberg, Velika Britanija, 23.-25. 6. 2019
19. Boris Turk, 48th Annual Meeting of the Brazilian Society of Biochemistry and Molecular Biology, Sao Paulo, Brazilija, 10.-16. 5. 2019 (1)
20. Aleksandra Usenik, 11th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia, Leiden, Nizozemska, 18.-23. 8. 2019 (1)
21. Eva Žerovnik, FENS Regional Meeting 2019, Beograd, Srbija, 10.-14. 7. 2019 (1)
22. Eva Žerovnik, COST Annual Meeting of Transautophagy, Sofija, Bolgarija, 23.-25. 4. 2019
23. Eva Žerovnik, 3. Ulm Meeting on Biophysics of Amyloid Formation, Ulm, Nemčija, 18.-22. 2. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Urban Javoršek: Institut für Medizinische Mikrobiologie, Univerza v Zürichu, Švica, 29. 9.-19. 10. 2019 (strokovno izpopolnjevanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. dr. Iztok Dolenc
2. prof. dr. Marko Fonovič
3. doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
4. prof. dr. Brigita Lenarčič*, znanstveni svetnik
5. *Abelardo Manuel Silva, Licenciado en Física, R Argentina, odšel 15. 6. 2019*
6. prof. dr. Veronika Stoka
7. Andrej Šali, doktor znanosti, znanstveni svetnik
8. **prof. ddr. Boris Turk, znanstveni svetnik - vodja odseka**
9. prof. dr. Dušan Turk, znanstveni svetnik - vodja centra
10. doc. dr. Livija Tušar
11. prof. dr. Olga Vasiljeva
12. prof. dr. Eva Žerovnik, znanstveni svetnik

Podoktorski sodelavci

13. *dr. Miha Butinar, odšel 1. 10. 2019*
14. dr. Katarina Karničar
15. dr. Nežka Kavčič
16. *dr. Jasna Lalič, odšla 16. 10. 2019*
17. dr. Nataša Lindič
18. dr. Georgy Mikhaylov
19. dr. Sara Pintar
20. dr. Jure Praznikar*
21. dr. Vida Puizdar
22. *dr. Ajda Taler-Verčič, odšla 4. 11. 2019*
23. dr. Aleksandra Usenik
24. dr. Robert Vidmar

Mlajši raziskovalci

25. Monika Biasizzo, mag. biokem.
26. Andreja Bratovš, mag. biokem.
27. *Marija Grozdanič, master fizik. kemije, R Srbija, odšla 1. 10. 2019*
28. Urban Javoršek, mag. biokem.
29. Jure Loboda, mag. farm.
30. Petra Matjan Štefin, dr. vet. med.
31. Matej Novak, mag. farm.
32. Tilen Sever, mag. mol. funkc. biol.
33. Mojca Trstenjak Prebanda, univ. dipl. kem.

34. Eva Vidak, mag. biokem.
35. Miki Zarič, mag. mol. funkc. biol.

Strokovni sodelavci

36. Andreja Sekirnik, univ. dipl. kem.
37. Ivica Štefe, univ. dipl. kem.
- Tehniški in administrativni sodelavci**
38. Maja Orehek, univ. dipl. etn. in antr. kult.
39. Dejan Pelko
40. Polonca Pirš Kovacič

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Albert-Ludwigs-Universität, Institut für Molekulare Medizin und Zellforschung, Freiburg, Nemčija
2. Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute, La Jolla, Kalifornija, ZDA
3. Centro de Investigación Principe Felipe, Valencia, Španija
4. Commissariat a l'Energie Atomique, Gif Yvette, Francija
5. Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg, Nemčija
6. European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Heidelberg, Nemčija
7. Freie Universität Berlin, Nemčija
8. Ghent University, Department for Molecular Biomedical Research, Gent, Belgija
9. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Nacional de General San Martín, Argentina
10. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
11. International University of Bremen, Bremen, Nemčija
12. Karl-Franzens Universität, Gradec, Avstrija
13. Keio University, Tokio, Japonska
14. King's College, London, Velika Britanija
15. Kyushu University, Graduate School of Dental Science, Fukuoka, Japonska
16. Lek farmacevtska družba, d. d., Ljubljana, Slovenija
17. Liaoning Cancer Hospital & Institute, Kitajsko
18. University of Zürich, Zürich, Švica
19. Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Valles, Španija
20. University of Lund, Lund, Švedska

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Samra Hasanbašić, Ajda Taler-Verčič, Vida Puizdar, Veronika Stoka, Magda Tušek-Žnidarič, Andrej Vilfan, Selma Berbić, Eva Žerovnik, "Prolines affect the nucleation phase of amyloid fibrillation reaction; mutational analysis of human stefin B", *ACS chemical neuroscience*, 2019, **10**, 6, 2730-2740. [COBISS.SI-ID 32274727]
2. Urša Pečar Fonovič, Milica Perišić, Nace Zidar, Brigita Lenarčič, Janko Kos, "The carboxypeptidase activity of cathepsin X is not controlled by endogenous inhibitors", *Acta chimica slovenica*, 2019, **65**, 1, 58-61. [COBISS.SI-ID 4648561]
3. Robert Vidmar, Matej Vizovišek, Dušan Turk, Boris Turk, Marko Fonovič, "Characterization of legumain degradome confirms narrow cleavage specificity", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 1, 50-57. [COBISS.SI-ID 32890663]
4. Janja Božič, Iztok Dolenc, "Feedback regulation of cathepsin C by the Propeptide dipeptides of Granzymes A and B", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 2, 501-509. [COBISS.SI-ID 32472871]
5. Junjun Ni, Zhou Wu, Veronika Stoka, Jie Meng, Yoshinori Hayashi, Christoph Peters, Hong Qing, Vito Turk, Hiroshi Nakanishi, "Increased expression and altered subcellular distribution of cathepsin B in microglia induce cognitive impairment through oxidative stress and inflammatory response in mice", *Aging cell*, 2019, **18**, 1, e12856. [COBISS.SI-ID 32077095]
6. Andreja Bratovš, Lovro Kramer, Georgy Mikhaylov, Olga Vasiljeva, Boris Turk, "Stefin A-functionalized liposomes as a system for cathepsins S and L-targeted drug delivery", *Biochimie*, 2019, **199**, 94-102. [COBISS.SI-ID 32777255]
7. Katarina Korenčan, Jan Potempa, Boris Turk, "Host cell-surface proteins as substrates of gingipains, the main proteases of *Porphyromonas gingivalis*", *Biological chemistry*, 2019, **399**, 12, 1353-1361. [COBISS.SI-ID 32301095]
8. Nežka Kavčič, Katarina Pegan, Peter Vandenabeele, Boris Turk, "Comparative study of the differential cell death protecting effect of various ROS scavengers", *Biological chemistry*, 2019, **400**, 2, 149-160. [COBISS.SI-ID 32300839]
9. Eva Žerovnik, "Possible mechanisms by which Stefin B could regulate proteostasis and oxidative stress", *Cells*, 2019, **8**, 1, 70. [COBISS.SI-ID 32038439]
10. Mojca Trstenjak-Prebanda, Janja Završnik, Boris Turk, Nataša Kopitar-Jerala, "Upregulation of mitochondrial redox sensitive proteins in lps-treated stefin B-deficient macrophages", *Cells*, 2019, **8**, 12, 1476. [COBISS.SI-ID 32952359]
11. Ana Bajc Česnik, Simona Darovic, Sonja Prpar Mihevc, Maja Štalekar, Mirjana Malnar, Helena Motaln, Youn-Bok Lee, Julija Mazej, Jure Pohleven, Markus Grosch, Miha Modic, Marko Fonovič, Boris Turk, Micha Drukker, Christopher E. Shaw, Boris Rogelj, "Nuclear RNA foci from C9ORF72 expansion mutation form paraspeckle-like bodies", *Journal of cell science*, 2019, **132**, 5, jcs224303. [COBISS.SI-ID 32174887]
12. Janja Božič, Katja Bidovec, Matej Vizovišek, Iztok Dolenc, Veronika Stoka, "Menadione-induced apoptosis in U937 cells involves Bid cleavage and stefin B degradation", *Journal of cellular biochemistry*, 2019, **120**, 6, 10662-10669. [COBISS.SI-ID 32038695]
13. Elma Mons *et al.* (11 avtorjev), "The alkyne moiety as a latent electrophile in irreversible covalent small molecule inhibitors of cathepsin K", *Journal of the American Chemical Society*, 2019, **141**, 8, 3507-3514. [COBISS.SI-ID 32066599]
14. Tamara Marić *et al.* (12 avtorjev), "Bioluminescent-based imaging and quantification of glucose uptake in vivo", *Nature methods*, 2019, **16**, 6, 526-532. [COBISS.SI-ID 32775463]
15. Maja Marinović Guič, Lucija Mijanović, Marko Šoštar, Matej Vizovišek, Alexander Junemann, Marko Fonovič, Boris Turk, Igor Weber, Jan Faix, Vedrana Filič, "IQGAP-related protein IqgC suppresses Ras signaling during large-scale endocytosis", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, **116**, 4, 1289-1298. [COBISS.SI-ID 32004903]
16. Mateja Rebernik, Brigita Lenarčič, Marko Novinec, "The catalytic domain of cathepsin C (dipeptidyl-peptidase I) alone is a fully functional endoprotease", *Protein expression and purification*, 2019, **157**, 21-27. [COBISS.SI-ID 1538119107]
17. Jure Pražnikar, Miloš Tomić, Dušan Turk, "Validation and quality assessment of macromolecular structures using complex network analysis", *Scientific reports*, 2019, **9**, 1678. [COBISS.SI-ID 1541072324]
18. Anastasija Panevska, Vesna Hodnik, Matej Skočaj, Maruša Novak, Špela Modic, Ivana Pavlic, Sara Podržaj, Miki Zarič, Nataša Resnik, Peter Maček, Peter Veranič, Jaka Razinger, Kristina Sepčič, "Pore-forming protein complexes from *Pleurotus* mushrooms kill western corn rootworm and Colorado potato beetle through targeting membrane ceramide phosphoethanolamine", *Scientific reports*, 2019, **9**, 5073. [COBISS.SI-ID 5013839]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Vito Turk, Dušan Turk, Iztok Dolenc, Veronika Stoka, "Characteristics, structure, and biological role of stefins (type-1 cystatins) of human, mammal, and parasite origin", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 1, 5-17. [COBISS.SI-ID 32111143]
2. Eva Vidak, Urban Javoršek, Matej Vizovišek, Boris Turk, "Cysteine cathepsins and their extracellular roles: shaping the microenvironment", *Cells*, 2019, **8**, 3, 264. [COBISS.SI-ID 32300583]
3. Matej Vizovišek, Marko Fonovič, Boris Turk, "Cysteine cathepsins in extracellular matrix remodeling: extracellular matrix degradation and beyond", *Matrix biology*, 2019, **75/76**, 141-159. [COBISS.SI-ID 31183911]
4. Marija Grozdanič, Robert Vidmar, Matej Vizovišek, Marko Fonovič, "Degradomics in biomarker discovery", *Proteomics. Clinical applications*, 2019, **13**, 6, 1800138. [COBISS.SI-ID 32877607]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Livija Tušar, Marjana Novič, Marjan Tušar, Jure Zupan, "Structural elucidation", V: *Encyclopedia of analytical science*, Elsevier, 2019, 278-289. [COBISS.SI-ID 4527404]

Raziskovalni program Odseka za molekularne in biomedicinske znanosti je usmerjen predvsem v temeljne raziskave na področju proteinske biokemije, molekularne in celične biologije ter genetike. Osnovni namen naših raziskav je pridobivanje novih spoznanj na področju človeške in živalske patofiziologije v korist izboljšanja zdravja ljudi in živali.

Toksinologija

Ena od naših tradicionalnih raziskovalnih tem na področju toksinologije je preučevanje molekularnih mehanizmov toksičnega delovanja sekretornih fosfolipaz A_2 (sPLA₂), ki so v živalskih strupih. Še posebej smo osredotočeni na tiste, ki so presinaptično nevrotoksični (tako imenovani β -nevrotoksini). Znanje, ki ga pridobimo s preučevanjem toksičnih sPLA₂, nam pomaga bolje razumeti patofiziološko vlogo ortolognih sesalskih sPLA₂, na primer prispevek slednjih pri razvoju nevrodegenerativnih bolezni, kot je Alzheimerjeva (AD).

V letu 2019 smo objavili zelo pomemben članek o molekularni identifikaciji mitohondrijskega receptorja za amoditoksin (Atx), nevrotoksično sPLA₂ iz strupa modrasa (*Vipera a. ammodytes*, Vaa) (J. Šribar *et al.*, *Sci. Rep.*, 9 (2019), 293). Ta ugotovitev je ključna ne le za naše poglobljeno razumevanja zastrupitve motoričnega nevrona z Atx na molekularni ravni, ampak tudi za razkrivanje vloge sesalske sPLA₂, ki je ortologna modrasovemu Atx, pri AD. V prispevku smo opisali izolacijo amoditoksinskega receptorja iz mitohondrijev živčnih celic in njegovo identifikacijo kot podenoto II encima citokroma c-oksidge (CCOX), ki je bistvena sestavina kompleksa dihalne verige. Dokazali smo, da Atx inhibira delovanje CCOX, kar tudi pojasni zaviranje tvorbe ATP s tem toksinom v zastrupljenem živčnem končiču. Trenutno potekajo raziskave za potrditev podobne aktivnosti v primeru sorodne endogene sPLA₂. Ta je prisotna v mitohondrijih, zato preizkušamo hipotezo o njeni vpletenosti v regulacijo proizvodnje ATP v fizioloških pogojih. V patoloških pogojih, na primer pri AD, se aktivnost endogene fosfolipaze izrazito poveča in v mitohondrijih živčnih celic nastanejo poškodbe, zelo podobne tistim, ki so jih zasledili v živčnih končičih, zastrupljenih z Atx. Želimo si potrditi funkcionalno povezavo med endogeno sPLA₂, njeno vezavo na CCOX in degeneracijo mitohondrijev, zato je Atx lahko zelo ustrezno orodje v ta namen.

Na področju raziskav sPLA₂ smo zaključili prvo leto dvostranskega projekta z ruskimi partnerji iz Laboratorija za molekularno toksinologijo s Šemjakinovega in Ovčnikovovega inštituta za bioorgansko kemijo Ruske akademije znanosti v Moskvi (BI-RU/19-20-029). Pri omenjeni študiji preučujemo, kako endogene sPLA₂ modulirajo funkcije nikotinskega receptorja za acetilholin (nAChR). Nova mlada raziskovalka, ki je vključena v te raziskave, pripravlja rekombinantne sesalske sPLA₂ (iz skupin II, V in X) in njihove encimsko neaktivne oblike, da bi preizkusila njihove učinke na nAChR v ruskem laboratoriju. V okviru tega sodelovanja je imel I. Križaj vabljen predavanje na drugem bioznanstvenem forumu (na skupnem VI. Biokemijskem kongresu in IX. Ruskem simpoziju z naslovom Proteini in peptidi) v Sočiju v Rusiji.

Leta 2019 smo intenzivno preučevali tudi proteine modrasovega strupa, ki vplivajo na proces koagulacije krvi – hemostazo. Še zlasti smo se ukvarjali s serinsko proteazo s prokoagulantnim, FVIIa podobnim delovanjem, poimenovano VaaSP-VX, ki je prva serinska proteaza kačjega strupa z dvojnimi delovanjem, saj deluje kot aktivator dveh koagulacijskih faktorjev, V in X. Eksperimentalni del raziskave je končan, prav tako tudi prvi osnutek znanstvenega članka (Z. Latinović *et al.*, v pripravi).

V slovenski strokovni reviji *Medicinski razgledi* smo objavili pregledni članek z naslovom Strupene kače v Sloveniji – sestava in delovanje njihovega strupa (V. Leban *et al.*, *Med. razgl.*, 58 (2019), 55–74).

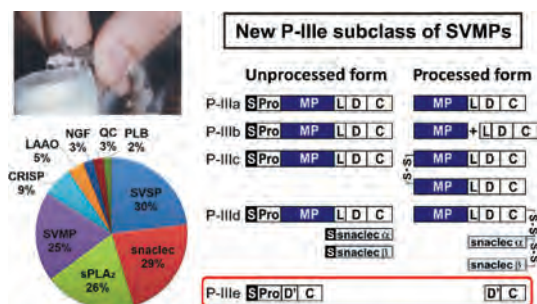
Leta 2019 smo vzpostavili novo, ambiciozno zasnovano mednarodno povezavo, ki se bo osredotočila na izboljšanje zdravljenja po ugrizih kač in razvoj naprednih orodij za razgradnjo strdkov, ki ovirajo ali celo preprečujejo pretok krvi v žilah, katere cilja sta občutno zmanjšanje umrljivosti in obolenosti zaradi zastrupitve s kačjimi strupi in zaradi tromboze. Oba cilja tega konzorcija 13 raziskovalnih skupin iz Evrope in Latinske Amerike sta usmerjena v raziskave visoko učinkovitih proteinaz kačjih strupov, in sicer metalo- in serinskih proteinaz. Našo skupino so povabili, da se pridruži in je že sodelovala pri pripravi osnutka projekta MCSA-ITN z naslovom: Pretvorba viperidnih strupov v javne in zasebne zdravstvene pripomočke (CoViPPES), da bi v prvi fazi pridobili finančna sredstva za zaposlitev in usposabljanje mladih znanstvenikov.



Vodja:

prof. dr. Igor Križaj

Živalski strupi so bogat vir novih učinkovin in molekularnih orodij za izboljšanje zdravja ljudi in živali.



Slika 1: Celovita analiza proteoma in transkriptoma strupa modrasa (*Vipera a. ammodytes*, *Vaa*). Tortni diagram prikazuje relativne količine glavnih proteinskih družin v strupu: kačje proteine, podobne lektinom tipa C (*snaclec-i*), sekretorne fosfolipaze A₂ (*sPLA₂*), serinske proteaze kačjih strupov (*SVSP*), metaloproteinaze kačjih strupov (*SVMP*), Cys-bogati sekretorni protein (*CRISP*), L-aminokislinsko oksidazo (*LAAO*), živčni rastni dejavnik (*NGF*), glutaminil-ciklazo (*QC*) in fosfolipazo B (*PLB*). V strupu smo tudi na proteinski ravni potrdili prepis, ki kodira protein, podoben P-III SVMP, ki ne vsebuje encimske domene MP. Obstoj takšnih proteinov je bil potrjen prvič do sedaj. Tako smo predlagali uvedbo novega podrazreda, P-IIIe, proteinov, ki izhajajo iz prekurzorjev SVMP. Slika je povzeta iz članka A. Leonardi *et al.* (*J. Proteome Res.*, 18 (2019), 2287–2309).

Leta 2019 smo zaključili sistematično analizo strupov dveh evropskih strupenjač, medicinsko zelo pomembnega modrasa (*Vaa*) in precej redkega hrvaškega Ursinijevega gada (*Vipera ursinii macrops*, *Vum*).

Lokalni in sistemski klinični znaki zastrupitve z modrasovim strupom so posledica patofizioloških učinkov, ki jih povzročajo encimski in neencimski sestavni deli strupa, ki še zlasti vplivajo na kri, srčno-žilni in živčni sistem. Da bi izboljšali obstoječe zdravljenje s protistrupi v smeri večje specifičnosti in učinkovitosti ter pomagali pri odkrivanju novih zdravil, smo s pomočjo transkriptomske in proteomske analize pripravili najboljše knjiznico strupnih proteinov in peptidov iz strupa *Vaa* do sedaj (slika 1). Analiza nukleotidnih zaporedij knjižnice cDNA modrasove strupne žleze je pokazala na prisotnost zapisov, ki kodirajo 12 vrst polipeptidnih prekurzorjev. Na proteinski ravni smo potrdili 57 proteinov strupa, ki pripadajo 16 različnim proteinskim družinam, pri čemer obsegajo štiri skupine – serinske proteaze (*SVSP*), *sPLA₂*, proteine, podobne lektinom tipa C (*snaclec*), in metaloproteinaze (*SVMP*) – približno 80 % vseh proteinov modrasovega strupa. Peptidi, ki smo jih zasledili v modrasovem strupu, vključujejo natriuretične peptide, peptide, ki potencirajo delovanje bradikina, ter inhibitorje *SVSP* in *SVMP*. Zlasti zanimiv je bil tudi na proteinski ravni potrjen mRNA-prepis, ki kodira protein, podoben metaloproteinazam skupine P-III, a ne vsebuje encimske, tj. metaloproteinazne domene. Obstoj takšnih proteinov je bil s tem prvič dokazan, kar upravičuje predlog novega podrazreda, P-IIIe, predniških proteinov, prekurzorjev *SVMP* (A. Leonardi *et al.*, *J. Proteome Res.*, 18 (2019), 2287–2309).

Preučevali smo tudi toksično delovanje strupa *Vum* in v sodelovanju s kolegi z Univerze v Zagrebu (UZ) natančno opisali proteomski profil tega strupa. Omenjena vrsta gada sicer ni medicinsko pomembna, vendar je njena ekologija zelo posebna in vrsti grozi izumrtje. Naši podatki so odprli pot do razkritja edinstvene insekticidne aktivnosti njenega strupa, ki lahko potencialno pripelje do razvoja novih pesticidov. S primerjavo patoloških lastnosti strupov *Vum* in *Vaa* ter proteomov obeh strupov smo potrdili obstoj nevrotoksinov v strupih viperidnih kač, ki strukturno niso *sPLA₂* (M. Lang Balija *et al.*, v pripravi).

V sodelovanju s kolegi s Centra za klinično toksikologijo in farmakologijo Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana (UKCL) smo raziskovali zanimiv klinični učinek, in sicer globoko, prehodno in reverzibilno trombocitopenijo funkcionalnih trombocitov pri bolnikih, zastrupljenih z modrasovim strupom. Pri trombemboličnih boleznih, kot sta miokardni infarkt in ishemična možganska kap, imajo trombociti osrednjo vlogo. Obstoječa protitrombocitna zdravila imajo en skupni stranski učinek – zmanjšano število trombocitov, katerih delovanje je zavrto. Takšno stanje pomeni veliko tveganje za smrtno nevarno krvavitev (hemoragijo), zlasti pri interventni kardiologiji in angiologiji, ki uporabljata antitrombotični pristop. Naše ugotovitve lahko odprejo pot razvoju nove skupine protitrombocitnih učinkovin, ki bi zmanjšale tveganje za nevarne krvavitve pri takšnem pristopu v interventni kardiologiji in angiologiji ter povečale učinkovitost vazodilatacije in odstranitve strdka. Kot smo pokazali, lahko reverzibilno trombocitopenijo pri bolnikih, zastrupljenih z modrasovim strupom, povzročajo kačji proteini, podobni lektinom tipa C (imenovani *snaclec-i*). Leta 2019 smo iz modrasovega strupa izolirali več takšnih proteinov in jih očistili do različnih stopenj.

Raziskovalna mreža, ki vključuje strokovnjake iz UKCL, imunologe z UZ in našo skupino, še naprej zbira in analizira vzorce bolnikov, ki so bili zastrupljeni z modrasovim strupom in so jih ali ne zdravili z različnimi protistrupi, da bi pripravili nove direktive za bolj učinkovito imunoterapijo.

Leto 2019 je bilo zadnje leto slovensko-srbskega bilateralnega projekta (BI-RS/18-19-005). V okviru tega projekta so naši srbski partnerji z Inštituta za molekularno genetiko in gensko inženirstvo v Beogradu pripravili vektorje za izražanje dveh proteinov kačjega strupa, *CRISP* in *SVMP* novega podrazreda P-IIIe, ki smo ju začeli pridobivati v bakterijskem ekspresijskem sistemu.

Ob koncu leta 2018 smo začeli večji raziskovalni projekt v sodelovanju z dvema tujima skupinama, Oddelkom za biotehnologijo in biomedicino s Tehniške univerze na Danskem in pekinškim inštitutom za genomiko v Hongkongu. Glavni namen projekta je določiti nukleotidno zaporedje genoma *Vaa*, ga v celoti urediti in sestaviti *de novo*, anotirati ter poglobljeno analizirati. Iz odraslega samca modrasa iz severozahodnega dela Slovenije, ujetega v naravi z dovoljenjem Ministrstva za okolje in prostor, smo izolirali jetra in jih zamrznili. Iz njih smo izolirali visokomolekularno genomsko DNA, jo očistili in določili njeno nukleotidno zaporedje v večkratni dolžini predvidene velikosti genoma. S pomočjo določanja zaporedja druge generacije smo pridobili nukleotidno zaporedje dolžine 129 gigabaz (Gb, tj. milijard nukleotidov) in s pomočjo sekvenciranja tretje generacije zaporedje dolžine 161,5 Gb. V *de novo* procesu sestavljanja genoma nam je iz teh podatkov uspelo pridobiti osnovno ogrodje genoma dolžine 1,56 Gb in z vrednostjo kontiga N50 = 3,38 Mb. Načrtujemo, da nam bo v naslednjem letu uspelo v grobem anotirati prvi osnutek modrasovega genoma.

Leta 2019 so bili naši znanstveni dosežki na področju toksinologije zelo dobro prepoznavni. Povabljeni smo bili kot predavatelji na različna strokovna srečanja in znanstvene konference. Še posebej je treba omeniti vabilo I. Križaju za organizacijo sekcije in vabljen plenarno predavanje na 20. Svetovnem kongresu Mednarodnega društva za toksinologijo, ki je potekal od 8. do 13. septembra 2019 v Buenos Airesu v Argentini. I. Križaj je bil tudi povabljen k sodelovanju pri pripravi poglavja v monografiji ugledne mednarodne založbe (B. Lomonte & I. Križaj (2019): Snake Venom Phospholipase A₂ Toxins. *Handbook of Venoms and Toxins of Reptiles*, 2nd Edn. (Stephen P. Mackessy, Ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, ZDA, v pripravi). In ne nazadnje je bilo zelo dobro delo Križajeve ekipe priznано tudi doma, v Sloveniji, ko je Slovensko biokemijsko društvo I. Križaju podelilo Lapanjetovo priznanje, najvišje odlikovanje društva, za izjemne znanstvene dosežke, ki so pomembno prispevali k razvoju biokemijskih znanosti v Sloveniji (slika 2).

Lipidni metabolizem in signalizacija

Naše delo na področju lipidnega metabolizma in signalizacije se osredotoča na iskanje celičnih poti privzema in uporabe lipidov, ki bi jih lahko ciljano inhibirali in s tem zmanjšali odpornost rakavih celic na stres. Preživetje rakavih celic ob stresu je namreč odvisno od dostopnosti zunajceličnih lipidov in celične sposobnosti sintetiziranja, mobilizacije in recikliranja lastnih znotrajceličnih lipidov. S preučevanjem načinov, prek katerih rakave celice privzemajo in uporabljajo lipide, poskušamo vplivati na njihove izjemne sposobnosti prilagoditve na stresne pogoje v tumorskem okolju in s tem zmanjšati rast tumorjev, metastaziranje in odpornost na terapijo.

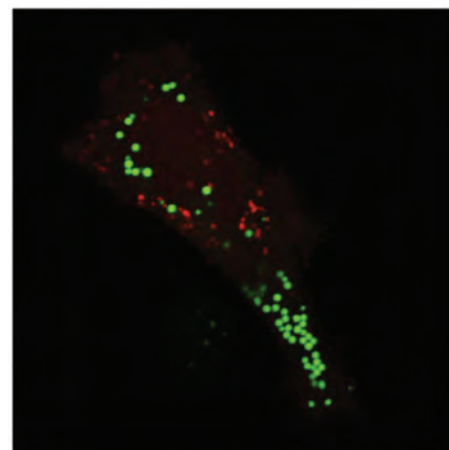
Publikacijo Lipid Droplets and the Management of Cellular Stress, avtorjev E. Jarc Jovičič in T. Petana, smo objavili v reviji *Yale Journal of Biology and Medicine*, ki neprekinjeno izhaja že od leta 1928, urejajo pa jo podiplomski študentje priznane ameriške univerze Yale. Povabljeni smo bili k sodelovanju pri posebni izdaji revije z naslovom *Organelles*, ki je bila objavljena septembra 2019, naš članek pa je bil pozneje izbran kot poseben izbor urednika. V tem preglednem članku razpravljamo o številnih vlogah lipidnih kapljic kot založnih organelov lipidov in glavnih regulatorjev celičnega metabolizma. Ena od osnovnih značilnosti lipidnih kapljic je tudi njihova kapaciteta za shranjevanje odvečnih lipidov ter zagotavljanje njihovega natančnega in reguliranega sproščanja, kar je izhodišče za vse funkcije, povezane z lipidnimi kapljicami in celičnim stresom. Lipidne kapljice v celicah sodelujejo pri vzdrževanju homeostaze membrane in dinamike lipidov, odstranjevanju okvarjenih proteinov in lipidov ter spodbujajo celice k dinamični komunikaciji z drugimi organeli. Zagotavljajo zaščito pred presežkom lipidov v naši prehrani, hkrati pa omogočajo optimalno porabo lipidov za proizvodnjo energije v mišicah in srcu, dopolnjujejo avtofagijo ob stradanju (slika 3) ter uravnavajo vnetne in imunske odzive. Lipidne kapljice se tvorijo celo v celičnem jedru in vplivajo na prepisovanje genov in druge funkcije jedra. V tem delu smo podali celovit pregled mehanizmov, prek katerih lipidne kapljice pomagajo celicam preživeti stresne pogoje.

Pregledni članek A twist of FATE: lipid droplets and inflammatory lipid mediators, avtorjev E. Jarc Jovičič in T. Petana, smo objavili v posebni številki revije *Biochimie* z naslovom Biogenesis and fate of lipid droplets. *Biochimie* je revija, ki jo izdaja Elsevier pod okriljem Société Française de Biochimie et Biologie Moléculaire, tako da smo bili z vabilom k takšni objavi počaščeni. V tem preglednem članku smo predstavili osnovne načine, prek katerih lipidne kapljice uravnavajo razpoložljivost maščobnih kislin za sintezo lipidnih mediatorjev in aktivacijo vnetnih procesov. Kapljice po eni strani hranijo polinenasičene maščobne kisline (PUFA) in s tem onemogočajo njihovo pretvorbo v signalne molekule. Po drugi strani pa z uravnavanjem sproščanja PUFA regulirajo nastanek signalnih mediatorjev. Novejše raziskave kažejo na to, da so v imunskih celicah in adipocitih lipidne kapljice odgovorne za sproščanje PUFA, ki se nato oksidirajo s ciklooksigenazami in lipoksigenazami, pri čemer nastanejo številni lipidni mediatorji, na primer eikozanoidi, ki uravnavajo vnetje in tumorigenezo. Lipidne kapljice torej delujejo kot signalni centri, ki povezujejo metabolične in vnetne procese. Do sedaj je bila hidroliza fosfolipidov z encimi PLA₂ najbolj sprejeti, če ne edini mehanizem sproščanja PUFA za proizvodnjo lipidnih mediatorjev. V tem članku razširjamo ta zastareli pogled in predstavljamo nove dokaze, ki kažejo



Slika 2: Profesor I. Križaj prejema Lapanjetovo nagrado. Na 13. srečanju Slovenskega biokemijskega društva v Dobrni, 26. septembra 2019, je I. Križaj za svoje znanstvene dosežke prejel Lapanjetovo nagrado, najvišje priznanje Slovenskega biokemijskega društva. Utemeljitev nagrade je dostopna na spletni strani: <http://www.sbd.si/sl/nagrajenci/40/lapanjetova-nagrada/igor-krizaj>.

Ciljanje poti, prek katerih rakave celice uporabljajo lipide, je obetavna strategija za zmanjševanje njihove trdoživosti.



Slika 3: Lipidne kapljice se kopičijo v rakavih celicah, izpostavljenih stresu. Celice raka materničnega vratu HeLa smo izpostavili kratkotrajnemu pomanjkanju hranil, pri katerem se aktivirata avtofagija in sinteza lipidnih kapljic. Lipidne kapljice in avtofagosome smo vizualizirali s konfokalno mikroskopijo v živih celicah. Lipidne kapljice smo barvali s fluorescenčnim barvilom BODIPY 493/503 (zeleno), avtofagosomi pa so obarvani rdeče, in sicer zaradi prisotnosti genetsko vstavljenega reporterskega proteina za avtofagijo LC3, na katerega je vezan rdeči fluorescenčni protein (RFP) (avtorja: M. Jusovič in T. Petan).



Slika 4: Naslovnica posebne izdaje revije *Yeast* o lipidih pri kvasovkah. Vabljeni urednik izdaje je bil vodja skupine za genetiko in biotehnologijo kvasovk Uroš Petrovič, ki je bil leta 2019 tudi vodja organizacijskega in znanstvenega odbora mednarodne konference o lipidih kvasovk 14th Yeast Lipid Conference.

na vlogo lipidnih kapljic kot vira za sintezo lipidnih mediatorjev, s čimer zavračamo dosedanja dogmatski pogled o edinstveni vlogi PLA₂ v tem procesu. Razumevanje povezav med lipidi in celično signalizacijo nas lahko pripelje do odkritja manjkajočih vrzeli med vnetjem in rakom.

Naše delo na področju lipidnih kapljic je bilo zelo dobro sprejeto v znanstveni skupnosti, še posebej glede na vabljeno predavanje na 13. srečanju Slovenskega biokemijskega društva v Dobrni (T. Petan). E. Guštin, nekdanja študentka Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani (UL), je za svoje magistrsko delo z naslovom *Lipidne kapljice in transport maščobnih kislin v celicah raka dojke* prejela Krkino nagrado. Naša nova sodelavka M. Jusovič je prejela štipendijo Ad Futura za doktorski študij na Podiplomski šoli Jožefa Stefana. Belen Vilanova Baeza, študentka magistrskega programa na Edinburgh Napier University, Velika Britanija, pa je opravila trimesečni raziskovalni obisk v našem laboratoriju prek programa mobilnosti Erasmus+.

Visokozmogljivostna genetika in funkcijska genomika pri običajni kvasovki *Saccharomyces cerevisiae*

Analiza poligenetskih lastnosti in metode za urejanje genoma spadajo med najhitreje razvijajoča se področja v genetiki. Razvili smo metodo iterativnega križanja sevov kvasovke z raznolikimi genetskimi ozadji, s katero nam je uspelo pripraviti sev z izjemno visoko stopnjo acidotolerance (D. Slokar & U. Petrovič, neobjavljeno). Metoda ima velik potencial na področju biotehnologije. Razvili smo metodo multipleks CRISPR-Cas9, s katero lahko hkrati naredimo do pet tarčnih sprememb v genomu kvasovke (G. Žun *et al.*, neobjavljeno). S kombinacijo teh pristopov lahko učinkovito pripravimo nove industrijske seve kvasovk.

V sodelovanju s skupino prof. dr. Blaža Zupana s Fakultete za računalništvo in informatiko UL smo objavili članek, v katerem opisujemo prosto dostopno metodo za analizo velikega števila z mikroskopsko analizo pridobljenih slik (P. Godec *et al.*, *Nat. Commun.*, 10, (2019), 4551). Ta metoda nam omogoča še večjo konkurenčnost pri raziskavah interakcij med organi in drugimi celičnobiološkimi pojavi pri kvasovki.

Maja 2019 je naša skupina organizirala in gostila mednarodno konferenco z naslovom 14th Yeast Lipid Conference. Gre za znanstveno srečanje, ki vsaki dve leti združi raziskovalce s področja raziskav lipidov kvasovk z vsega sveta. Uroš Petrovič je bil tudi gostujoči urednik posebne izdaje revije *Yeast* o lipidih pri kvasovkah (slika 4).

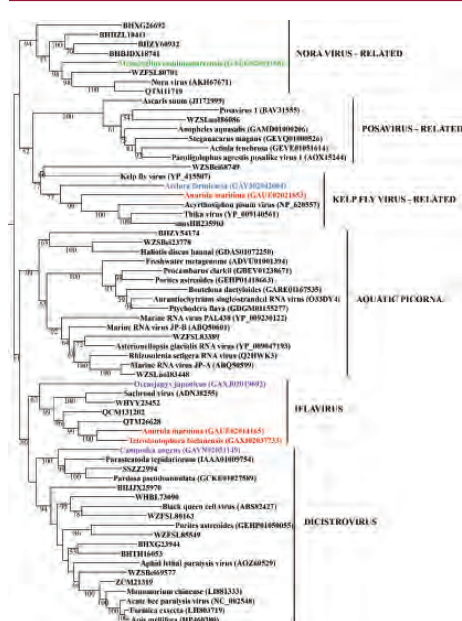
Evolucijska genomika

Raziskali smo nastanek in evolucijo velikih multigenetskih družin proteinskih tvorcev por (aerolizini in aktinoporini) pri piškurjih (N. Marondini *et al.*, v pripravi). S pomočjo filogenomske analize smo raziskali nastanek

in evolucijo lizocimskih družin pri evkariontih. Precej podatkov smo pridobili za najstarejše skupine živali, ki so nam omogočili pojasniti izvor lizocimskih družin, ki so specifične za živali (S. Štrukelj *et al.*, v pripravi).

V okviru bilateralnega projekta s Hrvaško (BI-HR/18-19-030: Vpliv človeške alfa satelitske DNA na regulacijo izražanja genov: fiziološke in evolucijske posledice) smo raziskali povezavo alfa satelitske DNA z transpozicijskimi elementi. Analiza genomskih podatkov za primata nam je omogočila pojasniti mehanizem vnosa alfa satelitske DNA v introne različnih genov. Mobilnost in vstavitve alfa satelitske DNA v introne so omogočili različni transpozicijski elementi. Ugotovili smo, da je alfa satelitska DNA v evkromatinskih genih povezana z različnimi transpozicijskimi elementi, npr. z različnimi poddružinami ponovitev Alu in L1, z različnimi LTR-ji endogenih retrovirusov ter z različnimi molekularnimi fosili DNA-transpozonov. Analiza razširjenosti alfa satelitske DNA v intronih ortolognih genov pri primatih je pokazala na več vzorcev razširjenosti (odsotnost pri najstarejših skupinah primatov; prisotnost pri skupinah Simiiformes, Catarrhini, Hominoidea, Hominidae in Homininae) ter na različne čase vnosa (pred 10, 18, 20, 30 in 45 milijoni let) te repetitivne DNA v

Genetika in genomika kvasovk za razvoj biotehnologije.



Slika 5: Filogenija največje verjetnosti (maximum likelihood, ML) klade Picorna-Calici RNA-virusov pri bazalnih heksapodih. ML-filogenetsko drevo je bilo izdelano na podlagi virusne domene RdRP. Imena virusov so označena z različnimi barvami in temeljijo na taksonomiji gostiteljev; skakači (Collembola) rdeče, dvorepke (Diplura) vijolično, skupina Monocondylia zeleno in ščetinorepke (Zygentoma) modro. Najboljši model aminokislinskih zamenjav za te podatke je bil določen kot Blossum62+I+G4 glede na Bayesov informacijski kriterij. Večina virusnih zaporedij izhaja iz podatkovne zbirke GenBank; vključena so imena vrst in specifična številka zaporedja. Slika je povzeta iz članka S. Ott & D. Kordiš (PeerJ, (2019), v tisku).

doslej znane evkromatinske gene. Ontološka analiza genov, ki so povezani z alfa satelitsko DNA, je pokazala, da so ti geni vključeni v specifične biološke procese in imajo specifične molekulske funkcije (D. Kordiš et al., v pripravi).

Raznolikost in evolucija RNA-virusov je bila dobro raziskana pri členonožcih in še zlasti pri žuželkah. Vendar pa raznolikosti RNA-virusov še niso analizirali v bazalnih (izvornih) heksapodih. Da bi bolje razumeli njihovo raznolikost, evolucijsko zgodovino in organizacijo virusnih genomov, smo raziskali RNA-viruse v podatkovnih zbirkah bazalnih heksapodov. Odkrili smo 40 novih RNA-virusov, od katerih so nekateri prisotni tudi kot endogeni virusni elementi, ki izhajajo iz RNA-virusov (slika 5). Ugotovili smo, da so bazalni heksapodi gostitelji za 14 RNA-virusnih skupin, ki so bile identificirane pri nevretenčarjih. Z bazalnimi heksapodi so povezane naslednje skupine RNA-virusov: Reo, Partiti-Picobirna, Toti-Chryso, Mono-Chu, Bunya-Arena, Orthomyxo, Qinvirus, Picorna-Calici, Hepe-Virga, Narna-Levi, Tombus-Noda, Luteo-Sobemo, Permutotetra in Flavi klada. Ugotovili smo, da so v genomih bazalnih heksapodov (so endogenizirani) predstavniki devetih skupin RNA-virusov. Naša raziskava je omogočila prvi vpogled v raznolikost RNA-viroma v bazalnih heksapodih in pokazala, da imajo bazalni heksapodi precej veliko raznolikost RNA-virusnih skupin (S. Ott & D. Kordiš, *PeerJ*, (2019), v tisku).

Evolucijska, genomska in strukturno-funkcionalna analiza nenavadnega glivnega proteina, povezanega z lipidnimi kapljicami.

Druga področja

Sodelovali smo pri več raziskovalnih projektih izven tematskega obsega našega odseka. Pri dveh takšnih sodelovanjih je prišlo tudi do objav v letu 2019.

Kot partnerji pri projektu Javne agencije za raziskovalno dejavnost (ARRS) J4-7162, ki so ga vodili kolegi z Biotehniške fakultete UL, smo sodelovali pri pripravi vabljenega preglednega članka o ceramid-fosfoetanolaminu (CPE), glavnem sfingolipidu pri nevretenčarjih in nekaterih vrstah bakterij (A. Panevska *et al.*, *Biochim. Biophys. Acta - Biomembranes*, 9 (2019), 1284-1292). CPE so odkrili v sledovih tudi v celicah sesalcev. Razumevanje biofizikalnega in fiziološkega pomena CPE je še vedno nepopolno. Je pa očitno, da se v svojih biosintezni mehanizmi razlikuje od sfingomielin/holesterol, ki vodijo do oblikovanja urejenih membranskih domen, tvorba urejenih domen CPE/holesterola ni prednostna. CPE je morda ključnega pomena za zgodnji razvoj vinske mušice *Drosophila melanogaster* in je mogoče tudi vključen v razvojne faze pri parazitskem bičkarju *Trypanosoma brucei*. Kot sfingolipid, ki ga zasledimo pri obsežni skupini po Gramu negativnih bakterij Bacteroidetes, je lahko CPE pomemben za obstoj teh bakterij v njihovih ekoloških nišah. Za boljšo opredelitev njegove razširjenosti in biološke vloge je potrebno učinkovito odkrivanje CPE v bioloških sistemih.

V sodelovanju z drugo raziskovalno skupino na Biotehniški fakulteti UL smo analizirali vitelogenin (Vtg), za samice specifičen protein in njegov potencial kot molekularni marker za spolno identifikacijo evropskega slepega jamskega močerada ali močerila (*Proteus anguinus*). Pri tej ogroženi vrsti dvoživke se spola namreč ne razlikujeta glede na zunanjo morfologijo, kar ovira vzpostavitev učinkovitega razmnoževalnega programa v nadzorovanem okolju. Najpomembnejše odkritje je bilo, da smo Vtg zasledili v krvni plazmi vitelogene samice z vidnimi oociti in ugotovili, da se hkrati z razgradnjo oocitov zmanjšuje koncentracija Vtg, vse dokler ta ne pade pod raven detekcije. Tako smo prepoznali Vtg kot obetaven molekularni marker za določitev spola pri močerilu, kar je opazen napredek v reproduktivnem programu te edinstvene živalske vrste (T. Gređar *et al.*, *Comp. Biochem. Physiol. - Part B: Biochem. & Mol. Biol.*, 235 (2019), 30-37).

Kot partnerji v raziskavi multiformnega glioblastoma (GBM), najpogostejše in smrtonosne oblike možganskega tumorja, ki so ga vodili kolegi z Medicinske fakultete UL, smo sodelovali s konfokalno mikroskopsko analizo. Za izboljšanje zdravljenja tega tumorja in prognoze pacienta je potrebna stalna dostava zdravila gliomnim celicam, ob njegovi hkratni čim manjši toksičnosti za sosednje nevronske in glijske celice. To lahko dosežemo z anti-proteomskim pristopom, ki sloni na nanotelesih, enodomenskih antigen-vezavnih fragmentih težkih verig protiteles pridobljenega imunskega sistema, ki jih zasledimo pri sodoprstih kopitarjih iz družine kamel. V delu, ki smo ga poslali v objavo, poročamo, da kažejo nanotelesi anti-vimentin, anti-TUFM, anti-NAP1L1 in anti-DPYSL2 citotoksični učinek ter zmanjšujejo migracijo celic glioblastoma (A. Zottel *et al.*, *Therap. Adv. Med. Oncol.*, poslano v objavo).

Kot partnerji pri ARRS-ovem projektu J7-7424, ki so ga vodili kolegi s Fakultete za elektrotehniko UL, smo sodelovali z analizo sestave proteinske korone nanodelcev, da bi pojasnili njihovo citotoksičnost in indukcijo izločanja citokinov v makrofagih THP-1. Članek je v zaključni fazi priprave (K. Strojjan *et al.*, v pripravi).

Prav tako smo na področju raziskav nanodelcev v sodelovanju s partnerji z Inštituta Ruder Bošković v Zagrebu sodelovali pri razumevanju mehanizma tvorbe in morfogeneze biomineralnih nanostruktur lupine školjke *Arca noae*. Izvedli smo masno spektrometrično identifikacijo proteinskih komponent lupine, ki so potencialno vključene v proces biomineralizacije, tj. začetka zunajcelične nukleacije nanokristalov aragonita. Eksperimentalni del raziskave je zaključen in članek v pripravi (V. Čadež *et al.*, v pripravi).

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Šribar, J., Kovačič, L., Oberčkal, J., Ivanušec, A., Petan, T., Fox, J. W. and Križaj, I., The neurotoxic secreted phospholipase A₂ from the *Vipera a. ammodytes* venom targets cytochrome c oxidase in neuronal mitochondria, *Sci. Rep.*, 2019, 9, 283
2. Leonardi, A., Sajevec, T., Pungercar, J. and Križaj, I., A comprehensive study of the proteome and transcriptome of the venom of the most venomous European viper: discovery of a new subclass of ancestral snake venom metalloproteinase precursor-derived proteins, *J. Proteome Res.*, 2019, 18, 2287–2309
3. Godec, P., Pančur, M., Ilenič, N., Čopar, A., Stražar, M., Erjavec, A., Pretnar, A., Demšar, J., Starič, A., Toplak, M., Žagar, L., Hartman, J., Wang, H., Bellazzi, R., Petrovič, U., Garagna, S., Zuccotti, M., Park, D., Shaulsky, G. and Zupan, B., Democratized image analytics by visual programming through integration of deep models and small-scale machine learning, *Nat. Commun.*, 2019, 10, 4551
4. Panevska, A., Skočaj, M., Križaj, I., Maček, P. and Sepčič, K., Ceramide phosphoethanolamine, an enigmatic cellular membrane sphingolipid, *Biochim. Biophys. Acta - Biomembranes*, 2019, 1861, 1284–1292
5. Jarc, E. and Petan, T., Lipid droplets and the management of cellular stress, *Yale J. Biol. Med.*, 2019, 92, 435–452

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 16th World Hematology Congress, Rim, Italija, 18. 3.–19. 3. (soorganizatorji)
2. 20th World Congress of the International Society on Toxinology, Buenos Aires, Argentina, 8. 9.–13. 9. 2019 (soorganizatorji)
3. 13th Meeting of the Slovenian Biochemical Society with International Participation, Dobrna, 24. 9. –29. 9. 2019 (soorganizatorji)

Nagrade in priznanja

1. Igor Križaj: Lapanjetova nagrada za vrhunske znanstvene dosežke na področju biokemijskih znanosti, Dobrna, 26. 9. 2019, Slovensko biokemijsko društvo

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Vpliv človeške alfa satelitske DNA na regulacijo izražanja genov: fiziološke in evolucijske posledice
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Dušan Kordiš
2. Karakterizacija novih bakterijskih encimov za izboljšanje kakovosti hrane in zdravja ljudi
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Igor Križaj
3. Ali endogene sekretorne fosfolipaze A2 vplivajo na delovanje nikotinskih acetilholinskih receptorjev?
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Igor Križaj

PROGRAM

1. Toksini in biomembrane
prof. dr. Igor Križaj

PROJEKTI

1. DNA sampling II: metoda za prepoznavo na DNA neposredno ali posredno vezanih proteinov v bakteriji
prof. dr. Igor Križaj

2. Neurotoksičnost ali neuroprotektivnost nanomaterialov: vpliv biokorone
prof. dr. Igor Križaj
3. Razvoj kontrole kvalitete in tehnologije za medicinski stroškovni med
prof. dr. Igor Križaj
4. Zamenjave bisfenola A: prehajanje materialov v stiku z živili, kroženje in izpostavljenost ljudi
doc. dr. Toni Petan
5. Anizotropni magnetni nanodelci za magneto-mehansko zdravljenje raka
prof. dr. Igor Križaj
6. Nevropsihološke disfunkcije, ki jih povzročata nizka stopnja izpostavljenosti izbranim onesnaževalom iz okolja pri občutljivi populaciji – NEURODYS
prof. dr. Igor Križaj
7. Proteinski kompleksi iz glivnega rodu *Pleurotus* kot novi biopesticidi za zatiranje koloradskega in koruznega hrošča
prof. dr. Igor Križaj
8. Uporaba malega proteina bakteriofaga v boju proti razvoju odpornosti proti antibiotikom pri bakteriji *Staphylococcus aureus*
prof. dr. Igor Križaj
9. Tarčno ciljanje metabolizma lipidnih kapljic za učinkovito zmanjševanje odpornosti rakavih celic na stres
doc. dr. Toni Petan
10. Napredne metode odstranjevanja in spremljanja onesnažil, ki so na prioriteten seznamu Vodne direktive
prof. dr. Igor Križaj

OBISKI

1. dr. Nemanja Stanisavljević, Institut za molekularno genetiko in genski inženiring, Univerzav Beogradu, Republika Srbija, 4. 3.-15. 3. 2019
2. prof. dr. Mike Richardson, Leiden University, Leiden, Nizozemska, 5. 6.-6. 6. 2019
3. prof. dr. Manjunatha Kini, National University of Singapore, Republika Singapur, 5. 6.-8. 6. 2019
4. dr. Klementina Fon Tacer, St. Jude's Children Research Hospital, Memphis, ZDA, 1. 7. 2019
5. prof. dr. Klaus Natter, Karl-Franzens-Universität, Gradec, Avstrija, 16. 9.-18. 9. 2019
6. Klavdija Pačnik, univ. dipl. biokem., Karl-Franzens-Universität, Gradec, Avstrija, 16. 9.-18. 9. 2019
7. mag. Matthias Diepold, Karl-Franzens-Universität, Gradec, Avstrija, 16. 9.-18. 9. 2019
8. prof. dr. Đurđica Ugarković, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Republika Hrvaška, 21. 10.-22. 10. 2019
9. dr. Isidoro Feliciello, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Republika Hrvaška, 21. 10.-22. 10. 2019
10. dr. Željka Pezer Sekač, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Republika Hrvaška, 21. 10.-22. 10. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Adrijan Ivanušec, Characterization of the interaction between sPLA2s and mitochondria, 14. 2. 2019
2. Eva Jarc Jovičić, Are inflammatory lipid mediators derived from membranes or neutral lipids?, 19. 12. 2019

3. Mojca Ogrizović, Intra-organelle communication through Pex11 in yeast *Saccharomyces cerevisiae*, 19. 9. 2019
4. dr. Klementina Fon Tacer, St. Jude's Children Research Hospital, Memphis, ZDA, Crossroads of cancer and spermatogenesis: MAGE cancer-testis antigens evolved to protect mammalian germ cells under stress, 1. 7. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Adrijan Ivanušec: 10th World Congress on Targeting Mitochondria, Berlin, Nemčija, 28. 10.-29. 10. 2019 (1)
2. Adrijan Ivanušec, Eva Jarc Jovičić, Ana Kump, Toni Petan: 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference, Planica, 15. 4.-16. 4. 2019 (3)
3. Eva Jarc Jovičić, Igor Križaj, Adrijana Leonardi, Toni Petan: 13. Srečanje Slovenskega biokemijskega društva, Dobrna, 24. 7.-27. 9. 2019 (4)
4. Dušan Kordiš: Society for Molecular Biology and Evolutin (SMBE) 2019 Conference, Manchester, Velika Britanija, 21. 7.-25. 7. 2019 (1)
5. Igor Križaj: 16th World Hematology Congress, Rim, Italija, 18. 3.-19. 3. 2019 (1)
6. Igor Križaj: 20th World Congress of the International Society on Toxinology, Buenos Aires, Argentina, 8. 9.-13. 9. 2019 (1)
7. Igor Križaj: VI Russian Congress on Biochemistry, Soči, Ruska federacija, 1. 10.-6. 10. 2019 (1)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Dušan Kordiš
2. **prof. dr. Igor Križaj, znanstveni svetnik vodja odseka**
3. doc. dr. Adrijana Leonardi
4. doc. dr. Toni Petan
5. prof. dr. Uroš Petrovič*
6. prof. dr. Jože Pungerčar
7. dr. Jernej Šribar

Mlajši raziskovalci

8. Tadeja Bele, MSc, R. Avstrija
9. Adrijan Ivanušec, mag. mol. funkc. biol.
10. Eva Jarc Jovičić, mag. lab. biomed.
11. Ana Kump, dipl. farmaceuti, R. Makedonija, odšla 1. 11. 2019
12. dr. Mojca Ogrizović

Tehniški in administrativni sodelavci

13. Igor Koprivec
14. mag. Maja Šimaga

Opomba

- * delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Banat University of agricultural sciences and veterinary medicine, Faculty of veterinary medicine, Temisvar, Romunija
2. Biomedicine Institute of Valencia, Valencia, Španija
3. Commissariat a l'Energie Atomique-Saclay, Saclay, Francija
4. The Centre National de la Recherche Scientifique, Gif-sur-Yvette, Francija
5. Federation of European Biochemical Societies (FEBS)
6. Institute für Molekulare Biowissenschaften, Karl-Franzens-Universität, Gradec, Avstrija
7. Institute for Wine Biotechnology Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Južna Afrika
8. Institut Pasteur, Pariz, Francija
9. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
10. Kemijski inštitut, Ljubljana
11. Klinička bolnica Split, Hrvaška
12. Lek, d. d., Ljubljana
13. National University of Singapore, Singapur
14. Sofia University »St. Kliment Ohridski«, Sofija, Bolgarija
15. University of California, San Francisco, Združene države Amerike
16. University of Frankfurt, Frankfurt, Nemčija
17. University of Leuven, Leuven, Belgija
18. University of Milan, Institute of Endocrinology, Milano, Italija
19. University of Strathclyde, Glasgow, Škotska, Velika Britanija
20. University of Toronto, Terrence Donnelly Centre for Cellular and Biomolecular Research, Toronto, Kanada
21. University of Utrecht, Utrecht, Nizozemska
22. University of Virginia School of Medicine, Charlottesville, Virginia, Združene države Amerike
23. Univerza v Beogradu, Institut za molekularno genetiko i genetičko inženjerstvo, Srbija
24. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
25. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
26. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
27. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
28. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta
29. Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta
30. Univerza v Mostaru, Medicinska fakulteta, Mostar, Bosna in Hercegovina
31. Univerza v Zagrebu, Centar za istraživanje i prijenos znanja u biotehnologiji, Zagreb, Hrvaška
32. Univerza v Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvaška
33. Univerzitetni klinični center, Pediatrična klinika, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tajda Gredar, Adrijana Leonardi, Maruša Novak, Kristina Sepčič, Lilijana Bizjak-Mali, Igor Križaj, Rok Kostanjšek, "Vitellogenin in the European cave salamander, *Proteus anguinus*: its characterization and dynamics in a captive female as a basis for non-destructive sex identification", *Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & molecular biology*, 2019, **235**, 30-37. [COBISS.SI-ID 32420903]
2. Adrijana Leonardi, Tamara Sajevec, Jože Pungerčar, Igor Križaj, "Comprehensive study of the proteome and transcriptome of the venom of the most venomous European viper: discovery of a new subclass of ancestral snake venom metalloproteinase precursor-derived proteins", *Journal of proteome research*, 2019, **18**, 5, 2287-2309. [COBISS.SI-ID 32324903]
3. Primož Godec, Matjaž Pančur, Nejc Ilenič, Andrej Čopar, Martin Stražar, Aleš Erjavec, Ajda Pretnar, Janez Demšar, Anže Starič, Marko Toplak, Lan Žagar, Jan Hartman, Wang Hamilton, Riccardo Bellazzi, Uroš Petrovič, Silvia Garagna, Maurizio Zuccotti, Dongsu Park, Gad Shaulsky, Blaž Zupan, "Democratized image analytics by visual programming through integration of deep models and small-scale machine learning", *Nature communications*, 2019, **10**, 4551. [COBISS.SI-ID 32755751]
4. Jernej Šribar, Lidija Kovačič, Jernej Oberčkal, Adrijan Ivanušec, Toni Petan, Jay W. Fox, Igor Križaj, "The neurotoxic secreted phospholipase A₂ from the *Vipera a. ammodytes* venom targets cytochrome c oxidase

in neuronal mitochondria", *Scientific reports*, 2019, **9**, 283. [COBISS.SI-ID 32050215]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Anastasija Panevska, Matej Skočaj, Igor Križaj, Peter Maček, Kristina Sepčič, "Ceramide phosphoethanolamine, an enigmatic cellular membrane sphingolipid", *Biochimica et biophysica acta. Biomembranes*, 2019, **1861**, 7, 1284-1292. [COBISS.SI-ID 5065295]
2. Vid Leban, Miran Brvar, Igor Križaj, Adrijana Leonardi, Katarina Černe, "Strupene kače v Sloveniji - sestava in delovanje njihovega strupa", *Medicinski razgledi*, 2019, **58**, 1, 55-74. [COBISS.SI-ID 34303705]
3. Eva Jarc, Toni Petan, "Lipid droplets and the management of cellular stress", *The Yale journal of biology and medicine*, 2019, **92**, 3, 435-452. [COBISS.SI-ID 32721447]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Eva Jarc, *Vloga lipidnih kapljic pri odpornosti rakavih celic na stres*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Toni Petan). [COBISS.SI-ID 33089319]
2. Mojca Ogrizovič, *Vloga gena PEX11 in identifikacija novih genov z vplivom na lipidni metabolizem kvasovke *Saccharomyces cerevisiae**: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Uroš Petrovič). [COBISS.SI-ID 9386873]

Na Odseku za biotehnologijo z uporabo modernih biotehnoloških metod proučujemo molekule mikrobiološkega, glivnega, rastlinskega in živalskega izvora. Želimo jih uporabiti v diagnostične in terapevtske namene v humani in veterinarski medicini, za zaščito rastlin, pripravo kakovostne in varne hrane ter za varovanje okolja, hkrati pa prispevati k izboljšanju zdravja ljudi in okolja, v katerem živimo. Naše raziskovalno delo je še posebej usmerjeno v proučevanje procesov pri napredovanju raka in imunskem odzivu, neurodegenerativnih procesov, mehanizmov delovanja gliv, odgovorov rastlin na stres ter v iskanje novih biotehnoloških pristopov in produktov.

Na področju raziskav o bioaktivnih proteinih iz gob smo leta 2019 nadaljevali karakterizacijo L-aminokislinskih oksidaz (LAO), ki imajo protibakterijsko delovanje. Ti encimi so široko razširjeni v različnih organizmih in imajo široko paleto bioloških funkcij bodisi pri bazalnem aminokislinskem katabolizmu bodisi pri reakcijah, povezanih s tvorbo vodikovega peroksida. Najbolj proučeni so tisti iz kačjih strupov, saj LAO v nekaterih predstavljajo glavno strupeno sestavino. Odkrili smo neverjetno raznolikost LAO v gobah, ki so pokazale različno substratno specifičnost, pH optimum in molekulske mase. Z modelnima grampozitivno in gramnegativno bakterijo smo potrdili protimikrobni potencial gobjih LAO, in sicer je bila rast bakterij *Escherichia coli* popolnoma zavrta, bakterije *Lactococcus lactis* pa so imele daljšo lag fazo. Pokazali smo, da višje glive predstavljajo nov in lahko dostopen vir vsestranskih in obstojnih encimov z L-aminokislinsko oksidazno aktivnostjo.

Na področju glikobiologije smo v sodelovanju z Biotehniško fakulteto Univerze v Ljubljani leta 2019 nadaljevali raziskave učinkovin, ki vplivajo na tvorbo biofilmov bakterij, ki predstavljajo kvarljivce živil ali so oportunistični patogeni in se prenašajo s hrano. Bakterijski biofilmi omogočajo preživetje bakterij tudi v neugodnih razmerah, saj so v njih bakterije skrite v matriksu zunajceličnega materiala. Preprečevanje nastajanja biofilmov z alternativnimi načini lahko prispeva k zmanjšanju uporabe antibiotikov.

Glikozilacija ima pomembno vlogo tudi pri regulaciji delovanja cistatina F, inhibitorja cisteinskih peptidaz, ki je bil tudi v preteklem letu ena od ključnih tarč, ki smo jo raziskovali na področju protitumorskega imunskega odgovora. Cistatin F lahko direktno vstopa v lizosome in citotoksične granule citotoksičnih limfocitov T in NK celic ter deluje na katepsina C in H, ki sta glavni konvertazi progranulimov, ki v tarčnih celicah sprožijo procese celične smrti. V prejšnjih letih smo z uporabo različnih mutiranih oblik cistatina F pokazali, da lahko predvsem NK celice prevzamejo dimerne in monomerne oblike cistatina F ter da je prevzem obeh oblik odvisen od stopnje glikozilacije. Pokazali smo tudi, da lahko izvencelični dimerni in aktivirani monomerni cistatin F, prevzet s strani NK celic in prenesen do endosomov in lizosomov, vodi do zmanjšanja aktivnosti efektorskih grancimov A in B ter posledično do zmanjšanja citotoksičnosti NK celic. V preteklem letu smo dokazali, da je mehanizem delovanja cistatina F podoben tudi pri citotoksičnih limfocitih T.

Raziskave delovanja cistatina F in drugih dejavnikov protitumorskega imunskega odziva smo razširili na tumorsko mikrookolje. Pri tem smo uporabljali tkivne preparate možganskih tumorjev, postavili smo tudi celični model tumorskega mikrookolja, v katerem smo proučevali delovanje citotoksičnih celic v odvisnosti od drugih imunskih celic, tumorskih matičnih celic in diferenciranih tumorskih celic. Cistatin F je v tem modelu pomemben mediator, saj lahko povzroči anergijo citotoksičnih celic, s tem zmanjša protitumorski imunski odziv, po drugi strani pa aktivira diferenciacijo tumorskih matičnih celic, ki postanejo na ta način bolj občutljive za protitumorsko terapijo.

Poleg cistatina F smo v preteklem letu nadaljevali razvoj in testiranje protitumorskega delovanja eksogenih sinteznih peptidaznih inhibitorjev. V sodelovanju s Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo smo objavili raziskavo organorutenijevih derivatov nitroksolina kot obetavnih zaviralcev katepsina B.

Na področju molekularne nevrobiologije smo s štirimi objavljenimi članki nadaljevali raziskovanje molekularnih mehanizmov frontotemporalne lobarne degeneracije (FTLD) in amiotrofične lateralne skleroze (ALS). Pri teh boleznih so opazili povečano število ponovitev zaporedja GGGGCC v genu C9orf72. Pokazali smo, da se RNA, ki se prepiše iz ponavljajočega se zaporedja GGGGCC, poveže v skupke z lastnostmi paraspeklov, kar ima pomembne posledice za regulacijo te RNA. Kopičenje GGGGCC RNA lahko reguliramo s proteinom SFPQ, ki je značilen za paraspekle. V sodelovanju z Inštitutom Francis Crick iz Londona in Helmholtz Centrom München smo pokazali tudi, da je nekodirajoča RNA Neat1 prav tako regulirana s proteinom TDP-43



Vodja (od 1. 11. 2019):

prof. dr. Boris Rogelj

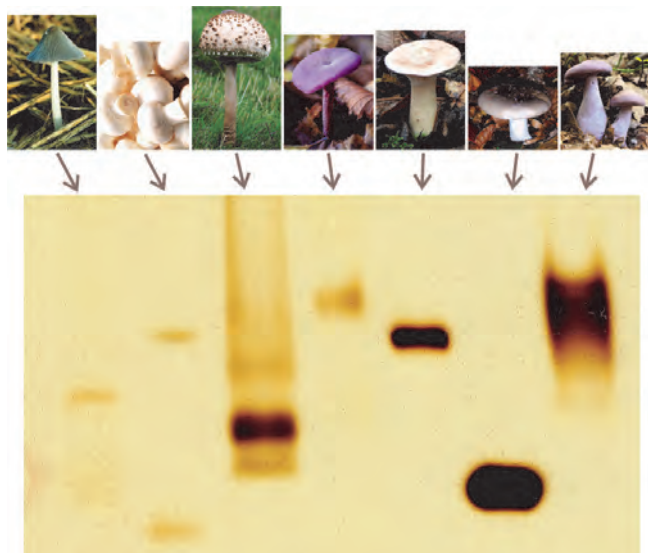


Vodja (do 31. 10. 2019):

prof. dr. Janko Kos

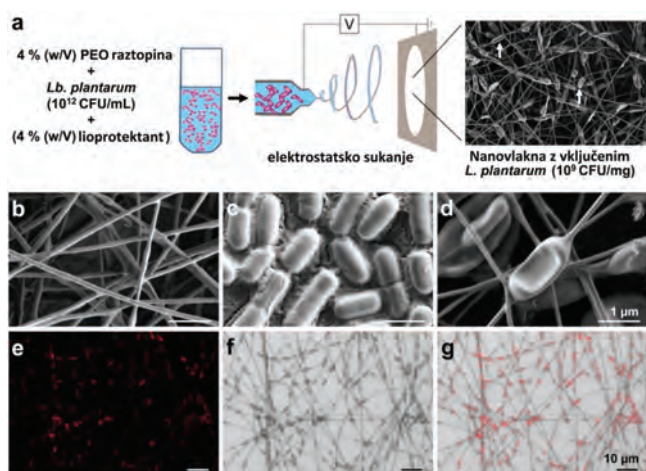
Organorutenijevi derivativi nitroksolina so obetavni zaviralci katepsina B in ščitijo pred invazijo tumorskih celic.

Navzkrižna regulacija med TDP-43 in Neat1, nekodirajočo RNA, ki tvori ogrodje paraspeklov, spodbuja prehod iz pluripotentnosti v diferenciacijo.



Slika 1: V gobah je prisotna L-aminokislinska oksidazna aktivnost (LAO); gobe od leve proti desni: gnojiščna tintnica (*Coprinopsis cinerea*), dvotrosni kukmak (*Agaricus bisporus*), orjaški dežnik (*Macrolepiota procera*), vijoličasta bledivka (*Laccaria amethystina*), pozna livka (*Infundibulicybe geotropa*), poprhnjena livka (*Clitocybe nebularis*) in vijoličasta kolesnica (*Lepista nuda*).

Razvoj nanovlaken iz poli(etilen oksida), pridobljenih z elektrostatskim sukanjem, ki omogočajo dolgotrajno viabilnost in velik obseg vključitve probiotikov, kot so mlečnokislinske bakterije.



Slika 2: a) Shematski prikaz elektrostatskega sukanja za pripravo nanovlaken z vključeno bakterijo *L. plantarum*. Slike z elektronskim mikroskopom prikazujejo (b) čista nanovlakna iz PEO, (c) celice *L. plantarum* in (d) nanovlakna z vključeno bakterijo *Lb. plantarum*. Slike s konfokalnim mikroskopom prikazujejo PEO nanovlakna z vgrajenimi celicami *L. plantarum*, ki izražajo mCherry, in sicer kot (e) fluorescenca, (f) svetlobna slika in (g) združena slika.

in obratno, ter da ima ta navzkrižna regulacija pomembne posledice za prehod iz pluripotentnosti v diferenciacijo celic. Citoplazemsko kopičenje in agregacija TDP-43 je glavni patološki znak ALS in FTLD, zato vpletenost TDP-43 v embrionalni razvoj pomembno vpliva tudi na neurodegeneracijo. V sodelovanju s King's College London smo objavili raziskavo, ki kaže, da je heterogeni jedrski ribonukleoprotein E2 (hnRNP E2) sestavni del agregatov TDP-43 v A in C patoloških podtipih FTLD. Ta interakcija s TDP-43 v specifičnih podtipih FTLD kaže na različne osnovne neurodegenerativne poti. Kot del konzorcija MinE za določanje genetskih vzrokov ALS smo objavili projekt MinE databrowser, ki raziskovalcem in javnosti prinaša sekvence, pridobljene z obsežnim sekvenciranjem celotnega genoma pri bolnikih z ALS, in uporabnikom omogoča, da poizvedujejo po zaporedju RNA in takoj dostopajo do edinstvene kombinacije podrobnih podatkov, anotacij in asociacijske statistike, ki bi sicer zahtevala analitično znanje in obiske razpršenih virov. Prav tako smo objavili pregled o nekanonskih funkcijah snoRNA v ugledni reviji *Nucleic Acids Research* (IF = 11.1).

Na oddelku smo nadaljevali delo na probiotičnih mlečnokislinskih bakterijah. V sodelovanju s Katedro za farmacevtsko tehnologijo s Fakultete za farmacijo smo med prvimi razvili postopek vgradnje modelne mlečnokislinske bakterije *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 v nanovlakna z uporabo tehnike elektrostatskega sukanja. Nanovlakna veljajo za inovativen sistem dostave, primeren za lokalno topikalno aplikacijo, npr. za vaginalno dostavo probiotikov. Vključitev probiotičnih bakterij v nanovlakna združuje dva tehnološka koraka v enega s sočasnim sušenjem bakterij in tvorbo farmacevtske oblike. Bakterije smo vgradili v polimer etilen oksida in dosegli visoko vključitev celic *L. plantarum* (do $7,6 \times 10^8$ CFU/mg). Testirali smo dolgotrajno skladiščenje nanovlaken (6 mesecev), pri čemer se je sposobnost preživetja bakterije *L. plantarum* znatno izboljšala, ko smo v formulacijo vključili amorfni lioprotektant trehalozo. Sproščanje bakterij iz nanovlaken je potekalo sorazmerno hitro, pri čemer so se skoraj vse celice *L. plantarum* sprostile v 30 minutah, kar je koristno za nekatere aplikacije. V nadaljnji študiji smo to delo razširili z učinkovitim vključevanjem desetih vrst mlečnokislinskih bakterij z izrazito različnimi lastnostmi (morfologija, zeta potencial, hidrofobnost, povprečna celična masa, rastne značilnosti) v nanovlakna. Po vgradnji v nanovlakna so vse vrste ohranile viabilnost, pri čemer je sposobnost preživetja korelirala s celično hidrofobnostjo.

Nadaljevali smo tudi delo na področju genskega inženiringa mlečnokislinskih bakterij. Na podlagi povabila smo pripravili temeljit pregled aplikacij spremenjenih mlečnokislinskih bakterij za dostavo proteinov in terapevtskih peptidov za revijo *Applied Microbiology & Biotechnology*. Razvili smo nove protivnetne mlečnokislinske bakterije, ki so sposobne ciljati receptor za IL-23, in ovrednotili TNF α -vezavne laktokoke na biotih bolnikov s kronično vnetno črevesno boleznijo, pri čemer sta obe citokinski poti pomembni pri patogenezi bolezni. Za izboljšanje tehnike prikaza na površini, ki je ključnega pomena v tem procesu, smo pregledali nabor domen za sidranje na površini iz laktokoka in fagov. V endolizinu faga AM12 smo identificirali novo sidrno domeno z zaporedjem ChW, ki je sposobna predstaviti na površini, po obsegu primerljive s trenutno uveljavljenim pristopom s sidrom cAcMA. Pri tem se je pokazalo, da je način sidranja drugačen, kar je omogočilo sočasno uporabo obeh sider, to pa kaže na velik biotehnološki potencial.

Raziskovalni rezultati članov Odseka za biotehnologijo so bili leta 2018 objavljeni v 34 člankih v revijah z dejavnim vplivom. Pridobili smo dva nova projekta ARRS. Član odseka prof. dr. Boris Rogelj je prejel Zoisovo priznanje za znanstvene dosežke na področju molekularnih osnov neurodegeneracije. Nika Kruljec in Katja Škrlec sta dobili glavni Krkini

nagradi, Abida Zahirovič pa dekanovo nagrado. Člani odseka so bili zelo aktivni tudi na pedagoškem področju, saj so sodelovali kot predavatelji ali mentorji diplomantom, magistrandom in doktorandom na univerzah v Sloveniji in tujini. Na odseku sta bili leta 2019 zaključeni dve doktorski deli.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

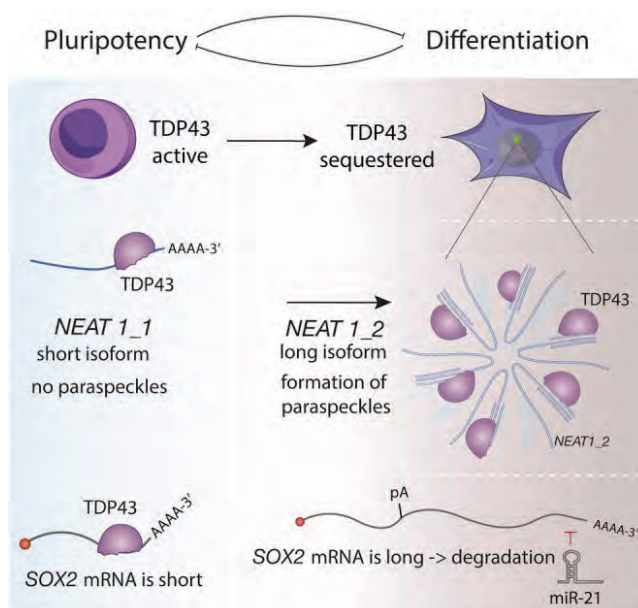
1. Modic, Miha, Rot, Gregor, Lepko, Tjaša, Rogelj, Boris, Ule, Jernej, et al., Cross-regulation between TDP-43 and paraspeckles promotes pluripotency- differentiation transition, *Molecular cell*, 2019, 74, 5, 951-965
2. Schmieder, Stefanie S., Stanley, Claire E., Rzepiela, Andrzej, Swaay, Dirk Van, Sabotič, Jerica, Nørrelykke, Simon F., Demello, Andrew J., Aebi, Markus, Künzler, Markus, Bidirectional propagation of signals and nutrients in fungal networks via specialized hyphae, *Current biology*, 2019, 29, 2, 217-228

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Minisimpozij Tumor microenvironment: tumor-immune cell interactions, Institut Jožef Stefan in Nacionalni inštitut za biologijo, 24. 9. 2019
2. NanoTemper Workshop: Measure binding affinities and protein stability with NanoTemper Technologies, 15. 10. 2019
3. Delovno srečanje sodelavcev raziskovalnega programa »Farmaceutska biotehnologija: znanost za zdravje« z Odseka za biotehnologijo, Institut "Jožef Stefan" in Katedre za farmacevtsko biologijo, Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 21. 11. 2019

Nagrade in priznanja

1. Katja Škrlec: Velika Krkina nagrada za raziskovalno nalogo, Krka, d. d., Novo mesto, Površinska predstavitev evazinov in bepecina na bakterijah *Lactococcus lactis* NZ9000 in *Lactobacillus salivarius* ATCC 11741 ter vrednotenje njihovega protivnetnega delovanja, Novo mesto, 18. 10. 2019
2. Abida Zahirovič, Borut Štrukelj, Mojca Lunder (Fakulteta za farmacijo Univerze v Ljubljani), Ana Koren, Peter Kopač, Peter Korošec (Univerzitetna bolnišnica Golnik): Najodličnejši raziskovalni dosežki Univerze v Ljubljani v letu 2019, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pomemben korak k bolj učinkoviti imunoterapiji pri alergiji na čebelji strup, 18. 12. 2019
3. Abida Zahirovič: Dekanove nagrade Fakultete za farmacijo 2019, Ljubljana, Fakulteta za farmacijo, Določitev epitopov glavnega alergena čebeljega strupa Api m 1 in ovrednotenje pripadajočih mimotopov za uporabo v imunoterapiji, 4. 12. 2019
4. Boris Rogelj, Zoisovo priznanje za pomembne dosežke pri raziskavah molekularnih osnov nevrodegeneracije



Slika 3: Vzajemna navzkrižna regulacija in aktivnost TDP-43 ter dolga izoforma lncRNA Neat1 v pluripotentnih in diferenciranih celicah. V pluripotentnih celicah TDP-43 zavira tvorbo paraspeklov, ki nastanejo na ogrodju dolge izoforme Neat1 s povečanjem poliadenilirane kratke izoforme Neat1. TDP-43 spodbuja tudi pluripotentnost z uravnavanjem alternativne poliadenilacije transkriptov, ki kodirajo dejavnike pluripotentije. En primer je Sox2, kjer TDP-43 delno ščiti 3' UTR SOX2 pred razgradnjo, ki jo posreduje miR-21. Po drugi strani pa dolga izoforma sekvstrira Neat1 TDP-43 in drugih RNA vezavnih proteinov ter spodbuja izstop iz pluripotentnosti. (Modic et al., *Molecular Cell* 2019)

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Deregulacija izražanja CodY nadzorovanih proteinov v bakteriji *L. lactis* za izboljšanje proizvodnje nizina
Fermentech Gsv Pvt Ltd., 215, First Floor
prof. dr. Aleš Berlec
2. COST CA18238; Ocean4Biotech - Evropska transdisciplinarna mreža za morsko biotehnologijo
Cost Association Aisbl
dr. Jerica Sabotič
3. Regulacija citotoksičnosti „super charged“ naravnih celic ubijalk s cistatinom F
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Janko Kos
4. Karakterizacija proteinov, ki se vežejo na protein FUS in vivo in pomen za ALS in FTD
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Boris Rogelj

PROGRAM

1. Farmaceutska biotehnologija: znanost za zdravje
prof. dr. Janko Kos

PROJEKTI

1. Okvare jedrnega transporta pri nevrodegenerativnih boleznih
prof. dr. Boris Rogelj

2. Preprečevanje rezistence tumorskih celic na antiproteazno terapijo z inhibitorji katepsina X
prof. dr. Janko Kos
3. Vloga paraspekla podobnih jedrnih teles pri patogenezi nevrodegenerativnih boleznih ALS in FTD
prof. dr. Boris Rogelj
4. Zaviranje aktivnosti katepsina X kot nov pristop za zdravljenje Parkinsonove bolezni
prof. dr. Janko Kos
5. Mehanizmi adhezije bakterij *Campylobacter* kot tarča za zmanjšanje antibiotske odpornosti
dr. Jerica Sabotič
6. Napredne tehnologije obdelave individualiziranih 3D tiskanih implantatov za preprečevanje bakterijskih okužb
doc. dr. Helena Motaln
7. Fazni prehodi v sistemih periodičnih nukleotidnih ekspanzij povezanih z nevrodegenerativnimi boleznimi
prof. dr. Boris Rogelj
8. Nove protimikrobne strategije preprečevanja tvorbe biofilma z uporabo lektinov, ki inhibirajo bakterijsko adhezijo
dr. Jerica Sabotič
9. Izboljšanje imunoterapevtske vrednosti NK celic z modulacijo cistatina F
prof. dr. Janko Kos
10. Razvoj novih, okolju prijaznih, pristopov za inaktivacijo rastlinskih in humanih virusov v vodah
doc. dr. Helena Motaln
11. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali)
prof. dr. Boris Rogelj

OBISKI

1. dr. Luc Dupuis, French Institute of Health and Medical Research, INSERM, Univerza v Strasbourgu, Strasbourg, Francija, 19. 9.–22. 9. 2019
2. prof. dr. Jürgen Dittmer, Martin Luther University, Halle – Wittenberg, Halle (Saale), Nemčija, 23. 9.–27. 9. 2019
3. Jakub Nowak, Nanotemper Technologies GmbH, München, Nemčija, 15. 10. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Aleš Berlec: Engineered and wild-type *L. lactis* promote anti-inflammatory cytokine signalling in inflammatory bowel disease patient's mucosa, 14. 10. 2019
2. dr. Janja Božič: Identifikacija RNA tarč snoRNA iz Prader-Willi lokusa, 1. 7. 2019
3. prof. dr. Jürgen Dittmer, University of Halle, Halle, Nemčija: Tumor microenvironment and breast cancer, 24. 9. 2019
4. dr. Vashendriya Hira, Amsterdam University, Amsterdam, Nizozemska: Why are mesenchymal stem cells exclusively present in glioma stem cell niches in human glioblastoma?, 24. 9. 2019
5. dr. Ana Mitrović: Katspsina B in X v tumorskih matičnih celicah, 9. 9. 2019
6. dr. Ana Mitrović: Cathepsins B and X in tumor cell plasticity, 24. 9. 2019
7. Jakub Nowak, Nanotemper Technologies GmbH, München, Nemčija: Measure binding affinities and protein stability with NanoTemper Technologies, 15. 10. 2019
8. dr. Metka Novak, Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: CCL5/CCR5 signaling is important for invasion of glioblastoma in its microenvironment, 24. 9. 2019
9. Mateja Prunk: Vloga cistatina F in cisteinskih katepsinov pri delovanju citotoksičnih limfocitov T, 25. 3. 2019
10. Mateja Prunk: The role of cystatin F in regulation of interactions between tumor and immune cytotoxic cells, 24. 9. 2019
11. dr. Anja Pucer Janež: Dipeptidne ponovitve pri C9orf72 mutaciji, 14. 10. 2019
12. dr. Jerica Sabotič: L-aminokislinske oksidaze iz gob imajo protibakterijsko delovanje, 20. 5. 2019
13. Emanuela Senjor: Cystatin F expression in glioblastoma, 28. 1. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Aleš Berlec, Janja Božič, Janko Kos, Mirjana Malnar, Ana Mitrović, Tina Vida Plavec, Mateja Prunk, Petra Zadravec: 44th Congress of Federation of European Biochemical Societies (FEBS), Krakow, Poljska, 6. 7.–11. 7. 2019 (8)
2. Aleš Berlec: 11th Austrian Association of Molecular Life Sciences and Biotechnology - ÖGMBT Annual Meeting, Salzburg, Avstrija, 16. 9.–18. 9. 2019 (1)
3. Aleš Berlec, Janja Božič, Janko Kos, Mirjana Malnar, Ana Mitrović, Helena Motaln, Tina Vida Plavec, Mateja Prunk, Anja Pucer Janež, Boris Rogelj, Jerica Sabotič, Abida Zahirović: 13th Meeting of the Slovenian Biochemical Society, Dobrna, 24. 9.–27. 9. 2019 (12)
4. Janja Božič, Mirjana Malnar, Helena Motaln: Young Neuroscience Meeting 2019 SISSA - Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trst, Italija, 13. 6. 2019 (3)
5. Janja Božič, Mirjana Malnar, Helena Motaln, Anja Pucer Janež: EMBO Workshop: RNP Network Dynamics in Development and Disease, Ljubljana, 29. 9.–2. 10. 2019
6. Janko Kos: 6th Cancer immunotherapy and immunomonitoring conference, Tbilisi, Gruzija, 28. 4.–5. 5. 2019 (1)
7. Janko Kos, Ana Mitrović: 14th Annual EORTC Pathobiology Group Meeting, Istanbul, Turčija, 12. 9.–14. 9. 2019 (2)
8. Mirjana Malnar, Boris Rogelj: ENCALS – European Network to cure ALS Meeting 2019, Tours, Francija, 15. 5.–17. 5. 2019
9. Mirjana Malnar, Tina Vida Plavec, Emanuela Senjor: 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference, Planica, 15. 4.–16. 4. 2019 (3)
10. Ana Mitrović: 11th General Meeting of the International Proteolysis Society „Interfaces in Proteolysis“, 29. 9.–4. 10. 2019 (1)
11. Tina Vida Plavec: EMBO Workshop: The impact of bacterial infections on human cancer, Berlin, Nemčija, 26. 10.–29. 10. 2019
12. Jerica Sabotič: GlycoBioTec 2019, Berlin, Nemčija, 28. 1.–30. 1. 2019 (1)
13. Jerica Sabotič: Glycobiology 2019, Lucca, Italija, 10. 3.–15. 3. 2019 (1)
14. Jerica Sabotič: Recent topics in toxinology, Ljubljana, Slovenija, 7. 6. 2019 (1)
15. Jerica Sabotič: Dan fiziologije 2019, Ljubljana, Slovenija, 10. 12. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Emanuela Senjor, University of California, Los Angeles, ZDA, 2. 7. 2019–31. 3. 2020

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Aleš Berlec
2. prof. dr. Janko Kos*, znanstveni svetnik
3. doc. dr. Helena Motaln

4. prof. dr. Boris Rogelj, vodja odseka

5. dr. Jerica Sabotič

6. prof. dr. Borut Štrukelj*, znanstveni svetnik

Podoktorski sodelavci

7. dr. Janja Božič
8. dr. Nikolaja Janež
9. dr. Ana Mitrović

10. dr. Milica Perišić Nanut
11. dr. Mateja Prunk
12. dr. Anja Pucer Janež
13. dr. Katja Rebolj
14. *dr. Petra Zadavec, odšla 6. 5. 2019*

Mlajši raziskovalci

15. *Ana Bajc Česnik, univ. dipl. biokem., odšla 1. 5. 2019*
16. Mirjana Malnar, mag. biokem.
17. Tina Vida Plavec, mag. farm.
18. Emanuela Senjor, mag. farm.
19. Abida Zahirovič, mag. farm., BiH

Strokovni sodelavci

20. Eva Erzzar, mag. mol. funk. biol.

Tehniški in administrativni sodelavci

21. mag. Maja Šimaga

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

8. Kmetijski inštitut, Ljubljana
9. Leiden University Medical Center, Center for Proteomics and Metabolomics, Leiden, Nizozemska
10. Lek, d. l., Ljubljana
11. Ludwig Maximilian University, München, Nemčija
12. Medical School Duluth, Department of Physiology and Pharmacology, Duluth, Združene države Amerike
13. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
14. Szent Istvan University, Institute for Plant Protection, Godollo, Madžarska
15. Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, Švica
16. Université de Lorraine, INRA, Francija
17. Univerza v Beogradu, Fakulteta za biologijo, Beograd, Srbija
18. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
19. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
20. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
21. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor
22. Univerzitet u Tuzli, Farmaceutski fakultet, Tuzla, Bosna in Hercegovina
23. Univerzitet u Tuzli, Medicinski fakultet, Tuzla, Bosna in Hercegovina
24. University of Bristol, School of Biological Sciences, Bristol, Velika Britanija
25. University of California, Los Angeles, Združene države Amerike
26. University of California, Ludwig Cancer Research, San Diego, Združene države Amerike
27. University of «Kyev-Mohyla Academy», Kijev, Ukrajina
28. University of London, Velika Britanija
29. University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) Dunaj, Avstrija
30. University of Padova, Padova, Italija
31. University of Pittsburg, Združene države Amerike
32. University of Trieste, Department of Life Sciences, Italija
33. University of Salzburg, Department of Molecular Biology, Avstrija
34. University of Zurich, Institute of Plant Biology, Zollikerst, Švica
35. Zavod Biomedicinska razvojno inovativna skupina, Ljubljana

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales – CERMAV, Grenoble, Francija
2. Centro para la Calidad de los Alimentos (INIA), Soria, Španija
3. Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Zürich, Švica
4. Inha University, Južna Koreja
5. International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology - ICGEB, Trst, Italija
6. Institute of Biotechnology of the Czech Academy of Science, BIOCEV Research Center, Vestec, Republika Češka
7. King's College London, Institute of Psychiatry, Velika Britanija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Urša Pečar Fonovič, Milica Perišić, Nace Zidar, Brigita Lenarčič, Janko Kos, "The carboxypeptidase activity of cathepsin X is not controlled by endogenous inhibitors", *Acta chimica slovenica*, 2019, **65**, 1, 58-61. [COBISS.SI-ID 4648561]
2. Tina Vida Plavec, Aleš Berlec, "Surface anchoring on *Lactococcus lactis* by covalent isopeptide bond", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 1, 18-27. [COBISS.SI-ID 32389927]
3. Jerica Sabotič, Miha Renko, Janko Kos, "Beta - trefoil protease inhibitors unique to higher fungi", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 1, 28-36. [COBISS.SI-ID 4700785]
4. Abida Zahirovič, Borut Štrukelj, Peter Korošec, Mojca Lunder, "Epitope mapping of major ragweed allergen Amb a 1", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 1, 37-44. [COBISS.SI-ID 4584049]
5. Janja Božič, Iztok Dolenc, "Feedback regulation of cathepsin C by the Propeptide dipeptides of Granzymes A and B", *Acta chimica slovenica*, 2019, **66**, 2, 501-509. [COBISS.SI-ID 32472871]
6. Anže Meden, Damijan Knez, Marko Jukič, Xavier Brazzolotto, Marija Gršič, Anja Pišlar, Abida Zahirovič, Janko Kos, Florian Nachon, Jurij Svete, Stanislav Gobec, Uroš Grošelj, "Tryptophan-derived butyrylcholinesterase inhibitors as promising leads against Alzheimer's disease", *Chemical communications*, 2019, **55**, 26, 3765-3768. [COBISS.SI-ID 1538148547]
7. Damijan Knez, Izidor Sosič, Anja Pišlar, Ana Mitrovič, Marko Jukič, Janko Kos, Stanislav Gobec, "Biological evaluation of 8-Hydroxyquinolines as multi-target directed ligands for treating Alzheimer's disease", *Current Alzheimer research*, 2019, **16**, 9, 801-814. [COBISS.SI-ID 4835441]
8. Stefanie S. Schmieder, Claire E. Stanley, Andrzej Rzepiela, Dirk van Swaay, Jerica Sabotič, Simon F. Nørrelykke, Andrew J. deMello, Markus Aebi, Markus Künzler, "Bidirectional propagation of signals and nutrients in fungal networks via specialized hyphae", *Current biology*, 2019, **29**, 2, 217-228. [COBISS.SI-ID 32034855]
9. Katja Škrlec, Špela Zupančič, Sonja Prpar Mihevc, Petra Kocbek, Julijana Kristl, Aleš Berlec, "Development of electrospun nanofibers that enable high loading and long-term viability of probiotics", *European journal of pharmaceuticals and biopharmaceutics*, 2019, **136**, 108-119. [COBISS.SI-ID 32049703]
10. Tina Vida Plavec, Borut Štrukelj, Aleš Berlec, "Screening for new surface anchoring domains for *Lactococcus lactis*", *Frontiers in microbiology*, 2019, **10**, 1879. [COBISS.SI-ID 32563239]
11. W. Kattuah, Boris Rogelj, R. Andrew King, Christopher E. Shaw, Tibor Hortobágyi, Claire Troakes, "Heterogeneous nuclear ribonucleoprotein E2 (hnRNP E2) is a component of TDP-43 aggregates specifically in the A and C pathological subtypes of frontotemporal lobar degeneration", *Frontiers in neuroscience*, 2019, **13**, 551. [COBISS.SI-ID 32423975]
12. Ana Mitrovič, Jakob Kljun, Izidor Sosič, Matija Uršič, Anton Meden, Stanislav Gobec, Janko Kos, Iztok Turel, "Organoruthenated nitroxoline derivatives impair tumor cell invasion through inhibition of cathepsin B activity", *Inorganic chemistry*, 2019, **58**, 18, 12334-12347. [COBISS.SI-ID 4769905]
13. Bogdan Zdravković, Tanja Prunk Zdravković, Marko Zdravković, Borut Štrukelj, Polonca Ferik, "The influence of nano-TiO₂ on metabolic activity, cytotoxicity and ABCB5 mRNA expression in WM-266-4 human metastatic melanoma cell line", *JBUON*, 2019, **24**, 1, 338-346. [COBISS.SI-ID 854691]
14. Ana Bajc Česnik, Simona Darovic, Sonja Prpar Mihevc, Maja Štalekar, Mirjana Malnar, Helena Motaln, Youn-Bok Lee, Julija Mazej, Jure Pohleven, Markus Grosch, Miha Modic, Marko Fonovič, Boris Turk, Micha Drukker, Christopher E. Shaw, Boris Rogelj, "Nuclear RNA foci from C9ORF72 expansion mutation form paraspeckle-like bodies", *Journal of cell science*, 2019, **132**, 5, 1-14. [COBISS.SI-ID 32174887]
15. Janja Božič, Katja Bidovec, Matej Vizovisek, Iztok Dolenc, Veronika Stoka, "Menadione-induced apoptosis in U937 cells involves Bid cleavage and stefin B degradation", *Journal of cellular biochemistry*, 2019, **120**, 6, 10662-10669. [COBISS.SI-ID 32038695]
16. Biljana Božič, Goran Lončar, Tjaša Vižin, Zoran Radojičić, Vera Popović Brkič, Janko Kos, "Relationship of high circulating cystatin C to biochemical markers of bone turnover and bone mineral density in elderly males with a chronic heart failure", *Journal of Medical Biochemistry*, 2019, **38**, 1, 53-62. [COBISS.SI-ID 4502385]
17. Bosa Mirjanič-Azarič, Novak Vasic, Darko Černe, Janko Kos, Nataša Bogavac-Stanojevič, "Plasma cathepsin S is associated with high-density lipoprotein cholesterol and bilirubin in patients with abdominal aortic aneurysms", *Journal of Medical Biochemistry*, 2019, **38**, 3, 268-275. [COBISS.SI-ID 4637297]

18. Mirjana Malnar, Tadeja Režen, "Factors affecting RNA quantification from tissue long-term stored in formalin", *Journal of pharmacological and toxicological methods*, 2019, **96**, 61-66. [COBISS.SI-ID 34206425]
19. Tina Vida Plavec, Milan Kuchař, Anja Benko, Veronika Lišková, Jiří Černý, Aleš Berlec, Petr Malý, "Engineered lactococcus lactis secreting IL23 receptor-targeted rex protein blockers for modulation of IL-23/Th17-mediated inflammation", *Microorganisms*, 2019, **7**, 5, 152. [COBISS.SI-ID 32381223]
20. Miha Modic *et al.* (20 avtorjev), "Cross-regulation between TDP-43 and paraspeckles promotes pluripotency- differentiation transition", *Molecular cell*, 2019, **74**, 5, 951-965. [COBISS.SI-ID 32424231]
21. Camila Ramaho Bonturi *et al.* (10 avtorjev), "A bifunctional molecule with lectin and protease inhibitor activities isolated from *Crataeva tapia* bark significantly affects cocultures of mesenchymal stem cells and glioblastoma cells", *Molecules*, 2019, **24**, 11, 2109. [COBISS.SI-ID 32405031]
22. Špela Zupančič, Katja Škrlec, Petra Kocbek, Julijana Kristl, Aleš Berlec, "Effects of electrospinning on the viability of ten species of lactic acid bacteria in poly(ethylene oxide) nanofibers", *Pharmaceutics*, 2019, **11**, 9, 483. [COBISS.SI-ID 4790897]
23. Mojca Lunder, Irena Rožkar, Jan Hošek, Borut Štrukelj, "Silver fir (*Abies alba*) extracts inhibit enzymes involved in blood glucose management and protect against oxidative stress in high glucose environment", *Plant foods for human nutrition*, 2019, **74**, 1, 47-53. [COBISS.SI-ID 4626801]
24. Kristina Sepčič, Jerica Sabotič, Robin Ohm, Damjana Drobne, Anita Jemec Kokalj, "First evidence of cholinesterase-like activity in Basidiomycota", *PLoS one*, 2019, **14**, 4, e0216077. [COBISS.SI-ID 5060175]
25. Mateja Prunk, Milica Perišić, Jerica Sabotič, Urban Švajger, Janko Kos, "Increased cystatin F levels correlate with decreased cytotoxicity of cytotoxic T cells", *Radiology and oncology*, 2019, **53**, 1, 57-68. [COBISS.SI-ID 34218969]
26. Saša Simčič, Aleš Berlec, Sanja Stopinšek, Borut Štrukelj, Rok Orel, "Engineered and wild-type *L. lactis* promote anti-inflammatory cytokine signalling in inflammatory bowel disease patient's mucosa", *World journal of microbiology & biotechnology*, 2019, **35**, 3, 45. [COBISS.SI-ID 4678769]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Ana Mitrović, Janko Kos, "Nitroxoline: repurposing its antimicrobial to antitumor application", *Acta Biochimica Polonica*, 2019, **66**, 4, 2904. [COBISS.SI-ID 32978215]
2. Tina Vida Plavec, Aleš Berlec, "Engineering of lactic acid bacteria for delivery of therapeutic proteins and peptides", *Applied microbiology and biotechnology*, 2019, **103**, 2053-2066. [COBISS.SI-ID 32035879]
3. Barbara Breznik, Ana Mitrović, Tamara Lah Turnšek, Janko Kos, "Cystatins in cancer progression: more than just cathepsin inhibitors", *Biochimie*, 2019, **166**, 233-250. [COBISS.SI-ID 32336423]
4. Tanja Jakoš, Anja Pišlar, Anahid Jewett, Janko Kos, "Cysteine cathepsins in tumor-associated immune cells", *Frontiers in immunology*, 2019, **10**, 2037. [COBISS.SI-ID 4843889]
5. Jerica Sabotič, Janko Kos, "CNL- *Clitocybe Nebularis* Lectin - the fungal GalNAc β 1-4GlcNAc-Binding Lectin", *Molecules*, 2019, **24**, 23, 4204. [COBISS.SI-ID 32898599]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Clemens Peterbauer, Stefan Heintl, Aleš Berlec, Reingard Grabherr, "Recombinant gene expression in lactobacilli: strategies and applications", V: *Lactobacillus genomics and metabolic engineering*, Caister Academic Press, 2019, 169-186. [COBISS.SI-ID 32275239]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Janko Ignjatović, Detekcija in ocena imunogenosti strukturnih variant rekombinantnih monoklonskih protiteles: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Borut Štrukelj; somentor Urban Švajger). [COBISS.SI-ID 9175161]
2. Mateja Prunk, *Vloga cistatina F in cisteinskih katepsinov pri delovanju citotoksičnih limfocitov T*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Janko Kos). [COBISS.SI-ID 299697920]

Odsek za znanosti o okolju raziskuje prepletanje fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki oblikujejo naše okolje, ter vpliv človeka in njegove dejavnosti na okolje. Naše raziskave so interdisciplinarne in multidisciplinarne ter potekajo v več sklopih, kot so Analizna kemija okolja, Kroženje snovi in elementov v okolju, Mikrobna sistemska ekologija, Okolje, zdravje in hrana, Okoljske tehnologije, Ocena vplivov na okolje in ocena tveganja ter Nadzorne meritve v okolju. Sodelujemo tudi pri razvoju tehničnih rešitev za okoljske probleme in upravljanje okolja. V okviru odseka delujejo tudi ISO-FOOD – ERA katedra za kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik, infrastrukturni Center za masno spektrometrijo in ELME – ekološki kemijski laboratorij z mobilno enoto.

Analizna kemija okolja in bioloških sistemov

Vloga kemijskih elementov v sledovih ter njihov vpliv na okolje in žive organizme nista odvisna le od njihove celotne koncentracije, temveč tudi od kemičnih oblik, v katerih so prisotni. Zato so naše raziskave usmerjene v razvoj novih analitskih postopkov za določanje elementov in njihovih kemijskih zvrsti (Al, Cr, Sn, As, Hg, Br, Pt, Ru, Ni, V, Zn) v okoljskih in bioloških vzorcih.

Na področju **speciacije elementov** v sledovih smo primerjali zmogljivost nizkotlačne in visokotlačne združene (CLC) monolitne kolone, ki je sestavljena iz enega proteina G in enega dietilamono (DEAE) monolitnega diska s konvektivnim prenosom snovi (CIM), ki omogoča dvodimenzionalno ločbo v enem samem kromatografskem koraku. Obe koloni smo uporabili pri določitvi različnih kemijskih zvrsti Pt-kemoterapevtikov v humanem serumu. Analize vzorcev seruma rakavih bolnikov, zdravljenih s cisplatinom ali karboplatinom, so pokazale, da so Pt-kemoterapevtiki vezani predvsem na HSA.

Razvili smo novo robustno, hitro, občutljivo in zanesljivo analizo metodo za speciacijo Cr v humanem serumu, ki temelji na monolitni kromatografiji (4 CIM DEAE diski, sestavljeni v kolono) v povezavi z UV- in ICP-MS-detektorjema. Cr (VI) smo ločili od Cr-transferrina (Cr-Tf) in Cr-albumina (Cr-HSA). Z razvito metodo je bilo prvič mogoče izvesti speciacijo Cr v človeškem serumu pri fizioloških koncentracijah. Rezultati so pokazali, da je Cr v serumu neizpostavljenih posameznikov vezan na Tf.

V okviru ARRS projekta Netradicionalni izotopi kot identifikatorji avtogenih karbonatov smo razvili postopek za določanje $\delta^{26/24}\text{Mg}$ and $\delta^{88/86}\text{Sr}$ z MC-ICP-MS v površinskih vodah in zemlji. Optimiziran postopek smo preverili na vzorcih površinske vode in tal z območja kraškega vodonosnika Ljubljane. Novo metodo smo uporabili tudi za analizo $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ za razvoj metod za določanje geografskega porekla mleka in oljčnega olja, npr. za analizo oljčnih olj iz Tunizije in Hrvaške ter mleka in mlečnih izdelkov z različnih območij Slovenije.

V okviru CRP-projekta Identifikacija virov Pb v Zgornji Mežiški dolini na podlagi izotopske sestave Pb smo preverili učinkovitost ločbe in obseg frakcionacije Pb pri uporabi različnih smol (npr. Sr-resin, Pb-resin in Dowex 1-X8) za izolacijo Pb iz vode, rastlin, tal in sedimentov. Smolo z najboljšimi karakteristikami bomo nadalje uporabili za identifikacijo virov Pb v prašnih delcih iz Zgornje Mežiške doline.

V okviru infrastrukturnega projekta METROFOOD-RI, ki omogoča vzpostavitev ustrezne metrološke platforme na področju hrane in zdravja ter se je leta 2018 uvrstil na ESFRI Kažipot, smo začeli aktivnosti za vzpostavitev statusa ERIC (METROFOOD-PP). Institut "Jožef Stefan" deluje kot koordinator nacionalnega vozlišča za Slovenijo.

V okviru projekta EMPIR MercOx, ki ga koordinira odsek, smo razvili nov postopek za kalibracijo oksidiranega Hg v zraku z uporabo nizkotemperaturne plazme ter validirali novorazvit kalibrator na podlagi razpršitve raztopine HgCl_2 . Pri tem smo uporabili visokospecifični radioaktivni ^{196}Hg , ki omogoča validacijo pri zelo nizkih koncentracijah, ki so značilne za atmosfero.

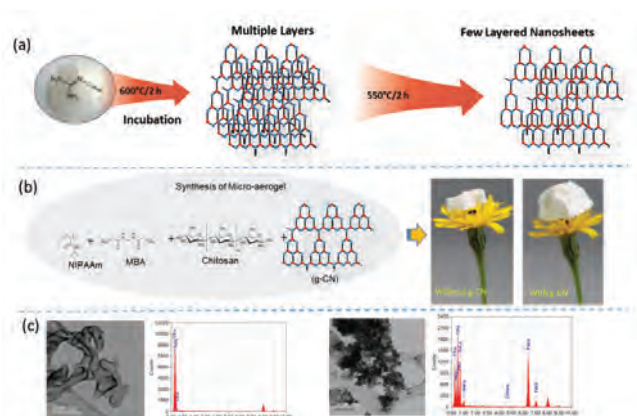
Razvili in uspešno testirali smo ultralahki prepleteni grafitni ogljikov nitrid (g-CN) za uporabo kot potencialni adsorbent v pasivnem vzorčevalniku (PAS), ki je zasnovan za vezavo ionov Hg^{2+} (slika 1a). Razvit je bil tudi lahek aegle s porozno 3D-strukturo, ki omogoča sprejemanje plinasto elementarnega živega srebra (GEM) in zagotavlja veliko površino. Preskušanja in testiranja potekajo v laboratorijskem merilu (slika 2b). Magnetni grafitni ogljikov nitrid, $\text{Fe}@g\text{-CN}$, smo sintetizirali z okraševanjem grafitnega ogljikovega nitrída (g-CN) z železovim oksidom po hidrotermalni metodi. Rezultati karakterizacije potrjujejo nedotaknjeno strukturo, funkcionalnosti in magnetne lastnosti sintetiziranega materiala (slika 1c).



Vodja:

prof. dr. Milena Horvat

Razvoj metode za kalibracijo oksidiranega živega srebra s hladno plazmo.

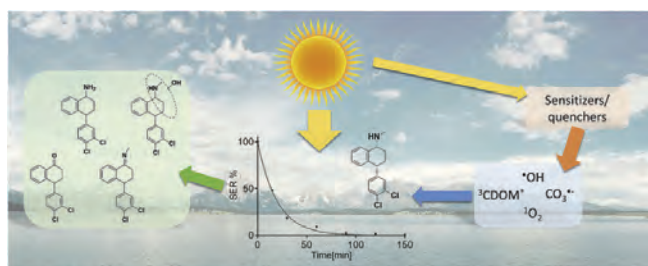


Slika 1: Pot sinteze, uporabljena za pripravo različnih materialov z nanostrukturom. (a) Sinteza nanoplasti g-CN po hidrotermalni metodi; (b) kemija zamrzovanja in končni izdelek Airgela ter (c) slike magnetnih TEM magnetnih g-CN delcev.

- APMP.QM-S10 elementi v prehranskih dopolnilih,
- CCQM-K145 goveja jetra in SIM.QM-S10 elementi v sledovih v posnetem mleku v prahu, ki so jih organizirali nacionalni metrološki inštituti iz Hong Konga (GLHK), Kitajske (NIM), Kanade (NRC) in Argentine (INTI).
- Druga, tretja in četrta medlaboratorijska primerjalna raziskava (ICI) Cr v krvi, serumu in urinu.
- Analiza stabilnosti referenčnih materialov, kot so ERM-BB185 goveja jetra – elementi v sledovih, ERM-CE477 Tributilkositer, dibutilkositer and monobutilkositer v tkivu školjk, BCR-462 Tributilkositer and dibutilkositer v obalnem sedimentu in BCR-646 Butil- in fenil-kositrove spojine v sladkovodnem sedimentu z analiznimi tehnikami ICP-MS in GC-ICP-MS; vsi materiali so bili pripravljene v JRC Geel, Belgija.

Sodelovanje v teh študijah omogoča vpis novih CMC (kalibracijskih in merilnih zmogljivosti) v BIPM podatkovno bazo ključnih primerjav KCDB.

Na področju **organske analize kemije** smo naprej proučevali pojavnosti in kroženja ostankov novodobnih organskih onesnažil (CECs, Contaminants of Emerging Concern), točneje zdravilnih učinkovin, sredstev za osebno nego in industrijskih kemikalij, ki povzročajo motnje v hormonskem sistemu v okoljskih vzorcih ter vzorcih, povezanih s hrano in zdravjem. V raziskavah, povezanih z okoljem in čiščenjem odpadnih vod, smo še naprej proučevali bisfenol A (BPA) in njegove alternative. Osredotočili smo se na njihovo stabilnost ter biološko (klasično z aktivnim blatom in v algnih bioreaktorjih) in fotorazgradnjo. Poleg tarčne analize smo z netačno proučevali tvorbo bioloških in fotorazgradnih produktov treh izbranih bisfenolov in prvi v svetu identificirali več kot deset novih transformacijskih produktov (TP). Na področju razvoja naprednih ekstrakcijskih tehnik smo sintetizirali in testirali polimere z molekularnim odtisom za ekstrakcijo ostankov zdravilnih učinkovin (tj. antidepresiva sertralina in njegovih razgradnih produktov). Proučevali smo tudi razgradnjo sertralina v površinski vodi z realno in simulirano svetlobo ter razvili protokol LC-MS za določanje njegovih transformacijskih produktov v površinski vodi. Identificirali smo pet TP sertralina in pokazali prisotnost treh v slovenskih rekah. Na osnovi modela ECOSAR smo napovedali primerljivo toksičnost identificiranih TP-jev in sertralina.



Slika 2: Fotorazgradnja sertralina v površinskih vodah

Na področju **radiokemije** smo v okviru projekta CROSSING v sodelovanju s Helmholtz Centrom Dresden Rosendorf razvili postopek za dvojno radioaktivno označevanje nanodelcev CeO₂. ¹⁴¹Ce se proizvaja v reaktorju med nevtronskim obsevanjem nanodelcev CeO₂, ¹³⁹Ce pa s ciklotronom, pozneje pa difundira v nanodelce CeO₂. Difundiran ¹³⁹Ce je vezan labilno blizu površine, medtem ko je ¹⁴¹Ce enakomerno porazdeljen znotraj nanodelcev. Razvit postopek omogoča proučevanje raztapljanja nanodelcev CeO₂ z meritvijo radioaktivno označenih ¹³⁹Ce in ¹⁴¹Ce z gama spektrometrijo. Posebnost dvojnega označevanja omogoča razlikovanje med raztapljanjem površine in raztapljanjem celotnih nanodelcev. Radioaktivno označene nanodelce smo uporabili za proučevanje topnosti v kisljih in redukcijskih pogojih s prisotnostjo fosfatov in brez njih. Ugotovili smo, da prisotnost fosfata bistveno zmanjšuje topnost Ce nanodelcev v redukcijskih pogojih, medtem ko pri kisljih pogojih to ni bilo tako izrazito.

Analiza stabilnih izotopov lahkih elementov je novo naraščajoče področje v meroslovju, v katero so vpete tudi aktivnosti našega odseka in vključujejo:

- i. oceno merilne negotovosti stabilnih izotopov C in O v novem referenčnem materialu plinskega CO₂, ki je del projekta EMIR SIRS Metrology for Stable Isotope Reference Standards;
- ii. priprava novega projekta EMPIR STELLAR – Stable Isotope Metrology to Enable Climate Action and Regulation, ki je bil izbran za financiranje novembra 2019, ter
- iii. razvoj novih referenčnih materialov živalskega in rastlinskega izvora za določitev izotopskega razmerja vodika, ogljika, dušika, kisika in žvepla, ki vključujejo kolagen, rastlinska olja, med in žitno moko. Priprava referenčnih materialov je rezultat sodelovanja raziskovalcev z Univerzo v Indiani, ZDA ter Fulbrightove finančne podpore.

Na področju metroloških meritev in kot nosilec nacionalnega etalona (NNE) Množina snovi: Kemijski elementi v sledovih v anorganskih in organskih materialih smo leta 2019 sodelovali pri naslednjih študijah:

Biogeokemijsko kroženje snovi in elementov ter podnebne spremembe

Biogeokemijski cikli hranil in drugih elementov (kovin in polkovin) povezujejo biosfero s hidrosfero, litosfero in atmosfero, ki tako predstavljajo nekus z mnogimi medsebojnimi povezavami in interakcijami.

V okviru COST akcije OceanGov.into smo raziskovali kroženja CO₂ v priobalnem morju Tržaškega zaliva in v estuarijskem okolju. Jadransko morje predstavlja ponor ogljika s snovnim tokom med -1,2 in -3 mol C m⁻² yr⁻¹, kar je sicer manj kot v severozahodnem Sredozemlju (-4 do -5 mol C m⁻² yr⁻¹), kljub temu pa gre za pomemben prispevek k celokupnemu sredozemskemu ponoru CO₂. Revellejev faktor za Jadransko morje je ocenjen na 10 in kaže na močno puferno kapaciteto, zaradi česar ta del Sredozemskega morja ni posebej ogrožen glede zakisjanja. Reke, ki se zlivajo v severno Jadransko morje, drenirajo pretežno karbonatna območja in tako bistveno povečujejo celokupno alkalnost, zato Jadransko morje ostaja prenasušeno s kalcijevim karbonatom čez vse leto. Ne glede na to pa s povečevanjem globalne zakisanosti oceanov lahko pričakujemo vse večji negativni vpliv na organizme s karbonatnimi skeleti, medtem ko vplivi na mikrobnne procese za zdaj še niso določeni.

Sodelovali smo tudi z Nacionalnim inštitutom za biologijo pri modeliranju vpliva različnih okoljskih stresorjev na respiracijo in mikrobnno biomaso v hiporeični coni v zgornjem povodju Save s pomočjo odločitvenih dreves. Izkazalo se je, da temperatura, raba tal in kakovost vode najbolj vplivajo na odziv raziskanih parametrov v hiporeiki.

Z raziskovalci z niške univerze (Srbija) smo sodelovali pri raziskavah toksičnosti nanodelcev cerijevega oksida (CeO₂NPs) v ličinkah komarjev. Rezultati so pokazali, da izpostavljenost sladkovodnim sedimentom, onesnaženim s CeO₂NPs, v koncentracijah, ki jih lahko pričakujemo v okolju, ne pomeni nevarnosti za dvokrile žuželke. Vendar pa lahko znatno kopičenje CeO₂NPs v ličinkah komarjev pomeni tveganje prenosa v organizme po trofični prehranski verigi.

Za potrebe študije virov prehrane konfliktnih medvedov (*Ursus arctos*) na področju izotopske ekologije smo v sodelovanju z Biotehniško fakulteto preverili, kako na izotopsko sestavo ogljika, dušika in žvepla vzorcev tkiv rjavega medveda vplivata dolgotrajno hranjenje arhivskih vzorcev v etanolu in razmaščevanje po standardnih postopkih. Zaznali smo le rahle razlike v izotopski sestavi ogljika, ki pa v nobenem primeru niso bile relevantne za določanje virov prehrane rjavega medveda na osnovi stabilnih izotopov.

V sodelovanju s Slovensko akademijo znanosti in umetnosti smo raziskovali razvoj vegetacije in sedimentacije na območju Bohinjskega jezera. V sedimentnem jedru smo do globine 4,4 metra, kar obsega zadnjih 6600 let, analizirali mineralno sestavo, zrnatost, cvetni prah in izotopsko ter geokemično sestavo sedimenta. S podrobno paleokoljsko analizo smo iz karakteristik sedimenta rekonstruirali medsebojne vplive rabe prostora (kmetijstvo, pašniki, rudarjenje in predelava rude) in temperature.

Vodni krog: Uporabnost novih sledilcev na osnovi spreminjanja razmerij netradicionalnih izotopov kovin (U, Sr, Mg, Mo) v hidrogeoloških procesih smo preizkusili v kraškem vodonosniku Ljubljance in reke Krke. Razmerja izotopov ^{238/234}U, ^{88/86}Sr in ^{26/24}Mg v vodi in kamnini vodonosnika so zelo spremenljiva, kar kaže na različne izvor teh elementov in s tem na možno uporabo za sledenje izvora, mešanja in biogeokemičnih procesov v podzemni vodi. Izotopska sestava Sr in Mg sta se izkazali tudi kot močno orodje za sledenje poti ogljika v karbonatnem ciklu v kraških vodonosnikih, ki so pomemben kontinentalni ponor CO₂. S pomočjo novih sledil lahko kvantitativno ocenimo obarjanja ali raztapljanje karbonata v vodonosniku in v primeru raztapljanja tudi poreklo raztopljenega anorganskega ogljika (kamnina vodonosnika ali sekundarne karbonatne prevleke v razpokah in kanalih).

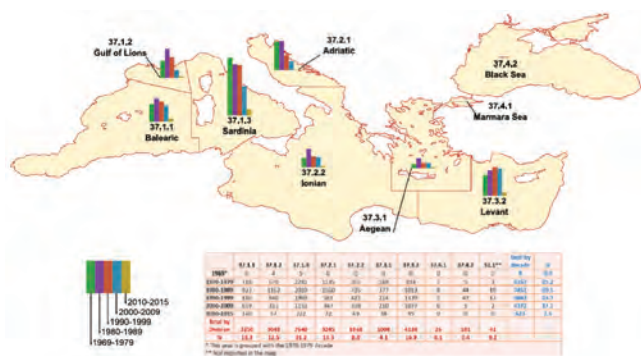
V sodelovanju z madžarskimi kolegi smo uspešno končali raziskavo spreminjanja izotopske sestave padavin od Jadranskega morja do Panonske nižine ter vpliva nadmorske višine in oddaljenosti od vira padavin na izotopsko sestavo kisika in vodika v mesečnih vzorcih. V teku je tudi objavljanje posebne odprte izdaje revije *MDPI Water: Use of Water Stable Isotopes in Hydrological Process*, pri kateri nosilca madžarsko-slovenskega projekta sodelujeta kot gostujoča urednika.

V sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Inštitutom za raziskovanje krasa ZRC SAZU smo na osnovi izotopske sestave kraške vode na izvirih in ponorih Ljubljance določili čas potovanja in delež mlade vode. Ugotovili smo, da je na posameznih odsekih podzemnega toka med Cerkniškim poljem in izviri Ljubljance potovalni čas med 0,4 in 0,8 leta, delež vode v izvirih, mlajše od 2,3 meseca, pa v povprečju 28 %. Oba podatka sta zelo pomembna za načrtovanje trajnostnega upravljanja kraških vodnih virov.

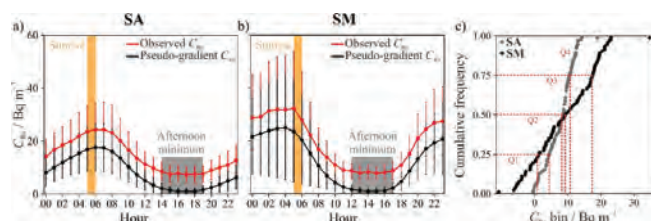
Za potrebe Premogovnika Velenje, d. d., smo z izotopskimi orodji analizirali hidrološke razmere v pliocenskih in triasnih vodonosnikih ter s pomočjo izotopske sestave raztopljenega anorganskega ogljika ugotovili, da ta prihaja iz zunanjega vira, ne iz premogovnih plasti. Izotopska sestava raztopljenega metana nakazuje mikrobnno



Slika 3: Vzorčenje lehnjaka na reki Krki za analizo netradicionalnih izotopov v karbonatnem ciklu



Slika 4: V reviji *Nature Scientific Data* povzemamo rezultate 24.465 zapisov iz 539 virov, ki so sedaj vključeni v podatkovno bazo M2B za živo srebro v bioti Sredozemskega morja. M2B baza je namenjena podpora izvajanja Konvencije Minamata o živem srebru.

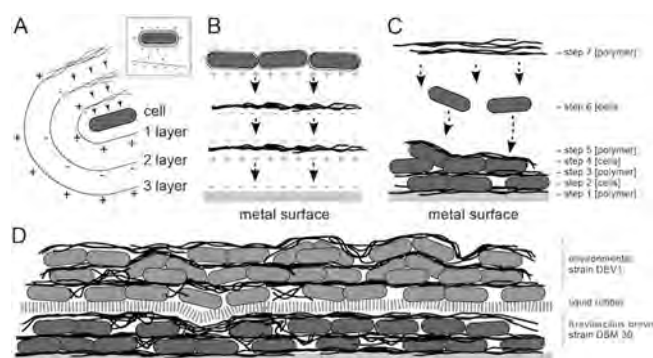


Slika 5: 24-urne kompozitne koncentracije radona poleti iz opazovanih in lokalnih koncentracij (pseudo-gradient) v a) Ljubljani (SA) in b) Ajdovščini (SM) ter c) kumulativna porazdelitev lokalne koncentracije radona na lokacijah SA in SM z označenimi kvartilnimi območji.

Mikrobna sistemska ekologija

Raziskave so potekale v okviru dveh evropskih projektov: Applause (Alien Plant Species – from harmful to useful with citizens' led activities) in Greener (InteGRated Systems for Effective ENvironmEntal Remediation), kjer smo razvili metode združevanja celic v agregate in metode lepljenja celic na različne površine v obliki slojev. Za ta inovativen pristop smo tudi vložili patent. Na podlagi teh metod smo prvi pokazali, da lahko s pomočjo lepljenja bakterijskih celic na površino reguliramo razrašanje biofilma, kar smo objavili v prestižni reviji *Advanced Science*.

Razvoj posebnega koncepta obdelave površin, v katerem namenoma pritrdimo na površino materiala žive mikroorganizme, s katerimi usmerjamo razvoj biofilmov tako, da se niso pojavljali tisti, ki povzročajo biološko posredovano korozijo.



Slika 6: Priprava umetnih biofilmov: V postopku so uporabili dva tipa bakterijskih celic, ki so jima predhodno spremenili potencial na površini (A). Žive celice so razporedili v plasteh (B) in prekrili s plastmi naravnih polimerov (C). Na koncu so dobili prostorsko urejeno strukturo, ki je vsebovala oba tipa mikrobov v ločenih prostorih (D).

metanogenezo, razpon koncentracij aktivnosti tritija v vodi pa, da v pliocenskih vodonosnikih prevladuje recentna voda, mlajša od 50 let, medtem ko je v triasnih vodonosnikih vsebnost tritija pod mejo detekcije, torej gre za stare (pleistocenske ali starejše) podzemne vode.

V okviru projekta IAEAUSE of Isotope Techniques for the Evaluation of Water Sources for Domestic Supply in Urban Areas smo pri analizi vod iz pip pri odjemalcih in pitnikov uporabili izotopska orodja ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, $^{87}/^{86}\text{Sr}$) ter elemente odtisa za sledenje poti in razporejanja vode iz različnih črpališč v vodovodnem sistemu JP Vodovod Kanalizacija Snaga v Ljubljani, vendar se je izkazalo, da je hidrokemični odtis vode v tem primeru boljši indikator virov vode kot izotopska razmerja.

Raziskave atmosfere: Radon (^{222}Rn) smo uporabili kot sledilo pri študiju vertikalnega mešanja zraka v prizemni plasti v Ljubljani (SA) in v Ajdovščini (SM, slika x), ki sta topografsko in geološko povsem različni območji. V primerjalni študiji smo uporabili podatke o koncentracijah radona v zunanjem zraku za poletno obdobje (junij–avgust 2018) in na njihovi osnovi določili štiri razrede stabilnosti ozračja (radon-based stability) za vsako lokacijo. Ugotovili smo, da radon v obeh primerih dobro odraža stopnjo mešanja zraka, in pojasnili dejavnike, ki vodijo do razlik med obema lokacijama.

Model za identifikacijo dolgotrajnega temperaturnega obrata v okviru radonskih razredov stabilnosti pozimi (december 2016–februar 2017 in december 2017–februar 2018) v Ljubljani smo preizkusili pri interpretaciji ravni izbranih onesnažil (NO_2 , CO , PM_{10} , BC , SO_2 , O_3). Raziskavo smo izvedli v okviru ARRS-projekta STRAP (Sources, TRANsport and fate of persistent air Pollutants in the environment of Slovenia).

Raziskovali smo možnosti medsebojnega metabolnega sklapljanja različnih celic za transformacijo nitrita v dušik, lignina v vanilin, celuloze v polihidroksialkanoate in razgrajevanja policikličnih aromatskih ogljikovodikov s pomočjo agregiranja celic. Za namene združevanja različnih bakterijskih celic smo v tem letu tudi obogatili mikrobno zbirko s sevi, ki razgrajujejo lignin, celulozo in škrob. V okviru projekta Applause smo razvili različne prototipe postopkov izdelovanja alternativnega papirja s pomočjo odpadnega lesa in odpadnih polimernih materialov.

V okviru nacionalnih projektov smo predvsem zbirali mikrobo, ki so probiotični v ustni votlini, ter integrirali postopke sekvenciranja in anotiranja genomov teh probiotičnih bakterij.

V sodelovanju s podjetjem Snaga VO-KA, d. o. o., in Geološkim zavodom smo razvijali ukrepe čiščenja onesnaženega dela Barja ter čiščenja zemljine ob izlitju kerozina v okolici Kozine.

V projektu Crossing smo v sodelovanju s Helmholtz Centrom Dresden Rosendorf začeli analize interakcij med bakterijami in nanodelci; preverjali smo možnosti raztapljanja nanodelcev CeO_2 s pomočjo delovanja ubikvitarnih bakterij iz rodu *Pseudomonas*.

V okviru mednarodnega sodelovanja smo sodelovali pri izvedbi poskusov in izmenjavi študentov z univerzo iz Tomsk, Rusija, kjer smo proučevali antimikrobno delovanje različno obdelanih površin materialov, ki se uporabljajo pri protetiki. Za te namene smo razvili tudi posebno metodo, ki omogoča opazovanje efektov površine na mikrobne celice v realnem času in v mikrolitrskih volumnih.

Okolje in zdravje

Začeli smo izvajati nacionalni program humanega biomonitoringa (HBM), ki ga je potrdil Urad za kemikalije na Ministrstvu za zdravje RS. Območja, s katerimi smo začeli obsežno vzorčenje populacije otrok in mladostnikov, so obsegala območje Koroške, Celja, Vrhnike in Jesenic. Končali smo pilotno raziskavo HBM v Prekmurju in organizirali vrsto posvetovanj s slovensko stroko na temo rabe HBM podatkov pri ocenah tveganj. Poleg elementov v sledovih smo določali tri bisfenole (BPA, BPF in BPZ), triklozan in parabene v več kot 1000 vzorcih ter nadaljevali razvoj netačrnih analizi postopkov za urin. Prav tako smo prvič ovrednotili notranjo izpostavljenost slovenske populacije organofosfornim pesticidom in policikličnim aromatskim ogljikovodikom (PAH-om), glifosatu ter širšemu spektru ftalatov in DINCH. Rezultati kažejo na izpostavljenost, ki je primerljiva preostalemu delu Evrope ter kaže na značilnosti življenjskega sloga in prehrane, ki ključno prispeva k izpostavljenosti preiskovanim kemikalijam.

V okviru projekta Nevropsihološke disfunkcije, ki jih povzroča nizka stopnja izpostavljenosti izbranim onesnaževalom iz okolja pri občutljivi populaciji (NEURODYS), smo nadaljevali uporabo razpoložljivih podatkov prejšnjih in tekočih študij (PHIME, CROME, HEALS) ter z dodatnimi kemičnimi, biokemičnimi in molekularnimi analizami dopolnili manjkajoče podatkovne vrzeli. Glavni cilj predlaganega projekta je vzpostaviti povezavo med izpostavljenostjo kemikalijam v okolju, človeškim (epi)genomom in nevropsihološki performanci, ob upoštevanju mikrobioma. Glede nove študijske populacije smo v okviru sodelovanja s Splošno bolnišnico Celje (SBC) začeli vključevati porodnice v Porodnišnici Celje.

V okviru projekta NEURODYS smo na odseku vzpostavili laboratorijske metode sekveniranja DNA in RNA z uporabo tretje generacije sekvenatorjev. Vzpostavili smo protokole za analizo človeškega mikrobioma na vzorcih iztrebkov odraslih prostovoljcev in dojenčkov. Za analize mikrobioma smo pripravili posebno metodo izolacije DNA ter vzpostavili vse bioinformatične postopke: metode za določanje kakovosti zaporedij, postopke filtriranja najbolj kakovostnih zaporedij, določanje zaporedij na podlagi BLAST algoritmov ter statistično informatične analize razmerij predstavnikov združb, alfa, beta in gama raznolikost. Uvedli smo tudi informatične metode napovedi funkcije mikroorganizmov na podlagi zaporedja 16S rRNA genov, kar nam omogoča ovrednotiti metabolični potencial določene mikrobne združbe, v tem primeru delovanja mikrobioma človeka.

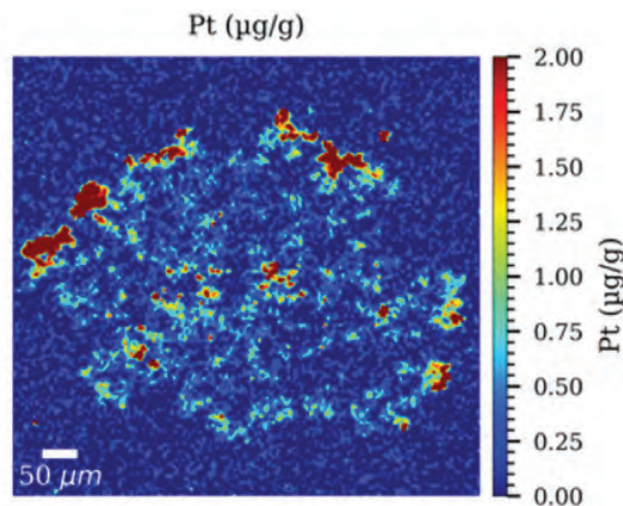
Na področju raziskav živega srebra smo pokazali, da na privzem in porazdelitev selena, anorganskega in metilnega živega srebra vpliva tudi prisotnost ApoE $\epsilon 4$. Matere, ki so imele vsaj en alel $\epsilon 4$, so imele v svoji plazmi višje vrednosti selena v primerjavi z nenosilkami (62,6 in 54,9 ng/mL). Otroci, ki so bili $\epsilon 4$ nosilci, so imeli mejno signifikantno višje vrednosti Hg v popkovni krvi. Prav tako smo opazili s Hg povezano zmanjšanje kognitivnih sposobnosti otrok, ki so bili nosilci $\epsilon 4$. Negativna asociacija med fino motoriko in Hg pa je bila neodvisna od genotipa.

Ponovno smo opozorili na pomembnost Hg speciacije, saj lahko le z jasno opredelitvijo izpostavitve različnim Hg specijam zmanjšamo možnosti neustreznega vrednotenja asociacij med prenatalno izpostavitvijo nizkim vrednostim Hg in njegovimi negativnimi učinki na razvoj otrok. Speciacija Hg v mekoniju je pokazala, da je mekonij primeren biomarker prenatalne izpostavitve MeHg in Hg0. Višje vrednosti selena pri materah, ki so nosilke ApoE $\epsilon 4$ alela, bi lahko povezali s pozitivnimi učinki apolipoproteina E. Sklepamo lahko, da so otroci, ki so nosilci $\epsilon 4$, bolj dovzetni za negativne učinke Hg na nevropsihološki razvoj otrok, vendar bomo za potrditev te hipoteze izvedli še dodatne študije.

Analiza odpadnih vod je postala priznan postopek za pridobivanje podatkov o geografskih trendih porabe prepovedanih drog v skoraj



Slika 7: Ovrednotili smo prve HBM rezultate prisotnosti pesticidov v urinu, ki spadajo v skupino organofosforjevih (OP) spojin in piretroidov (PYR) pri slovenski populaciji. Gre za zelo redko študijo, ki poroča rezultate o prisotnosti teh spojin v družinskih okoljskih vzorcih z analizo vzorcev urina matere in otroka. Z analizo presnovnih produktov teh spojin smo ugotovili, da je prisotnost presnovnih produktov parationa in piretroidov pozitivno povezana med materjo in otrokom, kar nakazuje pot izpostavljenosti prek hrane in življenjskega sloga družin. Prisotnost klorpirifosa pa je bila značilnost le za matere. Koncentracije izmerjenih pesticidov pri otrocih in materah za zdaj ne pomenijo tveganja za zdravje.



Slika 8: Kvantifikacija Pt v tumorskem sferoidu, tretiranem s cisplatinom z metodo izotopskega redčenja LA-ICP-MS. Na področju biovizualizacije kovin smo optimizirali parametre laserske ablacije (LA) za kvantifikacijo ablatiranega vzorca z ICP-MS. Trenutno razvijamo več analitičnih metod za biološko biovizualizacijo različnih vzorcev (tkiva, tumorski sferoidi in celice), pri katerih za kvantifikacijo uporabljamo matrične standarde in tehniko izotopskega redčenja (ID). Doslej se je ID izkazala kot najbolj natančna metoda kvantifikacije, saj služi tudi kot interni standard za korekcijo instrumentnega drifta. Primer uspešne kvantifikacije s tehniko LA vizualizacije Pt pri tumorskih sferoidih, tretiranih s cisplatinom, prikazuje slika XY. Naši analitični podatki so bili uporabljeni pri študiji elektrokemoterapije radiorezistentnih celic ploščatoceličnega karcinoma glave in vratu ter ksenografskih tumorjev na Onkološkem inštitutu UKC Ljubljana.

realnem času. Na tem področju smo se pridružili mednarodni skupnosti epidemiologije odpadnih vod (Wastewater Based epidemiology, WBE) v publikaciji v priznani reviji *Addiction*, kjer smo objavili prostorsko-časovno oceno porabe prepovedanih drog v svetovnem merilu. Članek zajema mednarodne nadzorne meritve sedmih let, ki so se jim raziskovalci IJS-O2 pridružili leta 2017 s podatki za Ljubljano. Pozneje smo vključili še pet slovenskih mest in omogočili primerjavo z večjimi evropskimi mesti. Da bi ocenili porabo drog med šolarji in študenti v Sloveniji, smo vzorčili odpadne vode 48 slovenskih osnovnih in srednjih šol ter visokošolskih ustanov, ki smo jih obravnavali ločeno glede na stopnjo izobraževanja in geografsko lego (urbana vs. ruralna lega). Po obdelavi podatkov bomo rezultate primerjali s podatki, pridobljenimi vzporedno na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (European School Survey Project on Alcohol and Other Drugs – ESPAD ter Health Behaviour in School-Aged Children – HBSC). Po naših podatkih je to prva sistematska obravnava uporabe drog v različnih izobraževalnih institucijah, ki bo dala pomembne podatke o porabi drog med slovenskimi šolarji in študenti.

Hrana

V okviru ERA katedra ISO-FOOD, ki jo upravlja odsek, se raziskave osredotočajo na področje hrane, zlasti z uporabo izotopskih tehnik. Za določanje pristnosti in geografskega porekla živil smo izvedli meritve elementne sestave in stabilnih izotopov lahkih elementov ter razvili ustrezne modele za verifikacijo porekla na različnih živilih,

Razvoj modela za preverjanje izvora izbranih vrst sadja in zelenjave.

kot so prehranski dodatki iz alg (spirulina, klorela, rjave alge), gomoljike in med. Za Upravo za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin smo izvedli strokovno nalogo za preverjanje porekla izbranih vrst sadja (jagod, češenj) in zelenjave (česen, šparglji). Potrdili smo, da izdelani modeli, ki temeljijo na bazi pristnih vzorcev za vsako izbrano vrsto sadja in zelenjave v okviru predstavljene študije, pomenijo dobro osnovo za ločevanje med pristnimi vzorci in vzorci na tržišču z določeno verjetnostjo ter so dobra podlaga za vzpostavitev ustreznega sistema sledljivosti. Oblikovanje podatkovnih baz in razvoj ustreznih modelov sta del aktivnosti novega EU-projekta FNS-Cloud, v katerem sodelujemo.

V vzorcih prehranskih dopolnil iz spiruline smo določili tudi maščobnokislinsko sestavo in sestavo aminokislin. V večini vzorcev smo lahko določili vse esencialne aminokisliline in tudi druge aminokisliline, ki niso tako pomembne z vidika prehranske kakovosti. Porazdelitev maščobnih kislin je bila: palmitinska kislina> linolna kislina> γ -linolenska kislina> stearinska kislina> oleinska kislina> palmitoleinska kislina. Omega-3 maščobne kisline so bile prisotne le v sledovih. V nekaterih vzorcih smo ugotovili velika odstopanja v sestavi maščobnih kislin, kar kaže

Razvoj metode za določanje vsebnosti aminokislin v vzorcih živil.

na možnost potvorb. S kombinacijo uporabe razmerij stabilnih izotopov lahkih elementov in elementne sestave smo z vključitvijo aminokislinske sestave in sestave maščobnih kislin kategorizacijo geografskega izvora še izboljšali. Pri tem smo uporabili linearno diskriminantno analizo (LDA).

Pri določanju geografskega porekla mleka in gomoljik smo si pomagali tudi z analizami stabilnih izotopov kovin, kot je Sr. Čeprav predstavlja mleko z visoko vsebnostjo maščob zapleteno matrico za izvedbo analiz izotopske sestave Sr, smo metodo ustrezno validirali in uporabili pri vzorcih slovenskega mleka. Izmerjena razmerja $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v mleku z različnih lokacij lahko povežemo s kamninsko sestavo tal, kar pomaga pri ločevanju geografskega porekla mleka. Vendar pa tudi izvor krme lahko vpliva na rezultate opredeljevanja geografskega porekla s Sr kot sledilom, zato bo določitev porekla slovenskega mleka predmet nadaljnjih preiskav.

Za identifikacijo aromatskih komponent in njihovo izotopsko analizo smo uporabili metodo mikroekstrakcije na trdnem nosilcu iz plinaste faze nad vzorcem (HS-SPME), uporabljeno z GC-MS in GC-C-IRMS. Vzpostavili smo prve baze podatkov o izotopski sestavi aromatskih spojin v jabolčnih in jagodnih destilatih ter ekstraktih vanilina in gomoljik. V bazo so vključeni tudi podatki, ki smo jih pridobili z analizo sintetičnih aromatskih spojin in naravnega vanilina. Nadalje smo v bazo vključili podatke, pridobljene pri analizah aromatskih spojin iz surovega sadja in sadnih sokov. Za večino izbranih aromatskih spojin smo dosegli dobro razlikovanje med naravnimi in sintetičnimi na osnovi stabilnih izotopov ter ovrednotili ustrezno območje za njihovo razlikovanje. Metode smo nato preverili na komercialnih vzorcih in odkrili možne potvorbe sadnih aromatskih spojin. Ugotovili smo tudi, da vsi izdelki, označeni kot **naravni okus po vaniliji**, vsebujejo sintetični vanilin. Tudi za sveže vzorce gomoljik s trga obstaja sum, da so aromatizirani s sintetično pridobljeno aromo tartufov. Delo je nastalo v okviru projekta REALMed in programa pametne specializacije Funkcionalna živila prihodnosti v sodelovanjem s Frutarom Etolom.

Okoljske tehnologije

V sodelovanju z Biotehniško fakulteto in Gozdarskim inštitutom Slovenije razvijamo novo tehnologijo za obdelavo komunalnega blata. Izvedli smo vrsto poskusov za proučevanje vpliva različnih obdelav na proces mineralizacije odpadnega blata na trstičnih gredah. Z uporabo stabilnih izotopov ogljika v CO_2 smo opazili, da je med pasivno prezračenim in aktivno prezračenim poskusom mikrobná aktivnost večja in zato razgradnja blata hitrejša v primerjavi s kontrolo.

Z Inštitutom za kmetijstvo in turizem iz Poreča (Hrvaška) smo sodelovali pri raziskavi možne uporabe različnih vrst stabiliziranega blata iz čistilnih naprav kot gnojila za kmetijstvo. V vsakem vzorcu blata smo proučili njegove fizikalno-kemijske lastnosti, vsebnost hranil in kovin v sledovih ter radionuklidov. Rezultati študije so pokazali, da je bilo od devetih preučenih vzorcev blata osem varnih za uporabo v kmetijstvu. Blato iz čistilnih naprav lahko uporabimo za gnojenje tal, vendar bo treba raziskati dolgoročne učinke, ki jih ima večkratna aplikacija blata na tla.

V okviru skupnega evropskega programa za ravnanje z radioaktivnimi odpadki EURAD 2020 smo v delovnem sklopu CORI začeli raziskovati radiolitično razgradnjo superplastifikatorjev in sorpcijsko/difuzijsko obnašanje EDTA in NTA v cementu v stiku z radionuklidi.

Upravljanje okolja, ocena vplivov na okolje in ocena tveganja

V okviru projektov ICARUS (H2020 – Integrirano spodbujanje podnebja in zmanjšanje onesnaževanja zraka v urbanih sistemih), iGOSP (ERA-NET: Integrirani globalni opazovalni sistemi za obstojna onesnaževala), SMURBS (ERA-NET: Pametne urbane rešitve s področja kakovosti zraka, nesreč in širjenja mest) ter pred kratkim začetim CitieS-Health (H2020: Državljska znanost za urbano okolje in zdravje) smo se vključili v mednarodne aktivnosti, ki izkoriščajo možnosti nedavnega razvoja senzorskih tehnologij za zagotavljanje informacij o izpostavljenosti posameznika okoljskim stresorjem, kot sta onesnaženje zraka in vode. Pristop temelji na uporabi kombinacije metod *in-situ* in daljinskega zaznavanja ter sistemov za opazovanje Zemlje, vključno s participativnimi pristopi zaznavanja in modeliranja, kar med drugim prispeva k izgradnji koncepta pametnih mest in tako imenovanih državljskih opazovalnic (Citizen Observatories). V okviru projekta ICARUS smo opravili tudi sintezni pregled politik in ukrepov, ki jih bodo partnerska mesta upoštevala pri svojih dolgoročnih usmeritvah glede varstva kakovosti zraka in zdravja meščanov.

Pri projektu SciShops.eu (Izpopolnitev odgovornega in vzdržnega širjenja mreže znanstvenih prodajaln v Evropi) in Centra za participativno raziskovanje na IJS smo uspešno sodelovali z NVO Greenpeace Slovenija pri dveh projektih, ki proučujeta ogljični odtis plastičnih steklenic za enkratno uporabo in sveč ob dnevu mrtvih. Pri programu MODARIA II – Okoljsko modeliranje in ocenjevanje radioloških vplivov, ki ga koordinira IAEA, smo v okviru skupine 1, ki se osredotoča na uporabo ocen tveganja pri odločanju, izdelali odločitveno analizo za odlagališče Boršt, rudnika Žirovski vrh.

Nadzorne meritve v okolju

V sodelovanju z Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO) smo izvajali nadzorne meritve organokositrovih spojin. V sodelovanju z okoljsko agencijo Hrvaške vode smo nadaljevali meritve organokositrovih spojin in polibrominiranih difenil etrov v morskih in rečnih vodah v letu 2019.

Spremljali smo naravne radionuklide na vplivnem območju nekdanjega rudnika in mlina uranove rude na Žirovskem vrhu. Sodelovali smo tudi pri zunanjem monitoringu Nuklearne elektrarne Krško z določitvijo stroncija in tritija v okoljskih vzorcih ter tritija in ^{14}C v plinastih izpušnih iz NEK. Z analizami stroncija in tritija smo sodelovali tudi pri spremljanju radioaktivnosti v pitni vodi v Sloveniji in življenjskega okolja v Sloveniji. Pri tem smo uporabili metode, akreditirane s strani slovenskega akreditacijskega organa (SA LP-090).

Za Evropsko komisijo smo uspešno zaključili obsežno študijo o prenosu in izvajanju direktive o pitni vodi 2013/51/ERATOM v državah članicah Evropske unije, ki določa zahteve za varovanje zdravja prebivalstva glede radioaktivnih snovi v vodi, namenjenih za prehrano ljudi. Študija je opredelila dobre prakse in področja za možno izboljšanje, ki so Evropski komisiji zagotovili vse potrebne elemente za odločitev o popolnosti in ustreznosti prenosa ter izvajanja direktive v vsaki državi članici.

Izobraževanje

V okviru projekta MEET-CINCH H2020 smo izdelali nova izobraževalna orodja – videoposnetke – za izobraževanje iz analize radiokemije v sodelovanju s Centrom za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij. Posnetki so modularni, kar omogoča njihovo uporabo za različne namene in ciljne publike. Preizkusili smo jih pri poučevanju radiokemije z uporabo pristopa obrnjene učilnice, kjer si študentje doma pred predavanji ogledajo videolekcije, čas v prisotnosti pa je namenjen predvsem praktičnim vajam, diskusiji in družabnim aktivnostim z vrstniki. Izvedeni so bili trije pilotni preizkusi, ena med izmenjavo Erasmus+ na kazahstanski narodni univerzi Al-Farabi, druga na tečaju analize radiokemije, ki je bila organizirana decembra 2019 na IJS, in tretja pri poučevanju študentov ekotehnologije na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Pozitiven odziv študentov in tečajnikov kaže, da je tak način poučevanja v prihodnje smiselno razširiti.

Infrastrukturni center za masno spektrometrijo

Center v okviru Odseka za znanosti o okolju z različnimi masnimi spektrometri izvaja raziskave in kemijske analize v okviru raziskovalnih programov in projektov s področja kemije okolja, sintezne organske in farmacevtske

kemije, biokemije, geologije, medicine in drugih naravoslovnih področij, katerih nosilci so raziskovalne skupine na IJS, Kemijskem inštitutu, Nacionalnem inštitutu za biologijo, Univerzah v Ljubljani, Mariboru in Novi Gorici, Centri odličnosti, partnerji iz industrije idr.

Največ raziskav smo opravili z visoko ločljivim tandemskim masnim spektrometrom Q-ToF in s sklopitvijo kromatografskih metod LC-MS. Z meritvami z masnim spektrometrom smo analizirali vzorce sintetiziranih organskih spojin, zdravilnih učinkovin, proteinov, lipidov in podobnih organskih spojin in biomolekul, keramičnih in geoloških materialov, prehranskih dopolnil in dodatkov živilom, spremljali onesnažila v okolju, hrani, vodi in drugih matrikah. Razvili smo novo analitsko metodo za speciacijo cinka, niklja in kroma v vzorcih hrane in

Pridobitev akreditacijske listine L-090 za širjenje akreditiranih metod na področje stabilnih izotopov lahkih elementov z uporabo masne spektrometrije ter uradna nominacija za nacionalni laboratorij za uradno izvedbo analiz stabilnih izotopov v vzorcih živil.

foto-elektro-katalitsko sintezo adipinske kisline, katerih produkte smo spremljali z LC-MS. Sodelovali smo tudi pri študijah fotorazgradnje zdravilne učinkovine sertralin v površinskih vodah in bisfenola A ter njegovih derivatov v materialih v stiku z živilo, kjer se formirajo različne organske spojine in transformacijski produkti, ki lahko prek hrane vplivajo na zdravje ljudi. V sodelovanju s Fakulteto za farmacijo Univerze v Ljubljani smo z visokoločljivostnim masnim spektrometrom proučevali različne substituirane N-pirolamide kot potencialno uporabne GyrB inhibitorje z aktivnostjo do rezistentnih bakterij. Na področju uporabe masne

spektrometrije stabilnih izotopov (IRMS) smo objavili študije izvora, transporta in razpada onesnažil v vodah in hrani. Prav tako smo s tehniko IRMS preverjali pristnost in geografsko poreklo sadja in zelenjave, mleka in mlečnih izdelkov, medu, oljčnega olja, hmelja, konoplje, tartufov, arom, prehranskih dodatkov in drugih živil.

Ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME)

V okviru Odseka za znanosti o okolju spada tudi mobilni kemijski laboratorij Ekološkega laboratorija z mobilno enoto (ELME), ki je vključen v sistemu Civilne zaščite in reševanja za intervencijsko posredovanje ob ekoloških nesrečah z nevarnimi snovmi. Enota kemijskega mobilnega laboratorija ELME je leta 2019 na terenu posredovala 13-krat. Posredovali smo pri izrednih dogodkih onesnaženja okolja, predvsem zraka ob požarih ali v stanovanjskih prostorih, izlitih nevarnih snovi v vodotoke in posredno ogrožanja virov pitne vode ter ob najdbah nevarnih kemikalij v naravnem okolju. Člani enote mobilnega kemijskega laboratorija ELME preverjajo svojo usposobljenost na rednih vajah ELME, se dodatno izobražujejo za delovanje z novo opremo in izpopolnjujejo znanja, postopke in analitske metode mobilnega ekološkega laboratorija za določanje nevarnih snovi v okolju.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Rijavec, Tomaž, Zrimec, Jan, Spanning, Rob Van, Lapanje, Aleš, Natural microbial communities can be manipulated by artificially constructed biofilms, *Advanced science*, 2019, 6
2. Vrzal, Janja, Ludwig, Ralf, Vižintin, Goran, Ogrinc, Nives, An integrated approach for studying the hydrology of the Ljubljansko polje aquifer in Slovenia and its simulation, *Water*, 2019, 11, 1753-1-1753-23
3. Strojnik, Lidija, Potočnik, Doris, Ogrinc, Nives in sod, Authentication of key aroma compounds in apple using stable isotope approach, *Food Chemistry*, 2019, 277, 766-773
4. Rovar, Lea, Štok, Marko, Optimization of the sample preparation and measurement protocol for the analysis of uranium isotopes by MC-ICP-MS without spike addition, *J. Anal. Atom. Spectr.*, 2019, 34, 1882-1891
5. Stajnik, Anja, Šlejko, Zdenka, Mazej, Darja, France Štiglic, Alenka, Sešek-Briški, Alenka, Prpić, Igor, Špirić, Zdravko, Horvat, Milena, Falnoga, Ingrid, Arsenic metabolites; selenium; and AS3MT, MTHFR, AQP4, AQP9, SELENOP, INMT, and MT2A polymorphisms in Croatian-Slovenian population from PHIME-CROME study, *Environmental research : multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, 170, 301-319
6. Ogrinc, Nives, Hintelmann, Holger, Kotnik, Jože, Horvat, Milena, Pirrone, Nicola, Sources of mercury in deep-sea sediments of the Mediterranean Sea as revealed by mercury stable isotopes, *Scientific reports*, 2019, 9, 116261-1-116261-9
7. Rusjan, Simon, Sapač, Klauđija, Petrič, Metka, Lojen, Sonja, Bezak, Nejc, Identifying the hydrological behavior of a complex karst system using stable isotopes, *Journal of Hydrology*, 2019, 577, 1-11
8. Borbone, Fabio, Rosolen, Valentina, Mariuz, Marika, Parpinel, Maria, Casetta, Anica, Krsnik, Mladen, Osredkar, Joško, Mazej, Darja, Snoj Tratnik, Janja, Neubauer, David, Kodrič, Jana, Horvat, Milena, *et al.*, Prenatal mercury exposure and child neurodevelopment outcomes at 18 months : results from the Mediterranean PHIME, *Int. J. of Hyg. Env. Health*, 2019, 222, 1, 9-21

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. IAEA Workshop Stable isotopes in environmental and food studies, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 29.-30. 1. 2019
2. 1st ISO-FOOD Symposium Isotopes and Food Quality and Safety, Grand Hotel Bernardin, Portorož, 1.-3. 4. 2019
3. IAEA Workshop Regional Training Course on Recent Advances in Receptor Models for Source Identification and Apportionment of Air Particulate Matter, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 20.-24. 5. 2019
4. 4th MEET-CINCH Meeting, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 5.-6. 6. 2019
5. Sestanek SIRS projekta 4th Meeting: Metrology for Stable Isotope Reference Standards, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 25.-26. 9. 2019
6. Sestanek projekta Cities-Health, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 1.-2. 10. 2019
7. Sestanek projekta Be Mermaid BE MERMAID project meeting, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 4. 10. 2019
8. Sestanek projekta Mercox MercOx project meeting, Salonit, Anhovo, 17.-18. 10. 2019
9. Tečaj projekta MEET-CINCH Hands-on training on analysis of alpha, beta and gamma emitters by radiochemical spectroscopic techniques, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 9.-13. 12. 2019
10. Zaključni sestanek raziskovalnega madžarsko-slovenskega projekta N1-0054 Prostorska porazdelitev izotopske sestave padavin v Evropi s poudarkom na območju med Jadranskim morjem in Panonsko nižino, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 9. 12. 2019
11. Obisk industrijskih partnerjev SRIP Hrana in Tovarne prihodnosti, Reaktorski center IJS, Ljubljana, 18. 12. 2019

Nagrade in priznanja

1. Milena Horvat; Mednarodna nagrada ICMGP 2019 Life Achievement award – Kate Mahafy Life Achievement Award, nagrada za življenjsko delo na področju raziskovanja živega srebra, Krakow, Poljska, 2019
2. Nives Ogrinc; Zoisova nagrada za izjemne dosežke na področju uporabe stabilnih izotopov v interdisciplinarnih raziskavah, Ljubljana, Slovenija, 20. 11. 2019
3. Nives Ogrinc; kongresna ambasadorica za leto 2019, Ljubljana, Slovenija, 14. 11. 2019
4. Nagrada za najboljšo predstavitev na konferenci: Vrzel, Janja, Ogrinc, Nives, Ludwig, Ralf. A modelling framework for simulating groundwater and surface water dynamics and their interactions na 2nd Atlas Georesources International Congress, Applied Geosciences for Groundwater, Hammamet, Tunisia in March 2019
5. Nagrada za najboljši poster: Krajnc, Bor, Nečemer, Marijan, Camin, Federica, Vogel-Mikuš, Katarina, Hamzić Gregorčič, Staša, Strojnik, Lidija, Ogrinc, Nives. Characterization of truffles (*Tuber* sp.) in Slovenia using stable isotope approach and elemental composition: 1st ISO-FOOD International Symposium on Isotopic and Other Techniques in Food Safety and Quality, Portorož, Slovenia, April 1-3, 2019
6. Nagrada za najboljši poster: Chouhan, Raghuraj, Fajon, Vesna, Živković, Igor, Pavlin, Majda, Berisha, Sabina, Jerman, Ivan, Heath, David, Horvat, Milena. Development of an efficient passive sampler adsorbent for the detection of mercury in water via stratified nanostructured knitting. 1st ISO-FOOD International Symposium on Isotopic and Other Techniques in Food Safety and Quality, Portorož, Slovenia, April 1-3, 2019
7. Nagrada za najboljši poster: Strojnik, Lidija, Hladnik, Jože, Weber, Nika, Koron, Darinka, Stopar, Matej, Zlatič, Emil, Kokalj, Doris, Naglič Gril, Mateja, Grebenc, Tine, Perini, Matteo, Pianezze, Silvia, Camin, Federica, Ogrinc, Nives. Analytical technique sniffs out aroma: 11th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference and 13th Young Researchers' Day, 15-16 May 2019, Planica, Slovenija

MEDNARODNI PROJEKTI

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. CROSSING - Prehajanje mej in velikostnih redov - interdisciplinarni pristop
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.
doc. dr. Aleš Lapanje 2. OP - HEALS; Povezava med okoljem in zdravjem pri velikih populacijskih preiskavah
European Commission
prof. dr. Milena Horvat 3. 7. OP - GLOBAQUA; Upravljanje z vodami ob pomanjkanju vodnih virov in sočasnem delovanju različnih negativnih dejavnikov na vodni ekosistem
European Commission
prof. dr. Radmila Milačič | <ol style="list-style-type: none"> 4. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik
European Commission
prof. dr. Milena Horvat 5. EMPIR; SIRS - Metrologija za referenčne standarde stabilnih izotopov
EURAMET e.V.
prof. dr. Nives Ogrinc 6. ERDF - UIA; APPLAUSE - Tujerodne rastlinske vrste - od škodljivih do uporabnih s pomočjo vodenih aktivnosti meščanov
European Regional Development Fund (ERDF)
doc. dr. Aleš Lapanje 7. EMPIR - EDC-WFD; Metrologija pri nadzornih meritvah hormonskih motilcev v okviru Vodne Direktive
EURAMET e.V.
prof. dr. Ester Heath |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

8. LIFE18 ENV/SI; LIFE HIDAQUA
European Commission
prof. dr. Radmila Milačič
9. Določitev pristnosti in geografskega porekla slovenskega mleka in mlečnih izdelkov z uporabo stabilnih izotopov in elementne sestave; Dostopne tehnologije za preverjanje porekla mlečnih izdelkov kot primer nadzora nad povečanjem globalnega...
IAEA - International Atomic Energy Agency
prof. dr. Nives Ogrinc
10. Okrepitev jedrskih analizičnih metod za potrebe forenzike; Forenzika z jedrskimi metodami: Ponarejanje umetnostnih objektov in hrane, detekcija farmacevtikov v laseh
IAEA - International Atomic Energy Agency
dr. Radojko Jačimović
11. EMPIR - MercOx; Metrologija oksidirane živega srebra
EURAMET e.V.
prof. dr. Milena Horvat
12. COST CA 15202; Samozaceljivost kot preventiva za popravilo betonskih struktur
COST Association AISBL
doc. dr. Aleš Lapanje
13. Uporaba izotopskih tehnik za ocenjevanje vodnih virov za oskrbo gospodinjstev v urbanih območjih; Karakterizacija vodnih virov za oskrbo gospodinjstev v Ljubljani s pomočjo multi-izotopskih tehnik
IAEA - International Atomic Energy Agency
dr. Polona Vreča
14. Strokovno izpopolnjevanje za g. Kyrlo Korychenskyi
ICTP - Centro Internazionale di Fisica Teorica
prof. dr. Borut Smodiš
15. Določitev organokostrovih spojin v certificiranih referenčnih materialih - in Certified Reference Materials - Stability Testing of the Materials
European Commission
doc. dr. Tea Zuliani
16. Preverjanje pristnosti visokokakovostnih slovenskih živilskih izdelkov z uporabo naprednih analitičnih tehnik
IAEA - International Atomic Energy Agency
prof. dr. Nives Ogrinc
17. Regionalni tečaj usposabljanja o najnovejših napredkih pri modelih receptorjev za identifikacijo in porazdelitev snovi v zraku, Ljubljana, Slovenija, 20.-24.05.2019
IAEA - International Atomic Energy Agency
dr. David Kocman
18. Študija stabilnosti Br v ERM-EC590 in ERM-EC591
European Commission
dr. Radojko Jačimović
19. Izotopske analize vode za IAEA
IAEA - International Atomic Energy Agency
dr. Polona Vreča
20. Preverjanje stabilnosti certificiranega referenčnega materiala ERM-BB185 (bovine liver)
European Commission
doc. dr. Tea Zuliani
21. Variabilnost izotopov dežja za oceno vpliva klimatskih sprememb; Trendi spreminjanja izotopske sestave padavin v Sloveniji med klimatskimi spremembami
IAEA - International Atomic Energy Agency
prof. dr. Sonja Lojen
22. Strokovno izpopolnjevanje IAEA stipendistke ge. Khin Mya Win, (MYA7007), 01.10.2019-30.11.2019
IAEA - International Atomic Energy Agency
prof. dr. Ljudmila Benedik
23. Karakterizacija materiala ERM-CZ110
European Commission
dr. Radojko Jačimović
24. Strokovno izpopolnjevanje IAEA stipendista g. Ibrahim Kwame Kwarteng, (GHA0018), 04. 11. 2019-30. 04. 2020
IAEA - International Atomic Energy Agency
doc. dr. Branko Kontić
25. H2020 - IGOSP; Integrirani globalni opazovalni sistemi za obstojna onesnaževala
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
26. H2020 - ICARUS; Integrirani pristopi za zmanjševanje onesnaževanja zraka v urbanih okoljih z učinki na podnebne spremembe
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
27. H2020 - HBM4EU; Evropska iniciativa humanega biomonitoringa
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
28. H2020 - SciShops.eu; Izpopolnitev odgovornega in vzdržnega širjenja mreže znanstvenih prodajaln v Evropi
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
29. H2020 - MEET-CINCH; Modularni Evropski koncept za izobraževanje in usposabljanje v jedrski in radiokemiji
European Commission
doc. dr. Marko Štok
30. H2020 - NEUROSOME; Raziskovanje neurorazvojnega eksposoma
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
31. H2020 - CitiS-Health; Državljska znanost za urbano okolje in zdravje
European Commission
dr. David Kocman
32. H2020 - HERA; Raziskovalna agenda za okolje in zdravje
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
33. H2020 - GREENER; Integrirani sistemi za učinkovito remediacijo okolja
European Commission
doc. dr. Aleš Lapanje
34. H2020 - EURAD; Evropski skupni program za obvladovanje radioaktivnih odpadkov
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
35. H2020 - FNS-Cloud; Računalniški oblak in storitve za obdelavo podatkov iz področja ved o hrani, prehrani in varnosti
European Commission
prof. dr. Nives Ogrinc
36. H2020 - METROFOOD-PP; Projekt pripravljalne faze METROFOOD-RI
European Commission
prof. dr. Nives Ogrinc
37. H2020 - MASSTWIN; Krepitev znanstvene odličnosti na področju raziskav okolja, zdravja in hrane ob podpori masne spektrometrije in sorodnih tehnik
European Commission
prof. dr. Milena Horvat
38. Dinamika sestave talnega zraka (radon, ogljikov dioksid in izotopi ogljika) na gozdnih področjih
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Nives Ogrinc
39. Recikliranje blata čistilnih naprav preko uporabe v kmetijstvu
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Radojko Jačimović
40. Določanje geografskega porekla medu z uporabo večelementne in izotopske analize tal, rastlin in medu
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Tea Zuliani
41. Fotokemična usoda in odstranjevanje ostankov zdravil, ki onesnažujejo pitno vodo
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Tina Kosjek
42. Masna bilanca živega srebra v Sredozemskem morju
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Milena Horvat
43. Razvoj novih referenčnih materialov in tehnik za merjenje razmerij stabilnih izotopov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Nives Ogrinc
44. Prostorska porazdelitev d2H, d18O in 87Sr/86Sr v vodovodnih in podzemnih vodah Slovenije
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Tea Zuliani
45. Promocija slovenske znanosti in Slovenije v okviru »Division of Chemistry and Environment« v sklopu „European Association for Chemical and Molecular Sciences“ in IUPAC
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Ester Heath

PROGRAMA

1. Modeliranje in ocene posegov v okolju in energetiki
prof. dr. Borut Smodiš
2. Kroženje snovi v okolju, snovna bilanca in modeliranje okoljskih procesov ter ocena tveganja
prof. dr. Milena Horvat

PROJEKTI

1. Elektrostatska imobilizacija bakterij in vpliv na njihovo fiziologijo
prof. dr. Milena Horvat
2. Ligandi s tznHC strukturo v organokovinski kemiji in homogenikatalizi: tvorba vezi C-C in C-N v vodi
prof. dr. Ester Heath
3. Zapiranje snovnih poti pri čiščenju komunalnih odpadnih voda z zelenimi tehnologijami
prof. dr. Ester Heath
4. Mortalitet v nižinskih hrastovih sestojih Panonske nižine - posledica zniževanja podtalnice ali klimatskih sprememb?
dr. Polona Vreča

5. Redefinicija in razširitev uporabe Sonogashirove reakcije pripajanja brez bakra
prof. dr. Ester Heath
6. Netradicionalni izotopi kot identifikatorji avtogenih karbonatov
prof. dr. Sonja Lojen
7. Nanozdravila z antibiotiki in probiotiki za lokalno zdravljenje parodontalne bolezni
doc. dr. Aleš Lapanje
8. Klinično farmakološki pristop k optimizaciji terapevtske koncentracije bleomicina za zdravljenje z elektrokemoterapijo
doc. dr. Tina Kosjek
9. Raziskave ionoma kulturnih rastlin za pridelavo varne in kakovostne hrane
prof. dr. Nives Ogrinc
10. Nov inovativen pristop k zdravljenju pleničnega izpuščaja z uporabo pleníc z vgrajenimi probiotičnimi bakterijami
doc. dr. Aleš Lapanje
11. Metodološki pristopi k analizam genomske pestrosti in ekološke plastičnosti gomolk iz naravnih rastišč
prof. dr. Nives Ogrinc
12. Mlečnokislinska fermentacija kot način obogatitve mikroalge biomase z novimi nutrienti
prof. dr. Nives Ogrinc
13. Zamenjave bisfenola A: prehajanje materialov v stiku z živili, kroženje in izpostavljenost ljudi
prof. dr. Ester Heath
14. Prostorska porazdelitev izotopske sestave padavin v Evropi s poudarkom na območju med Jadranskim morjem in Panonsko nižino
dr. Polona Vreča
15. Stabilni izotopi pri študiju vpliva naraščajoče koncentracije CO₂ na kroženje C in Hg v obalnem morju
prof. dr. Nives Ogrinc
16. Nevropsihološke disfunkcije, ki jih povzroča nizka stopnja izpostavljenosti izbranim onesnaževalom iz okolja pri občutljivi populaciji – NEURODYS
prof. dr. Milena Horvat
17. BE MERMAID - Metilacija biorazpoložljivega živega srebra v Jadranskem morju
prof. dr. Milena Horvat
18. STRAP - Izvor, transport in ponor obstojnih zračnih onesnaževal v okolju Slovenije
prof. dr. Nives Ogrinc
19. Vpliv geotehničnih zasipov iz recikliranih materialov na podzemno vodo
prof. dr. Radmila Milačič
20. EcoFAR: Varnost preskrbe s hrano in blažitev podnebni sprememb z razvojem ekološkega kmetijstva - ohranitvena obdelava tal, biofaktorji in trajnostno upravljanje s pleveli
prof. dr. Nives Ogrinc
21. Zapis okoljskih sprememb in človekovega vpliva v holocenskih sedimentih Tržaškega zaliva
prof. dr. Sonja Lojen
22. Fotokatalitsko čiščenje vode - razvoj pritrjenih katalizatorjev in kompaktnih reaktorjskih sistemov
prof. dr. Ester Heath
23. Napredne metode odstranjevanja in spremljanja onesnažil, ki so na prioriteten seznamu Vodne direktive
prof. dr. Ester Heath
24. Ovrdenotenje obsega plazemskih parametrov, ki so primerni za nanostrukturiranje polimerov na industrijskem nivoju
dr. Davor Kantić
25. Prepovedane droge, alkohol in tobak: epidemiologija na osnovi odpadnih vod, uspešnost čiščenja in ranljivosti vodnega sistema
doc. dr. Tina Kosjek
26. Inovativna konfiguracija virov induktivno sklopljene plinske plazme za uporabo v industrijskih reaktorjih
dr. Davor Kantić
27. Izpostavljenost otrok in mladostnikov izbranim kemikalijam preko življenjskega okolja
prof. dr. Milena Horvat
28. Poskus interpretacije rezultatov biomonitoringa v povezavi s podatki o onesnaženosti okolja, s poudarkom na onesnaženosti zraka in oceni potencialnih vplivov teh onesnažil na zdravje prebivalcev
prof. dr. Milena Horvat
29. Identifikacija virov Pb v zgornji Mežiški dolini na podlagi izotopske sestave Pb
doc. dr. Tea Zuliiani
30. F4F: Funkcionalna živila prihodnosti
prof. dr. Nives Ogrinc
31. PLASMA SEED TREATMENT: Inovativna eko plazemska obdelava semen (za setev ter za prehrano ljudi in živali)
prof. dr. Nives Ogrinc
32. RI-SI EPOS: Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost slovenskega RRI prostora-RI-SI
prof. dr. Janja Vaupotič
33. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
prof. dr. Nives Ogrinc
34. REALMed: Spremljanje pristnosti in valorizacija tradicionalnih sredozemskih živil
prof. dr. Nives Ogrinc
35. Izvajanje programa HBM 2018-2022 v letu 2019
prof. dr. Milena Horvat
36. Izpostavljenost otrok in mladostnikov izbranim kemikalijam preko življenjskega okolja
prof. dr. Milena Horvat
37. Poskus interpretacije rezultatov biomonitoringa v povezavi s podatki o onesnaženosti okolja, s poudarkom na onesnaženosti zraka in oceni potencialnih vplivov teh onesnažil na zdravje prebivalcev
prof. dr. Milena Horvat
38. Servisne usluge; Določitev izotopske sestave ogljika v vzorcih sladkorja
prof. dr. Nives Ogrinc
39. Razne analize
prof. dr. Sonja Lojen
40. Manjše storitve
dr. Tjaša Kanduč
41. Manjše usluge v letih od 2007 do 2019
prof. dr. Milena Horvat
42. Analiza kovin TBT in DBT v sedimentih, školjkah in ribah
prof. dr. Janez Ščančar
43. Mehanizmi cvetenja rdečih alg in nastanka hipoksije kot primer ekoloških nesreč v morjih ter tehnologije za njihovo zgodnje odkrivanje in zagotavljanje varnosti
prof. dr. Nives Ogrinc
44. HGKYR - Meritve elementov v okoljskih in bioloških vzorcih iz Kirgizistana
prof. dr. Milena Horvat
45. Identifikacija virov Pb v zgornji Mežiški dolini
doc. dr. Tea Zuliiani

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Meritve plinastih efluentov, specifične analize H-3 in C 14 v letu 2019
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Marko Štok
2. DODATEK ŠT.16 Sofinanciranje dejavnosti nosilca nacionalnega etalona za leto 2017 - množina snovi/kemijski elementiv sledovih/v organskih in anorganskih materialih
Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport
dr. Polona Vreča
3. Obratovalni monitoring radioaktivnosti v okolici NEK zaradi HE Brežice za leto 2018
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
doc. dr. Marko Štok
4. Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v RS za leto 2019
Ministrstvo za okolje in prostor
doc. dr. Marko Štok
5. Izvedba preiskav sadja in zelenjave na vsebnost elementov in stabilnih izotopov lahkih elementov za 2019
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
prof. dr. Nives Ogrinc
6. Kemijske analize izlužkov 2019/2020
Zavod za gradbeništvo Slovenije
prof. dr. Radmila Milačič
7. Strokovne naloge za potrebe revizije Nacionalnega izvedbenega načrta za obstojna organska onesnaževala (POPs)
Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije
prof. dr. Ester Heath

OBISKI

1. dr. Martina Furdek Turk, Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška, 1. 9. 2018–31. 8. 2019
2. dr. Ivona Krizman Matasić, Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška, 3. 9. 2018–2. 9. 2019
3. dr. Maja Ivanić, Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška, 1. 2.–28. 2. 2019
4. dr. Marta Boito, University of Parma, Novi Ligure, Italija, 1. 2.–30. 4. 2019 in 4. 11.–13. 12. 2019
5. dr. Sergio Ribeiro Guevara, Comisión Nacional de Energía Atómica, Bariloche, Argentina, 14. 2.–16. 4. 2019 in 31. 8.–12. 10. 2019
6. Matteo Bazzaro, OGS Institut, Trst, Italija, 25.–28. 2. 2019
7. prof. dr. Arndt Schimmelfmann, Indiana University, Indiana, Združene države Amerike, 28. 2.–30. 6. 2019
8. prof. dr. Ryoko Fujiyoshi, Faculty of Engineering, Hokkaido University, Sapporo, Japonska, 30. 3.–4. 4. 2019
9. prof. dr. Yasushi Fujiyoshi, Low Temperature Institute, Hokkaido University, Sapporo, Japonska, 30. 3.–4. 4. 2019
10. dr. Lei Fujiyoshi, Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japonska, 30. 3.–4. 4. 2019
11. dr. Sylvain Berail, University of Pau and Pays de l'Adour (UPPA), Pau, Francija, 3.–5. 4. 2019

12. dr. Marc Nascarella, University of Massachusetts, Massachusetts, Združene države Amerike, 4. 4. 2019
13. dr. Roberto de la Tour, MSF-OCG, Ženeva, Švica, 4. 4. 2019
14. Frederique Lohues, Université de Tours, Tours, Francija, 8. 4.–26. 7. 2019
15. prof. dr. Davide Vione, University of Turin, Torino, Italija, 5.–14. 6. 2019
16. dr. Maria Ângela de Barros Correia Menezes, CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazilija, 18.–28. 6. 2019
17. Ivana Milašević, Ljubica Ivanović in Miljana Pavličič, Institut za javno zdravje Črne gore, Podgorica, Črna gora, 25.–28. 6. 2019
18. Raffaello Tedesco, Univerza v Benetkah, Minturno, Italija, 1. 7.–30. 11. 2019
19. prof. dr. Sasha Omanovic, Department of Chemical Engineering, McGill University, Montreal, Kanada, 4.–5. 7. 2019
20. Dmitrii Deev, Saratov State University, Saratov, Rusija, 25. 7.–31. 12. 2019
21. dr. Hana Cho, Korean Research Institute of Standards and Science, Daejeon, Južna Koreja, 4.–24. 8. 2019
22. dr. Kishore Babu Dasari, Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon, Južna Koreja, 4.–17. 8. 2019
23. prof. dr. Zhou Yiyong, dr. Cao Xiuyun, dr. Song Chunlei, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Science, Vuhan, Kitajska, 7.–8. 9. 2019
24. prof. dr. Roberta Guerra, University of Bologna, Bologna, Italija, 9.–12. 9. 2019
25. Anastasia Bekareva, Tomsk State University, Tomsk, Rusija, 9. 9.–7. 10. 2019
26. dr. Ivana Vrana Špoljarić, Division for Marine and Environmental Research, Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška, 15. 9. 2019–14. 9. 2020
27. dr. Charu Khosla Gupta, Acharya Narendra Dev College (University of Delhi), Kalkaji, New Delhi, Indija, 20. 9.–4. 10. 2019
28. prof. dr. Arijit Chowdhuri, Department of Physics, Acharya Narendra Dev College (University of Delhi), Kalkaji, New Delhi, Indija, 21. 9.–4. 10. 2019
29. dr. Lukasz Stachnik, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław, Poljska, 22.–28. 9. 2019
30. dr. Khin Mya Win, Ministry of Education, Naypyidaw, Mjanmar, 1. 10.–30. 11. 2019
31. Luca Carena, University of Turin, Torino, Italija, 3. 10.–2. 11. 2019
32. Neri Bonciani, Univerza v Firencah, Firenze, Italija, 1. 11. 2019–31. 5. 2020
33. Ibrahim Kwame Kwarteng, Ghana Atomic Energy Commission, Accra, Gana, 4. 11. 2019–4. 5. 2020
34. dr. Margaret Mkhosi, Madimetja Segobola, Center for Nuclear Safety and Security, National Nuclear Regulation, Južna Afrika, 11.–15. 11. 2019
35. dr. Federica Relitti, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Trst, Italija, 25.–29. 11. 2019
36. dr. Zoltán Kern, István G. Hatvani, Dániel Erdélyi, Institute for Geological and Geochemical Research, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Mađarska, 9.–10. 12. 2019
37. dr. Igor Palčić, Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Hrvaška, 9.–13. 12. 2019
16. David Heath, Marko Štok, udeležba na delavnici CORI v okviru projekta EURAD, Barcelona, Španija, 23.–25. 10. 2019
17. Ester Heath, Nives Ogrinc, udeležba na konferenci ICCE, Thessaloniki, Grčija, 14.–23. 6. 2019
18. Ester Heath, vabljen predavanje na konferenci in sestanek s predstavniki EuCheMS Division of Analytical Chemistry, Istanbul, Turčija, 31. 8.–7. 9. 2019
19. Ester Heath, Kick off meeting za projekt EMPiR 18NRM01-EDC-WFD, Pariz, Francija, 8.–12. 10. 2019
20. Milena Horvat, Kick off Meeting projekta HERA, Pariz, Francija, 9.–11. 1. 2019
21. Milena Horvat, Marko Štok, udeležba na končnem sestanku projekta Ocene prenosa in implementacije EURATOM direktive o pitni vodi, Luksemburg, 21.–22. 1. 2019
22. Milena Horvat, udeležba na sestanku WP 2 evropskega sestanka HBM4EU, Kopenhagen, Danska, 30.–31. 1. 2019
23. Milena Horvat, udeležba na konferenci z naslovom European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry (EWPCPS 2019), Pau, Francija, 4.–7. 2. 2019
24. Milena Horvat, udeležba na sestanku za pripravo nove projektne prijave na temo SC1-BHC-28-2019: The Human Exposome Project: a toolbox for assessing and addressing the impact of environment on health, Bruselj, Belgija, 11.–12. 2. 2019
25. Milena Horvat, končni sestanek projekta HEALS in sestanek v Atenah za novi EU projekt, Thessaloniki in Atene, Grčija, 13.–16. 2. 2019
26. Milena Horvat, priprava novega EU projekta na temo klimatskih sprememb in povezave med MEMO2 in GMOS-Train konzorcijem, Pariz, Francija, 21.–23. 2. 2019
27. Milena Horvat, udeležba na Mid-term sestanku EMPiR projekta MercOx, Berlin, Nemčija, 24.–25. 2. 2019
28. Milena Horvat, Igor Živković, udeležba na projektne sestanku projekta MercOx (MercOx project meeting), Delft, Nizozemska, 27.–29. 3. 2019
29. Milena Horvat, udeležba na sestanku za organizacijo mednarodne konference ICMGP 2019 (II SSC MEETING), Krakov, Poljska, 5.–6. 4. 2019
30. Milena Horvat, udeležba na UNEP sestanku v Ženevi in obisk na Univerzi v Bruslju v okviru projekta ARRS, Ženeva, Švica in Bruselj, Belgija, 7.–12. 4. 2019
31. Milena Horvat, udeležba na delovnem sestanku projekta NEUROSOME in konferenci BIONANOTOX 2019, Kreta (Heraklion), Grčija, 8.–10. 5. 2019
32. Milena Horvat, udeležba na delovnem sestanku v okviru UNEP programa za razvoj metodologij za preverjanje učinkovitosti delovanja konvencije Minamata (Expert Consultations Meeting on Mercury Monitoring on Soil and Biota), Monako, 12.–15. 5. 2019
33. Milena Horvat, delovni sestanek v okviru projekta BE MERMAID v Bruslju in sestanek HEALS projekta v Pariz, Bruselj, Belgija in Pariz, Francija, 18.–20. 6. 2019
34. Milena Horvat, delavnica na temo živega srebra in interakcij Hg s selenom na vulkanskem območju, Kagoshima, Japonska, 23.–28. 6. 2019
35. Milena Horvat, dogovor o sodelovanju s CEBAM Analytical v zvezi s prenosom dejavnosti na IJS-O2, Seattle, ZDA, 10.–13. 7. 2019
36. Milena Horvat, Jože Kotnik, udeležba na sestanku ERA-Planet projekta iGOSP (iGOSP Steering Committee Meeting), Rim, Italija, 2.–3. 9. 2019
37. Milena Horvat, udeležba na delavnici, Bruselj, Belgija, 22.–23. 9. 2019
38. Milena Horvat, David Kocman, Jože Kotnik, udeležba na letnem sestanku EU projektov v okviru ERA-PLANET konzorcija (ERA-PLANET annual meeting), Bruselj, Belgija, 9.–11. 10. 2019
39. Milena Horvat, udeležba na usposabljanju na WHO kot vabljen predavateljica, Bonn, Nemčija, 30. 10.–1. 11. 2019
40. Milena Horvat, vabljen predavanje na CDTN, Belo Horizonte, Brazilija, 3.–9. 11. 2019
41. Milena Horvat, udeležba na regionalnem posvetu o humanem biomonitoringu ter predavanje na WHO Europe regionalni delavnici, Minsk, Belorusija, 12.–15. 11. 2019
42. Milena Horvat, Vanja Usenik, udeležba na sestanku koordinatorjev MCSA ITN (2019 ITN Coordinators' Info Day), Bruselj, Belgija, 21.–23. 11. 2019
43. Milena Horvat, udeležba na sestanku Steering skupine za pripravo JRP projekta Horizon Europe v Bruslju in udeležba na sestanku UNEP v Ženevi, Bruselj, Belgija in Ženeva, Švica, 25.–28. 11. 2019
44. Milena Horvat, Branko Kantić, udeležba na sestanku: Interim meeting NEUROSOME, Atene, Grčija, 18.–20. 12. 2019
45. Radojko Jačimović, udeležba na rednem letnem delovnem sestanku EURAMET, Technical Committee for Metrology in Chemistry (TC-MC), Brno, Češka, 4.–7. 2. 2019
46. Radojko Jačimović, udeležba na 54. hrvaškem in 14. mednarodnem simpoziju o kmetijstvu (54th Croatian & 14th International Symposium on Agriculture), Vodice, Hrvaška, 17.–22. 2. 2019
47. Radojko Jačimović, udeležba na sestanku Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology Working Group on Inorganic Analysis (CCQM IAWG), Pariz, Francija, 7.–10. 4. 2019
48. Radojko Jačimović, udeležba na sestanku Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology Working Group on Inorganic Analysis (CCQM IAWG), Ekaterinburg, Rusija, 8.–13. 9. 2019
49. Radojko Jačimović, udeležba na sestanku Second stage of evaluation for the establishment of Centres of Excellence in Montenegro, Podgorica, Črna gora, 28.–30. 8. 2019
50. Radojko Jačimović, Delavnica IAEA v okviru projekta RER7009 Enhancing Coastal Management in the Adriatic and the Black Sea Using Nuclear Analytical Techniques, Kotor, Črna gora, 6.–12. 10. 2019
51. Radojko Jačimović, vabljen predavanje na konferenci INAC 2019 in obisk laboratorijev Belo Horizonte CDTN, Sao Paulo, Brazilija, 20. 10.–3. 11. 2019
52. Radojko Jačimović, udeležba na IAEA tečaju z naslovom Regional Training Course on Advances of Fast Neutron Activation Analysis and Gamma Spectroscopy in Environmental Applications, Zagreb, Hrvaška, 3.–9. 11. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Ljudmila Benedik, ekspertna misija IAEA za pomoč pri pripravi radioaktivnega sledilca Po-209, Rabat, Maroko, 24. 2.–2. 3. 2019
2. Ljudmila Benedik, Radojko Jačimović, delovni sestanek v okviru bilaterale BI-HR/18-19-044, Poreč, Hrvaška, 21. 3. 2019
3. Ljudmila Benedik, udeležba na 4th International Conference on Polonium and Radioactive Pb isotopes (INCO-PoPb-2019), Šanghaj, Kitajska, 6.–12. 4. 2019
4. Ljudmila Benedik, udeležba na konferenci ENVIRA 2019 5th International Conference on Environmental Radioactivity, Praga, Češka, 8.–13. 9. 2019
5. Tine Bizjak, udeležba na srečanju projekta HEALS, Thessaloniki, Grčija, 11.–15. 2. 2019
6. Tine Bizjak, delavnica HBM4EU WP5, Lizbona, Portugalska, 7.–10. 4. 2019
7. Tine Bizjak, udeležba na konferenci BIONANOTOX 2019, Kreta (Heraklion), Grčija, 3.–12. 5. 2019
8. Tine Bizjak, Branko Kantić, srečanje projekta MODARIA II, izdelava odločitvenega modela za Rudnik Žirovski vrh, Denver, ZDA, 28. 9.–15. 10. 2019
9. Tine Bizjak, Branko Kantić, udeležba na srečanju MODARIA II na IAEA, Dunaj, Avstrija, 20.–24. 10. 2019
10. Tine Bizjak, Agneta Annika Runkel, udeležba na sestanku: »Interim meeting NEUROSOME«, Atene, Grčija, 17.–20. 12. 2019
11. Raghuraj Singh Chouhan, Vesna Fajon, Jan Gačnik, Milena Horvat, Jože Kotnik, Janja Snoj Tratnik, Ajda Trdin, Igor Živković, udeležba na ICMGP 2019, Krakov, Poljska, 6.–14. 9. 2019
12. Ingrid Falnoga, Darja Mazej, Janja Snoj Tratnik, udeležba na sestanku projekta HEALS »HEALS annual meeting«, Thessaloniki, Grčija, 13.–15. 2. 2019
13. Ingrid Falnoga, Janja Snoj Tratnik, projektni sestanek in priprava H2020 projekta, Bermuda, Velika Britanija, 22.–27. 2. 2019
14. Tjaša Gornik, udeležba simpozija podiplomskih študentov na temo molekularnega vtisnjenja z naslovom Graduate Student Symposium on Molecular Imprinting 2019, Berlin, Nemčija, 27.–31. 8. 2019
15. Staša Hamzić Gregorčič, Milena Horvat, Marta Jagodic, udeležba na konferenci z naslovom European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry (EWPCPS 2019), Pau, Francija, 2.–9. 2. 2019

53. Radojko Jačimović, bilateralni obisk v okviru slovensko-hrvaške bilaterale, Poreč, Hrvaška, 16.–20. 12. 2019
54. Tjaša Kanduč, David Kocman, udeležba na Kick-off sestanku projekta CiteSHealth, Barcelona, Španija, 4.–7. 2. 2019
55. Tjaša Kanduč, David Kocman, Rok Novak, delovni sestanek v okviru H2020 projekta ICARUS, Brno, Češka, 9.–10. 4. 2019
56. Tjaša Kanduč, David Kocman, udeležba na 3. letnem sestanku in delavnici v okviru ICARUS projekta, Atene, Grčija, 1.–4. 7. 2019
57. Tjaša Kanduč, Sonja Lojen, Leja Rovan, Marko Štok, vzorčenje vode in lehnjaka na reki Krki za potrebe raziskovalnega projekta, Martinska in NP Krka, Hrvaška, 2.–6. 9. 2019
58. Tjaša Kanduč, udeležba na izobraževalnem tečaju Training Course on Advances in Data Processing and Interpretation Applied to Isotope Hydrology Studies, Dunaj, Avstrija, 7.–18. 10. 2019
59. David Kocman, udeležba na delovnem sestanku v okviru ERA-PLANET projekta SMURBS, Firence, Italija, 25.–28. 2. 2019
60. David Kocman, Rok Novak, delovni sestanek v okviru H2020 projekta SMURBS, Kijev, Ukrajina, 2.–5. 6. 2019
61. David Kocman, Nives Ogrinc, udeležba na sestanku EMPIR projektov, Teddington, Velika Britanija, 26.–28. 6. 2019
62. David Kocman, Rok Novak, udeležba na delovnem sestanku v okviru H2020 projektov ICARUS in SMURBS, Atene, Grčija, 3.–6. 11. 2019
63. David Kocman, udeležba na delovnem sestanku v okviru IAEA projekta RER-70114 Enhancing the Inventory of Aerosol Source Profiles Characterized by Nuclear Analytic Techniques in Support of Air Quality Management, Lizbona, Portugalska, 25.–29. 11. 2019
64. Branko Kontić, srečanje partnerjev v okviru projekta SciShops, Madrid, Španija, 11.–14. 2. 2019
65. Branko Kontić, udeležba na srečanju svetovne zdravstvene organizacije WHO Europe (WHO Meeting on Human Health in Environmental Impact Assessments), Bonn, Nemčija, 25.–28. 3. 2019
66. Branko Kontić, srečanje šeste delovne skupine (WG6) v okviru programa MODARIA II, München, Nemčija, 14.–17. 5. 2019
67. Branko Kontić, srečanje prve delovne skupine (WG1) v okviru programa MODARIA II, Oslo, Norveška, 20.–24. 5. 2019
68. Branko Kontić, udeležba na poletni šoli in srečanje v okviru projekta SciShop EU, Limasol, Ciper, 1.–5. 7. 2019
69. Davor Kontić, udeležba na revizijskem sestanku ICARUS partnerjev, Atene, Grčija, 5.–8. 2. 2019
70. Tina Kosjek, udeležba na sestanku HBM4EU skupine, Pariz, Francija, 20.–21. 5. 2019
71. Tina Kosjek, udeležba na poletni šoli 15th Summer School on Toxic Compounds in the Environment 2019 and 3rd HBM4EU Training School, Brno, Češka, 16.–21. 6. 2019
72. Tina Kosjek, Darja Mazej, Janja Snoj Tratnik, udeležba na sestanku HBM4EU konzorcija in na sestanku WP16 v okviru HBM4EU, Berlin, Nemčija, 7.–9. 10. 2019
73. Tina Kosjek, obisk v okviru bilateralnega projekta z Italijo BI-HT-18-20-005, Torino, Italija, 18.–22. 11. 2019
74. Jože Kotnik, Igor Živković, pregled in iskanje podatkov v bazi podatkov EU projekta GMOS, Rende, Italija, 21.–24. 5. 2019
75. Bor Krajnc, vzorčenje, udeležba na konferenci 2019 International Symposium on Ecological Protection and Restoration for Watershed-Coastal-Marine Environment in znanstveno srečanje v sklopu projekta: Mechanisms of red tides and hypoxia as ecological marine disasters and technologies for its early warning and emergency security along the sea of 'Belt and Road' countries, Wuhan, Kitajska, 23. 5.–2. 6. 2019
76. Bor Krajnc, udeležba na seminarju in prevzem vzorcev, Trst, Italija 2. 7. 2019
77. Bor Krajnc, udeležba na zaključnem koordinacijskem sestanku projekta IAEA INT7019 (Final Coordination Meeting - Supporting a Global Ocean Acidification Observing Network), Guayaquil, Ekvador, 5.–14. 10. 2019
78. Aleš Lapanje, Tomaž Rijavec, udeležba na Kick off Meeting projekta H2020-GREENER, Burgos, Španija, 31. 3.–2. 4. 2019
79. Aleš Lapanje, Tomaž Rijavec, udeležba na letnem sestanku v okviru projekta CROSSING, Dresden in Leipzig, Nemčija, 8.–13. 12. 2019
80. Milka Ljončeva, Agneta Annika Runkel, Janja Snoj Tratnik, Anja Stajnik, Žiga Tkalec, udeležba na Exposome Symposium, Brescia, Italija, 19.–21. 5. 2019
81. Sonja Lojen, udeležba na konferenci Goldschmidt conference 2019, Barcelona, Španija, 18.–24. 8. 2019
82. Jasmina Masten, Lidija Strojnik, udeležba na mednarodni konferenci Food Chemistry, Sevilla, Španija, 15.–20. 9. 2019
83. Radmila Milačić, predstavitev rezultatov projekta GLOBAQUA in pogovori o nadaljnjem sodelovanju s savsko komisijo, Zagreb, Hrvaška, 20. 2. 2019
84. Radmila Milačić, Janez Ščančar, udeležba na sestanku na inštitutu za javno zdravje Črne gore, Podgorica, Črna gora, 17.–20. 3. 2019
85. Radmila Milačić, Janez Ščančar, udeležba na simpoziju 7th International Symposium on Metallomics, Varšava, Poljska, 30. 6.–3. 7. 2019
86. Rok Novak, udeležba na konferenci WeBIOPATR, Beograd, Srbija, 30. 9.–3. 10. 2019
87. Nives Ogrinc, izvedba pedagoških aktivnosti v okviru pozicije gostujočega profesorja, Parma, Italija, 15. 4.–11. 5. 2019
88. Nives Ogrinc, Kick off sestanek IAEA CRP projekta: Implementation of Nuclear Techniques for Authentication of Foods with High-Value Labelling Claims (INTACT Food), Dunaj, Avstrija, 12.–18. 5. 2019
89. Nives Ogrinc, obisk Univerze v Lillu, udeležba na IMEKO konferenci in METROFOOD-RI delavnici, Lille in Tervuren, Belgija, 12.–19. 9. 2019
90. Nives Ogrinc, udeležba na ESFRI delavnici kot predstavnica METROFOOD-RI projekta, La Palma, Kanarski otoki, Španija, 5.–8. 11. 2019
91. Nives Ogrinc, Kick off meeting FNS-Cloud projekta, Dunaj, Avstrija, 12.–14. 11. 2019
92. Doris Potočnik, udeležba na konferenci 7th Forensic Isotope Ratio Mass Spectrometry Conference, San Michele all'Adige, Italija, 15.–20. 9. 2019
93. Johanna Amalia Robinson, udeležba na konferenci ICICT 2019 Conference, Kahului, Havaji, ZDA, 9.–22. 3. 2019
94. Agneta Annika Runkel, udeležba na konferenci BIONANOTOX conference 2019, Kreta (Heraklion), Grčija, 6.–12. 5. 2019
95. Leja Rovan, udeležba na tečaju Training Course on the Fundamentals of Tritium Analysis and Data Processing for Hydrological Applications 2019, Dunaj, Avstrija, 1.–11. 4. 2019
96. Leja Rovan, udeležba na konferenci ISEB 2019, 24th International Symposium on Environmental Biogeochemistry, Potsdam, Nemčija, 22.–27. 9. 2019
97. Janja Snoj Tratnik, udeležba na sestanku projektne skupine HEALER, Pariz, Francija, 18.–19. 3. 2019
98. Janja Snoj Tratnik, udeležba na delovnem sestanku v sklopu projekta HBM4EU (WP13), Solun (Thessaloniki), Grčija, 13.–15. 6. 2019
99. Janja Snoj Tratnik, vabljeni predavanje in udeležba na konferenci grške akademije nevroimunologije, Solun, Grčija, 22.–23. 6. 2019
100. Janja Snoj Tratnik, udeležba na letnem sestanku projekta HBM4EU (WP10), Pariz, Francija, 17.–20. 11. 2019
101. Anja Stajnik, udeležba na delavnici Introduction to the statistical analysis of genome-wide association studies, London, Velika Britanija, 30. 6.–5. 7. 2019
102. Lidija Strojnik, udeležba na konferenci RAFA 2019 (9th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis), Praga, Češka, 3.–9. 11. 2019
103. Lidija Strojnik, udeležba na delavnici 2nd Technical Workshop of the EC Knowledge Centre for Food Fraud and Quality, Bruselj, Belgija, 11.–15. 11. 2019
104. David Škufca, udeležba na konferenci IWAalgae, Madrid, Španija, 30. 6.–3. 7. 2019
105. Marko Štok, snemanje v okviru projekta MEET-CINCH, Milano, Italija, 27.–28. 5. 2019
106. Marko Štok, udeležba na generalni skupščini projekta EURAD, Pariz, Francija, 11.–12. 9. 2019
107. Marko Štok, poučevanje v okviru Erasmus+ projekta, Almaty city, Kazahstan, 14.–21. 9. 2019
108. Marko Štok, udeležba na petem projektne sestanku H2020 projekta MEET-CINCH, Milano, Italija, 5.–6. 12. 2019
109. Polona Vreča, udeležba na 27. zasedanju International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in obisk laboratorijev GEOTOP, Montreal, Kanada, 6.–19. 7. 2019
110. Polona Vreča, udeležba na sestanku v okviru IAEA CRP projekta Isotope Variability of Rain for Assessing Climate Change Impacts in vabljeni predavanje, Dunaj, Avstrija, 18.–23. 11. 2019
111. Tea Zuliani, delo v laboratoriju, vzpostavitev metode za določanje Sr izotopske sestave oljčnem olju, Pau, Francija, 25.–30. 3. 2019
112. Tea Zuliani, obisk Instituta za javno zdravje v okviru bilateralnega projekta, Podgorica, Črna gora, 28.–31. 5. 2019
113. Tea Zuliani, udeležba na konferenci 4th IMEKOFOODS, Tervuren (Bruselj), Belgija, 15.–18. 9. 2019
114. Igor Živković, izobraževanje za delo s podatkovnimi bazami na CNR-IAA, Rende, Italija, 15.–25. 5. 2019
115. Igor Živković, udeležba na konferenci in izobraževanje za delo z modeli, San Francisco in Cambridge, ZDA, 7.–22. 12. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Tjaša Gornik, obisk Oddelka za kemijo na Univerzi v Torinu v okviru slovensko-italijanske bilaterale, Torino, Italija, 3. 11.–3. 12. 2019
2. Marta Jagodic, izobraževanje – izmenjava na področju pridobivanja novih znanj s področja izotopskih tehnik, Oviedo, Španija, 6. 5.–6. 6. 2019
3. Iaroslav Rybkin, raziskovalno delo na Univerzi v Saratovu, Saratov, Rusija, 8. 6.–1. 7. 2019
4. Žiga Tkalec, izvajanje netačnih analiz na HRMS inštrumentu (RECETOX), Brno, Češka, 30. 6.–25. 8. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Ljudmila Benedik
2. doc. dr. Ingrid Falnoga
3. dr. David John Heath
4. prof. dr. Ester Heath, vodja raziskovalne skupine
5. **prof. dr. Milena Horvat, znanstveni svetnik - vodja odseka**
6. dr. Radojko Jačimović
7. dr. Tjaša Kanduč
8. dr. David Kocman
9. doc. dr. Branko Kontić
10. doc. dr. Tina Kosjek
11. doc. dr. Jože Kotnik
12. doc. dr. Aleš Lapanje
13. prof. dr. Sonja Lojen, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
14. dr. Darja Mazej
15. prof. dr. Radmila Milačić, znanstveni svetnik - pomočnik vodje odseka
16. prof. dr. Nives Ogrinc, znanstveni svetnik - pomočnik vodje odseka
17. prof. dr. Borut Smodiš, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
18. prof. dr. Janez Ščančar, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
19. doc. dr. Zdenka Šlejkovec
20. doc. dr. Marko Štrok
21. prof. dr. Janja Vaupotič, znanstveni svetnik - vodja centra
22. dr. Polona Vreča
23. doc. dr. Tea Zuliani
24. dr. Dušan Žigon

Podoktorski sodelavci

25. Raghuraj Singh Chouhan, Doctor of Biotechnology, University of Mysore
26. *dr. Andrija Čirič, odšel 1. 7. 2019*
27. *dr. Jelena Golubović, odšla 1. 7. 2019*
28. dr. Davor Kontić
29. dr. Bor Krajnc
30. dr. Tomaž Rijavec
31. Janja Snoj Tratnik, univ. dipl. biol.
32. dr. Anja Stajniko
33. dr. Janja Vidmar
34. dr. Igor Živković

Mlajši raziskovalci

35. Tine Bizjak, MSc., Finska
36. Jutra Černilogar Mrzelj, mag. inž. preh.
37. Jan Gačnik, mag. kem.
38. Tjaša Gornik, mag. farm.
39. Marta Jagodic, univ. dipl. kem.
40. Ana Kovacič, mag. kem.
41. Katarina Marković, mag. ekotehnol.
42. Jasmina Masten Rutar, mag. inž. živ.
43. Klara Nagode, mag. inž. geol.
44. Rok Novak, mag. inž. teh. var. okolja
45. Doris Potočnik, univ. dipl. kem.
46. Johanna Amalia Robinson, mag. ekotehnol.
47. Leja Rovani, mag. kem.
48. Agneta Annika Runkel, Mater of Science, Nemčija
49. Lidija Strojnik, mag. inž. preh.
50. Žiga Tkalec, mag. kem.
51. Ajda Trdin, mag. lab. biomed.

Strokovni sodelavci

52. Vesna Fajon, dipl. var. inž.
53. *mag. Marija Jankovič, odšla 11. 11. 2019*
54. Barbara Svetek, inž. kem. tehnol.
55. Karolina Trentelj, dipl. ekon. (VS)
56. Zdenka Trkov, inž. kem. tehnol.
57. Vanja Usenik, Bolonjski študij II. stopnja
58. Tina Vrabc, dipl. trž. kom. (UN)
59. Stojan Žigon

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Academia Sinica, Peking, Kitajska
2. Aerosol, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
3. AFNOR, Association Française de Normalisation, La Plaine Saint-Denis Cedex
4. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), Ministrstvo za okolje in kmetijstvo
5. Agencija za radioaktivne odpadke (ARAO), Ljubljana
6. Algen, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
7. Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakstan
8. Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Grčija

9. Atomic Energy Commission of Syria, Damascus, Sirija
10. Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO), Environmental Research, Kirrawee DC, NSW, Avstralija
11. BAM, Federal Institute for Material Research and Testing, Berlin, Nemčija
12. Butan plin, d. d., Ljubljana, Slovenija
13. CDTN/CNEN (Nuclear Technology Development Centre/Brazilian Commission for Nuclear Energy), Belo Horizonte, Brazilija
14. Centralna čistilna naprava Domžale-Kamniki
15. Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN), Rabat, Maroko
16. Chalmers University, Gothenburg, Švedska
17. ChemCom, d. o. o., Trbovlje, Slovenija
18. CINKARNA, Metalurško-kemična industrija Celje, d. d., Celje, Slovenija
19. CNR Institute for Biomedical Technology, University of Padova, Italija
20. CSIC, Barcelona, Španija
21. DANA, d. o. o., Mirna, Slovenija
22. Delft University of Technology, Interfaculty Reactor Institute (IRI), Laboratory for Radiochemistry, Nizozemska
23. Department of Cell Biology and Neuroscience, Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italija
24. Department of Chemistry, University of Zürich, Zürich, Švica
25. Department of Hydrology and water Resources, University of Arizona, Tucson, Arizona
26. Droga Kolinska, d. d., PE Rogaški vrelci, Rogaška Slatina
27. EAWAG, Dubendorf, Švica
28. ERICo Velenje Inštitut za ekološke raziskave, Velenje
29. ESOTECH, d. d., Velenje
30. European Atomic Energy Community (EURATOM)
31. European Association of National Metrology Institutes (EURAMET)
32. Faculty of Geography, M.V. Lomonosov Moscow State University, Ruska federacija
33. Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Italija
34. Food and Environmental Research Agency, York, Velika Britanija
35. Free University of Amsterdam, Amsterdam, Nizozemska
36. Fructal, d. o. o., Ajdovščina
37. Fruitrom ETOL, Celje
38. GEN energija, d. o. o., Krško
39. Geografski inštitut Antona Melika
40. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana
41. Ghent University, Ghent, Belgija
42. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana
43. Guizhou Science Academy, Guiyang, LR Kitajska
44. Hahn-Meitner Institut, Berlin, Nemčija
45. Helmholtz Centre for Environmental Research Leipzig-Halle, Nemčija
46. Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf, Dresden, Nemčija
47. HGEM, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
48. International Atomic Energy Agency (IAEA), Dunaj, Avstrija
49. ICP, d. o. o. Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana
50. IMBIH – Institute of Metrology of Bosnia and Herzegovina
51. IMMT, Inštitut za metagenomiko in mikrobne tehnologije, Ljubljana
52. INIA, Madrid, Španija
53. Indiana University, Indiana, ZDA
54. Inštitut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
55. Inštitut za javno zdravje Črne gore, Podgorica, Črna gora
56. Institute for Geological and Geochemical Research (IGGR), Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary
57. Institute of Chemistry, Faculty of Science, "SS. Cyril and Methodius" University, Skopje, Makedonija
58. Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Trst, Italija
59. Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA-CSIC), Barcelona, Španija
60. Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Varšava, Poljska
61. Institute of Physics, Beograd, Srbija
62. Institute of Preventive and Clinical Medicine, Bratislava, Slovaška
63. Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Hrvaška
64. International Atomic Energy Agency (IAEA), Dunaj, Avstrija
65. IOS – Inštitut za okoljevarstvo in senzorje, Maribor
66. IPEN-CNEN/SP (Nuclear and Energy Research Institute – Brazilian Commission for Nuclear Energy, Sao Paulo), Sao Paulo, Brazilija
67. IRGO CONSULTING, d. o. o., Ljubljana
68. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Rim, Italija
69. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sezione di Palermo, Italija
70. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Gruzija
71. Javno podjetje Vodovod Kanalizacija Snaga, d. o. o. (JP VO-KA SNAGA, d. o. o.), Ljubljana
72. Joint Research Centre, Geel (JRC-Geel), Belgija
73. Karl Franzens Universität Graz, Avstrija
74. Kemijski inštitut, Ljubljana
75. Kmetijski inštitut Slovenije
76. Komunala Novo mesto
77. Komunala Velenje
78. Krka Novo mesto

79. KTH Royal Institute of Technology, Land & Water Resources Engineering
80. Laboratorio de Radioisotopos Eduardo Penna Franca, Instituto de Biofisica Carlos Chagas Filho, Centro de Ciencias da Saude, UFRJ, Rio de Janeiro, Brazilija
81. Lek farmacevtska družba, d. d., Ljubljana
82. Ljubljanske mlekarne, d. o. o., Ljubljana
83. Maastricht University, Maastricht, Nizozemska
84. Masaryk University, Brno, Češka
85. Mendel University in Brno, Department of Agricultural, Food and Environmental Engineering, Czech Republic
86. MEIS, d. o. o., Grosuplje, Slovenija
87. Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije
88. Mlekarna Celeia, d. o. o., Celje
89. Mlekarna Planika, d. o. o., Kobarid
90. Mestna občina Ljubljana, Ljubljana
91. N. P. Ogarev's Mordovian State University, Rusija
92. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, Piran
93. Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija
94. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Maribor, Slovenija
95. National Institute for Minamata Disease, Kogashima, Japonska
96. National Institute of Environmental Studies, Tsukuba, Japonska
97. National Institute of Radiological Sciences, Inage, Chiba, Japonska
98. National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, ZDA
99. Nmi Van Swinden Laboratorium B.V., Delft, Nizozemska
100. Nuklearna elektrarna Krško (NEK)
101. Odessa National Polytechnic University, Department of Theoretical and Experimental Nuclear Physics, Odessa, Ukrajina
102. Onkološki Inštitut Ljubljana
103. Pomurske mlekarne, d. o. o., Murska Sobota
104. Premogovnik Velenje, d. d., Velenje
105. QuantiSci Ltd., Henley on Thames, Velika Britanija
106. Queen Mary University of London, London, Velika Britanija
107. RECENTOX Research Centre for Toxic Compounds in the Environment, Brno, Češka
108. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Trst, Italija
109. Rudnik Mežica, d. o. o., Mežica
110. Rudnik Žirovski vrh
111. Saratovski gosudarstveni universitet imeni N.G. Černiševskega, SGU, Rusija
112. Sava Turizem, d. d., Ljubljana
113. Seconda Università degli Studi di Napoli, Napoli, Italija
114. Skoltech - Skolkovo Institute of Science and Technology, Moskva, Rusija
115. Slovenska akreditacija, Ljubljana
116. Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST), Ljubljana
117. Steklarna Hrastnik, d. o. o., Hrastnik
118. Termoelektrarna Šoštanj (TEŠ)
119. Termoelektrarna Toplana Ljubljana
120. The South African Nuclear Energy Corporation (NESCA) Research & Development, South Africa
121. The University of Texas, El Paso, ZDA
122. Tomsk Polytechnic University, Rusija
123. Trent University, Peterborough, Kanada
124. TÜBİTAK UME, Gebze-Kocaeli, Turčija
125. UMIST Manchester, Velika Britanija
126. United Nations Environment Programme (UNEP), Ženeva, Švica
127. Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Patologia e Medicina Sperimentale e Clinica, Udine, Italija
128. Université catholique de Louvain, Groupe de Recherche en Physiologie végétale (GRPV), Louvain-la-Neuve, Belgija
129. Université Pierre et Marie Curie, Paris, Francija
130. University of Antwerp, Antwerp, Belgija
131. University of Applied Science of Southern Switzerland (SUSPI), Treviso, Švica
132. University of Balearic Islands, Palma de Mallorca, Španija
133. University of Burgos, Burgos, Španija
134. University of Ghana, Accra, Gana
135. University of Lausanne, Institute of Mineralogy and Petrography, Lausanne, Švica
136. University of Leoben, Leoben, Avstrija
137. University of Lisbon, Lizbona, Portugalska
138. University of Mining and Metallurgy, Krakow, Poljska
139. University of Munich, Department of Geography, München, Nemčija
140. University of Padova, Padova, Italija
141. University of Pannonia, Veszprém, Madžarska
142. University of Parma, Parma, Italija
143. University of Pau, Pau, Francija
144. University of Udine, Unit of Hygiene and Epidemiology, School of Medicine, Italija
145. University of Utah, Salt Lake City, ZDA
146. University of Wrocław, Poljska
147. University of Montenegro, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Podgorica, Črna gora
148. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
149. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
150. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
151. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
152. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
153. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
154. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za zdravstvene vede
155. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta
156. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo
157. Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta
158. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Fakulteta za strojništvo
159. Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija
160. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
161. Univerza v Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftna fakulteta in Fakulteta za agronomijo, Zagreb, Hrvaška (University of Zagreb, Faculty of mining, geology and petroleum Engineering and Faculty of Agriculture)
162. Univerzitetni klinični center Ljubljana (UKCL), Slovenija
163. Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Ministrstvo za okolje in prostor
164. Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, Ministrstvo za zdravje
165. Urad Republike Slovenije za meroslovje (MIRS), Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo
166. Ural Scientific Research Institute for Metrology (UNIIM), Ekaterinburg, Rusija
167. Vrije Universitat Amsterdam, Amsterdam, Nizozemska
168. Vinča Institute of Nuclear Sciences, Beograd, Srbija
169. Wageningen University, Wageningen, Nizozemska
170. Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana
171. Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije
172. ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje Krasa, Postojna in Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana
173. Žito, d. o. o., Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Silvia Bolognin *et al.* (16 avtorjev), "3D cultures of Parkinson's disease-specific dopaminergic neurons for high content phenotyping and drug testing", *Advanced science*, 2019, **6**, 1, 1800927. [COBISS.SI-ID 31888423]
- Tomaž Rijavec, Jan Zrimec, Rob van Spanning, Aleš Lapanje, "Natural microbial communities can be manipulated by artificially constructed biofilms", *Advanced science*, 2019, **6**, 22, 1901408. [COBISS.SI-ID 32715047]
- Jan Gačnik, Nataša B. Sarap, Darja Mazej, Helena Prosen, Marko Štok, "Liquid scintillation counter calibration approach for ⁹⁰Sr detection and testing performance of TK100 resin", *Applied Radiation and Isotopes*, 2019, **151**, 111-115. [COBISS.SI-ID 32404775]
- Maria Surmeneva *et al.* (12 avtorjev), "Decreased bacterial colonization of additively manufactured Ti₆Al₄ metallic scaffolds with immobilized silver and calcium phosphate nanoparticles", *Applied Surface Science*, 2019, **480**, 822-829. [COBISS.SI-ID 32170279]
- Katja Klun, Ingrid Falnoga, Darja Mazej, Primož Šket, Jadran Faganeli, "Colloidal organic matter and metal(loid)s in coastal waters (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea)", *Aquatic geochemistry*, 2019, **25**, 5/6, 179-194. [COBISS.SI-ID 33151271]
- Dafina Kikaj, Janja Vaupotič, Scott D. Chambers, "Identifying persistent temperature inversion events in a subalpine basin using radon-222", *Atmospheric measurement techniques*, 2019, **12**, 8, 4455-4477. [COBISS.SI-ID 33151271]
- Xuan Xu, Sašo Šturm, Zoran Samardžija, Janja Vidmar, Janez Ščančar, Kristina Žužek Rožman, "Direct recycling of Nd-Fe-B magnets based on the recovery of Nd₂Fe₁₄B grains by acid-free electrochemical etching", *ChemSusChem*, 2019, **12**, 21, 4754-4758. [COBISS.SI-ID 33009703]
- Anja Stajanko, Zdenka Šlejkoec, Darja Mazej, Alenka France Štiglic, Alenka Sešek-Briški, Igor Prpić, Zdravko Špirić, Milena Horvat, Ingrid Falnoga, "Arsenic metabolites; selenium; and AS3MT, MTHFR, AQP4, AQP9, SELENOP, INMT, and MT2A polymorphisms in Croatian-Slovenian population from PHIME-CROME study", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **170**, 301-319. [COBISS.SI-ID 32017447]
- Ajda Trdin, Ingrid Falnoga, Vesna Fajon, Igor Živković, Janja Snoj Tratnik, Igor Prpić, Zdravko Špirić, Milena Horvat, "Mercury speciation in meconium and associated factors", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **179A**, 108724. [COBISS.SI-ID 32776231]
- Ajda Trdin, Janja Snoj Tratnik, Darja Mazej, Vesna Fajon, Mladen Kršnik, Joško Osredkar, Igor Prpić, Zdravko Špirić, Oleg Petrović, Janja Marc, David Neubauer, Jana Kodrič, Alfred Bogomir Kobal, Fabio Barbone, Ingrid Falnoga, Milena Horvat, "Mercury speciation in prenatal exposure in Slovenian and Croatian population - PHIME study", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **177**, 108627. [COBISS.SI-ID 32549415]
- Ivona Močenič *et al.* (12 avtorjev), "Prenatal selenium status, neonatal cerebellum measures and child neurodevelopment at the age of 18 months", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **176**, 108529. [COBISS.SI-ID 32477735]
- Dimosthenis Sarigiannis, Janja Snoj Tratnik, Darja Mazej, Tina Kosjek, Ester Heath, Milena Horvat, Ourania Anesti, Spyros P. Karakitsios, "Risk characterization of bisphenol-A in the Slovenian population starting from human biomonitoring data", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **170**, 293-300. [COBISS.SI-ID 32327463]
- Ana Kovačič, Marjeta Česen, Maria Laimou-Geraniou, Dimitra A. Lambropoulou, Tina Kosjek, David John Heath, Ester Heath, "Stability, biological treatment and UV photolysis of 18 bisphenols under laboratory conditions", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **179A**, 108738. [COBISS.SI-ID 32658983]
- Janja Snoj Tratnik, Tina Kosjek, Ester Heath, Darja Mazej, Sulejma Čehić, Spyros P. Karakitsios, Dimosthenis Sarigiannis, Milena Horvat, "Urinary bisphenol A in children, mothers and fathers from Slovenia: overall results and determinants of exposure", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **168**, 32-40. [COBISS.SI-ID 31702567]
- Davide Benedetto Tiz, Žiga Skok, Martina Durcic, Tihomir Tomašič, Lucija Peterlin-Mašič, Janez Ilaš, Anamarija Zega, Gábor Draskovits, T. Revesz, Ákos Nyerges József, Csaba Pál, Cristina Durante Cruz, Päivi Tammela, Dušan Žigon, Danijel Kikelj, Nace Zidar, "An optimised series of substituted N-phenylpyrrolamides as DNA gyrase B inhibitors", *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2019, **167**, 269-290. [COBISS.SI-ID 4686961]
- Roman Surmenev *et al.* (15 avtorjev), "Characterization of biomimetic silicate- and strontium-containing hydroxyapatite microparticles embedded in biodegradable electrospun polycaprolactone scaffolds for bone regeneration", *European Polymer Journal*, 2019, **113**, 67-77. [COBISS.SI-ID 32170535]
- Jelena Golubović, Ester Heath, David John Heath, "Validation challenges in liquid chromatography-tandem mass spectrometry methods for the analysis of naturally occurring compounds in foodstuff", *Food chemistry*, 2019, **249**, 46-55. [COBISS.SI-ID 32323111]
- Tome Eftimov, Gordana Ispirova, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, Barbara Koroušič-Seljak, "ISO-FOOD ontology: a formal representation of the knowledge within the domain of isotopes for food science", *Food chemistry*, 2019, **277**, 382-390. [COBISS.SI-ID 31831079]
- Lidija Strojnik, Matej Stopar, Emil Zlatič, Doris Kokalj, Mateja Naglič Gril, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, Marko Bohanec, Biljana Mileva Boshkoska, Mitja Luštrek, Anton Gradišek, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, "Authentication of key aroma compounds in apple using stable isotope approach", *Food chemistry*, 2019, **277**, 766-773. [COBISS.SI-ID 31834663]
- Alexander Gusev *et al.* (11 avtorjev), "Medium-dependent antibacterial properties and bacterial filtration ability of reduced graphene oxide", *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 2019, **9**, 10, 1454. [COBISS.SI-ID 33134375]
- Tjaša Kanduč, Timotej Verbovšek, Rok Novak, Radojko Jačimovič, "Multielemental composition of some Slovenian coals determined with k₀-INAA method and comparison with ICP-MS method", *Geologija*, 2019, **62**, 2, 219-236. [COBISS.SI-ID 33002023]
- Janja Snoj Tratnik, Darja Mazej, Milena Horvat, "Analytical quality requirements in human biomonitoring programs: trace elements in human blood", *International journal of environmental research and public health*, 2019, **16**, 13, 2287. [COBISS.SI-ID 32477479]
- Fabio Borbone *et al.* (26 avtorjev), "Prenatal mercury exposure and child neurodevelopment outcomes at 18 months: results from the Mediterranean PHIME", *International journal of hygiene and environmental health*, 2019, **222**, 1, 9-21. [COBISS.SI-ID 4559217]
- Janja Snoj Tratnik, Ingrid Falnoga, Darja Mazej, David Kocman, Vesna Fajon, Marta Jagodic, Anja Stajanko, Ajda Trdin, Zdenka Šlejkoec, Zvonka Jeran, Joško Osredkar, Alenka Sešek-Briški, Mladen Kršnik, Alfred Bogomir Kobal, Lijana Kononenko, Milena Horvat, "Results of the first national human biomonitoring in Slovenia: trace elements in men and lactating women, predictors of exposure and reference values", *International journal of hygiene and environmental health*, 2019, **222**, 3, 563-582. [COBISS.SI-ID 4685169]
- Matej Lipar, Mateja Ferk, Sonja Lojen, Milo Barham, "Sulfur (34S/32S) isotope composition of gypsum and implications for deep cave formation on the Nullarbor Plain, Australia", *International journal of speleology*, 2019, **48**, 1, 1-9. [COBISS.SI-ID 43527981]
- Leja Rovan, Marko Štok, "Optimization of the sample preparation and measurement protocol for the analysis of uranium isotopes by MC-ICP-MS without spike addition", *Journal of analytical atomic spectrometry*, 2019, **34**, 9, 1882-1891. [COBISS.SI-ID 32543271]
- Matteo Perini, Silvia Pianezze, Lidija Strojnik, Federica Camin, "C and H stable isotope ratio analysis using solid-phase microextraction and gas chromatography-isotope ratio mass spectrometry for vanillin authentication", *Journal of chromatography. A*, 2019, **1595**, 168-173. [COBISS.SI-ID 32161575]
- Syed Baker *et al.* (10 avtorjev), "Phylogenetic synthesis of Ag bionano-antibiotics against ESKAPE Drug resistant communities in Krasnoyarsk, Siberia", *Journal of cluster science*, 2019, **30**, 3, 589-597. [COBISS.SI-ID 33037095]
- Špela Zupančič, Luca Casula, Tomaž Rijavec, Aleš Lapanje, Matevž Luštrik, Anne Maria Fadda, Petra Kocbek, Julijana Kristl, "Sustained

- release of antimicrobials from double-layer nanofiber mats for local treatment of periodontal disease, evaluated using a new micro flow-through apparatus", *Journal of controlled release*, 2019, **316**, 223-235. [COBISS.SI-ID 4838257]
30. Dafina Kikaj, Scott D. Chambers, Janja Vaupotič, "Radon-based atmospheric stability classification in contrasting sub-Alpine and sub-Mediterranean environments", *Journal of Environmental Radioactivity*, 2019, **203**, 125-134. [COBISS.SI-ID 32220199]
31. Tjaša Kanduč, Zdenka Šlejkovec, Nataša Mori, Mirijam Vrabc, Timotej Verbovšek, Sergej Jamnikar, Marko Vrabc, "Multielemental composition and arsenic speciation in low rank coal from the Velenje Basin, Slovenia", *Journal of geochemical exploration*, 2019, **200**, 284-300. [COBISS.SI-ID 31605543]
32. Polona Vreča, Mihael Brenčič, Anja Torkar, "Application of passive capillary samplers in water stable isotope investigations of snowmelt: a case study from Slovenia", *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2019, **67**, 1, 32-40. [COBISS.SI-ID 31375399]
33. Simon Rusjan, Klauđija Sapač, Metka Petrič, Sonja Lojen, Nejc Bezak, "Identifying the hydrological behavior of a complex karst system using stable isotopes", *Journal of Hydrology*, 2019, **577**, 123956. [COBISS.SI-ID 8857697]
34. Jernej Javornik, John B. Hopkins III, Saša Zavadlav, Tom Levanič, Sonja Lojen, Tomaž Polak, Klemen Jerina, "Effects of ethanol storage and lipids on stable isotope values in a large mammalian omnivore", *Journal of mammalogy*, 2019, **100**, 1, 150-157. [COBISS.SI-ID 5301926]
35. Ryoko Fujiyoshi, Taichi Nakamura, Bor Krajnc, Nives Ogrinc, Janja Vaupotič, "Time series and isotopic evidence for gaseous components (^{222}Rn , CO_2 and its carbon isotopes) of soil under a cool temperate deciduous forest in Hokkaido, Japan", *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, 2019, **322**, 2, 771-779. [COBISS.SI-ID 32767527]
36. Hana Cho, Kishore Babu Dasari, Radojko Jačimović, Rolf Zeisler, Nicholas E. Sharp, Sun-Ha Kim, Gwang Min Sun, Yong-Hyeon Yim, "Application of the INAA methods for KRIS infant formula CRM analysis: standardization of INAA at KRIS", *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, 2019, **322**, 3, 1537-1547. [COBISS.SI-ID 32875047]
37. Mavro Lučić, Irena Jurina, Janez Ščančar, Nevenka Mikac, Neda Vdovič, "Sedimentological and geochemical characterization of river suspended particulate matter (SPM) sampled by time-integrated mass flux sampler (TIMS) in the Sava River (Croatia)", *Journal of soils and sediments: protection, risk assessment and remediation*, 2019, **19**, 2, 989-1004. [COBISS.SI-ID 31593511]
38. Saranya Palaniswamy, Terhi Piltonen, Markku Koironen, Darja Mazej, Marjo-Riitta Järvelin, Khaled Abass, Arja Rautio, Sylvain Sebert, "The association between blood copper concentration and biomarkers related to cardiovascular disease risk: analysis of 206 individuals in the Northern Finland Birth Cohort 1966", *Journal of trace elements in medicine and biology*, 2019, **51**, 12-18. [COBISS.SI-ID 31721255]
39. Miha Mrzlikar, David John Heath, Ester Heath, Jernej Markelj, Andreja Kandolf Borovšak, Helena Prosen, "Investigation of neonicotinoid pesticides in Slovenian honey by LC-MS/MS", *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 2019, **104**, 45-52. [COBISS.SI-ID 32059687]
40. R. V. Chernozem, Maria Surmeneva, Bärbel Krause, Tilo Baumbach, V. P. Ignatov, Oleg Prymak, Kateryna Loza, Matthias Eppe, Franka Ennen, Alexandra Wittmar, Mathias Ulbricht, Ekaterina Chudinova, Tomaž Rijavec, Aleš Lapanje, Roman Surmenev, "Functionalization of titanium nanotubes with electrophoretically deposited silver and calcium phosphate nanoparticles: Structure, composition and antibacterial assay", *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 2019, **97**, 420-430. [COBISS.SI-ID 31977255]
41. Alexander Gusev, Olga Zakharova, Inna Vasyukova, Dmitry Muratov, Iaroslav Rybkin, Daniil Bratashov, Aleš Lapanje, Igor Il'nikh, Evgeny Kolesnikov, Denis Kuznetsov, "Effect of GO on bacterial cells: role of the medium type and electrostatic interactions", *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 2019, **99**, 275-281. [COBISS.SI-ID 32170791]
42. N. Hatamleh *et al.* (25 avtorjev), "Final report on APMP.QM-S10: elements in food supplement", *Metrologia*, 2019, **56**, 1a, 08009. [COBISS.SI-ID 32085543]
43. Polona Jamnik, Helena Volk, Nives Ogrinc, Barbara Jeršek, "Potential of bovine kappa - casein as biomarker for detection of adulteration of goat's milk with cow's milk", *Mljekarstvo: proizvodnja proučavanje i tehnologija mljeka i mliječnih proizvoda*, 2019, **69**, 1, 78-84. [COBISS.SI-ID 4963704]
44. Martina Nikšič Žakelj, Ajda Prevc, Simona Kranjc Brezar, Maja Čemažar, Vesna Todorović, Monika Savarin, Janez Ščančar, Tina Kosjek, Blaž Grošelj, Primož Strojjan, Gregor Serša, "Electrochemotherapy of radioresistant head and neck squamous cell carcinoma cells and tumor xenografts", *Oncology reports*, 2019, **41**, 3, 1658-1668. [COBISS.SI-ID 3124603]
45. Zora S. Žunić *et al.* (17 avtorjev), "Effective doses estimated from the results of direct radon and thoron progeny sensors (DRPS/DTPS), exposed in some regions of Balkans", *Radiation protection dosimetry*, 2019, **185**, 3, 387-390. [COBISS.SI-ID 32219943]
46. Zora S. Žunić, Ljudmila Benedik, Rawiwan Kritsanuwat, Nenad Veselinović, Shinji Tokonami, Zdenka Stojanovska, S. K. Sahoo, "Measurement of uranium in urine, hair and nails in subjects of Niska Banja town, a high natural background radiation area of Serbia", *Radiation protection dosimetry*, 2019, **184**, 3/4, 319-323. [COBISS.SI-ID 32827175]
47. Norbert Kávási, Anita Csordas, Katalin Nagy, Silvana Beltran, Dafina Kikaj, Janja Vaupotič, Tibor Kovács, "Occupational exposure assessment at a therapeutic radon spa facility in Hungary", *Radiation protection dosimetry*, 2019, **184**, 3/4, 470-473. [COBISS.SI-ID 32345383]
48. Dafina Kikaj, Tibor Kovács, Janja Vaupotič, "Role of meteorology and lithology in the temporal variation of the outdoor radon level", *Radiation protection dosimetry*, 2019, **184**, 3/4, 474-478. [COBISS.SI-ID 32385063]
49. Philip J. H. Dunn, Mine Bilsel, Adnan Şimşek, Ahmet Ceyhan Gören, Murat Tunç, Nives Ogrinc, Milena Horvat, Heidi Goenaga-Infante, "Practical and theoretical considerations for the determination of $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ values of methylmercury in the environment", *Rapid communications in mass spectrometry*, 2019, **33**, 13, 1122-1136. [COBISS.SI-ID 32303911]
50. Longlong Wang, Samo Stanič, Klemen Bergant, William Eichinger, Griša Močnik, Luka Drinovec, Janja Vaupotič, Miloš Miler, Mateja Gosar, Asta Gregorič, "Retrieval of vertical mass concentration distributions: Vipava valley case study", *Remote sensing*, 2019, **11**, 2, 106. [COBISS.SI-ID 5310715]
51. Philip J. H. Dunn *et al.* (21 avtorjev), "Lessons learned from inter-laboratory studies of carbon isotope analysis of honey", *Science and justice*, 2019, **59**, 1, 9-19. [COBISS.SI-ID 31638567]
52. Nives Ogrinc, Samo Tamše, Saša Zavadlav, Janja Vrzel, Lixin Jin, "Evaluation of geochemical processes and nitrate pollution sources at the Ljubljansko polje aquifer (Slovenia): a stable isotope perspective", *Science of the total environment*, 2019, **646**, 1588-1600. [COBISS.SI-ID 31572775]
53. Manuela Ábalos *et al.* (11 avtorjev), "Levels of regulated POPs in fish samples from the Sava River Basin. Comparison to legislated quality standard values", *Science of the total environment*, 2019, **647**, 20-28. [COBISS.SI-ID 31571239]
54. Hermann Rügner *et al.* (17 avtorjev), "Particle bound pollutants in rivers: results from suspended sediment sampling in Globaqua River Basins", *Science of the total environment*, 2019, **647**, 645-652. [COBISS.SI-ID 31571495]
55. Radmila Milačič, Tea Zuliani, Janja Vidmar, Matic Bergant, Eleni Kalogianni, Evangelia Smeti, Nikolaos Skoulidakis, Janez Ščančar, "Potentially toxic elements in water, sediments and fish of the Evrotas River under variable water discharges", *Science of the total environment*, 2019, **648**, 1087-1096. [COBISS.SI-ID 31600423]
56. Janja Vrzel, Ralf Ludwig, David Gampe, Nives Ogrinc, "Hydrological system behaviour of an alluvial aquifer under climate change", *Science of the total environment*, 2019, **649**, 1179-1188. [COBISS.SI-ID 31660839]
57. Tea Zuliani, Janja Vidmar, Ana Drinčić, Janez Ščančar, Milena Horvat, Marijan Nečemer, Marina Piria, Predrag Simonović, Momir Paunović, Radmila Milačič, "Potentially toxic elements in muscle tissue of different fish species from the Sava River and risk assessment for consumers", *Science of the total environment*, 2019, **650**, 1, 958-969. [COBISS.SI-ID 31671079]
58. Ana Kovačič, Celine Gys, Tina Kosjek, Adrian Covaci, Ester Heath, "Photochemical degradation of BPF, BPS and BPZ in aqueous solution: identification of transformation products and degradation kinetics", *Science of the total environment*, 2019, **664**, 595-604. [COBISS.SI-ID 32144423]
59. Marko Štok, Pascale Anabelle Baya, Dörthe Dietrich, Brian Dimock, Holger Hintelmann, "Mercury speciation and mercury stable isotope composition in sediments from the Canadian Arctic Archipelago", *Science of the total environment*, 2019, **671**, 655-665. [COBISS.SI-ID 32253991]
60. Tomaž Rijavec, Manca Kovač Viršek, Aleš Lapanje, "Do bacteria occupying important ecological niches contribute to the entrance of mercury into the food webs?", *Science of the total environment*, 2019, **671**, 1094-1100. [COBISS.SI-ID 32302119]
61. Sergio Cinnirella, Delia Evelina Bruno, Nicola Pirrone, Milena Horvat, Igor Živković, David C. Evers, S. Johnson, Elsie M. Sunderland, "Mercury

- concentrations in biota in the Mediterranean Sea, a compilation of 40 years of surveys", *Scientific data*, 2019, **6**, 205. [COBISS.SI-ID 32775975]
62. Nives Ogrinc, Holger Hintelmann, Jože Kotnik, Milena Horvat, Nicola Pirrone, "Sources of mercury in deep-sea sediments of the Mediterranean Sea as revealed by mercury stable isotopes", *Scientific reports*, 2019, **9**, 116261. [COBISS.SI-ID 32560679]
 63. Raghuraj S. Chouhan, Gregor Žitko, Vesna Fajon, Igor Živković, Majda Pavlin, Sabina Berisha, Ivan Jerman, Alenka Vesel, Milena Horvat, "A unique interactive nanostructure knitting based passive sampler adsorbent for monitoring of Hg²⁺ in water", *Sensors*, 2019, **19**, 15, 3432. [COBISS.SI-ID 32549159]
 64. Tjaša Kanduč *et al.* (13 avtorjev), "The effect of geochemical processes on groundwater in the Velenje coal basin, Slovenia: insights from mineralogy, trace elements and isotopes signatures", *SN Applied Sciences*, 2019, **1**, 11, 1518. [COBISS.SI-ID 32819751]
 65. Christina Nannou, Anna Frydopoulou, Eleni Evgenidou, David John Heath, Ester Heath, Dimitra A. Lambropoulou, "Analytical strategies for the determination of antiviral drugs in the aquatic environment", *Trends in environmental analytical chemistry*, 2019, **24**, e00071. [COBISS.SI-ID 32611879]
 66. Marko Černe, Igor Palčič, Igor Paskovič, Nikola Major, Marija Romić, Vilim Filipović, Marina Diana Igrc, Aleksander Perčin, Smiljana Goreta Ban, Benjamin Zorko, Branko Vodenik, Denis Glavič-Cindro, Radmila Milačič, David John Heath, Dean Ban, "The effect of stabilization on the utilization of municipal sewage sludge as a soil amendment", *Waste management*, 2019, **94**, 27-38. [COBISS.SI-ID 32380455]
 67. Nataša Mori, Barbara Debeljak, Mateja Škerjanec, Tatjana Simčič, Tjaša Kanduč, Anton Brancelj, "Modelling the effects of multiple stressors on respiration and microbial biomass in the hyporheic zone using decision trees", *Water research*, 2019, **149**, 9-20. [COBISS.SI-ID 4885071]
 68. Janja Vrzel, Ralf Ludwig, Goran Vižintin, Nives Ogrinc, "An integrated approach for studying the hydrology of the Ljubljansko polje aquifer in Slovenia and its simulation", *Water*, 2019, **11**, 9, 1753. [COBISS.SI-ID 32586791]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Lucia Fábelová *et al.* (12 avtorjev), "Environmental ototoxicants, a potential new class of chemical stressors", *Environmental research: multidisciplinary journal of environmental sciences, ecology, and public health*, 2019, **171**, 378-394. [COBISS.SI-ID 32060199]
2. Aleš Lapanje, Tomaž Rijavec, "Mikrobiota ustne votline", *Farmaceutski vestnik*, 2019, **70**, 2, 150-161. [COBISS.SI-ID 32468007]
3. Luigi Rizzo *et al.* (15 avtorjev), "Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater", *Science of the total environment*, 2019, **655**, 986-1008. [COBISS.SI-ID 31895079]

KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Tine Bizjak, Branko Kontić, "Auditing in addition to compliance monitoring: a way to improve public health", *International Journal of Public Health*, 2019, **64**, 9, 1259-1260. [COBISS.SI-ID 32609831]

STROKOVNI ČLANEK

1. Milena Horvat, "Projekt EMPIR MercOx - razvoj sledljivih in primerljivih metod za ugotavljanje vsebnosti živega srebra v dimnih plinih in v zraku: Salonit Anhovo bo v projektu sodeloval kot testno okolje za preizkušanje novo razvitih metod meritev živega srebra v dimnih plinih in v zraku", *Našlist: časopis delniške družbe Salonit Anhovo*, 2019, **31**, 35-37. [COBISS.SI-ID 33088295]
2. Ivona Krizman Matasič, Tina Kosjek, Ester Heath, "Wastewater-based assessment of drug consumption in Ljubljana", *Report on the drug situation ... of the Republic of Slovenia*, 2019, 52-55. [COBISS.SI-ID 32371239]
3. Taja Verovšek, Ivona Krizman Matasič, Tina Kosjek, Ester Heath, "Wastewater-based assessment of drug consumption in Slovenia", *Report on the drug situation ... of the Republic of Slovenia*, 2019, 65-68. [COBISS.SI-ID 33219623]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Janja Snoj Tratnik, Ingrid Falnoga, Darja Mazej, David Kocman, Vesna Fajon, Marta Jagodic, Anja Stajnko, Ajda Trdin, Zdenka Šlejkovec, Zvonka Jeran, Joško Osredkar, Alenka Sešek-Briški, Mladen Krsnik, Alfred Bogomir Kobal, Lijana Kononenko, Milena Horvat, "Humani biomonitoring v Sloveniji: izbrani elementi pri odraslih moških in doječih ženskah", V: *Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje: 10. Posvet Kemijska varnost za vse, Laško, 23. in 24. oktober 2018*, zbornik razširjenih povzetkov, Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2019, 38. [COBISS.SI-ID 32264999]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Nives Ogrinc, Barbara Koroušič-Seljak, Karl Presser, Marga Ocke, Iulia Iatco, Claudia Zoani, "Promoting metrology in food and nutrition: A position paper on METROFOOD-RI and its e-component", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA: proceedings, IEEE*, 2019, 5161-5164. [COBISS.SI-ID 33221927]
2. David Škufca, Franja Prosenč, Ana Kovačič, Maryline Pflieger, Tina Kosjek, Tjaša Griessler Bulc, Ester Heath, "Removal of bisphenols in laboratory-scale algal bioreactors", V: *2nd IWA Conference on Algal Technologies for Wastewater Treatment and Resource Recovery [and] 2th IWA Specialist Group Conference in Wastewater Pond Technology, IWAAlgae2019, July 1 & 2, 2019, Valladolid, Spain*, Book of abstracts, 2019, 532-533. [COBISS.SI-ID 32626983]
3. Anja Stajnko, Zdenka Šlejkovec, Darja Mazej, Milena Horvat, Ingrid Falnoga, "AS3MT polymorphisms, arsenic metabolites and pregnancy", V: *Environmental arsenic in a changing world: the 7th International Congress and Exhibition on Arsenic in the Environment (AS 2018), July 1-6, 2018, Beijing, P.R. China*, Arsenic in the environment Proceedings, CRC Press, 2019, 326-327. [COBISS.SI-ID 33213479]
4. Maria-Angela Menezes, Radojko Jačimovič, Ilza Dalmázio, Ana Clara Pelaez, "Performance evaluation of the laboratory for neutron activation analysis, CDTN, in the application of the k_0 method to geological samples by the IAEA-WEPAL proficiency testing", V: *Nuclear new horizons: fuels our future: IX. Nuclear Atlantic Conference 2019 (INAC 2019), XXI. Meeting on Nuclear Reactor Physics and Thermal Hydraulics, ENFIR 2019, XIV. Meeting on Nuclear Applications (XIV. ENAN) and the VI. Meeting on Nuclear Industry (VI, ENIN), October 21-25 2019, Santos, Brazil*, Brazilian Nuclear Energy Association, 2019, 292-297. [COBISS.SI-ID 32854311]
5. Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Sebastjan Rupnik, Andraž Verdir, Marko Rosman, Borut Smodiš, Luka Snoj, "Jožef Stefan Institute TRIGA Research Reactor activities in the period from September 2018 - August 2019", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 506. [COBISS.SI-ID 33131303]
6. Polona Vreča, Tjaša Kanduč, Zdenka Šlejkovec, Stojan Žigon, Klara Nagode, Nika Močnik, Branka Bračič-Železnik, Brigita Jamnik, Marjetka Žitnik, "Karakterizacija vodnih virov za javno oskrbo s pitno vodo v Ljubljani s pomočjo različnih geokemičnih analiz", V: *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2018: 24. srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 31. januar 2019*, zbornik del, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2019, 111-119. [COBISS.SI-ID 32114471]
7. Dominik Božič, Stefan Marković, Janez Ščančar, Adrijan Košir, Marko Štrok, "Possible application of laser ablation coupled to QQ-ICP-MS in geochronology", V: *24. posvetovanje slovenskih geologov, Ljubljana, november 2019*, Razprave, poročila, (Geološki zbornik, **25**), 2019, 15-20. [COBISS.SI-ID 12736073]
8. Nada Verdel, Albin Pintar, Aleš Lapanje, "White water treatment optimization of wood-free paper industries by means of bioaugmentation-assisted bioremediation", V: *Smart solutions for water resilience: 8th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, 31 October - 2 November 2019, Hong Kong, Hong Kong*, conference e-proceeding, 2019, 474-476. [COBISS.SI-ID 6753562]
9. Dániel Erdélyi *et al.* (17 avtorjev), "The potential of precipitation stable isotopes for traceability and authenticity of agricultural products: A reference dataset for Slovenia and Hungary", V: *Synergy & technical development: VI. Synergy International Conference, Engineering, Agriculture and Green Industry Innovations, 4-6 November 2019, Gödöllő, Hungary*, abstracts, 2019, 72-73. [COBISS.SI-ID 32988455]
10. Marija Sollner Dolenc, Robert Roškar, Ester Heath, Tatjana Tišler, "Bisfenoli v vodnem okolju in njihovi učinki na organizme", V: *Varno*

ravnajmo z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje: 10. Posvet Kemijska varnost za vse, Laško, 23. in 24. oktober 2018, zbornik razširjenih povzetkov, Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2019, 24-26. [COBISS.SI-ID 4680305]

- Johanna A. Robinson, David Kocman, Cirila Jeraj, "A dusty road to Gardaland: turning school's science projects fun", V: *WeBIOPATR2017 Particulate Matter: research and management: the 6th WeBIOPATR Workshop & Conference Belgrade, Serbia 6.-8.9.2017*, Proceedings, Institute of Nuclear Science, 2019, 80-85. [COBISS.SI-ID 32603687]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Klara Nagode, Tjaša Kanduč, Stojan Žigon, Branka Bračič-Železnik, Brigita Jamnik, Polona Vreča, "Izotopska karakterizacija vodnih virov znotraj vodovodnega sistema", V: *24. posvetovanje slovenskih geologov, Ljubljana, november 2019*, Razprave, poročila, (Geološki zbornik, **25**), 2019, 72-73. [COBISS.SI-ID 32984103]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Branko Kontić, Maruša Matko, "Adapting to climate change in the energy system in Slovenia", V: *Adapting the energy sector to climate change*, IAEA, 2019, 103-116. [COBISS.SI-ID 32655655]
- Maria-Angela Menezes, Radojko Jačimović, "An overview of the establishment of methodology to analyse up to 5g-sample by k_0 -instrumental neutron activation analysis, at CDTN, Brazil", V: *Advances technologies and applications of neutron activation analysis*, IntechOpen, 2019, 89-109. [COBISS.SI-ID 32415015]
- Syed Baker, Sreedharamurthy Satish, M. N. Nagendra Prasad, Raghuraj S. Chouhan, "Nano-agromaterials", V: *Industrial Applications of Nanomaterials*, (Micro & Nano Technologies Series), Elsevier, 2019, 341-363. [COBISS.SI-ID 33037351]
- Simon Wilson *et al.* (39 avtorjev), "Global emissions of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources", V: *Technical background report to the global mercury assessment 2018*, Tromsø: AMAP/UNEP, 2019, 3. [COBISS.SI-ID 33043239]
- Nicola Pirrone *et al.* (24 avtorjev), "Levels of mercury in air", V: *Technical background report to the global mercury assessment 2018*, Tromsø: AMAP/UNEP, 2019, 4. [COBISS.SI-ID 32594727]
- David Kocman, Simon Wilson, Katarina Yaramenka, Karin Kindbom, Helen M. Amos, Peter Outridge, Rasmus Parsmo, Kevin Telmer, Milena Horvat, "Releases of mercury to the aquatic environment from anthropogenic sources", V: *Technical background report to the global mercury assessment 2018*, Tromsø: AMAP/UNEP, 2019, 6. [COBISS.SI-ID 32594215]
- Nilandri Basu, Milena Horvat, David C. Evers, Irina Zastenskaya, Pal Weihe, Joanna Tempowski, "Mercury levels and trends in human populations worldwide", V: *Technical background report to the global mercury assessment 2018*, Tromsø: AMAP/UNEP, 2019, 9. [COBISS.SI-ID 32594471]

STROKOVNA MONOGRAFIJA

- Milena Horvat, Jože Kotnik, *Technical information report on mercury monitoring in soil*, 2019. [COBISS.SI-ID 32916775]

DRUGO UČNO GRADIVO

- Tomaž Rijavec, *Človek in okolje: aktualne tematike*, Slovenska univerza za tretje življenjsko obdobje, 2019. [COBISS.SI-ID 32468263]
- Janez Ščančar, Radmila Milačič, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: speciacija elementov. 1. del, zimski semester 2019/2020*, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2019. [COBISS.SI-ID 32838183]
- Janez Ščančar, Radmila Milačič, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: Aluminij v okolju in zdravstveni vidik. 2. del, zimski semester 2019/2020*, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2019. [COBISS.SI-ID 32838439]
- Radmila Milačič, Janez Ščančar, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: Krom: pojavnost, uporaba in usoda v okolju. 3. del, zimski semester 2019/2020*, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2019. [COBISS.SI-ID 32838695]
- Radmila Milačič, Janez Ščančar, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: uporaba obogatenih izotopskih sledilcev v študijah kromove speciacije. 4. del, zimski semester 2019/2020*, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2019. [COBISS.SI-ID 32838951]
- Nives Ogrinc, *Stable isotopes in environmental and food studies: study materials*, University of Parma, 2019. [COBISS.SI-ID 32370727]
- Ester Heath, Tina Kosjek, *Tools for the environmental quality control (organic analysis): "Ecotechnology" programme fall semester 2018/19*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 31920167]
- Ester Heath, Tina Kosjek, *Tools for the environmental quality control concern: "Ecotechnology" programme fall semester 2018/19*, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 31919655]
- Ester Heath, *Tools for the environmental quality control persistent organic pollutant: "Ecotechnology" programme fall semester 2018/19*, Ljubljana: Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 31919911]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

- Nada Pavšer, *Analiza potreb po usposabljanju slovenske policije o problematiki okoljskega kriminala*: doktorska disertacija, Nova Gorica, 2019 (mentor Branko Kontić). [COBISS.SI-ID 5347323]
- Janja Snoj Tratnik, *Izpostavljenost prebivalcev Slovenije živemu srebru in povezava z nevropsihološkim razvojem otrok*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Milena Horvat; somentor David Neubauer). [COBISS.SI-ID 32747303]
- Anja Stajnik, *Humani geni in genski polimorfizmi ter njihovo izražanje v povezavi z elementi v sledovih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Ingrid Falnoga; somentor Milena Horvat). [COBISS.SI-ID 32744999]

ODSEK ZA AVTOMATIKO, BIOKIBERNETIKO IN ROBOTIKO E-1

Raziskovalna strategija Odseka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko se odlikuje po tem, da poleg raziskav na specialnih področjih vsebuje tudi več multi- in interdisciplinarnih projektov. Naše raziskave združujejo področja robotike (vključujoč inteligentno vodenje, humanoidno in kognitivno robotiko, robotsko učenje in robotski vid), industrijske robotike in avtomatike, tovarn prihodnosti, biokibernetike, kineziologije, ergonomije in okoljske medicine. Skupni imenovalec naših raziskovalnih prizadevanj je optimizacija delovanja človeka in stroja, pri čemer vedno upoštevamo vpliv okolja. Dodatna stična točka je sodelovanje človeka in robota. Rezultati povezovanja tehnoloških in kliničnih raziskav so uspehi na različnih področjih, kot so učenje robotskih veščin s posnemanjem, simulacija planetarnega habitata, humanoidni robotski sistemi, globoko učenje robotskih operacij, manikini za vrednotenje industrijskih, vojaških in rekreacijskih oblačilnih sistemov, kinematični modeli človeškega telesa kot podlaga za razvoj antropomorfnih sistemov in nova metoda za zdravljenje zmrzlin.

V okviru odseka deluje programska skupina Avtomatika, robotika, biokibernetika (vodja prof. dr. Igor Mekjavič), ki spada na področje proizvodnih tehnologij. Naši raziskovalci sodelujejo v številnih evropskih projektih s področja robotike, kognitivnih sistemov, tovarne prihodnosti, zdravja in vesoljske tehnologije. V letu 2019 smo koordinirali dva večja evropska projekta: ReconCell in SPEXOR. Aktivni smo tudi pri prenosu rezultatov naših raziskav v industrijske aplikacije, kar izvajamo v sodelovanju z industrijskimi partnerji. Rezultat vzdrževanja kritične mase raziskovalcev na več znanstvenih področjih v sklopu odseka so številni interdisciplinarni projekti na raznovrstnih znanstvenih področjih.

Raziskave na področju humanoidne in kognitivne robotike ter robotskega učenja se izvajajo predvsem v Laboratoriju za humanoidno in kognitivno robotiko, ki deluje v okviru našega odseka (vodja: doc. dr. Bojan Nemeč). Cilj laboratorija je razvoj robotov, ki znajo samostojno pridobivati nova znanja in sodelovati z ljudmi v naravnih okoljih. Ustanovili smo tudi Laboratorij za nevromehaniko in biorobotiko, ki ga vodi prof. dr. Jan Babič. Poslanstvo laboratorija je v uporabi integralnega pristopa biomehanike, nevrofiziologije in robotike za raziskave človekove motorične kontrole ter v razvoju robotskih naprav, ki pomagajo človeku.

Glavni poudarek naših raziskav v preteklem letu je bil na razvoju rekonfigurabilnih robotskih celic za tovarne prihodnosti, problematiki avtomatizacije industrijskih proizvodnih sistemov, novih strategij robotskega učenja, kjer se opiramo predvsem na kinestetično vodenje in globoke nevronske mreže, robotskih pomagal, kot so na primer eksoskeleti, novih metod za sodelovanje človeka z robotom in modelov človeškega gibanja, ter na študiju fizioloških značilnosti človeka v različnih ekstremnih okoljih, ovrednotenju zaščitne opreme in razvoju novih biomedicinskih metod.

Robotika

V letu 2019 smo uspešno zaključili evropski projekt iz Obzorja 2020 ReconCell (Rekonfigurabilna robotska celica za hitro postavitev avtomatiziranih nalog sestavljanja v malih in srednjih podjetjih, <http://www.reconcell.eu>), ki smo ga tudi koordinirali. Razvili smo nove tehnologije za učinkovito rekonfiguracijo robotskih celic v industrijski proizvodnji. Predlagana celica je osnovana na novih tehnologijah za 1. robotsko programiranje s pomočjo kinestetičnega vodenja, 2. pasivne komponente, ki omogočajo avtomatično rekonfiguracijo robotskih celic, 3. optimizacijske metode za računanje optimalnih postavitev robotskih celic, 4. integrirano metodo za lokalizacijo objektov in generacijo stabilnih prijemov, 5. sistem za hitro postavitev vizualne kontrole kakovosti in 6. robotsko simulacijo za hitro računanje optimalnih postavitev celice. Za implementacijo programske opreme smo uporabili ROS (Robot Operating System), ki omogoča učinkovito integracijo vseh elementov rekonfigurabilne celice.



Vodja:

prof. dr. Aleš Ude

Rezultat vzdrževanja kritične mase raziskovalcev na različnih znanstvenih področjih v sklopu odseka so številni interdisciplinarni projekti na različnih znanstvenih področjih.

V evropskem projektu ReconCell smo razvili nove pasivne komponente, ki omogočajo avtomatično rekonfiguracijo robotskih celic, in optimizacijske metode, s katerimi izračunamo optimalne postavitve robotskih celic za izvedbo industrijskih proizvodnih procesov.



Slika 1: Humanoidni robot TALOS med pisanjem

V evropskem projektu Collaborate smo razvili nov učinkovit način demonstracije nalog in postopek, ki omogoča samostojno učenje sestavljanja z razstavljanjem.



Slika 2: Pasivna linearna stopnja razvita v projektu ReconCell za rekonfiguracijo robotskih celic

Leta 2019 smo začeli izvajati dva nova projekta iz Obzorja 2020: TRINITY (Digitalne tehnologije, napredna robotika in kibernetska varnost za povečanje agilnosti procesov v bodočih evropskih proizvodnih ekosistemih) in QU4LITY (Digitalna realnost v proizvodnji brez napak).

V letu 2019 smo uspešno zaključili tudi projekt AUTOWARE (<http://www.autoware.eu.org>) iz Obzorja 2020. Ta projekt se nanaša na vpeljavo novih digitalnih tehnologij v tovarne prihodnosti, kot so na primer visoko zmogljivo računanje v oblaku, rekonfigurabilna in kolaborativna robotika, modularne proizvodne linije, navidezna in razširjena resničnost, strojno učenje, kognitivni sistemi itd. Definirali smo arhitekturni okvir za vpeljavo takšnih tehnologij v proizvodne procese. Razvita arhitektura omogoča fleksibilno distribuirano implementacijo nalog in pokriva vse ravni, od plansko-logističnih in priprave proizvodnje do krmiljenja naprav.

Tretji projekt iz Obzorja 2020, ki smo ga uspešno zaključili v letu 2019, je SPEXOR (<http://www.spexor.eu>). V tem projektu smo razvili in implementirali novo strategijo za vodenje aktivnega eksoskeleta za razbremenitev spodnjega dela hrbta, ki smo ga prav tako razvili v okviru SPEXOR projekta. Osnova za vodenje eksoskeleta je verjetnostni model, ki določi stanje sistema. Glede na verjetnostni klasifikator stanj visokonivojski krmilnik določi primeren profil navora za pomoč uporabniku. Ta navor je kombinacija pasivnega in aktivnega vira navora. Visokonivojski krmilnik zagotavlja primeren profil navora tako, da teži k povečanju količine pasivnega navora in k zmanjšanju količine aktivnega navora. Tak koncept vodenja je bil prvič ovrednoten na našem aktivnem hidravličnem eksoskeletu in nato še na aktivnem elektromehanskem eksoskeletu.

Nadaljevali smo tudi delo pri projektu CoLLaboratE (Sodelovanje med človekom in robotom za izvajanje nalog sestavljanja v kolaborativnih robotskih celicah, <https://collaborate-project.eu>). Leta 2019 smo razvili novo metodo za kinestetično učenje, ki temelji na ponovni uporabi obstoječega znanja o izvedbi nalog sestavljanja. Predlagana metoda omogoča preprosto, naravno in postopno urejanje trajektorij za izvajanje kompleksnih robotskih veččin. Nadalje smo razvili postopek za kolaborativno učenje sestavljanja s pomočjo razstavljanja že sestavljenega izdelka. Robota ročno vodimo do posameznega sestavnega dela, nato robot samostojno najde gibe,

ki razstavijo objekt, in jih s pomočjo spodbujevalnega učenja razvrsti v smiselno zaporedje.

V sklopu projekta AnDy (<https://andy-project.eu>) iz Obzorja 2020 smo proučevali ramenski eksoskelet za pomoč pri delu nad glavo v tovarni avtomobilskega proizvajalca Revoz. Tam preureditev delovnega prostora za prilagoditev delavčevih potreb ni mogoča. Preizkusili smo pasivni eksoskelet, ki ga je v sklopu projekta razvilo podjetje Ottobock. Preizkus smo izvajali s skupino delavcev na proizvodni liniji, kjer smo primerjali številne fiziološke in kinematične parametre pred začetkom uporabe eksoskeleta po enem tednu in po dvajsetih dneh uporabe. Merili smo srčni utrip, kinematiko gibov rok in ovrednotili rezultate dveh vprašalnikov. Rezultati naše študije so pokazali prednosti uporabe eksoskeleta, s pomočjo katerega se je zmanjšala poraba energije za opravljanje zadanih nalog. Pri tem se je pokazala tudi jasna potreba po dizajnu eksoskeleta, ki je poleg tega, da je funkcionalen, tudi tak, da omogoča prosto gibanje in je prijeten za uporabo.

V letu 2019 smo v okviru projekta direktorjevega sklada CoBoTaT (Laboratorij za kolaborativno robotiko s poudarkom na fizični interakciji med človekom in robotom, <http://cobotat.ijs.si/>) nadaljevali z vzpostavitvijo laboratorija. Poudarek je bil na integraciji kolaborativnih robotov Panda proizvajalca Franka Emika. V okviru CoBoTaT laboratorija smo v letu 2019 pridobili in začeli izvajati ARRS projekt iz ERC komplementarne sheme PhRoCiety (Metode vodenja za varno fizično interakcijo med človekom in robotom). Cilj projekta je razviti nove metode za izboljšanje kognitivnega razumevanja robotov in sistemov vodenja pri kooperativnem in robustnem večkontaktnem fizičnem sodelovanju med agenti, kjer so agenti lahko ljudje ali roboti. V ta namen smo že opravili laboratorijsko študijo, pri kateri smo spremljali interakcijske odzive pri kooperativnem premikanju objekta 8 parov (16 udeležencev). Preliminarni izsledki raziskave kažejo, da se uspešnost izvedbe naloge pri sodelovanju dveh partnerjev izenači z uspešnostjo najboljšega v paru.

Glavni cilj projekta TRINITY (<https://trinityrobotics.eu/>) je razvoj multidisciplinarne in sinergistične mreže regionalnih digitalnih inovacijskih stičišč, ki jih sestavljajo raziskovalni centri, podjetja in univerze ter pokrivajo širok nabor znanj, s katerimi lahko prispevajo k razvoju agilnih proizvodnih procesov. Pri tem je gonilna sila napredna robotika, ki ji pomagajo digitalna orodja in sistemi za zagotavljanje kibernetske varnosti. Glavni cilj naše skupine v tem projektu je razvoj novih demonstracijskih okolij za napredne robotske tehnologije, s čimer bomo prispevali k njihovem hitrejšemu prenosu v industrijska okolja.

Namen projekta QU4LITY (<https://qu4lity-project.eu>) je preizkusiti – v realnih okoljih in na merljiv ter ponovljiv način – odprte, standardizirane in transformativne modele in servise za proizvodnjo brez napak, ki so prijazni do malih in srednjih podjetij. Demonstracija proizvodnih procesov brez napak bo potekala v 14 pilotnih eksperimentih. Naša skupina sodeluje s podjetjem Kolektor pri razvoju enega od teh demonstratorjev.

Avtomatizacija in industrijska robotika

Naša znanja s področja robotike in avtomatizacije v sodelovanju s slovenskimi in tujimi podjetji uporabljamo za avtomatizacijo in robotizacijo proizvodnih procesov v podjetjih. Naš odsek je zelo dejaven na področju slovenske strategije pametne specializacije S4. Pomemben del te dejavnosti je program GOSTOP (gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti), ki ga koordinira prav naš odsek (doc. dr. Igor Kovač). GOSTOP je trenutno največji program na področju tovarn prihodnosti v Sloveniji, podpirata pa ga Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ) ter Evropski sklad za regionalni razvoj in slovenske industrije. Cilj predlaganega programa je pospešiti razvoj in izgradnjo koncepta pametnih tovarn v Sloveniji in odgovoriti na aktualne potrebe slovenskega gospodarstva, kjer nekatera industrijska podjetja že poskušajo uvajati koncept pametnih tovarn v svojo proizvodnjo. V programu smo združili raziskovalne skupine iz trinajstih podjetij in šestih javnih raziskovalnih organizacij, ki imajo kompatibilne raziskovalno-razvojne programe in že izvajajo raziskave na področju pametnih tovarn. Identificirali smo štiri področja, na katerih lahko Slovenija doseže pomembne preboje v bližnji prihodnosti: **tehnologije vodenja, orodjarstvo, robotika in fotonika**. Na področju robotike sodelujemo s podjetji, kot so Kolektor, Domel, Yaskawa in Podkrižnik.

Naše glavne teme v programu GOSTOP so 1. razvoj inteligentnih senzorjev in aktuatorjev, 2. postavitve adaptivne robotske celice za vizualno kontrolo kakovosti in 3. implementacija platforme virtualne tovarne. Pri razvoju inteligentnih senzorjev in aktuatorjev smo izvajali verifikacijo koncepta pogonskega sklopa z možnostjo krmiljenja navora in podajnosti ter predvidevanja vzdrževanja za obstoječi sistem pogonskega sklopa z enkoderjem, senzorjem navora in motorjem za pogon ter izvajali eksperimente. Za adaptivno robotsko celico je ključen razvoj učinkovitih konceptov in metod za senzorsko podprto vodenje robota za potrebe prijemanja in manipulacije izdelkov ter vizualnega pregledovanja površin. Trenutno smo v eksperimentalni fazi, ki vključuje identifikacijo izdelkov, fleksibilno prijemanje in manipulacijo, optično preverjanje kakovosti, sledljivost in spremljanje lastnosti izdelkov. Naša tretja tema, to je platforma virtualne tovarne, je skelet pametne tovarne. V okviru te aktivnosti smo izvajali eksperimente na pilotnih podatkih iz industrije na modelu digitalne tovarne in poslovnega procesa, ki vključuje tudi elemente avtomatizacije in robotizacije. Vsa dela usklajujemo z raziskovalnimi in industrijskimi partnerji.

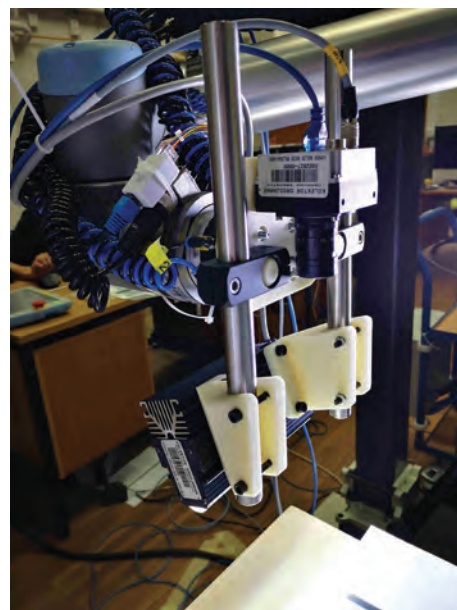
V okviru Strateškega raziskovalno-inovacijskega partnerstva Tovarne prihodnosti (SRIP ToP) smo v letu 2019 predsedovali Upravnemu odboru SRIP ToP, koordinirali SRIP ToP Horizontalno mrežo (omogočitevno tehnologijo) robotika, s čimer smo podprli uvajanje naprednih robotskih tehnologij v pametne tovarne, ki jih že razvijajo slovenska podjetja. Ključno pri tem je, da so nastale nove raziskovalno-razvojne skupine na področju tovarn prihodnosti (še posebno na področju robotike), ki plodno sodelujejo z raziskovalnimi oddelki univerz in inštitutov ter prenašajo dosežke v industrijsko prakso, kot na primer v podjetju Kolektor.

Prav tako v okviru projektov slovenske strategije pametne specializacije S4 smo se vključili v projekt ROBKNCEL, katerega glavni cilj je razvoj celovitega sistema za ugotavljanje kakovosti v proizvodnih procesih in kontrole kakovosti končnih izdelkov. Pri projektu razvijamo dve demonstracijski robotski celici za končno kontrolo pečic v Gorenju in za kontrolo odkovkov v podjetju Unior. Obe celici bosta opremljeni s kolaborativnimi roboti, kamerami in dodatnimi senzori z ozirom na produkte in preizkuse, ki jih celica izvaja. Z uporabo metod umetne inteligence bo sistem iskal morebitne funkcionalne in vizualne napake na izdelkih. Robotska roka pri tem omogoča manipulacijo sklopov v celici, mehanska testiranje izdelkov in prepoznavanje morebitnega nepravilnega delovanja. Pri projektu bomo razvili nove pristope, ki izboljšujejo učenje robotske naloge in omogočajo boljše prilagodljivost spremembam izdelkov ter bolj učinkovite postopke za preizkušanje njihove kakovosti.



Slika 3: Programiranje zaključnih operacij pri izdelavi čevljev s kinestetičnim vodenjem

V okviru slovenske strategije pametne specializacije S4 koordiniramo izvajanje programa GOSTOP (gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti).



Slika 4: Vizualno pregledovanje površin z linijsko kamero

Okoljska fiziologija in ergonomija

Delo na področju okoljske fiziologije in ergonomije je osredotočeno na projekte o učinkih ekstremnih okoljskih dejavnikov na človeka ter na razvoj in vrednotenje tehnologij in strategij za vzdrževanje varnosti in nemotenega dela v tovrstnih razmerah.

V laboratoriju PlanHab Nordijskega centra Planica (Rateče) izvajamo raziskave o učinku neaktivnosti in razbremenitve spodnjih okončin na fiziološke funkcije. Laboratorij je bil ustanovljen s podporo Evropske vesoljske agencije in Evropske komisije (okvirni program 7, projekt PlanHab). Učinek neaktivnosti na telo je podoben učinku breztežnosti, s katerim se srečujejo astronauti v vesolju in ga simuliramo z eksperimentalnim modelom »bed rest« (mirovanje v horizontalni legi). Bivanje v breztežnostnem okolju povzroči mišično-skeletno atrofijo in spremembe v srčno-žilnem sistemu, kar ogroža zdravje astronautov. Ker se vesoljske agencije pripravljajo na daljše misije na Luno in na Mars, se razvijajo novi koncepti in tehnologije za te podvige. Zaradi tehničnih razlogov predvidevajo, da bo okolje v bodočih habitatih na Luni in Marsu hipobarično in hipoksično. Cilj našega raziskovalnega programa na tem področju je oceniti učinek hipoksije na procese prilagajanja mikrogravitaciji, ki smo jih že opazili v normoksičnem okolju. Naše raziskave na tem področju so sedaj osredotočene na razvoj strategij za preprečevanje učinka nedejavnosti in/ali hipoksije na atrofijo mišično-skeletnega sistema.

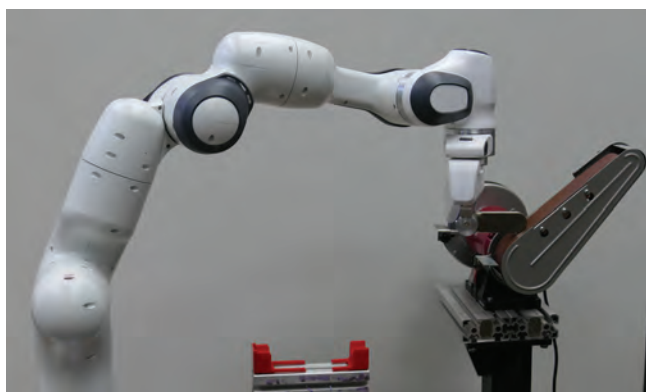
Sodelujemo z Evropsko vesoljsko agencijo pri razvoju novega raziskovalnega programa o uporabi umetne težnosti pri letih na Mars ter v habitatih na Luni in Marsu. V sodelovanju z Ministrstvom za gospodarski razvoj in tehnologije ter Nordijskim centrom Planica izdelujemo načrt za izvedljivost tega večletnega raziskovalnega projekta v Nordijskem centru Planica. Za izvajanje tega projekta želimo v Olimpijski športni center Planica vgraditi človeško centrifugo s kratko ročico. Raziskave bomo usmerili v določene optimalne strategije centrifugiranja za preprečevanje adaptacije fizioloških sistemov na breztežnost.

V letu 2019 smo končali raziskovalni program, katerega cilj je bilo proučevanje koncepta fiziološke navzkrižne tolerance (angleško cross tolerance). Natančneje, preiskovali smo, kako adaptacija na eno okolje (npr. vroče okolje) vpliva na fiziološke odzive v drugem okolju (npr. hipoksija). Trenutno nas najbolj zanima interakcija med vročino, hipoksijo in vadbo ter medsebojni vpliv teh dejavnikov na človekovo zmogljivost in na njegovo termoregulacijo. Proučevali smo tudi vpliv sočasne adaptacije na višino in vročino. Natančneje, primerjali smo učinkovitost vadbe

v normoksičnem okolju z vadbo v hipoksičnem (4000 m nadmorske višine) in vročem (35 °C) okolju pred adaptacijo na ta okolja (hipoksično in vroče) in po njej.

Raziskovali smo vpliv telesnega položaja 6° z glavo navzdol (simulacija premika telesnih tekočin proti glavi, kot to doživljajo astronauti v vesolju) med mirovanjem in med vadbo (simulacija vadbe, ki jo astronauti izvajajo za preprečevanje mišično-skeletne atrofije) v normokapničnem in hiperkapničnem (simulacija okolja na mednarodni vesoljski postaji) okolju na znotrajračni tlak. Daljše misije v vesolju, predvsem poleti na Luno in Mars, so namreč sedaj ogrožene zaradi nepojasnjene oftalmološke pojave. Med daljšim bivanjem v vesolju se spremeni morfologija očesa in posledično poslabša vid, razvije se t. i. (angl.) »Space-flight Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS)«. Začeli smo raziskovalni program, katerega cilj je proučevanje vpliva številnih dejavnikov na znotrajračni tlak. Preliminarni rezultati nakazujejo, da pri preiskovancih iste starosti kot astronauti hiperkapnična statična (izometrična) vadba poveča znotrajračni tlak nad prag za očesno hipertenzijo.

Podnebne spremembe so največja globalna grožnja 21. stoletja z ogromnimi posledicami za človeštvo. V Evropi je naraščanje temperatur zaznati bolj kot v drugih predelih sveta, kar je vse večji izziv za našo skupnost. S težavami se v poletnih mesecih srečuje na milijone Evropejcev, zlasti pri opravljanju svojega poklica. Poleg znanih vplivov vročinski izpostavljenosti so številne študije potrdile 2-odstotno zmanjšanje produktivnosti za vsako stopinjo, ki presega 25 °C. Zmanjšanje vpliva naraščajočih temperatur na delovnem mestu bo tako ustvarilo dve strateški koristi za EU: i) zagotovilo dobro počutje delovne sile EU ter ii) izboljšalo konkurenčnost in prihodnje gospodarstvo EU. V okviru projekta Horizon 2020 Heat Shield (www.heat-shield.eu) sodelujemo z industrijskim partnerjem Odelo, d. o. o., in sicer s ciljem zmanjšanja škodljivih učinkov vročinskih valov na delovno silo v proizvodnem obratu. V okviru tega projekta proučujemo tudi vpliv temperature okolja in vlažnosti na termalno ravnovesje, fizično



Slika 5: Podajna robotska roka Panda pri brušenju



Slika 6: Analiza podatkov v biokibernetskem laboratoriju

pripravljenost in kognitivne funkcije, s posebnim fokusom na delavce in produktivnost v industrijskem okolju. V skladu s tem iščemo in ocenjujemo razpoložljive tehnologije in različne strategije za ublažitev vročinskega stresa v industrijskih okoljih za zagotavljanje neoviranega delovanja v delovnem okolju. V ta namen smo letos že ovrednotili različne koncepte hladilnih jopičev za delavce v proizvodni industriji.

S podjetjem Kimberly-Clark (ZDA) raziskujemo nove strategije za razvoj optimalnih osebnih zaščitnih oblačil. V tem letu smo se osredotočili na vrednotenje obraznih mask, in sicer na podlagi subjektivnih mnenj preiskovancev o toplotnem udobju, zaznavi temperature in vlage ter na podlagi objektivnih rezultatov o delu dihanja, ki smo jih pridobili s simulatorjem dihanja in manikinom glave.

Z Inštitutom za pomorsko medicino Združenega kraljestva in industrijskim partnerjem W. L. Gore & Associates (ZDA & Nemčija) smo z uporabo manikina roke ovrednotili različne koncepte rokavic. Raziskava je bila osnovana zaradi omrzlin prstov med vojaškimi vajami v severni Evropi. Z industrijskim partnerjem W. L. Gore & Associates (ZDA & Nemčija) načrtujemo izdelavo nove generacije manikinov rok za vrednotenje toplotne izolacije rokavic.

V okviru projekta ReMOS (Regulacija mikrookolja oblačilnih sistemov), ki ga podpira Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije, smo ustanovili konzorcij podjetij (Prevent Deloza, d. o. o., Celje; Litia, d. o. o., Litija; Tekstina, d. o. o., Ajdovščina; Intersocks, d. o. o., Kočevje; Versarum, d. o. o., Mirna) s ciljem razviti nove tehnologije (pametni tekstil/oblačilni sistem) za osebni zaščitni oblačilni sistem, ki bi izboljšal zaščito vojakov Slovenske vojske med delom v ekstremnih okoljskih razmerah.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. U. Ciuha, K. Tobita, A. McDonnell, and I. B. Mekjavič, The effect of thermal transience on the perception of thermal comfort, *Physiology & behavior*, 2019, **210**, 112623-1-112623-8
2. T. Petrič, L. Peternel, J. Morimoto, and J. Babič, Assistive arm-exoskeleton control based on human muscular manipulability. *Frontiers in neurorobotics*, 2019, **13**, 30-1-30-1
3. M. Tamošiunaite, M. J. Aein, J. M. Braun, T. Kulvicius, I. Markiewicz, J. Kapociute-Dzikiene, R. Valteryte, A. Haidu, D. Chrysostomou, B. Ridge, T. Krilavicius, D. Vitkute-Adzgauskiene, M. Beetz, O. Madsen, A. Ude, N. Krüger, and F. Wörgötter, Cut & recombine: Reuse of robot action components based on simple language instructions, *The International Journal of Robotics Research*, 2019, **38**, 10/11, 1179–1207
4. M. Azad, J. Babič, and M. Mistry, Effects of the weighting matrix on dynamic manipulability of robots, *Autonomous robots*, 2019, **43**, 7, 1867–1879
5. A. C. McDonnell, O. Eiken, P. Frings-Meuthen, J. Rittweger, and I. B. Mekjavič, The LunHab project: Muscle and bone alterations in male participants following a 10 day lunar habitat simulation, *Experimental physiology*, 2019, **104**, 8, 1250-1261

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Vmesna recenzija programa GOSTOP, Institut "Jožef Stefan" in Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 28.-29. 3. 2019
2. Končna recenzija projekta ReconCell iz Obzorja 2020, Luksemburg, 24.-25. 4. 2019
3. Generalna skupščina programa GOSTOP, Raddison Blu Plaza, Ljubljana, 10. 5. 2019
4. Generalna skupščina projekta QU4LITY iz Obzorja 2020, Institut "Jožef Stefan" Ljubljana, 13.-14. 6. 2019
5. Sekcija Robotika na 22. Mednarodni multikonferenci Informacijska družba, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, 11. 10. 2019

Patent

1. Anton Umek, Boris Jerman, Mitja Gliha, Anton Kos, Iztok Špan, Za dinamično tehtanje bremena prirejena pritrdilna enota prijemala na roko hidravličnega dvigala, SI25473 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 1. 2019

Z industrijskim partnerjem Kimberly-Clark raziskujemo nove strategije za razvoj optimalnih osebnih zaščitnih oblačil, kot so na primer zaščitne maske.



Slika 7: Manikin za testiranje zaščitnih oblačil

Nagrade in priznanja

1. Tadej Petrič, Leon Žlajpah: Best Student Paper Award, Kaiserslautern, Nemčija, RAAD 2019, KUKA LWR Robot Cartesian Stiffness Control Based on Kinematic Redundancy
2. Tadej Petrič and Leon Žlajpah: Second Best Application Paper Award, Kaiserslautern, Nemčija, RAAD 2019, On-line Adaption of Virtual Guides Through Physical Interaction
3. Tadej Petrič and Leon Žlajpah: Best Paper Award, Srebrno Jezero, Serbia, IcETRAN 2019, End-effector cartesian stiffness optimization: sequential quadratic programming approach

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Izdelava prsta in dveh rok manikina, ter merilne in programske opreme National Instruments
W. L. Gore & Associates GmbH
prof. dr. Igor Mekjavič
2. Palmer študija
W. L. Gore & Associates GmbH
prof. dr. Igor Mekjavič
3. Testiranje Rt in Re 5 kombiniranih vložkov za čevlje
Geox S.p.A.
prof. dr. Igor Mekjavič
4. COST CA16116 - 20786; Obtelesni roboti za izboljšanje, pomoč ali nadomestitev človekovih motoričnih funkcij
COST Office
prof. dr. Jan Babič
5. ESA - Vesoljska medicina v Sloveniji
ESA/ESTEC
prof. dr. Igor Mekjavič
6. COST CA16116 - 20786; Nadzorni odbor
COST Association AISBL
prof. dr. Jan Babič
7. H2020 - HEAT-SHIELD; TOPLOTNI ŠČIT; Vpliv vročinskih valov na delavce v industriji
European Commission
prof. dr. Igor Mekjavič
8. H2020 - AUTOWARE; Brezžična, avtonomna in robustna arhitektura za kognitivno proizvodnjo
European Commission
prof. dr. Aleš Ude
9. H2020 - An.Dy; Napredovanje predvidljivega sodelovanja med človekom in robotom
European Commission
prof. dr. Jan Babič
10. H2020 - CoLLaboratE; Celica za kolaborativno izvajanje nalog sestavljanja
European Commission
doc. dr. Bojan Nemeč
11. H2020 - TRINITY; Digitalne tehnologije, adaptivna robotika in intuitivni vmesniki za napredne proizvodne procese
European Commission
prof. dr. Aleš Ude
12. H2020 - QU4LITY; Digitalna resničnost v proizvodnji brez napak
European Commission
prof. dr. Aleš Ude
13. H2020 - ReconCell; Rekonfigurabilna robotska celica za hitro postavitev avtomatiziranih montažnih procesov v manjših in srednjih podjetjih
European Commission
prof. dr. Aleš Ude
14. H2020 - SPEXOR; Spinalni robotski eksoskelet za preprečevanje bolečin v hrbtu in poklicno rehabilitacijo
European Commission
prof. dr. Jan Babič
15. Izogibanje oviram kot neuroekonomično odločanje
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Jan Babič

16. Stabilizacija težišča telesa za izboljšanje koncepta robotizirane sprehajalne palice opremljene s taktilnim povratnim mehanizmom
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Jan Babič
17. Razvoj novih orodij, ki omogočajo humanoidnim robotom sodelovanje s človekom pri manipulaciji objektov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Tadej Petrič
18. Učenje posploševanja med nalogami pri prediktivnem vodenju na osnovi modela: dinamično obnašanje humanoidnih robotov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Andrej Gams

PROGRAM

1. Avtomatika, robotika in biokibernetika
prof. dr. Igor Mekjavič

PROJEKTI

1. X-ADAPT: Križna-adaptacija med vročino in hipoksijo - nova strategija izboljševanja športne in delovne sposobnosti v različnih okoljih
doc. dr. Tadej Debevec
2. Vpliv hiperkapnične vadbe na intrakranialni tlak in oko
prof. dr. Igor Mekjavič
3. Metode vodenja za varno fizično interakcijo med človekom in robotom
doc. dr. Tadej Petrič
4. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti
doc. dr. Igor Kovač
5. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
doc. dr. Igor Kovač
6. Stimulatorji in deli
prof. dr. Aleš Ude
7. Servisne usluge - tujina
prof. dr. Igor Mekjavič
8. TRUExo - Izdelava ekoskeleta trupa za rehabilitacijo bolnikov z diseminiranim plazmacitom
prof. dr. Jan Babič
9. Servisne usluge - tujina; Znanost na ulici
dr. Adam Mc Donnell
10. Testiranje rokavic
prof. dr. Igor Mekjavič

VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Razvoj rekonfigurabilne robotske celice za končno kontrolo izdelka Gorenje gospodinjski aparati, d. d.
doc. dr. Leon Žlajpah
2. Regulacija mikroklima v oblačilnih sistemih - ReMOS
Ministrstvo za obrambo
prof. dr. Igor Mekjavič

OBISKI

1. Vladimir Šimović, Univerza v Zagrebu, Hrvaška, 11. 1.–13. 1., 18. 1.–20. 1., 25. 1. 2019
2. Marc Priggermeyer, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Nemčija, 28. 1. 2019
3. Djordje Djordjević, Ivamax Beograd, Srbija, 28. 1. 2019
4. Mihajlo Despotović, Ivamax Beograd, Srbija, 28. 1. 2019
5. Kosta Jovanović, Univerza v Beogradu, Srbija, 28. 1. 2019
6. Zaviša Gordić, Univerza v Beogradu, Srbija, 28. 1. 2019
7. Nikola Knezević, Univerza v Beogradu, Srbija, 28. 1. 2019
8. Edwin van Asseldonk, University of Twente, Nizozemska, 24.–25. 1. 2019
9. Thomas Sugar, Arizona State University, Združene države Amerike, 19.–21. 1. 2019
10. Daniel Matejcek, Otto Bock, Nemčija, 11. 2. 2019
11. Dominik Simon Reiter, Otto Bock, Nemčija, 11. 2. 2019
12. Benjamin Schirmeister, Otto Bock, Nemčija, 18. 2. 2019
13. dr. Riika Virkkunen, VTT Technical Research Centre of Finland, Finska, 8.–13. 3. 2019
14. Erhan Oztop, Ozyegin University, Turčija, 20.–25. 3. 2019
15. dr. Ivan Godler, Twist Drive Technologies Inc., Japonska, 25. 3.–4. 4. 2019
16. prof. Claus Thybo, Nilfisk, Danska, 16. 5. 2019
17. dr. Oscar Lazaro, Innovalia Association, Španija, 16. 5. 2019
18. prof. dr. Maria Koskolou, Univerza v Atenah, Grčija, 30. 5.–2. 6. 2019
19. prof. dr. Pietro di Prampero, Univerza v Udinah, Italija, 31. 5. 2019
20. Irina Ivanovska, Univerza v Skopju, Makedonija, 2.–23. 6. 2019
21. prof. Winfried Amoaku, Univerza v Nottinghamu, Velika Britanija, 15.–16. 5. 2019
22. Michael Hofbaur, Joanneum Research Institute, Avstrija, 10. 7. 2019
23. Mathias Brandstötter, Joanneum Research Institute, Avstrija, 10. 7. 2019
24. prof. Ludovic Righetti, Univerza v New Yorku, Združene države Amerike, 7.–10. 8. 2019
25. Holger Zuidwijk, W. L. Gore, Nemčija, 8. 8. 2019
26. dr. Christoph Siebenmann, EURAC – Institute for Alpine Environment, Italija, 17.–30. 6. 2019
27. Branko Lukić, Univerza v Beogradu, Srbija, 22. 9.–30. 11. 2019
28. Kosta Jovanović, Univerza v Beogradu, Srbija, 7. 10. 2019
29. Nikola Knezević, Univerza v Beogradu, Srbija, 7. 10. 2019
30. Savo Icađić, Univerza v Beogradu, Srbija, 7. 10. 2019
31. Marko Skakun, Univerza v Beogradu, Srbija, 7. 10. 2019
32. Michael Hofbaur, Joanneum Research Institute, Avstrija, 11. 10. 2019
33. Mathias Brandstötter, Joanneum Research Institute, Avstrija, 11. 10. 2019
34. Lucas Wohlhart, Joanneum Research Institute, Avstrija, 11. 10. 2019
35. Thomas Haspl, Joanneum Research Institute, Avstrija, 11. 10. 2019
36. Mattias Weyrer, Joanneum Research Institute, Avstrija, 11. 10. 2019
37. dr. Elizabeth Simpson, Univerza v Nottinghamu, Velika Britanija, 14.–15. 11. 2019
38. prof. dr. Ian MacDonald, Univerza v Nottinghamu, Velika Britanija, 14.–15. 11. 2019
39. dr. Eric Rullman, Karolinska Institutet, Švedska, 14.–15. 11. 2019
40. doc. dr. Rodrigo Gonzalo, Karolinska Institutet, Švedska, 14.–15. 11. 2019
41. Wael Bacht, Univerza v Sorbonu, Francija, 7.–12. 11. 2019
42. Angelina Bellicha, Univerza v Sorbonu, Francija, 28. 11.–3. 12. 2019
43. prof. dr. Norbert Krüger, Syddansk Universitet, Danska, 9.–11. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Martin Bem: Trenutno stanje in prihodnje delo v projektu ReconCell, 15. 2. 2019
2. dr. Urša Ciuha: Pregled projektov, 22. 11. 2019
3. Jernej Čamernik: Funkcionalna, objektivna in subjektivna ocena nošenja eksoskeleta – nadaljevalna študija, 19. 4. 2019
4. prof. dr. Tadej Debevec: Hipoksija: Od predčasno rojenih do starejših posameznikov, 29. 3. 2019
5. prof. dr. Tadej Debevec: Je normobarična hipoksija ustrezen model za preučevanje vplivov povečane nadmorske višine?, 15. 11. 2019
6. dr. Miha Deniša: Implementacija industrijskih primerov projekta ReconCell, 1. 2. 2019
7. Miha Dežman: Razvoj mehansko podajnega eksoskeleta za asistenco zgornjih okončin, 12. 4. 2019
8. doc. dr. Andrej Gams: Učenje robotskih veščin: Latentni prostor in povratne informacije uporabnikov, 9. 5. 2019
9. Marko Jamšek: Krmiljenje kvazi-pasivnega eksoskeleta za hrbet, 31. 5. 2019
10. doc. dr. Igor Kovač: Razvoj in izgradnja koncepta tovarn prihodnosti v Sloveniji, 17. 5. 2019
11. Zvezdan Lončarević: Robotsko učenje v prostoru značilnih globokih avtoenkoderjev, 25. 10. 2019
12. Matija Mavsar: Digitalni signalni generator na merilni napravi STEMlab, 20. 12. 2019
13. dr. Adam McDonnell: Projekt simulacije lunarnega habitata projekt: LunHab, 11. 1. 2019
14. Tinkara Mlinar: Nevro-oftalmološki sindrom kot posledica bivanja v vesolju, 6. 12. 2019
15. prof. dr. Igor B. Mekjavić: Vpliv hipoksije na smučarsko sposobnost otrok: projekt Kindski, 13. 12. 2019
16. dr. Bojan Nemeč: Učenje strategij izjem za robotsko sestavljanje, 7. 6. 2019
17. doc. dr. Tadej Petrič: Človeku podobno robotsko gibanje – (zabijanje žebjla), 19. 4. 2019

18. Simon Reberšek: Avtomatska generacija poti iz CAD modela, 19. 7. 2019
19. dr. Barry Ridge: Učenje pisanja kamorkoli s prostorskim transformatorjem iz slike v gib z omrežji tipa enkoder – dekoder, 31. 5. 2019
20. Joshua Toby Royal: Hipoksija pri plavanju, 20. 6. 2019
21. dr. Anton Ružič: Arhitektura proizvodnega informacijskega sistema, 7. 6. 2019
22. Mihael Simonič: Avtonomno učenje razstavljanja, 25. 10. 2019
23. dr. Kunihito Tobita: Ocena toplotnega okolja na podlagi nevrofiziologije, 25. 1. 2019
24. prof. dr. Aleš Ude: Novi H2020 projekti na Odseku za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko, 24. 10. 2019
25. doc. dr. Leon Žlajpah: Inteligentni senzori v akuatorjih, 9. 5. 2019
26. doc. dr. Leon Žlajpah: Projekt Robkoncel, 22. 11. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Jan Babič, Tjaša Kunavar, Winter Workshop on Mechanism of Brain and Mind 2019, Rusutsu, Japonska, 9.–11. 1. 2019 (4)
2. Jan Babič, Jernej Čamernik, Marko Jamšek, Winter School on Wearable Robots, Kranjska Gora, 21.–25. 1. 2019
3. Jan Babič, Barry Martin Ridge, Aleš Ude, ICRA International Conference on Robotics and Automation 2019, Montreal, Kanada, 20.–24. 5. 2019 (1)
4. Urša Ciuha, Igor Mekjavić, ICEE International Conference on Environmental Ergonomics 2019, Amsterdam, Nizozemska, 7.–12. 7. 2019
5. Jernej Čamernik, Daša Gorjan, ISPGR World Congress 2019, Edinburgh, Škotska, 30. 6.–4. 7. 2019 (2)
6. Miha Dežman, Rok Pahič, Mihael Simonič, 11. študentska konferenca MPŠ in 13. dan mladih raziskovalcev KMBO v Planici, Planica, 15.–16. 4. 2019 (3)
7. Miha Dežman, Andrej Gams, Bojan Nemeč, Mihael Simonič, Humanoids 2019 International Conference on Humanoid Robots, Toronto, Kanada, 15.–17. 10. 2019 (3)
8. Andrej Gams, International Conference on Smart Technologies IEEE Eurocon 2019, Novi Sad, Srbija, 1.–4. 7. 2019 (1)
9. Andrej Gams, CASE 2019 International Conference on Automation Science and Engineering, Vancouver, Kanada, 22.–26. 8. 2019 (1)
10. Andrej Gams, Timotej Gašpar, Bojan Nemeč, Rok Pahič, Primož Radanovič, Simon Reberšek, Barry Martin Ridge, Mihael Simonič, Aleš Ude, 22. Mednarodna multikonferenca, Ljubljana, 11. 10. 2019 (4)
11. Timotej Gašpar, Rok Pahič, Tadej Petrič, Leon Žlajpah, 28th Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2019, Kaiserslautern, Nemčija, 19.–21. 6. 2019 (6)
12. Timotej Gašpar, Tadej Petrič, Aleš Ude, International Conference on Intelligent Robots and System IROS 2019, Macau, Kitajska, 4.–8. 11. 2019
13. Igor Kovač, Aleš Ude, Mednarodni strokovni sejem za avtomatizacijo in mehatroniko, Ljubljana, 12.–14. 2. 2019 (1)
14. Igor Kovač, Mobile World Congress, Barcelona, Španija, 25.–28. 2. 2019
15. Igor Kovač, 4. mednarodna znanstvena konferenca razvoja industrijskega inženiringa: priložnosti, potenciali, izzivi, Otočec, 8. 4. 2019 (1)
16. Tjaša Kunavar, Turkey Robotics Conference TORK 2019, Istanbul, Turčija, 26.–28. 6. 2019 (1)
17. Adam McDonnell, International Society for Gravitational Physiology ISGP 2019, Nagoya, Japonska, 26.–31. 5. 2019 (3)
18. Igor B. Mekjavić, terraXcube Meets Medical Research, Innovation in mountain medicine research, Bolzano, Italija, 5. 4. 2019 (1)
19. Igor B. Mekjavić, Slovenia-Croatia-Austria-Slovakia Quadrilateral Physiology Symposium 2019, Gradec, Avstrija, 21. 6. 2019
20. Igor B. Mekjavić, 24th Annual congress of the European college of sport science (ECSS), Praga, Češka, 3.–6. 7. 2019 (2)
21. Igor B. Mekjavić, Extreme Environmental Physiology: Life at the limits, Portland, Velika Britanija, 2.–4. 9. 2019 (1)
22. Igor B. Mekjavić, Golniški simpozij Klinika Golnik, Bled, 12. 10. 2019 (1)
23. Bojan Nemeč, 19th International Conference on Advanced Robotics, Belo Horizonte, Brazilija, 2.–6. 12. 2019 (1)
24. Aleš Ude, European Robotics Forum 2019, Bukarešta, Romunija, 20.–22. 3. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Urša Ciuha: Univerza v Udinah, Udine, Italija, 1. 1.–15. 8. 2019 (podoktorsko izobraževanje)
2. Miha Dežman: Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Nemčija, 1. 1.–31. 3. 2019 (medinštitutsko sodelovanje)
3. Barry Ridge: Advanced Telecommunications Research Institute (ATR), Kyoto, Japonska, 1. 1.–17. 4. 2019 (strokovno izpopolnjevanje)
4. Alexandros Sotiridis: Univerza v Atenah, Atene, Grčija, 9. 8.–31. 10. 2019 (strokovno izpopolnjevanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Jan Babič, vodja laboratorija
2. prof. dr. Tadej Debevec*
3. doc. dr. Andrej Gams
4. prof. dr. Polonca Jaki Mekjavič
5. doc. dr. Igor Kovač
6. prof. dr. Igor Mekjavič, znanstveni svetnik
7. doc. dr. Bojan Nemeč, znanstveni svetnik - vodja laboratorija
8. doc. dr. Tadej Petrič
9. dr. Anton Ružič
10. dr. Blaž Stres*
11. *Kunihito Tobita, odšel 1. 4. 2019*
12. **prof. dr. Aleš Ude, znanstveni svetnik - vodja odseka**
13. doc. dr. Leon Žlajpah, znanstveni svetnik

Podoktorski sodelavci

14. dr. Urša Ciuha
15. *dr. Miha Deniša, začasna prekinitev 1. 8. 2019*
16. dr. Adam Mc Donnell
17. dr. Barry Martin Ridge
18. *Panagiotis Sergouliotis, Doctor of Philosophy, odšel 1. 2. 2019*

Mlajši raziskovalci

19. *Martin Bem, mag. inž. str., odšel 1. 5. 2019*
20. *Robert Bevec*, univ. dipl. inž. el., odšel 1. 7. 2019*
21. Jernej Čamernek, prof. šp. vzg.
22. Miha Dežman, mag. inž. str.
23. Timotej Gašpar, Bolonjski študij II. stopnja
24. Marko Jamšek, mag. inž. str.
25. Jaka Jereb, mag. inž. str.
26. Tjaša Kunavar, M. Sc.
27. Zvezdan Lončarevič, mag. inf. kom. tehnol.
28. Matija Mavsar, mag. inž. el.
29. Tinkara Mlinar, MSc Human and Applied Physiology, VB
30. Rok Pahič, mag. inž. str.
31. Joshua Toby Royal, MSc., Združeno kraljestvo Velike Britanije in Severne Irske
32. Mihael Simonič, Msc

Strokovni sodelavci

33. *Rosana Čermelič, mag. inž. el., odšla 15. 4. 2019*
34. Tanja Dragojevič, dipl. soc. del.
35. Mitja Gliha, univ. dipl. inž. el.
36. Daša Gorjan, dipl. kin. (UN)
37. Gregor Klinc, mag. inž. str.
38. Rebeka Kropivšek Leskovar, dipl. inž. str. (VS)
39. Matevž Majcen Hrovat, mag. fiz.
40. Primož Radanovič, dipl. inž. str. (UN)
41. Simon Reberšek, univ. dipl. inž. el.
42. Andrej Trošt, dipl. inž. el. (VS)
43. Tamara Valenčič, dipl. kin. (UN)
44. Bogomir Vrhovec, univ. dipl. inž. rač. in inf.
45. *Anja Zrnec, Msc., Hrvaška, odšla 1. 12. 2019*

Tehniški in administrativni sodelavci

46. Željka Kukec, univ. dipl. ekon.
47. Petra Movh, univ. dipl. org.
48. *dr. Alexandros Sotiridis, odšel 1. 11. 2019*
49. Danijela Zeljković Anžiček, mag. posl. ved. Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Aalborg University, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Danska
2. AnyBody Technology A/S (SME), Danska
3. ATR Computational Neuroscience Laboratories, Kyoto, Japonska
4. b-Cat, Tiel, Nizozemska
5. Bernstein Center for Computational Neuroscience, Göttingen, Nemčija
6. Blue Ocean Robotics, Odense, Danska
7. Charité - Universitätsmedizin Berlin, Nemčija
8. CSIC, Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, Barcelona, Španija
9. DAWESOFT, d. o. o., Trbovlje
10. Deutsches Zentrum Für Luft- und Raumfahrt, Köln, Nemčija
11. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, Nemčija
12. ELVEZ, Višnja Gora
13. EPFL, Biorobotics Laboratory, Lozana, Švica
14. European Space Agency (ESA), Noordwijk, Nizozemska
15. Fraunhofer IGD, Darmstadt, Nemčija
16. GEOX s.p.A., Trbiž, Italija
17. Gorenje gospodinjinski aparati, d. o. o., Velenje
18. Heidelberg University, Nemčija

19. Heliomare, Nizozemska
20. Hellenic Military University, Faculty of Physical and Cultural Education. Human Performance - Rehabilitation Laboratory, Atene, Grčija
21. HERMIA, Tampere, Finska
22. IMK automotive GmbH (SME)
23. Innovalia Association, Bilbao, Španija
24. Institut National de Recherche en informatique et en automatique, Francija
25. Istituto Nazionale Tumori, Centro di Riferimento Oncologico, Aviano, Italija
26. Institute of Naval medicine, Ministry of Defence, Alverstoke, Velika Britanija
27. Inštitut za rehabilitacijo RS, Ljubljana
28. Intersocks, d. o. o., Kočevje
29. Iskratel, d. o. o., Kranj
30. Italian Institute of Technology, Genova, Italija
31. Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Anthropomatics, Nemčija
32. Kimberly-Clark, Atlanta, Georgia, ZDA
33. Kobe University, The Laboratory for Applied Human Physiology, Japonska
34. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
35. Leibniz Universität Hannover, Nemčija
36. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
37. National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of physical education and sport science, Department of sport medicine and biology of exercise, Atene, Grčija
38. NELA razvojni center, d. o. o., Železniki
39. Nordijski center Planica, Planica
40. Odelo, d. o. o., Prebold
41. OttoBock Healthcare GmbH, Nemčija
42. OttoBock Healthcare Products GmbH, Nemčija
43. Politecnico di Milano, Italija
44. Podkrižnik, d. o. o., Nazarje
45. Predilnica Litija, d. o. o., Litija
46. Prevent-Delozza, d. o. o., Celje
47. RC eNeM, d. o. o., Hrastnik
48. Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Ljubljana
49. Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Švedska
50. RWTH Aachen, Institute of Man-Machine Interaction, Nemčija
51. Slovenski etnografski muzej, Ljubljana
52. SMM proizvodni sistemi, d. o. o., Maribor
53. Steklarna Hrastnik, d. d., Hrastnik
54. S2P, znanost v prakso, Ljubljana
55. Tampere University of Technology, Institute of Production Engineering, Finska
56. Technische Universität Darmstadt, Nemčija
57. Technische Universität München, Nemčija
58. Tekstina, d. o. o., Ajdovščina
59. UCS, d. o. o., Vrhnika
60. UNIOR Kovaška industrija, d. d., Zreče
61. Università degli studi di Bologna, Italija
62. Università degli studi di Trieste, Italija
63. Università degli studi di Udine, Italija
64. Université Louis Pasteur, Laboratoire d'Imagerie et de Neurosciences Cognitives, Strassbourg, Francija
65. University of Birmingham, Birmingham, Velika Britanija
66. University of Bremen, Institute of Artificial Intelligence, Nemčija
67. University of Innsbruck, Avstrija
68. University of Notre Dame, ZDA
69. University of Nottingham, Velika Britanija
70. University of Portsmouth, The Human and Applied Physiology Laboratory, Anglija
71. University of Southern Denmark, Maersk McKinney Moller Institute, Odense, Danska
72. University of Wollongong, The Thermal Physiology Laboratory, Avstralija
73. University of Texas at Austin, ZDA
74. University Pierre and Marie Curie, Pariz, Francija
75. Univerza v Beogradu, Elektrotehniška fakulteta, Beograd, Srbija
76. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
77. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana
78. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
79. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana
80. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Ljubljana
81. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Odsek za fizioterapijo
82. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
83. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor
84. Univerza v Trstu, Medicinska fakulteta, Italija
85. Univerza v Zagrebu, Hrvaška
86. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Očesna klinika
87. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ortopedska klinika
88. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični inštitut za klinično nevrofiziologijo
89. Versarum, d. o. o., Trebnje
90. Vrije Universiteit Brussel, Belgija
91. VU University Amsterdam, Nizozemska
92. W. L. Gore & Associates, München, Nemčija
93. Xsens Technologies, Nizozemska
94. Yaskawa Electric Corporation, Kokura, Japonska
95. Yaskawa Slovenija, d. o. o., Ribnica
96. Zavod Biomedicinska razvojna inovacijska skupina, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Michail E. Keramidis, Roger Kölegård, Igor B. Mekjavić, Ola Eiken, "Interactions of mild hypothermia and hypoxia on finger vasoreactivity to local cold stress", *American journal of physiology. regulatory, integrative and comparative physiology*, 2019, **317**, 3, r418-r431. [COBISS.SI-ID 32572711]
2. Morteza Azad, Jan Babič, Michael Mistry, "Effects of the weighting matrix on dynamic manipulability of robots", *Autonomous robots*, 2019, **43**, 7, 1867-1879. [COBISS.SI-ID 32081447]
3. Alexandros Sotiriadis, Panagiotis Miliotis, Urška Ciuha, Maria D. Koskolou, Igor B. Mekjavić, "No ergogenic effects of a 10-day combined heat and hypoxic acclimation on aerobic performance in normoxic thermoneutral or hot conditions", *European journal of applied physiology*, 2019, **119**, 11/12, 2513-2527. [COBISS.SI-ID 32870183]
4. Adam McDonnell, Ola Eiken, Petra Frings-Meuthen, Joern Rittweger, Igor B. Mekjavić, "The LunHab project: muscle and bone alterations in male participants following a 10 day lunar habitat simulation", *Experimental physiology*, 2019, **104**, 8, 1250-1261. [COBISS.SI-ID 32507943]
5. Tadej Petrič, Luka Peternel, Jun Morimoto, Jan Babič, "Assistive arm-exoskeleton control based on human muscular manipulability", *Frontiers in neurorobotics*, 2019, **13**, 30. [COBISS.SI-ID 32381991]
6. Anton Ušaj, Igor B. Mekjavić, Jernej Kapus, Adam McDonnell, Polona Jaki Mekjavić, Tadej Debevec, "Muscle oxygenation during hypoxic exercise in children and adults", *Frontiers in physiology*, 2019, **10**, 1385. [COBISS.SI-ID 32788263]
7. Tadej Debevec, Vincent Pialoux, Grégoire P. Millet, Agnès Martin, Minca Mramor, Damjan Osredkar, "Exercise overrides blunted hypoxic ventilatory response in prematurely born men", *Frontiers in physiology*, 2019, **10**, 437. [COBISS.SI-ID 32244775]
8. Miha Dežman, Andrej Gams, "Optimization and analysis of the modified PLVL-variable stiffness actuator", *International journal of mechanics and control*, **20**, 21, 23-33. [COBISS.SI-ID 32447783]
9. Minija Tamošiunaitė et al. (17 avtorjev), "Cut & recombine: reuse of robot action components based on simple language instructions", *The international journal of robotics research*, 2019, **38**, 10/11, 1179-1207. [COBISS.SI-ID 32580135]
10. Daša Gorjan, Jan Babič, Nejc Šarabon, Zrinka Potočanac, "Small, movement dependent perturbations substantially alter postural control strategy in healthy young adults", *Journal of biomechanics*, 2019, **91**, 1-6. [COBISS.SI-ID 1540644036]
11. Nejc Šarabon, Žiga Kozinc, Jan Babič, Goran Marković, "Effect of rowing ergometer compliance on biomechanical and physiological indicators during simulated 2,000-metre race", *Journal of Sports Science and Medicine: free electronic journal*, 2019, **18**, 2, 264-270. [COBISS.SI-ID 1541154756]
12. Urška Ciuha, Kunihito Tobita, Adam McDonnell, Igor B. Mekjavić, "The effect of thermal transience on the perception of thermal comfort", *Physiology & behavior*, 2019, **210**, 112623. [COBISS.SI-ID 32531751]
13. Luka Peternel, Jan Babič, "Target of initial sub-movement in multi-component arm-reaching strategy", *Scientific reports*, 2019, **9**, 20101. [COBISS.SI-ID 33000999]
14. Jan Babič, Tadej Petrič, Katja Mombaur, Idsart Kingma, Jonas Bornmann, José González-Vargas, Saskla Baltrusch, Nejc Šarabon, Han Houdijk, "SPEXOR: design and development of passive spinal exoskeletal robot for low back pain prevention and vocational reintegration", *SN Applied Sciences*, 2019, **1**, 262. [COBISS.SI-ID 32319783]
15. Urška Ciuha, Tjaša Pogačar, Lučka Kajfež-Bogataj, Mitja Gliha, Lars Nybo, Andreas D. Flouris, Igor B. Mekjavić, "Interaction between indoor occupational heat stress and environmental temperature elevations during heat waves", *Weather, climate, and society*, 2019, **11**, 4, 755-762. [COBISS.SI-ID 32611623]
16. Juri Gorjanc, Shawnda A. Morrison, Adam McDonnell, Polona Jaki Mekjavić, Rok Blagus, Igor B. Mekjavić, "Ski-Everest (8848 m) expedition: digit skin temperature responses to cold immersion may reflect susceptibility to cold injury", *Wilderness & environmental medicine*, 2019, **30**, 2, 141-149. [COBISS.SI-ID 32358183]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Olivier White, Jan Babič, Carlos Trenado, Leif Johannsen, Nandu Goswami, "The promise of stochastic resonance in falls prevention", *Frontiers in physiology*, 2019, **9**, 1865. [COBISS.SI-ID 32059431]

KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Kosta Jovanović, Tadej Petrič, Toshiaki Tsuji, Calogero Maria Oddo, "Editorial: Human-like advances in robotics: motion, actuation, sensing, cognition and control", *Frontiers in neurorobotics*, 2019, **13**, 85. [COBISS.SI-ID 32773159]

STROKOVNI ČLANEK

1. Tadej Debevec, "Višinski trening v športu: je kaj novega?", *Šport: revija za teoretična in praktična vprašanja športa*, 2019, **67**, 1/2, 39-43. [COBISS.SI-ID 5542833]
2. Igor Kovač, Vladimir Jovan, Aleš Ude, Aleš Hančič, Dragan Kusić, Janez Štrancar, "Program GOSTOP: gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti", *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2019, **25**, 2, 114-122. [COBISS.SI-ID 32437031]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Pauline Maurice et al. (11 avtorjev), "Evaluation of PAEXO, a novel passive exoskeleton for overhead work", V: *44ème Congres Societe de Biomecanique, 28-30 October 2019, Poitiers, France*, (Computer methods in biomechanics and biomedical engineering, **22**, suppl. 1), 2019, s448-s450. [COBISS.SI-ID 17149699]
2. Leon Žljajpah, Tadej Petrič, "Bounded self-motion of functional redundant robots", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019, Kaiserslautern, Germany*, (Advances in intelligent systems and computing, **980**), Springer, 2019, 285-292. [COBISS.SI-ID 32502311]
3. Barry Ridge, Rok Pahič, Aleš Ude, Jun Morimoto, "Convolutional encoder-decoder networks for robust image-to-motion prediction", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019, Kaiserslautern, Germany*, (Advances in intelligent systems and computing, **980**), Springer, 2019, 514-523. [COBISS.SI-ID 32503335]
4. Timotej Gašpar, Miha Deniša, Aleš Ude, "Knowledge acquisition through human demonstration for industrial robotic assembly", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019, Kaiserslautern, Germany*, (Advances in intelligent systems and computing, **980**), Springer, 2019, 346-353. [COBISS.SI-ID 32503079]
5. Branko Lukić, Tadej Petrič, Leon Žljajpah, Kosta Jovanović, "KUKA LWR robot Cartesian stiffness control based on kinematic redundancy", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019, Kaiserslautern, Germany*, (Advances in intelligent systems and computing, **980**), Springer, 2019, 310-318. [COBISS.SI-ID 32502567]
6. Tadej Petrič, Leon Žljajpah, "On-line adaption of virtual guides through physical interaction", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019, Kaiserslautern, Germany*, (Advances in intelligent systems and computing, **980**), Springer, 2019, 293-300. [COBISS.SI-ID 33015591]
7. Zvezdan Lončarević, Rok Pahič, Mihael Simonič, Aleš Ude, Andrej Gams, "Reduction of trajectory encoding data using a deep autoencoder network: robotic throwing", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019,*

- Kaiserslautern, Germany, [Advances in intelligent systems and computing, **980**], Springer, 2019, 86-94. [COBISS.SI-ID 32502055]
8. Jožica Piškur, Sebastjan Šljapah, Bojan Nemeč, Matjaž Mihelj, Marko Munih, "Use of bimanual haptic teleoperation system for optimized task performance with adaptive haptic tunnel", V: *Advances in service and industrial robotics: proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2019), June 19-21 2019, Kaiserslautern, Germany*, [Advances in intelligent systems and computing, **980**], Springer, 2019, 329-336. [COBISS.SI-ID 32502823]
 9. Michael Franke, Gregory Scontras, Mihael Simonič, "Subjectivity-based adjective ordering maximizes communicative success", V: *COGSCI'19, [41st Annual Conference of the Cognitive Science Society], 24-27 July 2019, Montreal, Canada*, Proceedings, Cognitive Science Society, 2019, 344-350. [COBISS.SI-ID 32518183]
 10. Mihael Simonič, Leon Žljapah, Aleš Ude, Bojan Nemeč, "Autonomous learning of assembly tasks from the corresponding disassembly tasks", V: *HUMANOIDS 2019, IEEE-RAS 19th International Conference on Humanoid Robots, October 15-17, 2019, Toronto, Canada*, IEEE, 2019, 246-252. [COBISS.SI-ID 32918567]
 11. Miha Dežman, Tamim Asfour, Aleš Ude, Andrej Gams, "Exoskeleton arm pronation/supination assistance mechanism with a guided double rod system", V: *HUMANOIDS 2019, IEEE-RAS 19th International Conference on Humanoid Robots, October 15-17, 2019, Toronto, Canada*, IEEE, 2019, 590-595. [COBISS.SI-ID 32882471]
 12. Bojan Nemeč, Mihael Simonič, Tadej Petrič, Aleš Ude, "Incremental policy refinement by recursive regression and kinesthetic guidance", V: *ICAR 2019, 19th International Conference on Advanced Robotics, Belo Horizonte, Brazil, December 2nd-6th, 2019*, IEEE, 2019, 344-349. [COBISS.SI-ID 33113895]
 13. Mohamed Elobaid, Yue Hu, Giulio Romualdi, Stefano Daffar, Jan Babič, Daniele Pucci, "Teleexistence and teleoperation for walking humanoid robots", V: *Intelligent systems and applications: proceedings of the 2019 Intelligent Systems Conference (InterliSys), [September 5-6, 2019, London, UK]*, [Advances in intelligent systems and computing, **1038**], Springer, 2019, 1106-1121. [COBISS.SI-ID 32682535]
 14. Barry Ridge, Rok Pahič, Aleš Ude, Jun Morimoto, "Learning to write anywhere with spatial transformer image-to-motion encoder-decoder networks", V: *International Conference on Robotics and Automation (ICRA)-2019, May 20-24, 2019, Montreal, Canada*, IEEE, 2019, 2111-2117. [COBISS.SI-ID 32579879]
 15. Andrej Gams, Simon Reberšek, Bojan Nemeč, Jure Škrabar, Rok Krhlikar, Jure Skvarč, Aleš Ude, "Robotic learning for increased productivity: autonomously improving speed of robotic visual quality inspection", V: *15th International Conference on Automation Science and Engineering, (CASE), August 22-26, 2019, Vancouver, BC, Canada*, Proceedings, IEEE, 2019, 1275-1281. [COBISS.SI-ID 32599335]
 16. Zvezdan Lončarevič, Rok Pahič, Mihael Simonič, Aleš Ude, Andrej Gams, "Learning of robotic throwing at a target using qualitative learning reward", V: *18th IEEE International Conference on Smart Technologies, EUROCON 2019, 1-4 July, 2019 Novi Sad, Serbia*, Proceedings, Novi Sad University, Faculty of Technical Sciences, 2019. [COBISS.SI-ID 32497959]
 17. Timotej Gašpar, Miha Deniša, Primož Radanovič, Aleš Ude, "Autonomous adaptation to changes in production demands with a reconfigurable robot workcell", V: *Robotika: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 11. oktober 2019: zvezek G*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 12-15. [COBISS.SI-ID 32881191]
 18. Mihael Simonič, Aleš Ude, Bojan Nemeč, "Autonomous learning of assembly policy", V: *Robotika: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 11. oktober 2019: zvezek G*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 7-10. [COBISS.SI-ID 32880935]
 19. Barry Ridge, Rok Pahič, "Learning robotic handwriting with convolutional image-to-motion encoder-decoder networks", V: *Robotika: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 11. oktober 2019: zvezek G*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 23-26. [COBISS.SI-ID 32881703]
 20. Andrej Gams, Simon Reberšek, Aleš Ude, "Visual feedback and learning for optimal velocity of robotic visual quality inspection", V: *Robotika: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 11. oktober 2019: zvezek G*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 18-21. [COBISS.SI-ID 32881447]
 21. Marko Jamšek, Jan Babič, "Human trunk stabilization with hip exoskeleton for enhanced postural control", V: *Wearable robotics: challenges and trends: proceedings of the 4th International Symposium on Wearable Robotics, WeRob2018, October 16-20, 2018, Pisa, Italy*, (Biosystems et biorobotics, **22**), Springer, 2019, 450-454. [COBISS.SI-ID 31817511]
 22. Mišel Cevzar, Tadej Petrič, Marko Jamšek, Jan Babič, "Real-time control of quasi-active hip exoskeleton based on Gaussian mixture model approach", V: *Wearable robotics: challenges and trends: proceedings of the 4th International Symposium on Wearable Robotics, WeRob2018, October 16-20, 2018, Pisa, Italy*, (Biosystems et biorobotics, **22**), Springer, 2019, 244-248. [COBISS.SI-ID 31817767]
 23. Urban Bobek, Elmar Rueckert, Marko Jamšek, Saša Barišič, Jan Babič, "Combining foot placement prediction with obstacle detection to detect tripping", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 110-113. [COBISS.SI-ID 12699988]
 24. Zvezdan Lončarevič, Rok Pahič, Gregor Papa, Andrej Gams, "Experimental evaluation of deep-learning applied on pendulum balancing", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 219-222. [COBISS.SI-ID 32721703]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Martin Stepančič, Andrej Biček, Miha Erjavec, Simon Kulovec, Leon Žljapah, "Koncept inteligentnega pogonskega sklopa", V: *Vir znanja in izkušnje za stroko: 11. industrijski forum IRT, Portorož, 3. in 4. junij 2019*, zbornik foruma, Profidtp, 2019, 145-153. [COBISS.SI-ID 32493607]
2. Michael Pravits, Aleš Ude, Igor Kovač, Miha Deniša, "RECONCEL: potreba po varni prilagodljivosti za industrijo!", V: *Vir znanja in izkušnje za stroko: 11. industrijski forum IRT, Portorož, 3. in 4. junij 2019*, zbornik foruma, Profidtp, 2019, 25-30. [COBISS.SI-ID 32493351]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK Z RECENZIJO

1. Matjaž Mihelj, Tadej Bajd, Aleš Ude, Jadran Lenarčič, Aleš Stanovnik, Marko Munih, Jure Rejc, Sebastjan Šljapah, *Robotics*, 2nd ed., Springer, 2019. [COBISS.SI-ID 43404333]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Tadej Debevec, *Športnik v ekstremnih okoljih: delovni zvezek za vaje in seminarje: študijsko gradivo*, Ljubljana: Fakulteta za šport, 2019. [COBISS.SI-ID 5547953]

PATENT

1. Anton Umek, Boris Jerman, Mitja Gliha, Anton Kos, Iztok Špan, *Za dinamično tehtanje bremena prirejena pritrđilna enota prijemala na roko hidravličnega dvigala*, SI25473 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 01. 2019. [COBISS.SI-ID 16146459]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Robert Bevec, *Učenje predstavitev objektov s pomočjo robotskih manipulacij*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Aleš Ude). [COBISS.SI-ID 12846420]
2. Jurij Gorjanc, *Mehanizem z mrazom izzvane vazodilatacije kot napovedni dejavnik za dovzetnost omrzlin pri alpinistih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Matjaž Veselko; somentor Igor B. Mekjavič). [COBISS.SI-ID 301681152]
3. Alexandros Sotiridis, *Posamezni in skupni učinki aklimatizacije na hipoksijo in vročino na vadbeno zmogljivost pri človeku*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Igor B. Mekjavič; somentor Tadej Debevec). [COBISS.SI-ID 32414503]

Dejavnost Odseka za sisteme in vodenje obsega analizo, vodenje in optimizacijo različnih sistemov in procesov. V tem okviru raziskujemo in preizkušamo nove metode za avtomatsko vodenje, razvijamo postopke in programska orodja za podporo načrtovanju in gradnji sistemov za vodenje, načrtujemo in izdelujemo namenske elektronske sklope ter gradimo zahtevne sisteme za vodenje in nadzor strojev in naprav oziroma industrijskih in drugih procesov.

Temeljne in uporabne raziskave so leta 2019 potekale na treh širših področjih: metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja; gradniki, orodja in znanja za implementacijo ter uporaba na ciljnih prioritarnih problemskih področjih.

V okviru podpodročja metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja se je del aktivnosti nanašal na problematiko modeliranja (kompleksnih) dinamičnih sistemov. Tu so raziskave potekale na področju modeliranja atmosferskih spremenljivk z modeli na podlagi Gaussovih procesov. Glavna obravnavana problema sta bila modeliranje temperaturnega profila in raziskovanje povezav med spremenljivkami dinamičnega modela.

Nadaljevali smo delo na razvoju metod prediktivnega vodenja na podlagi hitre sprotne optimizacije s poudarkom na hitri gradientni metodi. Z izboljšanim skaliranjem smo dosegli boljšo numerično pogojenost algoritma. Ta omogoča učinkovitejšo FPGA izvedbo optimizacijskega algoritma, ki je primerna za zahtevno hitro multivariabilno regulacijo za problem stabilizacije nestabilnih stanj, povezanih z upornostjo stene reaktorja tako za ITER kot za dinamično hitrejšo srednje velike eksperimentalne tokamak reaktorje (slika 1).

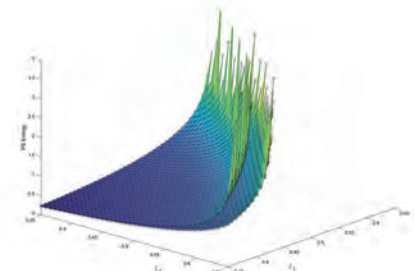
Na področju pametnih tovarn smo na odseku začeli aktivnosti za razvoj sistema za avtomatsko zaznavanje zastojev v proizvodnem procesu, ki temelji na diskretno dogodkovnem modelu proizvodnih operacij, ki je identificiran neposredno iz reprezentativnih proizvodnih dogodkov. V ta namen je bil razvit postopek za samodejno identifikacijo delovnega toka proizvodnje iz dnevnika dogodkov, ki uredi proizvodne podatke v obliko, primerno za uporabo standardnih algoritmov procesnega rudarjenja (slika 2).

Na področju diagnostike gorivnih celic smo leta 2019 dosegli pomemben napredek. Ocenjevanje negotovosti v identificiranih modelih procesov je pomembno za zanesljivo in robustno diagnozo. Namesto popolnih računsko zahtevnih Bayesovih pristopov smo razvili variacijski Bayesov pristop, ki je numerično sledljiv in rezultira v ocenjeni mejni porazdelitvi parametrov modela. Vzpodbudne začetne validacije so bile opravljene na področju prognostike preostale življenjske dobe SOFC gorivnih celic.

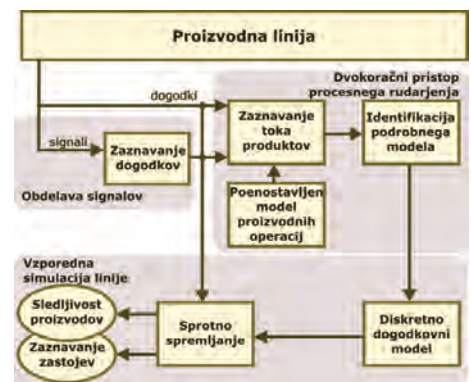
Na področju **gradniki, orodja in znanja za implementacijo** je večina aktivnosti potekala v okviru triletnega programa GOSTOP – Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti. Leta 2019 je delo je potekalo v sklopu vodenja programa in v sklopu RR-projektov, pri katerih smo sodelovali na več področjih RR-vsebin. Na področju realizacije prototipov izdelkov za pametne tovarne prihodnosti smo sodelovali pri nadaljevanju razvoja, modifikacijah in laboratorijskem preizkušanju modulov za zagotavljanje 100-odstotne kakovosti serije končnih izdelkov na primeru večjega števila linij za proizvodnjo različnih tipov elektromotorjev. Na istem področju smo sodelovali tudi pri razvoju prototipa enote za daljinsko spremljanje procesov in za prenos podatkov iz industrijskih naprav prek najnovejših mobilnih omrežij 4. generacije. Na področju razvoja platforme za sintezo modelov iz proizvodnih podatkov za potrebe nadzora in adaptivnega vodenja proizvodnje ter podporo odločanju na podlagi teh modelov smo se ukvarjali z razvojem koncepta in modula za zaznavanje zastojev kosovne linije na podlagi identifikacije diskretno dogodkovnega modela iz podatkov. Na področju razvoja platforme za adaptivno korekcijo končne kakovosti izdelka na liniji EC-motorjev smo izvajali podrobno analizo proizvodnih podatkov s ciljem identifikacije modela nivoja vibracij končne kontrole na podlagi proizvodnih parametrov predhodnih operacij, kot so balansiranje rotorja, magnetenje rotorja, vijačenje rotorja in kontrola pomika aksialne zračnosti. Na področju razvoja inteligentnega sistema za upravljanje z orodji smo realizirali algoritme za upravljanje z orodji ter pripravili potrebne podatke in podatkovne strukture za testiranje izdelanih algoritmov za upravljanje z orodji. Na področju izdelave eksperimentalnega koncepta inteligentnega pogona smo sodelovali



Vodja:
dr. Gregor Dolanc



Slika 1: Primerjava območja stabilizacije nestabilnih stanj povezanih z uporno steno reaktorja ξ_1 in ξ_2 . Višina grafa pri vsakem paru začetnih vrednosti nestabilnih stanj kaže integral napajalne moči za stabilne odzive (x : LQG regulator; o : prediktivni regulator).



Slika 2: Pristop za identifikacijo diskretno dogodkovnega modela procesa

Naš odsek je partner v novem Horizon 2020 projektu RUBY – Robust and reliable general management tool for performance and durability improvement of fuel cell stationary units.

radiološkega onesnaženja atmosfere z uporabo modelov na podlagi Gaussovih procesov je večina aktivnosti potekala na področju vrednotenja različnih metod modeliranja na podlagi Gaussovih procesov za identifikacijo modelov, uporabnih za napovedovanje atmosferskih spremenljivk. Identificirali smo dinamične modele temperaturnega profila, relativne vlage ter smeri in jakosti vetra. Poleg tega smo raziskovali povezave med spremenljivkami in njihove povezave z algebraičnimi hiperstrukturami.

Leta 2019 smo začeli izvajati nov ARRS aplikativni projekt **Optimizacijsko vodenje pretvornika energije v vodik v povezavi s hidroelektrarno**. Pri projektu bomo obravnavali problematiko optimalnega vodenja posebnega primera sistema P2G (P2G – sistem za pretvorbo električne energije v plin, angl. Power to Gas System), povezanega s hidroelektrarno. V času viškov električne energije se namreč od fleksibilnih virov, kamor spadajo tudi hidroelektrarne, lahko zahteva zmanjšanje proizvodnje električne energije ali celo zaustavitev. Če hidroelektrarna zmanjša proizvodnjo elektrike, vodna akumulacija pa je polna, je treba del vodnega pretoka prelivati mimo turbin. To pomeni izgubo vodne energije in finančno izgubo. Sistem P2G, dograjen hidroelektrarni, lahko del viškov energije pretvori v vodik in tako prepreči ali zmanjša energetska in finančno izgubo.

V okviru pobude RS za vzpostavitev in delovanje strateško inovativnih partnerstev v okviru Slovenske strategije pametne specializacije S4 deluje tudi **Strateško inovativno partnerstvo Tovarne prihodnosti – SRIP ToP**. Naš odsek ima v SRIP ToP zelo aktivno vlogo pri vodenju področja Tehnologije vodenja in pri izvajanju večletnega akcijskega načrta tega področja. Leta 2019 smo izvedli vse predvidene aktivnosti druge faze izvajanja in začeli pripravljati akcijski načrt za tretjo fazo.

Mednarodni razvojno-raziskovalni projekti

Tema mednarodnega projekta H2020 **Memphys – MEMbrane based Purification of HYdrogen System** je razvoj sistema za elektrokemijsko komprimiranje in čiščenje vodika s pomočjo membran, ki nastopajo v PEM gorivnih celicah. Naloga Odseka za sisteme in vodenje je razvoj aparaturne in programske opreme za krmilni in diagnostični sistem. V preteklem letu smo razvili specialne elektronske module za diagnostiko (vzbujanje sistema s perturbacijami električnega toka in hitro vzorčenje odzivov signalov napetosti posameznih celic) (slika 3).

Leta 2019 smo s partnerji uspešno zaključili H2020 projekt INSIGHT. Naša skupina je prispevala nov pristop k oceni impedance SOFC, ki temelji na učinkovitem psevdo naključnem sondiranju binarnega signala in z uporabo kompleksne valjčne transformacije. Prvič je bila izvedena natančna ocena stopnje negotovosti parametrov modela impedance z uporabo pristopa Monte Carlo na markovskih verigah (angl. Markov chain Monte Carlo – MCMC). Pristop je bil implementiran na namenski platformi HW, razviti v okviru projekta, in preizkušen na komercialnem sistemu SOFC.

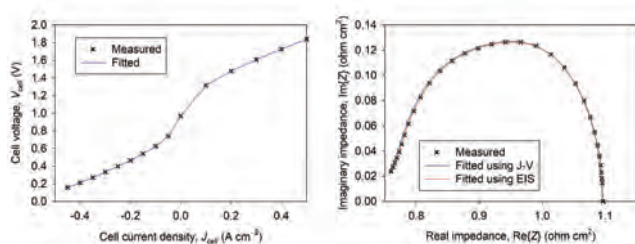
V sodelovanju s **Tehnično univerzo v Gradcu** razvijamo in validiramo metodologijo za sprotno spremljanje in diagnosticiranje napak v trdooksidnih elektroliznih celicah (angl. solid oxide electrolysis cells – SOEC). Celice SOEC so namreč zelo obetavna tehnologija, ki omogoča shranjevanje viškov električne energije. Izvedena je bila nadgradnja sistema za spremljanje in izvedeni so bili prvi poskusni eksperimenti.

Pri skupnem projektu s CEA, Grenoble, Francija je bil leta 2019 poudarek na razvoju dvodimenzionalnega (2-D) mikrostrukturnega modela z nižjo kompleksnostjo za aglomeracijo niklja (Ni). Model je bil razvit z uporabo teorije eksponentialne rasti kristalov Ni. Ta degradacija je eden od ključnih problemov, saj povzroči zmanjšanje gostote trofaznih meja (angl. triple-phase boundary-TPB) in poveča polarizacijsko upornost SOFC. Izvedli smo začetno validacijo modela na podlagi zbranih statičnih in dinamičnih podatkov (slika 4).

IAPUNIT je mednarodni projekt, ki ga delno financira **Ministrstvo za obrambo** v koordinaciji z **Evropsko obrambno agencijo (EDA)** in ga izvajamo od leta 2018. Projekt spada na področje vodikovih tehnologij, cilj pa je preskrba vojaških vozil z elektriko, pridobljeno s pomočjo gorivnih celic iz vojaškega dizelskega goriva s potencialno visoko vsebnostjo žvepla. Odsek za sisteme in vodenje v sodelovanju s Kemijskim inštitutom načrtuje in razvija procesor goriva (refomer), ki bo pretvarjal vojaško dizelsko gorivo v vodik z rangom čistoče, ustreznim za visoko temperaturne gorivne celice



Slika 3: Namensko razviti elektronski modul za sistem membranskega čiščenja vodika



Slika 4: Validacija dinamičnega modela na statični karakteristiki (levo) in impedančni kriuljki (desno)

(HT-PEM). Prednost tovrstnega napajanja sta poleg čistejšega izpuha tudi manjši hrup in manjši toplotni odtis, kar je pomembno za vojaško uporabo.

Leta 2019 se je na odseku začel izvajati projekt **INEVITABLE – Optimization and performance improving in metal industry by digital technologies**, ki ga sofinancira EU v okviru programa Obzorje 2020. Triletni projekt je ocenjen na dobrih 6 milijonov evrov in ga koordiniramo s sodelavci na odseku. Pri projektu bodo na podlagi uporabe sodobnih digitalnih tehnologij razvita orodja in platforme za optimizacijo in izboljševanje procesov v jeklarski industriji. Pri projektu sodelujejo nekatera najpomembnejša podjetja in raziskovalno-razvojni inštituti iz Evrope na področju jeklarske industrije.

Aplikativni projekti

Za podjetje Domel, d. o. o., sta bila v zaključni fazi razvoja dva diagnostična sistema za 100-odstotno končno kontrolo električnih pogonov za kolesa (slika 5). Električni pogon za kolesa nastaja v dveh fazah na različnih lokacijah. V prvi fazi se sestavljajo polizdelki (polovica pogona z vgrajenimi elektroni, statorskim navitjem in rotorjem), v drugi fazi pa se vgradijo še zobniški prenosi in uležajenja ter celota zapre z drugo polovico ohišja. Ob testiranju polizdelkov se preverjajo električni parametri ter vibracije rotorja, za test končnih produktov pa se pogon izpostavi seriji električnih, funkcionalnih in varnostnih testov, ki pokrivajo celotni potencialni razpon delovanja. Ob tem se preverjajo električni in mehanski parametri ter vibracije sklopa zobniških prenosov in motorja. Rezultati diagnostičnih preizkusov se skupaj s serijskimi številkami ključnih komponent pogona vpišejo v podatkovno bazo in omogočajo nadaljnjo analitiko.

Na področju bioloških čistilnih naprav smo raziskali možnost hibridnega modeliranja, tj. povezovanja teoretičnega modela in podatkovnega Gaussovega modela z namenom izboljšati točnost napovedi modelov. Modele smo tudi uporabili v dveh študijah. V študiji za Centralno čistilno napravo Kranj smo prilagojen model na to napravo uporabili pri analizi in predlogu ukrepov za odpravljanje slabe usedljivosti blata. V KET4CP Micro Grant projektu pa smo za proizvajalca malih čistilnih naprav določili in z modelom preverili dimenzije reaktorja pri nadgradnji s tehnologijo MBBR.

V okviru sodelovanja s podjetjem GOSTOL, d. o. o., smo pripravili izvedljivostno študijo vpeljave naprednih rešitev za prediktivno vzdrževanje. Skupaj s podjetjem smo preverili trenutno tehnološko stanje v podjetju in identificirali njihovo srednjeročno vizijo. Na podlagi tega smo podali primerne rešitve za prediktivno vzdrževanje in priporočila za nadaljnjo usmeritev.

Izobraževanje strokovnjakov in študentov na področju tehnologije vodenja

Sodelavci odseka redno sodelujemo pri izpeljavi predavanj in vaj ter pri izvedbi diplomskih, magistrskih in doktorskih del v okviru študija na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru, Univerzi v Novi Gorici in na Mednarodni podiplomski šoli "Jožefa Stefana" v Ljubljani.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Vrečko, Darko, Nerat, Marko, Dolenc, Boštjan, Vrančič, Damir, Meyer, Fabien, Juričič, Đani, Optimizing the operation of a solid oxide fuel cell power system with a supervisory controller based on the extremum-seeking approach, *Energy conversion and management*, 2019, 187, 53-62
2. Stepničič, Martin, Juričič, Đani, Bošković, Pavle, Fault detection of fuel cell systems based on statistical assessment of impedance data, *Energy conversion and management*, 2019, 195, 76-85
3. Glavan, Miha, Gradišar, Dejan, Moscariello, Salvatore, Juričič, Đani, Vrančič, Damir, Demand-side improvement of short-term load forecasting using a proactive load management : a supermarket use case, *Energy and buildings*, 2019, 186, 186-194
4. Cristea, Irina Elena, Kocijan, Juš, Novak, Michal, Introduction to dependence relations and their links to algebraic hyperstructures, *Mathematics*, 2019, 7, 10, 1-14

Odsek koordinira nov Horizon 2020 projekt **INEVITABLE – Optimization and performance improving in metal industry by digital technologies. Pri projektu sodelujejo nekatera najpomembnejša podjetja in raziskovalno-razvojni inštituti iz Evrope na področju jeklarske industrije.**



Slika 5: Diagnostični sistem za končno kontrolo elektromotorja za električni pogon za kolesa

Za podjetje Domel, d. o. o., Železniki smo razvili in predali v uporabo drugi diagnostični sistem za pogone električnih koles.

Nagrado Tehnološke mreže Tehnologija vodenja procesov za najboljše magistrsko delo za leto 2019 je prejel mladi raziskovalec našega odseka Žiga Stržinar za magistrsko delo z naslovom Modeliranje in zaznavanje napak v klimatskih sistemih.

5. Kocijan, Juš, Perne, Matija, Mlakar, Primož, Grašič, Boštjan, Božnar, Marija, Hybrid model of the near-ground temperature profile, *Stochastic environmental research and risk assessment*, 2019, 33, 11/12, 2019-2032

Patent

1. Miha Glavan, Damir Vrančič, Dejan Gradišar, Iztok Humar, Mark Umberger, Satja Lumbar, Sistem in postopek za upravljanje električne moči hladilnega sistema z reguliranjem temperature izdelkov in temperature zraka, SI25557 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 5. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. KET4CleanProduction Bor-plastika: Vpeljava MBBR tehnologije Bor-plastika, d. o. o. dr. Nadja Hvala
2. IAPUNIT - Razvoj inovativnega pomožnega vira električne energije za vojaške namene, izvedenega na osnovi visoko-temperaturnih PEM gorivnih celic in tehnologije reforminga vojaških logističnih goriv The European Defence Agency (EDA) dr. Gregor Dolanc
3. H2020 - MEMPHYS; Sistem za čiščenje vodika s pomočjo membrane European Commission dr. Gregor Dolanc
4. H2020 - INSIGHT; Implementacija orodij za nadzor in diagnostiko realnih SOFC sistemov na podlagi analize signalov za potrebe podaljšanja življenjske dobe European Commission prof. dr. Đani Juričić
5. H2020 - INEVITABLE; Optimizacija in izboljšanje procesov v jeklarski industriji z uporabo digitalnih tehnologij European Commission dr. Dejan Gradišar
6. Spremljanje stanja in ocenjevanje življenjske dobe trdo-oksidnih gorivnih celic in elektrolizerjev Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS prof. dr. Đani Juričić

PROGRAM

1. Sistemi in vodenje prof. dr. Đani Juričić

OBISKI

1. Cagla Kuru, Dogus University, Istanbul, Turčija, 1. 10. 2018–31. 3. 2019
2. Muzaffer Oyan, Dogus University, Istanbul, Turčija, 1. 10. 2018–31. 3. 2019
3. doc. dr. Marko Tanasaković, Singidunum University, Beograd, Srbija, 21.–27. 1. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Marko Tanasaković, Singidunum University, Beograd, Srbija: Robust adaptive MPC, 21. 1. 2019
2. Đani Juričić: Seminar o seminarjih, 13. 5. 2019
3. dr. Miha Glavan: Studija izvedljivosti prediktivnega vzdrževanja na primeru industrijskega procesa, 20. 5. 2019
4. Damir Vrančič: Optimizacija odpravljanja motenj z uporabo modelov, 3. 6. 2019
5. dr. Gregor Dolanc: Predstavitev projekta MEMPHYS, 10. 6. 2019
6. univ. dipl. inž. el. Gjorgji Nusev: Nadzor vlage v elektrokemijski vodiki črpalki na podlagi identifikacije modela z necelimi odvodi, 10. 6. 2019
7. dr. Samo Gerškšič: Vodenje nestabilnih stanj osno nesimetrične deformacije plazme povezanih z upornostjo stene reaktorja za ITER s prediktivnim regulatorjem na podlagi primalne hitre gradientne metode, 17. 6. 2019
8. dr. Vladimir Jovan: Projekt GOSTOP, 1. 7. 2019
9. dr. Pavle Boškosi: Handling Big Datasets in Gaussian Processes for Statistical Wind Vector Prediction, 8. 7. 2019
10. dr. Matija Perne: Handling Big Datasets in Gaussian Processes for Statistical Wind Vector Prediction, 9. 9. 2019
11. dr. Gregor Dolanc, dr. Pavle Boškosi, prof. dr. Đani Juričić: Predstavitev novih projektov, 16. 9. 2019

PROJEKTI

1. Spremljanje degradacije visoko-temperaturnih elektrolizerjev z namenom povečanja življenjske dobe prof. dr. Đani Juričić
2. Spremljanje degradacije in optimizacija delovanja trdo-oksidnih elektrolizerjev prof. dr. Đani Juričić
3. STRAP - Izvor, transport in ponor obstojnih zračnih onesneževal v okolju Slovenije prof. dr. Juš Kocijan
4. Napovedovanje stanja iztrošenosti elektrokemijskih energetskih sistemov dr. Pavle Boškosi
5. E-vzdrževanje elektromehanskih pogonov: postopki za napovedovanje in upravljanje stanja pri nestacionarnih pogojih obratovanja prof. dr. Đani Juričić
6. Metoda za lokalno napovedovanje radiološkega onesnaženja atmosfere z uporabo modelov na podlagi Gaussovih procesov prof. dr. Juš Kocijan
7. Optimizacijsko vodenje pretvornika energije v vodik v povezavi s hidro elektrarno dr. Gregor Dolanc
8. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti dr. Vladimir Jovan
9. Povračilo stroškov znanstvenih objav v zlatem odprtem dostopu za leto 2019 dr. Gregor Dolanc

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. L2-1832 Sofinanciranje L-projekta: Optimizacijsko vodenje pretvornika energije v vodik v povezavi s hidroelektrarno Hidroelektrarne na spodnji Savi, d. o. o. dr. Gregor Dolanc

12. dr. Nadja Hvala: Uporaba in izboljšava matematičnih modelov pri obratovanju čistilnih naprav, 1. 10. 2019
13. dr. Marko Nerat: Modeliranje trdno oksidnih gorivnih celic na mikrostrukturnem nivoju, 7. 10. 2019
14. mag. inž. el. Tadej Krivec: Gaussian process models for system identification on large datasets, 14. 10. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Samo Gerškšič, 14th International Symposium on Fusion Nuclear Technology, ISFNT-14, Budimpešta, Madžarska, 22.–27. 10. 2019 (1)
2. Nadja Hvala: Vodni dnevi 2019, Portorož, Slovenija, 17.–18. 10. 2019
3. Juš Kocijan, Matija Perne, 5th IFAC Conference on Intelligent Control and Automation Sciences, ICONS 2019, Belfast, Velika Britanija, 21.–23. 8. 2019 (sourednik zbornika, (1))
4. Marko Nerat: QUANTUM ESPRESSO–Summer school on Advanced Materials and Molecular Modelling, Ljubljana, Slovenija, 15.–20. 9. 2019
5. Gregor Dolanc, Boštjan Dolenc, Dejan Gradišar, Nadja Hvala, Vladimir Jovan, Tomaž Kos, Gjorgji Nusev, Boštjan Pregelj, Damir Vrančič, 11. konferenca Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, Maribor, Slovenija, 9.–10. 4. 2019 (4)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Tomaž Kos: Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 21. 10. 2019–24. 12. 2019 (strokovno izpolnjevanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. dr. Pavle Boškosi
2. **dr. Gregor Dolanc**
3. dr. Samo Gerkišič
4. dr. Miha Glavan
5. dr. Giovanni Godena
6. dr. Dejan Gradišar
7. dr. Nadja Hvala
8. dr. Vladimir Jovan
9. prof. dr. Đani Juričić, znanstveni svetnik
10. prof. dr. Juš Kocijan, znanstveni svetnik
11. dr. Marko Nerat
12. dr. Matija Perne
13. dr. Janko Petrovčič
14. dr. Boštjan Pregelj
15. doc. dr. Damir Vrančič
16. dr. Darko Vrečko

Podoktorski sodelavci

17. dr. Boštjan Dolenc, odšel 8. 7. 2019

Mlajši raziskovalci

18. Tomaž Kos, mag. inž. el.
19. Tadej Krivec, mag. inž. el.
20. Gjorgji Nusev, univ. dipl. inž. el.
21. *Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el., odšel 17. 6. 2019*
22. Žiga Stržinar, mag. inž. el.
23. Luka Žnidarič, mag. mat.

Strokovni sodelavci

24. Stanislav Černe, dipl. inž. el.
25. Primož Fajdiga, dipl. inž. el.
26. David Jure Jovan, mag. inf. in kom. tehnol.

Tehniški in administrativni sodelavci

27. Maja Janežič, univ. dipl. kom.
28. Miroslav Štrubelj

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. AVL, Gradec, Avstrija
2. Bitron, Grugliasco (TO), Italija
3. Borit NV, Geel, Belgija
4. Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnji
5. Cosylab, Ljubljana
6. Danfoss Trata, Ljubljana
7. Domel, Železniki
8. Duale Hochschule Baden-Württemberg, Stuttgart, Nemčija
9. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Švica
10. Forschungszentrum Jülich, Nemčija
11. French Atomic and Alternative Energies Commission, Grenoble, Francija
12. HyET, Arnhem, Nizozemska
13. Imperial College of Science, Technology and Medicine, London, Velika Britanija
14. INEA Ljubljana
15. Institut für Mikrotechnik GmbH, Mainz, Nemčija
16. Kolektor Group, Idrija
17. Kolektor Sisteh, Ljubljana Črnuče
18. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
19. METRONIK, Ljubljana
20. Podkrižnik, Ljubno ob Savinji
21. SOLIDpower S.p.A., Mezzolombardo (TN), Italija
22. Špica International, Ljubljana Črnuče
23. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Danska
24. TECOS, Celje
25. University of Salerno, Fisciano (SA), Italija
26. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
27. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
28. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
29. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
30. Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko
31. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
32. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
33. Univerza v Novi Gorici, Poslovno tehniška fakulteta
34. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Espoo, Finska
35. Zavod Center ARI, Ljubljana
36. Zavod KC STV, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tomaž Kos, Tadej Rojac, Janko Petrovčič, Damir Vrančič, "Control system for automated drift compensation of the stand-alone charge amplifier used for low-frequency measurement", *AIP advances*, 2019, **9**, 3, 035133. [COBISS.SI-ID 32207143]
2. Iztok Ramovš, Samo Gerkišič, Uroš Lotrič, "Dualna hitra gradientna metoda na grafičnih procesnih enotah", *Elektrotehniški vestnik*, 2019, **86**, 4, 219-224. [COBISS.SI-ID 32760615]
3. Miha Glavan, Dejan Gradišar, Salvatore Moscariello, Đani Juričić, Damir Vrančič, "Demand-side improvement of short-term load forecasting using a proactive load management: a supermarket use case", *Energy and buildings*, 2019, **186**, 186-194. [COBISS.SI-ID 32090407]
4. Darko Vrečko, Marko Nerat, Boštjan Dolenc, Damir Vrančič, Fabien Meyer, Đani Juričić, "Optimizing the operation of a solid oxide fuel cell power system with a supervisory controller based on the extremum-seeking approach", *Energy conversion and management*, 2019, **187**, 53-62. [COBISS.SI-ID 32205863]
5. Martin Stepančič, Đani Juričić, Pavle Boškosi, "Fault detection of fuel cell systems based on statistical assessment of impedance data", *Energy conversion and management*, 2019, **195**, 76-85. [COBISS.SI-ID 32343079]
6. Joshua M. Blackstock, Matt Covington, Matija Perne, Joseph M. Myre, "Monitoring atmospheric, soil, and dissolved CO₂ using a low-cost, arduino monitoring platform (CO₂-LAMP): theory, fabrication, and operation", *Frontiers in earth science*, 2019, **7**, 313. [COBISS.SI-ID 32898855]
7. Jovan Stefanovski, Đani Juričić, "Input estimation over frequency region in presence of disturbances", *IEEE transactions on automatic control*, 2019, **64**, 12, 5074-5079. [COBISS.SI-ID 32796455]
8. Irina Elena Cristea, Juš Kocijan, Michal Novak, "Introduction to dependence relations and their links to algebraic hyperstructures", *Mathematics*, 2019, **7**, 10, 885. [COBISS.SI-ID 5453307]
9. Matija Perne, Samo Gerkišič, Boštjan Pregelj, "Soft inequality constraints in gradient method and fast gradient method for quadratic programming", *Optimization and engineering*, 2019, **20**, 3, 749-767. [COBISS.SI-ID 31974439]
10. Boštjan Dolenc, Đani Juričić, Pavle Boškosi, "Identification of the coupling functions between the process and the degradation dynamics by means of the variational Bayesian inference: an application to the solid-oxide fuel cells", *Philosophical transactions. Mathematical, physical and engineering sciences*, 2019, **377**, 2160, 0086. [COBISS.SI-ID 32806695]
11. Juš Kocijan, Matija Perne, Primož Mlakar, Boštjan Grašič, Marija Božnar, "Hybrid model of the near-ground temperature profile", *Stochastic environmental research and risk assessment*, 2019, **33**, 11/12, 2019-2032. [COBISS.SI-ID 32875815]
12. Tadej Krivec, Dejan Gradišar, Miha Glavan, Gašper Mušič, "Obdelava kompleksnih dogodkov pri spremljanju proizvodnega procesa", *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2019, **25**, 1, 46-53. [COBISS.SI-ID 16512795]
13. Tomaž Kos, Janko Petrovčič, Zoran Šaponja, Bojan Musizza, Gregor Podržaj, Sašo Strajnar, Damir Vrančič, "Razvoj in preizkus delovanja inteligentnega diferenčnega tlačnega pogona s sistemom za odpravo nihanj iSET", *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2019, **25**, 2, 140-146. [COBISS.SI-ID 32336167]

STROKOVNI ČLANEK

1. Matija Perne, "Podnebne spremembe na ferajnu: začetki in dosežki komisije za klimatizacijo društvenih prostorov", *Glas podzemlja: glasilo Društva za raziskovanje jam Ljubljana*, 2019, 72-75. [COBISS.SI-ID 32448039]
2. Dejan Gradišar, Miha Glavan, Gašper Mušič, Đani Juričić, "Standardizacija proizvodnih informacijskih sistemov za potrebe izvedbe patetnih tovarn", *Glasilo*, 2019, 4, 22-33. [COBISS.SI-ID 32303143]
3. Igor Kovač, Vladimir Jovan, Aleš Ude, Aleš Hančič, Dragan Kusić, Janez Štrancar, "Program GOSTOP: gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti", *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2019, 25, 2, 114-122. [COBISS.SI-ID 32437031]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Boštjan Dolenc, Pavle Boškosi, "Prognostics and health management of solid oxide fuel cell systems: challenges, accomplishments and trends", V: *International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies*, Proceedings of papers: 1, Faculty of Technical Sciences, St. Kliment Ohridski University; Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, 2019, 2-9. [COBISS.SI-ID 32623911]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Matija Perne, Martin Stepančič, Boštjan Grašič, "Handling big datasets in Gaussian processes for statistical wind vector prediction", V: *5th IFAC Conference on Intelligent Control and Automation Sciences, ICONS 2019, Belfast, United Kingdom, 21-23 August 2019*, (IFAC papersOnline, 52, 11), 2019, 110-115. [COBISS.SI-ID 32820263]
2. Mikuláš Huba, Paulo Moura Oliveira, Damir Vrančič, Pavol Bistak, "ADRC as an exercise for modeling and control design in the state-space", V: *6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDit 2019, Paris, France April 23-26, 2019*, Proceedings, IEEE, 2019, 464-469. [COBISS.SI-ID 33174311]
3. Alenka Trpin, Biljana Mileva Boshkoska, Pavle Boškosi, "Poincaré metric in algorithms for data mining tools", V: *Beyond databases, architectures and structures: paving the road to smart data processing and analysis: 15th International Conference, BDAS 2019, Ustroń, Poland, May 28-31, 2019*, (Communications in computer and information science, 1018), Springer, 2019, 195-203. [COBISS.SI-ID 32344615]
4. Đani Juričić, Gjorgji Nusev, Boštjan Dolenc, Pavle Boškosi, "Baysian estimation of the solid oxide fuel cell model", V: *International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies*, Proceedings of papers: 1, Faculty of Technical Sciences, St. Kliment Ohridski University; Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, 2019, 265-268. [COBISS.SI-ID 32622631]

5. Gjorgji Nusev, Gregor Dolanc, Đani Juričić, Pavle Boškosi, "Detection of membrane drying at electrochemical hydrogen compressors", V: *International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies*, Proceedings of papers: 1, Faculty of Technical Sciences, St. Kliment Ohridski University; Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, 2019, 99-102. [COBISS.SI-ID 32622887]
6. Marija Božnar, Primož Mlakar, Boštjan Grašič, Borut Breznik, Juš Kocijan, "Avtomatizacija procesov za sprotno ocenjevanje vpliva nuklearne elektrarne na okolico", V: *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2018, 24. srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 31. januar 2019*, zbornik del, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2019, 41-50. [COBISS.SI-ID 32088615]
7. Boštjan Pregelj, Andrej Debenjak, Gregor Dolanc, Janko Petrovčič, Boris Benedičič, "Diagnostični sistem za končno kontrolo elektromotornih pogonov za kolesa tipa Pedalec", V: *Zbornik enajste konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 9. in 10. april 2019, Maribor, Slovenija*, Društvo avtomatikov Slovenije, 2019, 102-107. [COBISS.SI-ID 32299047]
8. Tomaž Kos, Janko Petrovčič, Zoran Šponia, Bojan Musizza, Gregor Podržaj, Samo Krančan, Damir Vrančič, "Inteligentni diferencialni tlačni pogon s sistemom za odpravo nihanj iSET", V: *Zbornik enajste konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 9. in 10. april 2019, Maribor, Slovenija*, Društvo avtomatikov Slovenije, 2019, 110-116. [COBISS.SI-ID 32301863]
9. Dejan Gradišar, Miha Glavan, "Planiranje materialnih potreb z uporabo razširjene formulacije problema pakiranja", V: *Zbornik enajste konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 9. in 10. april 2019, Maribor, Slovenija*, Društvo avtomatikov Slovenije, 2019, 27-33. [COBISS.SI-ID 32298535]
10. Tadej Krivec, Dejan Gradišar, Miha Glavan, Gašper Mušič, "Zaznavanje anomalij v proizvodnem procesu preko obdelave kompleksnih dogodkov", V: *Zbornik enajste konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 9. in 10. april 2019, Maribor, Slovenija*, Društvo avtomatikov Slovenije, 2019, 34-39. [COBISS.SI-ID 32298791]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Martin Stepančič, Andrej Biček, Miha Erjavec, Simon Kulovec, Leon Žlajpah, "Koncept inteligentnega pogonskega sklopa", V: *Vir znanja in izkušenj za stroko: 11. industrijski forum IRT, Portorož, 3. in 4. junij 2019*, zbornik foruma, Profidtp, 2019, 145-153. [COBISS.SI-ID 32493607]

PATENT

1. Miha Glavan, Damir Vrančič, Dejan Gradišar, Iztok Humar, Mark Umberger, Satja Lumbar, *Sistem in postopek za upravljanje električne moči hladilnega sistema z reguliranjem temperature izdelkov in temperature zraka*, SI25557 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 05. 2019. [COBISS.SI-ID 31051815]

LABORATORIJ ZA UMETNO INTELIGENCO

E-3

Področje dela Laboratorija za umetno inteligenco (<http://ailab.ijs.si/>) so informacijske tehnologije, ki temeljijo na metodah in tehnologijah umetne inteligence. Najpomembnejša področja raziskav in razvoja so: analiza podatkov s poudarkom na tekstovnih, spletnih, večpredstavnih in dinamičnih podatkih, tehnike za analizo velikih količin podatkov v realnem času, strojno učenje, analize in modeliranje velikih omrežij, vizualizacija kompleksnih podatkov, semantične tehnologije, jezikovne tehnologije, metode sklepanja in širše področje raziskav upravljanja z znanjem. Laboratorij za umetno inteligenco združuje sodelavce z znanji in izkušnjami z različnih področij umetne inteligence. Poleg objav raziskovalnih rezultatov so sodelavci razvili vrsto metod in orodij za čezmodalno analizo podatkov. Najpomembnejša so: Text-Garden, knjižnica za analizo besedil; OntoGen (<http://ontogen.ijs.si/>), orodje za gradnjo ontologij iz večpredstavnih podatkov; Document-Atlas (<http://docatlas.ijs.si/>), orodje za vizualizacijo kompleksnih podatkov; Atlas of Slovenian Science (<http://scienceatlas.ijs.si/>), portal za analizo aktivnosti raziskovalcev; Enrycher (<http://enrycher.ijs.si/>), sistem za semantično anotacijo besedil; SearchPoint (<http://searchpoint.ijs.si/>), portal za vizualno in kontekstno spletno iskanje; OntoPlus, metodologija za polavtomatsko razširitev ontologij, Contextify (<http://contextify.net/>), orodje za kontekstno upravljanje z e-pošto in osebnim imenikom; Qminer (<http://qminer.ijs.si/>), platforma za analizo in procesiranje strukturiranih in nestrukturiranih podatkovnih tokov na velikih skalah v realnem času; NewsFeed (<http://newsfeed.ijs.si/>), prečiščen, neprekinjen, agregiran tok trenutnih semantično obogatenih novic iz RSS usposobljenih internetnih strani z vsega sveta; EventRegistry (<http://eventregistry.org/>), sistem za identifikacijo dogodkov v svetovnih medijih; Wikifier (<http://wikifier.org/>), sistem za anotacijo dokumentov, ki vsebujejo povezave na internetne strani Wikipedije; StreamStory (<http://streamstory.ijs.si/>), orodje za analizo podatkovnih tokov, ki omogoča alternativno vizualizacijo s pomočjo multivariantnih podatkovnih tokov z uporabo modela Markova; Videolectures Explorer (<http://explore.videolectures.net/>), orodje, ki omogoča uporabnikom brskanje podatkovne baze predavanj ter iskanje njihovih medsebojnih skupnih lastnosti, EDSA dashboard (<http://jobs.videolectures.net/>), orodje za agregiranje podatkov o povpraševanju (po prostih delovnih mestih) in ponudbi (izobraževalnega materiala) na področju znanosti o podatkih znotraj Evrope; nextPin, orodje za analizo časovnih sprememb lokacijskih podatkov; infominer, sistem za polavtomatsko analizo dokumentov (<http://traffic.ijs.si/NextPin/>); Connection tool (<http://connection.ijs.si/>), orodje, ki z analizo podatkov sistema EventRegistry omogoča uporabniku sledenje poslovnih in zasebnih imen v odvisnosti od časa, določitev splošnih relacij med njimi in spremljanje sprememb teh relacij (temelji na konceptih znotraj Wikipedije); Graph Based Analytics (<http://gba.ijs.si/>), storitev za identifikacijo poslovnih relacij na podlagi tekstovnih podatkov; streamfusion, univerzalni sistem za predprocesiranje heterogenih tokovnih podatkov, ELEXISER (<http://er.elex.is/>), dodatek za sistem Event Registry, prilagojen leksikografskim vsebinam, orodje za detekcijo anomalij v sistemu javnih naročil (<http://tbfy.ijs.si/>), eLENS Miner Sistema, ki omogoča iskanje relevantnih zakonov glede na različna uporabniška povpraševanja (<http://envirolens.ijs.si/>), in AIObservatory (<https://infominer.ijs.si/>). Strategija laboratorija je poleg znanstvene odličnosti predvsem vzdrževati tesno sodelovanje z industrijo in prenašanje rezultatov v poslovna okolja.



Vodja:

prof. dr. Dunja Mladenić

V zadnjih 17 letih smo sodelavci Laboratorija za umetno inteligenco uspešno sodelovali pri 74 evropskih projektih. V letu 2019 smo uspešno zaključili pet evropskih projektov in nadaljevali 17 tekočih projektov. Hkrati smo sodelovali tudi pri devetih nacionalnih in treh industrijskih projektih.

Na področju statističnega modeliranja podatkov in strojnega učenja smo v letu 2019 uspešno zaključili evropski projekt Obzorja 2020, PrEstoCloud (Proactive Cloud Resources Management at the Edge for Efficient Real-Time Big Data Processing). Glavni cilj projekta PrestoCloud je bil prispevati k napredku in razvoju področja sodobnega systemskega okolja znotraj oblaka in računanja prek robov (edge computing) z namenom postavitve dinamične in distribuirane arhitekture za proaktivni management podatkov ter vsebin. Rešitev, ki smo jo razvili, doseže ekstremne robove znotraj mreže in omogoča učinkovito procesiranje podatkov v realnem času. Cilj evropskega projekta Obzorja 2020 TheyBuyForYou (Enabling procurement data value chains for economic development, demand management, competitive markets and vendor intelligence) je razviti metode za analizo javnih naročil

Ljubljana kot sedež raziskovalnega centra UNESCO AI.

in porabe javnega denarja z namenom zagotoviti večjo transparentnost porabe javnih sredstev ter preprečevati korupcijo ali druge nepravilnosti pri porabi javnih sredstev. V letu 2019 smo v okviru projekta razvili, testirali in implementirali več metod za zaznavanje anomalij v finančnih transakcijah ter jih preskusili na slovenskih podatkih. Prav tako smo razvili več metod za zaznavanje anomalij v javnih naročilih, in sicer metode nadzorovanega strojnega učenja, nenadzorovanega strojnega učenja in statistične metode. V okviru projekta smo začeli tudi razvijati spletne platforme za analizo teh podatkov in vizualizacijo rezultatov analiz. Cilj evropskega projekta Obzorja 2020 **DataBench (Evidence Based Big Data Benchmarking to Improve Business Performance)** je izdelava »benchmark« procesa za evalvacijo poslovne uspešnosti evropskih organizacij na področju uporabe velikih podatkov, kar jim bo omogočalo doseganje odličnosti ter nenehne izboljšave njihovih storitev. V projektu DataBench bomo izvedli temeljit pregled obstoječih »benchmark« orodij in projektov na področju velikih podatkov, identificirali nepokrita področja in določili merila za primerjavo tehničnih rezultatov. V evropskem projektu **Perceptive Sentinel (BIG DATA knowledge extraction and re-creation platform)** je bila izdelana platforma eo-learn, ki temelji na strojnem učenju in omogoča učinkovito procesiranje slikovnih podatkov, pridobljenih iz satelitov Sentinel 1, 2 in 3. V zadnjem letu smo izdelali vrsto rešitev za učinkovito obdelavo podatkov, in sicer: algoritem FASTENER za učinkovito izbiro značilk pri klasifikaciji rasti in knjižnico rapids-ml, ki vsebuje izjemno hitro implementacijo algoritmov za klasifikacijo na toku podatkov. Z obema pristopoma nam je uspelo hitrost klasifikacije rasti na podlagi satelitskih slik izboljšati za en velikostni red. Evropski projekt Obzorja 2020 **Cog-Lo (Cognitive Logistics)** se je začel junija 2018. Cilj projekta je zasnovati in razviti platformo za kognitivno upravljanje z logistično infrastrukturo. Projekt obravnava logistično infrastrukturo kot objekt v času, prek katerega se dinamično pretakajo objekti prenosa (paketi). V sklopu projekta je bila razvita analitična infrastruktura za obravnavo dogodkov v realnem času. V sklopu projekta so tako vzpostavljene metodologija za izgradnjo digitalne reprezentacije fizične infrastrukture, metoda za optimizacijo virov na grafih in metodologija/procedura grupiranja za obravnavo/optimizacijo velikih grafov. Algoritmi za obravnavo dogodkov pošne infrastrukture v realnem času ovrednotijo optimalne intervencije za izmenjavo/dostavo paketov. Analitični del je bil integriran in testiran v demo rešitvi. Evropski projekt **enviroLENS (Copernicus for environmental law enforcement support)** se je začel decembra 2018. Glavni cilj projekta je ponujati podporo osebjem, ki se redno srečuje s tematikami, povezanimi z okoljevarstvenim pravom (odvetniške pisarne, nevladne organizacije itd.). Podpora bo ponujala pomoč pri odkrivanju tematik, povezanih z okoljem, znotraj zakonov in pravnih dokumentov ter iskanje informacij, povezanih s področjem daljinskega zaznavanja in opazovanja (EO) Zemlje. V prvem letu projekta smo postavili trdne temelje za razvoj **Portala eLENS** – portala, skozi katerega bodo uporabniki lahko spremljali spremembe v določeni okolici, bili obveščeni o teh spremembah in iskali relevantne zakone o dani tematiki (npr. posekavanje gozdov) v označenem okolju. Laboratorij za umetno inteligenco je pristojen za razvoj t. i. **eLENS Miner Sistema**, ki omogoča iskanje relevantnih zakonov glede na različna uporabniška povpraševanja. Sistem je v obliki vstopnih točk, ki omogočijo:

- 1) procesiranje novega dokumenta, ki vsebuje zakone,
- 2) iskanje po shranjenih zakonih in
- 3) iskanje podobnih zakonov danemu zakonu. Prvi prototip sistema in njegova dokumentacija sta na voljo na naslovu <http://envirolens.ijs.si/>. V naslednjem letu bomo sistem izpopolnili in mu dodali dodatne funkcionalnosti,

kot so avtomatsko odkrivanje pravil znotraj zakonske podatkovne baze in boljše ujemanje z EO podatki. Cilj evropskega projekta Obzorja 2020 **Naiades (A holistic water ecosystem for digitisation of urban water sector)** je osredotočen na varovanje pitne/sladke vode. Projekt se loteva cele palete izzivov: napovedovanje porabe vode za določena območja, optimizacija potrošnje vode, namenjene za vzdrževanje javnih površin, iskanje anomalij tako v porabi vode kot v vdoru slane vode v sistem distribucije pitne vode, monitoriranje in analiza kakovosti vode na javnih površinah itd. Projekt predvideva izdelavo platforme, ki bo vključevala agregacijo, procesiranje in standardiziranje vseh potrebnih podatkov, na njihovi osnovi vzpostavila storitev in končno prek uporabniških vmesnikov omogočala podporo pri odločanju končnih uporabnikov. V letu 2019 smo v okviru projekta vzpostavili delovne procese in definirali potrebne koncepte za prehod v izvršno fazo projekta. Cilj projekta **FACTLOG (Energy-aware Factory Analytics for Precess Industries)** je podpora procesne industrije skozi razvoj digitalnih dvojčkov. Digitalni dvojček, kot digitalna preslikava vseh kompleksnih procesov v proizvodnji, ki je ustrezno podprt z analitskimi sistemi, lahko s svojimi kognitivnimi sposobnostmi podpira proizvodnjo. Njegove funkcije vključujejo na primer: povzdigovanje alarmov



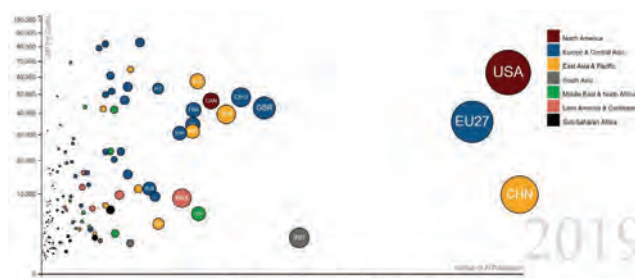
Slika 1: Elexifier je oblachna storitev za pretvorbo slovarjev. Uporablja napredno razčlenjevanje XML in postopke strojnega učenja za pretvorbo slovarjev iz formata PDF in XML v standardiziran format, ki ga je mogoče strojno prebrati. Uporabniki lahko naložijo svoje dokumente PDF in slovarje s prilagojenim kodiranjem XML, sami lahko določijo pravila za transformacijo datotek XML ali ustvarijo učno množico za pretvorbo datotek PDF. Prav tako lahko prenesajo pretvorjene slovarje XML ali PDF v datoteko, ki je skladna s formatom TEI in temelji na modelu podatkov ELEXIS (Elexis Data Model).

ob anomalijah v stanju, načrtovanje optimalnega vrstnega reda proizvodnje in nastavljanje optimalnih parametrov proizvodnih strojev. Znotraj projekta vodimo delovni paket, pristojen za razvoj analitskih orodij, in podpiramo dva poslovna primera: slovensko podjetje za predelavo odpadkov v gorivo JEMS in turško naftno rafinerijo Tupras. Oktobra 2019 smo začeli izvajati flag-ship projekt INFINITECH (Tailored IoT & BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the European Finance and Insurance Services Ecosystem), ki se osredotoča na uvajanje in razvoj naprednih analitičnih tehnologij na področju bančništva in zavarovalništva. V projektu INFINITECH bo razvitih 14 različnih pilotov, med njimi smo skupaj z Banko Slovenije odgovorni za izvedbo pilota platforme za izvajanje nadzora nad pranjem denarja. Projekt CyberSANE (Cyber Security Incident Handling, Warning and Response System for the European Critical Infrastructures) se je začel leta 2019. Namen projekta je povečanje varnosti in odpornosti kritične informacijske infrastrukture (CII) z zagotavljanjem dinamičnega sistema za sodelovanje, opozarjanje in odzivanje, ki podpira in usmerja varnostne strokovnjake in operaterje (tako imenovane strokovnjake za odzivanje na varnostne incidente), da prepoznajo, identificirajo, dinamično analizirajo, napovedujejo, obravnavajo in se odzivajo na napredne informacijsko-varnostne grožnje (APT) ter obravnavajo vsakodnevne kibernetске incidente z uporabo in združevanjem tako strukturiranih (npr. dnevniki omrežnega prometa) kot nestrukturiranih podatkov (npr. podatki, ki prihajajo z družbenih omrežij in tako imenovanega temnega spleta). Naša vloga je razvoj komponente DarkNET (Deep and Dark Web Mining and Intelligence), ki bo zagotovila informacije o tveganjih in grožnjah z analizo besedilnih in metapodatkovnih vsebin, ki so na tako imenovanem temnem spletu.

Na področju analize besedil in omrežij ter jezikovnih tehnologij delamo na evropskem projektu Obzorja 2020 SILKNOW (Silk heritage in the Knowledge Society: from punched cards to big data, deep learning and visual / tangible simulations). Znotraj projekta smo razvili metode za prekojezično označevanje besedil na osnovi Wikifier servisa, ki smo ga razširili s koncepti iz slovarja SILKNOW (<http://wikifier.org/silknow.html>). Razvili smo tudi orodje za napovedovanje vrednosti semantičnih podatkov, povezanih z ontologijo SILKNOW, ki se lahko uporabi za označevanje tekstovnih opisov muzejskih eksponatov, napisanih v različnih jezikih. S tem smo omogočili razširitev ontologije SILKNOW in baze znanja. Smo vodilni partner evropskega projekta Obzorja 2020 ELEXIS (European Lexicographic Infrastructure), ki se je začel februarja 2018. Cilj projekta je integrirati, razširiti in uskladiti nacionalne in regionalne aktivnosti na področju leksikografije z namenom oblikovanja trajnostne infrastrukture, ki bo

(1) omogočila učinkovit dostop do visokokakovostnih leksikalnih podatkov v digitalni dobi ter

(2) zapolnila vrzel med naprednejšimi in slabše opremljenimi znanstvenimi skupnostmi na področju izdelovanja leksikografskih virov. V preteklem letu smo poleg aktivnosti, vezanih na vodenje projekta, vzdrževali spletno stran projekta, razvili in prilagodili vrsto orodij, kot so Elexifinder (iskalnik za akademske prispevke, povezane z leksikografijo), Elexifier (orodje za pretvorbo tiskanih slovarjev v digitalno obliko) in Lexonomy (sistem za pripravo slovarjev in glosarjev). Poleg tega smo organizirali informativni dogodek za institucije »opazovalke« na Dunaju (februar 2019). Do konca leta 2019 se je mreži pridružilo 40 institucij opazovalk, ki so pripravljene z nami deliti svoje podatke in znanje za nadaljnje nadgrajevanje leksikografske mreže. Poleg tega smo za dva tedna na raziskovalnem obisku gostili raziskovalko Tanaro Zingano Kuhn z Univerze v Coimbri (Portugalska). Leta 2019 se je uspešno zaključil evropski projekt Obzorja 2020 Marie Skłodowska-Curie ITN BigDataFinance (Training for Big Data in Financial Research and Risk Management). Dva doktorska študenta sta zaključila delo na projektih z naslovoma Deep Knowledge Extraction from Financial, Business, and Social Text in Characterising Financial Markets from Event-driven Perspective. V sklopu projekta BigDataFinance v letu 2019 je eden od študentov vodil Project Showcase na KDD konferenci v Anchorageu, Aljaska. Konferenca KDD je ena od najbolj prestižnih konferenc o strojnem učenju in umetni inteligenci. Eden od študentov je dobil delovno mesto pri finančnem podjetju Bloomberg LP, ki je eno od največjih ponudnikov finančnih podatkov in novic na svetu. Članek, ki ga je napisal eden od študentov, pa je prejel mednarodno priznanje (Hourable mention – 2019 Hillcrest Behavioral Finance Award). Vodimo tudi projekt ARRS z naslovom Nova slovnica sodobne standardne slovenščine: viri in metode. Pri projektu želimo raziskati jezikoslovne metodološke temelje celostne računalniške analize sodobne pisne in govorne slovenščine, kot je zajeta v novih korpusih slovenskega jezika, ki bo zagotovila empirično osnovo za izdelavo novih empirično zasnovanih slovnicih opisov slovenskega jezika. Na podlagi te metodologije nameravamo izdelati obsežne prostodostopne korpusne baze podatkov, ki bodo neposredno uporabne pri izdelavi bodočih jezikovnotehnoloških orodij in aplikacij za slovenski jezik. Pridobljene



Slika 2: Vizualizacija, ki so jo razvili raziskovalci Laboratorija za umetno inteligenco, prikazuje korelacijo med objavljenimi znanstvenimi članki na področju umetne inteligence, bruto domačim proizvodom na prebivalca in znanstvenimi članki na vseh področjih (velikost kroga) po posamičnih državah in regijah v letu 2019.

Laboratorij za umetno inteligenco je postavil AI Observatory za OECD.

korpusne podatke bomo uporabili za jezikoslovno analizo realnega jezika, kar je prvi korak na poti do nove empirično zasnovane korpusne slovnice slovenskega jezika. V skladu s temi cilji smo v preteklem letu sodelovali pri zasnovi in razvoju več orodij za pridobivanje leksikalnih podatkov iz besedilnih korpusov (morfologija, leksika, kolokacije, stalne besedne zveze, n-grami) in na njih temelječih vsebinskih analizah. Na CLARIN.SI smo objavili nabor spiskov z jezikoslovnimi podatki iz referenčnih korpusov pisne (Gigafida) in govorne (GOS) slovenščine. Spiski obsegajo ravni od posameznih znakov v besedi do zaporednih besednih nizov, pripravljeni pa so bili s programom LIST, ki smo ga prav tako razvili pri projektu in ga je mogoče uporabiti za primerljive izvoze iz drugih korpusnih zbirk. Poleg tega smo priredili dogodek Kvantitativne in kvalitativne korpusne analize z novimi orodji iz projekta Nova slovnica sodobne standardne slovenščine: viri in metode (november 2019), kjer smo predstavili program LIST in slovnice analize ročno označenega korpusa ssj500k z orodjem Q-CAT. V sodelovanju z Odsekom za tehnologije znanja (E8) še naprej vodimo raziskovalno infrastrukturo CLARIN.SI, ki znanstvenikom s področij humanističnih in družboslovnih znanosti omogoča preprosto objavo in trajen dostop do digitalnih jezikovnih virov. Poleg podpore za delovanje zbirke CLARIN.SI smo vanjo prispevali tudi različne vrste podatkov (leksikalni viri, korpusi, učni korpusi) in tehnologij (slovnice označevanje, luščenje leksikalnih podatkov) za slovenščino. Sodelujemo tudi pri projektu ARRS Kolokacije kot temelj jezikovnega opisa: semantični in časovni vidiki. Glavni cilj projekta je izvedba temeljnih raziskav semantičnih in časovnih vidikov kolokacij, pa tudi metod za merjenje kolokacijskih razmerij, saj so te tematike v slovenskem jezikoslovju, pa tudi mednarodno, za zdaj dokaj slabo pokrite. Drugi cilj je izdelava in temeljita jezikoslovna evalvacija metod strojnega učenja za namene analiz slovenskega jezika in luščenja leksikalnih podatkov iz korpusov. Na ta način želimo v slovenski prostor vpeljati tesnejše sodelovanje in sinergijo med leksikografijo in jezikoslovjem na eni strani ter računalniškim jezikoslovjem in statističnimi obdelavami naravnega jezika na drugi. Tretji cilj je sistematična integracija rezultatov študij med različnimi tipi uporabnikov v izdelavo projektnih metod in orodij ter priprava metodoloških opisov za prenos rezultatov v prakso z namenom zagotovitve njihove čim večje uporabnosti. Glavni cilj projekta MARCELL je priskrbeti strojne prevode državnih pravnih besedil (zakonov, uredb, predpisov) v sedmih državah: na Hrvaškem, Madžarskem, Poljskem, Slovaškem, v Bolgariji, Romuniji in Sloveniji. Trenutno državna pravna besedila niso avtomatsko na voljo na CEF.AT, trenutni strojni prevajalniki pa bi se lahko izboljšali, če bi imeli dostop do pravnih besedil. V preteklem letu je delo potekalo predvsem na zagotavljanju dostopnosti korpusov zakonodaje v sedmih jezikih, ki so jih pripravljali drugi partnerji. V okviru evropskega projekta Obzorja 2020 Marie Skłodowska-Curie ITN CLEOPATRA (Cross-lingual Event-centric Open Analytics Research Academy) smo zaposlili dva doktorska študenta, ki bosta v sklopu svojega doktorskega usposabljanja delala pri projektih z naslovoma **Information propagation with barriers** in **Cross-lingual news reporting bias**. V sklopu projekta CLEOPATRA je leta 2019 v Dubrovniku potekal dogodek za izobraževanje z naslovom CLEOPATRA Learning Week.

Na področju semantičnih tehnologij smo se osredotočili na delo znotraj treh evropskih projektov. Evropski RISE projekt Obzorja 2020 Marie Skłodowska-Curie RENOIR (Reverse engineering of social information processing) se je leta 2019 uspešno zaključil. V tem letu smo izvedli 11 izmenjav osebja na ameriški univerzi Carnegie Mellon in Rensselaer Polytechnic Institute ter na ruski univerzi ITMO University. V letu 2019 je bilo naše delo osredotočeno na povezovanje metod strojnega učenja z analizo socialnih omrežij za rekonstrukcijo procesov, povezanih s socialno dinamiko in identifikacijo ovir pri pretoku informacij znotraj socialnih omrežij. Projekt se je zaključil na konferenci Complex Systems 2019 v Singapurju. Evropski projekt Obzorja 2020 euBusinessGraph (Enabling the European Business Graph for Innovative Data Products and Services) se je začel januarja 2017 in zaključil 2019. Cilj projekta je bil zgraditi evropski večjezični poslovni graf, ki agregira in ponudi visokokakovostne podatke o podjetjih, s katerim uporabnik lahko išče in dela poslovne analize s pomočjo umetne inteligence. V preteklem letu je naše delo pri projektu obsegalo zbiranje in pripravo podatkov o podjetjih, ki smo jih vključili v naše orodje Wikifier. Poleg tega smo razvili modul za ekstrakcijo dogodkov in relacij iz novic v različnih jezikih. Bolj natančno, razvili smo modul, s katerim je mogoče v nekem vhodnem dokumentu identificirati omembe različnih tipov poslovnih dogodkov, ki je osnovan na podatkih iz sistema Event Registry. Poleg tega smo razvili servis za spremljanje relacij, izraženih v novicah, s katerimi je mogoče ugotoviti, v kakšni povezavi so različna podjetja in ljudje, omenjeni v novicah. Event Registry je bil integriran v različne poslovne primere znotraj projekta. Projekt EW-Shopp (Supporting Event and Weather-based Data Analytics and Marketing along the Shopper Journey) se je uspešno končal konec leta 2019. Projekt je gradil orodja za podatkovno podporo podjetij, ki se ukvarjajo z elektronsko trgovino in oglaševanjem. Z uporabo teh orodij se poslovni podatki integrirajo s podatki o vremenu in dogodki iz novic, na podlagi česar se zgradijo

analitski modeli za napovedovanje kritičnih parametrov poslovanja. E3 je pri projektu vodil razvoj vseh analitskih orodij ter prispeval dostop do platforme Event Registry, ki je bila vir podatkov o dogodkih. Rezultati projekta so bili nameščeni v produkcijske procese več poslovnih partnerjev z vse Evrope, med njimi v tri slovenska podjetja – Ceneje.si, Big Bang in CDE.

**Marko Grobelnik je bil imenovan v OECD
ekspertno skupino za umetno inteligenco
(AIGO).**

Pod raziskave na področju **upravljanja znanja** štejemo razvoj novih poslovnih in organizacijskih modelov in storitev s poudarkom na uvajanju in prilagajanju tehnologij širšega področja umetne inteligence v realna uporabniška okolja. Evropski projekt **x5gon** (**Cross Modal, Cross Cultural, Cross Lingual, Cross Domain, and Cross Site Global OER Network**) se je začel avgusta 2017. Cilj projekta je povezovanje razpršenih odprtoizobraževalnih virov v Evropi in po svetu ter omogočanje hitrega in učinkovitega iskanja ustreznih izobraževalnih vsebin. V dveh letih nam je uspelo razviti močan sistem, ki

1) zna procesirati tekstovne dokumente ter zvokovne in videoposnetke in jih obogatiti z različnimi anotacijami ter

2) omogoča hitro in fleksibilno dostopanje in iskanje po procesiranih odprtoizobraževalnih vsebin. Na vrhu tega sistema se razvija več drugih servisov, ki znajo analizirati izobraževalne navade uporabnikov, omogočajo izdelavo izobraževalnih vsebin, ki določijo vrsti red učenja, ter pomagajo

slepim in slabovidnim v njihovem izobraževalnem procesu. Platforma **x5gon** je na naslovu <https://platform.x5gon.org/>, iz nje pa lahko uporabniki dostopajo tudi do brskalnika OER (<https://discovery.x5gon.org/>), izobraževalnega okolja za slepe in slabovidne (<https://blind.x5gon.org/>) ter izobraževalnega okolja **x5learn** (<https://x5learn.org/>). V letu 2019 smo v sodelovanju s Centrom za prenos znanja na področju IT (CT3) nadaljevali projekt **Water4Cities** (**Integrated surface and groundwater management for sustainable urban development**), ki poteka v okviru evropskega RISE projekta Obzorja 2020 Marie Skłodowska Curie. Leta 2019 smo s pomočjo orodij za analizo podatkov analizirali pretok podtalnice, rek in meteornih vod na območju Ljubljane ter porabo in kakovost vode na primeru grškega otoka Skiathos. S pomočjo analize razvijamo modele in platformo, ki bo omogočala spremljanje optimalnega upravljanja z vodo v realnem času. V letu 2019 smo se s prispevkom z naslovom **Orodja za zbiranje, analizo in vizualizacijo podatkov Water4Cities, ki podpirajo pametne scenarije upravljanja voda**, udeležili posebne seje **Trajnostno upravljanje z mestnimi vodami**, namenjene projektu **Water4Cities**, ki je potekala v okviru Sedme mednarodne konference o upravljanju z okoljem, tehnologiji, načrtovanju in ekonomiji (CEMEPE) & SECOTOX. Več je dostopno na strani <http://cemepe7.civil.auth.gr/>. Poleg rednih webinarjev objavljamo tudi intervjuje z raziskovalci, ki so vključeni v projekt. Vsi posnetki so dostopni v posebni podmapi na portalu **Videolectures.NET** <http://videolectures.net/water4cities/>. Prek evropskega projekta **HumaneAI** (**Toward AI Systems That Augment and Empower Humans by Understanding Us, our Society and the World Around Us**) smo bili skupaj s številnimi drugimi partnerji iz Evrope vključeni v razvoj mreže raziskovalcev UI in HCI, ki jih financira EU. Naša vizija je vedeti, kako razviti sisteme UI, ki pripomorejo in opolnomočijo ljudi tako, da razumejo njih, družbo in svet okoli njih. Vendar je UI dvostranski kovanec: lahko opolnomoči posameznike in družbo, s čimer ustvari veliko priložnosti za izboljšanje človeške izkušnje, ali pa ustvari orodja, ki nas lahko uničijo, zasužnjijo posameznike in hkrati koncentrirajo moč in bogastvo v rokah peščice. **Humane-AI** je namenjen razumevanju in kritiki obeh; vendar s poudarkom na zastopanju skupnosti raziskovalcev in inovatorjev za ustvarjanje pogojev za tehnologije UI, ki lahko opolnomočijo ljudi in človeško družbo za izboljšanje njihove kakovosti življenja. Kako pa lahko olajšamo sisteme UI, ki povečujejo človeške sposobnosti in opolnomočijo ljudi kot posameznike ter hkrati zagotavljajo razvoj zdrave in negovane družbe? Osrednji del naše mreže vključuje raziskovanje simbioze ljudi in sistemov UI, da bi delovali skupaj, ter raziskave, kako je mogoče zasnovati in izvajati nove AI tehnologije UI, ki so etične. **HumaneAI** je bil razširjen prek razpisa za IKT-48-2020 v nov projekt **HumanE-AI-Net**. To nam bo omogočilo ustvariti novo znanost, ki bo temeljila na interakciji UI in HCI. Evropski projekt **FINTECH** (**A FINancial supervision and TECHnology compliance training programme**) se je začel januarja 2019. Finančno okolje je vedno bolj tehnološko podprto, kar omogoča in ponuja tako investitorjem kot potrošnikom nove možnosti pri poslovanju. To novo okolje, ki ga oblikuje zelo hitro napredujoča tehnologija, s seboj prinaša tudi nova tveganja, ki lahko zelo vplivajo na finančno stabilnost. Cilj projekta **FIN-TECH** je postavitve programa za izmenjavo znanja v finančnem okolju. S tem bo projekt **FIN-TECH** omogočil izdelavo postopkov za enotni management tveganj znotraj okolja, ki ga oblikujeta masivna količina podatkov in najsodobnejša tehnologija. Z izvedbo projekta želimo postaviti temelje za vzpostavitev enotnega evropskega nadzornega okolja, ki bo omogočal nadzor novih tveganj v finančnem svetu. Projekt vključuje 24 partnerjev, ki pokrivajo vseh 28 evropskih držav in Švico. Konzorcij projektnih partnerjev je sestavljen iz univerz in raziskovalnih institucij, pri čemer so projekt uradno podprle tudi različne finančne ustanove. Slovenski projektni partner podpira in sodeluje z Banko Slovenije. Leta 2019 smo izvedli štiri izobraževalne delavnice. Na izobraževalnem področju sodelujemo tudi pri projektu **KAUČ: Za KAKOVOST slovenskih UČbenikov**. V Sloveniji so učbeniki eno od manj raziskanih področij šolskega polja, saj so na akademski ravni domače raziskave o tej temi zelo redke. Iz pregleda stanja ugotavljamo, da so v Sloveniji na področju razumevanja rabe učbenikov številni primanjkljaji. Razmeroma malo vemo o tem, kako učitelji uporabljajo učna gradiva in kako ta raba vpliva na učenčevu/dijakovo usvajanje znanja, na podlagi česa se odločajo o izbiri

Uspešno smo zaključili pet evropskih projektov Obzorja 2020: BigDataFinance (Training for Big Data in Financial Research and Risk Management), RENOIR (Reverse Engineering of sOcial Information pRocessing), EW-Shopp (Supporting Event and Weather-based Data Analytics and Marketing along the Shopper Journey), euBusinessGraph (Enabling the European Business Graph for Innovative Data Products and Services) in PrestoCloud (Proactive Cloud Resources Management at the Edge for Efficient Real-Time Big Data Processing).

učbenikov, malo vemo o rabi tiskanih in elektronskih učnih gradiv pri pouku itn. Iz pregleda stanja je med drugim tudi razvidno, da nimamo dovolj jasnih vodil o ustrezni didaktični oblikovanosti učbenikov. Osrednji cilj projekta je razvoj kazalnikov kakovosti učbenikov za praktično uporabnost v procesu potrjevanja in evalvacije. Analizirali smo pripravljene korpus slovenskih šolskih učbenikov in slovenščini prilagodili statistične mere berljivosti (ter objavili prispevek o tej temi). Analizirali smo različne kriterije kakovosti učbenikov, izdelali odločitveni model za kakovost učbenikov in ga prilagodili tako, da ga bo mogoče izvesti z avtomatskimi orodji za obdelavo naravnega jezika.

Laboratorij za umetno inteligenco posveča posebno pozornost **promociji znanosti**. Sodelavci Laboratorija za umetno inteligenco so bili leta 2019 zelo aktivni pri promociji svojega raziskovalnega področja, in sicer:

- Luka Stopar je bil gost na RTV SLO – *Osvežilna fronta*,
- Marko Grobelnik je imel intervju na RTV SLO – *Odmevi*,
- John-Shawe Taylor je imel intervju za *Symced* kot predstavnik UNESCO AI,
- Marko Grobelnik je bil panelist na UN dogodku v New Yorku,
- Mitja Jermol je bil imenovan za ime tedna na **Valu 202**.

V sodelovanju z odsekom CT3 smo tudi leta 2019 prek portala Videolectures.net pomembno prispevali k promociji umetne inteligence, promociji Instituta ter splošni promociji slovenske znanosti. Laboratorij je tudi soorganizator in eden od glavnih pobudnikov vsakoletnega srednješolskega tekmovanja iz znanja računalništva ACM, ki se ga je leta 2019 udeležilo 177 tekmovalcev iz 27 šol. Gostovanja razstave **Doktorice računalništva in informatike v Sloveniji** organiziramo že od leta 2006 in tako prispevamo k promociji žensk v znanosti (<http://ScienceWithArt.ijs.si/>).

Leta 2019 smo bili zelo aktivni in uspešni pri prijavi novih projektov, predvsem v okviru Obzorja 2020. Uspelo nam je pridobiti nov projekt: **HumanE-AI-Net**. Nadaljujemo prakso uspešnega vključevanja slovenske industrije v evropski raziskovalni prostor, do zdaj smo tako vključili številna posamična partnerska podjetja.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Uurtio, Viivi, Monteiro, João M., Kandola, Jaz, Shawe-Taylor, John, Fernandez-Reyes, Reyes, Rousu, Juho, A tutorial on canonical correlation methods, *ACM computing surveys*, 2019, 50, 6, 95-1-95-5
2. Senožetnik, Matej, Bradeško, Luka, Šubic, Tine, Herga, Zala, Urbančič, Jasna, Škraba, Primož, Mladenec, Dunja, Estimating point-of-interest rating based on visitors geospatial behaviour, *Computer science and information systems*, 2019, 16, 1, 131–154
3. Žitnik, Marinka, Nguyen, Francis, Wang, Bo, Leskovec, Jurij, Goldenberg, Anna, Hoffman, Michael M., Machine learning for integrating data in biology and medicine : principles, practice, and opportunities, *Information fusion*, 2019, 50, 71–91
4. Doyle, Casey, Herga, Zala, Dipple, Stephen, Szymański, Bolesław K., Korniss, Gyorgy, Mladenec, Dunja, Predicting complex user behavior from CDR based social networks, *Information sciences*, 2019, 500, 217–228
5. Štajner, Tadej, Mladenec, Dunja, Cross-lingual document similarity estimation and dictionary generation with comparable corpora, *Knowledge and information systems*, 2019, 58, 3, 729–743
6. Urbančič, Tanja, Polajnar, Anja, Jermol, Mitja, Open education for a better world : a mentoring programme fostering design and reuse of open educational resources for sustainable development goals, *Open praxis*, 2019, 11, 4, 1–18
7. Kenda, Klemen, Kažič, Blaž, Novak, Erik, Mladenec, Dunja, Streaming data fusion for the internet of things, *Sensors*, 2019, 19, 8, 1955-1-1955-27

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Delavnica The second Artificial Intelligence workshop, Zreče, Slovenija, 16. 9. 2019–18. 9. 2019
2. Kako bo mogoče? – posvet o digitalni prihodnosti slovenščine, Ljubljana, Slovenija, 27. 9. 2019
3. SiKDD conference, Ljubljana, Slovenija, 7. 10. 2019
4. Letni slovnčni dogodek Kvantitativne in kvalitativne korpusne analize z novimi orodji iz projekta Nova slovnica sodobne standardne slovenščine: viri in metode (J6-8256), Ljubljana, Slovenija, 19. 10. 2019

Nagrade in priznanja

1. Marko Grobelnik, predstavnik Slovenije v Ad hoc Committee on Artificial Intelligence – CAHAI, Strasbourg, Francija, CAHAI
2. Marko Grobelnik, Head of subcommittee in OECD AI ONE for „AI Classification“, Pariz, Francija, OECD
3. James Hodson je prejel nagrado Honourable mention as the runner-up for the 2019 Hillcrest Behavioral Finance Award.

MEDNARODNI PROJEKTI

- Pametna statistika
Sogeti Luxembourg S.a.; Marko Grobelnik
- INEA/CEF - Terminološka banka za strojno prevajanje
Innovation and Networks Executive Agency (INEA); dr. Simon Krek
- INEA/CEF - MARCELL, Večezični viri za CET.AT na področju prava
Innovation and Networks Executive Agency (INEA); dr. Simon Krek
- COST CA16105; Evropska mreža za povezovanje učenja jezikov s tehnikami množičnega
Cost Office; dr. Simon Krek
- COST CA18209; Evropska mreža za spletno usmerjeno znanost o jezikovnih podatkih
Cost Association Aisbl; dr. Simon Krek
- COST CA18231; Multi3Generation: Večopravilna, večjezična in večmodalna tvorba besedil
Cost Association Aisbl; Marko Grobelnik
- H2020 - BigDataFinance; Usposabljanje za delo z „Velikimi Podatki“ (ang. Big Data) na
področjih finančnih raziskav in upravljanja tveganja
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - RENOIR; Usposabljanje za delo z „Velikimi podatki“ (ang. Big Data) na
področjih finančnih raziskav in upravljanja tveganja
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - MOVING; Razvoj MOVING izobraževalne platforme za podporo usposabljanju
aplikativnih uporabnikov orodij za rudarjenje v povezavi z njihovo dnevno raziskovalno
aktivnostjo
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - PrEstoCloud; Proaktivno upravljanje „na robu“ s sredstvi v oblaku za učinkovito
procesiranje velikih naborov podatkov v realnem času
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - euBusinessGraph; Ustvarjanje poslovnega omrežja za inovativne podatkovne
projeke ter storitve
European Commission; prof. dr. Dunja Mladenec
- H2020 - EW-Shopp; Podpiranje analize podatkov o dogodkih, vremenu in trženju za
pomoč strankam pri nakupovanju
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - Water4Cities; Celostno upravljanje površinskih in podzemnih voda za
trajnostni razvoj mest
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - X5gon; Čez modalno, kulturno, jezikovno, in čez spletno globalno omrežje za
prosto dostopne izobraževalne vir
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - PerceptiveSentinel; BIG DATA platforma za pridobivanje znanja in bogatenja
podatkov
European Commission; prof. dr. Dunja Mladenec
- H2020 - DataBench; H2020 - DataBench; Merjenje z velikimi podatki za izboljšanje
poslovne uspešnosti
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - TheyBuyForYou; Omogočanje vrednostnih verig podatkov o javnih naročilih za
gospodarski razvoj, upravljanje povpraševanja, večanje konkurenčnosti ter analitično
razumevanje prodajalcev
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - SILKNOW; Svilena dediščina v družbi znanja: od luknjastih kartic do velikih
podatkov
European Commission; prof. dr. Dunja Mladenec
- H2020 - COG-LO; Kognitivne logistične operacije preko varnih, dinamičnih in ad-hoc
sodelovalnih omrežij
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - EnviroLENS; Copernicus kot podpora uveljavljanju okoljske zakonodaje
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - Cleopatra; Akademija za večjezično, na dogodke osredotočeno odprto
analitično raziskovanje
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - Humane AI; Za AI sisteme, ki ljudi z razumevanjem nas samih, naše družbe in
sveta okoli nas, opolnomočijo
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - FIN-TECH; Program usposabljanja za finančni nadzor in tehnološko skladnost
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - NAIADES; Celovit vodni ekosistem za digitalizacijo urbanega vodnega sektorja
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - CyberSANE; Sistem za zaščito, opozarjanje in odzivanje na področju kibernetske
varnosti za evropske ključne infrastrukture
European Commission, the Directorate-general; Marko Grobelnik
- H2020 - INFINTECH; Prirojena testna okolja in peskovniki interneta stvari in
masovnih podatkov za pametne, avtonomne in prilagojene storitve v evropskem
ekosistemu finančnih in zavarovalniških storitev
European Commission; Marko Grobelnik
- H2020 - FACTLOG; Energetsko ozaveščena tovarniška analitika za procesno industrijo
European Commission; prof. dr. Dunja Mladenec
- H2020 - ELEXIS; Evropska likesikografska infrastruktura
European Commission; dr. Simon Krek
- Računanje vztrajne homologije za geometrične podatke
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; doc. dr. Primož Škraba

PROGRAM

- Tehnologije znanja
prof. dr. Dunja Mladenec

PROJEKTI

- Integracija mobilnih naprav v anketno raziskovanje v družboslovju: Razvoj celostnega
metodološkega pristopa
Marko Grobelnik
- Kolokacije kot temelj jezikovnega opisa: semantični in časovni vidiki
dr. Simon Krek
- Nova slovnica sodobne standardne slovenščine: viri in metode
dr. Simon Krek
- Causalify - Vzročnost v dinamiki svetovnih dogodkov
prof. dr. Dunja Mladenec
- Novi načini in globalni vzorci (re)produkcije spletnih novic
prof. dr. Dunja Mladenec
- KAUČ: Za Kakovost slovenskih Učbenikov
dr. Simon Krek
- Priprava in analiza podatkov za delavnice
dr. Iztok Kosem

OBISKI

- Chiara Perillo, Univerza v Zürichu, Zürich, Švica, 1. 2. 2019–25. 2. 2019
- Jose Luis Machado Rei, IJS, Ljubljana, Bologna, Italija, 4. 2. 2019–6. 2. 2019
- M. Beshar Massri, Koc University, Istanbul, Turčija, 9. 2. 2019–17. 2. 2019
- Marko Jazbec, SavaRe, Ljubljana, Slovenija, 18. 2. 2019
- Jošt Dolničar, SavaRe, Ljubljana, Slovenija, 18. 2. 2019
- Matjaž Stražišar, SavaRe, Ljubljana, Slovenija, 18. 2. 2019
- Matjaž Kristan, Acenta, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 18. 2. 2019
- Jan Choloniewski, Univerza Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska,
27. 2. 2019–18. 4. 2019
- dr. Slavko Spichal, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana, Slovenija, 28. 2. 2019
- mag. Boris Mance, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana, Slovenija, 28. 2. 2019
- Graeme Ballard, Devolution Media Group, London, Velika Britanija, 12. 3. 2019
- Božidar Založnik, Devolution Media Group, London, Velika Britanija, 12. 3. 2019
- dr. Daniel Schwabe, Pontificia Universidade Católica Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,
Brazilija, 21. 3. 2019–20. 6. 2019
- Dimitris Kofinas, University of Thessaly, Thessaly, Grčija, 3. 4. 2019
- dr. Tanara Kuhn, University of Coimbra, Coimbra, Portugalska, 25. 6. 2019–10. 7. 2019
- Milan Cvikl, European Bank for Reconstruction Development, Ljubljana, Slovenija,
5. 7. 2019
- dr. Ayse Saliha Sunar, Univerza Bitlis Eren, Bitlis, Turčija, 1. 7. 2019–31. 8. 2019
- Thierry Declerck, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH,
Saarbrücken, Nemčija, 10. 7. 2019–12. 7. 2019
- Giulio Trichilo, Swiss Federal Institute Of Technology Lausanne, Univerza v Švici,
Lozana, Švica, 15. 7. 2019–15. 9. 2019
- dr. Julian Stenkiewicz, Univerza Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska,
25. 7. 2019–25. 9. 2019
- Pat Moore, Bloomberg, New York, ZDA, 2. 9. 2019–5. 9. 2019
- Anna Chmiel, Faculty of Physics, Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska,
4. 9. 2019
- Giulio Trichilo, École polytechnique fédérale de Lausanne, Lozana, Švica, 11. 9. 2019
- Aleš Završnik, Pravna fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija, 2. 10. 2019
- Tin Kuculo, Leibniz Universität, Hannover, Nemčija, 11. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- Luka Čar, Klemen Kenda, univ. dipl. fiz., Samo Kralj, Erik Novak: H2020 enviroLENS
overview, 9. 1. 2019
- dr. Inna Novalija: euBusinessGraph AiLab task overview/Graph Based Analytics API
Modelling overview, 16. 1. 2019
- dr. Salman Taherizadeh: PrEstoCloud: JSI responsibilities/Demo presentation, 23. 1. 2019
- Matej Posinkovič, univ. dipl. inž. fiz.: OpenProf presentation and background, 30. 1. 2019
- mag. Miha Torkar: From Word Embeddings To Document Distances, 6. 2. 2019
- Erik Novak, mag. prof. mat.: x5Gon: Cross Modal, Cross Cultural, Cross Lingual, Cross
Domain, and Cross Site Global OER Network-Project Overview, 13. 2. 2019
- Marko Grobelnik: OECD Expert group on AI (AIGO), 20. 2. 2019

8. Mihajela Črnko: MicroHe: Supporting Future Learning Excellence through Micro-Credentialing in Higher Education–Erasmus+, 27. 2. 2019
9. dr. Janez Brank: Annotating documents with relevant Wikipedia concepts, 6. 3. 2019
10. dr. Branko Kavšek: Using Words from Daily News Headlines to Predict the Movement of Stock Market Indices, 13. 3. 2019
11. dr. Simon Krek: ELEXIS: European lexicographic infrastructure, 20. 3. 2019
12. dr. Jan Rupnik: What is Qlector?, 27. 3. 2019
13. Dimitris Kofinas: Water4Cities: Spatio-temporal Simulation of the Urban Water Supply of Skiathos, 3. 4. 2019
14. Chiara Perillo: BigDataFinance: The stock market response to Quantitative Easing, 10. 4. 2019
15. Klemen Kenda, univ. dipl. fiz.: PerceptiveSentinel: review meeting preparation, 17. 4. 2019
16. dr. Daniel Schwabe, Pontificia Universidade Católica, Rio de Janeiro, Brazilija: Trust, Privacy and Transparency in Knowledge Graphs, 24. 4. 2019
17. Matej Posinkovič, univ. dipl. inž. fiz.: TBFY public spending and procurement data analysis, 8. 5. 2019
18. dr. Gregor Leban: EventRegistry: overview and progress, 15. 5. 2019
19. dr. Inna Novalija: euBusinessGraph Review, Luxemburg, 22. 5. 2019
20. Jakob Jelenčič, Matej Čerin, Jože Peternejl: Mercator Innovative Allnighter 2019/ESA: Living Planet Symposium Milan 2019, 29. 5. 2019
21. dr. Blaž Fortuna: Qminer: Analytic engine for real-time large-scale streams of structured and unstructured data, 5. 6. 2019
22. dr. Aljaž Košmerlj: EW-Shopp-Supporting Event and Weather-based Data Analytics and Marketing along the Shopper Journey, 12. 6. 2019
23. dr. Daniel Schwabe, Pontificia Universidade Católica, Rio de Janeiro, Brazilija: A Framework for Data Exploration Environments, 19. 6. 2019
24. dr. Mateja Jamnik, Univeristy of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija: Inspection and selection of representations, 26. 6. 2019
25. dr. Branko Kavšek, dr. Dunja Mladenič: Observing User Mobility, 3. 7. 2019
26. Mihajela Črnko: The award winning academic online video repository Videolectures.net, 10. 7. 2019
27. dr. Miha Cimperman, Klemen Kenda, univ. dipl. fiz.: RENOIR secondment at ITMO University, High Performance Computing Department, 17. 7. 2019
28. Avguštin Kastelic, dr. Dunja Mladenič: Ongoing work within the H2020 project SILKNOW, 21. 8. 2019
29. dr. Salman Taherizadeh: Ongoing work within the H2020 project PrestoCloud, 28. 8. 2019
30. Anna Chmiel: Spreading of diseases through comorbidity networks across life and gender, 4. 9. 2019
31. Giulio Trichilo, École polytechnique fédérale de Lausanne, Lozana, Švica: Deep Language Classification for Relabeling of Financial News and its application in Stock Price Forecasting, 11. 9. 2019
32. Erik Novak, mag. prof. mat.: Enabling Research In Konferences @ IJCAI, 25. 9. 2019
33. Aleš Završnik: Automating criminal justice, 2. 10. 2019
34. Maja Škrjanc, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Machine learning in industry: the good, the bad and the ugly, 9. 10. 2019
35. Matej Posinkovič, univ. dipl. inž. fiz.: NAIADES–A holistic water ecosystem for digitisation of urban water sector, 16. 10. 2019
36. dr. John Shawe Taylor, University College London, London, Velika Britanija: Humane AI flagship project: overview and prospects, 23. 10. 2019
37. Jože Peternejl: Usage of Batch and Incremental Machine Learning Techniques in Water Management, 30. 10. 2019
38. M. Beshar Massri: OECD: AI Observatory, 6. 11. 2019
39. Maja Škrjanc, univ. dipl. inž. rač. in inf.: NFINTTECH project – Tailored IoT & BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the European Finance and Insurance Services Ecosystem, 13. 11. 2019
40. dr. Miha Cimperman, dr. Luka Stopar: RENOIR secondment at ITMO University, High Performance Computing Department, 20. 11. 2019
41. Luka Bizjak: Probabilistic Soft Logic–Theory and Practice, 27. 11. 2019
42. Erik Novak, mag. prof. mat.: RENOIR secondment at Carnegie Mellon University, 4. 12. 2019
43. Tin Kuculo, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Nemčija : ESR CLEOPATRA secondment at JSI, 11. 12. 2019
44. dr. Joao Pita Costa: Meaningful Integration of Data Analytics and Services in Public Health and Healthcare: a wrap-up of activities and assets that we refocused, developed and have ready to integrate in future initiatives, 18. 12. 2019
6. Klemen Kenda, Erik Novak, delovni sestanek projekta enviroLENS, Dunaj, Avstrija, 28. 1.–30. 1. 2019
7. Miha Cimperman, Matej Senožetnik, projektni sestanek COG-LO, Ljubljana, Slovenija, 29. 1.–31. 1. 2019
8. Inna Novalija, delovni sestanek projekta Smart Statistics, Wiesbaden, Nemčija, 29. 1.–31. 1. 2019
9. Polona Škraba Stanič, kick off sestanek projekta Fin-Tech, Pavia, Italija, 31. 1.–2. 2. 2019
10. Marko Grobelnik, udeležba na OECD AIGO in World Government Summit 2019, Dubaj, Združeni arabski emirati, 7. 2.–13. 2. 2019, en prispevek
11. Gregor Leban, Inna Novalija, M. Beshar Massri, Miha Jenko, projektni sestanek euBusinessGraph, Pisa, Italija, 12. 2.–14. 2. 2019
12. Aleš Buh, Marko Grobelnik, udeležba na H2020 Databench sestanku, Madrid, Španija, 13. 2.–16. 2. 2019
13. Jaka Čibej, Teja Goli, Iztok Kosem, Simon Krek , ELEXIS dogodek za opazovalce, Dunaj, Avstrija, 17. 2.–20. 2. 2019
14. Matej Čerin, Klemen Kenda, Filip Koprivec, obisk konference Big Data from Space–BiDS'19, München, Nemčija, 18. 2.–21. 2. 2019, en prispevek
15. Mojca Kregar Zavrl, delovni sestanek projekta Elexis, Dunaj, Avstrija, 20. 2. 2019
16. Marko Grobelnik, UNESCO dogodek, projektni sestanek Silknow, Bled, Slovenija, 24. 2.–27. 2. 2019
17. Avguštin Kastelic, Dunja Mladenič, projektni sestanek Silknow, Bled, Slovenija, 25. 2.–27. 2. 2019
18. Marko Grobelnik, udeležba na UNESCO sestanku, AI Pioneers sestanku, OECD sestanku, Pariz, New York, Pariz, Francija, 3. 3.–13. 3. 2019, en prispevek
19. Blaž Novak, projektni sestanek Prestocloud, Nice, Francija, 4. 3.–8. 3. 2019
20. Aljaž Košmerlj, predavanje na strokovnem posvetu pomočnikov ravnateljev, Portorož, Slovenija, 5. 3. 2019, eno vabljenno predavanje
21. Miha Jenko, Aljaž Košmerlj, Zan Palčič, projektni sestanek EW-Shopp, Bohinj, Slovenija, 6. 3.–8. 3. 2019
22. Erik Novak, Jasna Urbančič, projektni sestanek X5GON, Osnabrück, Nemčija, 11. 3.–14. 3. 2019
23. Jaka Čibej, Iztok Kosem, Akcija COST mreže EnetCollect, Lizbona, Portugalska, 13. 3.–15. 3. 2019
24. Marko Grobelnik, udeležba na AI Governance Forum in sestanki na Microsoft podjetju, Ženeva, Seattle, ZDA, 22. 3.–29. 3. 2019, eno vabljenno predavanje
25. Teja Goli, Matjaž Rihtar, projektni sestanek in delavnice Grobid-Dictionaries, Berlin, Nemčija, 24. 3.–26. 3. 2019
26. Aljaž Košmerlj, projektni sestanek EW-shop, Milano, Italija, 26. 3.–28. 3. 2019
27. Simon Krek, projektni sestanek Marcell, ELRC Language Resource Board (LRB) in projekt ELEXIS, Amsterdam, Nizozemska, 26. 3.–29. 3. 2019
28. Matej Posinkovič, projektni sestanek TheyBuyForYou, Madrid, Španija, 26. 3.–29. 3. 2019
29. Dunja Mladenič, sestanek AHK Slovenija, Ljubljana, Slovenija, 28. 3. 2019
30. Miha Torkar, udeležba na workshopu projekta Fin-Tech, Milano, Italija, 28. 3.–29. 3. 2019
31. Simon Krek, sestanki ELRA, Pariz, Francija, 1. 4.–2. 4. 2019
32. Marko Grobelnik, udeležba na 11. posvetu dolenskih in belokranjskih informatikov, Novo mesto, Slovenija, 4. 4. 2019, eno vabljenno predavanje
33. Marko Grobelnik, sestanki na OECD Pariz, Pariz, Francija, 7. 4.–9. 4. 2019
34. Blaž Fortuna, Dunja Mladenič, udeležba na dogodku Dan slovensko-nemškega gospodarstva, Bled, Slovenija, 10. 4. 2019
35. Marko Grobelnik, udeležba na dogodku Dan slovensko-nemškega gospodarstva, konferenca o internacionalizaciji slovenskega gospodarstva, Bled, Brdo pri Kranju, Slovenija, 10. 4. 2019, eno vabljenno predavanje
36. Marko Grobelnik, udeležba na kick-off sestanku projekt HumaneAI, Berlin, Nemčija, 10. 4.–12. 4. 2019
37. Miha Cimperman, Matej Senožetnik, projektni sestanek CogLo, Istanbul, Turčija, 10. 4.–13. 4. 2019
38. Iztok Kosem, Simon Krek, udeležba na konferenci Language Rules, Nottingham, Velika Britanija, 15. 4.–18. 4. 2019, en prispevek
39. Matej Čerin, Filip Koprivec, PerceptiveSentinel review meeting, Ljubljana, Slovenija, 24. 4.–25. 4. 2019
40. Iztok Kosem, Simon Krek, Hackathon delavnica za Lexonomy, Brno, Češka republika, 22. 4.–25. 4. 2019, en prispevek
41. Iztok Kosem, udeležba na konferenci DSN, Bloomington, ZDA, 7. 5.–13. 5. 2019, en prispevek
42. Jaka Čibej, Simon Krek, predstavitev projekta ELEXIS in udeležba na konferenci E-rječnici i e-leksikografija, Zagreb, Hrvaška, 9. 5.–11. 5. 2019, en prispevek
43. Marko Grobelnik, udeležba na konferenci WWW2019, OECD panelu, San Francisco, Pariz, Francija, 11. 5.–23. 5. 2019, en prispevek
44. Matej Čerin, Jože Peternejl, udeležba na konferenci Planet Symposium, Milano, Italija, 13. 5.–17. 5. 2019, en prispevek
45. Matej Senožetnik, udeležba na konferenci CEMEPE & SECOTOX, projektni sestanek Water4cities, Mykonos, Grčija, 18. 5.–25. 5. 2019, en prispevek
46. Blaž Novak, Salman Taherizadeh, projektni sestanek Prestocloud, Niš, Srbija, 21. 5.–24. 5. 2019
47. Dunja Mladenič, delovni sestanek in predavanje na FER Zagreb, Zagreb, Hrvaška, 23. 5. 2019, eno vabljenno predavanje
48. Simon Krek, posvet o češkem nacionalnem korpusu – sestanek svetovalnega odbora, sestanek z Martinom Proškom na Inštitutu za češki jezik, Češka republika, 27. 5.–28. 5. 2019, en prispevek
49. Marko Grobelnik, Daniel Schwabe, udeležba na projektne sestanku DataBench, Bologna, Italija, 29. 5.–31. 5. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Teja Goli, sestanki projekta Clarin, Ljubljana, Slovenija, 10. 1. 2019
2. Marko Grobelnik, udeležba na OECD, sestanki na Bloombergu, udeležba na BigDataFinances, udeležba na Applied Machine Learning Days 2019, sestanki na Eurostatu, kick-off projekta Fintech, Pavia, Italija, 13. 1.–2. 2. 2019, en prispevek
3. Dunja Mladenič, predavanje na temo industrije 4.0., Škofja Loka, Slovenija, 15. 1. 2019, eno vabljenno predavanje
4. Dunja Mladenič, Polona Škraba Stanič, Cleopatra Kick-off meeting, Hannover, Nemčija, 16. 1.–18. 1. 2019
5. Miha Torkar, projektni sestanek BigDataFinance, Saariselkä, Finska, 21. 1.–26. 1. 2019

50. Aljaž Košmerlj, obisk konferenca ESWC 2019, Portorož, Slovenija, 2. 6.–6. 6. 2019
51. Iztok Kosem, udeležba na konferenci 15 KONFERENSEN OM LEXIKOGRAFI I NORDEN, predstavitev Lexonomy ELEXIS partnerjem EKI, delovni sestanek tehničnega odbora ELEXIS, Helsinki, Talin, Leiden, Nizozemska, 2. 6.–12. 6. 2019, en prispevek
52. Gregor Leban, projektni sestanek EuBusinessGraph, Bergen, Norveška, 5. 6.–7. 6. 2019
53. Simon Krek, Konferenca ToTH (Chambéry, Francija), sestanek tehničnega odbora ELEXIS (Leiden, Nizozemska), Chambéry, Francija; Leiden, Nizozemska, Francija, 5. 6.–12. 6. 2019, en prispevek
54. Miha Torkar, obisk konferenca SoFIE Conference, Šanghaj, Kitajska, 9. 6.–16. 6. 2019
55. Mojca Kregar Zavrl, sestanek tehničnega odbora ELEXIS, Leiden, Nizozemska, 10. 6.–11. 6. 2019
56. Teja Goli, sestanek tehničnega odbora ELEXIS, Leiden, Nizozemska, 10. 6.–12. 6. 2019
57. Marko Grobelnik, udeležba na Investment Forumu, London, Velika Britanija, 12. 6.–13. 6. 2019, eno vabljen predavanje
58. Matej Senožetnik, Luka Stopar, projektni sestanek COG-LO, Catania, Italija, 13. 6. 2019
59. Samo Kralj, Erik Novak, Inna Novalija, projektni sestanek EnviroLENS, Ljubljana, Slovenija, 17. 6.–18. 6. 2019
60. Simon Krek, predstavitev ELEXIS in sestanki v povezavi s pridružitvijo mreži ELEXIS, Mannheim, Nemčija, 17. 6.–19. 6. 2019, en prispevek
61. Iztok Kosem, udeležba na konferenci Asialek, Istanbul, Turčija, 18. 6.–22. 6. 2019, en prispevek
62. Marko Grobelnik, sestanek na JRC Ispra, projektni sestanek SilkNow, tehnični sestanek na temo AI Observatory, Milano, Nica, Pariz, Francija, 23. 6.–29. 6. 2019
63. Matej Posinkovič, projektni sestanek TheyBuyforYou, Oslo, Norveška, 24. 6.–27. 6. 2019
64. Avguštín Kastelic, projektni sestanek Silknow, Nice, Francija, 25. 6.–27. 6. 2019
65. Dunja Mladenič, tehnični sestanek Silknow-Nice, review Silknow-Madrid, Nice, Madrid, Francija, 25. 6.–29. 6. 2019
66. Marko Grobelnik, predavanje na Workshop Artificial Intelligence for Manufacturing, Bruselj, Belgija, 1. 7.–2. 7. 2019, eno vabljen predavanje
67. Marko Grobelnik, predavanje na Open Education Design Workshopu, Vipava, Slovenija, 3. 7.–3. 7. 2019, eno vabljen predavanje
68. Luka Stopar, udeležba na konferenci TAO, Berlin, Nemčija, 3. 7.–5. 7. 2019, eno vabljen predavanje
69. Matej Senožetnik, Tine Šubic, obisk konferenca TOA-Tech Open Air, Berlin, Nemčija, 3. 7.–6. 7. 2019, en prispevek
70. Marko Grobelnik, sestanek na UN s slovensko ambasadoriko, udeležba na UN High Level Policy Forum, New York, ZDA, 12. 7.–22. 7. 2019, eno vabljen predavanje
71. Simon Krek, sestanek odbora ELRA, Lucca, Italija, 14. 7.–20. 7. 2019
72. Simon Krek, predstavitev ELEXIS na konferenci Global WordNet Conference 2019 kot vabljen predavatelj, Wrocław, Poljska, 22. 7.–24. 7. 2019, en prispevek
73. Nikola Ljubešić, udeležba na konferenci ACL, Firence, Italija, 27. 7.–3. 8. 2019, en prispevek
74. Kaja Dobrovoljc, udeležba na konferenci ACL 2019, Firence, Italija, 30. 7.–2. 8. 2019, en prispevek
75. Marko Grobelnik, udeležba na KDD konferenci, Anchorage, ZDA, 31. 7.–15. 8. 2019
76. James Alexander Hodson, Dunja Mladenič, udeležba na KDD konferenci, Anchorage, ZDA, 3. 8.–10. 8. 2019, dva prispevka
77. Erik Novak, obisk konferenca IJCAI-19, Macao, Kitajska, 9. 8.–17. 8. 2019, en prispevek
78. Kaja Dobrovoljc, udeležba na konferenci SyntaxFest, Pariz, Francija, 25. 8.–30. 8. 2019, en prispevek
79. Gregor Leban, review sestanek projekta euBusinessGraph, Luxembourg, Luksemburg, 27. 8.–29. 8. 2019
80. Marko Grobelnik, udeležba na review sestanku H2020 Databenč, Luxembourg, Luksemburg, 2. 9.–3. 9. 2019
81. Miha Torkar, INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA SCIENCE IN FINANCE, Dublin, Irsko, 2. 9.–6. 9. 2019
82. Polona Škraba Stanič, projektni sestanek FinTECH, Winterthur, Švica, 3. 9. 2019
83. Marko Grobelnik, M. Beshar Massri, udeležba na Cleopatra Summer School, Dubrovnik, Hrvaška, 5. 9.–14. 9. 2019, eno vabljen predavanje
84. Blaž Novak, Salman Taherizadeh, projektni sestanek PrestoCloud, Atene, Grčija, 10. 9.–13. 9. 2019
85. Simon Krek, udeležba na konferenci TSD 2019, Ljubljana, Slovenija, 11. 9.–13. 9. 2019, en prispevek
86. Gregor Leban, udeležba na "Cleopatra Summer School", Dubrovnik, Hrvaška, 11. 9.–15. 9. 2019
87. Miha Cimperman, Matej Senožetnik, projektni sestanek COG-LO, Split, Hrvaška, 15. 9.–19. 9. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Miha Cimperman, Secondment projekta H2020 RENOIR, Sankt Peterburg, Ruska federacija, 9. 6. 2019–14. 7. 2019
2. Miha Cimperman, Secondment projekta H2020 RENOIR, Sankt Peterburg, Ruska federacija, 1. 10. 2019–18. 11. 2019
3. Miha Cimperman, Secondment projekta H2020 RENOIR, Sankt Peterburg, Ruska federacija, 5. 12. 2019–23. 12. 2019
4. Branko Kavšek, Secondment projekta H2020 RENOIR, Troy, ZDA, 26. 5. 2019–25. 6. 2019
5. Klemen Kenda, Secondment projekta H2020 RENOIR, Sankt Peterburg, Ruska federacija, 13. 5. 2019–21. 6. 2019
6. Aljaž Košmerlj, Secondment projekta H2020 RENOIR, Pittsburgh, ZDA, 1. 10. 2019–20. 10. 2019
7. Dunja Mladenič, Secondment projekta H2020 RENOIR, Troy, ZDA, 26. 5. 2019–25. 6. 2019
8. Dunja Mladenič, Secondment projekta H2020 RENOIR, Pittsburgh, ZDA, 1. 10. 2019–7. 11. 2019
9. Erik Novak, Secondment projekta H2020 RENOIR, Pittsburgh, ZDA, 1. 10. 2019–7. 11. 2019
10. Luka Stopar, Secondment projekta H2020 RENOIR, Sankt Peterburg, Ruska federacija, 1. 10. 2019–18. 11. 2019
11. Patrik Zajec, Secondment projekta H2020 RENOIR, Pittsburgh, ZDA, 1. 10. 2019–7. 11. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Branko Kavšek*
2. dr. Iztok Kosem
3. dr. Simon Krek
4. dr. Jurij Leskovec
5. dr. Nikola Ljubešić
6. **prof. dr. Dunja Mladenič, vodja samostojnega laboratorija**
7. prof. dr. John Stewart Shawe-Taylor, znanstveni svetnik
8. doc. dr. Primož Škraba

Podoktorski sodelavci

9. dr. Kaja Dobrovoljc
10. dr. Blaž Fortuna*
11. dr. Aljaž Košmerlj
12. dr. Joao Paulo Pita Da Costa
13. dr. Jan Rupnik*
14. dr. Luka Stopar
15. Aysel Saliha Sunar, BSc in Mathematics, Turčija
16. dr. Salman Taherizadeh

Mlajši raziskovalci

17. dr. Luka Bradeško
18. Jaka Čibej, mag. prev.
19. mag. Rayid Ghani
20. James Alexander Hodson, Bachelor of Science, ZDA
21. Jakob Jelenčič, mag. fin. mat.
22. mag. Mitja Jermol
23. Blaž Kažič, univ. dipl. inž. el.
24. Klemen Kenda, univ. dipl. fiz.
25. Erik Novak, mag. prof. mat.
26. *Miha Torkar, mag. znanosti, odšel 25. 11. 2019*

Strokovni sodelavci

1. dr. Janez Brank
2. dr. Miha Cimperman
3. Flavio Fuat, univ. dipl. inž. rač. in inf.
4. Teja Goli, mag. prev.
5. dr. Matej Kovacič
6. Mojca Kregar, dipl. ekon.
7. dr. Gregor Leban*
8. dr. Inna Novalija
9. Matej Posinkovič, univ. dipl. fiz.
10. Matjaž Rihtar, univ. dipl. inž. el.
11. Mateja Škraba, dipl. posl. inf.
12. dr. Polona Škraba Stanič
13. Maja Škrjanc, univ. dipl. inž. rač. in inf.
14. *Jasna Urbančič, mag. inž. rač. in inf., odšla 1. 10. 2019*

Tehniški in administrativni sodelavci

15. Aleš Buh
16. Jasna Franko
17. Marko Grobelnik
18. Monika Kropelj, univ. dipl. kult.
19. Blaž Novak, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Opomba

- * delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Aalborg University, Aalborg, Danska
2. Aalto University, Aalto, Finska
3. ABB Robotics, Zürich, Švica
4. ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN BUCURESTI, Bukarešta, Romunija

5. ACTIVEEON, Valbonne, Francija
6. ADITISS ADVANCED INTEGRATED TECHNOLOGY SOLUTIONS & SERVICES LTD, Lefkosia, Ciper
7. AdriaMobil, Novo mesto, Slovenija
8. ADVANTIC SISTEMAS Y SERVICIOS SL, Španija
9. Agricultural Cooperative Society, Izrael
10. Agricultural Institute of Slovenija, Ljubljana, Slovenija
11. AGUAS MUNICIPALIZADAS DE ALICANTE, EMPRESA MIXTA, Alicante, Španija
12. AKTIF YATIRIM BANKASI AS, Turčija
13. Allan Turing Institute, London, Velika Britanija
14. ALMA MATER STUDIORUM Università di Bologna, Bologna, Italija
15. Andromeda Group, Paiania, Grčija
16. Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Grčija
17. Artificial Intelligence Research Institute (IIA), Barcelona, Španija
18. ASOCIACION DE INVESTIGACION METALURGICA DEL NOROESTE, Španija
19. ASSOCIATION O.R.T., Francija
20. ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS-RESEARCH CENTER, Atene, Grčija
21. Atos Spain Sa Madrid, Španija
22. AUEB, Atene, Grčija
23. Austrian Institute of Technology GmbH, Dunaj, Avstrija
24. Ayuntamiento De Zaragoza, Zaragoza, Španija
25. B HIVE EU, Belgija
26. BANKA SLOVENIJE, Ljubljana, Slovenija
27. BANKING & PAYMENTS FEDERATION IRELAND COMPANY LIMITED BY GUARANTEE, Dublin, Irska
28. Barcelona Supercomputing Center, Barcelona, Španija
29. BIG BANG, TRGOVINA IN STORITVE, d. o. o., Ljubljana
30. Birmingham City Council, Birmingham, Velika Britanija
31. Bloomberg, New York, ZDA
32. Blumorpho, Pariz, Francija
33. BOGAZICI UNIVERSITESI, Istanbul, Turčija
34. BRC LIMITED, Velika Britanija
35. BRGM, Orléans, Francija
36. BROWSETEL (UK) LIMITED, London, Velika Britanija
37. Budapest University of Technology and Economics, Budimpešta, Madžarska
38. CARTIF Technology Center, Valladolid, Španija
39. CENEJE DRUZBA ZA TRGOVINO IN POSLOVNO SVETOVANJE, D. O. O., Ljubljana, Slovenija
40. Centar Za Digitalne Humanisticke Nauke, Beograd, Srbija
41. CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, Pariz, Francija
42. Cerved Group Spa, Milano, Italija
43. Chrinon Ltd, London, Velika Britanija
44. CINECA, Bologna, Italija
45. CNIT, Parma, Italija
46. CNRS, Pariz, Francija
47. COMPANIA DE UTILITATI PUBLICE DUNAREA BRAILA SA, Romunija
48. Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Pisa, Italija
49. CONTINENTAL AUTOMOTIVE ROMANIA SRL, Romunija
50. CONTROL 2K LIMITED, Bridgend, Velika Britanija
51. COPENHAGEN FINTECH, København, Danska
52. CREVIS, Bruselj, Belgija
53. CROWDPOLICY PSIFIAKES SYMMEТОXIKESYPRESIES IKE, ATTICA, Grčija
54. CVS MOBILE, INFORMACIJSKE RESITVE, D. D., Ljubljana
55. Det Danske Sprog- Og Litteraturselskab, København, Danska
56. DEUTSCHE WELLE, Bonn, Nemčija
57. DEUTSCHE ZENTRALBIBLIOTHEK FUER WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN-LEIBNIZ-INFORMATIONSZENTRUM WIRTSCHAFT, Kiel, Nemčija
58. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, Nemčija
59. DFKI, German Research Center for Artificial Intelligence, Kaiserslautern, Nemčija
60. DISY INFORMATIONSSYSTEME GMBH, Karlsruhe, Nemčija
61. DOMINA SRL, MODENA, Italija
62. DYNAMIS AE GENIKON ASFALEION, Kallithea, Grčija
63. ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE, Lozana, Švica
64. EDEX-EDUCATIONAL EXCELLENCE CORPORATION LIMITED, Nikozija, Ciper
65. Eesti Keele Instituut, Talin, Estonija
66. EIT Digital, London, Velika Britanija
67. EKONOMICKA UNIVERZITA V BRATISLAVE, Bratislava, Slovaška
68. Elektro Primorska, Nova Gorica, Slovenija
69. Elektroservisi, Trzin, Slovenija
70. ELTA, Atene, Grčija
71. ENGINEERING-INGEGNERIA INFORMATICA SPA, Rim, Italija
72. Eötvös Loránd University, Budimpešta, Madžarska
73. ERNST & YOUNG GMBH WIRTSCHAFTSPRUFUNGSGESELLSCHAFT, Stuttgart, Nemčija
74. ETH Zürich, Švica
75. ETHNIKO KENTRO EREVNAS KAI TECHNOLOGIKIS ANAPTYXIS, Thessaloniki, Grčija
76. EURECOM, Biot, Francija
77. European Children's Universities Network, Dunaj, Avstrija
78. European Commission-Joint Research Centre, Ispra, Italija
79. European Commission, Directorate-General for Translation, Luksemburg
80. European Media Laboratory GMBH - EML, Heidelberg, Nemčija
81. European Organisation for Security, Bruselj, Belgija
82. Evaluations and Language Resources Distribution Agency, Pariz, Francija
83. EVRY NORGE AS, Fornebu, Norveška
84. Facebook, Mountain View, ZDA
85. Faculdade De Ciências Sociais E Humanas Da Universidade Nova De Lisboa, Lizbona, Portugalska
86. Federal University of Sao Carlos UFSCar, Sao Carlos, Brazilija
87. FIRAMIS GMBH, Oberursel, Nemčija
88. Fluidtime Data Services GmbH, Dunaj, Avstrija
89. Fondazione Bruno Kessler, Trento, Italija
90. Forschungsinstitut fuer Rationalisierung-FIR, Aachen, Nemčija
91. Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Nemčija
92. Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe, Nemčija
93. Forum Virium, Helsinki, Finska
94. Foundation for Research and Technology-Hellas, Heraklion, Grčija
95. France Digitale, Pariz, Francija
96. PRATELLI PIACENZA S.P.A., Pollone, Italija
97. Fraunhofer-Institut-Intelligent Analysis and Information Systems, Sankt Augustin, Nemčija
98. Freie Universität Berlin, Berlin, Nemčija
99. French Alternative Energies and Atomic Energy Commission, Gif-sur-Yvette, Francija
100. FUJITSU TECHNOLOGY SOLUTIONS, Pariz, Francija
101. FUNDACIO EURECAT, Barcelona, Španija
102. FUNDACION CENTRO TECNOLÓGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA, Vigo, Španija
103. FUNDACION DE LA COMUNIDAD VALENCIANA PARA LA INVESTIGACION, PROMOCION Y ESTUDIOS COMERCIALES DE VALENCIAPORT, Valencia, Španija
104. FUNDACION PARA LA PROMOCION DE LA INNOVACION, INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA DE AUTOMOCION DE GALICIA, Porriño, Španija
105. FUNDACJA PROGRESS AND BUSINESS, Krakov, Poljska
106. FundingBo, Madrid, Španija
107. Garin, Moncada, Španija
108. Gavagai, Stockholm, Švedska
109. GCF-GLOBAL CLIMATE FORUM EV, Berlin, Nemčija
110. Gemalto, Meudon, Francija
111. GENILLARD & CO GMBH, München, Nemčija
112. Geoville Informationssysteme und Datenverarbeitung GmbH, Innsbruck, Avstrija
113. Germanwatch Nord-Sued-Initiative e.V., Bonn, Germany
114. GESIS-LEIBNIZ INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTEN e.V., Mannheim, Nemčija
115. GFK EURISKO SR, Milano, Italija
116. GFT ITALIA SRL, Milano, Italija
117. GIOUMPTIK MELETI SCHEDIASMOS YLOPOHISI KAI POLISI ERGON PLIORFORIKIS ETAIREIA PERIORISMENIS EFTHYNIS, Atene, Grčija
118. Global Security Challenge, London, Velika Britanija
119. Globtel, Maribor
120. Goodai research SRO, Praga, Češka
121. Google, Mountain View, ZDA
122. Google, Zürich, Švica
123. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover - L3S Research Center, Hannover, Nemčija
124. GRAMMOS S.A., Igoumenitsa, Grčija
125. Graz University of Technology, Institute for Theoretical Computer Science (IGI), Grade, Avstrija
126. GUARDTIME AS, Talin, Estonija
127. HANSE AEROSPACE WIRTSCHAFTSDIENST GMBH, Hamburg, Nemčija
128. Hebrew University of Jerusalem, Jeruzalem, Izrael
129. Hella Saturnus, Ljubljana, Slovenija
130. HEWLETT PACKARD ITALIANA SRL, Milano, Italija
131. Hrvatska Pošta, Zagreb, Hrvatska
132. HTW BERLIN, Berlin, Nemčija
133. Hub France IA, Pariz, Francija
134. HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, Berlin, Nemčija
135. i2s, Atene, Grčija
136. IBATECH TECNOLOGIA SL, Madrid, Španija
137. IBM ISRAEL-SCIENCE AND TECHNOLOGY LTD, Haifa, Izrael
138. Idc Italia Srl, Milano, Italija
139. ideXlab, Pariz, Francija
140. Idiap Research Institute, Martigny, Švica
141. IDIAP, Martigny, Švica
142. IDRYMA TECHNOLOGIAS KAI EREVNAS, Thessaloniki, Grčija
143. IIT Bombay, Bombaj, Indija
144. IKONOMICESKI UNIVERSITET-VARNA, Varna, Bolgarija
145. IMFM, Institute of Mathematics, Physics and Mechanics, Ljubljana, Slovenija
146. INESC TEC-INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTADORES, TECNOLOGIA E CIENCIA, Porto, Portugalska
147. Infotehna, Novo mesto, Slovenija
148. INFOTRIP S.A.-Intelligent Transport Systems, Thessaloniki, Grčija
149. Infraestruturas de Portugal SA, Almada, Portugalska
150. INNOV-ACTS LIMITED, Nikozija, Ciper
151. INNOVATION SPRINT, Bruselj, Belgija
152. Inova IT, d. o. o., Maribor, Slovenija

153. INRIA Lille-Nord Europe, Lille, Francija
 154. INRIA, Pariz, Francija
 155. Insiel-Informatica per il Sistema degli Enti Locali SpA, Trst, Italija
 156. Institut Mines-Telecoms, Palaiseau, Francija
 157. Institute For Bulgarian Language »Prof Lyubomir Andreychin«, Sofija, Bolgarija
 158. Institute for Language and Speech Processing, R.C. »Athena«, Atene, Grčija
 159. INSTITUTE OF COMMUNICATION AND COMPUTER SYSTEMS, Atene, Grčija
 160. Institute of Computer Science, Jagiellonian University, Krakov, Poljska
 161. Institute of Mathematics and its Applications, University of Minnesota, Minneapolis, ZDA
 162. Institute of Science and Technology-IST, Klosterneuburg, Avstrija
 163. Institution Information Technologies Institute (CERTH-IIT), Thessaloniki, Grčija
 164. Instituto Cervantes, Madrid, Španija
 165. Instituto de Sistemas e Robótica (ISR), research center of Instituto Superior Técnico (ISR/IST), Lizbona, Portugalska
 166. Institutul de Cercetari Pentru Inteligenti Artificiala, Bukarešta, Romunija
 167. Instituut Voor Nederlandse Lexicologie, Lieden, Nizozemska
 168. INTRASOFT International SA, Bruselj, Belgija
 169. Iren Rinnovabili srl, Iren, Italija
 170. Iskratel, d. o. o., Kranj
 171. iSOCO, Barcelona, Španija
 172. ITS Hellas, Atene, Grčija
 173. Jagiellonian University, Krakov, Poljska
 174. JEMS, ENERGETSKA DRUŽBA, D. O. O., Ljubljana, Slovenija
 175. JOANNEUM RESEARCH FORSCHUNGSGESSELLSCHAFT MBH, Gradec, Avstrija
 176. JOC, d. o. o., Vrhnika, Slovenija
 177. Johann Wolfgang Goethe Universitaet Frankfurt Am Main Frankfurt, Nemčija
 178. JOT INTERNET MEDIA ESPAÑA SL, Madrid, Španija
 179. JRC CAPITAL MANAGEMENT CONSULTANCY & RESEARCH GMBH, Berlin, Nemčija
 180. Junge Uni Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
 181. K Desktop Environment e.V., Berlin, Nemčija
 182. K Dictionaries, Tel Aviv, Izrael
 183. KAPE-CRES, Centre for Renewable Energy Sources and Saving, Atene, Grčija
 184. Kapsch TrafficCom AG, Dunaj, Avstrija
 185. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Nemčija
 186. Katholieke Universiteit Leuven, Lueven, Belgija
 187. KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS, Litva
 188. Kinderbüro Universität Wien, Dunaj, Avstrija
 189. King's College, London, Velika Britanija
 190. KLINIKUM NURNBERG, Nürnberg, Nemčija
 191. KNOW-CENTER GMBH RESEARCH CENTER FOR DATA-DRIVEN BUSINESS & BIG DATA ANALYTICS, Gradec, Avstrija
 192. Knowledge for All Foundation - K4A, London, Velika Britanija
 193. KONNEKT ABLE TECHNOLOGIES LIMITED, Waterford, Irsko
 194. KTH Stockholm, Stockholm, Švedska
 195. La Sorbonne UPMC, Pariz, Francija
 196. Landbrug & Fodevarer F.M.B.A. København, Danska
 197. Language Technology Centre Ltd., Surrey, Velika Britanija
 198. Lawrence Berkeley National Laboratories, Berkeley, ZDA
 199. LEANXCALE SL, Madrid, Španija
 200. Leeds University, Leeds, Velika Britanija
 201. Leibniz Universität Hannover, Hannover, Nemčija
 202. Leiden University, Leiden, Nizozemska
 203. Lexical Computing, Brno, Češka
 204. LIBERBANK SA, Madrid, Španija
 205. LIGHTSOURCE LABS LIMITED, Dublin, Irsko
 206. Linagora, Puteaux, Francija
 207. LINGUASERVE INTERNACIONALIZACION DESERVICIOS SA, Madrid, Španija
 208. Lionbridge Belgium, Etterbeek, Belgija
 209. LiveU Ltd., Kfar Saba, Izrael
 210. LPP, Ljubljana, Slovenija
 211. LSE, London, Velika Britanija
 212. LUCY SOFTWARE AND SERVICES GMBH, Heidelberg, Nemčija
 213. Luis Simões SA, Lizbona, Portugalska
 214. Magellium SAS, Ramonville St Agne Cedex, Francija
 215. MAGGIOLI SPA, Santarcangelo Di Romagna, Italija
 216. Magyar Tudományos Akademia, Nyelvtudományi Intezet, Budimpešta, Madžarska
 217. MANDAT INTERNATIONAL ALIAS FONDATION POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE, Ženeva, Švica
 218. Masarykova univerzita, Brno, Češka
 219. Max Planck Institut für Biologische Kybernetik, Tübingen, Nemčija
 220. MEASUREMENT LIMITED, Dublin, Irsko
 221. Microsoft Ireland Research, Dublin, Irsko
 222. Microsoft Research Ltd., Cambridge, Velika Britanija
 223. Ministrstvo za javno upravo, Ljubljana, Slovenija
 224. MODEFINANCE SRL, Trst, Italija
 225. MonkeyFab, Varšava, Poljska
 226. MORAVIA IT AS, Brno, Češka
 227. N. AMRAM TECHNOLOGIES LTD, Megido, Izrael
 228. NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, Singapur, Singapur
 229. National & Kapodistrian University of Athens, Atene, Grčija
 230. National Bank of Greece S.A., Palamas, Grčija
 231. National ICT Australia, Eveleigh, Avstralija
 232. National University Of Ireland, Galway, Galway, Irsko
 233. NCSR Demokritos, San Antonio, ZDA
 234. NEC, London, Velika Britanija
 235. NEHS Group, Pariz, Francija
 236. New York Times, New York, ZDA
 237. Nil podatkovne komunikacije, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
 238. Nissatech Innovation Centre, Niš, Srbija
 239. North Carolina State University, Raleigh, ZDA
 240. North Karelia University of Applied Sciences, Joensuu, Finska
 241. Norwegian Mapping Agency, Honefoss, Norveška
 242. Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norveška
 243. NTUA-National Technical University of Athens, Atene, Grčija
 244. NUI Galway, Galway, Irsko
 245. OESIA NETWORKS SL, Rivas Vacaimadrid, Španija
 246. Oesia Networks SL, Zaragoza, Španija
 247. Oesterreichische Akademie Der Wissenschaften, Dunaj, Avstrija
 248. Olsen Ltd AG, Zürich, Švica
 249. Onera, Palaiseau, Francija
 250. Ontotext AD, Sofia, Bolgarija
 251. Open Data Institute (ODI), London, Velika Britanija
 252. Opera Software, Oslo, Norveška
 253. Örebro University, Örebro, Švedska
 254. ORT BRAUDE COLLEGE, Karmiel, Izrael
 255. Oxford University, Oxford, Velika Britanija
 256. PANTEIO PANEPISTIMIO KOINONIKON KAIPOLITIKON EPISTIMON, Atene, Grčija
 257. PARIS EUROPLACE, Pariz, Francija
 258. Paris Montagne, Pariz, Francija
 259. PDM E FC PROJECTO DESENVOLVIMENTO MANUTENCAO FORMACAO E CONSULTADORIALDA, Lizbona, Portugalska
 260. Persontyle, Velika Britanija
 261. PG Conseil, Pariz, Francija
 262. Pinterest, San Francisco, ZDA
 263. PlayGen Ltd, London, Velika Britanija
 264. Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska
 265. Politecnico Di Milano, Milano, Italija
 266. POLYTECHNEIO KRITIS, Chania, Grčija
 267. Pomona College, Claremont, ZDA
 268. Pošta Slovenije, Ljubljana, Slovenija
 269. POSTE ITALIANE-SOCIETA PER AZIONI, Rim, Italija
 270. PostEurop, Bruselj, Belgija
 271. PRIVE SERVICES EUROPE GMBH, Dunaj, Avstrija
 272. PRIVREDNO DRUSTVO ZA PRUZANJE USLUGA ISTRAZIVANJE I RAZVOJ NISSATECH INNOVATION CENTRE DOO, Niš, Srbija
 273. QLECTOR, RAZVOJ CELOVITIH RESITEV ZA PAMETNE TOVARNE, D. O. O., Ljubljana, Slovenija
 274. Queen Mary University of London, London, Velika Britanija
 275. Q-Validus Ltd, Dublin, Irsko
 276. Qwant, Apriz, Francija
 277. Radboud University of Nijmegen, Nijmegen, Nizozemska
 278. Real Academia Espanola, Madrid, Španija
 279. Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC), Szentendre, Madžarska
 280. REGISTERENHETEN I BRONNOYSUND, Bronnoysund, Norveška
 281. RENSSLAER POLYTECHNIC INSTITUTE, Troy, ZDA
 282. REPORTBRAIN LIMITED, London, Velika Britanija
 283. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, Nemčija
 284. Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen - RWTH, Aachen, Nemčija
 285. ROESSINGH RESEARCH AND DEVELOPMENT BV, Enschede, Nizozemska
 286. Royal Holloway, University of London, London, Velika Britanija
 287. Rutgers University, New Jersey, ZDA
 288. S2 GRUPO DE INNOVACION EN PROCESOS ORGANIZATIVOS SL, Valencia, Španija
 289. Saarland University, Saarbrücken, Nemčija
 290. SANTANDER UK PLC, London, Velika Britanija
 291. SAP AG, Walldorf, Nemčija
 292. SCI-University of Utah, Salt Lake City, ZDA
 293. Semantic Technology Institute International, Dunaj, Avstrija
 294. Semantic Technology Institute, University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
 295. SIA SPA, Milano, Italija
 296. SIDROCO HOLDINGS LIMITED, Nikozija, Ciper
 297. Siemens, München, Nemčija
 298. SIMULA, Fornebu, Norveška
 299. Sinergise, Laboratory for geographical information systems, Ltd., Ljubljana, Slovenija
 300. Singular Logic-Information Systems & Applications SA, Atene, Grčija
 301. SINGULARLOGIC ANONYMI ETAIREIA PLIROFORIAKON SYSTIMATON KAI EFARMOGON PLIROFORIKIS, Atene, Grčija
 302. SISSA Medialab, Trst, Italija
 303. SIVECO ROMANIA SA, Bukarešta, Romunija
 304. Slovenska tiskovna agencija, Ljubljana, Slovenija
 305. Slovenski avtomobilski grozd, Ljubljana, Slovenija
 306. SOFTWARE AG, Darmstadt, Nemčija

307. SOFTWARE IMAGINATION & VISION SRL, Bukarešta, Romunija
308. SPAZIODATI SRL, Trento, Italija
309. SPHYNX TECHNOLOGY SOLUTIONS AG, Zug, Švica
310. Špica International, d. o. o., Ljubljana, Ljubljana
311. St Louis University, Saint Louis, ZDA
312. Stanford University, Palo Alto, ZDA
313. Steinbeis Innovation gGmbH, Stuttgart, Nemčija
314. Stichting Centrum Voor Wiskunde En Informatica, Amsterdam, Nizozemska
315. STICHTING IHE DELFT INSTITUTE FOR WATER EDUCATION, Delft, Nizozemska
316. Stiftelsen Sintef, Trondheim, Norveška
317. Stockholm University, Stockholm, Švedska
318. Studio Moderna, d. o. o., Zagorje ob Savi, Ljubljana
319. SVEUCILISTE U RIJEKI EKONOMSKI FAKULTET, Reka, Hrvaška
320. Sveučiliste u Zagrebu Filozofski Fakultet – University of Zagreb, Zagreb, Hrvaška
321. SWARCO, Turin, Italija
322. T U Berlin, Berlin, Nemčija
323. TAMPEREEN KORKEAKOULUSAATIO SR, Tampere, Finska
324. TAMPEREEN YLIOPISTO, Tampere, Finska
325. TAUS, De Rijp, Nizozemska
326. Techila Technologies Ltd, Tampere, Finska
327. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, København, Danska
328. Technical University of Kosice, Košice, Slovaška
329. Technicolor, Pariz, Francija
330. Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Izrael
331. TECHNISCHE UNIVERSITAET DRESDEN, Dresden, Nemčija
332. Technische Universität München, München, Nemčija
333. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska
334. TEKNOLOJI ARASTIRMA GELISTIRME ENDUSTRIYEL URUNLER BILISIM TEKNOLOJILERI SANAYI VE TICARET ANONIM TICARET, Istanbul, Turčija
335. Tel Aviv University, Tel Aviv, Izrael
336. Telecommunications Software & Systems Group, Waterford, Irsko
337. TELEFONICA INVESTIGACION Y DESARROLLO SA, Madrid, Španija
338. Telekom Slovenije, Ljubljana, Slovenija
339. Telenor ASA, Fornebu, Norveška
340. TETALAP – Hungarian Science and Technology Foundation, Budimpešta, Madžarska
341. THALES ALENIA SPACE, Cannes, France
342. Thales Research & Technology, Palaiseau, Francija
343. The European Access Network, London, Velika Britanija
344. The European Students' Union, Bruselj, Belgija
345. The Foundation of Max Reinhardt, Bratislava, Slovaška
346. The Numerical Algorithms Group (NAG), Oxford, Velika Britanija
347. The Open University, Milton Keynes, Velika Britanija
348. THE PROVOST, FELLOWS, FOUNDATION SCHOLARS & THE OTHER MEMBERS OF BOARD OF THE COLLEGE OF THE HOLY & UNDIVIDED TRINITY OF QUEEN ELIZABETH NEAR DUBLIN, Dublin, Irsko
349. The University of Limerick, Localisation Research Centre, Limerick, Irsko
350. THE UNIVERSITY OF MANCHESTER, Manchester, Velika Britanija
351. TIB Hannover – The German National Library of Science and Technology, Hannover, Nemčija
352. Ticon Uk Limited, London, Velika Britanija
353. TILDE, Riga, Latvija
354. TIS Transport, Innovation and Systems Consultancy, Lizbona, Portugalska
355. TNO, Delft, Nizozemska
356. Toshiba, Cambridge, Velika Britanija
357. TREDIT SA Transport Consultants, Kalamaria, Grčija
358. TRT, Milan, Italija
359. Tsinghua University, Peking, Kitajska
360. TU Berlin / DAI-Lab, Berlin, Nemčija
361. TU Wien, Dunaj, Avstrija
362. Tübingen Children's University, Tübingen, Nemčija
363. TurboInštitut, d. d., Ljubljana, Slovenija
364. Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Sirketi, Körfez, Turčija
365. TWENTY COMMUNICATION, Bath, Velika Britanija
366. UBITECH LIMITED, Limassol, Ciper
367. UDG ALLIANCE, Lozana, Švica
368. Uokobenhavns Universitet, København, Danska
369. Umeå University, Umeå, Švedska
370. Unilever, London, Velika Britanija
371. UNINOVA-INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TECNOLOGIAS-ASSOCIACAO, Portugalska
372. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, Španija
373. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid, Španija
374. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Španija
375. Università Ca' Foscari di Venezia, Benetke, Italija
376. UNIVERSITA DEGLI STUDI DI GENOVA, Genoa, Italy
377. Università degli Studi di Milano, Milano, Italija
378. Università Degli Studi Di Palermo, Palermo, Italija
379. UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PAVIA, Pavia, Italija
380. Università Degli Studi Di Roma La Sapienza, Rim, Italija
381. Università dell'Insubria, Varese, Italija
382. UNIVERSITA POLITECNICA DELLE MARCHE, Ancona, Italija
383. Universitat d'Alicante, Alicante, Španija
384. Universitat de les Illes Balears, Palma, Španija
385. Universitat de Lleida, Lleida, Španija
386. Universitat de Valencia, Valencia, Španija
387. UNIVERSITAT JAUME I DE CASTELLON, Castellon de la Plana, Španija
388. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Španija
389. Universitat Politècnica de València – UPV, Valencia, Španija
390. Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Španija
391. Universität Stuttgart, Stuttgart, Nemčija
392. Universität Trier, Trier, Nemčija
393. Université de Geneve, Ženeva, Švica
394. UNIVERSITE DU LUXEMBOURG, Luxembourg, Luksemburg
395. UNIVERSITE PARIS I PANTHEON-SORBONNE, Pariz, Francija
396. Université Pierre et Marie Curie, Pariz, Francija
397. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nizozemska
398. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Nizozemska
399. University College Cork, Cork, Irsko
400. University College Dublin, Dublin, Irsko
401. UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN, NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND, DUBLIN, Irsko
402. University College London, London, Velika Britanija
403. University of Aalto, Helsinki, Finska
404. University of Aegean, Mytilini, Grčija
405. University of Amsterdam, Amsterdam, Nizozemska
406. University of Antwerp, Antwerp, Belgija
407. University of Barcelona, Spain
408. UNIVERSITY OF BRIGHTON, Brighton, Velika Britanija
409. University of Bristol, Bristol, Velika Britanija
410. University of British Columbia, Vancouver, Kanada
411. University of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija
412. University of Coimbra, Coimbra, Portugalska
413. University of Economics, Prague, Praga, Češka
414. University of Edinburgh, Edinburgh, Velika Britanija
415. University of Fribourg, Fribourg, Švica
416. University of Glasgow, Glasgow, Velika Britanija
417. University of Heidelberg, Heidelberg, Nemčija
418. University of Helsinki, Helsinki, Finska
419. University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
420. University of Karlsruhe, Institute AIFB, Nemčija
421. University of Leoben, Leoben, Avstrija
422. University of Liege, Liege, Belgija
423. University of Lisbon Algebra Center, Lizbona, Portugalska
424. University of Liverpool, Liverpool, Velika Britanija
425. University of London, London, Velika Britanija
426. University of Manchester, Manchester, Velika Britanija
427. University of Oviedo (ILTO), Asturija, Španija
428. University of Oxford, Oxford, Velika Britanija
429. University of Pennsylvania, Pennsylvania, ZDA
430. UNIVERSITY OF PIRAEUS RESEARCH CENTER, Piraeus, Grčija
431. University of Sheffield, Sheffield, Velika Britanija
432. University of Siena, Siena, Italija
433. University Of Southampton, Southampton, Velika Britanija
434. University of St. Andrews, St. Andrews, Velika Britanija
435. University of Surrey, Guildford, Velika Britanija
436. University of Szeged, Juhasz Gyula, Teachers Training Faculty, Szeged, Madžarska
437. University of Tartu, Tartu, Estonija
438. University of the Aegean (UoA), Mytilini, Grčija
439. University of Venice/ECLT, Benetke, Italija
440. University of Wolverhampton (UoW), Wolverhampton, Velika Britanija
441. University of York, York, Velika Britanija
442. University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics, Varaždin, Hrvaška
443. University of Zagreb, Zagreb, Hrvaška
444. University Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Pariz, Francija
445. University Rey Juan Carlos, Madrid, Španija
446. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana, Slovenija
447. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
448. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana, Slovenija
449. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija
450. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
451. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija
452. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Slovaška
453. UNIWERSYTET WARSZAWSKI, Varšava, Poljska
454. UNPARALLEL INNOVATION LDA, Caparica, Portugalska
455. UP IAM – University of Primorska, Andrej Marušič Institute, Koper, Slovenija
456. UPC Barcelona/Universidad de Cantabria, Barcelona, Španija
457. Upstanding Hackers, Cheyenne, ZDA
458. US Military Academy, West Point, New York, ZDA
459. VILLE DE CAROUGE, Ženeva, Švica
460. VISTATEC LTD, Dublin, Irsko
461. VRJE UNIVERSITEIT BRUSSEL, Bruselj, Belgija
462. VYSOKA SKOLA EKONOMICKA V PRAZE, Praga, Češka

463. WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Varšava, Poljska
 464. Wavestone, London, Velika Britanija
 465. WENALYZE, Madrid, Španija
 466. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster, Nemčija
 467. Wikimedia, Berlin, Nemčija
 468. WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN, Dunaj, Avstrija
 469. WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, Wrocław, Poljska

470. XEROX Research Centre Europe, Meylan, Francija
 471. Xlab, Teslova 30, Ljubljana, Slovenija
 472. XTM International, Bucks, Velika Britanija
 473. Yahoo! Research, New York, ZDA
 474. ZOOM Children's Museum, Dunaj, Avstrija
 475. ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN, Winterthur, Švica

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Viivi Uurtio, João M. Monteiro, Jaz Kandola, John Shawe-Taylor, Reyes Fernandez-Reyes, Juho Rousu, "A tutorial on canonical correlation methods", *ACM computing surveys*, 2019, **50**, 6, 95. [COBISS.SI-ID 32707879]
- João Pita Costa, Jonathan Leech, "Open problems from NCS 2018", *The art of discrete and applied mathematics*, 2019, **2**, 2, p.2.09. [COBISS.SI-ID 33195559]
- João Pita Costa, Jonathan Leech, "On the coset structure of distributive skew lattices", *The art of discrete and applied mathematics*, 2019, **2**, p.2.05. [COBISS.SI-ID 33195303]
- Matej Senočetnik, Luka Bradeško, Tine Šubic, Zala Herga, Jasna Urbančič, Primož Škraba, Dunja Mladenec, "Estimating point-of-interest rating based on visitors geospatial behaviour", *Computer science and information systems*, 2019, **16**, 1, 131-154. [COBISS.SI-ID 32162855]
- Sarah Chisholm, Andrew B. Stein, Neil R. Jordan, Tatjana M. Hubel, John Shawe-Taylor, Tom Fearn, J. Weldon McNutt, Alan M. Wilson, Stephen Hailes, "Parsimonious test of dynamic interaction", *Ecology and evolution*, 2019, **9**, 4, 1654-1664. [COBISS.SI-ID 32705319]
- Marinka Žitnik, Francis Nguyen, Bo Wang, Jurij Leskovec, Anna Goldenberg, Michael M. Hoffman, "Machine learning for integrating data in biology and medicine: principles, practice, and opportunities", *Information fusion*, 2019, **50**, 71-91. [COBISS.SI-ID 1538217923]
- Casey Doyle, Zala Herga, Stephen Dipple, Bolesław K. Szymański, Gyorgy Korniss, Dunja Mladenec, "Predicting complex user behavior from CDR based social networks", *Information sciences*, 2019, **500**, 217-228. [COBISS.SI-ID 32423207]
- Iztok Kosem *et al.* (59 avtorjev), "The image of the monolingual dictionary across Europe. Results of the European survey of dictionary use and culture", *International journal of lexicography*, 2019, **32**, 1, 92-114. [COBISS.SI-ID 31987751]
- Darja Fišer, Nikola Ljubešić, "Distributional modelling for semantic shift detection", *International journal of lexicography*, 2019, **32**, 2, 163-183. [COBISS.SI-ID 67380066]
- Nikola Ljubešić, Maja Miličević, Tanja Samardžić, "Borders and boundaries in Bosnian, Croatian, Montenegrin and Serbian: Twitter data to the rescue", *Journal of linguistic geography*, 2019, **6**, 2, 100-124. [COBISS.SI-ID 32783655]
- Tadej Štajner, Dunja Mladenec, "Cross-lingual document similarity estimation and dictionary generation with comparable corpora", *Knowledge and information systems*, 2019, **58**, 3, 729-743. [COBISS.SI-ID 31303975]
- Špela Arhar Holdt, Kaja Dobrovoljc, Nataša Logar, "Simplicity matters: user evaluation of the Slovene reference corpus", *Language resources and evaluation*, 2019, **53**, 1, 173-190. [COBISS.SI-ID 1538050243]
- Katja Zupan, Nikola Ljubešić, Tomaž Erjavec, "How to tag non-standard language: normalisation versus domain adaptation for Slovene historical and user-generated texts", *Natural language engineering*, 2019, **25**, 5, 651-674. [COBISS.SI-ID 32634151]
- Michele Donini, João M. Monteiro, Ponti Massimiliano, Tim Hahn, Andrea J. Fallgatter, John Shawe-Taylor, Janaina Mourão-Miranda, "Combining heterogeneous data sources for neuroimaging based diagnosis: re-weighting and selecting what is important", *NeuroImage*, 2019, **195**, 215-231. [COBISS.SI-ID 32705063]
- Tanja Urbančič, Anja Polajnar, Mitja Jermol, "Open education for a better world: a mentoring programme fostering design and reuse of open educational resources for sustainable development goals", *Open praxis*, 2019, **11**, 4, 409-426. [COBISS.SI-ID 33021735]

- Darja Fišer, Nikola Ljubešić, Tomaž Erjavec, "Parlamer - a corpus of contemporary Slovene parliamentary proceedings", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 70-98. [COBISS.SI-ID 70429282]
- Polona Gantar, Špela Arhar Holdt, Jaka Čibej, Taja Kuzman, "Structural and semantic classification of verbal multi-word expressions in Slovene", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 99-119. [COBISS.SI-ID 1538298563]
- Tadej Škvorc, Simon Krek, Senja Pollak, Špela Arhar Holdt, Marko Robnik Šikonja, "Predicting Slovene text complexity using readability measures", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 198-220. [COBISS.SI-ID 1538288067]
- Marinka Žitnik, Rok Sosič, Marcus W. Feldman, Jurij Leskovec, "Evolution of resilience in protein interactomes across the tree of life", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, **116**, 10, 4426-4433. [COBISS.SI-ID 32176935]
- Klemen Kenda, Blaž Kažič, Erik Novak, Dunja Mladenec, "Streaming data fusion for the internet of things", *Sensors*, 2019, **19**, 8, 1955. [COBISS.SI-ID 32326183]
- Nikola Ljubešić, Maja Miličević, Tanja Samardžić, "Jezična akomodacija na Twitteru: primjer Srbije", *Slavistična revija: časopis za jezikoslovje in literarne vede*, 2019, **67**, 1, 87-107. [COBISS.SI-ID 69467490]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Simon Krek, "Natural language processing and automatic knowledge extraction for lexicography", *International journal of lexicography*, 2019, **32**, 2, 115-118. [COBISS.SI-ID 32527655]
- Kristina Štrkalj Despot, Lana Hudeček, Tomislav Stojanov, Nikola Ljubešić, "Stanje enojezične leksikografije: hrvaščina", *Slovenščina 2.0: empirične, aplikativne in interdisciplinarne raziskave*, 2019, **7**, 1, 65-76. [COBISS.SI-ID 32782631]

STROKOVNI ČLANEK

- Aljaž Košmerlj, "(Pol)avtomatska anonimizacija sodb", *Pravna praksa: PP*, 2019, **38**, 4, 14-15. [COBISS.SI-ID 32460583]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Klemen Kenda, Filip Koprivec, Dunja Mladenec, "Optimal missing value estimation algorithm for groundwater levels", V: *The 3rd EWaS International Conference on "Insights on the Water-Energy-Food Nexus", 27-30 June 2018, Lefkada Island, Greece*, (Proceedings MDPI, **2**), 2019, 698. [COBISS.SI-ID 32102439]
- Gaurav Singh, Iain J. Marshall, James Thomas, John Shawe-Taylor, Byron C. Wallace, "A neural candidate-selector architecture for automatic structured clinical text annotation", V: *CIKM 2017: proceedings of the 2017 ACM Conference on Information and Knowledge Management, November 6-10, 2017, Singapore, Singapore*, ACM, 2019, 1519-1528. [COBISS.SI-ID 32709159]
- Iztok Kosem, Simon Krek, "ELEXIFINDER: a tool for searching lexicographic scientific output", V: *Electronic lexicography in the 21st century: eLex 2019 Conference, 1-3 October 2019, Sintra, Portugal*, Proceedings, Lexical Computing, 2019, 506-518. [COBISS.SI-ID 32917543]
- John P. McCrae, Carole Tiberius, Anas Fahad Khan, Ilan Kernerman, Thierry Declerck, Simon Krek, Monica Monachini, Sina Ahmadi, "The ELEXIS interface for interoperable lexical resources", V: *Electronic lexicography in the 21st century: eLex 2019 Conference, 1-3 October 2019, Sintra, Portugal*, Proceedings, Lexical Computing, 2019, 642-659. [COBISS.SI-ID 32918055]

5. Jaka Čibej, Špela Arhar Holdt, "Repel the syntruders! A crowdsourcing cleanup of the thesaurus of modern Slovene", V: *Electronic lexicography in the 21st century: eLex 2019 Conference, 1-3 October 2019, Sintra, Portugal*, Proceedings, Lexical Computing, 2019, 338-356. [COBISS.SI-ID 1538466243]
6. Jože M. Rožanec, Dunja Mladenec, Blaž Fortuna, "Demand forecasting for industry 4.0: predicting discrete demand from multiple sources for B2B domain", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 57-60. [COBISS.SI-ID 32863015]
7. Samo Kralj, Živa Urbančič, Erik Novak, Klemen Kenda, "Document embedding models on environmental legal documents", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 29-32. [COBISS.SI-ID 32859175]
8. Matej Čerin, Filip Koprivec, Klemen Kenda, "Early land cover classification with Sentinel 2 satellite images and temperature data", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 45-48. [COBISS.SI-ID 32861991]
9. Patrik Kojanec, Branko Kavšek, César A. Teixeira, "Epileptic seizure detection using topographic maps and deep machine learning", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 53-56. [COBISS.SI-ID 32862503]
10. Filip Koprivec, Jože Peternelj, Klemen Kenda, "Feature selection in land-cover classification using EO-learn", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 37-40. [COBISS.SI-ID 32861479]
11. João Pita Costa, Flavio Fuat, Luka Stopar, Marko Grobelnik, Dunja Mladenec, Aljaž Košmerlj, Evgenia Belayeva, L. Rei, Gregor Leban, S. Fischhaber, J. Wallace, "Health news bias and its impact in public health", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 21-24. [COBISS.SI-ID 32858663]
12. Mattiev Jamolbek Maqsudovich, Branko Kavšek, "How overall coverage of class association rules affects the accuracy of the classifier?", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 49-52. [COBISS.SI-ID 32862247]
13. Branko Kavšek, Dunja Mladenec, Omar Malik, Bolesław K. Szymański, "Identifying events in mobility data", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 41-44. [COBISS.SI-ID 32861735]
14. Luka Bizjak, Miha Torkar, Aljaž Košmerlj, "Latent distance graphs from news data", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 25-28. [COBISS.SI-ID 32858919]
15. João Pita Costa, Flavio Fuat, Luka Stopar, D. Paolotti, M. Hirsch, R. Mexia, Paul Carlin, J. Wallace, "Local-to-global analysis of influenza-like-illness data", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 33-36. [COBISS.SI-ID 32861223]
16. Adrian Mladenec Grobelnik, Dunja Mladenec, Marko Grobelnik, "The next big thing in science", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 9-12. [COBISS.SI-ID 32857895]
17. Ayşe Saliha Sunar, Erik Novak, Jasna Urbančič, Dunja Mladenec, "Preferences of users on cross-site OER recommendations: stay or leave?", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 5-8. [COBISS.SI-ID 32857639]
18. Massri M. Basher, Sara Brezec, Erik Novak, Klemen Kenda, "Semantic enrichment and analysis of legal domain documents", V: *Odkrivanje znanja in podatkovna skladišča - SiKDD: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek C*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 17-20. [COBISS.SI-ID 32858407]
19. Kristina Pahor de Maiti, Darja Fišer, Nikola Ljubešič, "How haters write: analysis of nonstandard language in online hate speech", V: *7th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities (CMC-Corpora2019), 9-10 September 2019 Cergy-Pontoise University, France*, Proceedings, The Institute of Digital Humanities of Cergy-Pontoise University, 2019, 37-42. [COBISS.SI-ID 70457698]
20. Nikola Ljubešič, Kaja Dobrovoljc, "What does neural bring? Analysing improvements in morphosyntactic annotation and lemmatisation of Slovenian, Croatian and Serbian", V: *The 7th Workshop on Balto-Slavic Natural Language Processing, BSNLP'2019, August 2, 2019, Florence, Italy*, Proceedings of the workshop, Association for Computational Linguistics, 2019, 29-34. [COBISS.SI-ID 32617255]
21. Kaja Dobrovoljc, "Annotating formulaic sequences in spoken Slovenian: structure, function and relevance", V: *LAW XIII, The 13th Linguistic Annotation Workshop, August 1, 2019, Florence, Italy*, Proceedings of the workshop, Association for Computational Linguistics, 2019, 108-112. [COBISS.SI-ID 32617511]
22. Kaja Dobrovoljc, Tomaž Erjavec, Nikola Ljubešič, "Improving UD processing via satellite resources for morphology", V: *UDW 2019, Third Workshop on Universal Dependencies (UDW, SyntaxFest 2019), 29-30 August, 2019, Paris, France*, Proceedings of the workshop, Association for Computational Linguistics, 2019, 24-34. [COBISS.SI-ID 32743975]
23. Hao Yin, Austin R. Benson, Jurij Leskovec, "The local closure coefficient: a new perspective on network clustering", V: *WSDM '19: The Twelfth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, Proceedings, ACM, 2019, 303-311. [COBISS.SI-ID 32320807]
24. Nikola Ljubešič, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "The FRENK datasets of socially unacceptable discourse in Slovene and English", V: *Text, speech, and dialogue: 22nd International Conference, TSD 2019, Ljubljana, Slovenia, September 11-13, 2019*, (Lecture notes in computer science, **11697**), Springer, 2019, 103-114. [COBISS.SI-ID 70514274]
25. Nikola Ljubešič, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "KAS-term: extracting Slovene terms from doctoral theses via supervised machine learning", V: *Text, speech, and dialogue: 22nd International Conference, TSD 2019, Ljubljana, Slovenia, September 11-13, 2019*, (Lecture notes in computer science, **11697**), Springer, 2019, 115-126. [COBISS.SI-ID 70514786]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Jaka Čibej, "Spodbujanje razvoja jezikovnih virov s pomočjo množičenja", V: *Javni posvet o novem nacionalnem programu za jezikovno politiko. Ministrstvo za kulturo, 10. januar 2019*, prispevki, Republika Slovenija, Ministrstvo za kulturo, 2019, 41-46. [COBISS.SI-ID 32166695]
2. Simon Krek, "Vloga SAZU v RePNPJP19-23", V: *Javni posvet o novem nacionalnem programu za jezikovno politiko. Ministrstvo za kulturo, 10. januar 2019*, prispevki, Republika Slovenija, Ministrstvo za kulturo, 2019, 54-56. [COBISS.SI-ID 32165927]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGAVLJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Sara Može, Simon Krek, "Leveraging large corpora for translation using sketch engine", V: *Advances in empirical translation studies: Developing translation resources and technologies*, Cambridge University Press, 2019, 110-144. [COBISS.SI-ID 32469287]
2. Marcis Pinnis, Nikola Ljubešič, Dan Ștefănescu, Inguna Skadina, Marko Tadić, Tatjana Gornostaja, Špela Vintar, Darja Fišer, "Extracting data from comparable corpora", V: *Using comparable corpora for under-resourced areas of machine translation*, (Theory and applications of natural language processing), Springer, 2019, 89-139. [COBISS.SI-ID 32784167]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Goran Matošević, *Prilagodba sadržaja mrežnih stranica za internetne tražilice pomoću strojnog učenja i obrade prirodnog jezika*: doktorska disertacija, Zagreb, 2019 (mentorja Jasminka Dobša, Dunja Mladenec). [COBISS.SI-ID 32846631]
2. Dijana Oreški, *Evaluacija tehnika otkrivanja kontrasta za potrebe selekcije atributa radi klasifikacije*: doktorska disertacija, Varaždin, 2019 (mentorja Božidar Kliček, Dunja Mladenec). [COBISS.SI-ID 32850727]
3. Tadej Štajner, *Medjezikovno označevanje besedil*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Dunja Mladenec). [COBISS.SI-ID 300344320]

LABORATORIJ ZA ODPRTE SISTEME IN MREŽE

E-5

Dejavnosti Laboratorija za odprte sisteme in mreže so usmerjene v raziskave in razvoj omrežij naslednje generacije, telekomunikacijskih tehnologij, komponent in integriranih sistemov ter storitev in aplikacij informacijske družbe, predvsem tistih, ki zagotavljajo varnost in zasebnost.

Člani laboratorija so v letu 2019 opravljali raziskovalno, razvojno in pedagoško delo. Raziskave in razvojne aktivnosti so potekale v okviru raziskovalnega programa Tehnologije interneta prihodnosti: koncepti, arhitekture, storitve in družbeno-ekonomski vidiki ter pri več domačih in mednarodnih projektih.

Na področje varnih sodobnih omrežij in informacijskih sistemov spadajo projekti Defender, Compact in CONCORDIA iz programa Obzorje 2020, projekti SI-PASS, SI-PASS 2.0 in eID4U iz programa Instrument za povezovanje Evrope, projekt EkoSmart iz Evropskega sklada za regionalni razvoj ter projekt Tehnološki in poslovni vidiki bodočega ekosistema za e-zdravstvo iz Operativnega programa za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2017–2020. Raziskave mehanizmov boja proti kibernetickemu kriminalu so potekale pri projektu EIO-LAPD iz programa EU DG Justice, razvoj rešitev za tehnološko podprto učenje pa pri projektu GIRDA iz programa Erasmus+.

Rezultati raziskav so bili vključeni v pedagoške aktivnosti članov laboratorija, ki sodelujejo kot visokošolski učitelji na dodiplomskem in podiplomskem študiju na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana, Fakulteti DOBA in Fakulteti za komercialne in poslovne vede. Laboratorij je tudi član Evropske organizacije za kibernetično varnost (ECSO).

Koncepti in arhitektura varnih internetnih omrežij in informacijskih sistemov

Raziskave na prvem področju so bile povezane z razvojem varnostne infrastrukture in zaupanja vrednih storitev.

Glavni cilj projektov SI-PASS (Slovensko vozlišče eIDAS in integrirane storitve), SI-PASS 2.0 (Integracija slovenskih e-storitev z nacionalnim vozliščem eIDAS) in eID4U (E-identitete za visoko šolstvo) iz programa CEF (Instrument za povezovanje Evrope – Connecting Europe Facility) je vzpostaviti infrastrukturo za varne čezmejne storitve na različnih področjih. Laboratorij za odprte sisteme in mreže je bil koordinator projekta SI-PASS, ki je na Ministrstvu za javno upravo postavil osrednje vozlišče eIDAS v Sloveniji in nanj priključil štiri javne in eno zasebno e-storitev na področjih e-zdravja (zVEM), pokojninskega in invalidskega zavarovanja (eZPIZ), varovanja intelektualne lastnine, registrov podjetij (portal AJPES) in e-poslovanja (ePero). Vozlišče eIDAS v skladu z uredbo eIDAS (Uredba EU o elektronski identifikaciji in storitvah zaupanja za elektronske transakcije na notranjem trgu) predstavlja osrednjo točko zaupanja v državi. Na eni strani povezuje nacionalno infrastrukturo s tujimi ponudniki storitev, na drugi pa nacionalne ponudnike identitet in storitev z infrastrukturami drugih držav EU. Pri projektu SI-PASS 2.0, ki ga prav tako koordinira Laboratorij za odprte sisteme in mreže in se je začel leta 2019, bodo s slovenskim nacionalnim vozliščem eIDAS povezane e-storitve še na štirih drugih področjih, in sicer e-uprava, občine, zdravstveno zavarovanje in finančne storitve.

Pri projektu eID4U, ki se je zaključil oktobra 2019, smo vzpostavili vozlišče eID4U eIDAS ter z njim povezali zaupanja vredne vire podatkov o študentih (centralni evidenčni sistem za visoko šolstvo eVŠ) in nacionalnega ponudnika identitete. Analizirali smo akademske attribute, potrebne za izmenjavo Erasmus+, ter definirali format in shemo XML za attribute. Nadalje smo nadgradili referenčno izvedbo vozlišča eIDAS EU DIGIT s konektorji za več ponudnikov atributov in razvili tri varne e-storitve na področju izobraževanja. Za odprtokodni sistem za upravljanje izobraževanja Moodle smo izdelali vtičnik, ki omogoča neposredno povezavo z vozliščem eIDAS in preverjanje identitete uporabnikov s pomočjo infrastrukture eIDAS. Spletna stran za registracijo študentov, ki prihajajo na izmenjavo Erasmus+, omogoča zanesljivejšo identifikacijo študentov in prenos potrebnih podatkov v elektronski obliki, zadnja storitev eAccess pa dostop do brezžičnega omrežja v laboratoriju s pomočjo priglašeni nacionalni identitet. Storitve temelji na rešitvi Nodogsplash.



Vodja:
doc. dr. Tomaž Klobučar

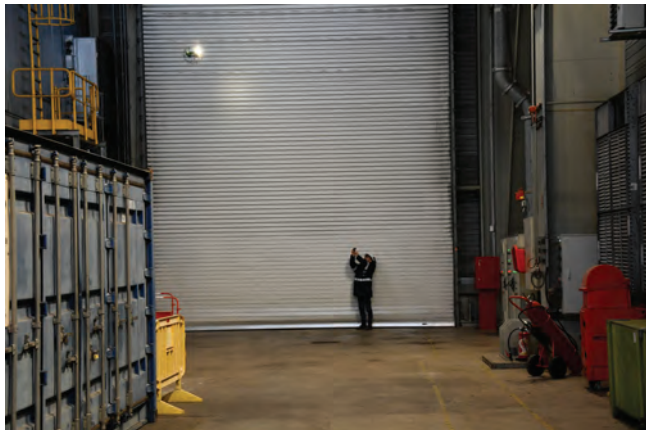
Izdelali smo gradnike za varnostno infrastrukturo in zaupanja vredne storitve.



Slika 1: Zaključna delavnica SI-PASS za slovenske ponudnike javnih e-storitev

Rezultati vseh treh projektov omogočajo tujcem dostop do slovenskih e-storitev s sredstvi iz priglašeni tujih nacionalnih shem za elektronsko identifikacijo, v bližnji prihodnosti, ko bo svojo shemo priglasila še Slovenija, pa bodo tudi slovenskim uporabnikom zagotovili lahek dostop do javnih e-storitev v drugih državah članicah EU.

Triletni projekt **Defender** (Zaščita evropske energetske infrastrukture) obravnava izzive varnosti in zanesljivosti evropske kritične energetske infrastrukture. Pri projektu raziskujemo in razvijamo storitve in mehanizme za večjo



Slika 2: Evalvacija kibernetско-fizičnih groženj kritični energetske infrastrukture v realnem okolju

varnost v vseh elektroenergetskih segmentih, od proizvodnje in prenosa do distribucije električne energije. Raziskave in razvoj so namenjeni izboljšanju zanesljivosti in odpornosti električnega omrežja na fizične in kibernetске grožnje. Projekt je edini veliki projekt kritične elektroenergetske infrastrukture, ki ga v tem trenutku financirata Evropska unija in program Obzorja 2020. Pri projektu poleg izvrstnih evropskih industrijskih partnerjev sodeluje tudi močan slovenski konzorcij: Institut "Jožef Stefan" z Laboratorijem za odprte sisteme in mreže in Odsekom za komunikacijske sisteme, slovenski operater prenosnega energetskega omrežja ELES ter Institut za korporativne varnostne študije. Laboratorij za odprte sisteme in mreže vodi zbiranje in analizo varnostnih groženj, ki ogrožajo energetske sisteme kot del kritične infrastrukture, ter pilotno evalvacijo in testiranja. S partnerji v projektu smo načrtali testno okolje, kjer bomo lahko v letu 2020 preizkusili delovanje rešitev projekta. Pilotno okolje razvijamo v okviru RTP Okroglo ELES, rešitve pa povezujejo sisteme fizične, informacijske in tehnične varnosti.

Na področju energetike smo leta 2019 zaključili triletni nacionalni projekt **Kritična Konična Tarifa**. Pilotna kritična konična tarifa je poskusna omrežninska tarifa za distribucijski sistem, ki je višja od običajne in velja v času trajanja kritične obremenitve omrežja (kritični dogodek). Laboratorij za odprte sisteme in mreže je vodil varno zbiranje in prenos meritev električne porabe gospodinjstev odjemalcev, priključenih na omrežje Elektra Celje, d. d. Sodelavci laboratorija so določili tudi model celotne porabe in pojavitev kritičnih viškov ter razvili algoritem za napoved skupne dnevne porabe ter čas in velikost dnevnega viška. Napovedi so bile testirane na 42 pilotnih dogodkih s pravimi odjemalci. Dosežki vključujejo tudi analizo pilotnih dogodkov in izračun fleksibilnosti gospodinjstev odjemalcev v času dogodka kritične konične tarife. Delo projekta se bo nadaljevalo pri novem projektu **Uporabljalj pametno**. Kritična konična tarifa bo razširjena z »veselimi urami« ter samozadostnimi skupnostmi. Laboratorij bo za potrebe projekta zagotovil analitske storitve, varno skladišče v oblaku in pametno mobilno aplikacijo.

Leta 2019 se je zaključil tudi triletni nacionalni projekt **EkoSmart** (Ekosistem za pametna mesta) na področju zdravja, mobilnosti, aktivnega življenja in dobrega počutja. Ekosistem je bil zasnovan v okviru šestih sklopov, kjer so se razvila nova orodja in metode ob intenzivni podpori IKT za bolj kakovostno in varnejše življenje posameznikov in skupnosti. Laboratorij za odprte sisteme in mreže je sodeloval v sklopu Elektronsko in mobilno zdravje (EMZ). Primarni cilj EMZ je bil razvoj informacijskih tehnologij za podporo celotni zdravstveni oskrbi, tako na domu kot v bolnišnicah. Razviti so bili orodja za spremljanje vitalnih in okoljskih podatkov posameznika ter okolje, ki podpira njihovo zbiranje in obdelavo. Ker so zdravstveni osebni podatki posameznika občutljive narave, smo zagotovili varovanje zasebnosti uporabnikov storitev EMZ. Za okolje IKT je bil razvit sistem upravljanja z bazami podatkov, ki zagotavlja zasebnost podatkov in vključuje tako možnost interaktivnega dostopa kot tudi enkratnega prenosa baze agregiranih podatkov za namene nadaljnjega raziskovanja in obdelav. Predlagan metodološki okvir vključuje različne (psevdo)-anonimizacijske pristope, kot sta razširjena k -anonimnost in l -raznovrstnost ter metoda diferencialne zasebnosti.

Raziskovalni projekt Tehnološki in poslovni vidiki bodočega ekosistema za e-zdravstvo se osredinja na prednostno področje evropske kohezijske politike »pametna mesta in skupnosti«. Njegov temeljni cilj je izdelava funkcionalnega modela za zagotovitev trajnostnega razvoja ekosistema za e-zdravstvo na poslovnem in tehnološkem področju. Del projekta je namenjen analizi novih elektronskih storitev pri odpuščanju pacientov iz bolnišnice. V letu 2019 smo opazovali in merili čas celotnega postopka odpuščanja pacientov. Na podlagi naših opazovanj in računalniškega zapisnika smo postavili model procesa odpuščanja in ugotovili najpomembnejše podprocese, ki vplivajo na celoten čas postopka. Rezultati so podlaga za oceno izboljšanja pri implementaciji in uporabi predlaganih elektronskih storitev.

Leta 2019 smo pridobili še dva projekta iz programa H2020 na področju varne in energetske infrastrukture, ki se bosta začela januarja 2020. Cilj **DE4A** (Digital Europe for all) je državam članicam EU olajšati prehod na varne evropske čezmejne digitalne javne storitve, ki pokrivajo različne sektorje in udeležence, okrepiti zaupanje v javne ustanove ter povečati njihovo učinkovitost in zmanjšati administrativna bremena in stroške. Pri projektu, ki bo zagotovil tudi skladnost e-storitev z najnovejšimi direktivami in regulativo EU (npr. eIDAS, Enotni digitalni portal), vodimo pilot o varnih e-storitvah na področju izobraževanja. **BD4OPEM** (Big Data for Open Innovation

Energy Marketplace) bo razvijal podatkovno usmerjen sistem, ki bo omogočal razvoj inovativnih storitev za potrebe deležnikov energetskega sistema. Predvideni podatkovni tokovi skozi projektno tržnico bodo omogočali analitske storitve za spodbujanje razvoja novih poslovnih priložnosti. Laboratorij je pri projektu zadolžen za zbiranje in analizo primerov uporabe sistema, varnost in zasebnost ter analitske storitve za preventivno vzdrževanje in napovedovanje porabe in prožnosti odjemalcev.

V okviru infrastrukturnega programa v raziskovalnih organizacijah so sodelavci laboratorija še naprej ponujali podporo storitvam IKT, ki omogočajo boljšo komunikacijo tako med člani različnih raziskovalnih programov kot med študenti in njihovimi mentorji iz geografsko porazdeljenih institucij.

Mehanizmi za zagotovitev varnosti in zasebnosti v informacijskih sistemih

Zagotovljena varnost in zasebnost sta ključni za delovanje moderne informacijske družbe in razvoj učinkovitega digitalnega trga. Velik izziv v raziskavah za zagotovitev omrežne varnosti je preprečevanje kibernetске kriminalitete. Leta 2019 so sodelavci Laboratorija intenzivno delali na razvoju rešitev in sistemov za zagotavljanje varnostnih mehanizmov.

Razvili smo novo metodo in orodje za prepoznavanje ranljivih internetnih sistemov in predlagali potrebne ukrepe za odpravo ranljivosti. Ključna značilnost metode je zmožnost avtomatiziranega, hitrega in dinamičnega prepoznavanja ranljivosti v velikem obsegu, pri tem pa so upoštevani tudi etični vidiki. Orodje je bilo predstavljeno v reviji s faktorjem vpliva *IEEE Access*.

V okviru informacijske varnosti smo se ukvarjali še z matematičnimi funkcijami za konstrukcijo simetričnih kriptografskih algoritmov. Podali smo podrobnejši opis, kako se polzlomljene Boolove funkcije uporabljajo v simetrični kriptografiji, ki so s kriptografskega stališča zanimive za obrambo psevdonaključnega generatorja, ki se uporablja pri izdelavi kod v sistemih z multipleksiranjem s kodnim deljenjem (CDMA). Rezultati so objavljeni v poglavju znanstvene monografije, izdane pri založbi IntechOpen. Nadaljnji rezultati o konstrukcijah polzlomljenih Boolovih funkcij so objavljeni v znanstveni reviji *Information Processing Letters*. Poleg tega smo analizirali kriptografske algoritme, ki se uporabljajo v internetu stvari, pri čemer smo obravnavali različne lahke simetrične in asimetrične algoritme za šifriranje. Rezultati so objavljeni v poglavju znanstvene monografije, izdane pri založbi IGI Global.

Raziskovanje pridobivanja čezmejnih digitalnih dokazov in analizo Direktive 2014/41/EU nadaljujemo pri novem projektu iz programa EU DG Justice EIO-LAPD (Evropski preiskovalni nalog – pravna analiza in praktične dileme mednarodnega sodelovanja), kjer sodelujemo s šestimi drugimi ustanovami iz Avstrije, Hrvaške, Italije, Nemčije, Slovenije in Portugalske. Leta 2019 smo raziskali trenutne izzive in predlagali pravna sredstva za odstranjevanje ovir pri zbiranju čezmejnih elektronskih dokazov v preiskavah kaznivih dejanj. Rezultati so bili objavljeni v dveh znanstvenih revijah *Information & communications technology law* in *International review of law, computers & technology*.

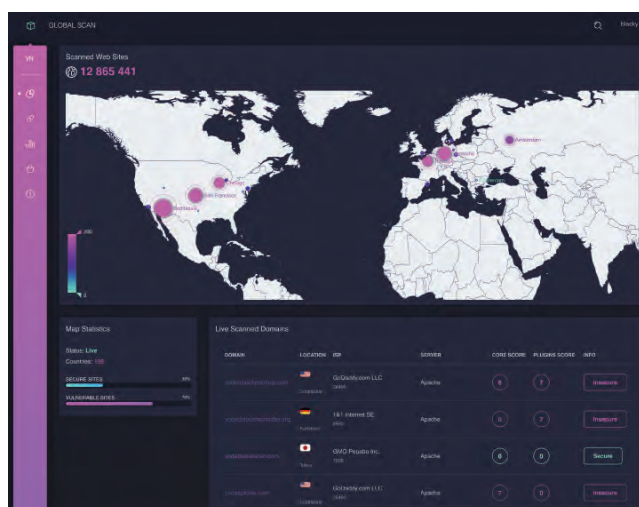
Leta 2019 je Laboratorij za odprte sisteme in omrežja postal član CONCORDIA, enega od štirih evropskih centrov odličnosti kibernetске varnosti iz programa Obzorje 2020. Center ponuja raziskovalne in razvojne rešitve za varen, odporen in zaupanja vreden evropski ekosistem. Znotraj projekta CONCORDIA laboratorij sodeluje z raziskavami o uporabniško usmerjeni varnosti, predvsem prek modelov za boj proti dezinformacijam, upravljanje zaupanja v spletu in zagotavljanje elektronske identitete. Poleg tega je laboratorij aktivno vključen v pilotni program e-zdravje ter prispeva podatke in modele za razvoj modelov celostne obravnave groženj. V prihajajočem letu je del načrtovanih dejavnosti tudi izobraževanje o kibernetски varnosti.

Storitve in aplikacije informacijske družbe

Na področju tehnološko podprtega učenja so člani laboratorija izvajali raziskave in razvoj novih e-izobraževalnih storitev in platform za zaposlene v javni upravi, natančneje na zavodih za zaposlovanje, ter resnih izobraževalnih iger.

Projekt GIRDA (Gameplay for Inspiring Digital Adoption) iz programa Erasmus+ je bil namenjen raziskavam o najprimernejših metodah in tehnologijah za razvoj digitalne pismenosti pri starejših ljudeh z uporabo tabličnih računalnikov in iger. Skupaj s partnerji iz Slovenije, Avstrije, Velike Britanije in Makedonije smo izvajali eksperimente za ugotovitev učinkovitosti alternativnega pristopa k digitalnemu opismenjevanju, ki temelji na digitalnih igrah, prilagojenih starejšim, in ustreznih izobraževalnih orodjih, na primer na dotik občutljivih miz. Rezultati projekta,

Rezultati naših raziskav in razvoja prispevajo k varnejši informacijski družbi.



Slika 3: Orodje za odkrivanje ranljivih spletnih strežnikov v velikem obsegu

ki se je zaključil avgusta 2019, so inovativne izobraževalne metode, primerne pri razvoju resnih iger, in ustrezno učno gradivo. Izsledki raziskav so bili objavljeni v znanstveni reviji *Education and information technologies*.

Cilj triletnega (oktober 2017–2020) projekta COMPACT iz programa Obzorje 2020 je ozaveščanje o najnovejših tehnoloških odkritjih (vključno z znanstvenimi, političnimi, kulturnimi, pravnimi, gospodarskimi in tehničnimi področji) med ključnimi deležniki družbenih medijev. Projekt ima za nalogo zagotoviti analize in zemljevide povezanih pobud družabnih omrežij. Med cilji projekta je tudi priprava ustrezne regulative na področju družabnih omrežij, ki je namenjena omejevanju neželenih vsebin, kot so lažne novice, sovražni govor in informacijske motnje. Laboratorij za odprte sisteme in mreže pri projektu vodi delovni sklop o politikah in regulativnih okvirjih, kjer je bila analizirana metodologija za proučevanje regulativnega okolja v državah EU. Po poskusni uporabi razvite metodologije v 11 državah EU v letu 2018 (Slovenija, Slovaška, Bolgarija, Grčija, Hrvaška, Belgija, Velika Britanija, Irska, Latvija, Danska in Portugalska) in v 71 organizacijah (platforme za preverjanje dejstev, pobude za zasebnost, pobude za ozaveščanje medijev, skupine za digitalne pravice itd.) smo leta 2019 metodologijo razširili in uporabili v dodatnih 13 državah EU (Avstrija, Madžarska, Češka, Romunija, Ciper, Italija, Francija, Poljska, Nemčija, Španija, Švedska, Estonija in Nizozemska) in pri 141 organizacijah. Rezultate smo analizirali glede na trenutno regulativo in direktive (GDPR, AVMSD, elektronsko poslovanje itd.) z vidika temeljnih pravic in regulativnih posledic (preglednost in odgovornost). Za vse ustrezne zainteresirane strani so bila razvita konkretna priporočila glede politike. Del rezultatov je bil že objavljen v znanstveni reviji *Javnost* s faktorjem vpliva SSCI in predstavljen na pomembnih dogodkih, ki jih je organiziral projekt COMPACT, na primer simpozijih v Ljubljani in Bruslju, kongresu PCA na Poljskem in konferenci DRAMA v Atenah. Končni rezultati bodo leta 2020 predstavljeni in razširjeni po vsej EU na prihajajočih simpozijih COMPACT in drugih pomembnih dogodkih. Junija 2019 je enega od simpozijev COMPACT organiziral v Ljubljani naš laboratorij skupaj s podjetjem DATA, d. o. o. Udeležilo se ga je približno 30 ljudi (pravniki, akademiki, strokovnjaki za IT, novinarji, ministrstva, predstavniki medijev in civilne organizacije) in velja za enega od najuspešnejših dogodkov na temo urejanja družbenih medijev.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Kiljander, Jussi, Gabrijelčič, Dušan, Werner-Kytölä, Otilia, Krpič, Andrej, Savanović, Arso, Stepančić, Živa, Palacka, Vladimir, Takalo-Mattila, Janne, Taumberger, Markus, Residential flexibility management: a case study in distribution networks, *IEEE access*, 2019, 7, 80902-80915
2. Cigoj, Primož, Jerman-Blažič, Borka, An intelligent and automated WCMS vulnerability-discovery tool, *IEEE access*, 2019, 7, 175466-175473
3. Trkman, Marina, Mendling, Jan, Trkman, Peter, Krisper, Marjan, Impact of the conceptual model's representation format on identifying and understanding user stories, *Information and software technology*, 2019, 116, 106169, 1–17

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Sestanek projekta GIRDA, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, 5.–7. 2. 2019
2. Sestanek projekta DEFENDER, Rikli Balance Hotel, Bled, 5.–7. 3. 2019
3. Dogodek v okviru projekta SI-PASS: Skladnost e-storitvev z uredbo eIDAS, Generalni sekretariat Vlade Republike Slovenije, Ljubljana, 24. 4. 2019
4. Simpozij v okviru projekta COMPACT: Ali potrebujemo regulirati socialna omrežja?, M-Hotel, Ljubljana, 6. 6. 2019
5. Delavnica v okviru projekta GIRDA: Medgeneracijsko sodelovanje in učenje starejših o digitalnih veščinah, Orehov gaj, Ljubljana, 4. 7. 2019
6. Počastitev 25. obletnice videokonferenčnega sistema ISABEL, porazdeljeni dogodek z 19 partnerji iz 12 evropskih držav, Amerike in Afrike, 2. 7. 2019
7. Sestanek projekta eID4U, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, 28.–29. 10. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. ERASMUS+; GIRDA - Igranje iger za vzpodbujanje digitalne adaptacije
European Commission
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
2. INEA/CEF - eID4U; Elektronske identitete za potrebe evropskih univerz
Innovation and Networks Executive Agency (INEA)
doc. dr. Tomaž Klobučar

3. EIO-LAPD-JUST-AG-2018/JUST-JCOO-AG-2018; Evropski preiskovalni nalog - pravna analiza in dileme prakse v mednarodnem sodelovanju
European Commission
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
4. LIVE_FOR; Digitalna forenzika v računalniškem oblaku
European Commission
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
5. INEA/CEF - SI-PASS; Slovensko vozlišče eIDAS in integrirane e-storitve
Innovation and Networks Executive Agency (INEA)
doc. dr. Tomaž Klobučar

6. INEA/CEF - SI-PASS 2.0.; Integracija slovenskih e-storitev z nacionalnim vozliščem eIDAS Innovation and Networks Executive Agency (INEA)
doc. dr. Tomaž Klobučar
7. H2020 - DEFENDER; Varovanje evropske energetske infrastrukture
European Commission
dr. Dušan Gabrijelčič
8. H2020 - COMPACT; Od raziskav k regulativi s pomočjo osveščanja o novostih na področju družabnih medijev
European Commission
dr. Tanja Pavleska
9. H2020 - CONCORDIA; Kompetence na področju kibernetne varnosti za raziskave in inovacije
European Commission
dr. Tanja Pavleska

PROGRAM

1. Tehnologije interneta prihodnosti: koncepti, arhitekture, storitve in družbeno-ekonomski vidiki
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič

PROJEKTA

1. EkoSmart: Eko Sistem Pametnega Mesta
dr. Živa Stepančič
2. Tehnološki in poslovni vidiki bodočega ekosistema za e-zdravstvo
dr. Marina Trkman

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Primož Cigoj: Preverjanje in zagotavljanje varnosti v spletu in odprtokodnih spletnih aplikacijah, 22. 1. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Borka Jerman Blažič, ocenjevanje evropskih projektov, Evropska komisija, Bruselj, Belgija, 10.-13. 3. 2019
2. Borka Jerman Blažič, evalvacija projekta AARCS, Evropska komisija, Luksemburg, 11.-14. 6. 2019
3. Andrej Jerman Blažič, E-Learn 2019, New Orleans, ZDA, 25. 10.-7. 11. 2019 (1)
4. Samed Bajrić, The Summer School on real-world crypto and privacy, Šibenik, Hrvaška, 16.-21. 6. 2019
5. Samed Bajrić, ERK 2019, Portorož, Slovenija, 25. 10. 2019 (1)
6. Dušan Gabrijelčič, sestanek projekta DEFENDER, Bruselj, Belgija, 8.-10. 1. 2019
7. Dušan Gabrijelčič, skupščina ECSO (The European Cyber Security Organisation), Bruselj, Belgija, 6. 2. 2019

8. Dušan Gabrijelčič, HORIZON 2020 Secure Societies European info Day and Brokerage Event, Bruselj, Belgija, 13.-14. 3. 2019
9. Dušan Gabrijelčič, Živa Stepančič, 14. konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, Slovenija, 21. 5. 2019 (1)
10. Dušan Gabrijelčič, sestanek projekta DEFENDER, Pariz, Francija, 24.-29. 6. 2019
11. Dušan Gabrijelčič, sestanek ECSO (The European Cyber Security Organisation), Bruselj, Belgija, 17. 6. 2019
12. Dušan Gabrijelčič, 1st International Workshop on Security for Financial Critical Infrastructures and Services, Luksemburg, 27. 9. 2019 (1)
13. Dušan Gabrijelčič, sestanek projekta DEFENDER, Tel Aviv, Izrael, 13.-16. 12. 2019
14. Tomaž Klobučar, Dnevi slovenske informatike, Portorož, Slovenija, 16. 4. 2019 (1)
15. Tomaž Klobučar, začetni sestanek projekta EIO- LAPD, Maribor, Slovenija, 10.-11. 5. 2019
16. Tomaž Klobučar, sestanek projekta eID4U, Lizbona, Portugalska, 28.-29. 5. 2019
17. Tomaž Klobučar, letni sestanek projekta CONCORDIA, Bruselj, Belgija, 4.-6. 6. 2019
18. Tomaž Klobučar, HCI International 2019, Orlando, ZDA, 26.-31. 7. 2019 (1)
19. Tomaž Klobučar, sestanek projekta CONCORDIA, Dunaj, Avstrija, 26.-28. 11. 2019
20. Tanja Pavleska, začetni sestanek projekta CONCORDIA, München, Nemčija, 28.-29. 1. 2019
21. Tanja Pavleska, SEEDIG 2019, Bukarešta, Romunija, 6.-10. 5. 2019
22. Tanja Pavleska, 5th Congress of the Polish Communication Association, 18.-21. 9. 2019 (1)
23. Tanja Pavleska, pregled projekta COMPACT, Bruselj, Belgija, 20.-23. 10. 2019
24. Tanja Pavleska, PoEM 2019, Luksemburg, 26.-29. 11. 2019 (1)
25. Živa Stepančič, sestanek projekta CONCORDIA, 6.-8. 5. 2019
26. Živa Stepančič, BEE 2019, Dubrovnik, Hrvaška, 14.-17. 5. 2019 (1)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Rok Bojanc*
2. prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič, znanstveni svetnik
3. dr. Dušan Gabrijelčič
4. **doc. dr. Tomaž Klobučar, vodja laboratorija**

Podoktorski sodelavci

5. dr. Samed Bajrić
6. dr. Andrej Jerman Blažič
7. dr. Tanja Pavleska
8. dr. Živa Stepančič
9. dr. Marina Trkman

Mlajši raziskovalci

10. Primož Cigoj, mag. inf. kom. tehnol.

Strokovni sodelavci

11. *Danijel Grah, univ. dipl. inž. rač. in inf., odšel 1. 6. 2019*
12. Tatjana Martun, dipl. ekon.

Opomba

- * delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Centre for Social Innovation, Dunaj, Avstrija
2. Claustahl University of Technology, Nemčija
3. Univerza v Ljubljani
4. Elektro Celje, Slovenija
5. Fachhochschule Albstadt-Sigmaringen, Nemčija
6. Fraunhofer FIT, Nemčija
7. Univerza v Mariboru
8. Karlsruhe University of Applied Sciences, Nemčija
9. Masarykova univerza, Brno, Češka republika
10. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
11. Ministrstvo za javno upravo RS
12. Smart Com, Slovenija
13. Universidad autonoma, Madrid, Španija
14. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Španija
15. Univerza Middlesex, London, Velika Britanija
16. Univerza Mykolas Romeris, Vilna, Litva
17. Univerza sv. Cirila in Metoda, Skopje, Makedonija
18. Univerza v Stockholmu, Švedska
19. Odprta univerza Bruselj, Belgija
20. VTT, Finska
21. Zavod Republike Slovenije za zaposlovanje
22. Engineering, Italija
23. Thales, Francija
24. Siemens, Romunija
25. ENGIE Ineo, Francija
26. ELES, Slovenija
27. ICS, Slovenija
28. MARAND Inženiring, d. o. o.
29. National University of Ireland, Galway, Irska
Skola Komunikacije a Medii No, Slovaška
University of Latvia, Latvija
30. Hellenic Foundation for European and Foreign Policy, ELIEEP/ELIAMEP, Grčija
31. IT-Forum, Danska
32. Universidade Catolica Portuguesa, Portugalska

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Jussi Kiljander, Dušan Gabrijelčič, Otilia Werner-Kytölä, Andrej Krpič, Arso Savanović, Živa Stepančič, Vladimir Palacka, Janne Takalo-Mattila, Markus Taumberger, "Residential flexibility management: a case study in distribution networks", *IEEE access*, 2019, 7, 80902-80915. [COBISS.SI-ID 32487207]
2. Primož Cigoj, Borka Jerman-Blažič, "An intelligent and automated WCMS vulnerability-discovery tool", *IEEE access*, 2019, 7, 175466-175473. [COBISS.SI-ID 32933415]
3. Marina Trkman, Jan Mendling, Peter Trkman, Marjan Krisper, "Impact of the conceptual model's representation format on identifying and understanding user stories", *Information and software technology*, 2019, 116, 106169. [COBISS.SI-ID 25212646]
4. Enes Pašalić, Sugata Gangopadhyay, WeiGuo Zhang, Samed Bajrić, "Design methods for semi-bent functions", *Information processing letters*, 2019, 143, 61-70. [COBISS.SI-ID 1540928196]
5. Borka Jerman Blažič, Tomaž Klobučar, "A new legal framework for cross-border data collection in crime investigation amongst selected european countries", *International journal of cyber criminology*, 2019, 13, 2, 270-289. [COBISS.SI-ID 33271847]
6. Tanja Kerševan Smokvina, Tanja Pavleska, "Igra mačke z mišjo: medijska regulacija v evropski uniji v času algoritimizacije komuniciranja", *Javnost*, 2019, 26, supl., s82-s99. [COBISS.SI-ID 32997927]
5. Tanja Pavleska, Helder Aranha, Masi Massimiliano, Eric Grandry, Giovanni Paolo Sellitto, "Cybersecurity evaluation of enterprise architectures: the e-SENS case", V: *The practice of enterprise modeling: 2th IFIP Working Conference, PoEM 2019, November 27-29, 2019, Luxembourg, Luxembourg*, (Lecture notes in business information processing, 369), Springer, 2019, 226-241. [COBISS.SI-ID 32911655]
6. Rok Bojanc, "Stanje poslovanja z e-računi v Sloveniji", V: *1st International Scientific Conference Eastern European Conference of Management and Economics, May 24, 2019, Proceedings, Ljubljana School of Business*, 2019, 83-89. [COBISS.SI-ID 2048474136]
7. Helder Aranha, Masi Massimiliano, Tanja Pavleska, Giovanni Paolo Sellitto, "Securing mobile e-Health environments by design", V: *15th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob 2019), 21-23 October 2019, Barcelona, Spain*, Proceedings, IEEE, 2019, 300-305. [COBISS.SI-ID 33150247]
8. Anton Kosi, Kristijan Koželj, Damjan Bobek, Dušan Gabrijelčič, Živa Stepančič, "Predstavitev rezultatov pilotnega vključevanja odjemalcev v programe prilaganja odjema z uporabo dinamičnega tarifiranja v mednarodnem projektu Flex4Grid", V: *Štirinajsta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, 21.-23. maj 2019*, Referati in predstavitve, Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRE - CIREC, 2019. [COBISS.SI-ID 32417575]
9. Tomaž Klobučar, "Improving cross-border educational services with eIDAS", V: *Trends and advances in information systems and technologies. Volume 1: [presented at the 2019 World Conference on Information Systems and Technologies, (WorldCIST'19, Galicia, Spain, April 16-19, 2019)]*, (Advances in intelligent systems and computing, 913), Springer, 2019, 932-938. [COBISS.SI-ID 32260903]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Helder Aranha, Masi Massimiliano, Giovanni Paolo Sellitto, Tanja Pavleska, "Enabling security-by-design in smart grids", V: *2019 15th European Dependable Computing Conference: EDCC 2019: Naples, Italy, 17-20 September 2019*, Proceedings, IEEE, 2019, 177-179. [COBISS.SI-ID 33148455]
2. Marina Trkman, Živa Stepančič, Roko Malkoč, "Evaluation of patients' discharge time on a ward preliminary findings", V: *4th Business & Enterpreneurial Economics Conference 2019, 15/5 - 18/05, 2019, Dubrovnik, Croatia*, Conference proceedings, Student Business Incubator at the University of Zagreb, 2019, 45-49. [COBISS.SI-ID 32830503]
3. Borka Jerman-Blažič, Tomaž Klobučar, "Advancement in cybercrime investigation: the new European legal instruments for collecting cross-border E-evidence", V: *Information Technology Systems: proceedings of ICITS 2019, [International Conference on Information Technology & Systems, February 68, 2019, Quito, Ecuador]*, (Advances in intelligent systems and computing, 918), Springer, 2019, 858-867. [COBISS.SI-ID 32074023]
4. Tomaž Klobučar, "Facilitating access to cross-border learning services and environments with eIDAS", V: *Learning and collaboration technologies, Ubiquitous and virtual environments for learning and collaboration: 6th International Conference, LCT 2019 held as part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019 Orlando, FL, USA, July 26-31, 2019: proceedings. Part II*, (Lecture notes in computer science, 11591), Springer, 2019, 329-342. [COBISS.SI-ID 32515111]
10. Izudin Softić, Nedžimija Demirović, Marina Pejić, Midhat Umihanić, Samed Bajrić, "Reducing the number of solutions in the unit commitment problem using variations with repetition", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 144-147. [COBISS.SI-ID 32698919]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Borka Jerman-Blažič, Andrej Jerman Blažič, "Interactive multimedia touch screen tablets and gaming as a vehicle that fosters learning digital skills", V: *Interactive multimedia: multimedia production and digital storytelling*, IntechOpen, 2019, 43-60. [COBISS.SI-ID 32783399]
2. Samed Bajrić, "Implementing symmetric cryptography using sequence of semi-bent functions", V: *Modern cryptography: current challenges and solutions*, IntechOpen, 2019, 1-16. [COBISS.SI-ID 32958759]
3. Samed Bajrić, "An analysis of cryptographic algorithms in IoT", V: *Smart devices, applications, and protocols for the IoT*, IGI Global, 2019, 83-104. [COBISS.SI-ID 32245543]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Rok Bojanc, *E-hramba in ukrepi za zagotovitev varstva osebnih podatkov*, [Ljubljana]: ZZI, 2019. [COBISS.SI-ID 40010501]

Osnovne dejavnosti Odseka za komunikacijske sisteme obsegajo raziskovanje, načrtovanje in razvoj telekomunikacijskih omrežij, tehnologij in storitev naslednje generacije, brezžičnih komunikacijskih vgrajenih in senzorskih sistemov ter novih postopkov za vzporedno in porazdeljeno računanje. V okviru teh dejavnosti razvijamo metode in programska orodja za modeliranje, simulacijo, analizo in sintezo komunikacijskih sistemov, pilotska in eksperimentalna okolja, računalniške simulacije za podporo biomedicinskim postopkom ter opremo in postopke za zahtevno obdelavo in interpretacijo bioloških signalov.

Raziskovalno in razvojno delo na odseku poteka v okviru Laboratorija za komunikacijske tehnologije (LKT), Laboratorija za vzporedne in porazdeljene sisteme (LVPS) in Laboratorija za omrežene vgrajene sisteme (LOVS). Raziskovalno delo laboratorijev se vsebinsko dopolnjuje, kar se izraža predvsem pri izvajanju aplikativnih projektov.

V Laboratoriju za komunikacijske tehnologije smo leta 2019 nadaljevali raziskave, ki smo jih začeli v preteklih letih. Ukvarjati smo se začeli tudi z novimi izzivi, povezanimi z dostopnim segmentom radijskih omrežij. Osredotočili smo se na raziskave radijskega prenosa v zemeljskih in satelitskih komunikacijskih sistemih ter na upravljanje radijskih in omrežnih virov. Raziskave so del raziskovalnega programa Komunikacijska omrežja in storitve (P2-0016).

Raziskave modeliranja in simulacije radijskih kanalov so bile pomemben del dejavnosti Laboratorija za komunikacijsko tehnologijo. Nadaljevali smo proučevanje algoritmov za sledenje žarkom v različnih okoljih, pri čemer smo proučevali nove algoritme in poenostavitev okolja, da bi napoved širjenja radijskih valov postala bolj učinkovita in natančna.

Tako smo predlagali različico algoritma diskretnega žarka, ki na prizorišču sledi velikemu številu žarkov, poslanih iz oddajnega vira v vseh smereh. Sprejete žarke na sprejemniku določimo s pomočjo koncepta sprejemne sfere. Zaradi geometrije porazdelitve žarkov v prostoru v splošnem ni možno zaznati natančno enega žarka na valovno fronto, tudi če uporabimo sprejemne sfere spremenljivih velikosti. Da se izognemo dvojnemu štetju pri minimalni uporabi spominskega prostora, smo predlagali pristop s filtriranjem žarkov. S tem izboljšamo natančnost modeliranja kanalov, hkrati pa precej zmanjšamo potrebe po pomnilniku. Namesto približnih rešitev, predlaganih v preteklosti, smo predstavili verjetnostne Bloomove filtre in pokazali njihove skoraj optimalne lastnosti razlikovanja valovnih front. Izogibanje dvojnemu štetju smo tako dosegli s precej manjšimi stroški prostora in manjšo časovno zahtevnostjo kot katerakoli znana rešitev.

Poleg tega smo optimizirali opis radijskega okolja z namenom hitrejšega in natančnejšega sledenja radijskim žarkom. Proučevali smo razširjanje radijskih valov v naravnih jamah, kjer je modalna analiza dala sprejemljive rezultate v preprostih jamskih prehodih, medtem ko so bolj razgibane jame z zelo nepravilnimi prehodi ostale problematične. Glavni cilj je bil pridobiti osnovno znanje o principih širjenja radijskih valov na različnih frekvencah v edinstvenem jamskem okolju. Uporabili smo pristop sledenja žarkom na 3D geometrijskih modelih jam, ki smo jih dobili z laserskim skeniranjem naravnih jam. To je omogočilo ustvarjanje oblaka točk, ki se je preoblikoval v podrobne 3D modele naravnih jam, shranjene v obliki datoteke stereolitografije. S pristopom surove moči pri uporabi metode sledenja žarkom na podrobnih 3D-modelih jam smo ugotovili veliko odstopanje med merjenimi in simuliranimi rezultati. Napaka izhaja iz preveč podrobnega 3D-opisa jame v primerjavi z valovno dolžino radijskih valov. Zato smo raziskave usmerili v poenostavitev modela jame, tj. povečanje velikosti površine trikotnikov, s katerimi opisujemo jame in pretvarjanje jamskih podrobnosti v hrapavost površine. Predlagani pristop smo ovrednotili v treh različnih jamskih prehodih in na treh nosilnih frekvencah, ki so zanimive za sodobne komunikacijske sisteme. Analiza je pokazala sprejemljivo korelacijo med meritvami in simulacijami, kljub težavam z napačnim položajem meritev.

Pri običajnem modeliranju telekomunikacijskih kanalov je valovna dolžina majhna v primerjavi s podrobnostmi računske geometrije. Izjemne hitrosti komunikacije, brezžične dostopne točke bližje uporabniku ter manjše pico in femto celice zahtevajo večjo natančnost pri napovedovanju širjenja radijskih signalov in postavljajo natančnost metode sledenja žarkom pod vprašaj. Povečane računalniške zmogljivosti in povpraševanje po boljšem modeliranju radijskih kanalov na manjših geografskih območjih odpira vrata numeričnim metodam polnega vala kot alternativni metodam sledenja žarkom. Reševanje temeljnih Maxwellovih enačb je v jedru računalniške elektrodinamike in je najbolj primerno za modeliranje interakcij električnih polj s fizičnimi predmeti. V zvezi s tem smo proučevali načine skrajšanja časa računanja numeričnih tehnik polnega vala pri hkratnem zagotavljanju še sprejemljive natančnosti



Vodja:

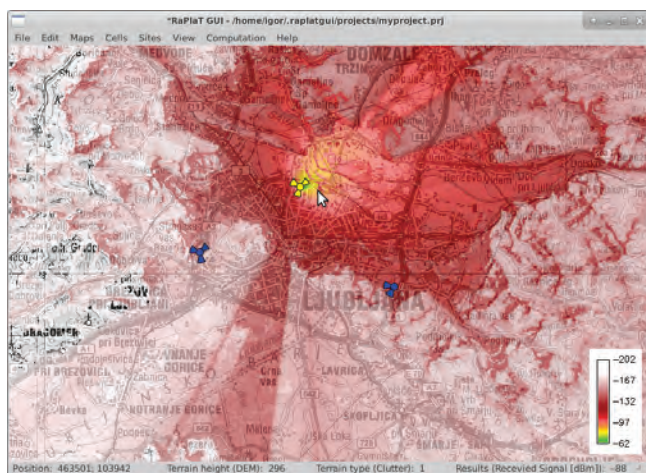
prof. dr. Mihael Mohorčič

modeliranja radijskih kanalov za najmanjše radijske celice. Identificirali smo več raziskovalnih smeri, ki bi lahko vodile do boljšega modeliranja kanalov, vključno z numeričnimi prilagoditvami algoritmov za večja območja, alternativnimi pristopi s končnimi razlikami, kot so brez mrežne metode, in namensko vzporedno strojno opremo, po možnosti na osnovi podatkovno-pretočnih pristopov.

Pri determinističnem modeliranju radijskih kanalov je poznavanje radijskega okolja pomembno za natančno napoved širjenja radijskih valov. V zvezi s tem smo predlagali novo idejo o oceni 3D geometrije in z lastnostmi površin notranosti stavb. Ideja temelji na predpostavki, da je prejeti radijski signal zaradi interakcije z okoliškimi predmeti popačen in tako vključuje podpis radijskega okolja. Predlagali smo metodologijo, kako uporabiti podpise radijskega okolja za karakterizacijo geometrije in lastnosti površin notranjih okolij z uporabo orodij za strojno učenje, simulacij sledenja radijskim žarkom ter uporabo ultra široke pasovne komunikacijske tehnologije.

Programsko orodje za modeliranje razširjanja radijskega valovanja in optimizacijo mobilnih komunikacijskih omrežij smo nadgradili z grafičnim uporabniškim vmesnikom (GUI). Čelni GUI za ukazno-vrstično (CLI) orodje

Za največjega slovenskega mobilnega operaterja Telekom Slovenije, d. d., smo razvili program RaPlat-GUI.



Slika 1: Izračunana moč sprejetega radijskega signala v dBm

GRASS-RaPlat (orodje za načrtovanje radijskih povezav) smo razvili za največjega slovenskega operaterja mobilnega omrežja Telekom. Medtem ko je originalni paket GRASS-RaPlat odprtokodna rešitev, razvita na odseku E6 in sestavljena iz številnih modulov za odprtokodni GRASS GIS (geografski informacijski sistem), je bila ta aplikacija GUI izdelana za posebno vejo GRASS-RaPlat-a, ki jo razvija, vzdržuje in uporablja Telekom. GUI bere podatke o konfiguraciji radijskega omrežja iz datoteke v formatu CSV. Konfiguracijo lahko spremenimo, npr. bazne postaje lahko dodajamo, izbrisemo ali premaknemo oziroma spremenimo njihovo konfiguracijo ali parametre. Bazne postaje so prikazane na topografskem zemljevidu v glavnem oknu aplikacije, kjer jih lahko tudi spreminjamo, njihovo podrobno konfiguracijo in parametre pa lahko vidimo in spreminjamo v dodatnem oknu za urejanje baznih postaj. Za napovedovanje razširjanja radijskega valovanja je podprtih več modelov, med njimi tudi model 9999, ki se široko uporablja za načrtovanje celičnih omrežij. GRASS RaPlat lahko izračuna različne rezultate, glavni rezultat pa je moč sprejetega radijskega signala v dBm v vsaki točki na zemljevidu, kar lahko uporabimo kot merilo kakovosti radijske povezave. Izračunani rezultati so prikazani kot delno prozoren barvno kodiran zemljevid, položen prek sivinske (črno-bele) verzije topografskega zemljevida. Rezultate izračuna je mogoče tudi shraniti v bazo podatkov za nadaljnjo obdelavo.

Lani smo uspešno nadaljevali projekt SatProSi-Alpha za Evropsko vesoljsko agencijo (ESA), katerega namen je bil raziskati vplive atmosfere na širjenje radijskih valov v frekvenčnem pasu Ka (19,7 GHz) in Q (39,4 GHz) z opazovanjem radijskega signala s satelita Alphasat. Podaljšanje pogodbe je omogočilo dodatno leto meritev, pri katerih smo imeli kar 99,6 % veljavnih podatkov. Namen projekta je zbrati čim več podatkov o razširjenju satelitskih radijskih signalov in analizirati njihov medsebojni vpliv ter s tem omogočiti poglobljeno raziskavo vplivov atmosfere na širjenje satelitskih radijskih valov. Leta 2019 smo izvedli statistične analize in predlagali nov model za napoved statistike časa trajanja presiha radijskega signala za satelitske komunikacije v pasovih Ka in Q. Model temelji na novi metodi, ki uporablja teorijo funkcij copule. Mogoče ga je uporabiti za eno povezavo do satelita pa tudi za krajevno različen satelitski sprejem. V raziskavo za razvoj in vrednotenje modela so bili vključeni eksperimentalni podatki iz 21 eksperimentov s sprejemom signala z eno anteno in 10 eksperimentov za krajevno različen sprejem. Učinkovitost novega modela za enojno sprejemno mesto smo primerjali z modelom ITU-R P. 1623 in modelom Cheffena Amaya. Predlagani model je precej bolj natančen in ga je lažje uporabiti kot preostala dva. Novi model napovedovanja trajanja presiha dobro deluje tudi pri sistemih s podvojenim sprejemom in verjamemo, da je prvi model na tem raziskovalnem področju.

Znanje, pridobljeno na evropskem projektu Sustainable and robust networking for smart electricity distribution (SUNSEED), in znanje, pridobljeno pri nadaljnjih raziskavah, ki so se osredinjale na vplive negotovosti modela in meritev na oceno stanja v trifaznih distribucijskih omrežjih, sta bila razlog za nastanek knjige z naslovom *Observability of Power-Distribution Systems: State-Estimation Techniques and Approaches*. Knjiga je izšla pri založbi Springer v začetku leta 2020. V knjigi obravnavamo probleme bodočih sistemov distribucije električne energije, kjer je zaradi rasti porazdeljenih energetskih virov pretok električne energije od virov do porabnikov postal dvosmeren. Glavni poudarek knjige sta načrtovanje in izvedba ocenjevalnika stanja trifaznega distribucijskega omrežja električne energije. Osredinili smo se na modeliranje vseh glavnih komponent vej električnega omrežja, ki omogočajo konstrukcijo trifaznega omrežnega modela. Analize občutljivosti so pokazale, da nezanesljiva dolžina prevodnika močno vpliva na natančnost ocenjevalnika stanja. Predstavljena analiza občutljivosti omogoča oceno

občutljivosti tako izbranih algoritmov ocenjevalnika stanja kot konfiguracije meritev. Predstavljeni spodnja in zgornja meja intervala jasno kažeta na natančnost delovanja predlaganega ocenjevalnika stanja sistema, ki jo lahko pričakujemo ob dani natančnosti parametrov modela in meritev.

Leta 2019 smo bili aktivni tudi pri projektu mednarodnega znanstvenega sodelovanja COST 15104 IRACON Inclusive radio communication networks for 5G and beyond, kjer sodelujemo v delovnih skupinah za radijski kanal, fizični sloj in omrežni sloj ter v eksperimentalnih delovnih skupinah za lokalizacijo in sledenje ter internet stvari.

Na področju raziskav optimizacije in upravljanja brezžičnega omrežja smo se začeli ukvarjati s popolnoma novo metodologijo, ki omogoča napovedovanje lastnosti radijskih kanalov iz informacij o okolju, merjenih informacij o stanju radijskih kanalov (CSI) in informacij o radijskih vozliščih. Na področju zankastih brezžičnih omrežij smo raziskovali tehnike omrežnega kodiranja in postopke usmerjanja z zavedanjem omrežnega kodiranja s ciljem povečanja omrežne zmogljivosti. Osredotočili smo se zlasti na načrtovanje omrežij in prometa z vidika omrežnega kodiranja v brezžičnih omrežjih.

Nadaljevali smo tudi raziskave na področju interneta stvari (IoT), kjer smo se osredotočili na lokalizacijo v zaprtih prostorih in uporabo IoT v industrijskem okolju. Tako smo nadgradili vozlišča testnega okolja LOGaTEC s protokolnim skladom Contiki-NG, kar nam omogoča eksperimentalno raziskovanje v industrijskem okolju IoT. Osredotočili smo se predvsem na testiranje standarda 6TiSCH in njegove interoperabilnosti z njegovo implementacijo na različnih strojnih in programskih platformah. V okviru dvostranskega projekta s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Banja Luki bomo tako proučevali medsebojno delovanje implementacije protokola 6TiSCH na sistemu Contiki NG in OpenWSN.

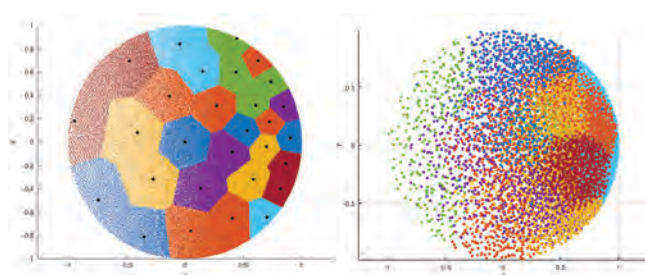
Raziskave na področju lokalizacije v zaprtih prostorih smo nadgradili z novim pristopom pasivne lokalizacije, katere namen je zaznavanje aktivnosti ljudi in določanje njihove lokacije. Pri metodi se uporabljata ultra široka pasovna komunikacijska tehnologija in samumerjanje celotnega sistema s pristopom zero touch. Algoritem večrazsežnostnega lestvičenja (MDS) smo izbrali za samolokalizacijo vozlišč in določitev lokalnega koordinatnega sistema. Ocena oddaljenosti od vozlišča do vozlišča temelji na dvosmernem določanju razdalje, metodo radiotomografije pa uporabimo za oceno lokacije osebe. Študija je pokazala, da sistem z osmimi vozlišči zadostuje za doseganje natančnosti lokacije osebe pod metrom in pol z uporabo merjenja ravni signala.

V **Laboratoriju za vzporedne in porazdeljene sisteme** smo nadaljevali raziskave reševanja računsko intenzivnih problemov in problemov, za katere je računanje porazdeljeno po heterogenih računalniških arhitekturah. V ta namen smo razvijali algoritme za različna področja aplikacij, od numeričnih simulacij, večkriterijskih optimizacij in analiz velikih količin podatkov do teorije grafov. Pri tem naša skupina tesno sodeluje z Laboratorijem za algoritmiko na Fakulteti za računalništvo in informatiko (FRI) Univerze v Ljubljani ter Laboratorijem za strojno inteligenco na Fakulteti za elektrotehniko (FE) Univerze v Ljubljani.

Nadaljevali smo razvoj lokalnih brez mrežnih metod za numerično reševanje sistemov parcialnih diferencialnih enačb (PDE). Naš cilj na tem področju je razviti metodo, ki je neodvisna od koordinatnega sistema, popolnoma lokalna in dovolj splošna, da jo lahko zapišemo v modularno in skalabilno vzporedno kodo. Razvili smo novo različico algoritma za brez mrežno diskretizacijo neregularnega prostora, ki smo jo uporabili v rešitvi Navier-Cauchyjeve enačbe in preizkusili v h-adaptivni rešitvi kontaktnih problemov, s čimer smo demonstrirali stabilnost predlagane metodologije. Razvite adaptivne metode smo uporabili pri izvedbi FWO projekta Večstranska analiza drsnega utrujanja s fizičnimi in virtualnimi poskusi, skupaj z univerzama v Gentu in Luxembourg. V njem je bil cilj naše skupine zasnovati in realizirati alternativno adaptivno numerično metodo za obravnavo kontaktnih problemov, kar nam je tudi uspelo. Razvite algoritme smo uporabili tudi za izračun mehanike kapljev, kjer smo pokazali, da lahko natančno rešimo Navier-Stokesovo enačbo na iregularni 3D domeni brez uporabe mreže. Veliko pozornost smo posvetili združevanju splošnosti razvitih algoritmov in generičnega programiranja, kar se odraža v modularni odprtokodni knjižnici za reševanje sistemov PDE Medusa.

S podjetjem SinusPro smo začeli izvajati pilotni projekt Ketgate. Sinuspro razvija simulator 3D tiskanja. Naša skupina je pomagala pri razvoju prototipnih FreeFem++ in Medusa implementacij termoelastičnega problema, ki predstavlja računsko najbolj zahteven del celotne simulacije. Poleg tega smo analizirali povezljivost simulatorja s programskim paketom Matcalc.

Sodelovali smo pri veliko projektih na temo razvoja, testiranja in potrjevanja storitev 5G v pilotnih postavitvah na različnih področjih uporabe.



Slika 2: Diskretizacija neregularnega prostora s paralelnim algoritmom v 2D in 3D

Našo odprtokodno knjižnico Medusa smo nagradili z originalnim vzporednim algoritmom za diskretizacijo prostora ter jo uporabili v aplikativnih in raziskovalnih projektih.

Na podlagi izkušenj, pridobljenih med teoretičnimi študijami in prenosom tehnologije, smo v sodelovanju z Elektroištitutom Milan Vidmar razvili programsko opremo DiTeR, ki omogoča napovedovanje termičnega stanja daljnovidne vrvi glede na obratovalne pogoje in vremensko stanje. Izveden programski paket omogoča spremljanje celotnega prenosnega omrežja v realnem času, dosega visoko zanesljivost in industrijsko raven uporabe (TRL 9) ter tako predstavlja proizvod, ki ga je mogoče tržiti v mednarodnem okviru. Leta 2019 smo uspešno izvedli testiranja, potrebna za njegov prenos v operativno uporabo, in družbi Eles, d. o. o., prodali triletno licenco (vrednost 200.000 €) za njegovo uporabo na 27 daljnovidih v slovenskem energetske omrežju. DiTeR je tudi del rešitve, ki je bila izbrana na razpisu hrvaškega elektroenergetskega prenosnega operaterja za postavitev pilotnega sistema za spremljanje toplotnih razmer njihovega omrežja, kar smo v letu 2019 uspešno izvedli.

Leta 2019 smo za naročnika ELES začeli izvajati projekt Konceptualna rešitev ocenjevanja negotovosti dinamičnega termičnega toka kot rezultata DTR-procesa. Cilj projekta je razviti celoten operativen proces ocenjevanja negotovosti izračuna termičnega toka, to je največjega toka, pri katerem daljnovod še varno obratuje. Leta 2019 smo izvedli statistične analize vremenskih podatkov in meritev temperature vodnikov na slovenskem daljnovodnem omrežju. Ocenili smo negotovost DTR-procesa in pripravili prototipno okolje za izvajanje Monte Carlo naključnih simulacij za izračun verjetnostnih porazdelitev dinamičnega termičnega toka v odvisnosti od vremenskih in obratovalnih pogojev.

Leta 2019 smo končali dvostranski projekt z Madžarsko Optimizacija graf in ogromno podatkov. Pri reševanju mnogih težav v sodobnem času veliko vlogo igrajo podatki. Kljub veliki računski moči, ki je danes sorazmerno lahko dostopna, so za njihovo učinkovito analizo potrebni pravilna predstavitev ter preiščeni in optimizirani pristopi. Narava podatkov običajno sama od sebe implicira modeliranje problema z uporabo grafnih podatkovnih struktur, analitične in natančne pristope pa zamenjamo z empiričnimi in približnimi. Grafne strukture so običajno v žarišču zanimanja diskretnih matematikov, računski postopki pa v žarišču strokovnjakov s področja računalništva in informatike. Zato je bil glavni cilj projekta vzpostavitev tesnega sodelovanja med skupino strokovnjakov s področja diskretne matematike z Matematičnega inštituta Alfreda Rényija v Budimpešti, z Univerze v Péczy in z Univerze iz Szegeda ter skupino strokovnjakov s področja računalništva in informatike, ki deluje na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani ter na Institutu "Jožef Stefan".

V okviru nadaljevanja naših prizadevanj pri gradnji rešitve za ambulantno zbiranje EKG-signalov smo nadgradili naš EKG-senzor in z njim povezane dele programske opreme. Za projekt, ki ga financira Inštitut Ruder Bošković iz Zagreba, smo nadgradili senzorsko strojno opremo z merilnikom pospeška za oceno telesne aktivnosti osebe med merjenjem EKG. Nadalje smo si prizadevali doseči večjo sprejemljivost razvitega senzora EKG v primarni medicini, tako da smo njegovo zasnovu razvijali v skladu s standardom IEC 60601-2-47 za merilne aparate EKG, ki se smejo uporabljati v zdravstvu v diagnostične namene. Ko bo nadgrajeni senzor certificiran, bi se moralo število meritev z njim drastično povečati, kar bo pripomoglo k našemu cilju ustvarjanja baze dolgoročnih ambulantnih meritev EKG za znanstvene raziskave.

Na področju analize EKG-signalov smo uporabili globinsko učenje za nalogo klasifikacije srčnega utripa in raziskali, kako različne tehnike segmentacije in sheme ocenjevanja vplivajo na skupne rezultate klasifikacije. Poleg tega smo raziskovali metode ekstrakcije lastnosti enokanalnega EKG za klasifikacijo srčnega utripa. Uporabljene metode ekstrakcije lastnosti izvirajo s področja analize časovnih vrst. Rezultati kažejo, da lastnosti, ki izhajajo z različnih znanstvenih področij, lahko ponujajo informacije za razločevanje različnih razredov porazdelitev, ki nastopajo v problemu klasifikacije srčnega utripa. Za to delo smo na konferenci MIPRO 2019 prejeli nagrado za izjemno izstopajoč članek.

Na področju formalnih metod za porazdeljene sisteme smo odkrili nove zadostne pogoje za izvedljivost in vzročno konsistentno reverzibilnost globalnih koreografij za sisteme z asinhrono medprocesno komunikacijo.

V Laboratoriju za omrežene vgrajene sisteme smo nadaljevali raziskave, načrtovanje, razvoj in implementacijo naprednih strojnih in programskih rešitev za povezovanje različnih stvari in predmetov z namenom izboljšanja njihove dostopnosti, uporabnosti in učinkovitosti. Pri tem uporabljamo sodobne koncepte, kot so storitveno orientirana arhitektura, dinamično sestavljanje storitev, kognitivne komunikacije, internet stvari in druge. Poudarek raziskav je na vertikalni integraciji različnih tehnologij brezžičnih senzorskih in komunikacijskih omrežij za podporo uvajanju novih aplikacij, pri čemer kot osnovni gradnik pri razvoju uporabljamo lastno modularno platformo za brezžična senzorska omrežja VESNA, za testiranje in validacijo pa eksperimentalno brezžično omrežje LOG-a-TEC.

Eksperimentalno brezžično omrežje LOG-a-TEC je prek projekta H2020 Fed4FIRE+ (Federation for FIRE plus) vključeno v evropsko iniciativo eksperimentalnih okolij za internet naslednje generacije NGI-EXP (predhodno iniciativa FIRE/FIRE+) in dostopno tudi zunanjim eksperimentatorjem prek skupnega portala Fed4FIRE. Leta 2019 smo omrežje nadgradili s podporo za eksperimentalno delo s stalno integracijo (angl. continuous integration - CI) in stalno dostavo (angl. continuous delivery - CD) programske opreme za naprave z omejenimi zmogljivostmi in zahtevnih radijskih okoljih.

Leta 2019 smo nadaljevali raziskovalno delo pri projektih Obzorja 2020 NRG-5, DEFENDER in SAAM ter pri temeljnem raziskovalnem projektu ARRS J2-9232 Upravljanje z viri za zanesljive komunikacije z nizkimi zakasnitvami v pametnih omrežjih – LoLaG. Začeli smo izvajati tudi nov projekt Obzorja 2020 RESILOC in industrijski projekt eBOTTLE s Steklarno Hrastnik ter pridobili nov projekt Obzorja 2020 BD4OPEM, katerega izvajanje se začne leta 2020.

V projektu NRG-5, ki smo ga leta 2019 tudi uspešno zaključili, smo nadaljevali delo na ocenjevanju kakovosti brezžičnih povezav in zasedenosti radijskega spektra s poudarkom na zagotavljanju zanesljivih množičnih komunikacij z izredno nizkimi zakasnitvami za storitve nadzora in lokalizacije napak v pametnih energetskih omrežjih. Sodelovali smo pri razvoju nadzornega sistema za omrežno in računsko infrastrukturo, zasnovali kratkoročno napovedovanje proizvodnje energije v fotovoltaičnih panelih ter podprli pilotno potrditev v realnem obratovalnem okolju. Te aktivnosti smo dopolnjevali s temeljnimi raziskavami v projektu LoLaG (ARRS J2-9232), kjer smo proučevali zagotavljanje zanesljivih množičnih komunikacij z izredno nizkimi zakasnitvami in računanje v obrobju za spremljanje stanja elektro-energetskega sistema v realnem času, samodejno zaščito in uvajanje porazdeljenega nadzora. Leta 2019 smo se posvetili novim metodam za upravljanje radijskih virov na podlagi podatkovne analitike, predvsem samodejni detekciji brezžičnih prenosov za podporo souporabi radijskega spektra in ocenjevanju kakovosti povezave (angl. link quality estimation – LQE). Nadalje smo zasnovali porazdeljeno platformo za računanje v obrobju na napravah z omejenimi zmogljivostmi ter s pomočjo digitalnega simulacijskega okolja v realnem času (RTDS) izvajali obsežno testiranje standardiziranih parametrov merilnika fazorjev (angl. phasor measurement unit – PMU) v dinamičnih simulacijah elektroenergetskega sistema.

V projektu DEFENDER smo nadaljevali delo na zasnovi in izvedbi naprednih algoritmov za odkrivanje, prepoznavanje in lokalizacijo kibernetko-fizičnih groženj na podlagi podatkov iz naprav PMU v elektroenergetskem omrežju. Zaključili smo eksperimentalno verifikacijo teh algoritmov v laboratorijskem okolju s pomočjo okolja RTDS, ki omogoča ponovljivo testiranje s strojno opremo v zanki. Verificirane naprave PMU bodo pilotno nameščene v resničnem obratovalnem okolju italijanskega elektrodistributerja ASM Terni za prikaz odkrivanja in lokalizacije napadov na omrežje.

V okviru projekta SAAM smo sodelovali pri zasnovi sistema za nevsiljivo zaznavanje, spremljanje in prepoznavanje aktivnosti ostarelih v domačem okolju. Glavni poudarek v letu 2019 je bil na: (1) dokončanju razvoja novih algoritmov za multimodalno zaznavanje aktivnosti v bivalnem okolju prek potrošnje energije gospodinskih električnih porabnikov in motenj v ultraširokopasovnem radijskem kanalu; (2) testiranju, potrditvi in integraciji posameznih komponent v funkcionalni prototip uporabniškega sistema; in (3) podpori prvim pilotnim postavitvam v dejanskem domačem okolju v Bolgariji.

Junija 2019 smo začeli nov projekt Obzorja 2020 RESILOC s področja varnosti, ki se ukvarja z ovrednotenjem in povečanjem odpornosti lokalnih skupnosti na različne nesreče in dogodke. Kot tehnični partner se bomo posvetili predvsem proučevanju in zagotavljanju tehničnih rešitev za radijsko lokalizacijo ponesrečencev in reševalcev, spremljanju okoljskih parametrov s pomočjo senzorskih naprav in zagotavljanju osnovne komunikacije v okolju brez infrastrukture ter s tem izboljšali indeks odpornosti lokalne skupnosti.

Začeli smo sodelovati tudi s Steklarno Hrastnik pri projektu eBOTTLE, katerega cilj je vzpostavitev naprednih informacijskih in komunikacijskih storitev za spremljanje in analizo življenjskega cikla steklene embalaže. V okviru sodelovanja smo zadolženi za zasnovo pametnih elektronskih značk, zalednega sistema za upravljanje z značkami in podatki ter razvoja referenčnih mobilnih in spletnih aplikacij za različne deležnike v verigi vrednosti. V letu 2019 smo proučili najprimernejše tehnologije za izvedbo pametnih elektronskih značk in začeli z zasnovo funkcionalnih prototipov referenčne aktivne in pasivne značke za integracijo v pametno steklenico.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Kuhar, Urban, Pantoš, Miloš, Kosec, Gregor, Švigelj, Aleš, The impact of model and measurement uncertainties on a state estimation in three-phase distribution networks, *IEEE transactions on smart grid*, 2019, 10, 3, 3301–3310
2. Novak, Roman, Bloom filter for double counting avoidance in radio frequency ray tracing, *IEEE transactions on antennas and propagation*, 2019, 67, 4, 2176–2190
3. Kelmendi, Arsim, Hrovat, Andrej, Mohorčič, Mihael, Vilhar, Andrej, Prediction model of fade duration statistics for satellite communications at ka and Q bands, *IEEE transactions on antennas and propagation*, 2019, 67, 8, 5519–5531



Slika 3: Elementi sistema SAAM: PMC v dodatnem ohišju in eGW z integriranim primopredajnikom UWB

4. Slak, Jure, Kosec, Gregor, On generation of node distributions for meshless PDE discretizations, *SIAM journal on scientific computing*, 2019, 41, 5, a3202-a3229
5. Kosec, Gregor, Slak, Jure, Depolli, Matjaž, Trobec, Roman, Pereira, Kyvia, Tomar, Satyendra, Jacquemin, Thibault, Bordas, Stéphane Pierre Alain, Wahab, Magd Abdel, Weak and strong from meshless methods for linear elastic problem under fretting contact conditions, *Tribology international*, 2019, 138, 392-402
6. Maksič, Miloš, Djurica, Vladimir, Souvent, Andrej, Slak, Jure, Depolli, Matjaž, Kosec, Gregor, Cooling of overhead power lines due to the natural convection, *International journal of electrical power & energy systems*, 2019, 113, 333-343
7. Kuru, Kaya, Ansell, Darren, Khan, Wasiq, Yetgin, Halil, Analysis and optimization of unmanned aerial vehicle swarms in logistics, *IEEE access*, 2019, 7, 15804-15831
8. Kuru, Kaya, Yetgin, Halil, Transformation to advanced mechatronics systems within new industrial revolution: a novel framework in automation of everything (AoE), *IEEE access*, 2019, 7, 41395-41415
9. Šolc, Tomaž, Yetgin, Halil, Gale, Timotej, Mohorčič, Mihael, Fortuna, Carolina, Whitelisting in RFDMA networks, *IEEE access*, 2019, 7, 159284-159299

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Sestanek in delavnica projektne skupine H2020-DEFENDER, Bled, 5.-7. 3. 2019
2. Sestanek in delavnica projektne skupine H2020- SAAM, Ljubljana, 10.-12. 4. 2019

Nagrade in priznanja

1. Prof. dr. Gorazd Kandus, zaslužni znanstvenik Instituta "Jožef Stefan", Ljubljana, Institut "Jožef Stefan"

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Verifikacija simulatorja antenskega sledilnega sistema
Hitec Luxembourg S.A.
dr. Andrej Vilhar
2. CROSSING - Prehajanje mej in velikostnih redov - interdisciplinarni pristop
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.
dr. Matjaž Depolli
3. COST IC1405; Reverzibilno računanje - širjenje obzorij računalništva
COST Office
prof. dr. Monika Kapus Kolar
4. COST CA15104; Vseobsegajoča radijska omrežja generacije 5G in po njej (IRACON)
COST Office
prof. dr. Tomaž Javornik
5. ESA - SatProSi-Alpha; Zajem in obdelava merjenih satelitskih signalov v frekvenčnih območjih Ka in Q
ESA/ESTEC
prof. dr. Aleš Švigelj
6. COST CA18203; ODIN - Optimizacija načrtovanja za preverjanje
COST Association AISBL
prof. dr. Roman Trobec
7. H2020 - Fed4FIREplus; Federacija za FIRE plus - Federacija za raziskovanje in eksperimentiranje v internetu plus
European Commission
prof. dr. Mihael Mohorčič
8. H2020 - DEFENDER; Varovanje evropske energetske infrastrukture
European Commission
prof. dr. Mihael Mohorčič
9. H2020 - EuConNeCts3; Evropske konference o omrežjih in komunikacijah - EuCNC
European Commission
prof. dr. Mihael Mohorčič
10. H2020 - NRG-5; Zagotavljanje pametne energije kot storitve preko izboljšav mobilnih omrežij 5G
European Commission
dr. Carolina Fortuna
11. H2020 - SAAM; Podpora aktivnemu staranju z večstransko pomočjo
European Commission
prof. dr. Mihael Mohorčič
12. H2020 - RESILO; Odporna evropska družba z inovativnimi lokalnimi skupnostmi
European Commission
prof. dr. Mihael Mohorčič
13. Povezan algoritem razvrščanja in usmerjanja za industrijske aplikacije v brezžičnih omrežjih
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Andrej Hrovat

PROGRAMA

1. Komunikacijska omrežja in storitve
prof. dr. Mihael Mohorčič
2. Vzporedni in porazdeljeni sistemi
prof. dr. Roman Trobec

PROJEKTI

1. Optimizacija grafov in ogromno podatkov
dr. Matjaž Depolli
2. Večstranska analiza drsnega utrujanja s fizičnimi in virtualnimi poskusi
prof. dr. Roman Trobec
3. Upravljanje z viri za zanesljive komunikacije z nizkimi zakasnitvami v pametnih omrežjih - LoLaG
prof. dr. Mihael Mohorčič
4. Napredne tehnike sledenja žarkom za karakterizacijo radijskega okolja in radijsko lokalizacijo
prof. dr. Mihael Mohorčič
5. EkoSmart: Eko Sistem Pametnega Mesta
prof. dr. Roman Trobec
6. KETGATE: Dostop srednjeevropskih MSP do infrastrukture ključnih tehnologij Key Enabling Technologies, KET - Sprožitev novega transnacionalnega ekosistema KET inovacij
dr. Gregor Kosec
7. Zlivanje senzorskih meritev EKG in gibanja
prof. dr. Roman Trobec

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Izdelava GUI vmesnika za RaPlat
Telekom Slovenije, d. d.
prof. dr. Tomaž Javornik
2. eBOTTLE - Vzpostavitev naprednih IKT storitev za analizo življenjskega cikla steklene embalaže
Razvojni center eNeM Novi Materiali, d. o. o.
prof. dr. Mihael Mohorčič
3. Konceptualna rešitev ocenjevanja negotovosti dinamičnega termičnega toka kot rezultata DTR procesa
ELES, d. o. o.
dr. Gregor Kosec

OBISKI

1. Claus Pribbernow, Interactive Wear AG, Starnberg, Nemčija, 7.–9. 1. 2019
2. dr. Satyendra Tomar, Luksemburška univerza, Luksemburg, Luksemburg, 14. 1.–1. 4. 2019
3. Teodora Kocavska, Fakulteta za elektrotehniko in informacijske tehnologije, Univerza Sv. Cirila in Metoda, Skopje, Republika Severna Makedonija, 15. 4.–15. 6. 2019 in 23. 9.–30. 11. 2019
4. Elena Merdjanovska, Fakulteta za elektrotehniko in informacijske tehnologije, Univerza Sv. Cirila in Metoda, Skopje, Republika Severna Makedonija, 1.–21. 6. 2019 in 23. 9.–30. 11. 2019
5. Rares Mosoi, Tehnična univerza, Cluj-Napoca, Romunija, 1. 7.–31. 8. 2019
6. dr. Dragan Vasiljević, Telekomunikacije Republike Srpske a.d., Banjaluka, Bosna in Hercegovina, 5.–21. 9. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Minja Miladinović: Zbiranje in shranjevanje energije v prostranih brezžičnih senzorskih omrežjih, 6. 2. 2019
2. Elena Merdjanovska, Fakulteta za elektrotehniko in informacijske tehnologije, Univerza Sv. Cirila in Metoda, Skopje, Republika Severna Makedonija: Prepoznavanje prevoza in dejavnosti na podlagi inercialnih senzorjev z uporabo strojnega učenja, 13. 2. 2019
3. Ivan Boshkov: Avtomatizirano povezovanje IoT naprav v internet, 24. 4. 2019
4. dr. Matjaž Depolli: Predstavitve preteklih dogajanj v PCARD, 15. 5. 2019
5. dr. Roman Novak: Signal3D in RTX: Modeliranje radijske propagacije v notranjih okoljih; uporaba na primerih, 5. 6. 2019
6. Klemen Bregar: Modeliranje vplivov notranjih okolij na lokalizacijo z ultraširokopasovnimi radijskimi signali, 14. 6. 2019
7. Jure Slak: Medusa: knjižnica za reševanje PDE z brezžičnimi metodami, 18. 9. 2019
8. Uroš Platiše, Isotel, d. o. o.: Nova metoda za merjenje enosmernega toka na osnovi senzorja spremenljive magnetne upornosti, 25. 9. 2019
9. Marko Mihelin: Postopek certifikacije na SIQ – Kaj smo se naučili, 23. 10. 2019
10. Tomaž Šolc, Klevio, d. o. o.: Izkušnje s certifikacijo izdelkov, 23. 10. 2019
11. dr. Aleš Švigelj: Povzetki in poudarki iz IRACON izobraževanje: Omrežni modeli, arhitekture in aplikacije za 5G, 6. 11. 2019
12. dr. Rituraj Singh: Implementacija postopkov za brezžične aproksimacije (različice aproksimacije po metodi premikajočih najmanjših kvadratov) za brezžično lokalno Petrov-Galerkinovo metodo, 20. 11. 2019
13. Teodora Kocavska, Fakulteta za elektrotehniko in informacijske tehnologije, Univerza Sv. Cirila in Metoda, Skopje, Makedonija: 3D opisovanje okolja v stavbah na osnovi radijskega pregledovanja: začetna ideja in metodologija, 18. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Viktor Avbelj, Matjaž Depolli, Gregor Kosec, Aleksandra Rashkovska Kocava, Jure Slak, Roman Trobec, Konferenca MIPRO 2019, Opatija, Hrvaška, 23.–25. 5. 2019 (6)
2. Klemen Bregar, Andrej Hrovat, European Conference on Antennas and Propagation – EuCAP, Krakov, Poljska, 1.–5. 4. 2019 (2)
3. Klemen Bregar, Gregor Cerar, 6th Training School on Machine and Deep Learning Techniques for (Beyond) 5G Wireless Communication Systems, Barcelona, Španija, 4.–12. 4. 2019
4. Klemen Bregar, delovno srečanje projektne skupine SAAM, Sofija, Bolgarija, 15.–17. 9. 2019
5. Klemen Bregar, Tomaž Javornik, konferenca ERK 2019, Portorož, 23. 9. 2019 (2)
6. Klemen Bregar, Tomaž Javornik, ICECOM 2019, 23rd International Conference on Applied Electromagnetics and Communications, Dubrovnik, Hrvaška, 29. 9.–2. 10. 2019 (2)
7. Klemen Bregar, konferenca WHINN 2019, Week of Health and Innovation, Odense, Danska, 18.–22. 11. 2019 (1)
8. Gregor Cerar, 11. Študentska konferenca MPŠ in 13. dan mladih raziskovalcev KMBO v Planici, 15. 4. 2019 (1)
9. Gregor Cerar, Andrej Hrovat, Tomaž Javornik, delovni sestanek bilateralnega projekta Povezan algoritem razvrščanja in usmerjanja za industrijske aplikacije v brezžičnih omrežjih, Univerza Banjaluka, Banjaluka, Bosna in Hercegovina, 5.–7. 6. 2019
10. Gregor Cerar, Timotej Gale, Poletna šola Training school on Machine Learning for Communications, Issy-les-Moulineaux, Francija, 22.–26. 9. 2019
11. Gregor Cerar, Carolina Fortuna, delovno srečanje projekta NTG5, Terni, Italija, 15.–17. 10. 2019

12. Matjaž Depolli, Mitja Jančič, Gregor Kosec, Jure Slak, konferenca PARNUM 2019, Dubrovnik, Hrvaška, 27.–30. 10. 2019 (2)
13. Carolina Fortuna, Miha Smolnikar, delovno srečanje projektne skupine NRG-5, Milano, Italija, 11.–13. 2. 2019
14. Carolina Fortuna, delovni sestanek v podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 14.–21. 7. 2019
15. Mitja Jančič, Miha Mohorčič, Parallel Programming Workshop (MPI, OpenMP and advanced topics), Stuttgart, Nemčija, 14.–18. 10. 2019
16. Tomaž Javornik, sestanek upravnega odbora COST CA – 15104, Dublin City University, Dublin, Irsko, 15.–18. 1. 2019
17. Tomaž Javornik, sestanek upravnega odbora COST CA – 15104, Oulu, Finska, 27.–29. 5. 2019
18. Tomaž Javornik, sestanek upravnega odbora projekta COST CA 15104 Inclusive Radio Communication Networks for 5G and beyond (IRACON), Gdansk, Poljska, 4.–6. 9. 2019
19. Monika Kapus Kolar, sestanek upravnega odbora COST Action IC1405 Reversible Computation – Extending Horizons of Computing, Valletta, Malta, 10.–15. 3. 2019
20. Gregor Kosec, Jure Slak, konferenca The Sixth International Conference on Parallel, Distributed, Grid and Cloud Computing for Engineering, Pecs, Madžarska, 4.–5. 6. 2019 (2)
21. Gregor Kosec, konferenca Tenth International Workshop Meshfree Methods for Partial Differential Equations, Bonn, Nemčija, 1.–4. 9. 2019 (1)
22. Gregor Kosec, konferenca The Sixteenth International Conference on Civil, Structural & Environmental Engineering Computing, Riva del Garda, Italija, 15.–19. 9. 2020 (1)
23. Gregor Kosec, Roman Trobec, konferenca 17th International conference of numerical analysis and applied mathematics, Rodos, Grčija, 20.–28. 9. 2019 (2)
24. Gregor Kosec, Fakulteta za elektrotehniko, strojništvo in ladjedelništvo, Split, Hrvaška, 3.–6. 11. 2019
25. Elena Merdjanovska, Aleksandra Rashkovska Kocava, ICBME 2019 – The 17th International Conference on Biomedical Engineering, Singapur, Singapur, 6.–14. 12. 2019 (2)
26. Marko Mihelin, Miha Smolnikar, Denis Sodin, Matevž Vučnik, plenarni sestanek projektne skupine Defender, Nemčija, Italija, 16.–17. 1. 2020
27. Mihael Mohorčič, delovna skupina Impact združenja EARTO, Bruselj, Belgija, 17. 1. 2019
28. Mihael Mohorčič, Nokia Bell Labs, Antwerpen, Belgija, 17. 1. 2019
29. Mihael Mohorčič, Ivan Boshkov, konferenca BalkanCom 2019, Skopje, Republika Severna Makedonija, 9.–12. 6. 2019 (1)
30. Mihael Mohorčič, delovni sestanek projektne skupine H2020 RESILO, Frankfurt, Nemčija, 12.–13. 6. 2019
31. Mihael Mohorčič, Global 5G Event in konferenca EuCNC 2019, Valencia, Španija, 17.–21. 6. 2019
32. Mihael Mohorčič, Aleksandra Rashkovska Kocava, mednarodni dogodek ICT Proposers' Day 2019, Helsinki, Finska, 18.–20. 9. 2019
33. Mihael Mohorčič, plenarni sestanek in sestanek svetovalnega odbora projekta H2020 RESILO, Atene, Grčija, 19.–21. 11. 2019
34. Mihael Mohorčič, zunanji strokovnjak pri zagovoru doktorata Jerneja Hribarja, Dublin, Irsko, 16.–18. 12. 2019
35. Igor Ozimek, konferenca 3rd International Conference on Mathematical Models & Computational Techniques in Science & Engineering MMCTSE 2019, London, Velika Britanija, 23.–25. 2. 2019 (1)
36. Rituraj Singh, International conference on applied mathematics and computational sciences ICAMCS 2019, Dehradun, India, 15.–19. 10. 2019
37. Jure Slak, konferenca DjangoCon 2019, Kopenhagen, Danska, 9.–16. 4. 2019
38. Jure Slak, konferenca SpliTech 2019, Split, Hrvaška, 17.–22. 6. 2019
39. Jure Slak, konferenca 42nd International Conference on Boundary Elements and other Mesh Reduction Methods/BEM/MLM 42, Coimbra, Portugalska, 1.–5. 7. 2019
40. Jure Slak, vodja slovenske ekipe na srednješolski olimpijadi iz programiranja, Bratislava, Slovaška, 23.–29. 7. 2019
41. Miha Smolnikar, Denis Sodin, Matevž Vučnik, sestanek projektne skupine DEFENDER, Terni, Italija, 16.–18. 1. 2019
42. Miha Smolnikar, sestanek projektne skupine H2020 Energy Efficiency Info Day, Bruselj, Belgija, 22. 1. 2019
43. Miha Smolnikar, sestanek projektne skupine H2020 Secure Societies 2019 Info Day and Brokerage Event, Bruselj, Belgija, 12.–14. 3. 2019
44. Aleš Švigelj, 8th COST IRACON Training School on Network Models, Architectures and Applications for 5G, Moskva, Rusija, 6.–12. 10. 2019
45. Matevž Vučnik, sestanek projektne skupine Defender, 11.–13. 2. 2019, Lizbona, Portugalska
46. Matevž Vučnik, sestanek projektne skupine H2020 Fed4FIRE, Kopenhagen, Danska, 23.–25. 4. 2019
47. Matevž Vučnik, sestanek projektne skupine H2020 NRG-5, Malaga, Španija, 13.–15. 5. 2019
48. Matevž Vučnik, 27th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks, SoftCOM 2019, Split, Hrvaška, 19.–21. 9. 2019
49. Matevž Vučnik, konferenca The sixth Fed4FIRE+ Engineering Conference, Atene, Grčija, 15.–18. 10. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. dr. Viktor Avbelj
2. dr. Matjaž Depolli
3. dr. Carolina Fortuna
4. doc. dr. Andrej Hrovat
5. prof. dr. Tomaž Javornik, znanstveni svetnik
6. prof. dr. Monika Kapus Kolar
7. dr. Gregor Kosec
8. prof. dr. Andrej Lipej*
9. **prof. dr. Mihael Mohorčič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
10. doc. dr. Roman Novak
11. dr. Igor Ozimek
12. dr. Aleksandra Rashkavska Koceva
13. prof. dr. Aleš Švigelj, strokovni sekretar odseka
14. prof. dr. Roman Trobec, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
15. Halil Yetgin, Doctor of Philosophy in Electrical and Electronic Engineering, UK

Podoktorski sodelavci

16. dr. Klemen Bregar
17. dr. Arsim Kelmendi*
18. dr. Rituraj Singh

Mlajši raziskovalci

19. Gregor Cerar, mag. inž. el.
20. Marko Hudomalj, mag. inž. el.
21. Jure Slak, mag. mat.
22. Denis Sodin, mag. inž. el.

Strokovni sodelavci

23. Polona Anžur, dipl. ekon.
24. Mitja Jančič, mag. inž. str.
25. Miha Mohorčič, dipl. inž. rač. in inf.
26. Miha Smolnikar, univ. dipl. inž. el.

Tehniški in administrativni sodelavci

27. Tomaž Krištofelc
28. Tamara Matevc, univ. dipl. lit. komp. in fil.
29. Marko Mihelin*, univ. dipl. inž. el.
30. Matevž Vučnik, univ. dipl. inž. el.

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ARSO, Ljubljana, Slovenija
2. ASM Terni S.p.A., Terni, Italija
3. ATOS, Madrid, Španija
4. Balkan Institute of Labor and Social Policy, Sofija, Bolgarija
5. BEIA, Bukarešta, Romunija
6. Beijing Jiaotong University, Peking, Kitajska
7. British Telecom, London, Velika Britanija
8. CEA LETI, Grenoble, Francija
9. CNR, Rim, Italija
10. ComSensus, d. o. o., Dob, Slovenija
11. Czech Technical University Prague, Praga, Češka
12. Edinburška univerza, Edinburgh, Velika Britanija
13. Elan, d. o. o., Begunje na Gorenjskem
14. Elektro Celje, Celje, Slovenija
15. Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV), Ljubljana, Slovenija

16. ELES, d. d., Ljubljana, Slovenija
17. Engineering Ingegneria Informatica S.p.a., Rim, Italija
18. ESA European Space Agency, ESA/ESTEC, Noordwijk, Nizozemska
19. Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics, Frankfurt, Nemčija
20. Fundacion Tecnalia Research & Innovation, Derio Bizkaia, Španija
21. Hispasat, Madrid, Španija
22. HITEC Luxembourg S.A., Luksemburg, Luksemburg
23. IES Solutions, Tremestieri Etneo, Italija
24. iMe Cor, d. o. o., Sežana, Slovenija
25. Imec, Eindhoven, Nizozemska
26. INOV, Lizbona, Portugalska
27. Interactive Wear AG, Starnberg, Nemčija
28. INTRACOM, Peania, Grčija
29. IS-Wireless, Piaseczno, Poljska
30. Joanneum Research Institute, Gradec, Avstrija
31. Keysight Technologies, Aalborg, Danska
32. NETIS, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
33. NIL, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
34. Politehniška univerza Barcelona, Barcelona, Španija
35. Politehniška univerza v Valencii, Valencia, Španija
36. Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška
37. Saving, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
38. ScaleFocus AD, Sofija, Bolgarija
39. SFERA IT STORITVE, d. o. o., Maribor, Slovenija
40. SingularLogic, Attica, Grčija
41. Steklarna Hrastnik, Hrastnik, Slovenija
42. Technical University of Graz, Gradec, Avstrija
43. Technological Educational Institute of Sterea Ellada, Halkída, Grčija
44. Tehnološka Mreža ICT, Ljubljana, Slovenija
45. Telekom Slovenije, d. d., Ljubljana, Slovenija
46. Thales Communications & Security, Gennevilliers, Francija
47. UNINOVA, Caparica, Portugalska
48. Univerza Črne gore, Fakulteta za elektrotehniko, Podgorica, Črna gora
49. Univerza Mälardalen, Västerås, Švedska
50. Univerza Rutgers, New Brunswick, New Jersey, ZDA
51. Univerza RWTH Aachen, Aachen, Nemčija
52. Univerza Salzburg, Salzburg, Avstrija
53. Univerza Sorbona, Pariz, Francija
54. Univerza v Antwerpnu, Antwerpen, Belgija
55. Univerza v Atenah NKUA, Atene, Grčija
56. Univerza v Banjaluki, Fakulteta za elektrotehniko, Bosna in Hercegovina
57. Univerza v Bologni, Bologna, Italija
58. Univerza v Firencah, Firenze, Italija
59. Univerza v Gentu, Gent, Belgija
60. Univerza v Groningenu, Groningen, Nizozemska
61. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
62. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija
63. Univerza v Luxembourgu, Luksemburg, Luksemburg
64. Univerza v Malagi, Malaga Španija
65. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
66. Univerza v Yorku, York, Velika Britanija
67. Univerzitetna klinika za pljučne bolezni in alergijo Golnik, Golnik, Slovenija
68. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
69. Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije Soča, Ljubljana, Slovenija
70. Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana, Slovenija
71. Wind Tre S.p.A., Rim, Italija
72. WINGS ICT Solutions, Nea Smyrni, Grčija
73. Xlab, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
74. ŽIPO Lenart, d. o. o., Lenart, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Michelangelo Ceci, Roberto Corizzo, Donato Malerba, Aleksandra Rashkovska, "Spatial autocorrelation and entropy for renewable energy forecasting", *Data mining and knowledge discovery*, 2019, **33**, 3, 698-729. [COBISS.SI-ID 32042279]
2. Naim Suleyman Ting, Yakup Sahin, Halil Yetgin, "Design and implementation of an IBC reduced voltage across output capacitor", *Electrical engineering*, 2019, **101**, 2, 517-525. [COBISS.SI-ID 32868135]
3. Jure Slak, Gregor Kosec, "Refined meshless local strong form solution of Cauchy-Navier equation on an irregular domain", *Engineering analysis with boundary elements*, 2019, **100**, 3-13. [COBISS.SI-ID 31107623]
4. Rituraj Singh, Krishna Mohan Singh, "Interpolating meshless local Petrov-Galerkin method for steady state heat conduction problem", *Engineering analysis with boundary elements*, 2019, **101**, 56-66. [COBISS.SI-ID 32378151]
5. Rituraj Singh, Krishna Mohan Singh, "Stabilised MLS in MLPG method for heat conduction problem", *Engineering computations*, 2019, **36**, 4, 1323-1345. [COBISS.SI-ID 32529703]
6. Klemen Bregar, Roman Novak, Mihael Mohorčič, "Evaluation of range-based indoor tracking algorithms by merging simulation and measurements", *EURASIP Journal on wireless communications and networking*, 2019, **2019**, 173. [COBISS.SI-ID 32476455]
7. Kaya Kuru, Darren Ansell, Wasiq Khan, Halil Yetgin, "Analysis and optimization of unmanned aerial vehicle swarms in logistics", *IEEE access*, 2019, **7**, 15804-15831. [COBISS.SI-ID 32867623]
8. Kaya Kuru, Halil Yetgin, "Transformation to advanced mechatronics systems within new industrial revolution: a novel framework in automation of everything (AoE)", *IEEE access*, 2019, **7**, 41395-41415. [COBISS.SI-ID 32867879]
9. Tomaž Šolc, Halil Yetgin, Timotej Gale, Mihael Mohorčič, Carolina Fortuna, "Whitelisting in RFDMA networks", *IEEE access*, 2019, **7**, 159284-159299. [COBISS.SI-ID 32819495]
10. Arsim Kelmendi, Andrej Hrovat, Mihael Mohorčič, Andrej Vilhar, "Prediction model of fade duration statistics for satellite communications at ka and Q bands", *IEEE transactions on antennas and propagation*, 2019, **67**, 8, 5519-5531. [COBISS.SI-ID 32367911]
11. Roman Novak, "Bloom filter for double counting avoidance in radio frequency ray tracing", *IEEE transactions on antennas and propagation*, 2019, **67**, 4, 2176-2190. [COBISS.SI-ID 32211239]
12. Urban Kuhar, Miloš Pantoš, Gregor Kosec, Aleš Švigelj, "The impact of model and measurement uncertainties on a state estimation in three-phase distribution networks", *IEEE transactions on smart grid*, 2019, **10**, 3, 3301-3310. [COBISS.SI-ID 12003668]
13. Jure Slak, Gregor Kosec, "Adaptive radial basis function-generated finite differences method for contact problems", *International journal for numerical methods in engineering*, 2019, **119**, 7, 661-686. [COBISS.SI-ID 32230439]
14. Jurij-Matija Kališnik, Viktor Avbelj, Jon Vratnari, Giuseppe Santarpino, Borut Geršak, Theodor Fischlein, Roman Trobec, Janez Žibert, "Cardiac autonomic regulation and PR interval determination for enhanced atrial fibrillation risk prediction after cardiac surgery", *International journal of cardiology*, 2019, **289**, 24-29. [COBISS.SI-ID 5627243]
15. Kemal Alič, Mihael Mohorčič, Aleš Švigelj, "Network and traffic design aspects in network-coding-enabled wireless networks", *International Journal of Computers, Communications & Control*, 2019, **14**, 3, 293-310. [COBISS.SI-ID 32397863]
16. Miloš Maksić, Vladimir Djurica, Andrej Souvent, Jure Slak, Matjaž Depolli, Gregor Kosec, "Cooling of overhead power lines due to the natural convection", *International journal of electrical power & energy systems*, 2019, **113**, 333-343. [COBISS.SI-ID 32388135]
17. Spiros Ventouras et al. (25 avtorjev), "Assessment of spatial and temporal properties of Ka/Q band earth-space radio channel across Europe using Alphasat Aldo Paraboni payload", *International journal of satellite communications and networking*, 2019, **37**, 5, 477-501. [COBISS.SI-ID 32462119]
18. Boris Širaiy, Roman Trobec, Vladimir Ilić, "Quality of one-channel telemetric ECG sensor Signal in maximum exercise stress tests", *Measurement science review*, 2019, **19**, 3, 79-85. [COBISS.SI-ID 32412199]
19. Jure Slak, Gregor Kosec, "On generation of node distributions for meshless PDE discretizations", *SIAM journal on scientific computing*, 2019, **41**, 5, a3202-a3229. [COBISS.SI-ID 32782887]
20. Gregor Kosec, Jure Slak, Matjaž Depolli, Roman Trobec, Kyvia Pereira, Satyendra Tomar, Thibault Jacquemin, Stéphane Pierre Alain Bordas, Magd Abdel Wahab, "Weak and strong from meshless methods for linear elastic problem under fretting contact conditions", *Tribology international*, 2019, **138**, 392-402. [COBISS.SI-ID 32424999]

STROKOVNI ČLANEK

1. Jure Slak, "Računska geometrija z mnogokotniki", *Presek: list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje*, 2018/2019, **46**, 6, 23-26. [COBISS.SI-ID 18696281]
2. Maja Brložnik, Viktor Avbelj, Vesna Kadunc Kos, Aleksandra Domanjko-Petrič, "Brezžično merjenje elektrokardiograma pri konjih, mačkah in psih", *Vestnik Veterinarske zbornice Slovenije*, 2019, **14**, 1, 27-31. [COBISS.SI-ID 4778618]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Ke Guan, Danping He, Bo Ai, Bile Peng, Andrej Hrovat, Junhyeong Kim, Zhangdui Zhong, Thomas Kürner, "Millimeter-wave communications for smart Rail Mobility: from channel modeling to prototyping", V: *2019 IEEE International Conference on Communications Workshops, (ICC Workshops): Shanghai, China, 22-24 May 2019*, Proceedings, IEEE, 2019. [COBISS.SI-ID 32996391]
2. Boro P. Popovski, Andrej Lipej, Zoran Markov, Predrag Popovski, "Optimisation of Pelton turbine jet deflector using CFD analysis", V: *29th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, September 17-21, 2018, Kyoto (Japan)*, (IOP conference series. Earth and environmental science, **240**, 2), 2019, 022031. [COBISS.SI-ID 514880119]
3. Andrej Lipej, Simon Muhič, Duško Mitruševski, "Wall roughness influence on the NPSH characteristics of centrifugal pumps", V: *29th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, September 17-21, 2018, Kyoto (Japan)*, (IOP conference series. Earth and environmental science, **240**, 3), 2019, 032019. [COBISS.SI-ID 514865527]
4. Ivan Boškov, Matevž Vučnik, Carolina Fortuna, Mihael Mohorčič, "Automated initial configuration of wireless embedded devices in the internet of things", V: *BalkanCOM 2019, 5G and beyond*, 2019, 5. [COBISS.SI-ID 32784935]
5. Jure Slak, Gregor Kosec, "Fast generation of variable density node distributions for mesh-free methods", V: *Boundary Elements and other Mesh Reduction Methods XXXI*, (WIT transactions on Engineering sciences, **122**), WIT Press, 2019, 163-173. [COBISS.SI-ID 32052519]
6. Andrej Hrovat, Ke Guan, Teodora Kocevska, Tomaž Javornik, "3D indoor environment characterization based on radio scanning", V: *ICECOM 2019, 23rd International Conference on Applied Electromagnetics and Communications, September 30, 2019 - October 2, 2019, Dubrovnik, Croatia*, Conference proceedings, KoREMA, 2019. [COBISS.SI-ID 32739879]
7. Klemen Bregar, Tomaž Javornik, Andrej Hrovat, Mihael Mohorčič, Gorazd Kandus, "Passive ultra-wideband coarse localization and activity detection system for assisted living", V: *ICECOM 2019, 23rd International Conference on Applied Electromagnetics and Communications, September 30, 2019 - October 2, 2019, Dubrovnik, Croatia*, Conference proceedings, KoREMA, 2019. [COBISS.SI-ID 32739623]
8. Klemen Bregar, Andrej Hrovat, Roman Novak, Tomaž Javornik, "Channel impulse response based vehicle analysis in tunnels", V: *EuCAP 2019*, Proceedings, EurAAP, 2019. [COBISS.SI-ID 32276775]
9. Arsim Kelmendi, Andrej Vilhar, Andrej Hrovat, Mihael Mohorčič, "Modelling of fade duration statistics in earth-satellite slant paths using copulas", V: *EuCAP 2019*, Proceedings, EurAAP, 2019. [COBISS.SI-ID 32277031]
10. Naim Suleyman Ting, Yakup Sahin, Halil Yetgin, "An active snubber cell for soft switched PFC boost converters", V: *VII. UMTEB International Congress on Vocational & Technical Sciences, August, 5-7, 2019, Batumi, Georgia*, Full text book, Institute of Economic Development and Social Researches Publications, 2019, 25-31. [COBISS.SI-ID 32888615]

11. Vladimir Djurica, Klemen Jevnikar, Miloš Maksić, Gregor Kosec, "Laboratory measurements of thermal behavior of overhead power lines due to natural convection", V: *Innovation in the Power System Industry: special of the 21st International Symposium of High Voltage Engineering (ISH) 2019, August 2019, Budapest, Hungary*, (Cigre science engineering, **16**), 2019, 29-34. [COBISS.SI-ID 32992807]
12. Tomaž Javornik, Aleš Švigelj, Andrej Hrovat, Igor Ozimek, "Users' QoS driven radio resources optimization based on radio environment map", V: *International Conference on Mathematical Models & Computational Techniques in Science & Engineering 23-25, February 2019, London, UK*, (Journal of physics, Conference series, **1334**), 2019, 012016. [COBISS.SI-ID 32786471]
13. Ivan Tomašič, N. Petrović, Mikael Linden, Aleksandra Rashkovska, "Comparison of publicly available beat detection algorithms performances on the ECGs obtained by a patch ECG device", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 294-297. [COBISS.SI-ID 32388903]
14. Matjaž Depolli, Roman Trobec, "Computational efficiency of linear system construction for MLPG method on a multicore computer", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 211-216. [COBISS.SI-ID 32376103]
15. Roman Trobec, Matevž Jan, Mikael Linden, Ivan Tomašič, "Detection and treatment of atrial irregular rhythm with body gadgets and 35-channel ECG", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 320-327. [COBISS.SI-ID 32375591]
16. I. Grubišič, Danijel Davidović, Karolj Skala, Matjaž Depolli, Miha Mohorčič, Roman Trobec, "Enriching heart monitoring with accelerometer data", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 328-332. [COBISS.SI-ID 32375847]
17. Jasmin Bogatinovski, Dragi Koccev, Aleksandra Rashkovska, "Feature Extraction for Heartbeat Classification in Single-Lead ECG", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 339-343. [COBISS.SI-ID 32389415]
18. Jure Močnik Berljavec, Jure Slak, Gregor Kosec, "Parallel simulation of time-domain acoustic wave propagation", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 223-228. [COBISS.SI-ID 32388647]
19. Blaž Stojanovič, Jure Slak, Gregor Kosec, "RBF-FD Solution of Electromagnetic Scattering Problem", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 217-222. [COBISS.SI-ID 32388391]
20. Maja Brložnik, Aleksandra Domanjko-Petrič, Vesna Kadunc Kos, Aleksandra Rashkovska, Viktor Avbelj, "Wireless body sensor for electrocardiographic monitoring in equine medicine", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 279-283. [COBISS.SI-ID 32389159]
21. Halil Yetgin, "A survey of joint routing and energy optimization techniques for underwater acoustic sensor networks", V: *ICATCES 2019, International Conference on Advanced Technologies, Computer Engineering and Science, 26-28 Apr. 2019, Alanya, Turkey*, Proceedings book, 71-76. [COBISS.SI-ID 32883751]
22. Ali Tilfargil, İdil Koç, Halil Yetgin, "Elektrikçi tesislerinde 8 kanallı röle kontrol kartı ile akıllı sistem tasarımı", V: *Proceedings book, Cizgi Kitabevi*, 2019, 408-414. [COBISS.SI-ID 32883239]
23. Naim Suleyman Ting, Yakup Sahin, Halil Yetgin, "A new interleaved boost converter reduced voltage on output filter capacitor", V: *Proceedings book, Cizgi Kitabevi*, 2019, 1243-1248. [COBISS.SI-ID 32882983]
24. Gregor Kosec, Jure Slak, "Parallel RBF-FD solution of the Boussinesq's problem", V: *The Sixth International Conference on Parallel, Distributed, GPU and Cloud Computing for Engineering, PARENG 2019, 4-5 June 2019, Pécs, Hungary*, (Civil-comp proceedings) Civil-Comp Press, 2019. [COBISS.SI-ID 32414247]
25. Denis Sodin, Marko Mihelin, Miha Smolnikar, Urban Rudež, "Preizkušanje ustreznosti delovanja PMU naprav z RTDS simulatorjem", V: *Štirinajsta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, 21-23. maj 2019*, Referati in predstavitve, Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRE - CIREĐ, 2019. [COBISS.SI-ID 33232167]
26. Matevž Vučnik, Aleš Švigelj, Gorazd Kandus, Mihael Mohorčič, "Secure hybrid publish-subscribe messaging architecture", V: *SoftCOM 2019, International Conference on Software, Telecommunications & Computer Networks, 19-21 September, 2019, Split, Croatia*, Proceedings, FESB, 2019. [COBISS.SI-ID 32696615]
27. Diego Rivera, Edgardo Montes de Oca, Wissam Mallouli, Ana R. Cavalli, Brecht Vermeulen, Matevž Vučnik, "Industrial IoT security monitoring and test on Fed4Fire+ platforms", V: *Testing software and systems: 31st IFIP WG 6.1 International Conference, ICTSS 2019, Paris, France, October 15-17, 2019* Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11812**), Springer, 2019, 270-278. [COBISS.SI-ID 32805159]
28. Ivan Tomašič, Aleksandra Rashkovska, Roman Trobec, Maria Linden, "The implications of the lead theory on the patch ECG devices positioning and measurement", V: *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018, June 3-8, 2018, Prague, Czech Republic*, (IFMBE proceedings, **68/1**), Springer, 2019, 693-696. [COBISS.SI-ID 31842087]
29. Klemen Bregar, Aleš Švigelj, "Device positioning and location-aware communications", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 35-39. [COBISS.SI-ID 32703527]
30. Andrej Hrovat, Gregor Cerar, Gordana Gardašević, Dragan Vasiljevič, Tomaž Javornik, "Testing the interoperability of the joint scheduling and routing algorithm for IIoT applications", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 40-43. [COBISS.SI-ID 32703271]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Nenad Korolija, Roman Trobec, "An overview of selected DataFlow applications in physics simulations", V: *Exploring the DataFlow supercomputing paradigm: example algorithms for selected applications*, (Computer communications and networks), Springer, 2019, 229-240. [COBISS.SI-ID 32509735]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Andrej Hrovat, Tomaž Javornik, Aleš Švigelj, Mihael Mohorčič, Gorazd Kandus, *Contemporary/advanced ICT approaches: communication systems (laboratory demonstrations)*, Ljubljana: Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32956455]
2. Gorazd Kandus, Andrej Hrovat, *Contemporary/advanced ICT approaches: overview of telecommunication systems and networks*, Ljubljana: Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32956711]
3. Tomaž Javornik, Andrej Hrovat, *Contemporary/advanced ICT approaches: wireless communications*, Ljubljana: Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32956967]
4. Tomaž Javornik, *Wireless communications: contemporary/advanced ICT approaches, information and communication technologies, third-level and second-level study programme- ICT3/ICT2: student year 2018/2019*, Ljubljana: Jožef Stefan International Postgraduate School, 2019. [COBISS.SI-ID 32048423]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Klemen Bregar, *Modeliranje vplivov notranjih okolij na lokalizacijo z ultra-širokopasovnimi radijskimi signali: doktorska disertacija*, Ljubljana, 2019 (mentor Mihael Mohorčič). [COBISS.SI-ID 300770816]

ODSEK ZA RAČUNALNIŠKE SISTEME

E-7

Osnovne raziskave Odseka za računalniške sisteme obsegajo razvoj zmogljivih algoritmov za obdelavo velikih količin podatkov, naprednih računalniških struktur za hitrejše in zanesljivejše izvajanje algoritmov ter učinkovitih interaktivnih računalniških vmesnikov. Pozornost namenjamo samopopravljivim in samonastavljivim sistemom, modeliranju in optimiranju kompleksnih, dinamičnih in nedeterminističnih sistemov. V okviru navedenih raziskav razvijamo aplikacije na področjih proizvodnje, transporta, energetike, bioinformatike, zdravja in medicine. Odsek vzdržuje visoko raven aktualnega znanja z raziskovalnih področij ter ima vzpostavljene povezave in sodelovanja z drugimi akademskimi institucijami in industrijo.



Vodja:

prof. dr. Gregor Papa

Leta 2019 smo začeli izvajati posodobljen raziskovalni program v okviru ARRS. Program je skladen z raziskovalnimi cilji evropskega okvirnega programa Obzorje 2020, z evropskimi in nacionalnimi agendami ter strateškimi dokumenti (Raziskovalna in inovacijska strategija Slovenije, HiPEAC Vision, ARTEMIS strategic research agenda in Strategija slovenske pametne specializacije). Program se osredotoča na področja raziskav, močno povezanih z rekonfigurabilnimi sistemi, in sicer: zanesljivost, arhitekture podatkovno intenzivnih sistemov, sočasno načrtovanje strojne in programske opreme, planiranje in razvrščanje gradnikov za doseg večje energijske učinkovitosti, prilagodljive in učeče metode nadzora, dinamična prilagoditev spremenljivim kontekstom, odločitve v nezanesljivih in spremenljivih okoljih. Najsodobnejši interdisciplinarni raziskovalni izzivi združujejo področja računalništva, inženirstva in matematike ter vključujejo rekonfigurabilne optimizacijske algoritme (učinkovita obdelava obsežnih podatkov in delovanje v nezanesljivih ter spremenljivih okoljih), kontekstno ozaveščenost z uporabo statistične analize in topologije omrežij (določitev trenutka in načina rekonfiguracije), rekonfigurabilne in samopopravljive strojne platforme (zanesljivejše strukture z uporabo samoumevne vzporednosti FPGA vezij) in približno računanje (energijska učinkovitost).

Sodelavci odseka smo v letu 2019 nadgradili raziskovalno delo z zasnovano in razvojem rešitev v okviru 12 evropskih projektov v programih Obzorja 2020, 7. OP, COST in EFSA ter 13 domačih projektov. Naše delo je bilo povezano tudi z aktivnostmi Strateško razvojno inovacijskih partnerstev na področjih Pametnih mest in skupnosti ter Tovarn prihodnosti.

Algoritmi za obdelavo podatkov

Raziskave na področju zmogljivih algoritmov za obdelavo podatkov so bile usmerjene predvsem v razvoj večkriterijskih optimizacijskih načinov, sodobnih statističnih primerjav ter ekstrakcijo znanj, nevronske mreže in razpoznavanja vzorcev. Del rešitev je na aplikativni ravni prispeval k računalniški podpori načrtovanja klinične prehrane v okviru pred časom razvite **Odprte platforme za klinično prehrano** ter inteligentni podpori področjema pametnih tovarn in pametnih mest.

Optimizacijski algoritmi

Optimizacija z več nasprotujočimi cilji, ki so običajno tudi računsko zamudni, se pojavlja na številnih področjih. Na primer pri napredni proizvodnji, kjer je zahtevana visoka kakovost izdelka ob hkrati nizkih proizvodnih stroških, pri čemer se lahko pri optimizaciji zanašamo le na zahtevne numerične simulacije. Take **večkriterijske optimizacijske** težave je mogoče učinkoviteje reševati z **vzporednim izvajanjem** simulacije in uporabo **nadomestnih modelov** pri simulaciji. Delali smo na projektu Twinning, Obzorja 2020, **SYNERGY – Synergy for smart multi-objective optimisation** (<http://synergy-twinning.eu/>), katerega cilj je bil okrepitev raziskav večkriterijske optimizacije na Institutu "Jožef Stefan" (IJS). Projekt smo koordinirali in sodelovali z dvema priznanima raziskovalnima ustanovama s komplementarnim strokovnim znanjem, Univerzo za znanost in tehnologijo Lille iz Francije in Tehnično visoko šolo Köln – Univerzo za uporabno znanost iz Nemčije. Projekt je znatno okrepil strokovno znanje in izkušnje IJS na področju nadomestne, večkriterijske optimizacije in vzporednih arhitektur za večkriterijsko optimizacijo ter zagotovil podporne ukrepe, potrebne za združitev teh dveh učinkovitih konceptov v pametno večkriterijsko optimizacijo. Partnerji so tako učinkoviteje izvajali optimizacijo zapletenih problemov iz realnega sveta, pridobljeno znanje pa je bilo deljeno s slovensko industrijo in drugimi raziskovalnimi ustanovami. Rezultati tega sodelovanja so izboljšana odličnost raziskovalcev IJS, izboljšan raziskovalni profil in širjenje inovacij v industrijo. Izboljšana odličnost in prepoznavnost se kaže tudi v organizaciji delavnic, specialnih sekcij in predavanj, izvedenih na priznanih konferencah.

Nadaljevali smo projekt Obzorja 2020 na področju Marie Skłodowska-Curie Actions UTOPIAE – **Uncertainty Treatment and OPTimisation In Aerospace Engineering** (<http://utopiae.eu/>). Glavni cilj projekta je povezovanje optimizacije in kvantifikacije negotovosti v aplikacijah vesoljskih sistemov. Razvoj matematičnih metod in algoritmov za premostitev razlik med kvantifikacijo negotovosti in optimizacijo ter med verjetnostno teorijo in nenatančno teorijo verjetnosti kvantifikacije negotovosti bo omogočil učinkovite rešitve visokodimenzionalnih, dragih in kompleksnih tehničnih problemov. V sodelovanju s podjetjem ESTECO iz Italije smo organizirali in gostili projektno delavnico **The second global virtual workshop (GVW-II)**. Vsebinski poudarki delavnice so bili na tematikah programiranja in optimizacije. Predavanja z navedenih področij so imeli predstavniki treh slovenskih univerz (Ljubljana, Maribor in Koper) in podjetja ESTECO. V okviru GVW-II je bila tudi delavnica **The fifth Optimization in Space Engineering workshop (OSE5)**, ki je bila pripravljena v soorganizaciji z Evropsko vesoljsko agencijo (ESA), Univerzo Strathclyde iz Velike Britanije in podjetjem ESTECO. Njen cilj je bila razprava o nedavnih napredkih vesoljske tehnologije in nadaljnjih raziskavah na področju optimizacije vesoljskega inženiringa.

Glavni cilj ARRS raziskovalnega projekta **Zlivanje biomedicinskih podatkov z uporabo nenegativne matrične tri-faktorizacije (NMTF)** v sodelovanju z Univerzo v Ljubljani je razvoj novih, učinkovitih in natančnih metod nenegativne matrične faktorizacije ter njihova uporaba pri iskanju nepoznanih povezav v biomedicinskih podatkih. Poznavanje tovrstnih povezav vodi k boljši stratifikaciji pacientov, odkritju novih biomarkerjev za bolezni, odkritju novih načinov uporabe že obstoječih zdravil in podobno. Naša raziskovalna skupina je obširno raziskala uporabnost evolucijskih in memetskih pristopov za reševanje NMTF problemov. Med študijo je bilo ugotovljeno, da so za reševanje NMTF problemov še posebno učinkoviti algoritmi lokalnega iskanja z uporabo gradienta. Naša skupina je razvila knjižnico **nmfgd**, ki združuje najuspešnejše algoritme za reševanje posplošenih NM(T)F problemov. Knjižnica podpira tako večjedrno kot večprocesorsko izvajanje, možnost uporabe redkih matrik in vključuje več tipov regularizacij in omejitev. Knjižnica bo uporabljena za rudarjenje podatkov o kroničnih vnetnih črevesnih boleznih, s čimer bomo iskali nove povezave med genetskimi, metagenetskimi, metabolomičnimi in prehranskimi podatki bolnikov, obolelih s to boleznijo. Trenutno poteka obširna primerjava učinkovitosti različnih gradientnih optimizacijskih algoritmov pri reševanju NMTF problemov. Rok Hribar je v sklopu teh raziskav opravil enomesečni obisk na odseku za Znanosti o življenju pod okriljem Centra za superračunalništvo v Barceloni, Španija.

V sklopu ARRS projekta mladega raziskovalca Roka Hribarja se preučuje uporaba **gradientnih metod v strojnem učenju in optimizaciji**. Učinkovitost gradientnih metod je bila raziskana v vseh treh vejah strojnega učenja: nadzorovanem, nenadzorovanem in vzpodbujevalnem učenju. Delo na področju nadzorovanega učenja je bilo objavljeno v reviji *Energy*. Na področju nenadzorovanega učenja je bila razvita knjižnica za reševanje problema jedrnega razvrščanja z voditelji, ki uporablja gradientne metode. Ta bo uporabljena za gručenje podatkov in iskanje novih povezav med podatki o kroničnih vnetnih črevesnih boleznih. Na področju vzpodbujevalnega učenja so bile uporabljene gradientne optimizacijske metode za iskanje strategij za generacijo začetnih točk in kontrole parametrov povsem splošnih optimizacijskih algoritmov. Dva primera uporabe sta bila simulirano ohlajanje in diferencialna evolucija. Na področju reševanja velikih optimizacijskih problemov sta bila raziskana dva primera: splošen problem minimizacije akcije, ki jo najdemo v fiziki, in optimizacija oblike premikajočih se predmetov v sklopu metode robnih elementov.

ARRS projekt mladega raziskovalca Urbana Škvorca je s področja optimizacijskih algoritmov in je osredotočen na **analizo pokrajine preiskovalnega prostora** optimizacijskega problema s pomočjo strojnega učenja. Udeležil se je šole projekta COST Action ImAppNIO – **Improving Applicability of Nature-Inspired Optimisation by Joining Theory and Practice** (<http://imappnio.dcs.aber.ac.uk/>), ki jo je organizirala Univerza v Coimabri na Portugalskem. Objavil je prispevka na konferencah GECCO 2019 ter IEEE CEC 2019 in članek v reviji *Applied soft computing*.

Metodologija Mr-BEC bo temeljila na sinergiji statistike, informacijske teorije in teorije naključnih matrik.

Tome Eftimov je prejel ARRS podoktorski projekt **Mr-BEC: Sodobni pristopi za primerjalno analizo v evolucijskem računanju** (<http://cs.ijs.si/project/mrbec/>). Glavni cilj projekta je zasnovati, razviti, izvesti in ovrednotiti ogrodje za **primerjalno analizo v evolucijskem računanju**. To bo sestavljeno iz metodologij, ki bodo omogočale poglobljeno razumevanje obnašanja algoritmov, predvsem s poudarkom

na prepoznavanju praktičnega pomena, pridobivanju znanja o uspešnosti z uporabo informacij iz porazdelitev v prostoru (večdimenzionalni podatki) in pridobivanju bolj splošnih zaključkov primerjalne analize z uporabo nabora mer uspešnosti. Metodologije bodo temeljile na sinergiji med statistiko, informacijsko teorijo in teorijo naključnih matrik. Rezultati dosedanjih raziskav vključujejo članka v reviji *Applied soft computing*, članek v reviji *Information fusion*, prispevke na konferencah BPOD/IEEE BigData 2019 in BFNDMA/IEEE BigData 2019 ter predavanje na IEEE SSCI 2019. Tome Eftimov je prejel nagrado za najboljšega mladega raziskovalca v letu 2018 v Severni Makedoniji, ki jo podeljuje predsednik države. V domači Strumici v Severni Makedoniji pa je prejel tudi nagrado za izjemne dosežke v znanosti za leto 2019. Na Univerzi Stanford v ZDA je opravil enoletne podoktorske raziskave.

Na konferenci IEEE CEC 2019 smo skupaj z Raziskovalnim inštitutom za umetno inteligenco v Barceloni organizirali prvo mednarodno delavnico Understanding of Evolutionary Algorithms Behavior (UEOB 2019).

V sodelovanju z Odsekom za inteligentne sisteme na IJS in s Fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru smo že šestnajsto leto zapored pripravili več rednih skupnih delavnic **Algoritmi po vzorih iz narave** (AVN) s področja stohastičnih optimizacijskih tehnik.

Statistični načini

Predstavljen je bil nov DSC (Deep Statistical Comparison) pristop, imenovan eDSC (**extended Deep Statistical Comparison**), za primerjavo metahevrstičnih stohastičnih optimizacijskih algoritmov, ki upošteva tudi porazdelitev rešitev v preiskovalnem prostoru. Glavni prispevek je primerjava algoritmov tudi glede na porazdelitev dobljenih rešitev v preiskovalnem prostoru in ne le na podlagi vrednosti rešitev. Te informacije lahko dodatno pripomorejo prepoznati zmožnosti izkoriščanja in preiskovanja primerjanih algoritmov, kar je še posebej pomembno v primeru multimodalnega preiskovalnega prostora z veliko lokalnimi optimumi s podobnimi vrednostmi. Rezultati primerjalne analize kažejo, da lahko naš pristop uporabimo za statistično primerjavo metahevrstičnih stohastičnih optimizacijskih algoritmov glede na vrednosti rešitev in njihovo porazdelitev v preiskovalnem prostoru. Delo je bilo objavljeno v reviji *Information sciences*. V reviji *Applied soft computing* je bila objavljena razširitev DSC pristopa, imenovana pDSC (practical Deep Statistical Comparison), ki upošteva praktični pomen pri pripravi statistične primerjave enokriterijskih metahevrstičnih stohastičnih optimizacijskih algoritmov.

DSCTool je statistično orodje za primerjavo uspešnosti stohastičnih optimizacijskih algoritmov na posamezni testni funkciji (tj. analiza nad enim problemom) ali naborom testnih funkcij (tj. analiza nad več problemi). DSCTool temelji na DSC pristopu in njegovih različicah. Glavna prednost DSCTool orodja so spletne storitve REST, saj je do vseh funkcionalnosti mogoče dostopati iz kateregakoli programskega jezika. Podrobnosti orodja so predstavljene v reviji *Applied soft computing*.

Luščenje informacij in odkrivanje znanja

V okviru projekta SAAM – Podpora aktivnemu staranju s pomočjo multimodalnega izobraževanja (<http://bilsp.org/saam-active-ageing/>) iz programa Obzorja 2020 smo razvili vir FoodOntoMap s koncepti o živilih, izluščenih iz besedil, ki opisujejo recepte. Vsak koncept je opisan s semantičnimi značkami iz štirih ontologij o živilih. FoodOntoMap omogoča povezovanje med različnimi ontologijami o živilih, kar je nujno potrebno za odkrivanje novih relacij med hrano, zdravjem ljudi in okoljem. Ocenjevanje prehranskega vnosa je zahtevna naloga in v ta namen smo razvili metodologijo za iskanje podobnih jedi (opisanih z recepti) glede na njihove hranilne vrednosti. Metodologija, ki temelji na vektorski reprezentaciji receptov, je bila predstavljena na mednarodni konferenci KEOD/IC3K 2019. Za učenje vektorske reprezentacije receptov smo uporabili množico receptov (oz. besedilnih opisov jedi in njihovih hranilnih vrednosti) in zanje najprej izračunali vložitve (angl. embeddings) besed in odstavkov, nato pa določili stopnjo podobnosti, ki smo jo primerjali s stopnjo podobnosti glede hranilne vrednosti. Delo je bilo predstavljeno na konferenci BFNDMA/IEEE BigData 2019.

FoodIE je metoda **prepoznavanja imenskih entitet**, ki temelji na pravilih in se uporablja za luščenje informacij o živilih iz besedila. Sestavljena je iz majhnega števila pravil, ki sledijo računskemu jezikoslovju in uporabljajo semantične informacije o entitetah živil. Rezultati naših eksperimentov, ki so bili predstavljeni na konferenci ICPRAM 2019, so zelo obetavni.

Razvili smo pristop za analizo podatkov mikromrež genske ekspresije iz homogene skupine otrok z diagnozo klasičnega avtizma. Predlagani pristop je sinergija tehnik obdelave signalov in strojnega učenja. Delo je potekalo v sodelovanju z Univerzo sv. Cirila in Metoda v Skopju iz Severne Makedonije in je bilo predstavljeno na konferenci BIOINFORMATICS 2019.

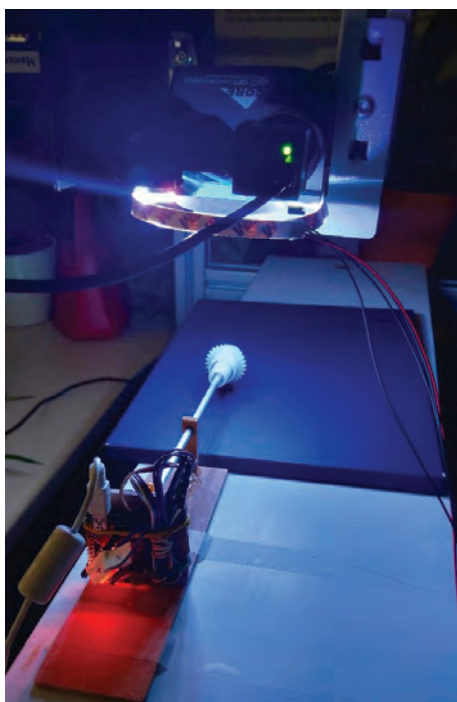
V sodelovanju z Univerzo Stanford iz ZDA smo ustvarili ODKG (**Opioid Drug Knowledge Graph**), mrežo zdravil, povezanih z opiodi, aktivnimi sestavinami, formulacijami, kombinacijami in blagovnimi znamkami. ODKG uporabljamo za normalizacijo naborov zdravil v skladišču kliničnih podatkov, ki ga sestavljajo podatki o bolnikih iz več kot 400 zdravstvenih ustanov iz 42 različnih zveznih držav v ZDA. Uporabo ODKG smo prikazali z ustvarjanjem povzetka statistike trendov predpisovanja opiodov v regijah ZDA. Te metode in sredstva lahko pripomorejo pri razvoju naprednih in razširljivih modelov za spremljanje epidemije opiodov in za odkrivanje nezakonitega ravnanja pri zlorabi opiodov. Naše delo je pomembno za oblikovalce politike in raziskovalce bolečine, ki želijo sistematično ovrednotiti dejavnike, ki prispevajo k prekomernemu predpisovanju opiodov in iatrogenih odvisnosti od opiodov v ZDA. Delo je bilo predstavljeno na konferenci ICLR 2019.

V sodelovanju z Univerzo Stanford in Pacific Northwest National Laboratory iz ZDA smo raziskovali uporabo metod za učenje predstavitev, ki temeljijo na grafih za **učenje vektorskih vložitev** za medicinske koncepte iz elektronskih zdravstvenih kartotek ali podatkovnih zbirk zdravstvenih trditev. Predlagamo učenje vektorskih vložitev za medicinske koncepte na SNOMED-CT, široko priljubljenem grafu znanja na področju zdravstva s

številnimi operativnimi in raziskovalnimi aplikacijami. Trenutno delo predstavlja empirično analizo različnih vektorskih vložitev, vključno z oceno njihove uspešnosti pri več biomedicinski relevantnih nalogah (klasifikacija vozlišč, napovedovanje povezav in napovedovanje stanja pacientov). Rezultati kažejo znatno izboljšanje diagnoze pacientov. Delo je bilo predstavljeno na konferenci DSHealth/KDD2019.

Nevronske mreže

Na področju raziskav **nadzora kakovosti s strojnim vidom** smo v navezi s podjetjem MPT, d. o. o., izvajali industrijski mikro projekt iz evropske iniciative KET4CP. Cilj projekta je bil specificirati in v industrijskem okolju preizkusiti sistem strojnega vida za nadzor kakovosti posebnega plastičnega izdelka, ki ga podjetje velikoserijsko proizvaja s tehnologijo brizganja. Določili smo potrebne sestavne dele sistema za pregledovanje, definirali, izbrali in preizkusili algoritme za obdelavo slike, izbrali značilke in algoritme za njihovo razvrščanje ter določili programsko rešitev, ki bo nadzirala vse faze vizualnega pregleda. Preizkusili smo več različnih komponent sistema strojnega vida (razsvetljava, kamere, optika) z zbranimi izdelki z napakami in brez njih. Preizkusili smo algoritme za izločanje slikovnih značilk, ki jih bomo uporabili za odkrivanje izdelkov z napakami. Določili smo tudi najprimernejše položaje za pregledovanje plastičnega izdelka v sistemu strojnega vida, ki jih mora omogočiti sistem za manipulacijo.



Slika 1: Razvoj sistema strojnega vida za nadzor kakovosti izdelka

Na področju **razpoznavanja vzorcev** smo razvili pristope za oceno različnih nastavitvev parametrov, potrebnih za predobdelavo EKG signalov, uporabljenih za razvrščanje krvnega tlaka (KT). Predlagamo večstopenjski pristop zlivanja informacij za učenje prediktivnega modela za KT s pomočjo senzorskih podatkov EKG. Pristop združuje informacije na petih različnih ravneh: (i) zbiranje podatkov, kjer se zbirajo podatki iz več senzorjev EKG; (ii) izločanje značilk, kjer se pridobijo značilke iz zbranih podatkov z različnimi metodami predhodne obdelave; (iii) združevanje informacij, kjer se združujejo informacije o ocenjevanju iz različnih klasifikatorjev; (iv) zlivanje informacij z uporabo informacij iz regresijskih modelov z več cilji za vsak razred KT; in (v) zlivanje informacij z uporabo informacij iz regresijskih modelov z več cilji iz vseh konfiguracij kot enega samega modela. To se uporablja za napovedovanje vrednosti KT (sistolčni KT, diastolični KT in srednji arterijski tlak). Delo je potekalo v sodelovanju s Fakulteto za računalništvo in tehniko Univerze sv. Cirila in Metoda v Skopju iz Severne Makedonije in je bilo predstavljeno na konferenci BIOSIGNALS 2019 ter objavljeno v reviji *Information fusion*.

Z Univerzo v Buenos Airesu v Argentini smo sodelovali v raziskavi o vplivu proaritmčnih zdravil na različne dele EKG-signalov, izmerjenih na srcih kuncev in vitro v večelektroadni komori. Naša naloga je bila raziskati, kateri od na novo definiranih hitrostnih kardiomarkerjev za določanje prekatne disperzije pomeni pomembno tveganje za nastanek aritmije. S pomočjo klasifikacijskih metod strojnega učenja in statistike smo našli dve novi dinamični lastnosti, ki sta učinkovitejši od sedanjih standardov. S pomočjo teh dveh značilnosti smo v 21 od 22 poskusov lahko pravilno ločili EKG-signale, na katere so vplivala zdravila proti aritmiji od tistih brez teh vplivov.

Projekt evropske iniciative KET4CP **Optimalno načrtovanje operacij orodjarne** se ukvarja z izboljšanjem načrtovanja proizvodnih procesov za individualizirana orodja v podjetju PLAMTEX INT., d. o. o. Glavni cilj je izboljšati oceno časa trajanja zelo individualiziranih operacij v procesu izdelave orodij z analizo podatkov s pomočjo umetne inteligence. Ključni izziv je pravilna ocena časa trajanja posamezne operacije v proizvodnem procesu načrtovanja izdelave orodja, pri čemer samo orodje predhodno še ni bilo izdelano. Delo poteka v sodelovanju z Odsekom za inteligentne sisteme na IJS in podjetjem Hahn-Schickard iz Nemčije.

V okviru projekta SAAM smo nadaljevali raziskave iz projekta iz 7. **OPERA katedra za izotopske tehnike glede kakovosti, varnosti in sledljivosti hrane ISO-FOOD** (<http://isofood.eu>). Razvili smo napredno metodologijo za samodejno prepoznavanje hrane in pijač s fotografij, narejenih s pametnim telefonom, ki temelji na **globokem učenju**. Glavni namen tega dela je avtomatizacija zahtevnega postopka prehranske obravnave in izbire zdravih obrokov. Metodologija prekaša druge pristope v natančnosti prepoznavanja točk in je med drugim tudi prva rešitev prepoznavanje replik hrane. Na mednarodni konferenci FENS 2019 je bila predstavljena metodologija izbrana kot ena od treh najbolj inovativnih rešitev.

Na delavnici AMLD 2019 v okviru AI & Nutrition track na EPFL v Švici smo predstavili vabljeni predavanje o sinergiji **globokega učenja, obdelavi naravnega jezika in statistiki za prehransko znanost**. V raziskovalnem centru Nestle v Švici smo predstavili tudi vabljeni predavanje o aplikaciji **naprednih računalniških metod v znanosti o prehrani**.

V bilateralnem projektu CROSSING – Crossing borders and scales: CFD and High-performance computing (<https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=60402&pNid=0>), ki ga izvajamo s Centrom Helmholtz v Dresden-Rossendorfu

(HZDR) iz Nemčije, sodelujemo pri numerični simulaciji kondenzacijskih vodnih kladiv, ki lahko v industrijskih objektih povzročijo resno škodo. Naša glavna naloga je raziskati možnosti implementacije izračunov na grafičnih procesorskih enotah in uporabo primerernih metod strojnega učenja, kar bi bistveno pohitrilo računanje in vodilo k zahtevnejšim in obsežnejšim simulacijam večfaznega pretoka.

Podatkovne baze

Na področju digitalne humanistike je pri kreiranju digitalnih besedilnih korpusov ohranjenih zgodovinskih virov zelo uporabno programsko orodje, ki podpira digitalizacijo in semantično označevanje. Da bi podprli ta postopek, smo za izločanje krajevnih imen (toponimov) iz latinskega besedila razvili na pravih temelječo metodo za prepoznavanje imenskih entitet. Metoda temelji na pravih računalniške lingvistike in uporabi jezikovnih lastnosti latinskega jezika. Eksperimentalni rezultati so pokazali zelo obetavne rezultate. To omogoča tudi ustvarjanje šibko označenega korpusa, ki ga je mogoče izboljšati z nadzorovanimi metodami strojnega učenja in razvojem robustnejšega modela za izločanje imenskih entitet. Programsko orodje je bilo razvito v okviru projekta **ARRS Toponomastična dediščina Primorske**, ki je del širše raziskave, usmerjene v realizacijo temeljite in zanesljive digitalne (interaktivne) različice slovenske historične topografije v sodelovanju s Slovensko akademijo znanosti in umetnosti. Delo je bilo predstavljeno na konferenci **HistoInformatics 2019**.

Nadaljevali smo z nadgradnjo baze in razvojem **Odprte platforme za klinično prehrano – OPKP** (<http://www.opkp.si>). Nadgradnje vključujejo osvežitev obstoječih podatkov, vključitev novih zbirk podatkov FNS, novo in izboljšano klasifikacijo ter preslikave podatkov v FoodEx2. Hkrati smo predhodno obdelali in uredili podatke za raziskovalno delo o vnosu sladkorja, vitamina D in maščobnih kislin pri prebivalcih Slovenije.

V sodelovanju s partnerji smo končali nacionalno raziskavo o prehranskih navadah **SI.Menu Slovenija**, v kateri smo sodelovali z razvojem spletnega orodja za 24-urni priklic, katerega funkcija je zbiranje podatkov o uživanju hrane in posredovanje rezultatov Evropski agenciji za varnost hrane (EFSA). Analizirali smo tudi podmnožice podatkov (približno 200 udeležencev v raziskavi SI.Menu) z uporabo nenadzorovanih metod strojnega učenja. Rezultati so bili predstavljeni na konferenci **BFNDMA/IEEE BigData 2019** in objavljeni v reviji *Journal of food composition and analysis*.

Zaključili smo z ARRS aplikativnim projektom **Transmaščobne kisline**, v katerem smo razvili metodo za preslikavo podatkov. Sodelovali smo pri ocenjevanju vnosa transmaščobnih kislin pri prebivalcih Slovenije, kjer smo uporabili **Odprto platformo za klinično prehrano**. Rezultati dela so bili predstavljeni na konferenci **Zdravje delovne populacije 2019**.

Začeli smo izvajati projekt iz Obzorja 2020 **FNS-Cloud – raziskovalni oblak za hrano, prehrano in varnost** (<http://www.fns-cloud.eu/>). Namen projekta je **okrepiti obstoječe vire podatkov, znanja in orodij ter storitev** za zdravstvene in agroživilske vede, ki so trenutno razpršeni, nimajo kritične mase, njihova dostopnost pa večinoma ni niti enostavna niti prosta. Predvsem se bomo posvetili razvoju napredne metodologije za delo s heterogenimi podatki o hrani, prehrani in zdravju. Do zdaj smo že razvili nov označeni korpus entitet o živilih, tj. FoodBase, ki je potreben za prepoznavanje semantičnih razlik oz. podobnosti med koncepti o živilih in odpira nove možnosti za učenje prostora vložitev, potrebnega za prediktivne študije. Začetno delo je bilo predstavljeno na konferenci **BFNDMA/IEEE BigData 2019** in objavljeno v znanstveni reviji *Databases*.

Običajno v bazah podatkov o sestavi živil manjkajo podatki tako za določena živila kot za številna hranila. Strokovnjaki najpogosteje rešujejo to težavo tako, da si po subjektivni presoji izposodijo podatke iz drugih baz. Vendar ima takšen pristop pomanjkljivosti. Postopek je časovno zahteven, lahko pa vodi tudi k napačnim odločitvam, saj se lahko vrednosti hranil v živilih razlikujejo v različnih bazah zaradi različnih analitičnih metod. Da bi izboljšali postopek izposoje manjkajočih podatkov, smo razvili metodologijo, imenovano **MIGHT**, ki omogoča optimalno izbiro manjkajočih podatkov iz različnih baz na podlagi testiranja ničelne hipoteze. Učinkovitost metode smo potrdili na podskupini evropskih baz podatkov o sestavi živil, ki so urejene v skladu z EuroFIRovimi standardi. Delo je bilo objavljeno v reviji *Applied sciences*.

Na mednarodni konferenci **IEEE BigData 2019** smo v sodelovanju z Univerzo Stanford iz ZDA organizirali **1st International Workshop on Big Food and Nutrition Data Management and Analysis (BFNDMA 2019)**, prvo mednarodno delavnico o upravljanju in analizi podatkov na področju prehrane in vsebnosti hranil. Na njej sta sodelovala dva uveljavljena vabljena predavatelja, predstavljenih pa je bilo 15 sprejetih prispevkov.

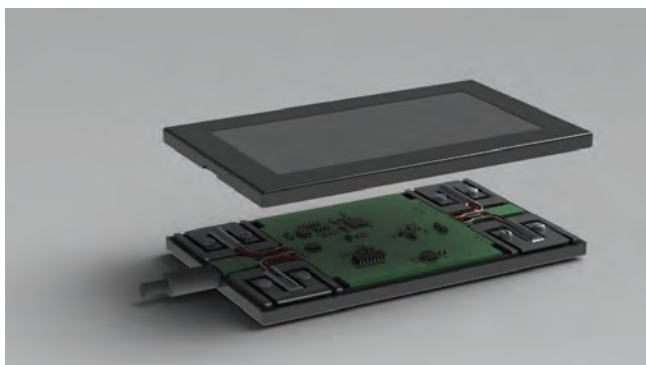
Na delavnici **ELIXIR Food and Nutrition Community Workshop** smo imeli vabljeno predavanje o **uporabi metod umetne inteligence v prehranski znanosti**. Opisali smo pet svojih metodologij, ki vključujejo umetno inteligenco v prehransko znanost: NutriNet – prepoznavanje slik hrane s pomočjo globokega učenja; DrNER – pridobivanje informacij iz dokazljivih prehranskih priporočil; StandFood – standardizacija podatkov o prehrani in vsebnosti hranil z uporabo metod normalizacije besedila; preslikava podatkov o sestavi hrane v ontologiji, specifične za domeno – uskladitev podatkov; MIGHT – pripis manjkajočih vrednosti s statističnimi pristopi.

Računalniške strukture

V podporo in za pospešitev naših algoritmov smo se posvečali tudi študiju in razvoju strojne opreme in računalniških struktur, ki vključujejo uporabo in **sprotno rekonfiguracijo vezij** FPGA, prilagojene vgradne sisteme in senzorje. Začeli smo izdelovati FPGA pospeševalno infrastrukturo, ki bo osnovana na Xilinx ALVEO pospeševalnih karticah. Ta bodo del prilagodljivega hibridnega računskega sistema, namenjenega hitri obdelavi kompleksnih podatkov v skoraj realnem času. FPGA pospeševalna infrastruktura bo povezana z drugimi zmogljivimi CPU- in GPU-komponentami, kar bo omogočalo hitro procesiranje na velikem številu procesnih enot.

Na področju **vgradnih sistemov** smo v okviru projekta **Ballerina** (<http://ballerina.ijs.si>) s sodelovanjem podjetja Nutritics LTD iz Irske razvili novo, energijsko varčno, žepno kuhinjsko tehtnico Libra, ki uporablja

Na novo zasnovana Libra ima znatno zmanjšano proizvodno ceno in precej manjšo porabo energije.



Slika 2: Na novo zasnovana žepna brezžična tehtnica

vmesnik Bluetooth Low Energy 5 (BLE 5). Tehtnica Libra je bila na novo zasnovana, kar je omogočilo znatno znižanje proizvodne cene in precej manjšo porabo energije. Nova tehtnica je integrirana s servisi Nutritics (mobilne aplikacije Libro, Nutritics for Healthcare, Nutritics for Research, Nutritics for Sport). Programski vmesnik API je združljiv s prejšnjo različico žepne kuhinjske tehtnice. Osrednji del žepne kuhinjske tehtnice temelji na Bluetooth mikrokrmilniku Nordic nRF52 in ločenem natančnem analogno-digitalnem pretvorniku, ki omogoča točno merjenje teže. Tehtnica vsebuje tudi nastavljivo napajalno enoto in vmesnik UART, ki je namenjen razhroščevanju. Poraba energije je zmanjšana z izklapljanjem trenutno neuporabljenih modulov in s prehajanjem mikrokrmilnika v varčno stanje spanja, ko ta nima dodeljenih opravil. Integrirana rešitev se že preizkuša in je pripravljena za uporabo. Da bi povečali sociološki vpliv, smo razvito strojno opremo tehtnice, programski vmesnik API in testno mobilno aplikacijo objavili z odprtokodnimi licencami (licenca CERN OHL v1.2 in GNU GPL v3).

V okviru projekta **SAAM** smo razvili sistem za zajemanje podatkov in integrirali druge module **ambientalnega senzorja**. Senzor obsega sistem za zajemanje ambientalnih podatkov, modul za prepoznavo glasovnih ukazov,

modul za predstavitev sporočil in sistem za upravljanje. Sistem za zajem ambientalnih podatkov prek senzorskega vezja zbira podatke iz okolja, kot so: temperatura, vlažnost, pritisk in pospeški ter jih posreduje podatkovni bazi sistema za izdelavo navodil. Modul za glasovne ukaze zazna in prepozna glasovne ukaze ter jih posreduje podatkovni bazi. Modul za predstavitev sporočil sprejema sporočila centralnega vadbene sistema in jih z vizualnimi efekti ter s predvajanjem vnaprej posnetih sporočil posreduje primarnemu uporabniku.

Pri razvoju nizkoenergijskih naprav IoT, kjer poskušamo čim bolj zmanjšati porabo energije in s tem podaljšati življenjsko dobo baterij, je analiza energijske porabe tehnologije Bluetooth Low Energy (BLE) pomemben dejavnik. Raziskali smo **odvisnost porabe energije in pretoka podatkov** za različice tehnologij BLE ter pri različnih vrstah prenosa podatkov. Preverjali smo tudi vpliv parametrov CI (Connection Interval), MTU (Maximal Transmission Unit) in različice tehnologije BLE na pretok podatkov ter na porabo energije. Iz dobljenih rezultatov sledi, da pri bralno-pisalnih transakcijah krajši CI poveča pretok podatkov, pri operacijah obvestil in pri bralno-pisalnih transakcijah pa brez potrditve ta parameter nima vpliva. Poleg tega se je izkazalo, da je za določeno različico tehnologije BLE poraba energije pretežno odvisna le od količine podatkov. Dobljeni rezultati so lahko vodilo pri razvoju nizkoenergijske IoT naprave z BLE vmesnikom. Delo je bilo objavljeno v reviji *Sensors*.

V okviru projekta Obzorja 2020 **TETRAMAX – Technology Transfer via Multinational Application Experiments** (<https://www.tetramax.eu/>), ki podpira evropsko pobudo **Smart Anything Everywhere** na področju prilagojenega računanja z **nizko porabo energije** (CLEC) za kibernetko-fizikalne sisteme in internet stvari, delujemo kot slovenski kompetenčni center, ki je pristojen za širitev vseevropske mreže in organiziranje različnih delavnic v regiji. Namen delavnic je združiti lokalno skupnost za izmenjavo najboljših praks in prepoznavanje njene pametne specializacije ter zajemanje lokalnih ponudb in povpraševanj po tehnologijah CLEC. Izvedli smo dve odprti delavnici za slovensko skupnost (tj. partnerje lokalne ekosistemske – LEP in digitalna inovacijska stičišča), na katerih smo razložili poslanstvo **TETRAMAX** in predstavili odprte razpise. Organizirali smo jih v sodelovanju s SRIP PMiS in Uradom za prenos znanja in tehnologije na Univerzi v Mariboru. V sodelovanju s SRIP PMiS in SRIP ToP smo organizirali tudi serijo treh tehničnih tečajev (s temami s področja testiranja uporabnosti, FPGA in programiranja aplikacij za OS Android), s katerimi smo malim in srednjim podjetjem predstavili nekatere ključne tehnologije CLEC.

Interakcija med človekom in računalnikom

Na področju učinkovitih uporabniških vmesnikov smo se osredotočali na spletna orodja za nutricionistko in prehransko informatiko. Vzporedno smo za vrsto znanstvenih aktivnosti in rezultatov (projekti, posterji) na podlagi raziskav pripravili primerne grafične elemente (tipografija, logotipi).

V okviru projekta SAAM razvijamo mobilno aplikacijo, ki je povezana z brezžično kuhinjsko tehtnico Libra in zbirko podatkov o sestavi živil. Namen aplikacije je zbirati podatke o hranilni sestavi tehtanih obrokov, ki se zbirajo v sistem za vodenje SAAM. Pripravili smo tehnično poročilo o razvoju prehranskega modula, ki vključuje opis napredne metodologije in računalniških orodij za podporo prehranske obravnave starostnikov. Vključuje tudi priporočila za zdravo prehrano starejših, prilagojena pa je potrebam pilotnih držav, tj. Slovenije, Avstrije in Bolgarije, upoštevajoč ugotovitve študije, predstavljene v reviji *European journal of clinical nutrition*.

V okviru projekta **Inovativne rešitve za informirane odločitve** smo v sodelovanju z Institutom za nutricionistiko NUTRIS in Zvezo potrošnikov Slovenije pripravili nacionalno bazo pakiranih živil in **mobilno aplikacijo Veš, kaj ješ?**. Mobilna aplikacija pomaga uporabnikom pri sprejemanju boljših prehrabnih odločitev, saj omogoča skeniranje črne kode živila in prikaz podatkov v okviru prehrabnega semaforja. Razvili smo tako Android kot iOS različico aplikacije ter pripadajoče zaledne procese v obliki platforme **Bazil.si**. Aplikacijo si je naložilo 90.000 ljudi, ki so v bazo živil prispevali podatke za skoraj 10.000 izdelkov. Aplikacija je na 22. mednarodni konferenci **Informacijska družba 2019** prejela **informacijsko jagodo**, nagrado za najboljši dosežek informacijske družbe v letu 2018/19.

Zaključili smo projekt iz programa Obzorja 2020 REFRESH – Resource Efficient Food and dRink for the Complete Supply cHain (<http://eu-refresh.org/>), v okviru katerega smo razvili spletno orodje za zbiranje in upravljanje s podatki o odpadni hrani (FoodWasteEXplorer) in spletne storitve za povezavo tega orodja z drugimi informacijskimi sistemi. Aplikacija, dosegljiva na <https://www.foodwasteexplorer.eu>, je namenjena predvsem raziskovalcem in industrijskim partnerjem, ki se ukvarjajo z valorizacijo odpadne hrane. V okviru projekta smo zbrali več kot 27.000 podatkov z informacijami o 587 hranilih, 698 bioaktivnih snoveh in 49 strupenih snoveh, zbranih iz različnih virov, vključno z znanstvenimi (strokovno pregledanimi) prispevki, podatki proizvajalcev (siva literatura) in drugimi viri podatkov. Podatki so shranjeni v relacijski podatkovni bazi. Da bi jih obogatili in kar najbolje izkoristili, smo zbrane podatke samodejno obdelali in zgradili novo ontologijo odpadne hrane. Ontologija zajema formalni opis znanja s področja odpadne hrane in jo lahko uporabimo za poizvedovanje po bazah podatkov na podlagi vprašanj, izraženih v naravnem jeziku in za iskanje novih ali manjkajočih podatkov iz drugih virov podatkov. Delo, ki je bilo opravljeno v sodelovanju z Univerzo Sv. Cirila in Metoda v Skopju iz Severne Makedonije in Institutom Quadram iz Velike Britanije, smo predstavili na konferenci **BFNDMA/IEEE BigData 2019**.

V začetku leta smo sodelovali pri ustanovitvi **lokalnega poglavja ACM Bled**, ki povezuje raziskovalne organizacije iz regije, ki se ukvarjajo z interakcijo človek-računalnik. Soorganizirali smo konferenco **Human-computer interaction in information society 2019**, ki je glavni dogodek in stičišče ACM Bled poglavja. Konferenca nenehno raste in pridobiva na priljubljenosti v regiji in širše.

Na področju **resnih iger** smo nadaljevali delo na konceptu pametne ravnotežne deske, ki je bila predstavljena na Konferenci o zdravju otrok in mladostnikov, kar je vodilo do sodelovanja pri testiranju v dveh šolah. Na področje športa spada tudi udeležba na konferenci **BASES 2019**, kjer smo predstavili delo na področju biomehanike kolesarjenja.

Študije uporabniške prijaznosti

Namen platforme UsabEU je zagotoviti izhodišče za **ocenjevanje uporabniške prijaznosti** v vprašalniki v domačem ali maternem jeziku. Platforma podpira skupno spletno prevajanje vprašalnikov o uporabnosti in njihovo validacijo. Poleg tega služi kot shramba za vse validirane vprašalnike in orodje za izvajanje statistično zanesljivih ocen uporabnosti. Trenutna platforma za preverjanje koncepta podpira prevajanje in potrjevanje vprašalnika SUS (System Usability Scale) ter pomoč pri oceni velikosti vzorca za statistično analizo. Delo je bilo predstavljeno na konferenci **HCI 2019**. Na isti konferenci je bilo predstavljeno tudi ocenjevanje uporabniške prijaznosti mobilne aplikacije za sledenje prehrane za ljudi s Parkinsonovo boleznijo. Podobno smo na konferenci **UbiComp/ISWC, 19** predstavili metodo za optimalni prehranski vprašalnik, povezan z mobilnim spremljanjem prehrane za dobro počutje.

Uporabniški vmesniki

V sodelovanju s partnerji in končnimi uporabniki smo analizirali potrebe uporabnikov, opredelili ustrezne uporabniške izkušnje in oblikovali njihove vmesnike za več orodij, povezanih s prehrano.

V okviru nacionalnega projekta **Šolski lonec** (<http://solskilonec.si>) smo na uporabniku prijazen način zasnovali, izvedli, preizkusili in izboljšali spletno orodje za načrtovanje zdravih obrokov v vrtcih, osnovnih in srednjih šolah.



Slika 3: Android in iOS mobilna aplikacija Veš, kaj ješ?

Aplikacijo Veš, kaj ješ? si je naložilo 90.000 ljudi, ki so v bazo živil prispevali podatke za skoraj 10.000 izdelkov. Aplikacija je prejela informacijsko jagodo za najboljši dosežek informacijske družbe v letu 2018/19.

Zasnovali smo dinamične vizualizacije hranil ter ustrezne kazalnike primernih in opozorila neprimernih vrednosti. To v primerjavi z besedilnim navodilom uporabnikom omogoča, da veliko hitreje sestavijo zdrave obroke. Interakcijo smo oblikovali na način, da smo zmanjšali potrebne klike pri vnosu živilskih izdelkov in njihovih količin. Potrebe po skrolanju smo omejili na način, da se vsi koraki v načrtovanju obrokov oblikovno prilegajo na posamezen zaslon. Strukturo menijev smo zasnovali tako, da čim bolj sledi načinu načrtovanja obrokov v izobraževalnih ustanovah. Izvedli smo teste z bodočimi uporabniki, ocenili vmesnik in ga izboljšali. Prvi del orodja, ki omogoča načrtovanje obrokov, je končan in trenutno izvajamo dele za načrtovanje priprave hrane in vodenje logistike otrokov v različnih izobraževalnih ustanovah. Delo je bilo predstavljeno na konferenci **Health of the working-age population 2019**.

V okviru razvoja orodja za urejanje slovenske baze živil **Bazil** (<http://bazil.si>) smo nadaljevali oblikovanje delov vzpostavljene platforme za upravljanje podatkovne sestave hrane (platforme, ki je bila vzpostavljena na IJS v sodelovanju z Inštitutom Nutris in Ministrstvom za zdravje) in administratorjem omogoča pregled ter hitro in učinkovito urejanje podatkov o prehrani. To smo dosegli z izboljšavami zaslona za brskanje po bazah podatkov, s preprosto dostopnimi filtri in možnostmi razvrščanja ter vizualnimi kazalci značilnosti vsakega živila. S tem smo administratorjem omogočili hitro pregledovanje več živilskih izdelkov in njihovo iskanje. Zaslone živilskih izdelkov smo zasnovali tako, da vsebuje vse informacije na eni strani, in vzpostavili jasno vizualno hierarhijo, ki omogoča preprosto pregledovanje podatkov in osredotočenje na pomembne dele. Orodje smo preizkusili z administratorji baze in ga na podlagi njihovih povratnih informacij še izboljšali.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Tome Eftimov, Peter Korošec, A novel statistical approach for comparing meta-heuristic stochastic optimization algorithms according to the distribution of solutions in the search space, *Information sciences*, 2019, 489, 255–273
2. Tome Eftimov, Peter Korošec, Identifying practical significance through statistical comparison of meta-heuristic stochastic optimization algorithms, *Applied soft computing*, 2019, 85, 105862-1-105862-18
3. Rok Hribar, Primož Potočnik, Jurij Šilc, Gregor Papa, A comparison of models for forecasting the residential natural gas demand of an urban area, *Energy*, 2019, 167, 511–522
4. Gorjan Popovski, Barbara Koroušič-Seljak, Tome Eftimov, FoodBase corpus: a new resource of annotated food entities, *Database*, 2019, 2019, 1–13
5. Tome Eftimov, Gordana Ispirova, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, Barbara Koroušič-Seljak, ISO-FOOD ontology: a formal representation of the knowledge within the domain of isotopes for food science, *Food chemistry*, 2019, 277, 382–390
6. Qiang Sun, Barbara Ikica, Riste Škrekovski, Vida Vukašinović, Graphs with a given diameter that maximise the Wiener index, *Applied mathematics and computation*, 2019, 356, 438–448
7. Patricio Bulić, Gašper Kojek, Anton Biasizzo, Data transmission efficiency in bluetooth low energy versions, *Sensors*, 2019, 19, 17, 1–17

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. SYNERGY projektni sestanek, Ljubljana, 17.–18. 1. 2019
2. Izobraževalni tečaj v sklopu TETRAMAX: Testiranje uporabnosti, Ljubljana, 23. 1. 2019
3. Delovni sestanek za GEMINI BLADES, Ljubljana, 8.–9. 4. 2019
4. CROSSING kick-off meeting, Ljubljana, 11.–12. 4. 2019
5. Understanding Evolutionary Optimization Behaviour (UEOB 2019) na 2019 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2019), Wellington, Nova Zelandija, 10. 6. 2019
6. 34. delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, Boč, 13. 9. 2019
7. 3. letna znanstvena in strokovna mednarodna konferenca z naslovom Zdravje otrok in mladostnikov, Piran, 20. 9. 2019
8. Predstavitvena delavnica Kako do nepovratnih sredstev za vaš projekt na odprtih klicih TETRAMAX, Ljubljana, 2. 10. 2019
9. Konferenca HCI-IS 2019 (Human-Computer Interaction in Information Society), Ljubljana, 9. 10. 2019
10. Izobraževalni tečaj v sklopu TETRAMAX: Osnove programirljivih vezij FPGA, Ljubljana, 16. 10. 2019
11. Predstavitvena delavnica Kako do nepovratnih sredstev za projekt na odprtih razpisih TETRAMAX, Maribor, 24. 10. 2019
12. dr. Marina Santo Zarnik: TETRAMAX workshop: Introduction to Android Programming, Ljubljana, 20. 11. 2019
13. Delavnica UTOPIAE GVW-II, Ljubljana, 18.–20. 11. 2019
14. Delavnica OSE5, Ljubljana, 21.–22. 11. 2019

15. UTOPIAE Week of Code, Trst, Italija, 25.–29. 11. 2019
16. 35. delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, Ljubljana, 29. 11. 2019
17. Big Food and Nutrition Data Management and Analysis, IEEE BigData, Los Angeles, ZDA, 9. 12. 2019

Nagrade in priznanja

1. dr. Bojan Blažica, prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, Peter Novak, mag. graf. inž. Urban Škorc, mag. inž. rač. in inf., Eva Valenčič, mag. inž. preh.: Informacijska jagoda, Ljubljana, 22. mednarodna multikonferenca Informacijska družba. Nagrada za mobilno aplikacijo Veš, kaj ješ? – kot najboljši dosežek informacijske družbe v letu 2018/19, 11. 10. 2019
2. dr. Tome Eftimov: Najboljši mladi znanstvenik 2018, podelitev s strani predsednika Severne Makedonije, 4. 4. 2019
3. dr. Tome Eftimov: Nagrada za izredne dosežke v znanosti, Strumica, Severna Makedonija, župan mesta Strumica, 11. 12. 2019
4. prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, Mentorica leta 2018, Ljubljana, Mlada akademija, 19. 3. 2019
5. Eva Valenčič, mag. inž. preh., Prešernova nagrada Biotehniške fakultete, Ljubljana, Nagrada za delo Optimizacija slovenske prehranske košarice z metodo linearnega programiranja, 25. 11. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. CROSSING - Prehajanje mej in velikostnih redov - interdisciplinarni pristop Helmholtz-zentrum Dresden-rossendorf E.v.; prof. dr. Gregor Papa
2. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik European Commission; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
3. EU MENU Slovenija; LOT 1 (otroci); Podpora nacionalni prehranski raziskavi v skladu z metodologijo EU MENU - četrti razpis European Food Safety Authority – EFSA; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
4. EU MENU Slovenija; LOT 2 (odrasli); Podpora nacionalni prehranski raziskavi v skladu z metodologijo EU MENU - tretji razpis European Food Safety Authority – EFSA; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
5. COST CA15140 - ImAppNIO; Izboljšanje uporabnosti algoritmov po vzorih iz narave s povezovanjem teoretskih in praktičnih pristopov Cost Office; dr. Vida Vukašinović
6. H2020 - REFRESH; Učinkovita izraba virov hrane in pijače v celotni prehranski verigi European Commission; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
7. H2020 - UTOPIAE; Obravnavanje negotovosti in optimizacija pri vesoljskem načrtovanju European Commission; prof. dr. Gregor Papa
8. H2020 - TETRAMAX; Prenos tehnologij prek večnacionalnih aplikacijskih eksperimentov European Commission; dr. Marina Santo Zarnik
9. H2020 - SAAM; Podpora aktivnemu staranju z večstransko pomočjo European Commission; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
10. H2020 - FNS-Cloud; Računalniški oblak in storitve za obdelavo podatkov iz področja ved o hrani, prehrani in varnosti European Commission; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
11. H2020 - METROFOOD-PP; Projekt pripravljalne faze METROFOOD-RI European Commission; prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
12. H2020 - SYNERGY; Sinergija za pametno večkriterijsko optimizacijo European Commission; prof. dr. Peter Korošec
3. Toponomastična dediščina Primorske doc. dr. Jurij Šilc
4. SINERGY: Sinergijsko povezovanje s ciljem izboljšanja inovativnosti srednjeevropskih akterjev s področja visoko tehnološke industrije prof. dr. Gregor Papa
5. Šolski lonec: Nadgradnja spletnega portala Šolski lonec v podporo implementaciji smernic zdravega prehranjevanja prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
6. NUTRIS: Inovativne rešitve za informirane odločitve: Podpora potrošnikom pri spremljanju in vrednotenju podatkov o sestavi živil kot orodje za spodbujanje zdravih izbir prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
7. Informacijska gradiva o prehranskih dopolnilih 2 prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
8. Šolski lonec: Kontinuirano posodabljanje spletnega portala Šolski lonec za podporo implementaciji nacionalnih prehranskih smernic v vzgojno-izobraževalnih zavodih in prenos veččin e-orodja za načrtovanje kakovostnih šolskih obrokov v prakso prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
9. Veš, kaj ješ?: Inovativne rešitve za informirane odločitve: zagotavljanje delovanja mobilne aplikacije Veš, kaj ješ? in nadgradnja z dodatnimi, za potrošnike koristnimi informacijami dr. Bojan Blažica
10. Veš kaj piješ: Podpora prebivalcem za zmanjševanje tvegane rabe alkohola z mobilno aplikacijo dr. Bojan Blažica
11. SRIP PMiS: Pametna mesta in skupnosti prof. dr. Gregor Papa
12. OPKP: Posodobitev Odprte platforme za klinično prehrano (OPKP) v skladu z nacionalnimi prehranskimi smernicami in sodobno računalniško tehnologijo prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
13. Povračilo stroškov znanstvenih objav v zlatem odprtem dostopu za leto 2019 prof. dr. Gregor Papa
14. Storitve: strokovne storitve: vsebina in strategija raziskav za prijavo projekta GEMINI BLADES; Ekspertiza: sistemsko inženirstvo testne metode, računalništvo in IKT, UI, SU ter prijave EU projektov prof. dr. Gregor Papa
15. 5. delavnica o optimizaciji pri vesoljskem inženiringu (OSE5), IJS, Ljubljana, 21.-22. 11. 2019 prof. dr. Gregor Papa

PROGRAM

1. Računalniške strukture in sistemi prof. dr. Gregor Papa

PROJEKTI

1. Zlivanje biomedicinskih podatkov z uporabo nenegativne matematične tri-faktorizacije prof. dr. Gregor Papa
2. Trans maščobe v živilih in njihov populacijski vnos implikacije za javno zdravje prof. dr. Barbara Koroušič Seljak

OBISKI

1. Gorjan Popovski, Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za informacijske znanosti in računalniško inženirstvo, Skopje, Makedonija, 18.–22. 3. 2019
2. prof. Petr Gregor, Karlova univerza v Pragi, Fakulteta za matematiko in fiziko, Praga, Češka republika, 13.–17. 5. 2019
3. prof. dr. Tamara Bucher, Univerza Newcastle, Avstralija, 10.–14. 6. 2019
4. Nina Hadji Kotarova, Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za računalništvo in inženiring, Skopje, Severna Makedonija, 2. 7.–29. 8. 2019
5. Gorjan Popovski, Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za informacijske znanosti in računalniško inženirstvo, Skopje, Makedonija, 10.–30. 9. 2019
6. prof. Petr Gregor, Karlova univerza v Pragi, Fakulteta za matematiko in fiziko, Praga, Češka republika, 11.–17. 9. 2019
7. prof. dr. Paul Glen Flikkema, Univerza v Severni Arizoni, Oddelek za informatiko, računalništvo in kibernetične sisteme, ZDA, 1. 10. 2019–31. 1. 2020

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- Margarita Antoniou, MSc: Towards adaptive surrogate - assisted evolutionary algorithms for bilevel optimisation and extension to minimax problems, 21. 8. 2019
- prof. dr. Paul Glen Plikkema, Univerza v Severni Arizoni, Oddelek za informatiko, računalništvo in kibernetske sisteme, Arizona, ZDA: Towards Physics - Aware Computation: Control and Optimization of Energy Efficiency in Small-Footprint Embedded Systems, 10. 10. 2019
- Gordana Ispirova, mag. inf. in teh.: Learning Food Concept Representations - A step forward to predictive and descriptive Studies for Food Science, 27. 5. 2019
- Nejc Kokalj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko: nRF5 programiranje, 3. 6. 2019
- prof. dr. Peter Korošec: Project PLAMTEX - introduction, 14. 11. 2019
- prof. dr. Peter Korošec: Introduction to GIT, 14. 11. 2019
- Simon Mezgec: VID - predstavitev androidne aplikacije za razpoznavanje deklaracij živil, 18. 2. 2019
- Peter Novak, mag. graf. inž.: Oblikovanje znanstvenih plakatov, 19. 6. 2019
- prof. dr. Gregor Papa: ECS Brokerage event, 28. 1. 2019
- dr. Veljko Pejović: Approximate mobile computing, 4. 2. 2019
- Gorjan Popovski, Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za informacijske znanosti in računalniško inženirstvo, Skopje, Makedonija: The year of nutrition, 20. 3. 2019
- dr. Marina Santo Zarnik: Predstavitev projekta TETRAMAX, 15. 4. 2019
- Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf.: Understanding evolutionary algorithms: Solving unseen problems, 4. 4. 2019
- Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf.: Analiza rezultatov benchmark iz področja optimizacije, 29. 5. 2019
- dr. Drago Torkar: ESA priložnosti, 18. 3. 2019
- Eva Valenčič: Application of advanced computer methods for food aromas and odors' detection and recognition, 17. 6. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Margarita Antoniou, MSc, konferenca Uncertainty Quantification and Optimization, Pariz, Francija, 15.-21. 3. 2019 (1)
- Margarita Antoniou, MSc, 11th IPS conference and 13th CMBE day, Rateče, 15.-16. 4. 2019 (2)
- Margarita Antoniou, MSc, ISIPTA konferenca, Gent, Belgija 3.-6. 7. 2019
- Margarita Antoniou, MSc, Sigevo summer school, GECCO konferenca, Praga, Češka republika, 7.-18. 7. 2019
- Margarita Antoniou, MSc in prof. dr. Gregor Papa, Third Training School (TS - III), Gummersbach, Nemčija, 1.-7. 9. 2019 (1)
- Margarita Antoniou, MSc, prof. dr. Peter Korošec in prof. dr. Gregor Papa, delavnica Winter of Code, UTOPIAE, Trst, Italija, 24.-29. 11. 2019 (1)
- doc. dr. Anton Biasizzo, projekt SAAM - namestitve pilotnega sistema, Sofija, Bolgarija, 15. 9.-17. 9. 2019
- dr. Bojan Blažica in Peter Novak, mag. graf. inž., mednarodna delavnica Open Education Design, Nova Gorica, 2. 7. 2019 (1)
- dr. Bojan Blažica in dr. Tome Eftimov, 21st International Conference on Human-Computer Interaction, Orlando, Florida, ZDA, 25. 7.-1. 8. 2019 (2)
- dr. Bojan Blažica, Konferenca Zdravje otrok in mladostnikov, Portorož, 20. 9. 2019 (4)
- dr. Bojan Blažica, konferenca BASES 2019, Leicester, Velika Britanija, 18. 11.-20. 11. 2019 (1)
- dr. Tome Eftimov, Univerza Stanford, Predstavitev članka: Performance measures fusion for experimental comparison of methods for multi-label classification, Palo Alto, Kalifornija, ZDA, 25.-27. 3. 2019 (1)
- dr. Tome Eftimov in Gordana Ispirova, mag. inf. in teh., prof. dr. Barbara Koroušič Seljak in Eva Valenčič, mag. inž. preh., 1st ISO-FOOD International Symposium, Piran, 29. 3.-7. 4. 2019 (3)
- dr. Tome Eftimov, prof. dr. Peter Korošec in Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf., Konferenca IEEE CEC, Wellington, Nova Zelandija, 7.-14. 6. 2019 (1)
- dr. Tome Eftimov, prof. dr. Gregor Papa in Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf., GECCO konferenca, Praga, Češka republika, 11.-21. 7. 2019 (2)
- dr. Tome Eftimov, FINKI - vabljeno predavanje, Skopje, Severna Makedonija, 20. 9.-6. 10. 2019
- dr. Tome Eftimov in Gordana Ispirova, mag. inf. in kom. teh. ter prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, konferenca BIG DATA, delavnica BFNDMA, Los Angeles, ZDA, 8.-13. 12. 2019 (9)
- Rok Hribar, univ. dipl. fiz., delavnica projekta ARRS, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana,

17. 4. 2019
- Rok Hribar, univ. dipl. fiz., prof. dr. Gregor Papa in Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf., 32. delavnica Algoritmni vzorci iz narave, Zgornje Poljčane, 13. 9. 2019 (1)
- Rok Hribar, univ. dipl. fiz., predstavitev tutoriala na konferenci 2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, Xiamen, Kitajska, 4.-9. 12. 2020 (1)
- Gordana Ispirova, mag. inf. in kom. teh., konferenca AMLD 2019, Lozana, Švica, 25.-30. 1. 2019
- Gordana Ispirova, mag. inf. in kom. teh., Eva Valenčič, mag. inž. preh., konferenca ISBNPA 2019, Praga, Češka republika, 3.-9. 6. 2019
- Gordana Ispirova, mag. inf. in kom. teh., delavnica ELIXIR Food and Nutrition Community, Haag, Nizozemska, 23.-24. 9. 2019
- prof. dr. Peter Korošec in prof. dr. Gregor Papa, uvodni sestanek projekta KET4CP, Komenda, 15. 10. 2019
- prof. dr. Peter Korošec, delo na projektu Plamtex, Komenda, 28. 11. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, konferenca ICPRAM 2019, Praga, Češka republika, 18.-22. 2. 2019 (1)
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, sestanek Slovenskega združenja za klinično prehrano, Ljubljana, 27. 3. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, EuroFIR Food Forum, vabljeno predavanje, Bruselj, Belgija, 8.-10. 4. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, recenzijski sestanek EU projekta SAAM, Ljubljana, 12. 4. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, REFRESH Final Conference 2019, Barcelona, Španija, 9.-12. 5. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, moderiranje rektorske konference, Nova Gorica, 23. 5. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, raziskovalna infrastruktura SLO FNH-RI, Izola, 18. 6. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, mednarodna delavnica Open Education Design, Nova Gorica, 1. 7. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, KEOD 2019, članek FoodOntoMap, Dunaj, Avstrija, 17.-19. 9. 2019 (1)
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, 13th International Food Data Conference, Lizbona, Portugalska, 13.-19. 10. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, sestanek FNG-RI, Amsterdam, Nizozemska, 3.-5. 11. 2019
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak, sestanek projekta FNS-Cloud, Dunaj, Avstrija, 12.-14. 11. 2019
- prof. dr. Gregor Papa, ECS Brokerage, Bruselj, Belgija, 14.-16. 1. 2019
- prof. dr. Gregor Papa, CROSSING kick-off meeting, Brinje, 12. 4. 2019
- prof. dr. Gregor Papa, konferenca Future Factories, Ljubljana, 28. 5. 2019 (1)
- prof. dr. Gregor Papa, 4. seja UO ERACHair Isofood, Podgorica, 26. 8. 2019
- prof. dr. Gregor Papa, konferenca Povezovanje - ključ do konkurenčnosti in kadrov, Portorož, 17. 10. 2019
- prof. dr. Gregor Papa, DEI Stakeholder forum Artificial Intelligence and Digital Innovation Hubs for the European industry beyond 2020, Madrid, Španija, 12.-15. 11. 2019
- prof. dr. Gregor Papa, CROSSING project meeting, Dresden, 9.-11. 12. 2019
- doc. dr. Veljko Pejović, Konferenca ACM Ubicomp; delavnice UbitTention in UPA, London, Velika Britanija, 7.-15. 9. 2019
- dr. Marina Santo Zarnik, informativni dan Dawn of Horizon Europe, Ljubljana, 25. 10. 2019
- dr. Drago Torkar, 16th Sports Science Congress of the International Table Tennis, Budimpešta, Madžarska, 18.-21. 4. 2019 (2)
- Eva Valenčič, mag. inž. preh., 1st ISO-FOOD International Symposium, Piran, 1. 4. 2019
- Eva Valenčič, mag. inž. preh., konferenca ISOEN 2019, Fukuoka, Japonska, 23.-30. 5. 2019
- dr. Vida Vukašinović, seminar Theory of Randomized Optimization Heuristics, Dagstuhl, Nemčija, 19.-26. 10. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Margarita Antoniou, MSc: ESTECO SpA, Trst, Italija, 9. 1.-7. 4. 2019 (secondment v okviru projekta H2020 UTOPIAE)
- Margarita Antoniou, MSc, Univerza Gent, Gent, Belgija, 7. 9.-17. 11. 2019 (secondment v okviru projekta H2020 UTOPIAE)
- dr. Tome Eftimov: Univerza Stanford, San Francisco, ZDA, 7. 1. 2019-6. 1. 2020 (postdoktorsko izpopolnjevanje)
- Rok Hribar, univ. dipl. fiz.: Barcelona Supercomputing Center, Barcelona, Španija, 3.-30. 11. 2019 (priprava članka: Data fusion of inflammatory bowel disease data using nonnegative matrix tri-factorization)
- Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf.: COST, Coimbra, Portugalska, 24.-30. 11. 2019 (training school)
- Eva Valenčič, mag. inž. preh.: Univerza Newcastle, Newcastle, Avstralija, 15. 8. 2019-31. 5. 2020 (doktorsko izpopolnjevanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

- doc. dr. Anton Biasizzo
- prof. dr. Peter Korošec
- prof. dr. Barbara Koroušič Seljak
- prof. dr. Franc Novak, znanstveni svetnik, odšel 1. 3. 2019

5. prof. dr. Gregor Papa, vodja odseka

- doc. dr. Veljko Pejović*
- dr. Marina Santo Zarnik
- doc. dr. Jurij Šilc, strokovni sekretar odseka
- dr. Drago Torkar

Podoktorski sodelavci

- dr. Bojan Blažica
- dr. Tome Eftimov

12. dr. Marko Pavlin*

13. dr. Vida Vukašinović

Mlajši raziskovalci

14. Margarita Antoniou, Msc. in Enviromental Protection and Sustainable Develop., Faculty of Eng., Hellenic Republic

15. Rok Hribar, univ. dipl. fiz.

16. Gordana Ispirova, Magistrica inf. in kom. tehnologij

17. Urban Škvorc, mag. inž. rač. in inf.

18. Eva Valencič, mag. inž. preh.

Strokovni sodelavci

19. Peter Novak, mag. graf. inž.

20. Matevž Ogrinc, dipl. inž. rač. in inf. (UN)

Tehniški in administrativni sodelavci

21. Jolanda Jakofčič

22. Andreja Vlašič, dipl. ekon. (VS)

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Abinsula, Sassari, Italija
2. Cologne University of Applied Sciences, Cologne, Nemčija
3. Domel, d. d., Železniki, Slovenija
4. Elaphe LAB, Ljubljana, Slovenija
5. Esteco SpA, Trst, Italija
6. EuroFIR AISBL, Bruselj, Belgija
7. GINF Systems Ltd., Veszprem, Madžarska
8. Glarminy.com, Slovenija
9. GS1 Slovenija, Ljubljana, Slovenija
10. Hyb, d. o. o., Šentjernej, Slovenija
11. Infineon Technologies AG, Regensburg, Nemčija
12. Inštitut za nutricionistiko, Ljubljana, Slovenija
13. LIT Transit, Trzin, Slovenija
14. MPT, d. o. o., Šmartno ob Paki, Slovenija
15. NIJZ, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija
16. Nutritics, Dublin, Irska
17. Onkološki inštitut Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
18. Pacific Northwest National Laboratory, PNNL, ZDA
19. PBM3, profesionalne biomehanske meritve in merilniki, d. o. o., Ajdovščina, Slovenija

20. PLAMTEX INT., d. o. o., Komenda, Slovenija

21. PROVENTUS, računalniške storitve, d. o. o., Šempeter pri Gorici, Slovenija

22. RWTH Aachen University, Aachen, Nemčija

23. Simbioza Genesis, socialno podjetje, Ljubljana, Slovenija

24. Slovensko združenje za klinično prehrano, Ljubljana, Slovenija

25. Splošna bolnišnica Novo mesto, Slovenija

26. Stanford University, Stanford, ZDA

27. The University of Newcastle, Newcastle, Avstralija

28. Trinet Informatika, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

29. Université des sciences et technologies de Lille, Lille, Francija

30. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije Koper, Slovenija

31. Univerza na Primorskem, Fakulteta za zdravstvene vede, Izola, Slovenija

32. Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za elektrotehniko in informacijske tehnologije, Skopje, Severna Makedonija

33. Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za informacijske znanosti in računalniško inženirstvo, Skopje, Severna Makedonija

34. Univerza sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za računalništvo in inženiring, Skopje, Severna Makedonija

35. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

36. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana, Slovenija

37. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija

38. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana, Slovenija

39. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija

40. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenija

41. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana, Slovenija

42. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

43. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta v Ljubljani, Slovenija

44. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru, Slovenija

45. Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko, Krško, Slovenija

46. Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Maribor, Slovenija

47. Univerza v Novi Gorici, Poslovno - tehniška fakulteta, Nova Gorica, Slovenija

48. Univerzitetni klinični center, Pediatrična klinika, Ljubljana, Slovenija

49. University of California, UCSF, San Francisco, ZDA

50. University of Pannonia, Veszprem, Madžarska

51. University of Salzburg, Department of Computer Sciences, Salzburg, Avstrija

52. University of Strathclyde, Glasgow, Škotska

53. URI Soča, Ljubljana, Slovenija

54. XLAB, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

55. Zgodovinski inštitut Milka Kosa, ZRC SAZU, Ljubljana

56. Zveza potrošnikov Slovenije, Ljubljana, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Qiang Sun, Barbara Ikica, Riste Škrekovski, Vida Vukašinović, "Graphs with a given diameter that maximise the Wiener index", *Applied mathematics and computation*, 2019, **356**, 438-448. [COBISS.SI-ID 2048581139]
2. Gordana Ispirova, Tome Eftimov, Peter Korošec, Barbara Koroušič-Seljak, "MIGHT: statistical methodology for missing-data imputation in food composition databases", *Applied sciences*, 2019, **9**, 19, 4111. [COBISS.SI-ID 32725543]
3. Tome Eftimov, Peter Korošec, "Identifying practical significance through statistical comparison of meta-heuristic stochastic optimization algorithms", *Applied soft computing*, 2019, **85**, 105862. [COBISS.SI-ID 32837159]
4. Gorjan Popovski, Barbara Koroušič-Seljak, Tome Eftimov, "FoodBase corpus: a new resource of annotated food entities", *Database*, 2019, **2019**, baz121. [COBISS.SI-ID 32834343]
5. Rok Hribar, Primož Potočnik, Jurij Šilc, Gregor Papa, "A comparison of models for forecasting the residential natural gas demand of an urban area", *Energy*, 2019, **167**, 511-522. [COBISS.SI-ID 31841575]
6. Tome Eftimov, Gordana Ispirova, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, Barbara Koroušič-Seljak, "ISO-FOOD ontology: a formal representation of the knowledge within the domain of isotopes for food science", *Food chemistry*, 2019, **277**, 382-390. [COBISS.SI-ID 31831079]
7. Jhihoon Joo, Myung Chul Park, Dong Seog Han, Veljko Pejović, "Deep learning-based channel prediction in realistic vehicular communications", *IEEE access*, 2019, **7**, 27846-27858. [COBISS.SI-ID 1538149315]
8. Tome Eftimov, Peter Korošec, "A novel statistical approach for comparing meta-heuristic stochastic optimization algorithms according to the distribution of solutions in the search space", *Information sciences*, 2019, **489**, 255-273. [COBISS.SI-ID 32238631]

9. Susanne Westenbrink, Agi Kadvan, Mark Roe, Barbara Koroušič-Seljak, Angelika Mantur-Vierendeel, Paul M. Finglas, "12th IFDC 2017 Special: evaluation of harmonized EuroFIR documentation for macronutrient values in 26 European food composition databases", *Journal of food composition and analysis*, 2019, **80**, 40-50. [COBISS.SI-ID 32296999]
10. Marina Santo-Zarnik, Franc Novak, Gregor Papa, "Thermal phenomena in LTCC sensor structures", *Sensors and actuators. A, Physical*, 2019, **290**, 198-206. [COBISS.SI-ID 32239655]
11. Patricio Bulič, Gašper Kojek, Anton Biasizzo, "Data transmission efficiency in bluetooth low energy versions", *Sensors*, 2019, **19**, 17, 3746. [COBISS.SI-ID 1538296003]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Urban Škvorc, Tome Eftimov, Peter Korošec, "CEC real-parameter optimization competitions: progress from 2013 to 2018", V: *2019 IEEE Congress on Evolutionary Computation, (CEC), Wellington, New Zealand, Proceedings*, IEEE, 2019, 3127-3134. [COBISS.SI-ID 32450599]
2. Gordana Ispirova, Tome Eftimov, Barbara Koroušič-Seljak, "Comparing semantic and nutrient value similarities of recipes", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA, Proceedings*, IEEE, 2019, 5131-5139. [COBISS.SI-ID 33221159]
3. Gorjan Popovski, Bibek Paudel, Tome Eftimov, Barbara Koroušič-Seljak, "Exploring a standardized language for describing foods using embedding techniques", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA, Proceedings*, IEEE, 2019, 5172-5176. [COBISS.SI-ID 33222439]
4. Martin Gjoreski, Stefan Kochev, Nina Reščič, Matej Gregorič, Tome Eftimov, Barbara Koroušič-Seljak, "Exploring dietary intake data collected by FPQ using unsupervised learning", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA, Proceedings*, IEEE, 2019, 5126-5130. [COBISS.SI-ID 33220903]

5. Riste Stojanov, Tome Eftimov, Hannah Pinchen, Maria Traka, Paul M. Finglas, Drago Torkar, Barbara Koroušič-Seljak, "Food waste ontology: a formal description of knowledge from the domain of food waste", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA*, Proceedings, IEEE, 2019, 5190-5194. [COBISS.SI-ID 33221415]
6. Barbara Koroušič-Seljak, Krijn J. Poppe, Paul M. Finglas, Lada Timotijević, Pieter Van't Veer, Karin Zimmermann, "Infrastructure for innovative research food choice, preparation and consumption: a position paper on the RICHFIELDS project", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA*, Proceedings, IEEE, 2019, 5183-5185. [COBISS.SI-ID 33222183]
7. Bibek Paudel, Dragi Kocev, Tome Eftimov, "Mix and rank: a framework for benchmarking recommender Systems", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA*, Proceedings, IEEE, 2019, 3717-3726. [COBISS.SI-ID 33220391]
8. Nives Ogrinc, Barbara Koroušič-Seljak, Karl Presser, Marga Ocke, Iulia Iatcu, Claudia Zoani, "Promoting metrology in food and nutrition: A position paper on METROFOOD-RI and its e-component", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA*, Proceedings, IEEE, 2019, 5161-5164. [COBISS.SI-ID 33221927]
9. Simon Mezgec, Barbara Koroušič-Seljak, "Using deep learning for food and beverage image recognition", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA*, Proceedings, IEEE, 2019, 5149-5151. [COBISS.SI-ID 33221671]
10. Ivona Milanova, Jurij Šilc, Miha Seručnik, Tome Eftimov, Hristijan Gjoreski, "LOCALE: a rule-based location named-entity recognition method for Latin text", V: *The 5th International Workshop on Computational History (HistoInformatics 2019) co-located with the 23rd International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries (TPDL 2019) Oslo, Norway, September 12th, 2019*, (CEUR workshop proceedings, **2461**), CEUR-WS, 2019, 13-20. [COBISS.SI-ID 45174317]
11. Maulik R. Kamdar, Tymor Hamamsy, Shea Shelton, Ayin Vala, Tome Eftimov, James Zou, Suzanne Tamang, "A knowledge graph-based approach for exploring the U.S. opioid epidemic", V: *AI for social good workshop: ICLR 2019, Seventh International Conference on Learning Representations, May 6th, 2019, New Orleans, USA*, 2019. [COBISS.SI-ID 32339751]
12. Monika Simjanoska, Gregor Papa, Barbara Koroušič-Seljak, Tome Eftimov, "Comparing different settings of parameters needed for pre-processing of ECG signals used for blood pressure classification", V: *BIOSTEC 2019, 12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, February 22-24, 2019, Prague, Czech Republic*, Proceedings, 4: Biosignals, SCITEPRESS, 2019, 62-70. [COBISS.SI-ID 32140071]
13. Gordana Ispirova, Tome Eftimov, Barbara Koroušič-Seljak, "Analysis of medical and health-related data about adult obesity using supervised and unsupervised learning", V: *CIIT 2018: the 15th International Conference on Informatics and Information Technologies, April 20-22, 2018, Mavrovo, Macedonia*, Proceedings, Cyril and Methodius University, Faculty of Computer Science and Engineering, 2019, 27-33. [COBISS.SI-ID 32343591]
14. Gordana Ispirova, Tome Eftimov, Barbara Koroušič-Seljak, "Overview of creativity assessment framework for a computer program", V: *CIIT 2018: the 15th International Conference on Informatics and Information Technologies, April 20-22, 2018, Mavrovo, Macedonia*, Proceedings, Cyril and Methodius University, Faculty of Computer Science and Engineering, 2019, 49-52. [COBISS.SI-ID 32343847]
15. Bojan Blažica, Tome Eftimov, "UsabEU: online platform for translation, validation and native use of usability questionnaires with multilingual user groups", V: *Cross-cultural design: methods, tools and user experience: 11th International Conference, CCD 2019 held as part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26-31, 2019*, Proceedings, Part 1, (Lecture note in computer science, **11576**), Springer, 2019, 229-238. [COBISS.SI-ID 32508967]
16. Bojan Blažica, Peter Novak, Franc Novak, Barbara Koroušič-Seljak, "Design and usability evaluation of interface of mobile application for nutrition tracking for people with Parkinson's disease", V: *Digital human modeling and applications in health, safety, ergonomics and risk management: healthcare applications: 10th International Conference, DHM 2019, held as part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26-31, 2019*, Proceedings, Part II, (Lecture notes in computer science, **11582**), Springer, 2019, 200-208. [COBISS.SI-ID 32907559]
17. Urban Škvorc, Tome Eftimov, Peter Korošec, "GECCO black-box optimization competitions: progress from 2009 to 2018", V: *GECCO'19: the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019*, Proceedings, ACM, 2019, 275-276. [COBISS.SI-ID 32507175]
18. Tome Eftimov, Peter Korošec, "Understanding exploration and exploitation powers of meta-heuristic stochastic optimization algorithms through statistical analysis", V: *GECCO'19: the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019*, Proceedings, ACM, 2019, 21-22. [COBISS.SI-ID 32507431]
19. Timotej Knez, Martin Gjoreski, Veljko Pejović, "Analiza vpliva težavnosti računalniške igre na izmerjene vrednosti fizioloških signalov", V: *Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 9. oktober 2019: zvezek H*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 5-8. [COBISS.SI-ID 32881959]
20. Gorjan Popovski, Barbara Koroušič-Seljak, Tome Eftimov, "FoodOntoMap: linking food concepts across different food ontologies", V: *The 11th International joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, IC3K 2019, September 17-19, 2019, Vienna, Austria*, Proceedings, 2: KEOD, SCITEPRESS, 2019, 195-202. [COBISS.SI-ID 32630311]
21. Tome Eftimov, Dragi Kocev, "Performance measures fusion for experimental comparison of methods for multi-label classification", V: *The AAAI 2019 Spring Symposium on Combining Machine Learning with Knowledge Engineering (AAAI-MAKE 2019): Stanford University, Palo Alto, California, USA, March 25-27, 2019*, Proceedings, AAAI Press, 2019. [COBISS.SI-ID 32228391]
22. Antonio Antovski, Stefani Kostadinovska, Monika Simjanoska, Tome Eftimov, Nevena Ackovska, Ana Madeva Bogdanova, "Data-driven autism biomarkers selection by using signal processing and machine learning techniques", V: *12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, February 22-24, 2019, Prague, Czech Republic*, Proceedings, 3: Bioinformatics, SCITEPRESS, 2019, 201-208. [COBISS.SI-ID 32139559]
23. Gorjan Popovski, Stefan Kochev, Barbara Koroušič-Seljak, Tome Eftimov, "FoodIE: a rule-based named-entity recognition method for food information extraction", V: *8th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods, February 19-21, 2019, Prague, Czech Republic*, Proceedings, SCITEPRESS, 2019, 915-922. [COBISS.SI-ID 32139047]
24. Nina Reščič, Eva Valenčič, Enej Mlinarič, Barbara Koroušič-Seljak, Mitja Luštrek, "Mobile nutrition monitoring for well-being", V: *UbiComp/ISWC'19 adjunct proceedings of the 2019 ACM International joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers, September, 9-13, 2019, London, UK*, ACM, 2019, 1194-1197. [COBISS.SI-ID 32697127]
25. Zvezdan Lončarevič, Rok Pahič, Gregor Papa, Andrej Gams, "Experimental evaluation of deep-learning applied on pendulum balancing", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 219-222. [COBISS.SI-ID 32721703]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Gregor Papa, Peter Korošec, "Comparison of multi-objective approaches to the real-world production scheduling", V: *Advances in evolutionary and deterministic methods for design, optimization and control in engineering and sciences*, (Computational methods in applied sciences), Springer, 2019, 457-488. [COBISS.SI-ID 31592743]
2. Goreti Marreiros et al. (20 avtorjev), "From KPI dashboards to advanced Visualization", V: *The MANTIS book: cyber physical system based proactive collaborative maintenance*, (River publishers series in automation, control and robotics), River Publishers, 2019, 245-315. [COBISS.SI-ID 31988775]
3. Rafael Socorro et al. (80 avtorjev), "Success stories on real pilots", V: *The MANTIS book: cyber physical system based proactive collaborative maintenance*, (River publishers series in automation, control and robotics), River Publishers, 2019, 311-496. [COBISS.SI-ID 31989287]
4. Miran Kondrič, Drago Torkar, Matej Supej, Jan Ogrin, Nicolae Ochiană, Tina Matjašič, "Measuring ball speed and height above net in table tennis", V: *Science and racket sports VI*, Mahidol University, 2019, 167-172. [COBISS.SI-ID 5585329]

Področje dela Odseka za tehnologije znanja je razvoj metod umetne inteligence ter naprednih informacijskih tehnologij za zajemanje, shranjevanje in upravljanje znanja, ki so praktično uporabne za razvoj informacijske in na znanju temelječe družbe. Uveljavljena področja našega dela vključujejo inteligentno analizo podatkov, besedil in spleta (strojno učenje, rudarjenje podatkov, odkrivanje zakonitosti v podatkih), jezikovne tehnologije, računalniško ustvarjalnost, podporo pri odločanju ter upravljanje znanja. Razvijamo tudi aplikacije teh tehnologij na področjih znanosti o okolju, upravljanja okolja, agronomije, medicine, biomedicine in bioinformatike, ambientalne inteligence, vesoljske tehnologije, ekonomije, financ in trženja. Odsek je tudi uveljavljeno središče jezikoslovja in digitalne humanistike.

Leta 2019 smo bili vključeni v štirinajst domačih projektov, deset projektov v okviru Obzorja 2020 (v projektih PD_Manager in EMBEDDIA kot koordinatorji), dve COST akciji, en INTERREG V-A Slovenija-Italija, en infrastrukturni projekt, en projekt pametne specializacije in dva tržna projekta. Na odseku se je usposabljal pet mladih raziskovalcev.

Na področju inteligentne analize, podatkovnega rudarjenja in analize heterogenih informacijskih omrežij smo razvili več novih metod in jih uporabili v raznovrstnih aplikacijah. Razvili smo metodo NetSDM za semantično rudarjenje podatkov, objavljeno v reviji *JMLR*, ki omogoča, da pri učenju pravil poleg podatkov uporabimo tudi semantično predznanje, dostopno v domenskih ontologijah. Pristop NetSDM pretvori podatke, ontološke relacije in koncepte v omrežje ter z uporabo metod analize omrežij oceni, kateri koncepti iz predznanja so pomembni za gradnjo pravil. NetSDM predstavlja nov dosežek na področju semantičnega rudarjenja podatkov, saj deluje do stokrat hitreje od obstoječih metod, kar omogoča analizo velepodatkov, ki do zdaj ni bila izvedljiva.

Razvili smo algoritem CBSDD (Community-Based Semantic Subgroup Discovery) za semantično odkrivanje podskupin na osnovi omrežnih skupnosti. Algoritem CBSDD nadgradi iskanje podskupin s pomočjo ontologij tako, da izkoristi strukturne lastnosti kompleksnih omrežij, povezanih s pojavom, ki ga želimo analizirati. Pristop CBSDD smo testirali na desetih podatkovnih množicah, sestavljenih iz genov, povezanih s kompleksnimi boleznimi in metabolnimi procesi, ter tako pokazali, da je pristop CBSDD primeren za uporabo na velikih kompleksnih omrežjih. Razvili smo novo orodje BioMine Explorer za interaktivno preiskovanje heterogenih bioloških omrežij; članek je bil objavljen v reviji *Bioinformatics*. Razvili smo novo knjižnico Py3plex za analizo in vizualizacijo večnivojskih omrežij s Pythonom. Razvili smo nov pristop, ki omogoča simbolično vektorsko vložitev grafov s pomočjo učenja pogostih vzorcev.

V okviru evropskega Obzorja 2020 smo v projektu PD_manager, ki smo ga koordinirali na IJS, razvili metodo za odkrivanje in vizualizacijo povezanosti med podtipi Parkinsonove bolezni in napredovanjem pacientovih simptomov. V projektu Obzorja 2020 SAAM (Supporting Active Ageing through Multimodal Coaching), kjer razvijamo sistem virtualnega trenerja za podporo starejšim osebam, ki živijo doma, smo razvili komponente za analizo stanja in odločanje o izvedbi podpornih dejanj, pristop za prepoznavanje čustev iz avdiovizualnih značilk ter programski in komunikacijski del ambientalnega senzorja. Novembra 2019 smo sodelovali na Tednu zdravja in inovacij v Odenseju na Danskem, kjer smo predstavili tehnične rešitve projekta. V okviru projekta F4F (Funkcionalna živila prihodnosti) smo razvili postopek za razlikovanje med naravnimi in sintetičnimi aromami ter ga implementirali v obliki spletne aplikacije. Junija se je začel projekt Obzorja 2020 EU RESILOEC (Resilient Europe and Societies by Innovating Local Communities). Cilj projekta je izboljšati odpornost lokalnih skupnosti. Naš odsek sodeluje pri nalogah, povezanih z analizo sentimenta in rudarjenja podatkov.

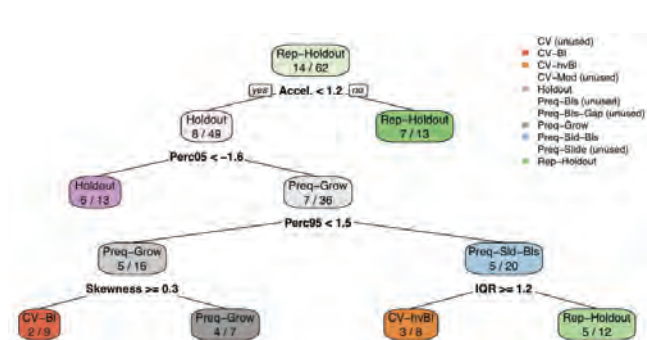
Na področju samodejnega modeliranja dinamičnih sistemov smo razvili novo metodo za rekonstrukcijo omrežij, ki temelji na rangiranju značilk. Značilke določenega vozlišča so vrednosti trajektorij (časovnih vrst) drugih vozlišč in iz njih lahko pridobimo informacijo o tem, katera druga vozlišča so najverjetneje povezana z obravnavanim vozliščem. Ključna lastnost metode je, da ne zahteva poznavanja interakcijskih funkcij ali dinamičnega modela omrežja in ne zahteva nobenih predpostavk o naravi izmerjenih trajektorij (podatkov). Učinkovitost metode smo preizkusili na omrežjih sklopljenih logističnih preslikav in dobili dobre rezultate za različne jakosti sklopitve in velikosti omrežja. Poleg tega naša metoda deluje dobro tudi pri razmeroma kratkih trajektorijah in je dokaj odporna za šum.



Vodja:

prof. dr. Nada Lavrač

Nada Lavrač je imela vabljen predavanje z naslovom Semantic relational learning na konferenci 23rd European Conference Advances in Databases and Information Systems (ADBIS 2019), (Bled, Slovenija, 8.–11. september 2019).



Slika 1: Odločitveno drevo, ki na podlagi lastnosti časovnih vrst predlaga najustreznejšo ocenjevalno metodo. V zgornjem drevesu so v vozliščih uporabljene naslednje lastnosti: *Accel* (acceleration) je povprečno razmerje med enostavnim in eksponentnim drsečim povprečjem; *Perc05* in *Perc95* označujeta 5. in 95. centil standardizirane časovne vrste; *Skewness* meri simetričnost porazdelitve časovne vrste; in *IQR* (inter-quartile range) meri razporeditev (spread) standardizirane časovne vrste.

V kontekstu procesnega modeliranja dinamičnih sistemov smo razvili metode za hevristično preiskovanje prostora modelnih struktur. Razvito hevristično preiskovanje je učinkovitejše od izčrpnega iskanja in dovoljuje preiskovanje večjih prostorov struktur, končni rezultat pa je skoraj enako dober. Razvili smo tudi okolje za anotacijo in shranjevanje procesnih modelov ter poizvedbe po njih na področju vodnih ekosistemov, ki olajšuje ponovno uporabo naučenih modelov. Raziskovali smo tudi učenje in uporabo nadomestnih modelov za učinkovito določanje parametrov procesnih modelov dinamičnih sistemov. Nadomestne modele smo uporabili tudi za zelo hitro ocenjevanje lastnosti kože pri raziskovanju odziva človeške kože na svetlobo.

Na področju rudarjenja velepodatkov in kompleksnih podatkov smo razvili več metod, ki rešujejo različne naloge strojnega učenja. Razvili smo nove metode za rangiranje značilk v sklopu napovedovanja strukturiranih vrednosti. Predlagali, evalvirali in primerjali smo razširitev metode Relief ter razširitev metode za rangiranje značilk s pomočjo ansamblov dreves za nalogo nadzorovane večciljne regresije in polnadzorovane klasifikacije. Raziskali smo različne načine strukturiranja (izgradnje hierarhije)

izhodnega prostora v večciljni regresiji. Razvili smo metode, ki izkoriščajo hierarhično strukturo izhodnega prostora pri večciljni regresiji podatkovnih tokov. Poleg tega smo raziskali problem združevanja različnih mer natančnosti za večznačno klasifikacijo.

Razvite metode smo uporabili za analizo podatkov z različnih področij, med drugim medicine, ekologije, biologije, multimedije in vesoljskih operacij. Z metodami strojnega učenja smo odkrivali ključne faktorje pri zdravljenju kroničnih bolezni in pomembne značilke za klasifikacijo srčnih utripov z enokanalnim odvodom EKG. S pomočjo večnivojskega združevanja EKG signalov smo napovedovali krvni pritisk. Opravili smo obširno primerjalno študijo anotacij funkcij beljakovin. Z metodami za večciljno regresijo smo ocenjevali pridelavo zelišč in vnos hranil na irskih mlečnih kmetijah, metode za večciljno klasifikacijo pa smo uporabili za klasifikacijo spletnih strani po njihovih temah. Raznovrstne metode za večciljno regresijo, tako za paketno učenje kot sprotno učenje, smo uporabili za napovedovanje toplotne porabe energije pri satelitu Mars Express.

V okviru projekta FET Flagship HBP (Human Brain Project) razvijamo nove metode rudarjenja podatkov in jih uporabljamo za odkrivanje bioloških podpisov nevrodegenerativnih bolezni. Razvili smo novo metodo za učenje ansamblov pravil za večciljno regresijo, v kateri vsak model v ansamblu napoveduje naključen izhodni podprostor (podmnožico ciljnih spremenljivk). Poleg tega smo razvili ontologijo za opisovanje podatkov pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi.

Na področju odkrivanja znanja iz ekoloških in agronomskih podatkov smo vključeni v več projektov, kjer uporabljamo metode podatkovnega rudarjenja in odločitvenega modeliranja za razvoj napovednih in odločitvenih modelov na področju agronomije in sistemske ekologije. V okviru H2020 projekta LANDMARK (LAND Management, Assessment, Research, Knowledge base), ki se je zaključil konec oktobra 2019, smo dokončali sistem za podporo pri odločanju, imenovan Soil Navigator, ki simultano ocenjuje pet funkcij tal in smo ga razvijali skozi celoten projekt. Za sistem smo razvili računalniški vmesnik v 6 jezikih za komuniciranje med uporabnikom in sistemom, ki je bil obsežno testiran na več sestankih in delavnicah s strani različnih uporabnikov sistema. S tem nam je uspelo prilagoditi sistem zahtevam uporabnikom ter hkrati podrobno testirati delovanje in natančnost sistema. Metodologijo, ki smo jo uporabili za razvoj sistema in odločitvenih modelov posameznih funkcij tal, smo objavili v znanstvenih objavah ter predstavili na več konferencah. V sodelovanju z VideoLectures smo posneli tudi videopredstavitve sistema z navodili za uporabo v štirih jezikih. Sistem je bil uradno predstavljen in dan v uporabo na delavnici Soil Horizons Workshop, ki je avgusta potekala na Univerzi Wageningen na Nizozemskem. Dogodka se je udeležilo 110 udeležencev. Soil Navigator je najpomembnejši rezultat H2020 projekta LANDMARK.

V okviru H2020 projekta TRUE (TRansition paths to sUustainable legume based systems in Europe) smo razvijali sistem za podporo za presojo trajnosti celotne agroživilske verige. Pri tem ocenjujemo trajnost z okoljskega, socialnega in ekonomskega vidika. Za ta namen smo organizirali več delavnic, na katerih smo s pomočjo projektnih partnerjev razvili 15 odločitvenih modelov, pri čemer smo uporabili metodologijo DEX. Modeli bodo vgrajeni v sistem za podporo pri odločanju. Septembra 2019 smo v Ljubljani organizirali delavnico Legume Innovation Network, ki so se je udeležili zainteresirani predstavniki agroživilske verige iz Slovenije in tujine (pridelovalci, predstavniki živilske industrije, transporta, trgovine in potrošnikov), ki v svojo dejavnost že vključujejo stročnice ali to načrtujejo. Na delavnici smo izvedli SWOT-analizo posameznih členov agroživilske verige ter rezultate in ugotovitve uporabili za izboljšavo odločitvenih modelov za oceno trajnosti posameznih členov verige.

V H2020 projektu TomRes (A novel and integrated approach to increase multiple and combined stress tolerance in plants using tomato as a model) smo izvedli nekaj delavnic, na katerih smo skupaj s partnerji projekta razvijali sistem za oceno vodnega in prehrabnega stresa paradižnika, obravnavali pa smo tudi pogoje in kriterije, ki jih moramo upoštevati pri izgradnji sistema za obvladovanje obeh eko-fizioloških vrst stresa paradižnika. Pri analizi podatkov o odpornosti različnih vrst paradižnika na različne stresorje smo uporabili tudi metode strojnega učenja. Zgrajeni odločitveni modeli so trenutno v fazi validacije in testiranja, ki ji bo sledila integracija v sistem za podporo pri odločanju.

Na področju **analize besedil, spletnih podatkov in omrežij** temelji naš raziskovalni pristop na povezavi rudarjenja besedil, analize omrežij in analize sentimenta s ciljem poiskati zanimive lastnosti in povezave v različnih domenah. Glavni viri podatkov, ki jih analiziramo, so družbena omrežja (Twitter in Facebook), spletne novice, letna finančna poročila podjetij in drugi bolj strukturirani podatki.

Na področju avtomatskega učenja ocenjujemo sposobnost posploševanja prediktivnih modelov z različnimi metodami ocenjevanja. Pogosto ni očitno, katero metodo ocenjevanja uporabiti, da dobimo najbolj realistično oceno napak, ki jih bo prediktivni model naredil na še nevidnih podatkih. V našem delu smo empirično ovrednotili uporabo več ocenjevalnih metod na podatkih v obliki časovnih vrst. Uporabili smo 62 časovnih vrst realnih podatkov in 3 sintetične časovne vrste. Izkazalo se je, da je izbor najprimernejše ocenjevalne metode odvisen od stacionarnosti časovne vrste oziroma od različnih tipov nestacionarnosti (glej sliko 1).

V analizi spletnih novic smo opisali metodo za konstrukcijo časovno spremenljivih, večnivojskih omrežij, ki povezujejo entitete, identificirane v novicah. Metodo smo uporabili na množici več kot 36 milijonov novic, ki so bile objavljene po vsem svetu. Naš pristop omogoča detekcijo zanimivih novic iz tisočev dnevno objavljenih novic in modelira časovno odvisne interakcije med entitetami v novicah. Večnivojska omrežja novic smo primerjali z empiričnimi, realnimi omrežji. Pokazali smo, da geografsko sosedstvo držav močno vpliva na sopoljavitev držav v omrežju in da se države s povečano blagovno menjavo pogosteje pojavljajo skupaj v pozitivnem kontekstu. Predlagamo tudi metodo za detekcijo najbolj relevantnih dogodkov, ki povezujejo različne entitete, in pokažemo, da najbolj odmevne novice niso tako pozitivne kot splošne novice.

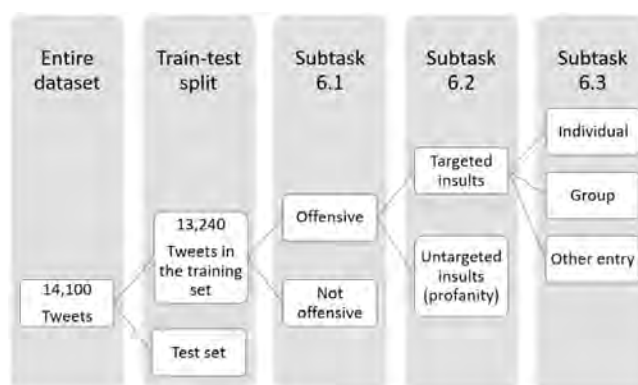
Sodelovali smo pri pripravi članka, ki opisuje znanstveni pogled na možne zlorabe širjenja lažnih informacij. Uporaba družabnih omrežij spodbuja nove vzorce potrošnje vsebin, pri katerih uporabniki pretežno posegajo po informacijah, ki sovpadajo z njihovimi pogledi, in ne upoštevajo drugih informacij. Potrditveni predsek ima pomembno vlogo pri odločitvah uporabnikov o potrošnji in širjenju vsebine; kot posledica pa združevanje istomiselnih krepi skupinsko polarizacijo. V članku celostno obravnavamo problem zlorabe širjenja lažnih informacij in predlagamo raziskovalne smernice za reševanje tega zapletenega problema.

Rezultate projekta FORMICA, ki se je ukvarjal z vplivom formalnih in neformalnih komunikacij na trg kapitala, smo objavili v številnih prispevkih. Preučili smo vpliv besedilnih značilk za napovedovanje finančnih indikatorjev, pri čemer smo uporabili metode globokega učenja in izdelali delotok za hitro klasifikacijo in analizo finančnih poročil. Poleg tega smo se posvetili tudi meram bralnosti.

Na področju **jezikovnih tehnologij in digitalne humanistike** razvijamo različne tipe jezikovnih virov ter metod za označevanje in analizo besedil s poudarkom na slovenščini in sorodnih jezikih.

V letu 2019 smo objavili različne raziskave, ki izhajajo iz pred kratkim zaključenega nacionalnega raziskovalnega projekta JANES Viri, orodja in metode za raziskovanje nestandardne spletne slovenščine. Z računalniškojezikoslovnega vidika smo raziskali različne pristope za oblikoskladenjsko označevanje nestandardnega in historičnega jezika ter izdelali novo zbirko ročno označenih jezikovnih virov za spletno slovenščino, hrvaščino in srbsščino, ki sedaj vsebujejo tudi oblikoskladenjske informacije v formalizmu Universal Dependencies. Z bolj jezikoslovnega vidika smo na podlagi korpusa, zgrajenega v okviru omenjenega projekta, raziskali odnos uporabnikov družbenega omrežja Twitter do slovenščine, analizirali korporativno komunikacijo slovenskih uporabnikov na Twitterju, kolokacije v uporabniško generiranih vsebinah, jezikovne meje med bošnjaškim, hrvaškim, črnogorskim in srbskim jezikom ter jezikovno prilagajanje srbskih uporabnikov Twitterja.

Zaključili smo delo na nacionalnem raziskovalnem projektu KAS Slovenska znanstvena besedila: viri in opis, v okviru katerega smo raziskovali slovenske termine v doktorskih disertacijah s pomočjo nadzorovanega strojnega učenja in izdelali leksikon kolokacij slovenskega



Slika 2: Naloga 6 na Mednarodnem tekmovanju o semantičnem vrednotenju SemEval 2019: Prepoznavanje in kategorizacija žaljivega jezika v družbenih medijih je bila sestavljena iz treh podnalog: prepoznavanje žaljivega jezika (podnalog A), avtomatska kategorizacija vrste žaljivega jezika (podnalog B) in identifikacija žrtve razžalitve (podnalog C). Organizatorji so zagotovili nov nabor označenih podatkov z imenom OLID, v katerem so twiti označeni po tristoopenjskem hierarhičnem modelu. Na prvem nivoju je vsak twit označen kot žaljiv (OFF) ali kot nežaljiv (NOT). Vsi žaljivi twiti so nato označeni bodisi kot ciljane žalitve (TIN) ali kot neciljane žalitve (UNT) oziroma nespodobnosti. Na zadnji ravni so vse ciljne žalitve razvrščene kot ciljane na posameznika (IND), skupino (GRP) ali drugo osebo (OTH). Nabor podatkov vsebuje 14.100 twitov, razdeljenih na učno in testno množico.

Martin Žnidaršič je imel vabljeno predavanje z naslovom Decision support system for ambient-intelligent coaching of the elderly na Tednu zdravja in inovacij (WHINN 2019), (Odense, Danska, 20.–21. november 2019).

akademskega diskurza, ki je na voljo na slovenskem terminološkem portalu Termania ter na repozitoriju CLARIN.SI. Glavni rezultat projekta pa je javno dostopen korpus KAS, ki je objavljen na repozitoriju CLARIN.SI, skupaj s tremi podkorpusi, ki vsebujejo skoraj 65.000 diplomskih, 16.000 magistrskih in 1.600 doktorskih del, kar znaša skupno 5 milijonov strani oziroma 1,7 milijarde pojavnice.

Nadaljevali smo delo na nacionalnem raziskovalnem projektu FRENK Viri, metode in orodja za razumevanje, prepoznavanje in razvrščanje različnih oblik družbeno nesprejemljivega diskurza v informacijski družbi ter začeli delati na bilateralnem, slovensko-flamskem temeljnem raziskovalnem projektu Jezikovna krajina sovražnega govora na družbenih omrežjih. Raziskali smo vpliv neverbalnega modeliranja na oblikoskladensko označevanje in lematizacijo slovenščine, hrvaščine in srbsčine, zgradili zbirke družbeno nesprejemljivega diskurza FRENK v slovenščini in angleščini, raziskali leksikalni inventar v družbeno nesprejemljivem diskurzu v slovenščini na družbenem omrežju Facebook in analizirali nestandardni jezik v sovražnem govoru na spletu.

V letu 2019 smo začeli delati na evropskem projektu EMBEDDIA (Medjezikovne vektorske vložitve za manj zastopane jezike v evropskih medijih), ki ga tudi koordiniramo. Cilj projekta s področja procesiranja naravnega jezika, predvsem z metodami globokih nevronskih mrež, je nasloviti številna odprta vprašanja v medijski industriji ter analizirati novice in komentarje. Razvili smo rekurzivno nevronske arhitekturo, ki vključuje skupno učenje iz golega besedila in semantičnih vektorjev, ter jo preizkusili na nalogi klasifikacije dokumentov. Razvili smo inovativni pristop za klasifikacijo jezikovnih različic s kombiniranjem n-gramov in globokih konvolucijskih značilk. V študiji smo preučili, kako besedne vektorske vložitve odražajo razlike v reprezentaciji spola v jezikovnih korpusih. Izdelali smo pristop za gradnjo grafov na podlagi besedil. Metodo smo uporabili za primerjavo jezikov s topološkimi merami omrežja in za nenadzorovano luščenje ključnih besed v našem pristopu RaKUn. Lotili smo se naloge zaznave sovražnega govora. Skupaj s klasifikacijskim modelom v našem pristopu globoko nevronske mreže prilagodimo tako, da učinkovito oceni tudi negotovost napovedi. Na računalniškem tekmovanju s področja zaznave žaljivega govora OffensEval 2019 smo med 115 sodelujočimi sistemi zasedli 4. mesto. Prav tako smo projekte predstavili na številnih dogodkih.

Nadaljevali smo delo na področju računalniškega profiliranja avtorjev besedil, vključno s sodelovanjem na računalniških tekmovanjih PAN at CLEF 2019, kjer je bila ena izmed nalog napovedati spol, starost, poklic in slavo znanih oseb na podlagi njihovih tvitov, pri drugi nalogi pa je naš sistem razlikoval med tviti, ki so bili generirani avtomatsko, ter tviti uporabnikov, ki smo jim pripisali tudi informacijo o spolu. Na tekmovanju v okviru CLIN29 pa smo dosegli 2. mesto pri nalogi čežžanskega napovedovanja spola v nizozemskem jeziku.

V okviru ARRS projekta TermFrame: Terminologija in sheme znanja v medjezikovnem prostoru smo se posvetili delu luščenja in poravnave terminologije. Naš pristop TermEnsembler za poravnavo terminov uporablja metodo ansamblov, medtem ko smo v prispevku reimplementirali in prilagodili eno izmed obstoječih metod k poravnavi terminologije, analizirali obstoječe metode k večjezični poravnavi terminov ter vzpostavili smernice za ponovljivost na področju procesiranja naravnega jezika. Za potrebe projekta TermFrame smo tudi izluščili termine in definicije iz korpusa besedil s področja krasoslovja ter z uporabo omrežij izluščili skupine povezanih krasoslovnih terminov.

Organizirali smo 7. Mednarodno konferenco SLSP 2019: Statistical language and speech processing (SLSP 2019), ki se je je udeležilo 46 raziskovalcev iz 16 držav, in prispevke objavili v konferenčnem zborniku v zbirki LNAI Springer series.

Na podlagi vzpostavljenih sodelovanj pri preteklih projektih, kot je COST ENeL, evropska mreža za leksikografijo, smo opravili analizo stanja v sodobni hrvaški leksikografiji in uredili monografijo o uporabi primerljivih korpusov pri strojnem prevajanju za slabše podprta področja, kjer smo tudi prispevali poglavje o luščenju podatkov iz primerljivih korpusov. Uredili smo zbornik 6. Mednarodne delavnice o samodejnem procesiranju podobnih jezikov, jezikovnih različic in dialektov (VarDial).

Na področju digitalne humanistike smo raziskali kodiranje besedilnih različic slovenskih pesniških besedil iz zgodnje moderne v standard TEI ter izvedli korpusno zasnovano študijo slovenskih naslonk in njim podobnih elementov v slovenščini iz 16. stoletja. V okviru COST akcije Oddaljeno branje za evropsko literarno zgodovino smo izdelali prvo različico korpusa ELTeC-slv, ki vsebuje 94 slovenskih romanov, objavljenih med letoma 1840 in 1920, v kodiranju TEI COST/ELTeC, nivo 1.



Slika 3: Rezultati rangiranja značilk z (a) globalnim naključnim gozdom, (b) lokalnim naključnim gozdom, (c) XGB ansambлом za 33 električnih vodov na satelitu Mars Express. V diagramih je delež določene skupine značilk sorazmeren z vsoto Genie3 pomembnosti vseh značilk v tej skupini. Prazni diagrami so rezultat konstantnih modelov. Globalni naključni gozd omogoča tudi oceno skupne pomembnosti značilk, ki je prikazana v diagramu, označenem z »all«.

Vodimo slovensko nacionalno infrastrukturo CLARIN.SI, ki je vključena v evropsko raziskovalno infrastrukturo CLARIN ERIC in zagotavlja uporabniku prijazno objavo in trajni dostop do digitalnih jezikovnih virov za raziskovalce s področja humanistike in družboslovja ter drugih disciplin, ki uporabljajo ali izdelujejo jezikovne vire.

V letu 2019 je bilo v repozitorij CLARIN.SI deponiranih 55 novih oziroma nadgrajenih virov, s čimer je repozitorij ob koncu leta 2019 vseboval skupno 159 virov. Poleg že omenjenih virov smo prispevali k izgradnji četrte verzije korpusa govornjene slovenščine Gos VideoLectures, ki vsebuje večkratno normalizirane transkripcije 55 javnih predavanj in 22 ur poravnane govora, drugo večjo različico obsežnega referenčnega morfološkega leksikona Sloleks, ki odslej vsebuje tudi fonološke informacije, ter nove verzije referenčnih morfoloških leksikonov za hrvaščino in srbsščino. Razvili smo vejo nevrnskega cevovoda za samodejno procesiranje jezika StanfordNLP, s čimer smo bistveno izboljšali procesiranje slovanskih jezikov. Objavili smo tudi modele za oblikoskladenjsko označevanje standardne slovenščine, hrvaščine in srbsščine ter za odvisnostno členjenje standardne slovenščine, hrvaščine in srbsščine. Sodelovali smo pri izdelavi korpusa DSI, ki vsebuje 1.776 prispevkov s slovenskih konferenc in revij s področja informatike in je uporaben kot terminološki vir za to področje, korpusa iz arhiva vprašanj in odgovorov o slovenskem jeziku ŠUSS (1998–2010) ter korpusa Napadi na jugoslovansko ljudsko armado, ki je nastal leta 1989 in je najstarejši korpus, razvit na IJS, vendar doslej ni bil objavljen.

Prav tako smo objavili pregled ročno oblikoskladenjsko označenih korpusov v infrastrukturi CLARIN in raziskali, kako izboljšati oblikoskladenjsko označevanje v formalizmu Universal Dependencies s pomočjo satelitskih morfoloških virov.

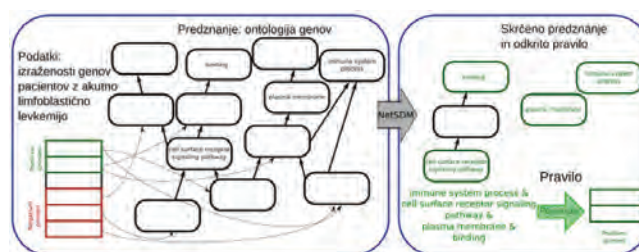
Prijava CLARIN.SI za certifikacijo CLARIN ERIC Centra znanja za južnoslovanske jezike je bila uspešna, k sodelovanju smo povabili partnerje iz hrvaškega CLARIN-HR in bolgarske CLADA-BG. Prva aktivnost centra je bila objava odgovorov na pogosto zastavljena vprašanja o obstoječih jezikovnih virih in tehnologijah za slovenščino, hrvaščino, srbsščino in bolgarščino. Izboljšali in dokumentirali smo API ReLDIanno za procesiranje besedil v slovenščini, hrvaščini in srbsščini. Prav tako smo v sodelovanju s CLADA-BG uspešno prijavi izobraževalno delavnico, ki jo bo financiral CLARIN ERIC in bo potekala v Ljubljani maja 2020.

V okviru sodelovanja z nevladno organizacijo Danes je nov dan, ki je razvila analitično orodje parlamentarnih podatkov ParlaMeter, smo objavili korpus slovenskih parlamentarnih razprav ParlaMeter-sl (2016–2018) in korpus hrvaških parlamentarnih razprav ParlaMeter-hr (2014–2018). V okviru sodelovanja z infrastrukturo za digitalno humanistiko DARIAH-SI smo izdelali korpus siParl, ki vsebuje natančno strukturirane razprave slovenskega parlamenta (1990–2018) z več kot 200 milijoni besed. Te aktivnosti so vodile do mednarodne delavnice ParlaCLARIN, na kateri smo predstavili predlog standarda za kodiranje parlamentarnih korpusov, ki temelji na priporočilih TEI, in ga nato predstavili tudi na delavnici za srednjo in vzhodno Evropo v okviru evropskega projekta PARTHENOS v Sofiji v Bolgariji.

V letu 2018 je CLARIN.SI soorganiziral tradicionalno dveletno konferenco Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, na podlagi katere smo nato v letu 2019 uredili tematsko številko znanstvene revije Prispevki za novejšo zgodovino, ki vsebuje izbrane in razširjene prispevke s konference. V letu 2019 je bil CLARIN.SI tudi predstavljen v mednarodni iniciativi Tour de CLARIN.

Kot slovenski predstavnik v ISO/TC37/SC4 (Terminology and Other Language and Content Resources / Language Resources Management) smo prispevali k delu Slovenskega inštituta za standardizacijo z urejanjem, prevajanjem in potrjevanjem slovenskih standardov s tega področja. Prav tako smo nadaljevali tehnično urejanje spletnega Slovenskega biografskega leksikona.

Na področju metod in sistemov za **podporo pri odločanju** razvijamo metode in tehnike odločitvenega modeliranja ter podporna računalniška orodja, ki jih povezujemo s sistemi za rudarjenje podatkov. V letu 2019 je potekal razvoj štirih večjih sistemov za podporo pri odločanju. Zaključen je bil razvoj sistema HeartMan za pomoč obolelim pri upravljanju boleznih popuščanja srca (v pripravi sta dve publikaciji). V okviru EU H2020 projekta NARSIS smo zasnovali in začeli razvijati sistem Severa za podporo pri odločanju pri hudih nesrečah v jedrskih elektrarnah. Razvili smo odločitvene modele za presojo situacije v reaktorju po nesreči in implementirali približno tretjino programske opreme, ki bo po načrtih dokončana v letu 2020. Tretji sistem je namenjen realizaciji razširjene in prenovljene metode DEX za gradnjo kvalitativnih hierarhičnih večkriterijskih odločitvenih modelov. V skladu s predlagano metodologijo, objavljeno leta 2018, smo razvili ustrezno



Slika 5: NetSDM metodologija semantičnega podatkovnega rudarjenja (SDM) pretvori podatke in ontološko predznanje v obliko omrežja ter z metodo analize omrežij oceni, kateri ontološki koncepti so pomembni za gradnjo pravil. Uspešnost metode smo dokazali pri analizi izraženosti genov v primeru rakavih obolenj (prikazano na sliki) in analizi rastlinskega odziva na virusno okužbo. NetSDM deluje do stokrat hitreje od obstoječih SDM metod: semantično analizo podatkov lahko zdaj opravimo v nekaj minutah in ne več v urah procesorskega časa, kar omogoča analizo velepodatkov.

Petra Kralj Novak in Sašo Džeroski sta sodelovala pri organizaciji mednarodne konference Discovery Science 2019 (Split, Hrvaška, 28.–30. oktober 2019) in predsedovala programskemu odboru konference.

programsko knjižnico in zasnovali mrežno različico novega sistema. Četrty sistem, namenjen iskanju optimalnih tras tunelov, razvijamo v okviru tržnega projekta TOPP. V tem okviru smo razvili programski modul za delo z utežnimi hierarhičnimi modeli, posebej prilagojen za uporabo pri optimizaciji. Omeniti velja tudi razvoj nove metode, ki rešuje problem rangiranja odločitvenih alternativ v okviru kvalitativnih modelov z uporabo optimizacijskih pristopov.

Na področju **računalniške ustvarjalnosti** smo objavili pregled reprezentacij za potrebe ustvarjalnega tvorjenja konceptov, razvili infrastrukturo za gradnjo kreativnih delotokov, katere uporabnost smo ponazorili na primeru računalniškega spajanja konceptov, poleg tega pa smo predstavili pristope za bisociativno odkrivanje znanja s čezdomenskim rudarjenjem znanstvenih besedil.

Zelo velik potencial za uporabo tehnologij znanja je tudi v izobraževanju. Na tem področju smo sodelovali z Univerzo v Novi Gorici in Centrom za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij na IJS v okviru aktivnosti Unescove katedre o odprtih tehnologijah za prosto dostopne izobraževalne vire in odprto učenje. Nadaljevali smo raziskave o transformaciji izobraževalnih aktivnosti v smeri bolj fleksibilnega in odprtega izobraževanja, kjer smo razvili nov model mentorskega programa za odprto izobraževanje, ki je bil temeljito praktično preizkušen in potrjen v mednarodnem kontekstu. Poimenovali smo ga Odprto izobraževanje za boljši svet (OE4BW, Open Education for a Better World, oe4bw.org), saj je vsebina projektov, vključenih v program, vezana na uresničevanje Unescovih ciljev trajnostnega razvoja. Glede na veliko povečanje interesa (14 sodelujočih projektov v letu 2018, 35 v letu 2019) smo se osredotočili predvsem na rešitve, ki podpirajo večjo kompleksnost. To se je izkazalo kot ključno za še uspešnejše nadaljevanje, saj smo za leto 2020 prejeli prijave za 85 projektov z vsega sveta in smo jih na podlagi vpeljanih izboljšav (hierarhična struktura, vpeljava e-platforme, vsebinsko grupiranje) lahko v realizacijo sprejeli 82.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Simjanoska, Monika, Kochev, Stefan, Tanevski, Jovan, Bogdanova, Ana Madevska, Papa, Gregor, Eftimov, Tome, Multi-level information fusion for learning a blood pressure predictive model using sensor data, *Information fusion*, 2019, 80, 40–50
2. Madjarov, Gjorgji, Vidulin, Vedrana, Dimitrovski, Ivica, Kocev, Dragi, Web genre classification with methods for structured output prediction, *Information sciences*, 2019, 503, 551–573
3. Zupan, Katja, Ljubešič, Nikola, Erjavec, Tomaž, How to tag non-standard language : normalisation versus domain adaptation for Slovene historical and user-generated texts, *Natural language engineering*, 2019, 25, 5, 651–674
4. Grau Leguia, Marc, Levnajc, Zoran, Todorovski, Ljupčo, Ženko, Bernard, Reconstructing dynamical networks via feature ranking, *Chaos*, 2019, 29, 9
5. Petković, Matej, Boumghar, Redouane, Breskvar, Martin, Džeroski, Sašo, Kocev, Dragi, Boumghar, Redouane, Levatič, Jurica, Lucas, Luke, Osojnik, Aljaž, Ženko, Bernard, Simidjievski, Nikola, Machine learning for predicting thermal power consumption of the Mars Express spacecraft, *IEEE aerospace and electronic systems magazine*, 2019, 34, 7, 46–60
6. Kralj, Jan, Robnik Šikonja, Marko, Lavrač, Nada, NetSDM: semantic data mining with network analysis, *Journal of machine learning research*, 2019, 20, 1–50
7. Trajanov, Aneta, Spiegel, Heide, Debeljak, Marko, Sandén, Taru, Using data mining techniques to model primary productivity from international long-term ecological research (ILTER) agricultural experiments in Austria, *Regional environmental change*, 2019, 19, 3, 325–337
8. Repar, Andraž, Podpečan, Vid, Vavpetič, Anže, Lavrač, Nada, Pollak, Senja, An ensemble learning approach to bilingual term extraction and alignment, *Terminology*, 2019, 25, 1, 93–120

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 7th International Conference on Statistical Language and Speech Processing, SLSP 2019, Ljubljana, 14.–16. 10. 2019
2. Delovni sestanek mednarodnega H2020 projekta TOMRES A novel and integrated approach to increase multiple and combined stress tolerance in plants using tomato as a model, IJS, Ljubljana, 18.–19. 11. 2019
3. Organizacija 1. projektne sestanke EU-projekta EMBEDDIA Cross-Lingual Embeddings for Less-Represented Languages in European News Media, City hotel, Ljubljana, 23.–25. 1. 2019
4. Delovni sestanek projekta FRENK Viri, metode in orodja za razumevanje, prepoznavanje in razvrščanje različnih oblik družbeno nesprejemljivega diskurza v informacijski družbi, IJS, Ljubljana, 25. 11. 2019
5. 12. International Ljubljana–Zagreb workshop on Knowledge Technologies and data Science, Fakulteta elektrotehnike in računalništvo Zagreb, 24.–25. 10. 2019
6. Srečanje raziskovalcev s področja analize omrežij NetSlo19, IJS, Ljubljana, 24. 1. 2019

7. Sestanek projekta LANDMARK LAND Management: Assessment, Reasearch, knowledge base, IJS, Ljubljana, 24.-28. 6. 2019
8. ICGEB-TRAIN, Delavnica o uporabi podatkovnih znanosti in slik za virtualno testiranja in odkrivanje zdravil, Bled, 13.-17. 5. 2019

Nagrade in priznanja

1. Članek Multi-criteria Modelling Approach for Ambient Assisted Coaching of Senior Adults, napisan v soavtorstvu članov odseka E8 Martina Žnidaršiča, Bernarda Ženka, Aljaža Osojnika, Marka Bohanca in Panča Panova, je prejel nagrado za najboljši članek na mednarodni konferenci 11th International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development (Dunaj, Avstrija, 17.-19. september 2019).
2. Članek Feature extraction for heartbeat classification in single-lead ECG, ki sta ga napisala člana odseka E8 Jasmin Bogatinovski in Dragi Kocev, je prejel nagrado za izjemen članek na konferenci 42th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), (Opatija, Hrvaška, 25.-29. maj 2019).
3. Panče Panov je prejel priznanje Fakultete za informacijske študije v Novem mestu za leto 2018, in sicer za prispevek k dvigu kakovosti in izjemne dosežke na izobraževalnem področju.

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Metoda za učenje robustnih ansamblov
NEC Laboratories Europe GmbH
prof. dr. Sašo Džeroski
2. COST CA16204; Oddaljeno branje za evropsko literarno zgodovino
COST Association AISBL
prof. dr. Tomaž Erjavec
3. COST CA18237; Evropska zbirka talnih bioloških podatkov za varstvo tal
COST Association AISBL
prof. dr. Marko Debeljak
4. CLARIN projekt ParlaFormat - Priprava standardnega formata za parlamentarne podatke
CLARIN ERIC
prof. dr. Tomaž Erjavec
5. H2020 - TRUE; Poti prehoda v trajnostne sisteme stročnic v Evropi
European Commission
prof. dr. Marko Debeljak
6. H2020 - TomRes; Nov celosten pristop k povečanju tolerance rastlin na posamične in kombinirane strese na primeru paradižnika
European Commission
prof. dr. Marko Debeljak
7. H2020 - LANDMARK; Upravljanje tal: vrednotenje, raziskave in baza znanja
European Commission
prof. dr. Marko Debeljak
8. H2020 - NARSIS; Nov pristop za varnostne izboljšave reaktorjev
European Commission
prof. dr. Marko Bohanec
9. H2020 - SAAM; Podpora aktivnemu staranju z večstransko pomočjo
European Commission
doc. dr. Bernard Ženko
10. H2020 - HBP SGA2; Projekt „Človeški možgani“
European Commission
prof. dr. Sašo Džeroski
11. H2020 - AI4EU; Evropska platforma za razvoj umetne inteligence in pripadajočega ekosistema
European Commission
prof. dr. Sašo Džeroski
12. H2020 - RESILOC; Odporna evropska družba z inovativnimi lokalnimi skupnostmi
European Commission
dr. Aljaž Osojnik
13. H2020 - FNS-Cloud; Računalniški oblak in storitve za obdelavo podatkov iz področja ved o hrani, prehrani in varnosti
European Commission
prof. dr. Nada Lavrač
14. H2020 - HeartMan; Osebn sistem za podporo odločanju bolnikov s srčnim popuščanjem - Srčnik
European Commission
prof. dr. Marko Bohanec

15. H2020 - ELEXIS; Evropska likesikografska infrastruktura
European Commission
prof. dr. Tomaž Erjavec
16. H2020 - EMBEDDIA: Medjezikovne vektorske vložitve za manj zastopane jezike v evropskih medijih
European Commission
doc. dr. Senja Pollak

PROGRAM

1. Tehnologije znanja
prof. dr. Nada Lavrač

PROJEKTI

1. TermFrame: Terminologija in sheme znanja v medjezikovnem prostoru
doc. dr. Senja Pollak
2. Jezikovna krajina sovražnega govora na družbenih omrežjih
prof. dr. Tomaž Erjavec
3. Strojno učenje za sistemske znanosti
prof. dr. Sašo Džeroski
4. Viri, metode in orodja za razumevanje, prepoznavanje in razvrščanje različnih oblik družbeno nesprejemljivega diskurza v informacijski družbi
prof. dr. Tomaž Erjavec
5. Semantično rudarjenje prostodostopnih povezanih podatkov
prof. dr. Nada Lavrač
6. Izboljšanje ponovljivosti eksperimentov in večkratne uporabe raziskovalnih izsledkov pri analizi kompleksnih podatkov
doc. dr. Panče Panov
7. Nevropsihološke disfunkcije, ki jih povzroča nizka stopnja izpostavljenosti izbranim onesnaževalom iz okolja pri občutljivi populaciji - NEURODYS
prof. dr. Sašo Džeroski
8. Restavriranje plesnih slik na platnu: izboljšanje ali poslabšanje?
prof. dr. Sašo Džeroski
9. Avtomatizirana sinteza in analiza znanstvenih modelov
prof. dr. Sašo Džeroski
10. Človekove pravice in regulacija umetne inteligence vredne zaupanja
prof. dr. Ljupčo Todorovski
11. F4F: Funkcionalna živila prihodnosti
doc. dr. Bernard Ženko
12. TRAIN: Big data in modeli boleznih: Čezmejna platforma validiranih kompletov za biotehnoško industrijo
prof. dr. Sašo Džeroski
13. RI-SI ELIXIR: Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost slovenskega RRI prostora-RI-SI
prof. dr. Sašo Džeroski
14. Rudarjenje podatkov in podpora odločanja pri trajnostni pridelavi hrane
dr. Vladimir Kuzmanovski

15. Učenje modelov bolezni in terapij za sistemsko in osebno medicino
dr. Jovan Tanevski
16. RI-SI-CLARIN: Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost slovenskega RRI prostora
prof. dr. Tomaž Erjavec
17. Človekove pravice in regulacija umetne inteligence vredne zaupanja
prof. dr. Ljupčo Todorovski
18. Financiranje projektnih gostovanj na slovenskih visokošolskih zavodih
prof. dr. Nada Lavrač
19. Povračilo stroškov znanstvenih objav v zlatem odprtem dostopu za leto 2019
prof. dr. Nada Lavrač
20. ICGEB - TRAIN delavnica o uporabi podatkovnih znanosti in slik za virtualno testiranje in odkrivanje zdravil, 13.-17.5.2019, Bled, Slovenija
prof. dr. Sašo Džeroski

21. 7. mednarodna konferenca o statističnem procesiranju jezika in govora - SLSP 2019; IJS, Ljubljana, Slovenija, 14.-16.10.2019
doc. dr. Senja Pollak

VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Večkriterijsko modeliranje odločitev za transparentno načrtovanje predorov
Elea iC, d. o. o.
doc. dr. Bernard Ženko
2. Nadzor kakovosti brizganih plastičnih izdelkov s strojnim vidom
MPT, d. o. o.
doc. dr. Bernard Ženko

OBISKI

1. prof. dr. Mateja Jamnik, Department of Computer Science and Technology (Computer Laboratory) at the University of Cambridge, Velika Britanija, 22. 8. 2018-5. 8. 2019
2. Claus Pribbernow, Interactive Wear AG, Starnberg, Nemčija, 7.-9. 1. 2019
3. Nenad Anchev, Faculty of Computer Science and Engineering, Skopje, Makedonija, 21.-26. 1. 2019
4. Shane Sheehan, The University of Edinburgh, Usher Institute, Edinburg, Velika Britanija, 22.-26. 1. 2019
5. dr. Tomislav Stankovski, Faculty of medicine, Skopje, Makedonija, 22.-29. 1. 2019
6. dr. Saturnino Luz, The University of Edinburgh, Edinburg, Velika Britanija, 23.-25. 1. 2019
7. dr. Fabiana Zollo, Univerza v Benetkah, Benetke, Italija, 23.-25. 1. 2019
8. Irina Ivanovska, Ss. Cyril and Methodius University Skopje, Makedonija, 10.-18. 2. 2019
9. Viktor Srbinoski, Ss. Cyril and Methodius University Skopje, Makedonija, 10.-16. 2. 2019
10. Božidar Stevanoski, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, Makedonija, 3.-16. 2. 2019
11. dr. Iarla Kilbane-Dawe, European Space Agency ESRIN Pariz, Francija, 14. 2. 2019
12. Ana Anatasovska, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, Makedonija, 17. 2.-23. 3. 2019
13. dr. Tiziana Centofanti, ESSRG, Budimpešta, Madžarska, 21.-22. 2. 2019
14. dr. Ivica Dimitrovski, Faculty of Computer Science and Engineering, University of Skopje, Makedonija, 17.-21. 3. 2019, 15.-17. 7. 2019, 2.-6. 12. 2019
15. prof. dr. Bart De Moor, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgija, 24.-26. 3. 2019
16. prof. dr. Geoff Webb, Monash University, Melbourne, Avstralija, 27.-31. 3. 2019
17. prof. dr. Bernhard Nebel, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Nemčija, 2.-5. 4. 2019
18. dr. Richard Wheeler, The University of Edinburgh, Edinburg, Velika Britanija, UK, 8.-14. 4. 2019
19. Fasih Haider, The University of Edinburgh, Edinburg, Velika Britanija, 8.-14. 4. 2019
20. dr. Tanja Wissik, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Dunaj, Avstrija, 15. 4.-18. 4. 2019
21. dr. Günter Klambauer, Johannes Kepler Univerzity Linz, Avstrija, 13.-15. 5. 2019
22. Pauline Mangin, Arvalis, Institut du Vegetal, Pariz, Francija, 26. 5. 2019-20. 7. 2019
23. Luke John Schafer, University of Copenhagen, Danska, 24.-28. 6. 2019
24. Lisa Molgaard Lehmann, University of Copenhagen, Danska, 24.-28. 6. 2019
25. Talke Heidkroß, Chamber of Agriculture Lower Saxony, Oldenburg, Nemčija, 24.-28. 6. 2019
26. dr. Francesca Bampa, Wageningen University and Research, Nizozemska, 24.-28. 6. 2019
27. dr. Pete Iannetta, The James Hutton Institute, Škotska, Velika Britanija, 16.-17. 9. 2019
28. dr. Shailesh Shrestha, Scotland's Rural College, Škotska, Velika Britanija, 16.-17. 9. 2019
29. dr. Tiziana Centofanti, Central European University, Dunaj, Avstrija, 16.-17. 9. 2019
30. Henrik Maaß, University of Hohenheim, Stuttgart, Nemčija, 16.-17. 9. 2019
31. dr. Will Bridewell, US Naval Research Laboratory, Washington, ZDA, 1. 10. 2019
32. mag. Jasmin Bogatinovski, Technische Universität Berlin, Berlin, Nemčija, 16.-20. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Ivica Dimitrovski, Faculty of Computer Science and Engineering, University of Skopje, Skopje, Makedonija: Deep Learning for Remote Sensing, 4. 12. 2019
2. dr. Günter Klambauer, Johannes Kepler Univerzity Linz, Linz, Avstrija: Transforming Drug Design with High Content Imaging and Deep Learning, 14. 5. 2019
3. prof. dr. Geoff Webb, Monash University, Melbourne: The tech giants are harvesting your data. Should you care?, 29. 3. 2019
4. prof. dr. Bart De Moor, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgija: Bo življenje nekega dne zaživel?, 26. 3. 2019
5. dr. Fabiana Zollo, Univerza v Benetkah, Benetke, Italija: From confirmation bias to echo-chambers. A data driven approach, 24. 1. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Tina Anžič, udeležba na delavnici H2020 Master of Finance and Administration and EC Audits, Dunaj, Avstrija, 12.-15. 3. 2019
2. Tina Anžič, Milica Bauer, Jure Brence, Sašo Džeroski, Eržen Nika, Ana Kostovska, Petra Kralj Novak, Vladimir Kuzmanovski, Nada Lavrač, Matej Martinc, Martin Marzidovšek, Stevanche Nikoloski, Andraž Pelicon, Matej Petković, Vid Podpečan, Senja Pollak, Tomaž Stepišnik, Blaž Škrj, Jovan Tanevski, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, udeležba na 12. International Ljubljana-Zagreb workshop on Knowledge Technologies and Data Science, Zagreb, Hrvaška, 24.-25. 10. 2019
3. Tina Anžič, Nada Lavrač, Matej Martinc, Martin Marzidovšek, Andraž Pelicon, Vid Podpečan, Senja Pollak, Andraž Repar, Anita Valmarska, udeležba na sestanku EU-projekta EMBEDDIA, Zagreb, Hrvaška, 16.-17. 12. 2019
4. Marko Bohanec, 17th doctoral students' workshop, Varaždin, Hrvaška, 1. 3. 2019 (vabljen predavanje)
5. Marko Bohanec, sestanek EU-projekta Narsis, Zabok, Hrvaška, 17. 4. 2019
6. Marko Bohanec, MCDM 2019 (25th International Conference on Multiple Criteria Decision Making), Istanbul, Turčija, 16.-21. 6. 2019 (povzetek)
7. Marko Bohanec, sestanek EU-projekta Narsis, Delft, Nizozemska, 4.-7. 9. 2019
8. Marko Bohanec, udeležba na konferenci CECHS 2019, Varaždin, Hrvaška, 1.-4. 10. 2019 (predstavitev referata)
9. Martin Breskvar, Dragi Kocev, Tomaž Stepišnik, sestanek projekta TRAIN, Benetke, Italija, 9.-9. 2019
10. Martin Breskvar, Sašo Džeroski, Ana Kostovska, Petra Kralj Novak, Vladimir Kuzmanovski, Nada Lavrač, Aljaž Osojnik, Matej Petković, Vedrana Vidulin, Blaž Škrj, Discovery Science 2019, Split, Hrvaška, 28.-30. 10. 2019 (referati)
11. Marko Debeljak, Aneta Trajanov, delovni sestanek v sklopu projekta TRUE, Rim, Italija, 12.-14. 3. 2019
12. Marko Debeljak, Aneta Trajanov, udeležba na sestanku, Arvalis, Pariz, Francija, 18.-19. 3. 2019
13. Marko Debeljak, Landscape management for functional biodiversity, Wageningen, Nizozemska, 26.-29. 3. 2019 (referat)
14. Marko Debeljak, Vladimir Kuzmanovski, Aneta Trajanov, sestanek EU-projekta Landmark, Oldenburg, Nemčija, 1.-4. 4. 2019
15. Marko Debeljak, Aneta Trajanov, udeležba na sestanku in delavnici projekta TRUE, Edinburgh, Velika Britanija, 21.-23. 5. 2019
16. Marko Debeljak, Aneta Trajanov, Wageningen Soil Conference 2019, Wageningen, Nizozemska, 25.-30. 8. 2019 (referat)
17. Marko Debeljak, 1st Management Committee Meeting (COST Action CA18237), Bruselj, Belgija, 9.-11. 9. 2019
18. Marko Debeljak, European conference on crop diversification, Budimpešta, Madžarska, 18.-20. 9. 2019 (povzetek)
19. Marko Debeljak, Ecological Modelling Global conference ISEM 2019, Salzburg, Avstrija, 2.-3. 10. 2019 (referat)
20. Marko Debeljak, Aneta Trajanov, sestanek EU-projekta TomRes, Dundee, Velika Britanija, 7.-10. 10. 2019
21. Marko Debeljak, sestanek (review) projekta Landmark, Bruselj, Belgija, 21.-24. 10. 2019
22. Marko Debeljak, sestanek za prijavo projekta H2020 SF01, Berlin, Nemčija, 20.-22. 11. 2019
23. Sašo Džeroski, simpozij Univerze v Osaki, Osaka (do 16. 1.); obisk institutov AIST in AIP, Riken v Tokiu, 17.-18. 1. 2019, Osaka, Japonska, 11.-19. 1. 2019 (vabljen predavanje)
24. Sašo Džeroski, Dragi Kocev, Panče, Panov, sestanek projekta TRAIN, Trst, Italija, 29. 1. 2019
25. Sašo Džeroski, CLAIRE symposium, AI and Earth Observation Theme Develop. W., delovni obisk ESA Phi-Lab, delovni obisk University of Trento, Frascati, Trento, Italija, 26.-8. 3. 2019 (pasivno)
26. Sašo Džeroski, seminar na ICGEB, Trst, Italija, 15. 4. 2019 (vabljen predavanje)
27. Sašo Džeroski, European Network of AI Excellence Centres, Bruselj, Belgija, 28. 5. 2019
28. Sašo Džeroski, Phi-Week, Rim, Italija, 8.-13. 9. 2019 (referat)
29. Sašo Džeroski, Matej Petković, Tomaž Stepišnik, Jovan Tanevski, ECML PKDD 2019, Würzburg, Nemčija, 15.-20. 9. 2019

30. Sašo Džeroski, sestanek EU-projekta LANDMARK in obisk pri projektnih partnerjih, Antwerpen, Gent, Belgija, 21.–24. 10. 2019
31. Sašo Džeroski, ML in Archaeology, Rim, Italija, 4.–8. 11. 2019 (referat)
32. Sašo Džeroski, ESA project kick-off meeting, Darmstadt, Nemčija, 10.–11. 11. 2019
33. Sašo Džeroski, sestanek Interdisciplinary Meeting on AT, Trst, Italija, 12.–13. 11. 2019
34. Sašo Džeroski, sestanek AI SIG on Space skupnega delovnega telesa ESA in CLAIRE; obisk Univerze v Leidnu, Haag, Leiden, Nizozemska, 8.–10. 12. 2019
35. Tomaž Erjavec, delovni sestanek COST CA16204 Distant Reading, Lizbona, Portugalska, 21.–24. 1. 2019
36. Tomaž Erjavec, ELEXIS Observer Event Vienna, Dunaj, Avstrija, 17.–20. 2. 2019
37. Tomaž Erjavec, Nikola Ljubešić, delavnica SCIMETH – Digitalni alati i resursi u jezikoslovlju, Rijeka, Hrvaška, 14.–16. 5. 2019
38. Tomaž Erjavec, vodenje delavnice CLARIN ParlaFormat, Amersfoort, Nizozemska, 22.–26. 5. 2019
39. Tomaž Erjavec, sestanek nacionalnih koordinatorjev CLARIN, Riga, Latvija, 14.–20. 6. 2019
40. Tomaž Erjavec, International Conference CORPORA 2019, St. Petersburg, Ruska federacija, 23.–26. 6. 2019 (referat)
41. Tomaž Erjavec, Izvedba tečaja Working with Parliamentary Records, Sofija, Bolgarija, 6.–9. 10. 2019
42. Tomaž Erjavec, TEI 2019, Gradec, Avstrija, 17.–20. 9. 2019 (predavanje)
43. Tomaž Erjavec, Nikola Ljubešić, Clarin Annual Conference 2019, Leipzig, Nemčija, 29. 9.–2. 10. 2019
44. Tomaž Erjavec, CLARIN General Assembly Meeting, Praga, Češka republika, 20.–22. 11. 2019
45. Nika Eržen, Blaž Škrlič, NodeConf NL 2019, Amsterdam, Nizozemska, 6.–8. 6. 2019
46. Darja Fišer, Nikola Ljubešić, Kick-off sestanek LiLaH projekta, Antwerpen, Belgija, 15.–16. 7. 2019
47. Petra Kralj Novak, Rome Roundtable on Information Operation, Rim, Italija, 26.–28. 6. 2019
48. Petra Kralj Novak, High-level Symposium – Interdisciplinary view on Social media, Rim, Italija, 7.–8. 10. 2019
49. Petra Kralj Novak, Panče Panov, sestanek za prijavo EU-projekta, Celovec, Avstrija, 19. 11. 2019
50. Petra Kralj Novak, predavanje in sestanek za prijavo novega EU-projekta, Celovec, Avstrija, 9.–10. 12. 2019 (predavanje)
51. Dragi Kocev, Panče Panov, Ana Kostovska, MIPRO 2019, Opatija, Hrvaška, 22.–25. 5. 2019 (referat)
52. Dragi Kocev, IEEE International Conference on Space Mission Challenges for Information Technology (SMC-IT) in delovni obisk, Pasadena, Palo Alto, ZDA, 29. 7.–8. 8. 2019
53. Vladimir Kuzmanovski, delovni sestanek, København, Danska, 17.–22. 3. 2019
54. Vladimir Kuzmanovski, delovni sestanki in udeležba na delavnici IJS-IRB 2019, Bruselj, Antwerpen, Zagreb, Belgija, 18.–25. 10. 2019
55. Vladimir Kuzmanovski, IEEE International Conference on Big Data, Los Angeles, ZDA, 24. 11.–14. 12. 2019 (referat)
56. Nada Lavrač, Senja Pollak, Anita Valmarska, Matej Martinc, Andraž Repar, delavnica projekta Embeddia, Talin, Estonija, 11.–13. 3. 2019
57. Nada Lavrač, sestanek s projektnimi partnerji, Zagreb, Hrvaška, 12. 6. 2019
58. Nada Lavrač, Matej Martinc, Senja Pollak, Andraž Repar, sestanek projekta Embeddia, La Rochelle, Francija, 26.–28. 6. 2019
59. Nada Lavrač, Rehearsal projekta NewsEye, Bruselj, Belgija, 2. 7. 2019
60. Nada Lavrač, ILP 2019, Sofija, Bolgarija, 2.–8. 9. 2019
61. Nada Lavrač, delovni sestanek na UEDIN, Edinburg, Velika Britanija, 2.–8. 9. 2019
62. Nada Lavrač, Univerza V Novem Sadu (Fakultet za informatiko i računarstvo), Novi Sad, Srbija, 2.–6. 10. 2019 (vabljeni predavanje)
63. Nada Lavrač, sestanek Advisory Board, Center of Excellence for Data Science: Scientific Advisory Board meeting, Zagreb, Hrvaška, 15. 10. 2019
64. Nada Lavrač, Panče Panov, Blaž Škrlič, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, sestanek projekta FNS Cloud, Dunaj, Avstrija, 12.–14. 11. 2019
65. Nada Lavrač, delovni sestanek (NewsEye-EMBEDDIA), Montpellier, Francija, 19.–22. 11. 2019
66. Nikola Ljubešić, delovni sestanek, Groningen, Amsterdam, Nizozemska, 20.–25. 1. 2019
67. Matej Martinc, CLIN 2019, Groningen, Nizozemska, 30. 1.–1. 2. 2019 (povzetek)
68. Matej Martinc, 9th Language & Technology Conference 2019, Poznan, Poljska, 16.–20. 5. 2019 (članek)
69. Matej Martinc, ACL 2019, Firenze, Italija, 28.–31. 7. 2019
70. Dragana Miljković, sestanek za pripravo novega EU-projekta, Beograd, Srbija, 19.–26. 12. 2019
71. Aljaž Osojnik, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, udeležba na sestanku projekta SAAM, Sofija, Bolgarija, 22.–23. 5. 2019
72. Aljaž Osojnik, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, sestanek (kick-off) projekta Resiloc, Frankfurt, Nemčija, 11.–13. 6. 2019
73. Aljaž Osojnik, sestanek EU-projekta Resiloc, Atene, Grčija, 18.–22. 11. 2019
74. Panče Panov, Reproducibility of Artificial Intelligence in Medicine 3rd Annual MAQC Society Conference – in collaboration with CHARME, Riva del Garda, Italija, 7.–11. 4. 2019 (referat)
75. Panče Panov, SEMANTICS 2019, Karlsruhe, Nemčija, 8.–11. 9. 2019 (pasivno)
76. Panče Panov, delavnice JOWO 2019, Gradec, Avstrija, 22.–25. 9. 2019 (pasivno)
77. Panče Panov, ISWC 2019 in delovni obisk, Auckland, Nova Zelandija, 21. 10.–6. 11. 2019 (pasivno)
78. Panče Panov, sestanek za prijavo novih EU-projektov, København, Danska, Celovec, Avstrija, 8.–10. 12. 2019
79. Matej Petković, Southern DataScience Conference 2019, Darmstadt, Atlanta, ZDA, 9.–17. 4. 2019
80. Matej Petković, udeležba na IEEE International Conference on Space Mission Challenges for Information Technology in delovni obisk, Pasadena, Palo Alto, ZDA, 24. 7.–11. 8. 2019
81. Senja Pollak, Science Media Centre's Introduction to the News Media, Glasgow, Velika Britanija, 27. 3. 2019
82. Senja Pollak, Andraž Repar, udeležba na konferenci eLex 2019: Smart Lexicography, Sintra, Portugalska, 30. 9.–4. 10. 2019 (članek)
83. Senja Pollak, Evalvacije projektov Cofound, Bruselj, Belgija, 24.–29. 11. 2019
84. Blaž Škrlič, Dagstuhl seminar, Dagstuhl, Nemčija, 3.–8. 2. 2019
85. Blaž Škrlič, ILP 2019, Plovdiv, Bolgarija, 2.–6. 9. 2019
86. Blaž Škrlič, Complex networks 2019, Lizbona, Portugalska, 9.–13. 12. 2019
87. Tadej Škvorc, EMNLP-IJCNLP 2019 in IEEE ICDM 2019, Hong Kong, Peking, Hongkong, 1.–16. 11. 2019 (pasivno)
88. Jovan Tanevski, predavanje in obisk skupine prof. dr. Takashi Washio, Tokio, Japonska, 2.–6. 6. 2019
89. Jovan Tanevski, seminar in delovni sestanki, Heidelberg, Nemčija, 1.–11. 10. 2019 (predavanje)
90. Jovan Tanevski, RSG. DREAM 2019, New York, Boston, ZDA, 3.–10. 11. 2019 (predavanje)
91. Jovan Tanevski, delovni sestanek, Heidelberg, Nemčija, 30. 11.–20. 12. 2019
92. Aneta Trajanov, sestanek EU-projekta TRUE, Porto, Portugalska, 8.–13. 7. 2019
93. Aneta Trajanov, Ecological Modelling Global conference ISEM 2019, Salzburg, Avstrija, 2.–3. 10. 2019 (članek)
94. Aneta Trajanov, projektni sestanek (review) Landmark, pripravljali projektni sestanek, Bruselj, Antwerpen, Belgija, 21.–25. 10. 2019
95. Anita Valmarska, Artificial Intelligence in Medicine 2019, Poznan, Poljska, 25.–29. 6. 2019 (članek)
96. Vedrana Vidulin, ISCB 2019, Basel, Švica, 21.–25. 7. 2019
97. Martin Žnidaršič, KEOD 2019 (IC3K), Dunaj, Avstrija, 17.–20. 9. 2019 (članek)
98. Martin Žnidaršič, WHINN 2019 in sestanek EU-projekta SAAM, Odense, Danska, 18.–22. 11. 2019 (predavanje)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Marko Debeljak, Dimitrios Savvasa, Atene, Grčija, 11.–13. 6. 2019 (delovni obisk)
2. Tomaž Erjavec, skupno delo na jezikovnih virih slovenskega in hrvaškega jezika v okviru CLARIN, Zagreb, Hrvaška, 17.–20. 12. 2019
3. Dragi Kocev, Univerza v Cambridgeu, Velika Britanija, 23. 10.–1. 11. 2019 (delovni obisk)
4. Vladimir Kuzmanovski, School of Science, Aalto University, Helsinki, Finska, 1. 1. 2019–31. 12. 2019 (podoktorsko izpopolnjevanje)
5. Nada Lavrač, Univerza v Helsinkih, Finska, 11.–15. 5. 2019 (delovni obisk)
6. Nada Lavrač, Igor Mozetič, Evalvacije projektov ITN, Bruselj, Belgija, 28. 1.–31. 1. 2019
7. Nada Lavrač, Igor Mozetič, Evalvacije projektov ITN, Bruselj, Belgija, 31. 3.–5. 4. 2019
8. Matej Martinc, obisk projektnih partnerjev – skupno delo na projektu EMBEDDIA, Edinburg, Velika Britanija, 18.–25. 8. 2019
9. Senja Pollak, Univerza v Edinburgu, Edinburg, Združeno kraljestvo, 1. 1.–10. 9. 2019 (podoktorsko izpopolnjevanje)
10. Jovan Tanevski: Institute for computational medicine, Faculty of Medicine, Heidelberg University & Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Nemčija, 1. 10. 2018–30. 9. 2019 (podoktorsko izpopolnjevanje)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Marko Bohanec, znanstveni svetnik - strokovni sekretar odseka
2. Michelangelo Ceci, PhD., Italija
3. prof. dr. Bojan Cestnik*
4. prof. dr. Marko Debeljak
5. prof. dr. Sašo Džeroski, znanstveni svetnik
6. prof. dr. Tomaž Erjavec
7. prof. dr. Darja Fišer*

8. dr. Dragi Kocev
9. **prof. dr. Nada Lavrač, znanstveni svetnik - vodja odseka**
10. prof. dr. Zoran Levnjajc*
11. dr. Nikola Ljubešić
12. dr. Dragana Miljković
13. prof. dr. Igor Mozetič
14. dr. Vid Podpečan
15. Matthew Richard John Purver, PhD. Združeno kraljestvo
16. prof. dr. Ljupčo Todorovski*, znanstveni svetnik
17. prof. dr. Tanja Urbančič*, znanstveni svetnik
18. doc. dr. Vedrana Vidulin*

19. doc. dr. Bernard Ženko
20. doc. dr. Martin Žnidaršič, strokovni sekretar odseka

Podoktorski sodelavci

21. dr. Martin Breskvar
22. dr. Božidara Cvetkovič*
23. dr. Jan Kralj*
24. doc. dr. Petra Kralj Novak
25. dr. Janez Kranjc
26. dr. Vladimir Kuzmanovski
27. doc. dr. Biljana Mileva Boshkoska
28. dr. Aljaž Osojnik
29. doc. dr. Panče Panov
30. doc. dr. Senja Pollak
31. dr. Nikola Simidjievski
32. dr. Jovan Tanevski
33. dr. Aneta Trajanov
34. dr. Anita Valmarska*

Mlajši raziskovalci

35. Jure Brence, mag. fiz.
36. Ana Kostovska, mag. inf. kom. tehnol.
37. Matej Martinc, univ. dipl. fil. in soc. kult.
38. Martin Marzidovšek, Msc.
39. Stevanche Nikoloski, univ. dipl. prav., asistent
40. Andraž Pelicon, mag. prev.
41. Matej Petković, mag. mat.
42. Andraž Repar, univ. dipl. prev.
43. Tomaž Stepišnik, mag. mat.
44. Blaž Škrjaj, mag. inf. kom. tehnol.
45. Tadej Škvorc, mag. inž. rač. in inf.
46. *Katja Zupan*, prof. angl. in slov., odšla 1. 5. 2019*

Strokovni sodelavci

47. Milica Bauer, dipl. ekon.
48. Nika Eržen, mag. inž. rač. in inf.

Tehniški in administrativni sodelavci

49. Tina Anžič, Bolonjski študij II. stopnja

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Aalto University, Aalto, Finska
2. ARVALIS – Institut du végétal, Pariz, Francija
3. Czech Technical University, Praga, Češka republika
4. ELEA iC, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
5. ESEIA, Graz Office, Gradec, Avstrija
6. Fakulteta za informacijske študije, Novo mesto
7. Global Climate Forum, Nemčija
8. Queen Mary, University of London, London, Velika Britanija
9. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana
10. Helsinki Institute for Information Technology, Helsinki, Finska
11. Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška

12. Institute for Advanced Studies, IMT Lucca, Italija
13. Inštitut za novejšo zgodovino, Ljubljana, Slovenija
14. Inštitut za kriminologijo pri Pravni fakulteti v Ljubljani, Ljubljana
15. International centre for Genetic Engineering and Biotechnology, Trst, Italija
16. Javni zavod Republike Slovenije za varstvo kulturne dediščine, Ljubljana
17. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgija
18. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
19. MPT, d. o. o., Šmartno ob Paki, Slovenija
20. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana, Slovenija
21. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
22. Teagasc, Johnstown Castle, Co., Wexford, Irska
23. Temida, d. o. o., Ljubljana
24. The Institute of Scientific and Industrial Research Osaka University, Osaka, Japonska
25. The National Research Council, Rim, Italija
26. Università degli Studi di Milano, Italy, Applied Intelligent Systems Laboratory Department of Computer Science, Milano, Italija
27. Universitaet, Zürich, Švica
28. University Auckland, Auckland, Nova Zelandija
29. University College, Dublin, Irska
30. University of Bari, Department of informatics, Bari, Italija
31. University of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija
32. University of Coimbra, Coimbra, Portugalska
33. University of Helsinki, Helsinki, Finska
34. University of York, Department of Computer Science, York, Velika Britanija
35. University of Porto, Artificial Intelligence and Computer Science Laboratory, Portugalska
36. University of Skopje, Faculty of Computer Science and Engineering, Faculty of Electrical Engineering, Skopje, Makedonija
37. University of Twente, Enschede, The Netherlands
38. University of Venice, Ca' Foscari, Benetke, Italija
39. Univerza v Beogradu, Filološki fakultet, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija
40. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica, Slovenija
41. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
42. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
43. Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana
44. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana
45. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana
46. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana
47. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana
48. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za upravo, Ljubljana
49. Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta, Ljubljana
50. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
51. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola
52. Univerza v Zagrebu, Fakulteta za humanistiko in družboslovje, Fakulteta za organizacijo in informatiko, Zagreb, Hrvaška
53. Univerza v Ženevi, Center za računalništvo, Ženeva, Švica
54. Wageningen University & Research, Wageningen, Nizozemska
55. Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
56. ZRC SAZU, Ljubljana
57. ZRC SAZU, Inštitut za slovensko literaturo in literarne vede, Ljubljana
58. XLAB, d. o. o., Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Ping Xiao *et al.* (28 avtorjev), "Conceptual representations for computational concept creation", *ACM computing surveys*, 2019, **52**, 1, 9. [COBISS.SI-ID 32156455]
- Blaž Škrlj, Jan Kralj, Nada Lavrač, "Py3plex toolkit for visualization and analysis of multilayer networks", *Applied network science*, 2019, **4**, 1, 94. [COBISS.SI-ID 32820007]
- Sandra Martinčič Ipšič, Tanja Miličič, Ljupčo Todorovski, "The influence of feature representation of text on the performance of document classification", *Applied sciences*, 2019, **9**, 4, 743. [COBISS.SI-ID 5274286]
- Vid Podpečan, Živa Ramšak, Kristina Gruden, Hannu Toivonen, Nada Lavrač, "Interactive exploration of heterogeneous biological networks with Biomine Explorer", *Bioinformatics*, 2019, **35**, 24, 5385-5388. [COBISS.SI-ID 5135439]
- Marc Grau Leguia, Zoran Levnajić, Ljupčo Todorovski, Bernard Ženko, "Reconstructing dynamical networks via feature ranking", *Chaos*, 2019, **29**, 9, 09310. [COBISS.SI-ID 32629031]
- Guoqing Zhao, Shaofeng Liu, Carmen Lopez, Haiyan Lu, Sebastian Elgueta, Huilan Chen, Biljana Mileva Boshkoska, "Blockchain technology in agri-food value chain management: a synthesis of applications, challenges and future research directions", *Computers in industry*, 2019, **109**, 83-99. [COBISS.SI-ID 32345127]
- Biljana Mileva Boshkoska, Shaofeng Liu, Guoqing Zhao, Alejandro Fernandez, Susana Gamboa, Mariana del Pino, Pascale Zaraté, Jorge Hernández, Huilan Chen, "A decision support system for evaluation of the knowledge sharing crossing boundaries in agri-food value chains", *Computers in industry*, 2019, **110**, 64-80. [COBISS.SI-ID 2048589843]
- Lidija Strojnik, Matej Stopar, Emil Zlatič, Doris Kokalj, Mateja Naglič Gril, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, Marko Bohanec, Biljana Mileva Boshkoska, Mitja Luštrek, Anton Gradišek, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, "Authentication of key aroma compounds in apple using stable isotope approach", *Food chemistry*, 2019, **277**, 766-773. [COBISS.SI-ID 31834663]
- Taru Sandén, Aneta Trajanov, Heide Spiegel, Vladimir Kuzmanovski, Nicolas Saby, Calypso Picaud, Christian B. H. Henriksen, Marko Debeljak, "Development of an agricultural primary productivity decision support model: a case study in France", *Frontiers in environmental science*, 2019, **7**, 58. [COBISS.SI-ID 32342311]
- Jeroen P. van Leeuwen *et al.* (15 avtorjev), "Modeling of soil functions for assessing soil quality: soil biodiversity and habitat provisioning", *Frontiers in environmental science*, 2019, **7**, 113. [COBISS.SI-ID 32581927]
- Marko Debeljak *et al.* (12 avtorjev), "A field-scale decision support system for assessment and management of soil functions", *Frontiers in environmental science*, 2019, **7**, 115. [COBISS.SI-ID 32549671]
- Marijn Van de Broek *et al.* (12 avtorjev), "Assessing the climate regulation potential of agricultural soils using a decision support tool adapted to stakeholders' needs and possibilities", *Frontiers in environmental science*, 2019, **7**, 131. [COBISS.SI-ID 32644391]
- Vincent Grote, Zoran Levnajić, Henry Puff, Tanja Ohland, Nandu Goswami, Matthias Frühwirth, Maximilian Moser, "Dynamics of vagal activity due to surgery and subsequent rehabilitation", *Frontiers in neuroscience*, 2019, **13**, 1116. [COBISS.SI-ID 2048624403]
- Stephen McGregor, Kat Agres, Karolina Rataj, Matthew Purver, Geraint A. Wiggins, "Re-representing metaphor: modeling metaphor perception using dynamically contextual distributional semantics", *Frontiers in psychology*, 2019, **10**, 765. [COBISS.SI-ID 33086247]
- Naihu Zhou *et al.* (167 avtorjev), "The CAFA challenge reports improved protein function prediction and new functional annotations for hundreds of genes through experimental screen", *Genome biology*, 2019, **20**, 244. [COBISS.SI-ID 32894503]
- Pedro Martins *et al.* (12 avtorjev), "Computational creativity infrastructure for online software composition: a conceptual blending use case", *IBM journal of research and development*, 2019, **63**, 1, 9. [COBISS.SI-ID 32311591]
- Franklin Parrales Bravo, Franco Del Barrio García, Ana Beatriz Gago Veiga, María Mercedes Gallego De La Sacristana, Marina Ruiz Piñero, Angel Guerrero Peral, Sašo Džeroski, José L. Ayala, "SMURF: systematic methodology for unveiling relevant factors in retrospective data on chronic disease treatments", *IEEE access*, 2019, **7**, 92598-92614. [COBISS.SI-ID 32884007]
- Stevanče Nikoloski, Dragi Kocev, Sašo Džeroski, "Data-driven structuring of the output space improves the performance of multi-target regressors", *IEEE access*, 2019, **7**, 145177-145198. [COBISS.SI-ID 32772903]
- Žiga Lukšič, Jovan Tanevski, Sašo Džeroski, Ljupčo Todorovski, "Meta-model framework for surrogate-based parameter estimation in dynamical systems", *IEEE access*, 2019, **7**, 181829-181841. [COBISS.SI-ID 33102631]
- Matej Petković, Redouane Boumghar, Martin Breskvar, Sašo Džeroski, Dragi Kocev, Jurica Levatić, Luke Lucas, Aljaž Osojnik, Bernard Ženko, Nikola Simidjievski, "Machine learning for predicting thermal power consumption of the Mars Express spacecraft", *IEEE aerospace and electronic systems magazine*, 2019, **34**, 7, 46-60. [COBISS.SI-ID 32561703]
- Monika Simjanoska, Stefan Kochev, Jovan Tanevski, Ana Madevska Bogdanova, Gregor Papa, Tome Eftimov, "Multi-level information fusion for learning a blood pressure predictive model using sensor data", *Information fusion*, 2019, **80**, 40-50. [COBISS.SI-ID 33002535]
- Gjorgji Madjarov, Vedrana Vidulin, Ivica Dimitrovski, Dragi Kocev, "Web genre classification with methods for structured output prediction", *Information sciences*, 2019, **503**, 551-573. [COBISS.SI-ID 32528679]
- Bojan Cestnik, "Revisiting the optimal probability estimator from small samples for data mining", *International journal of applied mathematics and computer science*, 2019, **29**, 4, 783-796. [COBISS.SI-ID 33046567]
- Iztok Kosem *et al.* (59 avtorjev), "The image of the monolingual dictionary across Europe. Results of the European survey of dictionary use and culture", *International journal of lexicography*, 2019, **32**, 1, 92-114. [COBISS.SI-ID 31987751]
- Darja Fišer, Nikola Ljubešič, "Distributional modelling for semantic shift detection", *International journal of lexicography*, 2019, **32**, 2, 163-183. [COBISS.SI-ID 67380066]
- Senja Pollak, Polona Gantar, Špela Arhar Holdt, "What's new on the internet? Extraction and lexical categorisation of collocations in computer-mediated Slovene", *International journal of lexicography*, 2019, **32**, 2, 184-206. [COBISS.SI-ID 32091943]
- Simon Brmež, Martin Žnidaršič, "A case of churn prediction in telecommunications industry", *The IPSI BgD transactions on internet research*, 2019, **15**, 2, 3-9. [COBISS.SI-ID 32505127]
- Petra Kralj Novak, Senja Pollak, Aljoša Valentinčič, Igor Lončarski, Marko Pahor, Martin Žnidaršič, "A study of importance of textual features for predictive models of financial indicators", *The IPSI BgD transactions on internet research*, 2019, **15**, 2, 10-20. [COBISS.SI-ID 32522791]
- Stevanče Nikoloski, Philip Murphy, Dragi Kocev, Sašo Džeroski, David Wall, "Using machine learning to estimate herbage production and nutrient uptake on Irish dairy farms", *Journal of dairy science*, 2019, **102**, 11, 10639-10656. [COBISS.SI-ID 32594983]
- Matteo Cinelli, Mauro Conti, Livio Finos, Francesco Grisolia, Petra Kralj Novak, Antonio Peruzzi, Maurizio Tesconi, Fabiana Zollo, Walter Quattrociochi, "(Mis)information operations: an integrated perspective", *Journal of information warfare*, 2019, **18**, 3, 83-98. [COBISS.SI-ID 32965927]
- Blaž Škrlj, Jan Kralj, Nada Lavrač, "CBSSD: community-based semantic subgroup discovery", *Journal of intelligent information systems*, 2019, **53**, 2, 265-304. [COBISS.SI-ID 32057639]
- Nikola Ljubešič, Maja Miličević, Tanja Samardžić, "Borders and boundaries in Bosnian, Croatian, Montenegrin and Serbian: Twitter data to the rescue", *Journal of linguistic geography*, 2019, **6**, 2, 100-124. [COBISS.SI-ID 32783655]
- Jan Kralj, Marko Robnik Šikonja, Nada Lavrač, "NetSDM: semantic data mining with network analysis", *Journal of machine learning research*, 2019, **20**, 32. [COBISS.SI-ID 32260391]
- Dragan Gamberger, Tjaša Stare, Dragana Miljković, Kristina Gruden, Nada Lavrač, "Discovery of relevant response in infected potato plants from time series of gene expression data", *Machine learning and knowledge extraction*, 2019, **1**, 1, 400-413. [COBISS.SI-ID 32031015]
- Blaž Škrlj, Jan Kralj, Nada Lavrač, Senja Pollak, "Towards robust text classification with semantics-aware recurrent neural architecture",

- Machine learning and knowledge extraction*, 2019, **1**, 2, 575-589. [COBISS.SI-ID 32295975]
36. Katja Zupan, Nikola Ljubešič, Tomaž Erjavec, "How to tag non-standard language: normalisation versus domain adaptation for Slovene historical and user-generated texts", *Natural language engineering*, 2019, **25**, spec. 5, 651-674. [COBISS.SI-ID 32634151]
 37. Matej Martinc, Senja Pollak, "Combining n -grams and deep convolutional features for language variety classification", *Natural language engineering*, 2019, **25**, spec. 5, 607-632. [COBISS.SI-ID 32540711]
 38. Tanja Urbančič, Anja Polajnar, Mitja Jermol, "Open education for a better world: a mentoring programme fostering design and reuse of open educational resources for sustainable development goals", *Open praxis*, 2019, **11**, 4, 409-426. [COBISS.SI-ID 33021735]
 39. Tadej Mežnaršič, Tina Arh, Jure Brence, Jaka Pišljar, Katja Gosar, Žiga Gosar, Rok Žitko, Erik Zupanič, Peter Jeglič, "Cesium bright matter-wave solitons and soliton trains", *Physical review. A*, 2019, **99**, 3, 033625. [COBISS.SI-ID 32245799]
 40. Marc Grau Leguina, Cristina G. B. Martínez, Irene Malvestio, Adrià Tauste Campo, Rodrigo Rocamora, Zoran Levnjajič, Ralph G Andrzejak, "Inferring directed networks using a rank-based connectivity measure", *Physical review. E*, 2019, **99**, 1, 012319. [COBISS.SI-ID 2048569875]
 41. Nina Ditmajer, Matija Ogrin, Tomaž Erjavec, "Encoding textual variants of the early modern Slovenian poetic texts in TEI", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 10-28. [COBISS.SI-ID 44833069]
 42. Darja Fišer, Monika Kalin Golob, "Corporate communication on twitter in Slovenia: a corpus analysis", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 46-69. [COBISS.SI-ID 70430306]
 43. Darja Fišer, Nikola Ljubešič, Tomaž Erjavec, "Parlamer - a corpus of contemporary Slovene parliamentary proceedings", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 70-98. [COBISS.SI-ID 70429282]
 44. Tadej Škvorc, Simon Krek, Senja Pollak, Špela Arhar Holdt, Marko Robnik Šikonja, "Predicting Slovene text complexity using readability measures", *Prispevki za novejšo zgodovino*, 2019, **59**, 1, 198-220. [COBISS.SI-ID 1538288067]
 45. Aneta Trajanov, Heide Spiegel, Marko Debeljak, Taru Sandén, "Using data mining techniques to model primary productivity from international long-term ecological research (ILTER) agricultural experiments in Austria", *Regional environmental change*, 2019, **19**, 3, 325-337. [COBISS.SI-ID 31437607]
 46. Andrea Guazzini, Federica Stefanelli, Enrico Imbimbo, Daniele Vilone, Franco Bagnoli, Zoran Levnjajič, "Humans best judge how much to cooperate when facing hard problems in large groups", *Scientific reports*, 2019, **9**, 5497. [COBISS.SI-ID 2048580627]
 47. Marco Faggian, Francesco Ginelli, Fernando Rosas, Zoran Levnjajič, "Synchronization in time-varying random networks with vanishing connectivity", *Scientific reports*, 2019, **9**, 10207. [COBISS.SI-ID 2048599059]
 48. Aleš Jurca, Jure Žabkar, Sašo Džeroski, "Analysis of 1.2 million foot scans from North America, Europe and Asia", *Scientific reports*, 2019, **9**, 19155. [COBISS.SI-ID 32981799]
 49. Nikola Ljubešič, Maja Miličević, Tanja Samardžić, "Jezična akomodacija na Twitteru: primer Srbije", *Slavistična revija: časopis za jezikoslovje in literarne vede*, 2019, **67**, 1, 87-107. [COBISS.SI-ID 69467490]
 50. Alenka Jelovšek, Tomaž Erjavec, "A corpus-based study of 16th-century Slovene clitics and clitic-like elements", *Slovenski jezik - Slovene linguistic studies*, 2019, **12**, 3-19. [COBISS.SI-ID 45284397]
 51. Jure Brence, Luka Cmok, Nerea Sebastián Ugarteche, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Irena Drevnšek Olenik, "Optical second harmonic generation in a ferromagnetic liquid crystal", *Soft matter*, 2019, **15**, 43, 8758-8765. [COBISS.SI-ID 3365476]
 52. Francesca Bampa *et al.* (13 avtorjev), "Harvesting European knowledge on soil functions and land management using multi-criteria decision analysis", *Soil use and management*, 2019, **35**, 1, 6-20. [COBISS.SI-ID 32292903]
 53. Andraž Repar, Vid Podpečan, Anže Vavpetič, Nada Lavrač, Senja Pollak, "An ensemble learning approach to bilingual term extraction and alignment", *Terminology*, 2019, **25**, 1, 93-120. [COBISS.SI-ID 32570919]
 2. Kristina Štrkalj Despot, Lana Hudeček, Tomislav Stojanov, Nikola Ljubešič, "Stanje enojezične leksikografije: hrvaščina", *Slovenščina 2.0: empirične, aplikativne in interdisciplinarne raziskave*, 2019, **7**, 1, 65-76. [COBISS.SI-ID 32782631]

KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Tadej Škvorc, Marko Robnik Šikonja, "Prepoznavanje idiomatskih besednih zvez z uporabo besednih vložitev", *Uporabna informatika*, 2019, **27**, 3, 110-114. [COBISS.SI-ID 1538457027]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Bibek Paudel, Dragi Kocev, Tome Eftimov, "Mix and rank: a framework for benchmarking recommender Systems", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA: proceedings*, IEEE, 2019, 3717-3726. [COBISS.SI-ID 33220391]
2. Vladimir Kuzmanovski, Daniel Ellehammer Larsen, Christian Bugge Henriksen, "Optimization of arable land use towards meat-free and climate-smart agriculture: a case study in food self-sufficiency of Vietnam", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA: proceedings*, IEEE, 2019, 5140-5148. [COBISS.SI-ID 33223463]
3. Dominik Kozjek, Rok Vrabič, David Kralj, Peter Butala, Nada Lavrač, "Data mining for fault diagnostics: a case for plastic injection molding", V: *52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS), Ljubljana, Slovenia, June 12-14, 2019*, (Procedia CIRP, **81**), Elsevier, 2019, 809-814. [COBISS.SI-ID 16687643]
4. Panče Panov, Ana Kostovska, Ilin Tolovski, Sašo Džeroski, "Semantic annotation of data on neurodegenerative diseases in patients using ontologies", V: *2nd HBP Student Conference - Transdisciplinary Research Linking Neuroscience, Brain Medicine and Computer Science, 14-16 February 2018, Ljubljana, Slovenia*, Abstract book, Frontiers Media SA, 2019, 48-50. [COBISS.SI-ID 32249639]
5. Anita Valmarska, Dragana Miljković, Marko Robnik Šikonja, Nada Lavrač, "Connection between the Parkinson's disease subtypes and patients' symptoms progression", V: *Artificial intelligence in medicine, Proceedings*, (Lecture notes in computer science, **11526**), Springer, 2019, 263-268. [COBISS.SI-ID 1538259139]
6. Alenka Trpin, Biljana Mileva Boshkoska, Pavle Boškosi, "Poincaré metric in algorithms for data mining tools", V: *Beyond databases, architectures and structures: paving the road to smart data processing and analysis: 15th International Conference, BDAS 2019, Ustroń, Poland, May 28-31, 2019*, Proceedings, (Communications in computer and information science, **1018**), Springer, 2019, 195-203. [COBISS.SI-ID 32344615]
7. Adem Kikaj, Marko Bohanec, "Towards web-based decision modeling software based on DEX methodology", V: *CECIS: Central European Conference on Information and Intelligent Systems: 30th international scientific conference, October 02nd-04th, 2019, Varaždin, Croatia*, Proceedings, Faculty of Organization and Informatics, 2019, 333-340. [COBISS.SI-ID 32782119]
8. Blaž Škrlj, Benjamin Renoust, "Patterns of multiplex layer entanglement across real and synthetic networks", V: *Complex networks & their applications VIII: the 7th International Conference on Complex Networks and their Applications*, Proceedings, 1, (Studies in computational intelligence, **812**), Springer, 2019, 671-683. [COBISS.SI-ID 32902951]
9. Blaž Škrlj, Jan Kralj, Nada Lavrač, "Py3plex: a library for scalable multilayer network analysis and visualization", V: *Complex networks & their applications VIII: the 7th International Conference on Complex Networks and their Applications*, Proceedings, 1, (Studies in computational intelligence, **812**), Springer, 2019, 757-768. [COBISS.SI-ID 31934247]
10. Matej Petković, Sašo Džeroski, Dragi Kocev, "Ensemble-based feature ranking for semi-supervised classification", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11828**), Springer, 2019, 290-303. [COBISS.SI-ID 32865575]
11. Ana Kostovska, Ilin Tolovski, Fatima Maikore, Larisa N. Soldatova, Panče Panov, "Neurodegenerative disease data ontology", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11828**), Springer, 2019, 235-245. [COBISS.SI-ID 32864807]
12. Božidar Stevanoski, Dragi Kocev, Aljaž Osojnik, Ivica Dimitrovski, Sašo Džeroski, "Predicting thermal power consumption of the Mars express satellite with data stream mining", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019*,

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Isao T. Tokuda, Zoran Levnjajič, Kazuyoshi Ishimura, "A practical method for estimating coupling functions in complex dynamical systems", *Philosophical transactions. Mathematical, physical and engineering sciences*, 2019, **377**, 2160, 20190015. [COBISS.SI-ID 2048618515]

- Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11828**), Springer, 2019, 186-201. [COBISS.SI-ID 32865319]
13. Blaž Škrlj, Nada Lavrač, Jan Kralj, "Symbolic graph embedding using frequent pattern mining", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11828**), Springer, 2019, 261-275. [COBISS.SI-ID 32809767]
 14. Vladimir Kuzmanovski, Mika Sulkava, Taru Palosuo, Jaakko Hollmén, "Temporal analysis of adverse weather conditions affecting wheat production in Finland", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11828**), Springer, 2019, 176-185. [COBISS.SI-ID 32818983]
 15. Aljaž Osojnik, Panče Panov, Sašo Džeroski, "Utilizing hierarchies in tree-based online structured output prediction", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11828**), Springer, 2019, 87-95. [COBISS.SI-ID 32877351]
 16. Dragana Miljković, Jan Kralj, Uroš Stepišnik, Senja Pollak, "Communities of related terms in a karst terminology co-occurrence network", V: *Electronic lexicography in the 21st century: eLex 2019 Conference, 1-3 October 2019, Sintra, Portugal*, Proceedings, Lexical Computing, 2019, 357-373. [COBISS.SI-ID 32772135]
 17. Senja Pollak, Andraž Repar, Matej Martinc, Vid Podpečan, "Karst exploration: extracting terms and definitions from Karst domain corpus", V: *Electronic lexicography in the 21st century: eLex 2019 Conference, 1-3 October 2019, Sintra, Portugal*, Proceedings, Lexical Computing, 2019, 934-956. [COBISS.SI-ID 32772391]
 18. Pietro Iannetta et al. (21 avtorjev), "The industrialisation of agri-food systems and the demise of home-grown legumes in Europe", V: *European Conference on Crop Diversification, September 18-21, 2019, Budapest, Hungary*, book of abstracts, 2019. [COBISS.SI-ID 32687911]
 19. Nina Verdel, Jovan Tanevski, Sašo Džeroski, Boris Majaron, "Hybrid technique for characterization of human skin by combining machine learning and inverse Monte Carlo approach", V: *Novel Biophotonics Techniques and Applications V, European Conferences on Biomedical Optics, 22 July 2019, Munich, Germany*, (Proceedings of SPIE, **11075**), SPIE, 2019, 110751k. [COBISS.SI-ID 32537639]
 20. Fasih Haider, Senja Pollak, Pierre Albert, Saturnino Luz, "Extracting audio-visual features for emotion recognition through active feature selection", V: *GlobalSIP 2019, 7th IEEE Global Conference on Signal and Innovation Processing, Nov. 4, 2019, Ottawa, Canada*, Conference proceedings, IEEE, 2019, 49-55. [COBISS.SI-ID 32921639]
 21. Matej Martinc, Martin Žnidaršič, Senja Pollak, "System for rapid classification and analysis of financial reports", V: *9th Language & Technology Conference "Human Language Technologies as a Challenge for Computer Science and Linguistics", May 17-19, 2019, Poznań, Poland*, Proceedings, Wydawnictwo Nauka i Innowacje, 2019, 44-48. [COBISS.SI-ID 32488487]
 22. Marko Debeljak, Veronique Tosser, Véronique Sarthou, Vladimir Kuzmanovski, Aneta Trajanov, "Taxonomic and functional diversity of Syrphidae and Carabidae auxiliary species in agricultural fields", V: *IOBC-WPRS Working Group "Landscape Management for Functional Biodiversity": the meeting at Wageningen (The Netherlands) March 27 - 29, 2019*, Proceedings, (IOBC-WPRS Bulletin OILB-SROP, **143**), 2019, 25-30. [COBISS.SI-ID 32253735]
 23. Jasmin Bogatinovski, Dragi Kocev, Aleksandra Rashkovska, "Feature Extraction for Heartbeat Classification in Single-Lead ECG", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 -24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 339-343. [COBISS.SI-ID 32389415]
 24. Ilin Tolovski, Ana Kostovska, Nikola Simidjievski, Ljupčo Todorovski, Sašo Džeroski, Panče Panov, "Towards reusable process-based models of dynamical systems: a case study in the domain of aquatic ecosystems", V: *MIPRO 2019: 42nd International Convention, May 20 - 24, 2019, Opatija, Croatia*, Proceedings, MIPRO, 2019, 1110-1115. [COBISS.SI-ID 32541991]
 25. Nataša Logar, Tomaž Erjavec, "Slovene academic writing: a corpus approach to lexical analysis", V: *New challenges for research on language for special purposes: selected proceedings from the 21st LSP-Conference, 28 - 30 June 2017, Bergen, Norway*, (Forum für Fachsprachen-Forschung, **154**), Frank & Timme, 2019, 205-217. [COBISS.SI-ID 36552541]
 26. Nina Verdel, Jovan Tanevski, Sašo Džeroski, Boris Majaron, "A machine-learning model for quantitative characterization of human skin using photothermal radiometry and diffuse reflectance spectroscopy", V: *Photonics in Dermatology and Plastic Surgery 2019: January 28, 2017, San Francisco, California*, (Proceedings of SPIE, **10851**), SPIE, 2019, 1085107. [COBISS.SI-ID 32183335]
 27. Andraž Pelicon, Matej Martinc, Petra Kralj Novak, "Embeddia at SemEval-2019 task: detecting hate with neural network and transfer learning approaches", V: *13th Workshops on Semantic Evaluation [collocated with the] 17th Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (NAACL HLT 2019), June 6 -June 7, 2019, Minneapolis, Minnesota, US*, Proceedings, The Association for Computational Linguistics, 2019, 600-6062. [COBISS.SI-ID 32449831]
 28. Martin Žnidaršič, Bernard Ženko, Aljaž Osojnik, Marko Bohanec, Panče Panov, Helena Burger, Zlatko Matjačić, Mojca Debeljak, "Multi-criteria modelling approach for ambient assisted coaching of senior adults", V: *The 11th International joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, IC3K 2019, September 17-19, 2019, Vienna, Austria*, Proceedings, 2: KEOD, SCITEPRESS, 2019, 87-93. [COBISS.SI-ID 2702697]
 29. Kristina Pahor de Maiti, Darja Fišer, Nikola Ljubešič, "How haters write: analysis of nonstandard language in online hate speech", V: *The 7th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities (CMC-Corpora2019), 9-10 September 2019 Cergy-Pontoise University, France*, Proceedings, The Institute of Digital Humanities of Cergy-Pontoise University, 2019, 37-42. [COBISS.SI-ID 70457698]
 30. Jasmin Franz, Darja Fišer, "The lexical inventory of Slovene socially unacceptable discourse on Facebook", V: *The 7th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities (CMC-Corpora2019), 9-10 September 2019 Cergy-Pontoise University, France*, Proceedings, The Institute of Digital Humanities of Cergy-Pontoise University, 2019, 43-47. [COBISS.SI-ID 70457442]
 31. Tome Eftimov, Dragi Kocev, "Performance measures fusion for experimental comparison of methods for multi-label classification", V: *The AAAI 2019 Spring Symposium on Combining Machine Learning with Knowledge Engineering (AAAI-MAKE 2019): Stanford University, Palo Alto, California, USA, March 25-27, 2019*, Proceedings, AAI Press, 2019. [COBISS.SI-ID 32228391]
 32. Jordan Dimitrov, Zlatka Gospodinova, Richard Wheeler, Martin Žnidaršič, Bernard Ženko, Vera Veleva, Nadejda Miteva, "Social activity modelling and multimodal coaching for active aging", V: *PETRA'19, 12th ACM International Conference on Pervasive Technologies related to Assistive Environments, Rhodes, Greece June 05-07, 2019*, Proceedings, ACM, 2019, 608-615. [COBISS.SI-ID 32443943]
 33. Nikola Ljubešič, Kaja Dobrovoljc, "What does neural bring? Analysing improvements in morphosyntactic annotation and lemmatisation of Slovenian, Croatian and Serbian", V: *The 7th Workshop on Balto-Slavic Natural Language Processing, BSNLP'2019, August 2, 2019, Florence, Italy*, Proceedings of the workshop, Association for Computational Linguistics, 2019, 29-34. [COBISS.SI-ID 32617255]
 34. Kaja Dobrovoljc, Tomaž Erjavec, Nikola Ljubešič, "Improving UD processing via satellite resources for morphology", V: *UDW 2019, Third Workshop on Universal Dependencies (UDW, SyntaxFest 2019), 29-30 August, 2019, Paris, France*, Proceedings of the workshop, Association for Computational Linguistics, 2019, 24-34. [COBISS.SI-ID 32743975]
 35. Matej Petković, Luke Lucas, Dragi Kocev, Sašo Džeroski, Redouane Boumghar, Nikola Simidjievski, "Quantifying the effects of gyroless flying of the Mars Express Space craft with machine learning", V: *2019 IEEE International Conference on Space Mission Challenges for Information Technology, SMC-IT 2019*, Proceedings, IEEE, 2019, 9-16. [COBISS.SI-ID 32825383]
 36. Tomaž Erjavec, Jakob Lenardič, Darja Fišer, "Manually PoS tagged corpora in the CLARIN infrastructure", V: *CLARIN Annual Conference 2019*, Proceedings, CLARIN, 2019, 28-31. [COBISS.SI-ID 70463586]
 37. Tanja Batkovič, Andreja Abina, Bojan Cestnik, Aleksander Zidanšek, "Competencies for sustainability and circular economy", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 1025. [COBISS.SI-ID 32795687]
 38. Bojan Cestnik, Tanja Batkovič, Adem Kikaj, Ivan Boškov, Matevž Ogrinc, Maj Smerkol, Aljaž Ostrež, Matej Janežič, Nita Hasani, Boštjan Kaluža, Aleksander Zidanšek, Andreja Abina, "Expert system for decision support in selection of education", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 1052. [COBISS.SI-ID 32795431]
 39. Marko Bohanec, Ivan Vrbanič, Ivica Bašič, Klemen Debelak, Luka Štrubelj, "Conceptual design of a decision support tool for severe accident management in nuclear power plants", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 10. oktober 2019: zvezek A*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 5-8. [COBISS.SI-ID 32843303]

40. Aneta Trajanov, Jaap Schröder, David Wall, Antonio Delgado, Rogier Schulte, Marko Debeljak, "Assessing the nutrient cycling potential in agricultural soils using decision modelling", V: *SOR '19 proceedings*, Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research, 2019, 23-33. [COBISS.SI-ID 32711207]
41. Blaž Škrli, Senja Pollak, "Language comparison via network-topology", V: *Statistical language and speech processing: 7th international conference, SLSP 2019 Ljubljana, Slovenia, October 14-16, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11816**), Springer, 2019, 112-123. [COBISS.SI-ID 32815143]
42. Kristian Miok, Dong Nguyen-Doan, Blaž Škrli, Daniela Zaharie, Marko Robnik Šikonja, "Prediction uncertainty estimation for hate speech classification", V: *Statistical language and speech processing: 7th international conference, SLSP 2019 Ljubljana, Slovenia, October 14-16, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11816**), Springer, 2019, 286-298. [COBISS.SI-ID 1538407619]
43. Blaž Škrli, Andraž Repar, Senja Pollak, "RaKUN: rank-based keyword extraction via unsupervised learning and meta vertex aggregation", V: *Statistical language and speech processing: 7th international conference, SLSP 2019 Ljubljana, Slovenia, October 14-16, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11816**), Springer, 2019, 311-323. [COBISS.SI-ID 32898343]
44. Nikola Ljubešić, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "The FRENK datasets of socially unacceptable discourse in Slovene and English", V: *Text, speech, and dialogue: 22nd International Conference, TSD 2019, Ljubljana, Slovenia, September 11-13, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11697**), Springer, 2019, 103-114. [COBISS.SI-ID 70514274]
45. Nikola Ljubešić, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "KAS-term: extracting Slovene terms from doctoral theses via supervised machine learning", V: *Text, speech, and dialogue: 22nd International Conference, TSD 2019, Ljubljana, Slovenia, September 11-13, 2019*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11697**), Springer, 2019, 115-126. [COBISS.SI-ID 70514786]
46. Miha Hafner, David Rajšter, Marko Žibert, Tea Tušar, Bernard Ženko, Martin Znidaršič, Flavio Fuat, Daniel Vladušič, "Artificial intelligence support for tunnel design in urban areas", V: *Tunnels and underground cities. Engineering and innovation meet archaeology, architecture and art: the WTC 2019 ITA-AITES World Tunnel Congress (WTC 2019), May 3-9, 2019, Naples, Italy*, Proceedings, CRCPress, 2019. [COBISS.SI-ID 33018663]
47. Miha Hafner, David Rajšter, Marko Žibert, Ulrich Zorin, Bernard Ženko, Tea Tušar, "New optimization and decision support technologies in tunnel design, operation and traffic management", V: *12. mednarodna konferenca o predorih in podzemnih objektih, 21.-22. november 2019, Ljubljana*, Zbornik referatov, Slovensko društvo za podzemne gradnje, 2019, 37-49. [COBISS.SI-ID 33002791]
48. Anka Supej, Marko Plahuta, Matthew Pulver, Michael Matthioudakis, Senja Pollak, "Gender, language, and society: word embeddings as a reflection of social inequalities in linguistic corpora", V: *Znanost in družbe prihodnosti, Slovensko sociološko srečanje, Bled, 18.-19. oktober 2019*, Slovensko sociološko društvo, 2019, 75-83. [COBISS.SI-ID 32925223]
49. Ana Zwitter Vitez, Senja Pollak, "Profiliranje avtorjev besedil: viri, metode in uporaba na področju humanistike in družboslovja", V: *Znanost in družbe prihodnosti, Slovensko sociološko srečanje, Bled, 18.-19. oktober 2019*, Slovensko sociološko društvo, 2019, 168-171. [COBISS.SI-ID 1541695428]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Damjan Popič, Darja Fišer, Teja Kavčič, "Attitudes towards language in Slovenian Twitterese", V: *Building computer-mediated communication corpora for sociolinguistic analysis*, (Collection Cahiers du Laboratoire de Recherche sur le Langage, **8**), Presses Universitaires Blaise-Pascal, 2019, 177-197. [COBISS.SI-ID 69900130]
2. Nada Lavrač, Matjaž Juršič, Borut Sluban, Matic Perovšek, Senja Pollak, Tanja Urbančič, Bojan Cestnik, "Bisociative knowledge discovery for cross-domain literature mining", V: *Computational creativity: the philosophy and engineering of autonomously creative systems*, (Computational synthesis and creative systems), Springer, 2019, 121-139. [COBISS.SI-ID 32569639]
3. Borut Sluban, Jasmina Smailović, Miha Grčar, Igor Mozetič, "Multilevel news networks", V: *Multiplex and multilevel networks*, Oxford University Press, 2019, 116-137. [COBISS.SI-ID 32024871]
4. Petra Kralj Novak, Jasmina Smailović, Borut Sluban, Igor Mozetič, "Emoji sentiment ranking 1.0", V: *Tour de CLARIN: volume two*, CLARIN, 2019, 81-83. [COBISS.SI-ID 33025319]
5. Marcis Pinnis, Nikola Ljubešić, Dan Ștefănescu, Inguna Skadina, Marko Tadić, Tatjana Gornostaja, Špela Vintar, Darja Fišer, "Extracting data from comparable corpora", V: *Using comparable corpora for under-resourced areas of machine translation*, (Theory and applications of natural language processing), Springer, 2019, 89-139. [COBISS.SI-ID 32784167]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK Z RECENZIJO

1. Bojan Cestnik, Hubert Fröhlich, *Informatika za podjetnike*, Ljubljana: GEA College - Fakulteta za podjetništvo, 2019. [COBISS.SI-ID 303219456]

PATENTNA PRIJAVA

1. Jihed Khiari, Luis Moreira-Matias, Sašo Džeroski, Bernard Ženko, *Method and system for model integration in ensemble learning*, US2019303795 (A1), US Patent Office, 03. 10. 2019. [COBISS.SI-ID 31853095]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Martin Breskvar, *Ansambli dreves in pravil za večciljno napovedovanje z naključno izbranimi izhodnimi podprostori*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Sašo Džeroski; somentor Dragi Kocev). [COBISS.SI-ID 32324647].
2. Marco Faggian, *Nerešeni problemi neravnovesne statistične fizike*: doktorska disertacija, Novo Mesto, 2019 (mentor Francesco Ginelli; somentor Zoran Levnjajič). [COBISS.SI-ID 2048583955]
3. Marc Grau Leguia, *Avtomatska rekonstrukcija kompleksnih dinamičnih omrežij*: doktorska disertacija, Novo Mesto, 2019 (mentorja Zoran Levnjajič, Ralph Gregor Andrzejak; somentor Bernard Ženko). [COBISS.SI-ID 2048577811]
4. Jernej Jevšenak, *Nelinearno modeliranje povezav med lesnimi branikami in okoljem*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Tomislav Levanič; somentor Sašo Džeroski). [COBISS.SI-ID 930167]

Odsek za inteligentne sisteme se ukvarja z razvojem novih metod in tehnik inteligentnih računalniških sistemov ter z njihovo uporabo na področjih informacijske družbe, računalništva in informatike ter omrežnih komunikacijskih sistemov. Najpomembnejša področja raziskav in razvoja so ambientalna inteligenca, računska inteligenca, agenti in večagentni sistemi, govorne in jezikovne tehnologije, elektronsko in mobilno zdravje ter pametna mesta. Odsek tesno sodeluje s Fakulteto za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani pri skupnem raziskovalnem programu Umetna inteligenca in inteligentni sistemi. Odsek je močno vpet tudi v sodelovanje z industrijo, kjer pomembno prispeva k vključevanju inteligentnih sistemov v proizvode in storitve.



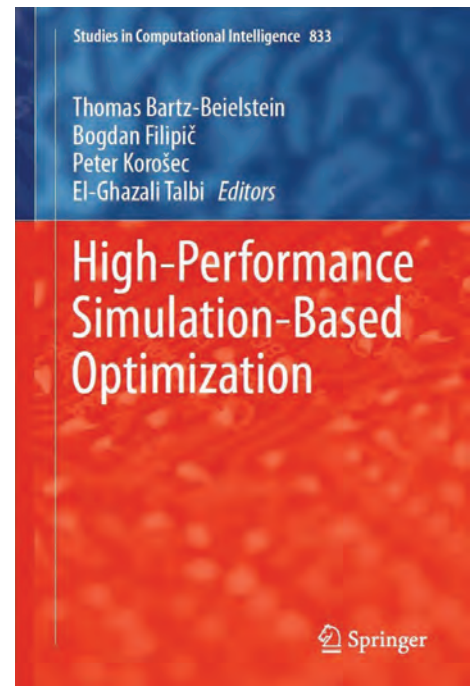
Vodja:

prof. dr. Matjaž Gams

Inteligentni sistemi s svojimi možnostmi zaznavanja, učenja, sklepanja, ukrepanja in interakcije z uporabniki posnemajo naravno inteligenco. Za to uporabljajo zapletene mehanizme, implementirane v obliki računalniških programov na čedalje zmogljivejši strojni opremi. Področje je nekoliko širše kot umetna inteligenca, obe pa izredno hitro napredujeta tako po svetu kot doma in omogočata razvoj informacijske družbe.

Ambientalna inteligenca je raziskovalno področje, ki vnaša tehnologijo v človekovo okolje na prijazen in za uporabnika nezahteven način. Glavna tema, kjer odsek uporablja metode ambientalne inteligence, je zdravje. Končali smo projekt Obzorja 2020 **HeartMan**, kjer smo razvili aplikacijo za obvladovanje srčnega popuščanja. Klinični preizkus je pokazal, da aplikacija bolnikom pomaga tako fizično kot psihološko. Cilj projekta Obzorja 2020 **CrowdHealth** je iskanje zakonitosti v zdravstvenih podatkih za pripravo boljših javnozdravstvenih politik. V sodelovanju s Fakulteto za šport Univerze v Ljubljani smo po podatkih s športnovzgojnega kartona razvili zelo točno metodo za napovedovanje telesnih lastnosti in sposobnosti ter zdravstvenega tveganja šolarjev. V projektu Obzorja 2020 **WellCo** nastaja računalniški svetovalec o zdravju in dobrem počutju za starejše uporabnike. Razvili smo metode za spremljanje prehranjevanja s senzorji v pametni uri in vprašalniki. Poleg tega iz govora prepoznavamo čustva uporabnikov, s čimer bomo svetovalcu pomagali pri komunikaciji z uporabniki. S projektom Obzorja 2020 **Insension** bomo ljudem s hudimi motnjami v duševnem razvoju pomagali uporabljati digitalne storitve. Razvili smo metodo za spremljanje srčnega utripa s kamero ter metode za sklepanje o duševnem stanju in željah uporabnikov iz raznolikih informacij o njih in njihovem okolju. V flamsko-slovenskem projektu **STRAW**, katerega cilj je razviti prepoznavanje stresa iz fizioloških signalov in raziskati dejavnike stresa na delovnem mestu, smo končali priprave za zbiranje podatkov. Začeli smo tudi projekt programa AAL **CoachMyLife**, v katerem bomo starostnikom, ki jim peša spomin, pomagali pri vsakdanjih opravilih. V okviru **doktorskih raziskav** smo razvili metodo, ki zna inteligentno prilagajati delovanje senzorjev, tako da je poraba energije čim manjša, hkrati pa kakovost rezultatov, ki jih s senzorji dobimo, čim manj trpi. Drug doktorski študent pa se ukvarja z naprednimi metodami strojnega učenja pri problemih čustvenega računalništva. Poleg tega smo bili uspešni na **tekmovanjih** v prepoznavanju aktivnosti s senzorji: drugo leto zapored smo zmagali na Sussex-Huawei Locomotion Recognition Challenge, skupaj s severnomakedonskimi sodelavci pa tudi na Challenge UP in Emteq Activity Recognition Challenge. Zaradi teh uspehov smo bili deležni nagrade konference informacijska družba za tekoče delo, sorodni lanski pa so nam prisluzili priznanje ARRS odlični v znanosti.

Računska inteligenca preučuje stohastične metode preiskovanja, optimiziranja in učenja, ki se z gledujejo po bioloških in fizikalnih sistemih. Poudarek raziskav na tem področju na Odseku za inteligentne sisteme je na evlucijskem računanju in optimizaciji. Preučujemo evlucijske algoritme za večkriterijsko optimizacijo, njihove pohitritve z vzporednim računanjem in nadomestnimi modeli, vizualizacijo njihovih rezultatov, metodologijo primerjave algoritmov ter njihovo uporabnost v znanosti in tehniki. Leta 2019 smo končali projekt **SYNERGY** iz programa Obzorja 2020 Twinning, namenjen krepitevi naših raziskovalnih in inovacijskih zmognosti na področjih paralelizacije, uporabe nadomestnih modelov in kombiniranja obeh tehnik v večkriterijski



Slika 1: Pri založbi Springer je izšla znanstvena monografija *High-Performance Simulation-Based Optimization*, ki je rezultat projekta Obzorja 2020 **SYNERGY**.

Trikrat smo zmagali na mednarodnih tekmovanjih v prepoznavanju aktivnosti s senzorji, s čimer smo si prisluzili nagrado konference informacijska družba za tekoče delo, zaradi tovrstnih uspehov prejšnjega leta pa smo prejeli priznanje ARRS odlični v znanosti.



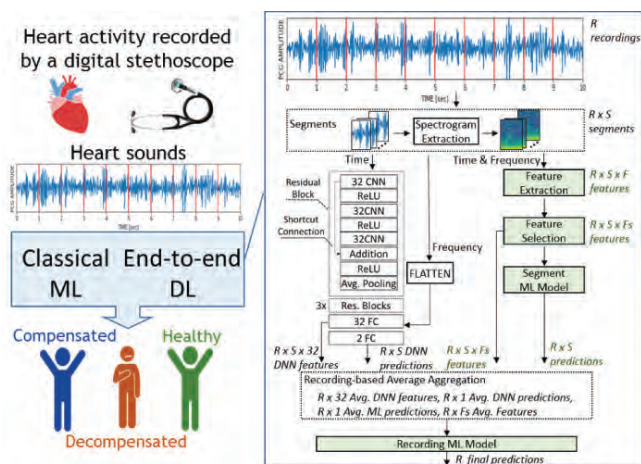
Slika 2: Izvajamo projekt z razpisa Key Enabling Technologies for Clean Production (KET4CP), namenjen izboljšavam načrtovanja proizvodnje individualiziranih orodij za tlačno litje.

Razvijamo računalniški sistem za razporejanje prilagodljivih ponudb za proizvodnjo in porabo električne energije, ki bo prispeval k zmanjšanju neujemanja med razpoložljivo in zahtevano električno energijo.

optimizaciji. Projekt smo izvajali trije partnerji s komplementarnimi znanji: Institut "Jožef Stefan", Univerza v Lillu in Tehniška univerza v Kölnu. Eden od ključnih znanstvenih dosežkov projekta je objava naše monografije High-Performance Simulation-Based Optimization pri založbi Springer, znanje in rešitve, ki so rezultat projekta, pa smo posredovali tako akademskim kot industrijskim ustanovam, posebej tistim, ki sodelujejo v slovenski Strategiji pametne specializacije. Končali smo tudi temeljni podoktorski projekt Vključevanje realnih problemov v primerjavo večkriterijskih optimizacijskih algoritmov, v okviru katerega smo razvili šest zbirke testnih problemov, sestavljenih iz mešanih celoštevilskih problemov in realnih problemov optimizacije iger. Zbirke smo vključili v prostokodno platformo COCO (Comparing Continuous Optimizers) za primerjavo optimizacijskih algoritmov. Prenos naših znanj in metod k industrijskim končnim uporabnikom poteka v okviru več aplikativnih projektov. Razvijamo računalniški sistem za razporejanje prilagodljivih ponudb za proizvodnjo in porabo električne energije, ki bo prispeval k zmanjšanju neujemanja med razpoložljivo in zahtevano električno energijo, v katerem kot optimizacijsko metodologijo uporabljamo mešano celoštevilsko linearno programiranje. Ukvarjamo se z večkriterijsko optimizacijo za transparentno načrtovanje predorov, kjer uporabljamo klotoide in večkriterijske evoliucijske algoritme za iskanje tras predorov, ki zadoščajo raznolikim kriterijem, kot so minimalni stroški, najboljše tehnične lastnosti in minimalni vplivi na okolje. Smo tudi soizvajalci dveh projektov za mala proizvodna podjetja v okviru razpisa Key Enabling Technologies for Clean Production (KET4CP), od katerih eden obravnava izboljšave načrtovanja proizvodnje orodij za tlačno litje, drugi

pa nadzor kakovosti brizganih plastičnih izdelkov s strojnimi vidom.

Na področju agentih in večagentih sistemov so glavna raziskovalna področja usmerjena v razvoj inteligentnih avtonomnih sistemov za upravljanje pametnih mest in pametnih domov ter inteligentnih sistemov za podporo v zdravstvu in turizmu. V programu pametne specializacije Slovenije EkoSMART smo končali projekt s področja pametnih mest in skupnosti, kjer smo razvili ekosistem pametnega mesta, ki omogoča integracijo različnih področij v enovit in povezan sistem. V okviru programa smo kot vodilni partner tudi uspešno končali projekt Elektronsko in mobilno zdravstvo (EMZ). Tu smo razvili več novih in inovativnih naprav ter rešitev za podporo starejšim in kroničnim bolnikom na domu, kjer smo med drugim razvili tudi pametno uro za starejše. Na programu pametne specializacije IQDOM na področju pametnih zgradb in domov smo razvili sistem inteligentne hišne avtomatizacije. Z uporabo naprednih metod strojnega učenja smo zgradili modele navad uporabnikov in profilov porabe posamezne bivalne enote, kar je bil ključni del pri razviti strategiji upravljanja hiše, ki uporabnikom prinašajo večje udobje in hkrati omogočajo nižanje stroškov. Podobne pristope smo uporabili tudi pri razvoju inteligentnih toplotnih črpalk, kjer se inteligentni nadzornik uči vedenja uporabnikov in nato segreva skoraj vedno le s poceni električno energijo, hkrati pa za dneve z manjšo potrošnjo zniža temperaturo vode v kotlu. V okviru projekta Interreg AS-IT-IC smo razvili integracijsko turistično platformo, ki omogoča čezmejno izmenjavo turistov ter načrtovanje ogledov in vzpostavitev učinkovite storitve za komunikacijo med turisti in turističnimi delavci. Platforma omogoča uporabnikom komunikacijo s sistemom v naravnem jeziku in sestavljanje personaliziranih ogledov na podlagi iskanih konceptov ter preferenc uporabnika. V okviru InnoStars evropskega projekta HomeCare2020 smo nadgradili obstoječo zapestnico za starejše podjetja Eurotronik. IJS je poskrbel za nadgradnjo obstoječih algoritmov za detekcijo padcev in sistem nadgradil z dodatnimi funkcijami (prepoznavanje mirovanja, opozorilo, če zapestnica ni nošena, prepoznavanje nenavadnih aktivnosti), ki so jih omogočili novi senzori. Začeli smo tudi z ERA PerMed evropskim projektom BATMAN, kjer je tema raziskava bolezni Acne Inversa in podpora bolnikom z njo. IJS v sklopu projekta razvija podporne sisteme za zbiranje in prikaz



Combination of classical feature-based machine learning and end-to-end deep learning for detection of CHF from heart sounds. The method's accuracy is 93% (on 947 subjects from seven datasets), the 7% misclassification is relatively close to the percentage of recordings labeled as "Unknown" by experts (10%).

Slika 3: Shema prikazuje kombinacijo klasičnega strojnega učenja z značilkami in globokega učenja za detekcijo srčnega popuščanja iz zvoka srca. Natančnost metode glede na podatke iz sedmih podatkovnih množic (947 oseb) je bila 93-odstotna. Objavljeno kot: Machine learning and end-to-end deep learning for the detection of chronic heart failure from heart sounds.

podatkov. V končni fazi bomo s pomočjo strojnega učenja analizirali med projektom pridobljene rezultate. V okviru projekta ROBKONCEL smo v sodelovanju z Gorenjem in Uniorjem začeli razvijati inteligentni sistem za celovito kontrolo kakovosti v proizvodnji z rekonfigurabilno robotsko kontrolno celico ter inteligentnim sistemom za nadzor procesov. Začeli smo tudi delo na dveh tržnih projektih. Za podjetje Comland bomo pomagali razviti inteligentni sistem za upravljanje aplikacije v naravnem jeziku, za podjetje NiceLabel pa bomo razvili sistem za inteligentno razvrščanje spletne pošte, ki mu bo glede na vsebino uspelo ugotoviti področje in v naslednjih fazah tudi pomagati pri odgovarjanju.

Na področju govornih in jezikovnih tehnologij se ukvarjamo s sintezo slovenskega govora, pomensko analizo besedila in odgovarjanjem na vprašanja. V sodelovanju s podjetjema Alpineon in Amebis smo razvili nov kakovosten sintetizator slovenskega govora eBralec (<http://ebralec.si/>). Tako razumljivost kot naravnost umetno generiranega govora sta se izredno izboljšali. Programski paket ima že nekaj tisoč naročnikov in je nepogrešljiv pripomoček slepih in slabovidnih («uradni» sintetizator govora Zveze društev slepih in slabovidnih Slovenije) ter oseb z motnjami branja (društvo Bravo). Zanje je brezplačen in ga lahko naročijo v Knjižnici slepih in slabovidnih (<http://www.kss-ess.si/ebralec-sintetizator-govora-slovenskega-jezika/>). eBralec je med drugim vgrajen v aplikacijo DarsPromet+ za potrebe varnega podajanja prometnih informacij, strežniško različico sistema eBralec pa od leta 2017 uporablja tudi Narodna in univerzitetna knjižnica (NUK). Sodelujemo pri projektu CityVOICE: Govorne tehnologije z naprednimi jezikovnimi viri, v okviru katerega se gradi nova govorna zbirka za potrebe sinteze slovenskega govora, in pri projektu AudiBook: Education accessibility through a digital audio library for the blind and visually-impaired.

Od 7. do 11. oktobra 2019 je na Institutu "Jožef Stefan" potekala 22. mednarodna multikonferenca Informacijska družba – IS 2019 (is.ijs.si). Sestavljalo jo je 12 samostojnih konferenc, na katerih so udeleženci predstavili skupaj 200 referatov. Na multikonferenci so bila podeljena štiri priznanja: nagrado za življenjsko delo (priznanje Donald Michie in Alan Turing) je prejel prof. dr. Marjan Mernik, za tekoče dosežke na področju informacijske družbe jo je dobil Odsek za inteligentne sisteme E9 IJS, podeljeni pa sta bili tudi informacijska jagoda in limona za najboljšo (Veš, kaj ješ?) in najslabšo javno storitev informacijske družbe (e-Zdravje).

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Dovgan, E., Gams, M., Filipič, B., A real-time multiobjective optimization algorithm for discovering driving strategies, *Transportation Science*, 2019, 53, 3, 695–707
2. Gams, M., Gu, I. Y. H., Härmä, A., Muñoz, A., & Tam, V., Artificial intelligence and ambient intelligence, *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2019, 11, 1, 71–86
3. Gradišek, A., van Midden, M., Koterle, M., Prezelj, V., Strle, D., Štefane, B., Brodnik, H., Trifkovič, M., Kvasič, I., Zupanič, E., Muševič, I., Improving the Chemical Selectivity of an Electronic Nose to TNT, DNT and RDX Using Machine Learning, *Sensors*, 2019, 19, 5207
4. Janko, V., Gjoreski, M., Slapničar, G., Mlakar, M., Reščič, N., Bizjak, J. ... & Luštrek, M., Winning the Sussex-Huawei locomotion-transportation recognition challenge, *Human Activity Sensing*, Springer, 2019, 233–250
5. Slapničar, G., Mlakar, N., Luštrek, M., Blood pressure estimation from photoplethysmogram using a spectrotemporal deep neural network, *Sensors*, 2019, 19, 15, 3420–1–3420–17

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Delavnica BBOB (Blackbox Optimization Benchmarking) na konferenci Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2019, Praga, Češka, 13. 7. 2019



Slika 4: Sodelovanje med IJS in Fraunhofer Institute for Integrated Circuits, kjer se je uporabljalo strojno učenje za spremljanje pozornosti voznikov z uporabo fizioloških in vizualnih podatkov.



Slika 5: Prispevek avtorjev Matjaža Gamsa, Irene Yu-Hua Gu, Akija Härmä, Andrésa Muñoz in Vincenta Tama z naslovom *Artificial intelligence and ambient intelligence*, objavljen v *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments (JAISE)*, je bil v tej znanstveni reviji med tremi najbolj citiranimi in branimi v letu 2019.

Članek Artificial intelligence and ambient intelligence, ki smo ga objavili v Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, je bil med tremi najbolj branimi in citiranimi med članki te revije v letu 2019.

2. Delavnica GBEA (Game-Benchmark for Evolutionary Algorithms) na konferenci Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2019, Praga, Češka, 14. 7. 2019
3. Srečanje GECCO Job Market na konferenci Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2019, Praga, Češka, 15. 7. 2019
4. Sekcija Evolutionary Computation in Practice (ECiP) na konferenci Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2019, Praga, Češka, 15. 7. 2019
5. 34. slovenska delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, AVN, Boč, 13. 9. 2019
6. 22. Mednarodna multikonferenca Informacijska družba, IS 2019, Ljubljana, 7.-11. 10. 2019, samostojne konference:
 - 6. študentska računalniška konferenca
 - Etika in stroka
 - Interakcija človek računalnik v informacijski družbi
 - Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča
 - Kognitivna znanost
 - Kognitronika
 - Ljudje in okolje
 - Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij
 - Robotika
 - Slovenska konferenca o umetni inteligenci
 - Srednjeevropska konferenca o uporabnih in teoretičnih računalniških znanostih
 - Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi
7. 35. slovenska delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, AVN, Ljubljana, 29. 11. 2019
8. Delavnica Machine Learning for the Diagnosis and Treatment of Affective Disorders (ML4AD), ACII 2019, 3. 9. 2019, Cambridge, Anglija

Patent

1. Tomaž Kompara, Igor Gornik, Peter Vrtič, Rene Markovič, Miha Mlakar, Matjaž Gams, Danijel Jankovec, Jože Dermol, Sistem za krmiljenje pametnega doma z uporabo umetne inteligence, SI 25667 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 12. 2019

Nagrade in priznanja

1. Vito Janko, Martin Gjoreski, Nina Reščič, Carlo Maria de Masi, Matjaž Gams, Mitja Luštrek: SHL Challenge – Sussex-Huawei Locomotion and Transportation Recognition Challenge, 1st Place Award; UbiComp 2019, London
2. Hristijan Gjoreski, Simon Stankoski, Ivana Kiprijanovska, Anastasija Nikolovska, Natasha Mladenovska, Marija Trajanoska, Bojana Velichkovska, Martin Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams: Challenge Up: Multimodal Fall Detection, 1st Place Award; International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) 2019
3. Hristijan Gjoreski, Simon Stankoski, Ivana Kiprijanovska, Stefan Kalabakov, Martin Gjoreski: Emteq Activity recognition challenge. 1st Place Award; UbiComp 2019, London
4. Božidara Cvetković, Robert Szeklicki, Vito Janko, Przemyslaw Lutomski, Mitja Luštrek: Odlični v znanosti; Ljubljana; Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije; prepoznavanje človekovih aktivnosti s senzorji
5. Marko Katrašnik, Junoš Lukan, Mitja Luštrek, Vitomir Štruc: Nagrada za najboljši referat, Ljubljana, Programski in organizacijski odbor Slovenske konference o umetni inteligenci 2019 (Mednarodna multikonferenca Informacijska družba), Razvoj postopka diarizacije govorcev z algoritmi strojnega učenja
6. Sodelavci E9: Nagrada za tekoče dosežke na področju informacijske družbe; Ljubljana; programski in organizacijski odbor multikonference Informacijska družba 2019; nedavni uspehi na znanstvenih tekmovanjih

MEDNARODNI PROJEKTI

- ERASMUS+; Audio Library for Visually Impaired; Dostopnost do izobraževanja s pomočjo digitalne zvočne knjižnice za slepe in slabovidne
European Commission
dr. Tomaž Šef
- CardioRNA - Spodbujanje raziskav transkriptomike v povezavi s srčno-žilnimi boleznimi
COST Association AISBL
dr. Mitja Luštrek
- H2020 - CrowdHEALTH; Modrost množice kot gonilo javnozdravstvene politike
European Commission
dr. Mitja Luštrek
- H2020 - INSESSION; Personalizirana inteligentna platforma, ki posameznikom z najtežjimi in mnogoterimi učnimi težavami omogoča interakcijo z digitalnimi storitvami
European Commission
dr. Mitja Luštrek
- H2020 - WellCo; Navidezni svetovalec za dobro počutje in zdravje
European Commission
dr. Mitja Luštrek
- H2020 - HeartMan; Osebn sistem za podporo odločanju bolnikov s srčnim popuščanjem - Srčnik
European Commission
dr. Mitja Luštrek
- H2020 - SYNERGY; Sinergija za pametno večkriterijsko optimizacijo
European Commission
prof. dr. Bogdan Filipič
- Razvoj metod umetne inteligence za ugotavljanje afektnega stanja z neobtruzivnimi senzorji
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Matjaž Gams

PROGRAM

- Umetna inteligenca in inteligentni sistemi
prof. dr. Matjaž Gams

PROJEKTI

- Ugotavljanje virov in kontesta dnevnega stresa na delovnem mestu: celostno modeliranje na podlagi stalnega zaznavanja z nosljivimi napravami in drugo tehnologijo
dr. Mitja Luštrek
- IQ DOM: Inteligentni na lesu in naprednih napravah temelječi dom nove generacije
prof. dr. Matjaž Gams
- EkoSmart: Eko Sistem Pametnega Mesta
prof. dr. Matjaž Gams
- F4F: Funkcionalna živila prihodnosti
dr. Mitja Luštrek
- AS-IT-IC: Avstrijsko-Slovenski Inteligentni Turistično Informacijski Center
prof. dr. Matjaž Gams
- CoachMyLife; OrganizirajMojeŽivljenje
dr. Mitja Luštrek
22. mednarodna multikonferenca Informacijska družba 2019, IS 2019, Ljubljana, Slovenija, 7. 10. 2019-11. 10. 2019
prof. dr. Matjaž Gams
- BATMAN: Biomolekularne analize za personalizirano
prof. dr. Matjaž Gams

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

- Večkriterijska optimizacija za transparentno načrtovanje predorov
XLAB, d. o. o.
dr. Tea Tušar
- Razvoj rekonfigurabilne robotske celice za končno kontrolo izdelka Gorenje gospodinjski aparati, d. d.
prof. dr. Matjaž Gams
- Nadzor kakovosti brizganih plastičnih izdelkov s strojnim vidom
MPT, d. o. o.
prof. dr. Bogdan Filipič
- Izboljšano načrtovanje proizvodnih procesov za individualizirana orodja
PLAMTEX INT., trgovina in proizvodnja, d. o. o.
prof. dr. Bogdan Filipič
- Mightyields z glasovnim upravljanjem - MFVoice
COMLAND, d. o. o.
dr. Aleš Tavčar
- NiceLabel virtual assistant - Razvoj programske oprme z uporabo metod umetne inteligence in intelektualne lastnine IJS
Euro Plus, d. o. o.
dr. Miha Mlakar

OBISKI

- prof. dr. Boris Naujoks, Beate Breiderhoff, Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija, 17.-18. 1. 2019
- prof. dr. El-Ghazali Talbi, prof. dr. Nouredine Melab, Univeristy of Lille, Lille, Francija, 17.-18. 1. 2019
- prof. dr. Yoshiaki Ichikawa, dr. Norihiko Moriwaki, Masaaki Ito, Hitachi, Tokio, Japonska, 7. 2. 2019
- Pia Ana Čuk, University of Tübingen, Tübingen, Nemčija, 1. 3.-30. 6. 2019
- Jörg Aschenbrenner, AVL Software and Functions, Regensburg, Nemčija, 2.-3. 4. 2019
- dr. Heiko Borchert, CSET, Dunaj, Avstrija, 2.-3. 4. 2019
- Paul Elberg, Milrem, Tallin, Estonija, 2.-3. 4. 2019
- dr. Andreas Fognini, Single Quantum, Delft, Nizozemska, 2.-3. 4. 2019
- Christian Müller, Hirtenberger Defence Systems, Hirtenberg, Avstrija, 2.-3. 4. 2019
- dr. Bernhard Peischl, AVL List GmbH, Gradec, Avstrija, 2.-3. 4. 2019
- Roland Pittracher, Hirtenberger Defence Systems, Hirtenberg, Avstrija, 2.-3. 4. 2019
- Johannes Sequard-Base, Ballistix Academy, Rittschen, Avstrija, 2.-3. 4. 2019
- dr. Aslak Silijander, VTT Research, Espoo, Finska, 2.-3. 4. 2019
- Martin Simon, DefSecIntel, Talin, Estonija, 2.-3. 4. 2019
- prof. dr. Gerhard Skoff, AVL List GmbH, Gradec, Avstrija, 2.-3. 4. 2019
- Ahto Truu, Guardtime, Talin, Estonija, 2.-3. 4. 2019
- Menso van Sijll, NRL, Schiphol, Nizozemska, 2.-3. 4. 2019
- Tomi Viitanen, VTT Research, Espoo, Finska, 2.-3. 4. 2019
- Sébastien Leonce, University of Paris Sud, Pariz, Francija, 29. 4.-5. 7. 2019
- Didlan Laurent, University of Paris Sud, Pariz, Francija, 29. 4.-5. 7. 2019
- Florentin Michel, University of Paris Sud, Pariz, Francija, 29. 4.-5. 7. 2019
- dr. Anne Auger, dr. Dimo Brockhoff, INRIA, Palaiseau, Francija, 23. 4.-3. 5. 2019
- Aidan Michael White, Bowling Green State University, Ohio, ZDA, 21. 5.-30. 8. 2019
- prof. dr. Sergio Crovella, IRCCS, Trst, Italija, 30. 5. 2019 in 13. 9. 2019
- dr. Paola Maura Tricarico, IRCCS, Trst, Italija, 30. 5. 2019 in 13. 9. 2019

- dr. Octavian Machidon, Department of Electronics and Computers, Transilvania University of Brasov, Brašov, Romunija, 1. 7.-20. 7. 2019 in 15. 10.- 23. 10. 2019
- Rossella Gratton, IRCCS, Trst, Italija, 13. 9. 2019
- Luisa Zupin, IRCCS, Trst, Italija, 13. 9. 2019
- prof. dr. Michele Boniotto, Université Paris Est-Créteil, Pariz, Francija, 13. 9. 2019
- Cecile Nait-Meddour, Université Paris Est-Créteil, Pariz, Francija, 13. 9. 2019
- prof. dr. Esther von Stebut-Borschitz, Institute Klinik für Dermatologie und Venerologie, Köln, Nemčija, 13. 9. 2019
- prof. dr. Matthias Schmutz, Medical University Innsbruck, Innsbruck, Avstrija, 13. 9. 2019
- prof. dr. Vincent Flacher, CNRS, Strasbourg, Francija, 13. 9. 2019
- Chiara Moltrasio, Fondazione IRCCS Ca' Granda - Ospedale Maggiore Policlinico, Milano, Italija, 13. 9. 2019
- Alexander Tietz, University of Rostock, Institute for Biostatistics and Informatics in Medicine and Ageing Research, Rostock, Nemčija, 15. 9.-1. 10. in 12. 10.-26. 10. 2019
- Peter Wappler, Hahn-Schickard, Stuttgart, Nemčija, 15. 10. 2019
- prof. dr. Akira Oyama, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Sagamihara, Japonska, 20.-22. 11. 2019
- dr. Carlos Kavka, dr. Mariapia Marchi, ESTECO, Trst, Italija, 21.-22. 11. 2019
- prof. dr. Boris Naujoks, Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija, 21.-22. 11. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- Tine Kolenik, mag. kog. zn.: Trends, Research Directions and State-of-the-Art of Intelligent Cognitive Assistants (ICAs), 28. 1. 2019
- Tine Kolenik, mag. kog. zn.: TCAV Method for Explainable Artificial Intelligence (XAI), 4. 2. 2019
- Jani Bizjak, mag. inž. rač. mat: Battery Optimization for a Wearable Safety Device, 26. 9. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Andrejaana Andova, sestanek akcije COST CardioRNA, Lizbona, Portugalska, 13.–15. 2. 2019
- Andrejaana Andova, Jani Bizjak, Matej Cigale, Carlo Maria De Masi, Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Matjaž Gams, Martin Gjoreski, David Golob, Anton Gradišek, Vito Janko, Tine Kolenik, Junoš Lukan, Mitja Luštrek, Miha Mlakar, Nina Reščič, Gašper Slapničar, Tomaž Šef, Aleš Tavčar, Tea Tušar, Jakob Valič, Aljoša Vodopija, Jernej Zupančič, Slovenska konferenca o umetni inteligenci, 22. mednarodna multikonferenca Informacijska družba, IS 2019, Ljubljana, 7.–11. 10. 2019 (23)
- Andrejaana Andova, konferenca SLS, Ljubljana, 14.–16. 10. 2019 (1)
- Andrejaana Andova, konferenca Interspeech, Gradec, Avstrija, 15.–19. 9. 2019
- Jani Bizjak, poletna šola o globokih nevronskih mrežah, Varšava, Poljska, 22.–26. 7. 2019
- Jani Bizjak, EIT health matchmaking, Pariz, Francija, 3.–4. 12. 2019
- Matej Cigale, konferenca Aml 2019, Rim, Italija, 13.–15. 11. 2019 (1)
- Matej Cigale, Erik Dovgan, sestanek projekta INSENSION, Poznan, Poljska, 17.–21. 2. 2019
- Carlo Maria De Masi, Mitja Luštrek, sestanek projekta CoachMyLife, Ženeva, Švica, 11.–12. 7. 2019
- Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Aljoša Vodopija, zaključni sestanek projekta SYNERGY, Ljubljana, 17.–18. 1. 2019
- Erik Dovgan, Bogdan Filipič, udeležba na srečanju City as a Lab Summit 2019, Ljubljana, 3.–5. 4. 2019
- Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Tea Tušar, Aljoša Vodopija, Jernej Zupančič, 34. slovenska delavnica Algoritmni po vzorih iz narave, AVN, Boč, 13. 9. 2019 (2)
- Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Mitja Luštrek, udeležba na ICT Proposers' Day 2019, Helsinki, Finska, 19.–20. 9. 2019
- Erik Dovgan, Bogdan Filipič, uvodni sestanek projekta KET4CP Plamtext, Komenda, 15. 10. 2019
- Erik Dovgan, 22. mednarodna konferenca Discovery Science, DS 2019, Split, Hrvaška, 27.–30. 10. 2019 (1)
- Bogdan Filipič, Workshop on Tools and Developments for Widening NCPs, Bratislava, Slovaška, 20.–21. 3. 2019
- Bogdan Filipič, Aljoša Vodopija, 2nd International Workshop on Computational Intelligence for Massive Optimization, CIMO 2019, Lille, Francija, 11.–12. 7. 2019 (2)
- Bogdan Filipič, Tea Tušar, Aljoša Vodopija, Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2019, Praga, Češka, 13.–17. 7. 2019 (6)
- Bogdan Filipič, obisk na University of Oulu, Oulu, Finska, 17.–18. 9. 2019 (1)
- Bogdan Filipič, Aljoša Vodopija, 5th Optimization in Space Engineering Workshop, OSE5, Ljubljana, 21.–22. 11. 2019 (1)
- Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jakob Valič, Aljoša Vodopija, 35. slovenska delavnica Algoritmni po vzorih iz narave, AVN, Ljubljana, 29. 11. 2019 (2)
- Matjaž Gams, udeležba na R&T Directors Meetings in Vienna (PADR 2019 project proposals), Dunaj, Avstrija, 8.–9. 5. 2019
- Matjaž Gams, Anton Gradišek, Vito Janko, udeležba na konferenci Intelligent environments 2019, Rabat, Maroko, 24.–27. 6. 2019 (2)
- Matjaž Gams, udeležba na konferenci IJCAI 2019, Macao, Kitajska, 10.–16. 8. 2019
- Matjaž Gams, vabljen predavanje in udeležba na konferenci International scientific conference "Digital transformation – social and technological aspects", Reka, Hrvaška, 24.–25. 10. 2019 (1)
- Martin Gjoreski, Nina Reščič, Mitja Luštrek, 2019 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp 2019), London, VB, 9.–13. 9. 2019 (2)
- Martin Gjoreski, 8th International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction (ACII 2019), Cambridge, 3.–6. 9. 2019 (1)
- Anton Gradišek, 2nd Workshop of Nuclear Magnetic Resonance Relaxometry, Praga, Češka, 4.–6. 2. 2019 (2)
- Anton Gradišek, obisk na Washington University in Saint Louis, ZDA, 16. 4. 2019 (1)
- Anton Gradišek, obisk na University of Missouri, Columbia, ZDA, 23. 4. 2019 (1)
- Anton Gradišek, 14th International Conference on Quasicrystals – ICQ14, Kranjska Gora, Slovenija, 26.–31. 5. 2019 (1)
- Anton Gradišek, Seventh International WeBIOPATR Workshop & Conference Particulate matter: research and management, WeBIOPATR 2019, Beograd, Srbija, 1.–3. 10. 2019 (1)
- Anton Gradišek, obisk na Univerzi v Lizboni, Portugalska, 6.–15. 11. 2019 (1)
- Tine Kolenik, Slovenska konferenca s področja analize omrežij NetSlo '19, Ljubljana, 24. 1. 2019
- Tine Kolenik, 13th MEI:CogSci–Middle European Interdisciplinary Conference in Cognitive Science, Ljubljana, 13.–15. 6. 2019 (1)
- Tine Kolenik, The Science of Consciousness 2019, Interlaken, Švica, 25.–28. 6. 2019 (1)
- Tine Kolenik, konferenca Kognitivna znanost, 22. mednarodna multikonferenca Informacijska družba, IS2019, Ljubljana, 7.–11. 10. 2019 (2)
- Tine Kolenik, srečanje "Od misli do klika" o vmesnikih med možgani in računalnikom, Ljubljana, 17. 10. 2019
- Junoš Lukan, Mitja Luštrek, tretji sestanek skupnega projekta FWO-ARRS, STRAW, Gent, Belgija, 9.–10. 5. 2019
- Junoš Lukan, poletna šola Advanced statistics and data mining (ASDM), Madrid, Španija, 24. 6.–28. 6. 2019
- Junoš Lukan, četrti sestanek skupnega projekta FWO-ARRS, STRAW, Ljubljana, 5. 11.–6. 11. 2019
- Mitja Luštrek, sestanek akcije COST CardioRNA, Lizbona, Portugalska, 13.–15. 2. 2019 (1)
- Mitja Luštrek, Jakob Valič, sestanek in predstavitev projekta HeartMan, Bruselj, Belgija, 23.–24. 4. 2019 (1)
- Mitja Luštrek, sestanek in recenzija projekta HeartMan, Rieti, Italija, 12.–13. 6. 2019
- Mitja Luštrek, sestanek projekta WellCo, København, Danska, 19.–20. 6. 2019
- Mitja Luštrek, sestanek in recenzija projekta WellCo, Luksemburg, 30.–31. 7. 2019
- Mitja Luštrek, recenzija projekta Insension, Luksemburg, 15.–16. 7. 2019
- Nina Reščič, udeležba na poletni šoli ASDM, Madrid, Španija, 1.–7. 7. 2019
- Nina Reščič, konferenca IEEE on Big Data, Los Angeles, ZDA, 9.–12. 12. 2019 (1)
- Gašper Slapničar, konferenca ICCV 2019, Seul, Južna Koreja, 27. 10.–2. 11. 2019 (1)
- Aleš Tavčar, 1. pripravljali sestanek SeadSwarm, München, Nemčija, 27.–28. 3. 2019
- Aleš Tavčar, 2. pripravljali sestanek SeadSwarm, Helsinki, Finska, 17.–18. 6. 2019
- Tea Tušar, obisk na inštitutu INRIA, Palaiseau, Francija, 18.–22. 3. 2019
- Tea Tušar, delavnica Many Criteria Optimization and Decision Analysis, MACODA, Leiden, Nizozemska, 16.–20. 9. 2019
- Jernej Zupančič, 32nd International Conference on Industrial, Engineering and other Applications of Applied Intelligent Systems, IEA/AIE 2019, Gradec, Avstrija, 9.–11. 7. 2019 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Jani Bizjak, poletna šola o globokih nevronskih mrežah, Varšava, 22.–26. 7. 2019
- Junoš Lukan, poletna šola Advanced statistics and data mining (ASDM), Madrid, Španija, 24. 6.–28. 6. 2019
- Nina Reščič, poletna šola ASDM, Madrid, Španija, 1.–7. 7. 2019
- Tea Tušar, delavnica Many Criteria Optimization and Decision Analysis, MACODA, Leiden, Nizozemska, 16.–20. 9. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

- dr. Erik Dovgan
 - prof. dr. Bogdan Filipič, pomočnik vodje odseka
 - prof. dr. Matjaž Gams, znanstveni svetnik - vodja odseka**
 - doc. dr. Anton Gradišek
 - dr. Mitja Luštrek
 - dr. Miha Mlakar
 - dr. Tomaž Šef
 - dr. Tea Tušar
- Podoktorski sodelavci**
- dr. Carlo Maria De Masi
 - dr. Matej Guid, odšel 1. 2. 2019
 - dr. Rok Piltaver*
 - dr. Aleksander Pivk*, odšel 29. 10. 2019
 - dr. Aleš Tavčar*

Mlajši raziskovalci

- Martin Gjoreski, diplomiran inženir po elektrotehniki in informacijski tehnologiji, R. Makedonija
- Vito Janko, mag. inž. rač. mat.
- Tine Kolenik, mag. kog. zn.
- Tomaž Kompara*, univ. dipl. inž. el.
- dr. Jana Krivec*

- Gašper Slapničar, mag. inž. rač. in inf.

- Aljoša Vodopija, mag. mat.

- Jernej Zupančič, mag. mat.

Strokovni sodelavci

- Andrejaana Andova, dipl. inž. rač. in inf. (UN)
- Mateja Drnovšek, mag. prof. mat., odšla 18. 3. 2019
- David Golob, mag. fin. mat.
- Gregor Grasselli, dipl. mat. (UN)
- Primož Kocuvan, dipl. inž. rač. in inf. (VS)
- Maj Smerkol, dipl. inž. rač. in inf. (UN)
- Jakob Valič, mag. teol.

Tehniški in administrativni sodelavci

- Jani Bizjak, mag. inž. rač. mat.
- Matej Cigale, univ. dipl. inž. rač. in inf.
- Vesna Koricki, dipl. org. tur.
- Mitja Lasič
- Liljana Lasič
- Junoš Lukan, MSc, Združeno kraljestvo VB in Severne Irske
- Blaž Mahnič, dipl. inž. rač. in inf.
- Nina Reščič, univ. dipl. mat.
- Marjetka Šprah, dipl. upr. org.
- Lana Zemljak

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Akademia Wychowania Fizycznego AWF, University Poland, Wroclaw, Poljska
2. Amebis, d. o. o., Kamnik
3. Application Solutions (Electronics and Vision), East Sussex, Velika Britanija
4. ATOS Spain SA., Madrid, Španija
5. Audibook, d. o. o., Ljubljana
6. BioAssist, Rio, Grčija
7. Bittium Biosignals, Kuopio, Finska
8. Byte Computer SA, Atene, Grčija
9. Canary Tech, Prehova, Romunija
10. Care Across, London, Velika Britanija
11. Carol Davila University of Medicine and Pharmacy from Bucharest, Bukarešta, Romunija
12. Cinkarna Celje, d. d., Ljubljana
13. Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija
14. Comland, d. o. o., Ljubljana
15. ConnectedCare, Dieren, Nizozemska
16. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Messina, Italija
17. Deutsches Forschungszentrum für Kuenstliche Intelligenz GmbH, DFKI, Bremen, Nemčija
18. Doktor24, d. o. o., Ljubljana
19. Dublin City University, Dublin, Irska
20. ELEA iC, projektiranje in svetovanje, d. o. o., Ljubljana
21. Elgoline, d. o. o., Podskrajnik
22. Energie Baden, Württemberg AG (EnBW), Karlsruhe, Nemčija
23. Engineering Ingeneria Informatica Spa, Rim, Italija
24. Euro Plus, d. o. o., Šenčur
25. European Federation for Medical Informatics, Le Mont-sur-Lausanne, Švica
26. European Heart Network, Bruselj, Belgija
27. Eurotronik, d. o. o., Kranj
28. Evropska komisija, Bruselj, Belgija
29. Fondazione Bruno Kessler, Trento, Italija
30. Fundacion CTIC Centro Tecnológico para el Desarrollo en Asturias de las Tecnologias de la Informacion, Gijon, Španija
31. Fundacion para la Investigacion del Hospital Universitario La Fe de la Comunidad Valenciana, Valencia, Španija
32. General Hospital of Thessaloniki, Solun, Grčija
33. Gerencia Servicios Sociales Castilla y León, Valladolid, Španija
34. Ghent University, Gent, Belgija
35. Gorenje Gospodinski aparati, d. d., Velenje
36. Graz Tourismus und Stadtmarketing GmbH, Gradec, Avstrija
37. Harpo, sp. zo. o., Poznanj, Poljska
38. HI-Iberia Ingenieria y Proyectos SL, Madrid, Španija
39. INEA – Informatizacija, energetika, avtomatizacija, d. o. o., Ljubljana
40. Information Catalyst, Northwich, Velika Britanija
41. INRIA Lille–Nord Europe, Lille, Francija
42. INRIA Pariz, Francija
43. INRIA Saclay–Île-de-France, Saclay, Francija
44. Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Osservatorio Astronomico di Trieste, Trst, Italija
45. IT – Innovation Center, University of Southampton, Southampton, Velika Britanija
46. Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Ljubljana
47. Javni zavod RS za varstvo kulturne dediščine, Restavratorski center, Ljubljana
48. Javni zavod za turizem, šport, mladinske in socialne programe SPOTUR Slovenj Gradec, Slovenj Gradec
49. Karolinska Institutet, Stockholm, Švedska
50. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
51. LeanXcale, Brunete Madrid, Španija
52. Lotrič Meroslovje, d. o. o., Selca
53. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
54. Mestna občina Ljubljana, Ljubljana
55. MLS Multimedia AE, Solun, Grčija
56. Monsenso ApS, København, Danska
57. MPT, proizvodnja in trgovina, d. o. o., Šmartno ob Paki
58. Nacionalni institut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija
59. National Organization for Health Care Services Provision, Atene, Grčija
60. NERVteh, raziskave in razvoj, d. o. o., Ljubljana
61. Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), Delft, Nizozemska
62. Open University in the Netherlands, Heerlen, Nizozemska
63. Pädagogische Hochschule Heidelberg, Heilderberg, Nemčija
64. Pharmacie Principale, Ženeva, Švica
65. Philips Lighting B. V. PHL, Eindhoven, Nizozemska
66. Plamtex INT, Trgovina in proizvodnja, d. o. o., Komenda
67. Poznań Supercomputing and Networking Center, Poznań, Poljska
68. Queen Mary University of London, London, Velika Britanija
69. Result računalniški sistemi, d. o. o., Ljubljana
70. Robotina, d. o. o., Kozina
71. Roessingh Research and Development BV (RRD), Enschede, Nizozemska
72. SC Teamnet International SA, Bukarešta, Romunija
73. SenLab, d. o. o., Ljubljana
74. SGS SINERCO, Gijón, Španija
75. SGS Tecnos S. A., Madrid, Španija
76. Sheffcare Ltd, Sheffield, Velika Britanija
77. Shinshu University, Nagano, Japonska
78. Siemens Romania, Bukarešta, Romunija
79. Singular Logic Cyprus Ltd, Lemesos, Ciper
80. Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj
81. Smart Com, d. o. o., Ljubljana
82. Stowarzyszenie Na Tak, Poznanj, Poljska
83. Sveučilište u Rijeci, Odjel za informatiku, Reka, Hrvaska
84. Špica International, d. o. o., Ljubljana
85. Store Steel, d. o. o., Štore
86. Technische Universität Graz, Institut für Softwaretechnologie, Gradec, Avstrija
87. Technische Universiteit Delft, Delft, Nizozemska
88. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska
89. terzStiftung, Berlingen, Švica
90. Unicredit Banka Slovenija, d. d., Ljubljana
91. UniekBO, Hertogenbosch, Nizozemska
92. Unior Kovaška industrija, d. d., Zreče
93. Universidad Politecnica de Madrid (UPM), Madrid, Španija
94. Università di Roma La Sapienza, Rim, Italija
95. Università di Udine, Videm, Italija
96. University of Copenhagen, København, Danska
97. University of Geneva, Ženeva, Švica
98. University of Klagenfurt, Celovec, Avstrija
99. University of Leuven – KU Leuven, Leuven, Belgija
100. University of Lille, Lille, Francija
101. University of Paris Sud XI, Pariz, Francija
102. University of Piraeus Research Centre, Pirej, Grčija
103. University of Southern Denmark, Odense, Nizozemska
104. Univerza na Primorskem, Fakulteta za turistične študije – Turistica, Portorož
105. Univerza v Ljubljani, Ljubljana
106. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
107. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana
108. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana
109. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
110. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana
111. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana
112. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
113. Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj
114. Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta, Nova Gorica
115. Univerzitetna klinika Golnik, Ljubljana
116. XLAB, d. o. o., Ljubljana
117. Zavod za pokojninsko in invalidsko zavarovanje Slovenije
118. Združenje občin Slovenije, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Anton Gradišek, Mario Cifelli, Micham Wojcik, Tomaž Apih, Sergey V. Dvinskikh, Ewa Górecka, Valentina Domenici, "Study of liquid crystals showing two isotropic phases by ¹H NMR diffusometry and ¹H NMR relaxometry", *Crystals*, 2019, 9, 3, 178. [COBISS.SI-ID 32231207]
- Lidija Strojnik, Matej Stopar, Emil Zlatič, Doris Kokalj, Mateja Naglič Gril, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, Marko Bohanec, Biljana Mileva Boshkoska, Mitja Luštrek, Anton Gradišek, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, "Authentication of key aroma compounds in apple using stable isotope approach", *Food chemistry*, 2019, 277, 766-773. [COBISS.SI-ID 31834663]
- Louise Knight, Polona Štefanič, Matej Cigale, Andrew C. Jones, Ian J. Taylor, "Towards extending the SWITCH platform for time-critical, cloud-based CUDA applications: job scheduling parameters influencing performance", *Future generation computer systems*, 2019, 100, 542-556. [COBISS.SI-ID 32371751]
- Polona Štefanič, Matej Cigale, Andrew C. Jones, Louise Knight, Ian Taylor, Cristiana Istrate, George Suciu, Alexandre Ulisses, Vlado Stankovski, Salman Taherizadeh, Guadalupe Flores Salado, Spiros Koulouzis, Paul Martin, Zhiming Zhao, "SWITCH workbench - a novel approach for the development and deployment of time-critical microservice-based cloud-native applications", *Future generation computer systems*, 2019, 99, 197-212. [COBISS.SI-ID 8790113]
- Polona Štefanič, Matej Cigale, Andrew C. Jones, Louise Knight, Ian Taylor, "Support for full life cycle cloud-native application management: dynamic TOSCA and SWITCH IDE", *Future generation computer systems*, 2019, 101, 975-982. [COBISS.SI-ID 32730663]
- Urška Mikac, Ana Sepe, Anton Gradišek, Julijana Kristl, Tomaž Apih, "Dynamics of water and xanthan chains in hydrogels studied by NMR relaxometry and their influence on drug release", *International journal of pharmaceutics*, 2019, 563, 373-383. [COBISS.SI-ID 32280871]
- Matjaž Gams, Irene Yu-Hua Gu, Aki Härmä, Andrés Muñoz, Vincent Tam, "Artificial intelligence and ambient intelligence", *Journal of ambient intelligence and smart environments*, 2019, 11, 1, 71-86. [COBISS.SI-ID 32092967]
- Matjaž Gams, "IKT trendi v oskrbi", *Kakovostna starost: časopis za socialno gerontologijo in gerontagogiko*, 2019, 22, 4, 14-26. [COBISS.SI-ID 33081639]
- Clarissa P. C. Gomes *et al.* (55 avtorjev), on Behalf of the EU-CardioRNA COST Action (CA17129), "Catalyzing transcriptomics research in cardiovascular disease: the CardioRNA COST action CA17129", *Non-coding RNA*, 2019, 5, 2, 31. [COBISS.SI-ID 32249895]
- Gašper Slapničar, Nejc Mlakar, Mitja Luštrek, "Blood pressure estimation from photoplethysmogram using a spectrotemporal deep neural network", *Sensors*, 2019, 19, 15, 3420. [COBISS.SI-ID 32569127]
- Anton Gradišek, Marion Van Midden, Matija Koterle, Vid Prezelj, Drago Strle, Bogdan Štefane, Helena Brodnik Zugelj, Mario Trifkovič, Ivan Kvasič, Erik Zupanič, Igor Muševič, "Improving the chemical selectivity of an electronic Nose to TNT, DNT and RDX using machine learning", *Sensors*, 2019, 19, 23, 5207. [COBISS.SI-ID 32908327]
- Erik Dovgan, Matjaž Gams, Bogdan Filipič, "A real-time multiobjective optimization algorithm for discovering driving strategies", *Transportation science*, 2019, 53, 3, 695-707. [COBISS.SI-ID 32344103]
- collected by FPQ using unsupervised learning", V: *2019 IEEE International Conference on Big Data, Dec. 9 - Dec. 12, 2019, Los Angeles, CA, USA: proceedings*, IEEE, 2019, 5126-5130. [COBISS.SI-ID 33220903]
- Miha Štravs, Jernej Zupančič, "Named entity recognition using Gazetteer of hierarchical entities", V: *Advances and trends in artificial intelligence: from theory to practice: 32nd International Conference on Industrial, Engineering and other Applications of Applied Intelligent Systems, IEA/AIE 2019, Graz, Austria, July 9-11, 2019, Proceedings*, (Lecture notes in computer science, 11606), Springer, 2019, 768-776. [COBISS.SI-ID 32530727]
- Janez Malavašič, Matjaž Gams, "Ugotovitve in predlogi", V: *Bela knjiga slovenske demografije: "evropska demografska zima"*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 7-10. [COBISS.SI-ID 32157223]
- Matjaž Gams, "Zaključki posveta "Kako preprečiti izumiranje slovenskega naroda"", V: *Bela knjiga slovenske demografije: "evropska demografska zima"*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 26-31. [COBISS.SI-ID 32157735]
- Matjaž Gams, "Demografski trendi v svetu in Sloveniji", V: *Bela knjiga slovenske demografije: "evropska demografska zima"*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 35-39. [COBISS.SI-ID 32157479]
- Matej Guid, Matevž Pavlič, Martin Možina, "Automated feedback generation for argument-based intelligent tutoring systems", V: *CSEDU 2019. Vol. 1, SCITEPRESS*, 2019, 70-77. [COBISS.SI-ID 1538227651]
- Erik Dovgan, Bojan Leskošek, Gregor Jurak, Gregor Starc, Maroje Sorič, Mitja Luštrek, "Enhancing BMI-based student clustering by considering fitness as key attribute", V: *Discovery Science: 22nd International Conference, DS 2019, Split, Croatia, October 28-30, 2019, Proceedings*, (Lecture notes in computer science, 11828), Springer, 2019, 155-165. [COBISS.SI-ID 32806183]
- Matjaž Gams, "Osnove računalniške etike", V: *Etika in stroka: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 9. oktober 2019: zvezek D*, Institut "Jožef Stefan", 2019, 19-22. [COBISS.SI-ID 32935719]
- Andrea De Lorenzo, Eric Medvet, Tea Tušar, Alberto Bartoli, "An analysis of dimensionality reduction techniques for visualizing evolution", V: *GECCO' 19: Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019, Proceedings*, ACM, 2019, 1864-1872. [COBISS.SI-ID 32547879]
- Dimo Brockhoff, Tea Tušar, "Benchmarking algorithms from the platypus framework on the biobjective bbob-biobj testbed", V: *GECCO' 19: Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019, Proceedings*, ACM, 2019, 1905-1911. [COBISS.SI-ID 32548391]
- Aljoša Vodopija, Akira Oyama, Bogdan Filipič, "Ensemble-based constraint handling in multiobjective optimization", V: *GECCO' 19: Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019, Proceedings*, ACM, 2019, 2072-2075. [COBISS.SI-ID 32548647]
- Tea Tušar, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, "Mixed-integer benchmark problems for single- and bi-objective optimization", V: *GECCO' 19: Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019, Proceedings*, ACM, 2019, 718-726 [COBISS.SI-ID 32548135]
- Vanessa Volz, Boris Naujoks, Pascal Kerschke, Tea Tušar, "Single- and multi-objective game-benchmark for evolutionary algorithms", V: *GECCO' 19: Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic - July 13 - 17, 2019, Proceedings*, ACM, 2019, 647-655. [COBISS.SI-ID 32547623]
- Parisis Gallos *et al.* (23 avtorjev), "CrowdHEALTH: big data analytics and holistic health records", V: *ICT for Health Science Research: STC 2019, the EFMI 2019 special topic conference, 7-10 April 2019, Hanover, Germany*, Proceedings, (Studies in health technology and informatics, 258), 2019, 255-256. [COBISS.SI-ID 4536037]
- Martin Gjoreski, Anton Gradišek, Borut Budna, Matjaž Gams, Gregor Poglajen, "Toward early detection and monitoring of chronic heart failure using heart sounds", V: *Intelligent environments 2019: workshop proceedings of the 15th International Conference on Intelligent Environments in conjunction with the 15th International Conference on Intelligent Environments (IE19), Rabat, Morocco, 24-27 June 2019*, (Ambient intelligence and smart environments, 26), IOS Press, 2019, 336-343. [COBISS.SI-ID 32509479]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

(VABLJENO PREDAVANJE)

- Matjaž Gams, "Umetna inteligenca in zakoni informacijske družbe", V: *Zbornik enajste konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 9. in 10. april 2019, Maribor, Slovenija*, Društvo avtomatikov Slovenije, 2019, 1-6. [COBISS.SI-ID 32295463]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Vito Janko, Mitja Luštrek, "Cost-sensitive trees for energy-efficient context recognition", V: *15th International Conference on Intelligent Environments, IE'19, June 24-27, 2019, Rabat Morocco*. [COBISS.SI-ID 32816935]
- Martin Gjoreski, Stefan Kochev, Nina Reščič, Matej Gregorič, Tome Eftimov, Barbara Koroušič-Seljak, "Exploring dietary intake data

17. Michał Kosiedowski *et al.* (12 avtorjev), "On applying ambient intelligence to assist people with profound intellectual and multiple disabilities", V: *Intelligent systems and applications: the 2019 Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, [September 5-6, 2019, London, UK], Proceedings, 2, (Advances in intelligent systems and computing, **1037**), Springer, 2019, 895-914. [COBISS.SI-ID 32628007]
18. Matej Guid, Martin Možina, Matevž Pavlič, Klemen Turšič, "Learning by arguing in argument-based machine learning framework", V: *Intelligent tutoring systems*, Proceedings, (Lecture notes in computer science, **11528**), Springer, 2019, 112-122. [COBISS.SI-ID 1538248387]
19. Timotej Knez, Martin Gjoreski, Veljko Pejović, "Analiza vpliva težavnosti računalniške igre na izmerjene vrednosti fizioloških signalov", V: *Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 9. oktober 2019: zvezek H, Institut "Jožef Stefan", 2019, 5-8. [COBISS.SI-ID 32881959]
20. Beno Šircelj, Laura Blatnik Guzelj, Ajda Zavrtnik Drglin, Matjaž Gams, "Expected human longevity", V: *Kognitivna znanost: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek B, Institut "Jožef Stefan", 2019, 61-65. [COBISS.SI-ID 32857127]
21. Tine Kolenik, "Modelling natural selection to understand evolution of perceptual veridicality and its reaction to sensorimotor embodiment", V: *Kognitivna znanost: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek B, Institut "Jožef Stefan", 2019, 21-24. [COBISS.SI-ID 32856615]
22. Tine Kolenik, Matjaž Gams, "The state of the integrated information theory, its boundary cases and the question of "Phi-conscious" AI", V: *Kognitivna znanost: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek B, Institut "Jožef Stefan", 2019, 25-29. [COBISS.SI-ID 32856871]
23. Matjaž Gams, "Ideje za belo knjigo o varovanju okolja", V: *Ljudje in okolje: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 7. oktober 2019: zvezek F, Institut "Jožef Stefan", 2019, 5-8. [COBISS.SI-ID 32878631]
24. Matjaž Gams, "Znanstveno o varovanju okolja", V: *Ljudje in okolje: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 7. oktober 2019: zvezek F, Institut "Jožef Stefan", 2019, 9-13. [COBISS.SI-ID 32878887]
25. Bojan Cestnik, Tanja Batkovič, Adem Kikaj, Ivan Boškov, Matevž Ogrinc, Maj Smerkol, Aljaž Ostrež, Matej Janežič, Nita Hasani, Boštjan Kaluža, Aleksander Zidanšek, Andreja Abina, "Expert system for decision support in selection of education", V: *SDEWES 2019, 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, October 1-6 2019, Dubrovnik, Croatia*, Proceedings, SDEWES.ORG, 2019, 1052. [COBISS.SI-ID 32795431]
26. David Heise, Zachary Miller, Ellie Harrison, Anton Gradišek, Janez Grad, Candace Galen, "Acoustically tracking the comings and goings of bumblebees", V: *Sensors Applications Symposium, SAS 2019, March 11-13, 2019, Sophia Antipolis, France*, Proceedings, IEEE Instrumentation & Measurement Society, 2019. [COBISS.SI-ID 32504103]
27. Martin Gjoreski, Anton Gradišek, Borut Budna, Gregor Poglajen, "Analiza značilnk za napovedovanje poslabšanja kroničnega srčnega popuščanja", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 9-12. [COBISS.SI-ID 32843559]
28. Jernej Zupančič, Gregor Grasselli, Matjaž Gams, "Austrian-Slovenian intelligent tourist-information Center Platform", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 53-56. [COBISS.SI-ID 32846119]
29. Matej Cigale, Gašper Slapničar, Mitja Luštrek, "Categorising behavioural states of people with profound intellectual and multiple disabilities", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 29-32. [COBISS.SI-ID 32844839]
30. Aljoša Vodopija, Bogdan Filipič, "CmoPy: Constrained Multiobjective optimization in Python", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 65-68. [COBISS.SI-ID 32848423]
31. Mitja Luštrek, Benjamin Fele, Nina Reščič, Vito Janko, "Counting bites with a smart watch", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 49-52. [COBISS.SI-ID 32845863]
32. Tine Kolenik, Martin Gjoreski, Matjaž Gams, "Designing an intelligent cognitive assistant for behavior change in mental health", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 69-72. [COBISS.SI-ID 32848679]
33. David Golob, Matjaž Gams, Aleš Tavčar, "EkoSmart asistent za iskanje po integracijski platformi", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 17-20. [COBISS.SI-ID 32844071]
34. Erik Dovgan, Mitja Luštrek, "Fitness-based student clustering combining clustering algorithms and dimensionality reduction", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 45-48. [COBISS.SI-ID 32845607]
35. Tea Tušar, Vanessa Volz, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, "Handling real-world problems within the COCO platform", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 37-40. [COBISS.SI-ID 32845351]
36. Tomaž Šef, Miro Romih, Jerneja Žganec Gros, "Izdelava govorne zbirke za sintezo slovenskega govora", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 33-36. [COBISS.SI-ID 32845095]
37. Carlo De Masi, Mitja Luštrek, "Object detection overview", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 13-16. [COBISS.SI-ID 32843815]
38. Jakob Valič, Miha Mlakar, Borut Budna, Mitja Luštrek, "Predictive modelling of feeling of health for congestive heart failure patients", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 25-28. [COBISS.SI-ID 32844583]
39. Marko Katrašnik, Junoš Lukan, Mitja Luštrek, Vitomir Štruc, "Razvoj postopka diarizacije govorcev z algoritmi strojnega učenja", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 57-60. [COBISS.SI-ID 32846375]
40. Primož Kocuvan, Aleš Tavčar, Gregor Grasselli, Matjaž Gams, "Virtual assistant aggregator for the project electronic and mobile health", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019*, 10. oktober 2019: zvezek A, Institut "Jožef Stefan", 2019, 21-24. [COBISS.SI-ID 32844327]
41. Miha Hafner, David Rajšter, Marko Žibert, Tea Tušar, Bernard Ženko, Martin Žnidaršič, Flavio Fuart, Daniel Vladušič, "Artificial intelligence support for tunnel design in urban areas", V: *Tunnels and underground cities. Engineering and innovation meet archaeology, architecture and art: the WTC 2019 ITA-AITES World Tunnel Congress (WTC 2019), May 3-9, 2019, Naples, Italy*, Proceedings, CRC Press, 2019. [COBISS.SI-ID 33018663]
42. Vito Janko, Martin Gjoreski, Carlo De Masi, Nina Reščič, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, "Cross-location transfer learning for the sussex-huawei locomotion recognition challenge", V: *UbiComp/ISWC'19 adjunct proceedings of the 2019 ACM International joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers, September, 9-13, 2019, London, UK*, ACM, 2019, 730-735. [COBISS.SI-ID 32713255]
43. Nina Reščič, Eva Valenčič, Enej Mlinarič, Barbara Koroušič-Seljak, Mitja Luštrek, "Mobile nutrition monitoring for well-being", V: *UbiComp/ISWC'19 adjunct proceedings of the 2019 ACM International joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers, September, 9-13, 2019, London, UK*, ACM, 2019, 1194-1197. [COBISS.SI-ID 32697127]
44. Martin Gjoreski, Stefan Kalabakov, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, "Cross-dataset deep transfer learning for activity recognition", V: *UbiComp/ISWC'19 adjunct proceedings of the 2019 ACM International joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers, September, 9-13, 2019, London, UK*, ACM, 2019, 714-718. [COBISS.SI-ID 32728103]
45. Vesna Novak, Matej Guid, "Gradnja napovednih modelov za klike na oglase v družabnih omrežjih", V: *Zbornik osemindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2019, Portorož, Slovenija, 23.-24. september 2019*, Društvo Slovenska sekcija IEEE, 2019, 223-226. [COBISS.SI-ID 1538404547]

46. Miha Hafner, David Rajšter, Marko Žibert, Ulrich Zorin, Bernard Ženko, Tea Tušar, "New optimization and decision support technologies in tunnel design, operation and traffic management", V: *12. mednarodna konferenca o predorih in podzemnih objektih, 21.-22. november 2019, Ljubljana*, Zbornik referatov, Slovensko društvo za podzemne gradnje, 2019, 37-49. [COBISS.SI-ID 33002791]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Vito Janko, Martin Gjoreski, Gašper Slapničar, Miha Mlakar, Nina Reščič, Jani Bizjak, Vid Drobnič, Matej Marinko, Nejc Mlakar, Matjaž Gams, Mitja

Luštrek, "Winning the Sussex-Huawei locomotion-transportation recognition challenge", V: *Human activity sensing: corpus and applications*, (Springer series in adaptive environments), Springer, 2019, 233-250. [COBISS.SI-ID 32749863]

PATENT

1. Tomaž Kompara, Igor Gornik, Peter Vrtič, Rene Markovič, Miha Mlakar, Matjaž Gams, Danijel Jankovec, Jože Dermol, *Sistem za krmiljenje pametnega doma z uporabo umetne inteligence*, SI 25667 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 12. 2019. [COBISS.SI-ID 1024370780]

V Odseku za reaktorsko tehniko potekajo osnovne in aplikativne raziskave s področja jedrske tehnike in varnosti. Raziskave zajemajo teoretične in eksperimentalne raziskave osnovnih termohidrodinamičnih pojavov, termohidravlične varnostne analize projektivnih in resnih nezgod, trdnostne varnostne analize in verjetnostne varnostne analize. Večina raziskav je vključena v različne oblike mednarodnega sodelovanja. Rezultate raziskav vključujemo v projekte za industrijo in Upravo RS za jedrsko varnost ter v dodiplomsko in podiplomsko izobraževanje.

Modeliranje osnovnih termohidrodinamičnih pojavov

Prenos toplote v enofaznem turbulentnem toku smo raziskovali z metodo direktne numerične simulacije, in sicer z uporabo metode spektralnih elementov in odprtokodnega programa nek5000. Simulacije v okviru evropskega projekta SESAME, ki je obravnaval termohidravliko tekočih kovin, smo izvajali v geometriji toka čez stopnico, kjer je grelec nameščen pod podestom za stopnico. Rezultati, dobljeni pri nizkih Reynoldsovih številih, so zdaj na voljo preostalim partnerjem projekta in mednarodni raziskovalni skupnosti za testiranje turbulentnih modelov prenosa toplote.

V okviru raziskav dvofaznega toka je bil v programu za računsko dinamiko tekočin OpenFoam implementiran model za simuliranje Taylorjevega mehurja, ki zavzema skoraj celoten prerez cevi, v sotočnem turbulentnem toku kapljavine. Uporabili smo metodo VOF (»volume of fluid«) skupaj z metodo velikih vrtincev, kar omogoča zelo natančno simulacijo turbulence. Robni pogoji so bili implementirani tako, da so omogočali sledenje gibanja mehurja, kar je omogočilo lažjo akumulacijo statistično povprečnih polj. Rezultati so bili validirani z različnimi eksperimenti iz literature.

Parna eksplozija med težko nesrečo v jedrski elektrarni (JE) bi se lahko zgodila, če bi staljena reaktorska sredica prišla v stik s hladilom. Nadaljevali smo študije eksplozij v razslojenih razmerah, ko je plast taline pod plastjo vode. V povezavi z analizo poskusov, opravljenih na napravah PULiMS in SES (Royal Institute of Technology, Švedska), smo z računalniškim programom MC3D (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – IRSN, Francija) preverjali pomen modeliranja finega razpada taline. Na tem področju smo lastni mehanističen model nastanka mešalne faze, ki je zasnovan na podlagi teoretičnih raziskav ob upoštevanju eksperimentalnih spoznanj, vgradili v program MC3D ter opravili prva testiranja.

Pri nadaljevanju raziskav na področju parnih eksplozij ob stiku taline in tekočega natrija smo opravili natančnejše preračune prenosa toplote v okolici razcepov taline. Začeli smo numerično analizo dvofaznega prenosa toplote med razcepki taline in natrijem ter program za računsko dinamiko tekočin ANSYS CFX. Prvi rezultati nakazujejo ujemanje z uveljavljeno fizikalno osnovano relacijo za dvofazni prenos toplote. Nadalje smo s programom MC3D izvedli prve simulacije parne eksplozije v natriju pri potencialnih eksperimentalnih pogojih. Rezultati, pridobljeni v izbranih geometrijah, nakazujejo, da so tlačne obremenitve parnih eksplozij v natriju manjše kot v vodi.

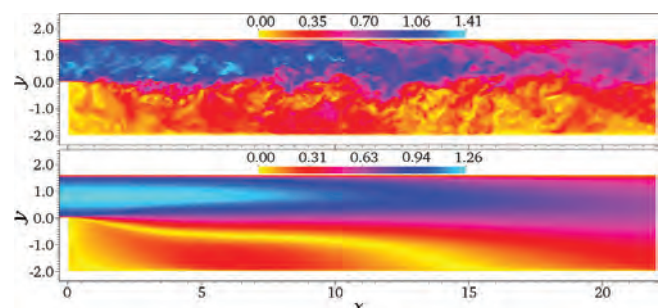
Na področju raziskav porazdelitve vodika v zadrževalnem hramu JE smo nadaljevali raziskave povečevanja rezultatov, dobljenih na eksperimentalnih napravah, na prave elektrarne. Poleg tega smo v okviru projekta SAMHYCO-NET sodelovali v drugi fazi primerjalnih simulacij porazdelitve vodika in ogljikovega monoksida v generičnem modelu zadrževalnega hrama. Pri tem smo za simulacijo uporabili sistemski program ASTEC (IRSN).

Na področju raziskav zgorevanja vodika smo v okviru projekta ASCOM nadaljevali simulacije poskusov v napravi THAI+ (Becker Technologies, Nemčija) s programom ASTEC. Simulirali smo dva poskusa, pri katerih je bila pri enakih začetnih pogojih gorljiva plinska mešanica vžgana na različnih lokacijah: pri dnu glavne posode in pri dnu povezanega vzporednega valja. V obeh primerih je simulirana smer širjenja plamena ustrezala poskusu do višine dveh tretjin obeh valjastih posod.



Vodja:

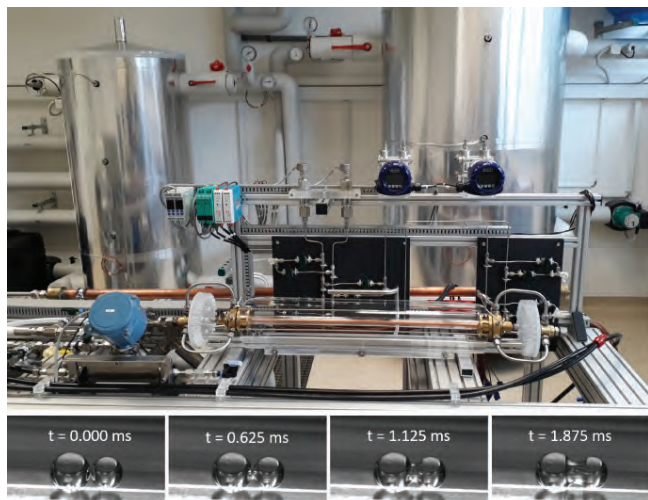
prof. dr. Leon Cizelj



Slika 1: Polja trenutne (zgoraj) in povprečne (spodaj) hitrosti turbulentnega toka čez stopnico. Dotok tekočine: levo; odtok: desno.

Izvedli smo direktno numerično simulacijo turbulentnega toka čez stopnico z gretim podestom.

Pri bazenskem filtriranju, ki se uporablja za dekontaminacijo plina pri težki nesreči, se plin v obliki mehurčkov pretaka skozi bazen kapljevine, pri čemer cepitveni produkti v obliki trdnih delcev (aerosolov in večjih) prehajajo iz mehurčkov v kapljevino. S štirifluidnim modelom (zrak v mehurčkih, obdajajoča kapljevita voda, delci v mehurčkih in delci v vodi) v programu OpenFoam smo nadaljevali simulacije filtriranja pri pogojih eksperimenta SCRUPOS (Ricerca sul Sistema Energetico, Italija). Raziskave so vključene tudi v projekt IPRESA.



Slika 2: Eksperimentalna naprava laboratorija THELMA za merjenje prenosa toplote v večfaznih tokovih (zgoraj) in združitev dveh mehurčkov, posneta s hitro kamero (spodaj).

Rezultati direktne numerične simulacije enofaznega turbulentnega toka čez stopnico vsebujejo natančen popis hitrostnega polja. V laboratoriju THELMA smo zato sestavili model stopnice iz pleksi stekla in z metodo PIV (Particle Image Velocimetry) opravili prve podrobne meritve hitrostnih polj v toku vode brez prenosa toplote ter jih primerjali z rezultati simulacij.

Termohidravlične varnostne analize fisijskih in fuzijskih reaktorjev

Po nesreči v jedrski elektrarni (JE) Fukušima Daiči na Japonskem leta 2011 so bile v Evropi predlagane varnostne analize razširjenih projektne nesreče kot prednostna metoda za ustrezno upoštevanje kompleksnih nesreč z več okvar in težkih nesreč, ne da bi jih vključili med projektne nezgode. Izvedli smo analizo, da bi ugotovili, ali lahko zasnova izbrane elektrarne prepreči spekter izlivnih nezgod v primeru izgube ene funkcije sistema za zasilno hlajenje reaktorske sredice (npr. izguba visokotlačnega ali nizkotlačnega varnostnega vbrzgovanja). Analizirali smo spekter zlomov ekvivalentnega premera v območju od 1/2 palca (1,27 cm) do 12 palcev (30,48 cm). Za simulacije sta bila uporabljena zadnja verzija termohidravličnega računalniškega programa RELAP5/MOD3.3 in vhodni model JE Krško.

Evropski projekt PIACE obravnava koncept pasivnega izolacijskega kondenzatorja, ki je primeren za samodejno omejevanje hitrosti hlajenja reaktorske sredice med nesrečo. V primeru vodno hlajenih reaktorjev je koncept primeren za preprečevanje termičnih šokov v stenah posod in cevovodov. Zasnovali in dimenzionirali smo model pasivnega izolacijskega kondenzatorja ter s pomočjo simulacij, izvedenih s programom RELAP5, pokazali njegovo primernost za tlačnovodni reaktor.

Predpostavljena nezgoda vdora helija v načrtovani fuzijski reaktor DEMO predvideva izgubo hlajenja superprevodnih magnetov in termičnih ščitov, kar povzroči uhajanje helija v kriostat reaktorja. Med tem vdorom in po njem se vzpostavi naravna konvekcija helija med toplimi stenami kriostata in hladnimi strukturami magnetov in ščitov. Pri novih simulacijah naravne konvekcije helija v kriostatu smo upoštevali labirintno tesnjenje termičnih ščitov in spremenjeno hlajenje sten vakuumske posode. Analize smo opravili v okviru evropskega fuzijskega projekta WPPMI.

Analizirali smo tudi toplotno obremenitev notranjih komponent vakuumske posode reaktorja DEMO brez aktivnega hlajenja, med scenarijem menjave komponent in med nezgodnim scenarijem izgube hladila. Za oceno

Analizirali smo toplotno obremenitev notranjih komponent vakuumske posode načrtovanega fuzijskega reaktorja DEMO brez aktivnega hlajenja, med scenarijem menjave komponent in med nezgodnim scenarijem izgube hladila.

temperaturne porazdelitve pasivnih delov notranjih komponent zaradi naravne konvekcije zraka smo izvedli stacionarne simulacije z računsko dinamiko tekočin. Zelo visoke temperature pasivnih segmentov obloge in diverterja se pojavijo zlasti med nezgodnim scenarijem izgube hladila, kjer je upoštevana razmeroma visoka zaostala toplota – eno uro po zaustavitvi. Na podlagi temperaturne porazdelitve smo ocenili tudi toplotne raztezke oblog. Raziskave smo izvajali v okviru projekta EUROfusion.

V okviru evropskega fuzijskega projekta WP-MST2 smo raziskali termični odziv večnamenske sonde za diagnostiko plazme v malih fuzijskih tokamakih. Simulirali smo termični odziv glave sonde pri potopitvi v plazmo tokamaka TCV (Tokamak à Configuration Variable) v Švici. Rezultati so pokazali, da kritične temperature v vitalnih delih glave sonde niso presežene.

Razvili smo idejno zasnovo kalorimetra za sistem vbrzganja nevtralnih žarkov, ki bo nameščen v tokamaku Divertor Test Tokamak (DTT) v Italiji. Kalorimeter se uporablja kot element za zaustavitev žarka pred vstopom v tokamak. Zasnovan je kot premični panel s hladilnimi U-cevmi, z vstavljenimi zvitimi trakovi. Z namenom optimizacije dizajna smo izvedli namenske termohidravlične analize, pri čemer smo upoštevali robne pogoje toka hladila, dovoljen padec tlaka, omejitve materiala in dovoljene dimenzije. Delo je bilo izvedeno v sodelovanju s Consorzio RFX (Italija).

Trdnostne varnostne analize

Na področju trdnostnih varnostnih analiz raziskujemo vpliv mehanskih obremenitev na obnašanje trdnih materialov.

V sodelovanju s Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA, Francija) smo v modelu polikristala kovine raziskovali vpliv različnih tipov kristalnih mej na medkristalne normalne napetosti. Ugotovili smo, da ima na medkristalne napetosti največji vpliv nagib medkristalne meje glede na orientacijo sosednjih dveh zrn. V sklopu druge študije smo, prav tako v sodelovanju s CEA, razvili računsko orodje za avtomatsko generiranje mreže končnih elementov iz meritev EBSD (electron back scatter diffraction maps) na s protoni obsevanih vzorcih nerjavnega jekla.

V sodelovanju z Institutom Paul Scherrer (Švica) smo s pomočjo verjetnostne lomne mehanike analizirali strukturno celovitost komponent jedrske elektrarne. Opravili smo dve študiji: prva se je nanašala na reaktorsko posodo ob predpostavki nesreče z izgubo hladila, ki je vodila do obremenitev zaradi toplotnega udara, druga pa je obravnavala pojav puščanja pred zlomom v cevovodih. Pokazali smo, da lahko z danim pristopom in s pomočjo determinističnih analiz napovemo verjetnost za izgubo strukturne celovitosti, in sicer v obliki verjetnosti za nastanek puščanja in odpovedi komponente.

V okviru evropskega projekta SOTERIA in v sodelovanju z IRSN in Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Francija) smo primerjali rezultate monokristalnih in polikristalnih simulacij obsevanega avstenitnega nerjavnega jekla, ki smo jih pridobili z metodama končnih elementov in hitre Fourierjeve transformacije. Računali in primerjali smo medkristalne napetosti v modelih bikristala in polikristala s periodičnimi robnimi pogoji.

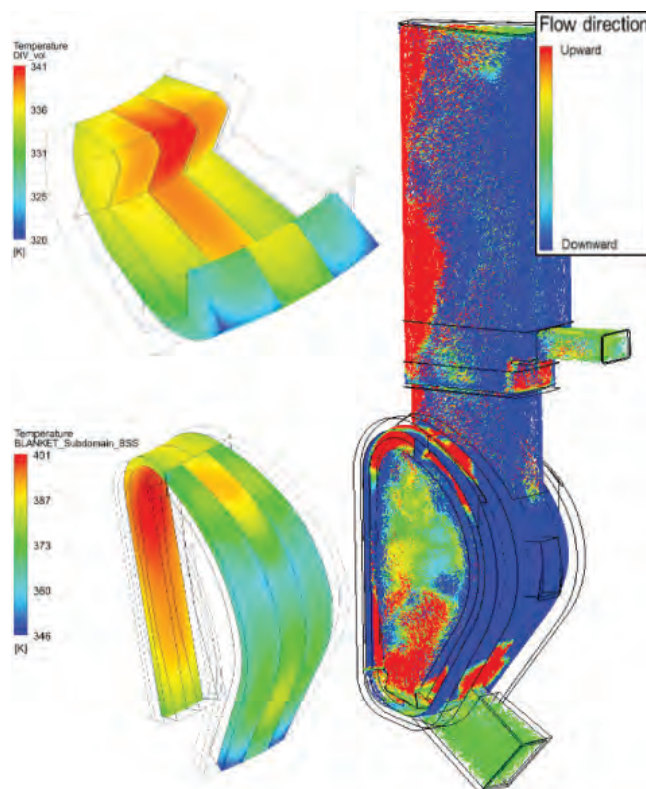
V okviru evropskega projekta ATLAS+ smo za cevni T-spoj, kjer se turbulentno mešata dve različno topli kapljevini, izvedli termomehansko analizo stene cevi in analizo rasti razpoke zaradi utrujanja. S pomočjo lastne kode smo generirali sintetične temperaturne signale, s katerimi smo ocenili nedoločenosti pri napovedovanju utrujanja. Rezultate smo primerjali z rezultati realnih signalov, dobljenih s pomočjo računske dinamike tekočin.

Sodelovali smo tudi pri evropskem fuzijskem projektu WPDC (diagnostika in kontrola), kjer smo z metodo končnih elementov določili porazdelitev električnega toka v divertorju pri merjenju termoelektričnega toka v reaktorju DEMO. Določili smo največjo upornost odvodnega upora, s katerim ščitimo hladilne cevi divertorja pred visokimi tokovi ob nastanku plazemske nestabilnosti.

Verjetnostne varnostne analize

Namen verjetnostnih varnostnih analiz je kvantifikacija tveganja v kompleksnih industrijskih sistemih.

V letu 2019 smo naprej razvijali verjetnostno metodo ocene tveganja za zanesljivost oskrbe v plinskih omrežjih. Metoda temelji na postopku za avtomatsko generiranje dreves odpovedi, ki ocenjujejo verjetnost prekinitve dobave plina iz terminalov/skladišč v vsako potrošniško vozlišče plinskega omrežja. Metoda omogoča verjetnostne analize razpoložljivosti vozlišč in splošne razpoložljivosti plinskega omrežja in je bila preizkušena na zmanjšanem omrežju Združenega kraljestva.



Slika 3: Temperaturna porazdelitev notranjih komponent vakuumske posode (levo) med predpostavljeno nezgodo vdora helija v fuzijski reaktor DEMO; tokovni vzorec helija zaradi naravne cirkulacije (desno).

Na primeru obsevanega nerjavnega jekla, ki se uporablja kot strukturni material v jedrskih reaktorjih, smo primerjali metodi kristalne plastičnosti na podlagi končnih elementov in hitre Fourierjeve transformacije.

Opravili smo analizo spremembe frekvence električne energije sistema za napajanje v jedrskih elektrarnah za jedrsko varnost.

Opravljena je bila analiza vpliva spremembe frekvence električne energije sistema za napajanje v jedrskih elektrarnah (JE) na jedrsko varnost. Za analizo spremembe frekvence smo uporabili model generatorja JE z medsebojnimi povezavami do električnega omrežja. Za analizo vpliva na varnost elektrarne smo uporabili podroben model za deterministične varnostne analize.

Cilj Evropskega projekta NARSIS je razširitev sedanje metodologije verjetnostnih varnostnih analiz na ekstremne dogodke z zelo nizko frekvenco. V okviru sodelovanja smo opravili študijo, kako omejiti negotovosti v verjetnostno varnostnih analizah. Predlagali smo tudi drevo dogodkov za nezgodo dolgotrajne izgube izmeničnega električnega napajanja.

Strokovno sodelovanje, svetovanje in izobraževanje

Tudi v letu 2019 smo raziskovalci Odseka za reaktorsko tehniko sodelovali pri projektih za industrijo in državno upravo. Na podlagi pooblastila Uprave RS za jedrsko varnost (URSJV) smo sodelovali pri izdelavi strokovnega mnenja o zasilni kontrolni sobi v jedrski elektrarni (JE) Krško. Dodajanje zasilne kontrolne sobe vpliva na instrumentacijo elektrarne, kar potegne za sabo spremembe posodobljenega varnostnega poročila. Nadzorovali smo tudi aktivnosti med remontom in menjavo goriva JE Krško.

Za URSJV smo analizirali vpliv porazdelitve radioaktivnih snovi v zadrževalnem hramu JE Krško na smernice za obvladovanje težkih nesreč.

Raziskovalci odseka predstavljajo jedro Katedre za jedrsko tehniko na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in so vključeni v izvajanje dodiplomskega študija prve stopnje programa Fizika, druge stopnje programa Jedrska tehnika ter doktorskega študija Jedrska tehnika, ki poteka v okviru programa Matematika in fizika. IJS je prek navedenih študijskih programov vključen v asociacijo ENEN (European Nuclear Education Network).

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. J. Oder, A. Shams, L. Cizelj, I. Tiselj, Direct numerical simulation of low-Prandtl fluid flow over a confined backward facing step, *International journal of heat and mass transfer*, 2019, 142, 118436-1-118436-20
2. M. Draksler, B. Končar, L. Cizelj, On the accuracy of Large Eddy Simulation of multiple impinging jets, *International journal of heat and mass transfer*, 2019, 133, 596–605
3. T. Holler, E. M. J. Komen, I. Kljenak, The role of CFD combustion modeling in hydrogen safety management. VII. Validation for hydrogen deflagration in large-scale hydrogen-air-steam experiment, *Nuclear Engineering and Design*, 2019, 342, 133–146
4. M. Leskovar, V. Centrih, M. Uršič, J. Kokalj, Investigation of steam explosion duration in stratified configuration, *Nuclear Engineering and Design*, 2019, 353, 110233-1-10233-14
5. A. Volkanovski, A. Prošek, Electric power frequency and nuclear safety: subsynchronous resonance case study, *Nuclear Engineering and Technology*, 2019, 51, 1017–1023

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Delavnica interesne skupine za modeliranje turbulence Special interest Group 15 – Turbulence modeling, Reaktorski center IJS, 15.–16. 10. 2019
2. 27. generalna skupščina EUROfusion, City hotel, Ljubljana, 17.–18. 10. 2019

Nagrade in priznanja

1. Iztok Tiselj: zlata plaketa za izjemne zasluge pri razvijanju znanstvenega, pedagoškega ali umetniškega ustvarjanja in za krepitev ugleda univerze, Univerza v Ljubljani, 3. 12. 2019
2. Mitja Uršič, Žan Kogovšek, Matjaž Leskovar, Matej Tekavčič: nagrada za najboljši poster (Konferenca NENE 2019, Portorož, 9.–12. 9. 2019), Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije, Simulations of heat and mass transfer around circular core fragment in sodium coolant

MEDNARODNI PROJEKTI

- CROSSING - Prehajanje mej in velikostnih redov - interdisciplinarni pristop
Helmholtz-zentrum Dresden-rossendorf E.v.
dr. Boštjan Končar
- Analiza v podporo praktični izvedbi členov 8a-8c direktive 2014/87/Euratom
European Commission, Directorate-general for energy
prof. dr. Leon Cizelj
- Teoretično in praktično usposabljanje strokovnjakov jedrskih upravnih organov in tehniških podpornih organizacij za krepitev njihovih upravnih in tehniških zmožnosti - MC3.01/13
Iter-consult Srl – Independent
prof. dr. Leon Cizelj
- H2020 - SESAME; Termohidravlične simulacije in eksperimenti za varnostne ocene reaktorjev hlajenih s tekočimi kovinami
European Commission
prof. dr. Iztok Tiselj
- H2020 - SOTERIA; Varno dolgoročno delovanje lahkovodnih reaktorjev na osnovi boljšega razumevanja učinkov sevanja v jedrskih strukturnih materialih
European Commission
prof. dr. Leon Cizelj
- H2020 - ANNETTE; Napredno mreženje za jedrsko izobraževanje in usposabljanje ter prenos strokovnega znanja
European Commission
prof. dr. Leon Cizelj
- H2020 - ATLASplus; Napredna orodja za ocenjevanje strukturne celovitosti komponent za varno in dolgoročno obratovanje jedrskih elektrarn
European Commission
prof. dr. Leon Cizelj
- H2020 - NARSIS; Nov pristop za varnostne izboljšave reaktorjev
European Commission
dr. Andrej Prošek
- H2020 - ENENplus; Pritegni, zadrži in razvij nove jedrske talente z več kot le akademskim izobraževanjem
European Commission
doc. dr. Ivo Kljenak
- H2020 - PIACE; Pasivni izolacijski kondenzator
European Commission
doc. dr. Ivo Kljenak
- H2020 - sCO₂-4-NPP; Inovativno odvajanje zaostale toplote na podlagi sCO₂ tehnologije za povečano raven varnosti jedrskih elektrarn
Electricite De France S.a.
dr. Andrej Prošek
- H2020 - EURAD; Evropski skupni program za obvladovanje radioaktivnih odpadkov
European Commission
prof. dr. Leon Cizelj
- H2020 EUROfusion - Raziskovalna enota - vodenje in administracija RU-FU
European Commission
dr. Boštjan Končar
- H2020 EUROfusion - Izobraževanje-ED-FU
European Commission
dr. Boštjan Končar
- H2020 EUROfusion - Sistemski inženiring in integracija na nivoju fuzijske elektrarne-PMI-PPPT-FU
European Commission
dr. Boštjan Končar
- H2020 EUROfusion - Nadgradnja JET fuzijske naprave-JET4-FU, EUROFUSION
European Commission
dr. Boštjan Končar
- H2020 EUROfusion - Diagnostika in kontrolni sistemi-WPDC-PPPT-FU
European Commission
dr. Samir El Shawish

- H2020 - EUROFUSION - WPSAE-PPPT-FU, WP27
European Commission
dr. Boštjan Končar
- Potrditev skupščine ETSON - Član upravnega odbora
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Leon Cizelj
- Generalna skupščina ENEN združenja - Predsednik upravnega odbora
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Leon Cizelj

PROGRAMA

- Reaktorska tehnika
prof. dr. Leon Cizelj
- Fuzijske tehnologije
dr. Boštjan Končar

PROJEKTI

- Proces uparjanja med parno eksplozijo v z natrijem hlajenih hitrih reaktorjih
dr. Mitja Uršič
- Koncepti učinkovitega hlajenja visoko toplotno obremenjenih komponent v fuzijskem reaktorju
dr. Boštjan Končar
- Raziskave turbulentnega prenosa toplote v kanalu z naprednimi eksperimentalnimi in računskimi metodami
prof. dr. Iztok Tiselj
- Simulacija izbranih razširjenih projektnih nesreč brez taljenja sredice
dr. Boštjan Končar
- Razumevanje stratificiranih parnih eksplozij v reaktorskih razmerah
dr. Matjaž Leskovar
- Financiranje projektnih gostovanj na slovenskih visokošolskih zavodih - dr. Mikuž
dr. Blaž Mikuž
- Uporaba in vzdrževanje programov (CAMP)
dr. Andrej Prošek
16. ERCOFTAC SIG15 delavnica: Modeliranje turbulentne naravne konvekcije, IJS, Ljubljana, Slovenija, 15. - 16. 10. 2019
prof. dr. Leon Cizelj

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

- Analiza vpliva porazdelitve radioaktivnih snovi v zadrževalnem hramu nek na smernice za obvladovanje težkih nesreč
Ministrstvo za okolje in prostor
dr. Matjaž Leskovar
- L2-1827 Sofinanciranje L-projekta: Simulacija izbranih razširjenih projektnih nesreč brez taljenja sredice“
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
dr. Boštjan Končar
- L2-1828 Sofinanciranje L-projekta: Razumevanje stratificiranih parnih eksplozij v reaktorskih razmerah
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
dr. Matjaž Leskovar
- Neodvisna strokovna ocena za mod. 1007-XI-L (Part4)
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
dr. Mitja Uršič
- REMONT 2019
Elektroinštitut Milan Vidmar
dr. Mitja Uršič

OBISKI

- dr. Meta Dobnikar, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana, 7. 3. 2019
- Tatjana Jurkovič, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana, 7. 3. 2019
- Mojca Boc, Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, Ljubljana, 7. 3. 2019
- Bertrand Bouchet, Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives, Pariz, Francija, 7. 3. 2019
- Denis Robert-Mougin, Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives, Pariz, Francija, 7. 3. 2019
- prof. Anton Čauševski, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza Ciril in Metod, Skopje, Severna Makedonija, 8.–12. 4. 2019
- prof. Laurent Pilon, University of California, Los Angeles, ZDA, 16. 4. 2019
- prof. Piergiorgio Sonato, Consorzio RFX, Ricerca Formazione Innovazione, Padova, Italija, 29. 5. 2019

- dr. Vanni Toigo, Consorzio RFX, Ricerca Formazione Innovazione, Padova, Italija, 29. 5. 2019
- dr. Pierluigi Zaccaria, Consorzio RFX, Ricerca Formazione Innovazione, Padova, Italija, 29. 5. 2019
- Igor Sirc, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana, 12. 7. 2019
- mag. Djordje Vojnovič, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana, 12. 7. 2019
- Matjaž Podjavoršek, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana, 12. 7. 2019
- dr. Andreja Peršič, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana, 12. 7. 2019
- dr. Piero Agostinetti, Consorzio RFX, Ricerca Formazione Innovazione, Padova, Italija, 12. 7. 2019
- Richard Meller, Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf, Dresden, Nemčija, 29. 7.–2. 8. 2019
- prof. Yassin A. Hassan, Texas A&M University, Texas, ZDA, 13. 9. 2019
- Mohit Pramod Sharma, Institute for Plasma Research, Gujarat, Indija, 8.–21. 10. 2019
- dr. Henri Safa, IZEN, Pariz, Francija, 4. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. dr. Leon Cizelj: Sobivanje raziskav, jedrske kulture za varnost in zakonodaje, 4. 3. 2019
2. dr. Oriol Costa Garrido: Probabilistic component integrity analyses, 27. 5. 2019
3. prof. dr. Anton Čauševski, Univerza Ciril in Metod, Skopje, Severna Makedonija: Operation of nuclear power plants in a complex power system, 8.–12. 4. 2019
4. dr. Arnab Deka, Institute for Plasma Research, Gandhinagar, Indija: Development of Doppler Shift Spectroscopy for neutral beam characterization and exploration of machine learning algorithms for the spectral data, 13. 5. 2019
5. prof. Tomaž Gubenšek, Akademija za gledališče, radio, film in televizijo: Nekaj besed o komunikacijskih spretnostih, 25. 11. 2019
6. prof. Alireza Haghighat, Virginia University of Technology, Virginia, ZDA: Computational methods for neutron and photon transport equation, 8.–18. 1. 2019
7. doc. dr. Ivo Kljenak: Transport in porazdelitev vodika v zadrževalnem hramu jedrske elektrarne, 28. 10. 2019
8. doc. dr. Ivo Kljenak: Zgorevanje vodika v zadrževalnem hramu jedrske elektrarne, 11. 11. 2019
9. Stanko Manojlović, Nuklearna elektrarna Krško: Sistem pasivnih avtokatalitskih peči, 23. 12. 2019
10. dr. Blaž Mikuž: CFD simulacije enofaznega turbulentnega toka hladila v gorivnih svežnjih, 9. 12. 2019
11. prof. Laurent Pilon, University of California, Los Angeles, ZDA: Pyroelectric energy conversion, 16. 4. 2019
12. Uroš Salobir, ELES: Elektroenergetska omrežja danes in jutri, 6. 5. 2019
13. prof. dr. Iztok Tiselj: Debate o jedrski energiji, nekaj vprašanj in odgovorov, 16. 12. 2019
14. Henri Weisen, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica: Preparations for JET Deuterium-Tritium fusion experiments, 10. 6. 2019
15. doc. dr. Tomaž Žagar, GEN energija: Razogljčenje proizvodnje električne energije – moderni izzivi integracije jedrske energije in obnovljivih virov energije, 20. 5. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Anil Kumar Basavaraj, Leon Cizelj, Oriol Costa Garrido, Martin Draksler, Samir El Shawish, Tanja Klopčič, Janez Kokalj, Boštjan Končar, Rok Krpan, Matjaž Leskovar, Blaž Mikuž, Jure Oder, Andrej Prošek, Nina Rehar, Iztok Tiselj, Mitja Uršič, Boštjan Zajec, udeležba na mednarodni konferenci Nuclear Energy for New Europe 2019, Portorož, 9.–12. 9. 2019
2. Leon Cizelj, udeležba na sestanku programskega odbora EUROSAFE, Köln, Nemčija, 5.–6. 2. 2019
3. Leon Cizelj, udeležba na upravnem odboru in generalni skupščini ENEN, Bruselj, Belgija, 27. 2.–2. 3. 2019
4. Leon Cizelj, udeležba na sestanku ETSON TBRS in ETSON raziskovalni skupini, Pariz, Francija, 13.–16. 3. 2019
5. Leon Cizelj, udeležba na sestanku programskega odbora Euratom (2019–2020), Konfiguracija fisija, Bruselj, Belgija, 20.–21. 3. 2019
6. Leon Cizelj, Oriol Costa Garrido, Iztok Tiselj, udeležba na sestanku projekta ENEN+, Bruselj, Belgija, 24.–26. 4. 2019
7. Leon Cizelj, udeležba na sestanku organizacijskega odbora in letnem simpoziju ESARDA, Stresa, Italija, 13.–15. 5. 2019
8. Leon Cizelj, udeležba na mednarodni konferenci ICONE 27, Tsukuba, Japonska, 17.–24. 5. 2019
9. Leon Cizelj, Ivo Kljenak, udeležba na sestanku EAES Combined meeting, München, Nemčija, 1.–5. 6. 2019
10. Leon Cizelj, udeležba na delavnici NEA-IAEA-WANO in na 5. konferenci EU ENSREG, Pariz, Francija in Bruselj, Belgija, 5.–7. 6. 2019
11. Leon Cizelj, udeležba na mednarodni konferenci Capacity Building for Nuclear Industry: Education, Research, Safety, Obninsk, Rusija, 25.–28. 6. 2019
12. Leon Cizelj, udeležba na poletni šoli ENEN+ in na generalni skupščini in seji odbora ETSON, Budimpešta, Madžarska in Praga, Češka, 30. 6.–5. 7. 2019
13. Leon Cizelj, udeležba na srečanju mednarodnega ocenjevanja področja jedrske znanosti in tehnologije, Harbin, Kitajska, 14.–18. 7. 2019
14. Leon Cizelj, udeležba na pripravljavnem sestanku projekta H2020 SCR-SMR, Alkmaar, Nizozemska, 27.–28. 8. 2019
15. Leon Cizelj, udeležba na sestanku predloga projekta AI ENEN+, Bruselj, Belgija, 5.–6. 9. 2019
16. Leon Cizelj, udeležba na 63. generalni konferenci IAEA, Dunaj, Avstrija, 16.–18. 9. 2019
17. Leon Cizelj, udeležba na konferenci ANS Global/TopFuel 2019, Seattle, ZDA, 22.–28. 9. 2019
18. Leon Cizelj, udeležba na delavnici Joint FORATOM ENEN+ Communications, Bruselj, Belgija, 13.–14. 10. 2019
19. Leon Cizelj, udeležba na seji odbora ENEN, Bruselj, Belgija, 23.–25. 10. 2019
20. Leon Cizelj, Tanja Klopčič, Mitja Uršič, udeležba na Forumu EUROSAFE 2019, Köln, Nemčija, 3.–7. 11. 2019
21. Leon Cizelj, Mitja Uršič, udeležba na 2. delavnici projekta Analysis to support implementation of articles 8a-8c of Directive 2014/87/Euratom, Luksemburg, 11.–13. 11. 2019

22. Leon Cizelj, udeležba na 1. sestanku delovnega paketa projekta EURAD, Bruselj, Belgija, 14.–15. 11. 2019
23. Leon Cizelj, udeležba na 14th EHRO-N Senior Advisory Group, Petten, Nizozemska, 18.–19. 11. 2019
24. Leon Cizelj, udeležba na zaključnem sestanku projekta ANNETE, Bruselj, Belgija, 27.–29. 11. 2019
25. Oriol Costa Garrido, udeležba na 2. generalni skupščini projekta ATLAS+, Manchester, Združeno kraljestvo, 22.–23. 5. 2019
26. Oriol Costa Garrido, Samir El Shawish, udeležba na zaključni delavnici projekta SOTERIA, Miraflores de la Sierra, Španija, 25.–27. 6. 2019
27. Oriol Costa Garrido, Martin Draksler, Boštjan Končar, udeležba na delovnem sestanku projekta DDT-NBI, Padova, Italija, 25. 10. 2019
28. Martin Draksler, udeležba na poletni delavnici ETSON JSP, Bologna, Italija, 1.–2. 9. 2019
29. Samir El Shawish, udeležba na zaključnem sestanku WPDC EUROfusion, Garching, Nemčija, 16. 1. 2019
30. Samir El Shawish, udeležba na konferenci EUROMAT, Stockholm, Švedska, 1.–6. 9. 2019
31. Ivo Kljenak, udeležba na forumu NUGENIA 2019, Pariz, Francija, 12.–15. 3. 2019
32. Ivo Kljenak, Matjaž Leskovar, udeležba na konferenci ERMSAR 2019, Praga, Češka, 17.–21. 3. 2019
33. Ivo Kljenak, udeležba na mednarodni delavnici MITHYGENE, Fontenay-aux-Roses, Francija, 8.–11. 4. 2019
34. Ivo Kljenak, udeležba na generalni skupščini NUGENIA in SNETP, Bruselj, Belgija, 22. 5. 2019
35. Ivo Kljenak, udeležba na sestanku ETSON ED-4 Expert Group, Köln, Nemčija, 11.–13. 6. 2019
36. Ivo Kljenak, udeležba na 3. sestanku projekta IPRESCA, Frankfurt, Nemčija, 26.–8. 6. 2019
37. Ivo Kljenak, udeležba na začetnem sestanku projekta PIACE, Brasimone, Italija, 3.–5. 7. 2019
38. Ivo Kljenak, predavatelj na tečaju Severe Accident Phenomenology 2019, Cadarache, Francija, 9.–11. 9. 2019
39. Ivo Kljenak, udeležba na letnem sestanku projekta ASCOM, Karlsruhe, Nemčija, 22.–26. 9. 2019
40. Ivo Kljenak, predavatelj na tečaju v sklopu projekta EUROPAID, Hammamet, Tunizija, 16.–18. 10. 2019
41. Ivo Kljenak, udeležba na sestanku EAES Working group, Riga, Latvija, 30. 10.–2. 11. 2019
42. Ivo Kljenak, udeležba na sestanku projekta SAMHYCO-NET in začetnem sestanku ETSON benchmark, Pariz, Francija, 12.–15. 11. 2019
43. Janez Kokalj, udeležba na konferenci NURETH, Portland, ZDA, 17.–25. 8. 2019
44. Boštjan Končar, Andrija Volkanovski, Udeležba na sestanku PPPT WPSAE Progress Meeting, Garching, Nemčija, 28.–30. 1. 2019
45. Boštjan Končar, Matjaž Leskovar, udeležba na delavnici DEMO, Espoo, Finska, 26.–28. 2. 2019
46. Boštjan Končar, udeležba na sestanku ITER EUROfusion day, Padova, Italija, 25.–26. 3. 2019
47. Boštjan Končar, udeležba na 25. generalni skupščini EUROfusion, Frascati, Italija, 15.–17. 4. 2019
48. Boštjan Končar, udeležba na 6. generalni skupščini EUROfusion, Riga, Latvija, 16.–18. 7. 2019
49. Boštjan Končar, udeležba na 14th International Symposium on Fusion Nuclear Technology, Budimpešta, Madžarska, 23.–27. 9. 2019
50. Boštjan Končar, udeležba na sestanku projekta CROSSING, Dresden, Nemčija, 9.–11. 12. 2019
51. Boštjan Končar, udeležba na 28. generalni skupščini EUROfusion, Atene, Grčija, 15.–17. 12. 2019
52. Rok Krpan, Mitja Uršič, udeležba na konferenci ICAPP, Antibes, Francija, 12.–15. 5. 2019
53. Matjaž Leskovar, udeležba na sestankih PPPT Project Management in DEMO Project Board, Garching, Nemčija, 2.–4. 4. 2019
54. Matjaž Leskovar, udeležba na srečanju CSARP/MCAP/MELCOR, Albuquerque, ZDA, 1.–8. 6. 2019
55. Matjaž Leskovar, udeležba na sestankih PPPT Project Management in DEMO Project Board, Garching, Nemčija, 10.–12. 7. 2019
56. Matjaž Leskovar, udeležba na sestankih PPPT Project Management in DEMO Project Board, Garching, Nemčija, 13.–15. 11. 2019
57. Matjaž Leskovar, udeležba na 27th European Fusion Workshop, Moulin de Vernegues, Francija, 2.–6. 12. 2019
58. Blaž Mikuž, udeležba na delavnici ERCOFTAC DLES12, Madrid, Španija, 4.–7. 6. 2019
59. Jure Oder, udeležba na izobraževanju modeliranja turbulence in turbulentnega prenosa toplote, Petten, Nizozemska, 3.–9. 2. 2019
60. Jure Oder, Iztok Tiselj, udeležba na zadnjem sestanku in delavnici projekta SESAME, Petten, Nizozemska, 18.–21. 3. 2019
61. Andrej Prošek, Andrija Volkanovski, udeležba na plenarnem srečanju NARSIS, Delft, Nizozemska, 18.–21. 3. 2019
62. Andrej Prošek, udeležba na spomladanskem sestanku programa CAMP, Valencia, Španija, 28.–31. 5. 2019
63. Andrej Prošek, udeležba na delavnici, skupščini in plenarnem zasedanju projekta NARSIS, Varšava, Poljska, 1.–7. 9. 2019
64. Andrej Prošek, udeležba na začetnem sestanku projekta SCO2-4-NPP, Pariz, Francija, 16.–18. 9. 2019
65. Andrej Prošek, udeležba na jesenskem sestanku programa CAMP, Washington, ZDA, 4.–9. 11. 2019

66. Matej Tekavčič, udeležba na sestanku uporabnikov Code_Saturne in Neptune_CFD, Pariz-Saclay, Francija, 6.–8. 5. 2019
67. Matej Tekavčič, udeležba na sestanku projekta CROSSING, Dresden, Nemčija, 19.–24. 5. 2019
68. Iztok Tiselj, udeležba na konferenci FISA, Pitesti, Romunija, 3.–9. 6. 2019
69. Iztok Tiselj, udeležba na sestanku partnerjev skupnega študijskega programa SARENA, Nantes, Francija, 19.–20. 9. 2019
70. Mitja Uršič, udeležba na European MELCOR User Group, Brugg, Švica, 3.–4. 4. 2019
71. Mitja Uršič, udeležba na 14. sestanku organizacijskega odbora TSO - IAEA, Dunaj, Avstrija, 10.–12. 4. 2019
72. Andrija Volkanovski, udeležba na mednarodnem sestanku PSA19, Charleston, ZDA, 27. 4.–4. 5. 2019
73. Andrija Volkanovski, udeležba na delavnici ETSON, Kaunas, Litva, 26.–28. 5. 2019
74. Andrija Volkanovski, udeležba in predavanje na sestanku WPSAE, Garching, Nemčija, 10.–13. 6. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **prof. dr. Leon Cizelj, znanstveni svetnik - vodja odseka**
2. dr. Oriol Costa Garrido
3. dr. Martin Draksler
4. dr. Samir El Shawish
5. doc. dr. Ivo Kljenak
6. dr. Boštjan Končar
7. dr. Matjaž Leskovar
8. *doc. dr. Marko Matkovič, 1. 4. 2019 razporeditev v odsek CEU*
9. dr. Blaž Mikuž
10. dr. Andrej Prošek
11. prof. dr. Iztok Tiselj, znanstveni svetnik
12. dr. Mitja Uršič
13. *dr. Andrija Volkanovski, odšel 16. 8. 2019*

Podoktorski sodelavci

14. dr. Matej Tekavčič

Mlajši raziskovalci

15. *Tadej Holler, univ. dipl. inž. str., odšel 1. 4. 2019*
16. Janez Kokalj, mag. jedr. teh.
17. Rok Krpan, mag. jedr. teh.
18. Matic Kunšek, mag. jed. teh.
19. dr. Jure Oder
20. Nikola Veljanovski, Msc., Makedonija
21. Boštjan Zajec, mag. jed. teh.

Strokovni sodelavci

22. Anil Kumar Basavaraj, Bachelor of Engineering, Indija
23. Sandi Cimerman, dipl. inž. fiz.
24. Andrej Sušnik, dipl. inž. str.
25. Miloš Tomić, dipl. mat.

Tehniški in administrativni sodelavci

26. Tanja Klopčič
27. Zoran Petrič, univ. dipl. fiz.
28. Nina Rehar, prof. lik. umet.

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ASCOMP GmbH, Zürich, Švica
2. American Society of Mechanical Engineers, ZDA
3. Becker Technologies GmbH, Eschborn, Nemčija
4. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Pariz, Francija
5. CEA – Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (CEA-INSTN), Gif-sur-Yvette, Francija
6. Electricité de France (EDF), Chatou, Francija
7. Elektroinstitut Milan Vidmar, Ljubljana
8. European Nuclear Education Network (ENEN), Bruselj, Belgija
9. European Technical Safety Organisations Network (ETSON)
10. GEN energija, d. o. o., Krško
11. Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Nemčija
12. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), St. Paul-lez-Durance, Francija
13. Institute for Nuclear Technology and Energy Systems (IKE), Stuttgart, Nemčija
14. International Atomic Energy Agency (IAEA), Dunaj, Avstrija
15. ITER-Consult, Rim, Italija
16. Joint Research Centre (JRC), Institute of Energy, Petten, Nizozemska
17. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Nemčija
18. Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Daejeon, Južna Koreja
19. Nuclear Generation II & III Association (NUGENIA), Bruselj, Belgija
20. Nuclear Research and Consultancy Group (NRG), Petten, Nizozemska
21. Nuklearna elektrarna Krško
22. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)/Nuclear Energy Agency (NEA), Pariz, Francija
23. Paul Scherrer Institute (PSI), Villigen, Švica
24. Royal Institute of Technology (KTH), Nuclear Reactor Technology Division, Stockholm, Švedska
25. Shanghai Jiao Tong University, Šanghaj, Kitajska
26. Studiecentrum voor Kernenergie, Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire (SCK - CEN), Mol, Belgija
27. Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP)
28. Texas A&M University, ZDA
29. U.S. Nuclear Regulatory Commission (US NRC), Washington D.C., ZDA
30. Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Pisa, Italija
31. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Ljubljana
32. Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Blaž Mikuž, Afaq Shams, "Assessment of RANS models for flow in a loosely spaced bare rod bundle with heat transfer in low Prandtl number fluid", *Annals of Nuclear Energy*, 2019, **124**, 441-459. [COBISS.SI-ID 31819559]
- Tomaž Skobe, Matjaž Leskovar, "Influence of corium composition on ex-vessel steam explosion", *Annals of Nuclear Energy*, 2019, **133**, 359-377. [COBISS.SI-ID 32394791]
- Andrej Prošek, Mitja Uršič, "Review of design extension conditions experiments and analyses for non-degraded core", *Energija*, 2019, **68**, 2/3, 112-125. [COBISS.SI-ID 33019175]
- Cedric Flageul, Iztok Tiselj, Sofiane Benhamadouche, Martin Ferrand, "A correlation for the discontinuity of the temperature variance dissipation rate at the fluid-solid interface in turbulent channel flows", *Flow, turbulence and combustion*, 2019, **103**, 1, 175-201. [COBISS.SI-ID 32059175]
- Jure Oder, Afaq Shams, Leon Cizelj, Iztok Tiselj, "Direct numerical simulation of low-Prandtl fluid flow over a confined backward facing step", *International journal of heat and mass transfer*, 2019, **142**, 118436. [COBISS.SI-ID 32557863]
- Martin Draksler, Boštjan Končar, Leon Cizelj, "On the accuracy of Large Eddy Simulation of multiple impinging jets", *International journal of heat and mass transfer*, 2019, **133**, 596-605. [COBISS.SI-ID 31988007]
- Ferry Roelofs, D. Dovizio, H. Uitslag-Doolaard, D. De Santis, A. Mathur, Blaž Mikuž, Afaq Shams, "Core thermal hydraulic CFD support for liquid metal reactors", *Nuclear Engineering and Design*, 2019, **355**, 110322. [COBISS.SI-ID 32652583]
- Matjaž Leskovar, Vasilij Centrih, Mitja Uršič, Janez Kokalj, "Investigation of steam explosion duration in stratified configuration", *Nuclear Engineering and Design*, 2019, **353**, 110233. [COBISS.SI-ID 32558119]
- Afaq Shams *et al.* (11 avtorjev), "Reference numerical database for turbulent flow and heat transfer in liquid metals", *Nuclear Engineering and Design*, 2019, **353**, 110274. [COBISS.SI-ID 32583719]
- Tadej Holler, Ed. M. J. Komen, Ivo Kljenak, "The role of CFD combustion modeling in hydrogen safety management. VII., Validation for hydrogen deflagration in large-scale hydrogen-air-steam experiment", *Nuclear Engineering and Design*, 2019, **342**, 133-146. [COBISS.SI-ID 31940135]
- Ferry Roelofs *et al.* (13 avtorjev), "Towards validated prediction with RANS CFD of flow and heat transport in a wire-wrap fuel assembly", *Nuclear Engineering and Design*, 2019, **353**, 110273. [COBISS.SI-ID 32652839]
- Andrija Volkanovski, Andrej Prošek, "Electric power frequency and nuclear safety: subsynchronous resonance case study", *Nuclear Engineering and Technology*, 2019, **51**, 4, 1017-1023. [COBISS.SI-ID 32111911]
- Bernd Sebastian Schneider *et al.* (16 avtorjev), "New diagnostic tools for transport measurements in the Scrape-Off Layer (SOL) of medium-size tokamaks", *Plasma physics and controlled fusion*, 2019, **61**, 5, 054004. [COBISS.SI-ID 32121383]
- Conference: July 15- 17, San Antonio, Texas, USA*, Proceedings, ASME, 2019, 94076. [COBISS.SI-ID 32592167]
- E. M. A. Frederix, Blaž Mikuž, Ed. M. J. Komen, "LES of a Taylor bubble in co-current turbulent pipe flow", V: *DLES 12, Workshop Direct and Large Eddy Simulation, June 5th-7th 2019, Madrid, Spain*, Proceedings, Universidad Carlos III, 2019. [COBISS.SI-ID 32442663]
- Matjaž Leskovar, Vasilij Centrih, Mitja Uršič, Janez Kokalj, "Analysis of steam Explosion duration in stratified configuration", V: *ERMSAR 2019, 9th European Review Meeting on Severe Accident Research, May 18-20, 2019, Prague, Czech Republic*, Proceedings, NUGENIA, 2019, 91. [COBISS.SI-ID 32427047]
- D. Manara *et al.* (16 avtorjev), "Severe accident research priority ranking: a new assessment eight years after the Fukushima Daiichi accident", V: *ERMSAR 2019, 9th European Review Meeting on Severe Accident Research, May 18-20, 2019, Prague, Czech Republic*, Proceedings, NUGENIA, 2019, 835. [COBISS.SI-ID 32426535]
- Rok Krpan, Ivo Kljenak, Houjun Gong, Ying Wang, Yuanfeng Zan, Pengzhou Li, Etienne Studer, Ahmed Bentaib, Namane Mechtoua, "Simulation of experiment on light gas layer erosion in small-scale mchbf containment experimental facility", V: *ERMSAR 2019, 9th European Review Meeting on Severe Accident Research, May 18-20, 2019, Prague, Czech Republic*, Proceedings, NUGENIA, 2019, 673. [COBISS.SI-ID 32426791]
- Ferry Roelofs *et al.* (24 avtorjev), "CFD and experiments for wire-wrapped fuel assemblies", V: *NURETH-18, 18th International Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics, August 18-22, 2019, Portland, OR, USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 5716-5729. [COBISS.SI-ID 32796199]
- Afaq Shams *et al.* (20 avtorjev), "A collaborative effort towards the accurate prediction of turbulent flow and heat transfer in low-Prandtl number fluids", V: *NURETH-18, 18th International Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics, August 18-22, 2019, Portland, OR, USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 205-219. [COBISS.SI-ID 32687143]
- Blaž Mikuž, Edo Frederix, Iztok Tiselj, Ed. M. J. Komen, "High-fidelity simulation of a Taylor bubble in co-current turbulent flow", V: *NURETH-18, 18th International Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics, August 18-22, 2019, Portland, OR, USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 1555-1568. [COBISS.SI-ID 32653095]
- Janez Kokalj, Matjaž Leskovar, Mitja Uršič, "Premixed layer formation modelling in stratified melt coolant geometry", V: *NURETH-18, 18th International Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics, August 18-22, 2019, Portland, OR, USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 4018-4031. [COBISS.SI-ID 32591399]
- R. Mukin, I. Clifford, Oriol Costa Garrido, D. F. Mora, M. Niffenegger, Bojan Ničeno, H. Ferroukhi, "Screening analysis for pressurized thermal shock (PTS) transient scenarios", V: *NURETH-18, 18th International Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics, August 18-22, 2019, Portland, OR, USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 2536-2549. [COBISS.SI-ID 32591655]
- Mitja Uršič, Matjaž Leskovar, "Investigation of the applicability of the MC3D code to vapour explosions in sodium", V: *ICAPP'19, International Congress on Advances in Nuclear Power Plants, 12-15 May 2019, Juan-Les-Pins, France*, Proceedings, SFEN, 2019. [COBISS.SI-ID 32369959]
- Rok Krpan, Iztok Tiselj, Ivo Kljenak, "Scaling of experiments on containment atmosphere mixing to nuclear power plant", V: *ICAPP'19, International Congress on Advances in Nuclear Power Plants, 12-15 May 2019, Juan-Les-Pins, France*, Proceedings, SFEN, 2019. [COBISS.SI-ID 32369703]
- Matej Tekavčič, Boštjan Končar, Ivo Kljenak, "Three-dimensional simulations of liquid waves in isothermal vertical churn flow with OpenFOAM", V: *Proceedings of the 16th Multiphase Flow Conference, November 13-16 Dresden, Germany*, (Experimental and computational multiphase flow, 1, 1), 2019, 300-306. [COBISS.SI-ID 32521255]
- Matjaž Leskovar, Mitja Uršič, "Analysis of severe accident in safety upgraded Krško NPP with MELCOR 2.2", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 406. [COBISS.SI-ID 33178407]
- Boštjan Zajec, Marko Matkovič, Leon Cizelj, "Analysis of statistical uncertainties in a direct numerical simulation of flow in a backward

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Andrija Volkanovski, "Accident sequence probability in PSA", V: *16th ANS International Topical Meeting on Probabilistic Safety Analysis and Analysis, PSA 2019, April 28-May 2019, Charleston, South Carolina USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 300-303. [COBISS.SI-ID 32337703]
- Andrija Volkanovski, "Application of qualitative importance measures", V: *16th ANS International Topical Meeting on Probabilistic Safety Analysis and Analysis, PSA 2019, April 28-May 2019, Charleston, South Carolina USA*, Proceedings, American Nuclear Society, 2019, 691-697. [COBISS.SI-ID 32337447]
- Diego F. Mora, Roman Mukin, Oriol Costa Garrido, Markus Niffenegger, "Fracture mechanics analysis of a PWR under PTS using XFEM and input from trace", V: *ASME 2019, Pressure Vessels and Piping Conference: July 15- 17, San Antonio, Texas, USA*, Proceedings, ASME, 2019, 94019. [COBISS.SI-ID 32592423]
- Markus Niffenegger, Oriol Costa Garrido, D. F. Mora, Roman Mukin, M. Sharabi, N. Lafferty, Bojan Ničeno, G. Qian, "Uncertainties in pressurized thermal shock analyses", V: *ASME 2019, Pressure Vessels and Piping*

- facing step heat transfer measurements in a single-phase flow of refrigerant R245fa in annular geometry", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 207. [COBISS.SI-ID 33176359]
19. Jure Oder, Iztok Tiselj, "Analysis of statistical uncertainties in a direct numerical simulation of flow in a backward facing step", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 202. [COBISS.SI-ID 33175847]
 20. Andrej Prošek, Andrija Volkanovski, "Constraining input uncertainty sources of PSA by sensitivity analysis using FFTBM-SM", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 201. [COBISS.SI-ID 33175591]
 21. Martin Draksler, Matej Tekavčič, Boštjan Končar, "The effect of mesh refinement on the calculation of cryostat thermal loads in DEMO during the incident helium ingress", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 714. [COBISS.SI-ID 33180967]
 22. Blaž Mikuž, Jan Kamnikar, Jakob Prošek, Iztok Tiselj, "Experimental observation of Taylor bubble disintegration in turbulent flow", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 211. [COBISS.SI-ID 33177127]
 23. Anil Kumar Basavaraj, Blaž Mikuž, Marko Matkovič, "Flow and heat transfer CFD analysis in the section of THELMA for wall surface temperature determination", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 209. [COBISS.SI-ID 33176615]
 24. Diego F. Mora, Oriol Costa Garrido, Roman Mukin, Markus Niffenegger, "Fracture mechanics analyses of reactor pressure vessel under pressurized thermal shock with TRACE Input Loads", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 308. [COBISS.SI-ID 33177895]
 25. Nejc Kosanič, Boštjan Zajec, Marko Matkovič, Jure Oder, Iztok Tiselj, "PIV measurements of turbulent flow over backward-facing step", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 210. [COBISS.SI-ID 33176871]
 26. Oriol Costa Garrido, Markus Niffenegger, D. F. Mora, Roman Mukin, "Probabilistic fracture mechanics analyses for structural integrity assessment of nuclear components", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 303. [COBISS.SI-ID 33177639]
 27. Andrija Volkanovski, Andrej Prošek, "Progression of station blackout event in PWR plant", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 1013. [COBISS.SI-ID 33181479]
 28. Mitja Uršič, Matjaž Leskovar, "Sensitivity study on initial conditions of sodium vapour explosion in FARO-TERMOS like conditions", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 401. [COBISS.SI-ID 33178151]
 29. Ivo Kljenak, Rok Krpan, "Simulation of hydrogen combustion experiment in THAI+ facility with ASTEC Code", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 409. [COBISS.SI-ID 33180711]
 30. Rok Krpan, Matej Tekavčič, Boštjan Končar, "Simulation of natural convection of helium in DEMO cryostat using openFOAM", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 705. [COBISS.SI-ID 33181223]
 31. Janez Kokalj, Matjaž Leskovar, Mitja Uršič, "Simulation of premixed layer formation in stratified melt-coolant configuration", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 407. [COBISS.SI-ID 33178663]
 32. Matej Tekavčič, Žan Kogovšek, Mitja Uršič, Matjaž Leskovar, "Simulations of heat and mass transfer around circular core fragment in sodium coolant", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 408. [COBISS.SI-ID 33178919]
 33. Samir El Shawish, "Statistical study of intergranular stresses in untextured polycrystalline metals", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 305. [COBISS.SI-ID 33177383]
 34. Andrej Prošek, Boštjan Končar, Matjaž Leskovar, "BEPU method applied to CFD simulation of mixing flows", V: *Selected papers from the 2018 Best Estimate Plus Uncertainty International Conference (BEPU 2018), May 13-18, 2018, Lucca, Italy*, (Nuclear Technology, **205**, 12), 2019, 1661-1674. [COBISS.SI-ID 32112423]
 35. A. Shams *et al.* (11 avtorjev), "Reference numerical database for turbulent flow and heat transfer in liquid metals", V: *SESAME thermal hydraulic 'Simulations and Experiments for the Safety Assessment of Metal cooled reactors' International Workshop, 19-21 March 2019, Petten, Netherlands*, Proceedings, 2019. [COBISS.SI-ID 32226343]
 36. Jure Oder *et al.* (11 avtorjev), "Thermal fluctuations in low-Prandtl fluid flows over a backward facing step", V: *SESAME thermal hydraulic 'Simulations and Experiments for the Safety Assessment of Metal cooled reactors' International Workshop, 19-21 March 2019, Petten, Netherlands*, Proceedings, 2019. [COBISS.SI-ID 33156903]
 37. Ferry Roelofs *et al.* (13 avtorjev), "Towards validated prediction with RANS CFD of flow and heat transport in a wire-wrap fuel assembly", V: *SESAME thermal hydraulic 'Simulations and Experiments for the Safety Assessment of Metal cooled reactors' International Workshop, 19-21 March 2019, Petten, Netherlands*, Proceedings, 2019. [COBISS.SI-ID 32226599]
 38. Daniele Dovizio, Blaž Mikuž, Afaq Shams, Ferry Roelofs, "Validating RANS to predict the flow behavior in wire-wrapped fuel assemblies", V: *SESAME thermal hydraulic 'Simulations and Experiments for the Safety Assessment of Metal cooled reactors' International Workshop, 19-21 March 2019, Petten, Netherlands*, Proceedings, 2019. [COBISS.SI-ID 32227111]
 39. Wolfgang Biel *et al.* (57 avtorjev), "Diagnostics for plasma control - from ITER to DEMO", V: *Special issue on the 30th Symposium on Fusion Technology, SOFT, 16-21 September 2018, Messina, Sicily, Italy*, (Fusion engineering and design, **146A**), 2019, 465-472. [COBISS.SI-ID 32013607]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Iztok Tiselj, Enrico Stalio, D. Angeli, Jure Oder, "Direct numerical simulations for liquid metal applications", V: *Thermal hydraulics aspects of liquid metal cooled nuclear reactors*, (Woodhead publishing series in energy), Woodhead Publications, 2019, 219-244. [COBISS.SI-ID 31974183]

STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Andrej Prošek, *Semiscale S-NC-02 and S-NC-03 natural circulation tests performed by RELAP5/MOD3.3 Patch05*, Washington: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2019. [COBISS.SI-ID 32405287]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Tadej Holler, *Modeliranje turbulentnega zgorevanja vodika v eksperimentalni napravi zadrževalnega hrama*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Ivo Kljenak). [COBISS.SI-ID 3310948]
2. Jure Oder, *Direktne numerične simulacije toka čez stopnico s prenosom toplote*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2019 (mentor Iztok Tiselj). [COBISS.SI-ID 3398756]

REAKTORSKI INFRASTRUKTURNI CENTER

RIC

Reaktorski infrastrukturni center (RIC) vključuje raziskovalni reaktor TRIGA Mark II in Objekt vročo celico (OVC). Reaktor, ki obratuje že od leta 1966, se uporablja kot vir nevtronov za raziskave, za izobraževanje in usposabljanje ter za proizvodnjo radioaktivnih izotopov. Podrobnejši tehnični podatki o reaktorju so na spletni strani <http://www.rcp.ijs.si/~ric/>. OVC je namenjen delu z radioaktivnimi snovmi in radioaktivnimi odpadki za potrebe raziskovalnih, razvojnih in tržnih programov ter projektov. V njem se izvajajo tudi redne meritve radiološkega nadzora reaktorja. Osebe RIC upravlja in vzdržuje reaktor in OVC, poleg tega pa sodeluje tudi pri drugih delih, ki zahtevajo usposobljene strokovnjake na sevalnem in jedrskem področju, npr. vzdrževanje zaprtih radioaktivnih virov, sodelovanje pri remontu NE Krško ter karakterizacija, obdelava in priprava radioaktivnih odpadkov.



Vodja :
prof. dr. Borut Smodiš

Obratovanje reaktorja je potekalo v skladu z letnim programom, ki sta ga operativno odobraval vodja RIC in Služba za varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS) za vsak teden posebej. Reaktor je obratoval 137 dni oziroma 723 ur in pri tem proizvedel 112,6 MWh toplote. Izvedenih je bilo tudi 90 pulzov. Skupaj je bilo obsevanih 835 vzorcev v vrtljaku, v obsevalnih kanalih in v pnevmatski pošti.

Operaterji reaktorja podpirajo raziskovalce z izvajanjem dejavnosti in storitev, za katere raziskovalci niso usposobljeni in pooblašeni, kot so upravljanje reaktorja, izvajanje obsevanj in eksperimentov ter rokovanje z obsevanimi radioaktivnimi vzorci.

Reaktor TRIGA Mark II se je v letu 2019 večinoma uporabljal kot vir nevtronov za nevtronsko aktivacijsko analizo, za obsevanje elektronskih komponent in za izobraževanje. Za izobraževalne namene ga je največ uporabljal Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo (ICJT), za obsevanje vzorcev Odsek za znanosti o okolju (O2) in Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F9), za eksperimente iz reaktorske fizike pa Odsek za reaktorsko fiziko (F8). Zaustavljen reaktor je močan vir sevanja gama, kar je bilo uporabljeno za preizkušanje odpornosti elektronskih komponent proti sevanju, obsevanje vzorcev keramike za Odsek za elektronsko keramiko (K5) in sterilizacijo vzorcev iz Odseka za nanostrukturne materiale (K7).

V OVC so redno izvajali dejavnosti O2, Služba za varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS) in Agencija za radioaktivne odpadke (ARAO) – obdelava in priprava radioaktivnih odpadkov za potrebe skladiščenja.

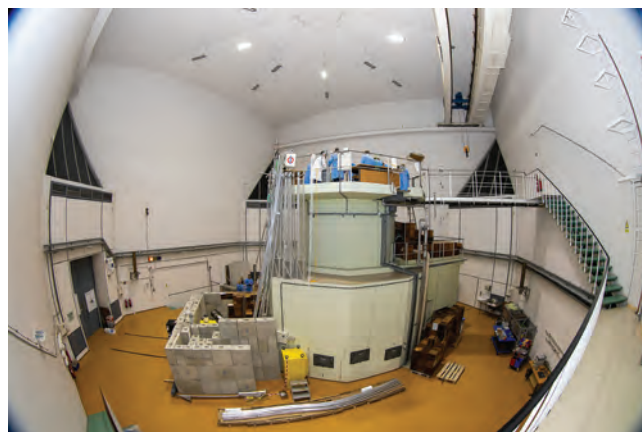
Raziskave, pri katerih se je uporabljal reaktor, vključujejo:

- reaktorsko fiziko in nevtroniko,
- aktivacijske analize,
- raziskave sevalnih poškodb v polprevodnikih,
- nevtronsko dozimetrijo in spektrometrijo,
- aktivacijo materialov, raziskave jedrskih odpadkov in razgradnjo,
- študije odpornosti proti sevanju,
- obsevanje materialov fuzijskih reaktorjev,
- obsevanje elektronskih komponent,
- obsevanje medicinskih komponent,
- razvoj in preizkušanje novih detektorjev,
- razvoj novih metod za merjenje profilov moči, nevtronskih spektrov itd.,
- verifikacijo in validacijo metod za račun transporta nevtronov, fotonov in elektronov,
- razvoj metod za izobraževanje s področja reaktorske fizike.

V sodelovanju z Odsekom za reaktorsko fiziko (F8) in s Komisijo za atomsko energijo in alternativne vire (CEA), Cadarache, Francija, smo obsevali vzorce, ki jih CEA pozneje analizira z metodo FT-TIMS (masna spektrometrija s pomočjo termične ionizacije).

Zaradi dobrega formalnega in neformalnega sodelovanja s CEA načrtujemo, da se bodo dejavnosti nadaljevale tudi v letu 2020.

Reaktor TRIGA Mark II na IJS v Ljubljani je referenčni center za obsevanja z nevtroni pri razvoju detektorjev za eksperiment ATLAS (<http://aida2020.web.cern.ch/content/jsi>) v CERN-u. To sodelovanje je potekalo v sklopu



Slika 1: Lani septembra je reaktor TRIGA sodeloval na dogodku Noč raziskovalcev. Vsakdo je lahko opazoval reaktor med obratovanjem.

EU-projekta AIDA in se nadaljuje v sklopu projekta AIDA II (H2020 – AIDA-2020; Task 15.5 – Irradiation Facilities; Design and Installation of a Large Irradiation Facility).

Januarja smo gostili predstavnike podjetij Precision Acoustics, IONIX in TWI, v katerih razvijajo ultrazvočne detektorje, ki morajo biti odporni tudi na sevanje. Teste so opravljali na našem reaktorju TRIGA.

V okviru Nvegaato SPS-projekta E-SiCure (SPS 985215, <http://e-secure.web.ua.pt/>), pri katerem sodeluje Odsek za reaktorsko fiziko (F8), smo v reaktorju obsevali vzorce silicijevega karbida za proučevanje defektov, ki jih v materialu povzročijo nevtroni. Cilj projekta je modifikacija lastnosti silicijevega karbida za izdelavo detektorjev jedrskega materiala za obmejno in pristaniško kontrolo. Obsevanja so potekala junija in novembra.

Julija in decembra smo gostili predstavnike podjetja Rolls Royce Nuclear SAS, ki pri nas testirajo in razvijajo instrumentacijo za zajem podatkov iz fisijske celice. Podpisali smo tudi pogodbo o sodelovanju, ki bo veljala dve leti, z možnostjo podaljšanja na pet let.

Večkrat so raziskovalci F8 na reaktorju TRIGA testirali opremo za opravljanje zagonskih testov NEK. Osebe RIC je tudi sodelovalo pri nadzoru remontnih aktivnostih v NEK.

Novembra so raziskovalci F9 pri nas testirali polprevodniške detektorje sevanja, ki jih razvijajo v sodelovanju s turškim Nuclear Radiation Detectors Application and Research Centre.

Novembra smo opravili obsevanja borovega nitrida v obliki nano prahu za raziskovalca iz Nacionalnega jedrskega raziskovalnega centra, Baku, Azerbajdžan (Institute of Radiation Problems of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan).

Decembra smo z žarki gama obsevali vzorce gume za podjetje MK-TEAM. Guma bo služila kot tesnilo na sodih za dolgotrajno skladiščenje radioaktivnih odpadkov.

Decembra so operaterji reaktorja TRIGA pomagali pri menjavi radioaktivnih virov Kr-85, ki jih uporabljajo v Papirnici Vevče Proizvodnja za merjenje gramature papirja.



Slika 2: Študenti z univerze v Milanu so bili na kratkem izobraževanju o promptno kritičnih jedrskih sistemih.



Slika 4: Študenti z univerze Uppsala so bili na tridnevnem tečaju usposabljanja na reaktorju TRIGA.



Slika 3: Precision Acoustics, TWI in Ionix razvijalci ultrazvočnih senzorjev med testno kampanjo na reaktorju TRIGA



Slika 5: Lani je bila instalirana obsevalna naprava v kanal 5 z namenom obsevanja velikih fisijskih celic. Spremenjen kanal uporablja Rolls Royce Civil Nuclear S.A.S.

Skozi vse leto smo za odsek O2 obsevali več kot 500 vzorcev za nevtronsko aktivacijsko analizo. Večkrat smo opravili tudi obsevanje polprevodniških detektorjev neposredno za CERN.

Jeseni smo vsak teden gostili študente FMF, ki so na reaktorju TRIGA opravljali vaje v sklopu predmeta Eksperimentalna reaktorska fizika na II. bolonjski stopnji.

Večkrat smo gostili tudi študente FMF na I. bolonjski stopnji, ki so na reaktorju opravljali vaje v sklopu predmeta Fizikalni praktikum.

Oktobra smo gostili del tečaja **Group fellowship training course** v sodelovanju z Mednarodno agencijo za atomsko energijo. Pri tečaju smo sodelovali ICJT, F8, SVPIS in RIC. Udeležilo se ga je 9 tečajnikov iz različnih držav.

Septembra in oktobra smo gostili krajši praktični tečaj iz reaktorske fizike, ki se ga je udeležilo šest študentov univerze v Uppsali.

Novembra smo gostili enodnevni tečaj za študente z univerze v Milanu.

Nadaljevali smo sodelovanje s slovenskima podjetjema DITO in Nanocut pri razvoju proti sevanju odpornih svetil LED.

RIC je podpiral izvajanje raziskovalnih programov in projektov naslednjih raziskovalnih in izobraževalnih institucij: Fakulteta za matematiko in fiziko UL, Fakulteta za elektrotehniko UL in Fakulteta za energetiko UM.

Na reaktorju je bilo tudi več kot 60 različnih krajših obiskov (raziskovalci iz tujine, udeleženci tečajev, 47 skupin iz osnovnih in srednjih šol ter univerz v Sloveniji in v zamejstvu), skupno približno 1500 obiskovalcev. Marca smo organizirali tudi Dan odprtih vrat, ko si je reaktor ogledalo približno 250 obiskovalcev. Septembra smo prvič sodelovali v okviru dogodka Noč raziskovalcev, ko si je reaktor med obratovanjem ogledalo približno 150 obiskovalcev.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE2019, Portorož, Slovenija, 9. 9. 2019–12. 9. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Experimentalno testiranje samonapajalnih nevtronskih detektorjev za podjetje Thermocoax
Thermocoax SAS; prof. dr. Borut Smodiš
2. Obsevanja za podjetje Rolls-Royce Civil Nuclear SAS
Rolls-Royce Civil Nuclear SAS
prof. dr. Borut Smodiš
3. Strokovno izpopolnjevanje IAEA štipendista g. Ismail Marrhich (FS-MOR1011-1802851), 2.9.-28.9.2018
IAEA - International Atomic Energy Agency; prof. dr. Borut Smodiš
4. Strokovno izpopolnjevanje IAEA štipendista g. Said Otmani (FS-MOR1011-1802851), 2.9.-28.9.2018
IAEA - International Atomic Energy Agency; prof. dr. Borut Smodiš
5. H2020 - ENEEP; Evropska jedrska eksperimentalna izobraževalna platforma
European Commission; prof. dr. Borut Smodiš
6. H2020 - AIDA-2020; Task 11 Irradiation test facilities (TA2)
European Commission; prof. dr. Borut Smodiš

PROJEKTI

1. Specifični sporazum o sodelovanju na področju iradiacijskih sistemov
prof. dr. Luka Snoj
2. Obsevanja v jedrskem reaktorju TRIGA
prof. dr. Borut Smodiš
3. Obsevanje glikolov
Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.
4. Obsevanja na reaktorju TRIGA
prof. dr. Borut Smodiš
5. Eksperimentalno testiranje sklopov samonapajalnih nevtronskih detektorjev za projekt CEA - INFINI
prof. dr. Borut Smodiš
6. Obsevanje vzorcev FT-TIMS
Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.
7. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev v letu 2019
Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.
8. Obsevanje in analiza vzorcev v letu 2019 - 2. del
Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.

OBISKI

1. prof. Michael Österlund in prof. Ali Al-Adili, Univerza v Uppsali, Uppsala, Švedska, 3. 1. 2019–4. 1. 2019
2. dr. Peter Cowin, Ionix Advanced Technologies, Huddersfield, Združeno kraljestvo; James Kern, TWI Ltd, Cambridge, Združeno kraljestvo; Thomas Kelley, Kyle James Hutchings, Megan Jenkinson, Katherine Challoner Bates, Precision Acoustics, Dorchester, Združeno kraljestvo, 21. 1. 2019–25. 1. 2019
3. Elchin M. Huseynov in Sahil Valiyev, Nacionalni jedrski raziskovalni center, Baku, Azerbajdžan, 3. 2. 2019–15. 2. 2019
4. Walton Gusztav, Vysotsky V. Dmitry, Kvatbekov P. Ruslan in Mitinskaya V. Victoria, Rosatom Central Europe s.r.o., 21. 5. 2019
5. Ivana Capan, Takeshi Ohshima, Yuichi Yamazaki, Takahiro Makino, Jose Coutinho, Željko Pastuović, Adam Sarbutt, Robert Bernat, Victor Torres in Zoran Ereš, NATO SPS projekt E-SiCure, 10. 6. 2019–14. 6. 2019
6. Stephane Serge Fargues, Pierre Vignollet Clement, Barnier Gael De Cargouet, Rolls Royce Civil Nuclear S.A.S, Meylan, Francija, 15. 7. 2019–19. 7. 2019
7. Manuel Cargnelutti, Danilo Bisiach, Instrumentation Technologies, d. d., Slovenija, 21. 8. 2019
8. Gregoire De Izarra, Loic Barbot, Mathieu Trocme, Yoann Moline, CEA, Francija ter Manuel Cargnelutti, Danilo Bisiach, Aleš Bardorfer, Instrumentation Technologies, d. d., Solkan, Slovenija, 23. 9. 2019–27. 9. 2019
9. Študenti: Johan Bergström Holm, Carl Bernroth, Mattias Hendricks, Andreas Makronikos Asp in Abdullah Rezai ter njihovi profesorji prof. dr. Ali Al-Adili, prof. dr. Michael Österlund, prof. dr. Ane Håkansson in prof. Andreas Solders iz Univerze v

- Uppsali, Uppsala, Švedska, 30. 9. 2019–2. 10. 2019
10. Miroslav Konecny, ADDSEN, s. r. o., Malacky, Slovaška, 23. 10. 2019
11. Študenti: Antonio Cammi, Stefano Lorenzi, Pasquale Barbato, Nurberk Sungur, Arianna Jasmin Astaneh, Davide Castelli, Lorenzo Cattoni, Martina Di Cennaro, Riccardo Giorgi, Francesco Gatti, Marco Bonacina, Enrico Emanuelli, Arnaldo Samuele Mattioli, Marco Herbas Lopez, Stefano Colombo, Giulia Merla, Frederico Caruggi, Diego Taramillo Sierra, Simone Sparacio, Symeon Grivas, Pierfrancesco Ombrini, Daniele Calzolari, Letizia Di Matteo, Nikita Nemykim, Martina Di Gennaro, Arnaldo Samuele Mazzoli, Stefano Cocombo ter asist. prof. Raffaele Giordano, Univerza v Milanu, Italija, 11. 11. 2019
12. Elchin M. Huseynov, Nacionalni jedrski raziskovalni center, Baku, Azerbajdžan, 14. 11. 2019–23. 11. 2019
13. Raffaele Giorgano, Gaël De Cargouët in Piere Vignollet, Rolls Royce Civil Nuclear S.A.S, Meylan, Francija, 10. 12. 2019–12. 12. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Andrej Gyergyek, Consultancy Meeting on Phase II of the Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning (DACCORD) Project, Dunaj, Avstrija, 14. 1. 2019–16. 1. 2019 (1)
2. Vladimir Radulović, Klemen Ambrožič, Tanja Goričanec, Bor Kos, Sebastjan Rupnik, Anže Jazbec, Luka Snoj, European Research Reactor Conference, RRFM 2019, Aman, Jordanija, 24. 3. 2019–28. 3. 2019 (1)

3. Borut Smodiš, Regional Meeting on Application of the Code of Conduct on the Safety of Research Reactors, Bruselj, Belgija, 11. 3. 2019–16. 3. 2019 (1)
4. Borut Smodiš, Euratom Scientific and Technical Committee, Bruselj, Belgija, 22. 3. 2019
5. Andrej Gyergyek, Consultancy Meeting on Phase II of the Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning (DACCORD) Project, Belo Horizonte, Brazilija, 6. 4. 2019–14. 4. 2019 (1)
6. Anže Jazbec, Regional School of Nuclear and Radiological Leadership for Safety, Ankara, Turčija, 22. 4. 2019–3. 5. 2019
7. Anže Jazbec, RROG 2019, Mainz, Nemčija, 2. 5. 2019–6. 5. 2019 (1)
8. Borut Smodiš, 2nd International Conference on Radioanalytical and Nuclear Chemistry (RANC 2019), Budimpešta, Madžarska, 5. 5. 2019–10. 5. 2019 (1)
9. Sebastjan Rupnik, Technical Meeting on the Current State of and Developments in the Management of Radioactive Waste from Research Reactors, Dunaj, Avstrija, 20. 5. 2019–24. 5. 2019 (1)
10. Andraž Verdir, Technical Meeting on the Safety in Site Evaluation and Design to Protect Nuclear Installations against External Hazards, Dunaj, Avstrija, 12. 6. 2019–14. 6. 2019 (1)
11. Andrej Gyergyek, Technical Meeting on the Integrated Management Systems and Good Practices for Research Reactors, Dunaj, Avstrija, 17. 6. 2019–21. 6. 2019 (1)
12. Anže Jazbec, International conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA2019), Portorož, Slovenija, 17. 6. 2019–21. 6. 2019 (1)
13. Andrej Gyergyek, Technical Meeting for the National Coordinators of the Incident Reporting System for Research Reactors, Dunaj, Avstrija, 24. 6. 2019–28. 6. 2019 (1)
14. Sebastjan Rupnik, Technical Meeting on the Digital Instrumentation and Control Systems for Upgrades and New Research Reactors, Dunaj, Avstrija, 1. 7. 2019–5. 7. 2019 (1)
15. Andrej Gyergyek, Workshop on Current Practices in Performing Comprehensive Evaluations of Safety and Periodic Safety Reviews in Nuclear Installations, Dunaj, Avstrija, 15. 7. 2019–19. 7. 2019 (1)
16. Anže Jazbec, Workshop on Safety of Research Reactors under Project and Supply Agreements and Review of their Safety Performance Indicators, Dunaj, Avstrija, 22. 7. 2019–26. 7. 2019 (1)
17. Andraž Verdir, Training Workshop on the Use of Decision Support Tools in Research Reactor Spent Fuel Management, Dunaj, Avstrija, 19. 8. 2019–23. 8. 2019 (1)
18. Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Sebastjan Rupnik, Andraž Verdir, Marko Rosman, Borut Smodiš, Luka Snoj, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE2019, Portorož, Slovenija, 9. 9. 2019–12. 9. 2019 (1)
19. Jan Malec, Anže Pungerčič, Bor Kos, Klemen Ambrožič, Andrej Žohar, Vladimir Radulović, Anže Jazbec, Sebastjan Rupnik, Vid Merljak, Aljaž Čufar, Žiga Štancar, Luka Snoj, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE2019, Portorož, Slovenija, 9. 9. 2019–12. 9. 2019 (1)
20. Anže Jazbec, Bor Kos, Luka Snoj, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE2019, Portorož, Slovenija, 9. 9. 2019–12. 9. 2019 (1)
21. Hana Uršič Nemevšek, Anže Jazbec, Luka Snoj, Uroš Prah, Andraž Bradeško, Tadej Rojac, Silvo Drnovšek, Marko Vrabelj, Barbara Malič, E-MRS 2019 Fall Meeting, Varšava, Poljska, 16. 9. 2019–19. 9. 2019 (1)
22. Borut Smodiš, EARTO Ecofootprint Workshop, Bruselj, Belgija, 18. 9. 2019
23. Borut Smodiš, EARTO Working Group Impact Meeting, Bruselj, Belgija, 18. 9. 2019
24. Borut Smodiš, Fourth Technical Meeting on Modelling and Data for Radiological Impact Assessments (MODARIA II), Dunaj, Avstrija, 21. 10. 2019–24. 10. 2019
25. Andrej Gyergyek, Technical Meeting on the Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning Project, Cadarache, Francija, 21. 10. 2019–25. 10. 2019 (1)
26. Andraž Verdir, Interregional Workshop on Planning and Costing of Research Reactor Decommissioning Including Approaches to Characterization and Inventory Definition, Cadarache, Francija, 21. 10. 2019–25. 10. 2019 (1)
27. Barbara Malič, Hana Uršič Nemevšek, Lovro Fulanović, Vid Bobnar, Silvo Drnovšek, Uroš Prah, Andraž Bradeško, Tadej Rojac, Anže Jazbec, Luka Snoj, 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Society (PACRIM13), Okinawa, Japan, 27. 10. 2019–1. 11. 2019 (1)
28. Borut Smodiš, Fifteenth International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-15), Mumbai, Indija, 17. 11. 2019–22. 11. 2019 (1)
29. Borut Smodiš, Regional Meeting on Research Reactor Safety within the Framework of the Europe Advisory Safety Committee for Research Reactors (EURASC), Swierk, Poljska, 3. 12. 2019–6. 12. 2019 (1)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **prof. dr. Borut Smodiš, znanstveni svetnik - vodja samostojnega centra Mlajši raziskovalci**

2. Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.

Tehniški in administrativni sodelavci

3. Andrej Gyergyek, univ. dipl. fiz.
4. Jasna Kopač, dipl. ang. (UN) in dipl. šp. jez. in knjiž. (UN)
5. Marko Rosman
6. Sebastjan Rupnik, dipl. inž. fiz.
7. Nina Udir, univ. dipl. inž. graf. tehnol.
8. Andraž Verdir, dipl. inž. el.

6. European Atomic Energy Community (Euratom), Bruselj, Belgija
7. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
8. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije (IMT), Ljubljana
9. Ionix Advanced Technologies, Huddersfield, Združeno kraljestvo
10. ISEC Industrial Security AB, Helsingborg, Švedska
11. Istituto Tecnico Volta, Trst, Italija
12. Instrumentation Technologies, d. d.
13. ITER Organization, Saint Paul Lez Durance, France
14. Joint Research Centre (JRC)/Institute for reference materials and measurements (IRMM), Geel, Belgija
15. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana
16. National Nuclear Research Centre, Baku, Azerbajdžan
17. Nanocut, d. o. o.
18. Nuklearna Elektrarna Krško, Krško
19. Univerza v Milanu (Politecnico di Milano), Milano, Italija
20. Precision Acoustics Ltd, Dorchester, Združeno kraljestvo
21. Rolls Royce Civil Nuclear S.A.S, Meylan, Francija
22. Rosatom Central Europe s.r.o., Budimpešta, Madžarska
23. Thermocoax SAS, Flers Cedex Francija
24. TWI Ltd, Cambridge, Združeno kraljestvo
25. Univerza v Lancashiru, Anglija
26. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
27. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana
28. Univerza v Uppsali, Uppsala, Švedska

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ADDSEN, s. r. o., Malacky, Slovaška
2. Agencija za radioaktivne odpadke – ARAO, Ljubljana
3. CERN, the European Organization for Nuclear Research, Ženeva, Švica
4. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, St Paul lez Durance Cedex, Francija
5. DITO, d. o. o., Gorica pri Slivnici

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Elchin Huseynov, Anže Jazbec, Luka Snoj, "Temperature vs. impedance dependencies of neutron-irradiated nanocrystalline silicon carbide (3C-SiC)", *Applied physics. A. Materials science & processing*, 2019, **125**, 1, 9. [COBISS.SI-ID 31973415]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Vladimir Radulović, Klemen Ambrožič, Tanja Goričanec, Bor Kos, Sebastjan Rupnik, Anže Jazbec, Luka Snoj, "Neutron activation measurements and calculations in support of detector testing experiments at the JSI TRIGA reactor", *V: European Research Reactor Conference, RRFM 2019, 24-28 March 2019, Jordan, Amman*, Conference proceedings, ENS, 2019. [COBISS.SI-ID 33083431]

2. Anže Jazbec, Bor Kos, Luka Snoj, "Gamma dose rate analysis in case of loss of water event at the Jožef Stefan Institute TRIGA Mark II Research reactor", *V: Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 609. [COBISS.SI-ID 33131559]
3. Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Sebastjan Rupnik, Andraž Verdir, Marko Rosman, Borut Smodiš, Luka Snoj, "Jožef Stefan Institute TRIGA Research Reactor activities in the period from September 2018 - August 2019", *V: Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 506. [COBISS.SI-ID 33131303]
4. Jan Malec, Anže Pungerčič, Bor Kos, Klemen Ambrožič, Andrej Žohar, Vladimir Radulović, Anže Jazbec, Sebastjan Rupnik, Vid Merljak, Aljaž Čufar, Žiga Štancar, Luka Snoj, "Towards a new research reactor in Slovenia", *V: Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 1114. [COBISS.SI-ID 33131815]

Center za mrežno infrastrukturo (CMI) upravlja z računalniškim omrežjem in osrednjimi računalniško-komunikacijskimi storitvami Instituta "Jožef Stefan" ter skrbi za razvoj in vzdrževanje računalniške, komunikacijske, podatkovne in varnostne infrastrukture odsekov, centrov in služb Instituta "Jožef Stefan".

Poglavitna naloga CMI je vzdrževanje računalniškega omrežja, storitev in naprav, ki jih uporabljajo pri svojem delu uporabniki na IJS ter njihovi sodelavci, projekti in skupine. Skrbimo za vključenost v lokalno in svetovno komunikacijsko omrežje, vzdrževanje računalniško-informacijske raziskovalne infrastrukture ter podporo raziskovalnemu delu na IJS z razvojem in vzdrževanjem ustreznih informacijsko-komunikacijskih in računalniških storitev, tehnologij in infrastrukture. To zagotavljamo z delom na štirih osnovnih področjih: omrežju, omrežni varnosti, omrežnih storitvah in mrežnem superračunalništvu.

Omrežje

Na področju omrežja CMI z razvojem in vzdrževanjem omrežne hrbtenice IJS in omrežij posameznih odsekov zagotavlja dostop do notranjih storitev in interneta. Na to področje dela spada tudi vzdrževanje brezžičnih omrežij ter namenskih omrežij za posamezne storitve, projekte in dejavnosti (npr. različne namenske povezave do tujih centrov, varnostne povezave do Rektorskega centra Podgorica, povezave v namenska znanstvena omrežja prek omrežja GÉANT ipd.).

Fizično omrežje: V letu 2019 smo nadaljevali s širjenjem fizične zmogljivosti omrežja ter posodabljanjem in nadgrajevanjem aktivne opreme, zlasti brezžičnih postaj, ter ključnih aktivnih komponent (usmerjevalnikov hrbteničnega omrežja). Nadaljevali smo optimizacijo kapacitet hrbteničnega omrežja in uporabe navideznih omrežij za lokacijsko razpršene odseke, gruče, virtualne strežnike ter sisteme za oddaljen dostop z vmesniki za varen oddaljen dostop za različne oblike vzdrževanja in souporabe virov. Na zunanjih povezavah smo spremljali in optimizirali uporabo za sodelovanja v nacionalnih in mednarodnih mrežnih superračunalniških projektih, prenose večjih količin podatkov ter razvoj in testiranje v okviru projektov WLCG (World Wide Large Hadron Collider Computing Grid), Belle2 ter uporabnikov EGI in PRACE prek omrežij GÉANT ter v okviru uporabe namenskih znanstvenih zasebnih omrežij LHCONE in PRACE.

Nadzorni sistemi: Nadaljnji razvoj sistemov za spremljanje in nadzor omrežja, mrežnih dogodkov, prometa in storitev (sistem za nadzor in obveščanje Nagios, sistemi Ganglia, Cacti, sistem za spremljanje omrežnega prometa Observium, sistem za dinamično spremljanje in analitiko dogodkov Kibana/ElasticSearch ter sistem Grafana za integracijo in spremljanje podatkov ter trendov) je omogočil vključevanje vse več internih orodij, sistemov ter senzorjev za kontrolo pogojev v prostorih in v posameznih sistemih in napravah. Tako nam nadzorni sistemi omogočajo spremljanje in analizo uporabe in dogodkov na različnih področjih, npr. spletnih storitev, varnostnih politik, požarnega zidu, sistema za overjanje in avtorizacijo, sistema za točen čas, sistemov za dostavo, analizo in obdelavo e-prometa, fizičnega stanja naprav, strojne opreme, temperature ter pogojev v prostoru in obremenitve električnih vodov.

Brezžično omrežje: S pomočjo cenejše vrhunske opreme in boljšega osrednjega nadzora smo lahko nadaljevali z zgoščanjem omrežja in izboljševanjem brezžične pokritosti na področjih povečane uporabe.

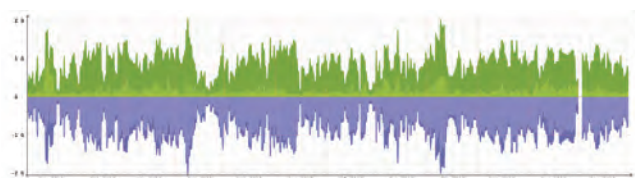
Varnost omrežja

CMI skrbi za varnost na zunanjem robu omrežja, varnost notranjega omrežja ter varnost programske opreme in storitev. Za varnost na zunanjem robu omrežja skrbimo z aktivnim požarnim zidom, razen pri namenskih omrežnih povezavah, kjer je za varnost poskrbljeno s pasivnimi sredstvi (nastavitve, omejitve in nadzor), ki omogočajo večjo prepustnost. Dinamični nadzor, spremljanje prometa in delovanja ter upravljanje z nadzornimi mehanizmi so nujni za zagotavljanja ustreznih stopnje varnosti, saj moramo v omrežju IJS ob relativni odprtosti akademskega



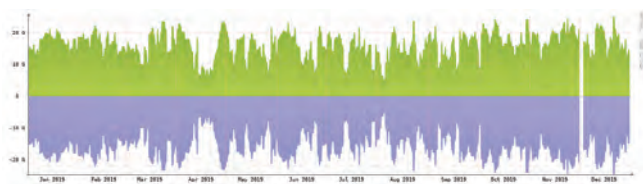
Vodja:

dr. Jan Jona Javoršek



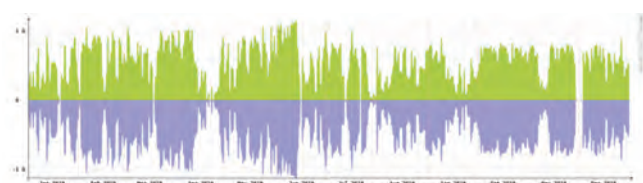
Slika 1: Običajni mrežni promet na IJS je kazal nekaj nihanj, razpoložljive kapacitete so zadoščale za optimalno prepustnost, delež prometa v namenska znanstvena omrežja, ki je omejen z nacionalno povezljivostjo, pa je vse večji.

Posodobljeno hrbtenično omrežje z več 10-gigabitnimi povezavami, podpora za sodobne protokole in namenske zunanje povezave so osnova za sodobno in fleksibilno IKT infrastrukturo z naprednimi storitvami ter številnimi fiksnimi in brezžičnimi odjemalci.



Slika 2: Promet po 20 G bit/s povezavi IJS do Arnesa v namensko znanstveno omrežje LHCOne je omejen s prepustnostjo lokalnih in nacionalnih povezav. Promet niha zaradi razlik med podatkovno in procesorsko intenzivnimi nalogami.

Lastni razvoj varnostnih sistemov za elektronsko pošto, dinamični aktivni požarni zid, varni oddaljen dostop, virtualna omrežja ter napreden sistem za nadzor in analitiko zagotavljajo varno in odprto akademsko omrežje v dobi vse manj prijaznega interneta.



Slika 3: Promet do skupne računske skupine IJS kaže nihanja v količini prometa, ki so posledica različnih tipov nalog z različnimi potrebami po omrežnih kapacitetah.

strežnikov. Še vedno se povečuje število izdanih elektronskih potrdil za strežnike v institutnem omrežju, med katerimi je vse več splošno sprejetih elektronskih potrdil podjetja DigiCert, ki jih podpirajo vsi pomembnejši brskalniki in operacijski sistemi, izdajamo pa jih v okviru dogovora z Arnesom prek GÉANT. Nadaljevali smo širitev protokola TLS z uporabo elektronskih potrdil »Let's Encrypt« ter DigiCert na večino strežnikov, zato tudi na požarnem zidu dajemo prednost dostopu prek protokola HTTPS. Povečuje se uporaba sistema VPN, ki omogoča varen šifriran oddaljeni dostop do omrežja IJS.

Osrednje storitve

CMI vzpostavlja, razvija in vzdržuje vrsto osrednjih informacijsko-komunikacijskih storitev. Najpomembnejše so storitve elektronske pošte (upravljanje usmerjanja pošte, poštnih nabiralnikov, poštnih imenikov), storitve spletne podpore (osrednji strežnik <http://www.ijs.si/>, spletno gostovanje za posameznike, odseke, službe in projekte) in spletne storitve (sistemi za urejanje vsebine, domače strani, spletni imenik). Ob njih CMI izvaja še vrsto informacijskih storitev, ki so pomembne za izvajanje osnovnih storitev ali za posamezne dejavnosti, kakršne so spletne predstavitve, spletni sistemi za organizacijo konferenc, nadzor omrežja ipd. Na nekaterih področjih CMI sodeluje pri razvoju tehnologije in infrastrukture, zlasti na področjih zagotavljanja točnega časa in zaščite pred neželeno in nevarno pošto. Tretja kategorija so storitve za informacijsko podporo delavcem (koledarji, rokovniki, imeniki) in informatikom ter programerjem (shrambe izvorne kode, sistemi za preverjanje, integracijo in prevajanje programske opreme, podpora za razvoj mobilnih aplikacij za Apple Appstore in Google Play). Zlasti repozitorij izvorne kode je postal ena od bolj uporabljenih storitev, že dve leti pa se povečuje tudi število uporabnikov testne postavitve repozitorija za datoteke NextCloud. Med osrednje storitve spadajo tudi gostovanje strežnikov in upravljanje strežnikov v računskem centru CMI, ki je namenjeno zlasti večjim sistemom in projektom, upravljanje informacijskih sistemov za podporo osebnega računalništva (podpora in upravljanje odsečnih sistemov enotne prijave) ter upravljanje s kritičnimi osebnimi računalniki in komponentami.

Infrastrukturo za intenzivno računanje, ki jo vzpostavljamo v Računalniškem centru IJS Teslova od leta 2015, smo leta 2019 razširili skoraj do skrajnih možnosti trenutno razpoložljivih električnih kapacitet, v računalniškem centru CMI na Jamovi pa smo nadaljevali z zagotavljanjem gostovanja računsko manj intenzivne strojne opreme in storitev v urejenem okolju z ustreznim hlajenjem, sodobnim omrežjem in brezprekinitvenim napajanjem. Razširili smo tudi storitev spletnega gostovanja (več kot 110 virtualnih spletnih strežnikov).

Nadaljevali smo s posodabljanjem spletnih strani z dokumentacijo in z razvojem preprostejših vmesnikov za uporabnike. Sistem enotne prijave za spletne storitve, vključen v nacionalno federacijo Arnes AAI in evropsko

omrežja zagotoviti tudi visoko stopnjo varnosti, razpoložljivosti in prepustnosti. To zahteva uporabo vse zmogljivejše strojne in programske opreme ter sistemov za zajemanje ter analitiko metrike dogodkov in zato nesorazmerno veliko časa za nadzor in dinamično prilagajanje varnostnih ukrepov. V nekaterih omrežjih smo tesno vpeljali mehanizem za varovanje fizičnih priključkov s prijavo (ethernet port security), kar omogoča tudi avtonomno priklapljanja novih naprav, npr. v računalniških učilnicah in laboratorijih.

Kot služba, ki skrbi za varnost IKT-omrežja Instituta "Jožef Stefan", dejavno sodelujemo z nacionalnim odzivnim centrom SI-CERT, spremljamo FIRST (Forum of Incident Response and Security Teams), smo vključeni v EGI CSIRT (odzivni center za varnost v evropskih infrastrukturah za mrežno računalništvo), smo del odzivnega centra slovenskega nacionalnega konzorcija za mrežno superračunalništvo SLING, kot izdajatelj certifikatov SIGNET CA pa smo vključeni v EU Grid PMA (forum za oblikovanje varnostnih pravilnikov za mrežno računalništvo v Evropi) in IGTF (Interoperable Global Trust Federation) ter smo ustanovitveni člani slovenske skupine mrežnih operaterjev SINOG.

Elektronska pošta: Na področju zaščite elektronske pošte pred nadležnimi neželenimi sporočili smo nadaljevali razvoj odprtokodnega paketa Amavisd in njegovo integracijo s paketi, kot so SpamAssassin, ter z izboljševanjem podpore za napredne formate in protokole na področju elektronske pošte.

Kriptografija in certifikati: Nadaljevali smo z vpeljavo DNSSEC in postopkov za avtomatsko preverjanje pravilnosti zapisov DNS, vpeljavo sistema DANE (povezava elektronskih potrdil TLS s sistemom DNS) pri prenosu elektronske pošte ter objavo zapisov SSHFP prek domenskih

federacijo eduGAIN, ima vse več uporabnikov, saj omogoča dostop do številnih storitev v Sloveniji in v tujini, in upamo, da bo omogočil preprostejše upravljanje z uporabniki, razvijalcem in vzdrževalcem storitev pa olajšal upravljanje s podatki o uporabnikih.

Mrežno superračunalništvo

Na področju tehnologije in infrastrukture mrežnega superračunalništva so obstoječe tehnologije superračunalništva, mrežnih vmesnikov, vektorizacije, programskih vsebnikov, virtualizacije ter platforme kot storitve (PaaS, računalništvo v oblaku) še naprej konvergirale, kar je potrdilo našo strategijo združevanja teh pristopov. CMI je upravljal z osrednjo gručo, sodeloval s posameznimi računskimi gruči na IJS ter deloval kot del Slovenskega nacionalnega superračunalniškega omrežja SLING. V okviru te dejavnosti CMI skrbi za službo za izdajanje elektronskih potrdil za znanost za Slovenijo, sodeluje pri razvoju osrednjih storitev slovenskega omrežja SLING in koordinira delo v mednarodnih infrastrukturnih projektih in kolaboracijah.

Tudi v letu 2019 je bilo vidno povečanje števila uporabnikov in obremenitve nove skupne gruče IJS (NSC) v prostorih Računalniškega centra IJS Teslova. Gruča z zmogljivostjo 1984 64-bitnih procesnih jeder, 16 vektorskih koprocesorji NVidia Kepler 40, skoraj 9 TB pomnilnika in 90 TB prostora za shrambo podatkov je že močno pretesna, čeprav je med gruči na IJS najbolj splošno dostopna in kot skupna infrastruktura tudi spodbuja sodelovanje med odseki, ki imajo lastne računalniške gruče, ter med raziskovalci, ki uporabljajo podobno programsko opremo in imajo podobne opreme, ki jih rešujejo v okolju superračunalniških gruči in mrežnega računalništva. V okviru dela centra in gruče smo nadaljevali s podporo uporabnikom in integracijo nove gruče ter obstoječih inštitutskih gruči v omrežje SLING z vmesno programsko opremo ARC ter vsebnikov za uporabo prednameščene programske opreme.

Na področju podpore mrežnega superračunalništva smo intenzivno sodelovali pri Slovenski iniciativi za nacionalni grid (SLING), Evropski iniciativi za grid (EGI), Partnerstvu za napredno računalništvo v Evropi PRACE ter v konzorciju NorduGrid za razvoj vmesne programske opreme ARC. Sodelovali smo tudi z vrsto mednarodnih projektov in omrežij (ATLAS – upravljanje namenske povezave, Belle2 – upravljanje z računskimi kapacitetami, CLARIN – podpora pri vzpostavitvi različnih storitev slovenskega vozlišča, ELIXIR – sodelovanje pri vzpostavljanju slovenskega vozlišča in oblikovanju evropskega omrežja). Na infrastrukturi SLING so v tem času potekali številni raziskovalni projekti in naloge s področij fizike osnovnih delcev, medicinske senzorike ter obdelave slik, teoretske fizike, astrofizike, biokemije, simulacije proteinov, analiz kristalov, tehnologije znanja, statističnih analiz, umetne inteligence, fluidne dinamike, računalniškega jezikoslovja itd., med drugim tudi zelo odmevna poletna šola QuantumEspresso, ki jo je na IJS koordiniral odsek K3. Pri številnih projektih je bila podpora skupina SLING, katere člani so administratorji CMI, vključena v paralelizacijo programske opreme, pripravo nalog in vzpostavljanje delovnega okolja za naloge. Člani CMI so kot strokovni svetovalci sodelovali tudi pri mednarodnih aktivnostih, npr. v okviru EuroHPC ter Evropskega oblaka za odprto znanost EOSC, v strokovnem svetu konzorcija HPC RIVR, pri izobraževanju in vzpostavitvi novega nacionalnega superračunalnika HPC RIVR Maister na Univerzi v Mariboru ter pri prijavi projekta EuroHPC Vega kot slovenskega superračunalnika v sistemu EuroHPC.



Slika 4: Poraba električne energije odraža intenzivnost rabe računskega centra, v katerem gostujejo računsko intenzivne superračunalniške skupine. Iz porabe je razvidno učinkovitejše hlajenje v hladnih mesecih, ko je mogoče hladilni medij ohlajati le z zunanjim zrakom brez uporabe kompresorja, ter povečano porabo v jeseni, saj je povečanje uporabe zahtevalo vzporedno delovanje obeh hladilnih agregatov.

Repozitoriji za programsko opremo, datoteke in podatke ter gruče za računske obdelave podatkov, vedno boljša podpora za skupinsko delo in razvoj programske opreme ter varovanje podatkov s preprostim in hitrim dostopom do domačih in tujih virov so nujne osnove za sodobno napredno znanstveno delo.

SODELAVCI

Strokovni sodelavci

1. Jan Ivanjko, dipl. posl. inf. (VS)
2. **dr. Jan Jona Javoršek, vodja centra**
3. mag. Barbara Krašovec
4. Mark Martinec, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Tehniški in administrativni sodelavci

5. Ivan Ivanjko
6. Janez Jezeršek
7. Matjaž Levstek
8. Janez Srakar
9. Matej Wedam

Znanstvenoinformacijski center je po obsegu naročil znanstvene literature osrednja slovenska fizikalna knjižnica in največja specialna knjižnica v Sloveniji. Naše glavne naloge so nakup, shranjevanje in izposoja znanstvene literature, vodenje bibliografij sodelavcev v skladu z zahtevami pristojnega ministrstva, ter zbiranje, urejanje in ocenjevanje bibliografskih podatkov, potrebnih pri postopku izvolitve sodelavcev v znanstvene in strokovne nazive.



Vodja:
dr. Luka Šušteršič

Knjižnična zbirka obsega približno 100.000 publikacij s področja fizike, kemije, biokemije, elektronike, informatike, umetne inteligence, jedrske tehnologije, energetike in znanosti o okolju. Slovenskim raziskovalcem zagotavljamo dostop do več kot 4.000 znanstvenih revij. S prehodom na naročanje elektronskih izdaj revij smo bistveno zmanjšali stroške in hkrati povečali uporabnost naročil. Sodelujemo pri konzorcialnem nakupu revij založb Elsevier, IEEE, Springer, Wiley in ACS, ki so temeljnega pomena za uspešnost raziskovalnega dela v Sloveniji. Uporabnikom omogočamo dostop do baz podatkov SCOPUS, INSPEC in Web of Science ter do evalvacijskega orodja SciVal.

Dopolnjujemo in urejamo podatke o objavah približno 700 raziskovalcev. Bibliografska baza COBISS obsega več kot 80.000 zapisov, ki spremljajo ustvarjalno delo IJS od njegove ustanovitve leta 1949; v letu 2019 smo dodali več kot 3.000 zapisov. Ti podatki se uporabljajo pri evalvacijskih procesih ARRS in pri izvolitvah sodelavcev IJS v raziskovalne in razvojne nazive. Podatki o objavah v zadnjem letu so del tega poročila.

SODELAVCI

Strokovni sodelavci

1. **dr. Luka Šušteršič**
2. mag. Marjan Verč

Tehniški in administrativni sodelavci

3. Suzi Korošec, inž. rač.
4. Jasna Malalan
5. Katarina Modic, univ. dipl. inž. kem. inž.
6. Alenka Ana Stante, mag. lik. um.
7. Jože Škulj
8. Branka Štrancar
9. Ana Tratnik, inž. logistike
10. Saša Žnidar, prof. angl. in univ. dipl. bibl.

BIBLIOGRAFIJA

STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Alenka Kavčič-Čolić, Angela Čuk, Katja Kranjc, Tjaša Obal, Helena Pečko-Mlekuš, Luka Šušteršič, Maja Vavtar, Igor Zemljič, *Strokovni standardi za specialne knjižnice: (26. 11. 2018-25. 11. 2028)*, Zveza bibliotekarskih društev Slovenije, 2019. [COBISS.SI-ID 300169472]

CENTER ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST

CEU

Osnovna usmerjenost delovanja Centra za energetske učinkovitost je področje učinkovite rabe energije, dolgoročnega načrtovanja v energetiki in aktivnosti za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov (TGP). Center je danes mesto zbiranja in prenosa znanj za učinkovito rabo energije na stičišču porabnikov energije, države, ponudnikov energije, opreme in storitev ter drugih zainteresiranih javnosti, hkrati pa zajema okoljske vplive rabe in pretvorbe energije. Najpomembnejši del delovanja Centra za energetske učinkovitost v zadnjem obdobju je tako sodelovanje z državnimi institucijami pri pripravi strateških dokumentov in zakonodaje na področju učinkovite rabe energije, načrtovanja v energetiki, razpršene proizvodnje električne energije, emisij toplogrednih plinov ter drugih onesnaževal zraka, pri čemer pa s svetovalno in izobraževalno vlogo na področju energetike še vedno ostaja trdno povezan z industrijskimi podjetji in drugimi ustanovami ter vedno bolj vpjet tudi v evropske raziskovalne projekte.



Vodja:
mag. Stane Merše

Energetika in okolje

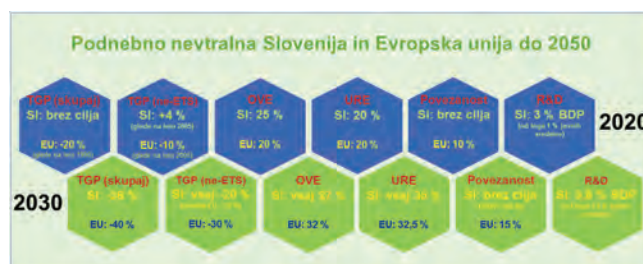
Tudi v letu 2019 je center s svojim strokovnim delom zagotavljal kakovostno podporo ministrstvu pri pripravi razvojnih strateških dokumentov in prenosu EU-zakonodaje. Učinkovita raba energije je za doseganje podnebno energetskih ciljev prednostno področje in skladno z Direktivo o energetske učinkovitosti (2012/27/EU) je bilo izdelano poročilo o izvajanju akcijskega načrta za leto 2017. CEU je vodil konzorcij za pripravo strokovnih podlag in osnutka Celovitega nacionalnega energetskega in podnebne načrta (NEPN) Republike Slovenije ter začel pripravljati Dolgoročne strategije prenove za podporo prenove stavb do leta 2050.

Pri strokovni podpori Ministrstva za okolje in prostor so bile aktivnosti centra usmerjene v pripravo strokovnih podlag in dolgoročnih projekcij emisij TGP za pripravo Dolgoročne strategije nizkih emisij, ki poteka v okviru projekta LIFE Podnebna pot 2050, ki je namenjen spremljanju napredka in načrtovanju podnebnih ukrepov za zmanjšanje emisij TGP na področjih stavb, prometa, industrije, kmetijstva, gozdarstva in odpadkov. Izdelano je bilo drugo Podnebno ogledalo, ki predstavlja tudi poročilo o izvajanju Operativnega programa ukrepov zmanjšanja emisij TGP za obdobje 2013–2020, ter Lokalni semafor podnebnih aktivnosti občin. 1. januarja 2019 se je začel osemletni Celostni integralni projekt LIFE IP CARE4CLIMATE z namenom učinkovitejšega doseganja ciljev Slovenije pri zmanjševanju emisij TGP do leta 2030 oziroma hitrejši prehod v podnebno nevtralno družbo, kjer CEU vodi več pomembnih aktivnosti na področju usposabljanja, lokalnega načrtovanja in razvoja naprednih instrumentov za trajnostno prenovo stavb. CEU je sodeloval tudi pri pripravi analitičnih podlag za mednarodno poročanje v okviru mehanizma MMR ter nadaljeval pripravo strokovnih podlag za Nacionalni program nadzora nad onesnaževanjem zraka (OP NEC).

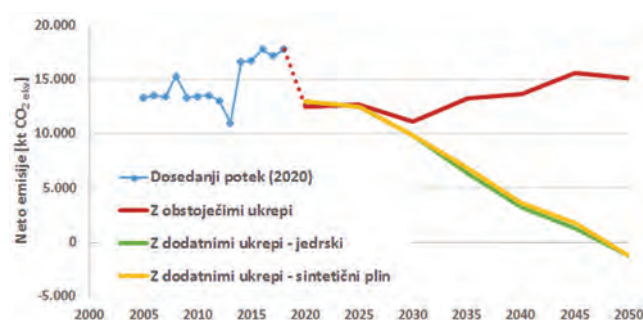
Center sodeluje s Statističnim uradom Republike Slovenije, kjer za potrebe nacionalne energetske statistike pripravlja modelski izračun rabe goriv in energije v gospodinjstvih. Tudi v letu 2019 je center nadaljeval aktivnosti državnega referenčnega središča za energijo s pripravo razširjenega nabora kazalcev za področje energije in okolja. Za Agencijo za energijo je CEU izdelal Poročilo o doseganju nacionalnih ciljev na področju OVE in SPTE za obdobje 2017–2018, za podporno shemo za proizvodne naprave OVE in sproizvodnje pa določil referenčne stroške električne energije za leto 2020.

Spodbujanje učinkovite rabe energije in energetske svetovanje

Center za energetske učinkovitost je leta 2019 nadaljeval svoje izobraževalne aktivnosti, kjer se je uspešno zaključil že dvanajsti cikel izobraževanja energetskih managerjev v okviru evropskega programa. Glede na zelo pozitiven odziv slušateljev in izkazan interes (v Sloveniji je že več kot 240 energetskih managerjev z licenco EUREM) se kaže



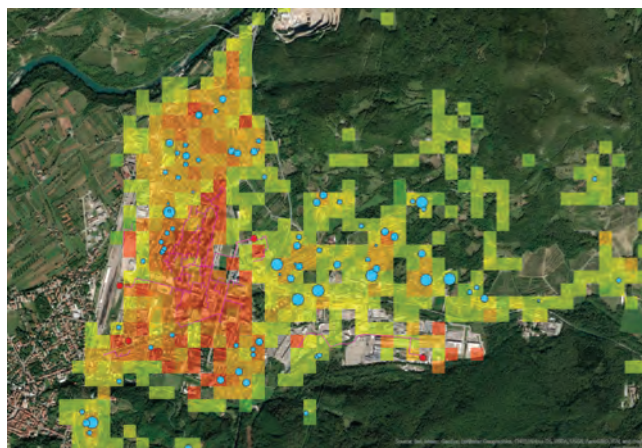
Slika 1: Cilji Celovitega nacionalnega energetskega in podnebne načrta (NEPN)



Slika 2: Scenariji neto emisij TGP prehod v podnebno nevtralno družbo v okviru strokovnih podlag za dolgoročno strategijo (Life Podnebna pot 2050)



Slika 3: Podelitev priznanj 12. generaciji slušateljev izobraževanja EUREM



Slika 4: Toplotna karta mestne občine Nova Gorica za leto 2020

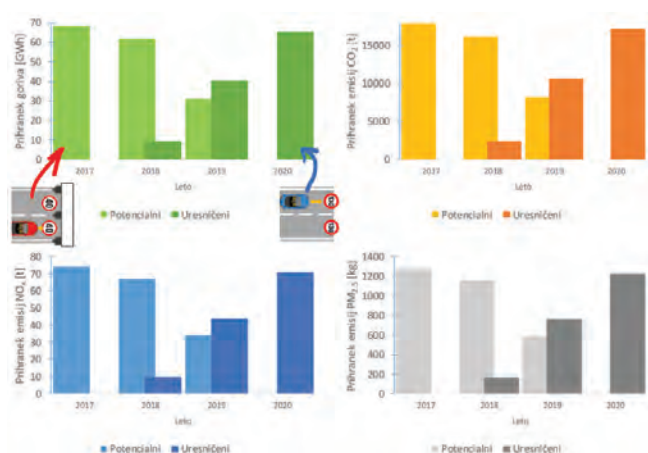
velika potreba po tovrstnem izobraževanju, saj je kakovostno znanje na tem področju ključno za izvedbo učinkovitih rešitev v praksi.

V letu 2019 je CEU nadaljeval intenzivno razvojno delo na področju daljinskega ogrevanja (DO) in začel izdelovati Primerjalno študijo podjetij daljinskega ogrevanja, kjer je bila izdelana podrobna analiza delovanja in razvoja 13 sistemov DO v Sloveniji. Za Energetiko Maribor je CEU skupaj z Geološkim zavodom Slovenije izdelal analizo Izkoriščanje plitve geotermalne energije v sistemu daljinskega ogrevanja mesta Maribor (slika 4), nadaljeval pa se je intenzivni razvoj GIS-orodja za prostorsko analizo rabe toplote v stavbah (»heat map«) – toplotne karte Slovenije.

Za podjetje Plinovodi je CEU skupaj s podjetjem ELEK izdelal študijo Možnosti in scenariji stroškov in lastna cena proizvodnje sintetičnega naravnega plina v Sloveniji (Power to Gas) ter začel pripravljati Strategije energetske in snovne učinkovitosti ter trajnostnega razvoja podjetja DARS, d. d., do leta 2030, analiziral pa je tudi energetske in okoljske učinke odstranitve avtocestnih cestninskih postaj (slika 5).

Nadaljevalo se je strokovno sodelovanje s podjetjem Metal Ravne na področju izkoriščanja odpadne toplote s pripravljalnimi aktivnostmi za vgradnjo pilotne naprave v letu 2020.

Center je programsko vodil pripravo izvedbe 21. konference Dnevi energetikov, letnega srečanja energetskih managerjev z več kot 200 udeleženci, kar potrjuje kakovost in prepoznavnost strokovnega dela CEU v javnosti.



Slika 5: Analiza prihrankov goriva in emisij z odstranitvijo avtocestnih cestninskih postaj DARS

Mednarodno sodelovanje

V letu 2019 je CEU sodeloval pri izvedbi devetih mednarodnih projektov, ki se financirajo iz sredstev Evropske unije v okviru programa Life in Horizon 2020. Projekti zajemajo aktivnosti na naslednjih področjih:

- slovenska podnebna pot do sredine stoletja (LIFE Podnebna pot 2050),
- podpora učinkovitejšemu doseganju ciljev Slovenije pri zmanjševanju emisij TGP (Celostni integralni projekt LIFE IP CARE4CLIMATE),
- tehnologija toplotnih cevi za izkoriščanje odvečne toplote v industriji (ETEKINA),
- spodbujanje investicij v storitve energetske učinkovitosti z zagotavljanjem kakovosti (QualitEE),
- spremljanje kazalcev rabe energije in energetske učinkovitosti v EU – (ODYSSEE MURE),
- izboljšanje delovanja daljinskih sistemov v centralni in vzhodni Evropi (KeepWarm),
- uvajanje učinkovitega, ekonomsko odpornega, čistega in podnebno prijaznega ogrevanja in hlajenja pri evropskih potrošnikih (REPLACE),
- izvajanje EU-direktive o energetske učinkovitosti – (CA – EED),
- izvajanje EU-direktive o obnovljivih virih energije – (CA – RES).

Projekti vključujejo sodelovanje z raziskovalno-razvojnimi organizacijami iz Evrope z močnim poudarkom na konkretnih aplikativnih primerih in promociji energetske učinkovitosti. V okviru vsakega od projektov so sodelavci CEU sodelovali pri številnih tujih strokovnih srečanjih, obiskih in sestankih.

Najpomembnejša dela in dosežki centra v zadnjih treh letih

1. Izdelava več ključnih podpornih dokumentov za Vlado Republike Slovenije na področju energetske politike (Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt – NEPN), energetske učinkovitosti (Nacionalni akcijski načrt za energetska učinkovitost), obnovljivih virov energije (Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020) in podnebne politike (Operativni program zmanjševanja emisij TGP do leta 2020).
2. Vzpostavitev izobraževanja energetskih managerjev v okviru evropskega programa EUREM ter strokovna podpora industriji in drugim ustanovam z izvedbo energetskih pregledov, študij izvedljivosti in drugih svetovanj (Goodyear, TE-TOL, Luka Koper, Salonit Anhovo, Telekom Slovenije, Letrika-Mahle, BTC idr.).
3. CEU je v okviru evropskega projekta **Transparens** zelo uspešno vodil pripravo **Evropskega kodeksa ravnanja za energetska pogodbeništv**. Kodeks opredeljuje temeljne vrednote in načela, ki so ključnega pomena za uspešno pripravo in izvajanje projektov pogodbenega zagotavljanja prihranka energije. Kodeks je bil zelo dobro sprejet na evropski ravni in ima trenutno že 171 podpisnikov, med njimi tudi Evropsko združenje podjetij za energetska storitve (eu.ESCO) in Evropsko zvezo za inteligentne storitve energetske učinkovitosti (EFIEES), podpira pa ga tudi Evropska komisija. V Sloveniji je bil kodeks v praksi že preizkušen pri projektu celovite energetske prenove občinske stavbe občine Brda.

Raziskovalno-razvojno delo sodelavcev Centra za energetska učinkovitost pomembno prispeva k pripravi ključnih strateških dokumentov v Sloveniji na področju razvoja energetike, energetske učinkovitosti, izrabe obnovljivih virov energije in prehoda Slovenije v podnebno nevtralno družbo, z izobraževalnimi dejavnostmi in podporo industriji pa pomembno prispeva k povečevanju konkurenčnosti in razvojnemu prestrukturiranju.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Postopek CPVO in vrednotenje scenarijev – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, ARSO, Ljubljana, 14. 2. 2019
2. Izkoriščanje trde biomase v energetske namene in potenciali do leta 2050 – tehnična delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, IJS, Brinje, 5. 3. 2019
3. Pregled rezultatov dosedanjih strateških presoj vplivov na okolje za hidroelektrarne in vetrne elektrarne – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, ARSO, Ljubljana, 7. 3. 2019
4. Sestanek konzorcija NEPN, IJS, Brinje, 15. 3. 2019
5. Sestanek konzorcija NEPN, IJS, Brinje, 24. 3. 2019
6. Model LULUCF in njegove predpostavke – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, GIS, Ljubljana, 26. 3. 2019
7. 21. Dnevi energetikov, Srečanje energetskih managerjev Slovenije, Portorož, 16.–17. 4. 2019
8. Možnosti za energetska prenovo stavb kulturne dediščine v obdobjih do leta 2030 in do leta 2050 – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, MK, Ljubljana, 19. 4. 2019
9. Pripravljalna delavnica za Podnebno ogledalo 2019 v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, ARSO, Ljubljana, 25. 4. 2019
10. Finančne spodbude za zmanjševanje emisij TGP v gospodarstvu – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, IJS, Brinje, 10. 5. 2019
11. Trajnostna mobilnost in ravnanje uporabnikov – ukrepi za spodbujanje javnega potniškega prometa – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, MK, Ljubljana, 14. 5. 2019
12. Emisije toplogrednih plinov v kmetijstvu – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, KIS, Ljubljana, 6. 6. 2019
13. Prihodnost zemeljskega plina in razvoj nizkoogljicnih nadomestnih goriv – strokovni posvet v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, IJS, Brinje, 11. 6. 2019
14. Posvet ob izidu Podnebnega ogledala 2019 in Lokalnega semaforja podnebnih aktivnosti 2019 (Life Podnebna pot 2050), MAO, Grad Fužine, Ljubljana, 12. 6. 2019
15. Podnebna nevtralnost od vprašanja »ali« k vprašanju »kako« – Posvet o dolgoročni podnebni strategiji za Slovenijo (Life Podnebna pot 2050), Državni svet RS, Ljubljana, 20. 6. 2019
16. Regionalni posvet o pripravi NEPN, Energetska zbornica Slovenije, Ljubljana, 4. 7. 2019
17. Alumnii EUREM Slovenija 2019, Ljubljana, 19. 9. 2019
18. 4th Steering Committee Meeting v okviru EU-projekta Keep Warm, IJS, Brinje, 24.–27. 9. 2019
19. Zagotavljanje kakovosti projektov energetske učinkovitosti (Strokovni seminar v okviru projekta EU H2020 QualitEE), IJS, Brinje, 5. 12. 2019

20. Financiranje prehoda v nizkoogljčno družbo, prvi del – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, IJS, Brinje, 11. 12. 2019

Nagrade in priznanja

1. Gašper Stegnar: študentska nagrada za izjemne in izvirne prispevke za raziskave na področju daljinskega ogrevanja in hlajenja na 19. kongresu Eurheat & Power, Nantes, Francija, nagrado je podelila Tehnološka platforma DHC+

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Life IP Care4Climate - podpora izvajanju operativnega programa za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov do 2020 s pogledom do 2030
European Commission
mag. Stane Merše
2. „LIFE ClimatePath 2050“ Slovenska pot proti podnebnim ciljem za sredino stoletja
European Commission
mag. Andreja Urbančič
3. H2020 - ENERFUND; Orodje za oceno financiranja energetskih prenov
European Commission
mag. Jure Čižman
4. H2020 - guarantEE; Pogodbeno zagotovljeni prihranki energije v zasebnem in javnem sektorju
European Commission
mag. Damir Staničič
5. H2020 - QualitEE; Certificiranje kakovosti storitev energetske učinkovitosti za povečanje obsega odgovornih naložb v stavbe
European Commission
mag. Damir Staničič
6. H2020 - KeepWarm
European Commission
mag. Stane Merše
7. H2020 - ODYSEE-MURE; Spremljanje načela umestitve energetske učinkovitosti EU na prvo mesto in izvajanje ukrepov
European Commission
dr. Fouad Al-Mansour
8. H2020 - REPLACE; Narediti ogrevanje in hlajenje evropskim potrošnikom bolj učinkovito, ekonomsko prilagodljivo, čisto in podnebju prijazno
European Commission
Gašper Stegnar, univ. dipl. inž. grad.

PROGRAM

1. Modeliranje in ocene posegov v okolju in energetiki
dr. Fouad Al-Mansour

OBISKI

1. Iñigo Bonilla, Baskovska univerza v Leioi, Španija, 30. 11. 2018–1. 3. 2019
2. Daniel Brouht, Navid Khordehgan, Brunel University, London, Velika Britanija, 9.–11. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. EUREM izobraževanje, 3-dnevni sklopi predavanj v štirih mesecih, RCP, Brinje, marec–junij 2019

PROJEKTI

1. Družbena sprejemljivost prostorskih učinkov v scenarijih rabe OVE
mag. Andreja Urbančič
2. Vrednotenje ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v industriji
dr. Matevž Pušnik
3. Razvoj in načrtovanje spremljanja rabe energije preko povezovanja različnih podatkovnih baz
dr. Fouad Al-Mansour
4. Vrednotenje ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v industriji
dr. Matevž Pušnik
5. Razvoj in načrtovanje spremljanja rabe energije preko povezovanja različnih podatkovnih baz
dr. Fouad Al-Mansour
6. Evropski energetski menedžer - EUREM XII
dr. Boris Sučič

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Program ukrepov za nadzor nad onesnaževanjem zraka (OP NEC)
Ministrstvo za okolje in prostor
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
2. Izdelava primerjalne študije podjetij daljinskega ogrevanja
Energetska zbornica Slovenije
mag. Damir Staničič
3. LIFE17 IPC7SI/000007 - LIFE IP CARE4CLIMATE
Ministrstvo za okolje in prostor
mag. Stane Merše
4. Možnosti in scenariji proizvodnje sintetičnega naravnega plina iz OVE, cenovna razmerja, spajanje sektorjev in sintetični naravni plin v prenosnem plinovodnem omrežju
Plinovodi, d. o. o.
mag. Stane Merše
5. Dolgoročna strategija prenove za podporo prenove stavb do leta 2050
Ministrstvo za infrastrukturo
Gašper Stegnar, univ. dipl. inž. grad.
6. Izvedba Strategije energetske in snovne učinkovitosti ter obnovljivih virov energije v luči trajnostnega razvoja DARS d.d. do leta 2030
DARS, d. d. - Družba za avtoceste
dr. Boris Sučič

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI

STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Fouad Al-Mansour, Marko Pečkaj, Matevž Pušnik: sestanek za EU-projekt Etekina, Arraste, Mondragon, Španija, 12.–13. 3. 2019
2. Fouad Al-Mansour, Matjaž Česen, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Model LULUCF in njegove predpostavke – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 26. 3. 2019
3. Fouad Al-Mansour, Jure Čižman, Marko Matkovič, Stane Merše, Damir Staničič, Gašper Stegnar, Boris Sučič, Luka Tavčar, Katarina Trstenjak: Dnevi energetikov 2019, Portorož, 16.–17. 4. 2019 (1)
4. Fouad Al-Mansour, Marko Dorič, Matjaž Česen, Jure Čižman, Tadej Janša, Marija Kavčič, Marko Matkovič, Stane Merše, Barbara Petelin Visočnik, Matevž Pušnik, Damir Staničič, Gašper Stegnar, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič, pripravljala delavnica za Podnebno ogledalo 2019 v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 25. 4. 2019 (6)
5. Fouad Al-Mansour: 8. Mednarodna konferenca »Dan Afrike«, Ljubljana, 15. 5. 2019

6. Fouad Al-Mansour, Boris Sučić: Konferenca ASEE'19- International conference on advance in energy systems and environmental engineering, Wroclaw, Poljska, 9.-12. 6. 2019 (1)
7. Fouad Al-Mansour, Matjaž Česen, Jure Čizman, Marko Kovač, Stane Merše, Damir Staničič, Gašper Stegnar, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Potenciali plitve geotermalne energije – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 19. 6. 2019
8. Fouad Al-Mansour: pregledni sestanek za EU-projekt Etekina, Bruselj, Belgija, 19.-23. 6. 2019
9. Fouad Al-Mansour, Marko Pečkar, Matevž Pušnik: sestanek za EU-projekt Etekina, London, Velika Britanija, 13.-16. 10. 2019
10. Fouad Al-Mansour, Marko Kovač, Matevž Pušnik: Konferenca SEEP 2019, Sharjah, Združeni arabski emirati, 16.-23. 11. 2019
11. Fouad Al-Mansour: 1. sestanek za EU-projekt OdysEE MURE, Berlin, Nemčija, 14.-18. 12. 2019
12. Matjaž Česen: Joint Eionet meetings on energy and environment and climate change mitigation, København, Danska, 26.-28. 5. 2019
13. Matjaž Česen, Jure Čizman, Tadeja Janša, Stane Merše, Damir Staničič, Gašper Stegnar, Luka Tavčar, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Izkoriščanje trde biomase v energetske namene in potenciali do leta 2050 – tehnična delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Brinje, 5. 3. 2019
14. Matjaž Česen, Jure Čizman, Tadeja Janša, Marija Kavčič, Boris Sučić, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Pregled rezultatov dosedanjih strateških presoj vplivov na okolje za hidroelektrarne in vetrne elektrarne – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 7. 3. 2019
15. Matjaž Česen: udeležba na 11. seji Statističnega sosveta za statistiko transporta, Ljubljana, 9. 5. 2019
16. Matjaž Česen, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Prihodnost zemeljskega plina in razvoj nizkoogljicnih nadomestnih goriv – strokovni posvet v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Brinje, 11. 6. 2019
17. Matjaž Česen, Jure Čizman, Marko Dorič, Tadeja Janša, Marija Kavčič, Marko Kovač, Marko Matkovič, Stane Merše, Igor Ribič, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: posvet ob izidu Podnebnega ogledala 2019 in Lokalnega semaforja podnebnih aktivnosti 2019 pri projektu Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 12. 6. 2019
18. Matjaž Česen, Stane Merše, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Podnebna nevtralnost od vprašanja »ali« k vprašanju »kako« – posvet o dolgoročni podnebni strategiji za Slovenijo v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Državni svet RS, Ljubljana, 20. 6. 2019
19. Jure Čizman: zaključni sestanek in konferenca za EU-projekt ENERFUND, Bruselj, Belgija, 20.-22. 1. 2019
20. Jure Čizman, Gašper Stegnar, Boris Sučić: Konferenca TIMEPAC 2019, Barcelona, Španija, 31. 1.-1. 2. 2019
21. Jure Čizman, Tadeja Janša, Marija Kavčič, Stane Merše, Boris Sučić, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Postopek CPVO in vrednotenje scenarijev – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 14. 2. 2019
22. Jure Čizman: delavnica Trajnostni razvoj sistemov daljinskega ogrevanja, Velenje, 6. 3. 2019
23. Jure Čizman, Gašper Stegnar: Mednarodna konferenca SZE 2019, Portorož, 31. 3.-2. 4. 2019 (2)
24. Jure Čizman: delavnica "Data intelligent operation of district heating and district cooling systems" za EU-projekt Keep Warm, Zagreb, 3.-4. 4. 2019
25. Jure Čizman: sestanek za EU-projekt Keep Warm, Riga, Latvija, 8.-10. 4. 2019
26. Jure Čizman, Damir Staničič: "Development of sustainable heating and cooling plans – PLANHEAT", Zagreb, Hrvaška, 11. 6. 2019
27. Jure Čizman, Marko Pečkar, Igor Ribič, Boris Sučić, Jure Tavčar: Alumni EUREM Slovenija 2019, Ljubljana, 19. 9. 2019
28. Jure Čizman, Damir Staničič: 4th Steering Committee Meeting v okviru EU-projekta Keep Warm, RCP, Brinje, 25.-27. 9. 2019
29. Jure Čizman, Damir Staničič: sestanek za EU-projekt QualitEE, Madrid, Španija, 7.-10. 10. 2019
30. Jure Čizman, Polona Lah, Stane Merše, Damir Staničič: Novi pristopi k izvajanju projektov energetske učinkovitosti in izzivi energetskega pogodbeništva, seminar v okviru EU-projektov QualitEE, GarantEE in Enerfund, Brinje, 5. 12. 2019
31. Marko Dorič, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Trajnostna mobilnost in ravnanje uporabnikov – ukrepi za spodbujanje javnega potniškega prometa – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 14. 5. 2019
32. Tadeja Janša, Barbara Petelin Visočnik, Gašper Stegnar, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Energetska revščina – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 17. 5. 2019
33. Tadeja Janša, Katarina Trstenjak: ICEEE Summer study, Belambra Presqu'île de Giens, Francija, 3.-8. 6. 2019 (2)
34. Tadeja Janša: Konferenca IAEE, Ljubljana, 25.-28. 8. 2019
35. Tadeja Janša, Polona Lah, Stane Merše, Damir Staničič, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Financiranje prehoda v nizkoogljicno družbo, prvi del – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Brinje, 11. 12. 2019
36. Marija Kavčič, Damir Staničič, Gašper Stegnar, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Možnosti za energetska prenova stavb kulturne dediščine v obdobjih do leta 2030 in do leta 2050 – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 19. 4. 2019
37. Marko Kovač: Premikamo Slovenijo – prihodnost logistike, Brdo pri Kranju, 17. 10. 2019 (1)
38. Marko Kovač: Ekološki odtis Slovenije: Razvoj javnega potniškega prevoza, večmodalnih središč in kolesarske mreže za zmanjšanje ogljičnega odtisa dnevnih migracij, Ljubljana, 5. 11. 2019
39. Marko Kovač, Boris Sučić: 50th International HVAC&R congress and Exhibition, Beograd, Srbija, 3.-6. 12. 2019 (1)
40. Marko Matkovič, Katarina Trstenjak, Andreja Urbančič: Finančne spodbude za zmanjševanje emisij TGP v gospodarstvu – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2010, Brinje, 10. 5. 2019
41. Stane Merše, Damir Staničič: CA EED srečanje projektne skupine in workshop, Bruselj, Belgija, 4.-6. 2. 2019
42. Stane Merše, Boris Sučić: sestanek konzorcija NEPN, Brinje, 15. 3. 2019
43. Stane Merše, Damir Staničič: plenarni sestanek CA EED, Helsinki, Finska, 19.-20. 3. 2019
44. Stane Merše, Boris Sučić: sestanek konzorcija NEPN, Brinje, 24. 3. 2019
45. Stane Merše: sestanek projektne tima CA EED, Bruselj, Belgija, 15. 4. 2019
46. Stane Merše: sestanek z EC glede oblikovanje ciljev OVE, Bruselj, Belgija, 8. 5. 2019
47. Stane Merše, Boris Sučić: 14. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED, Laško, 22. 5. 2019
48. Stane Merše: posvet Energetska politika v Sloveniji, Ljubljana, 18. 6. 2019
49. Stane Merše, Boris Sučić: regionalni posvet o pripravi NEPN, Energetska zbornica Slovenije, Ljubljana, 4. 7. 2019
50. Stane Merše: strokovni posvet Trajnostna mobilnost – finančni in oglični prihranki za podjetja, Ljubljana, 12. 9. 2019
51. Stane Merše: 3. strokovni posvet ELES, 16. 9. 2019
52. Stane Merše: seminar Podnebne spremembe – sonaravno prostorsko umeščanje OVE, Ljubljana, 10. 10. 2019
53. Stane Merše, Damir Staničič: plenarni sestanek CA EED, Zagreb, Hrvaška, 15.-18. 10. 2019
54. Stane Merše: strateški posvet Podnebni dogovor v Državnem zboru RS, Ljubljana, 14. 11. 2019
55. Stane Merše: sestanek projektne skupine CA EED, 17.-19. 11. 2019
56. Marko Pečkar: 3. kongres družbe KOTO, Brdo pri Kranju, 8. 10. 2019
57. Matevž Pušnik: 5. strateška konferenca elektrodistribucije Slovenije 2019 Distribucijska omrežja, nosilec prehoda v nizkoogljicno družbo, Rogaska Slatina, 3. 4. 2019
58. Matevž Pušnik: konferenca Industrija prihodnosti, Brdo pri Kranju, 12. 6. 2019
59. Damir Staničič: projektni sestanek projekta GarantEE, Bruselj, Belgija, 18.-19. 2. 2019
60. Damir Staničič: projektni sestanek QualitEE, Riga, Latvija, 26.-28. 3. 2019
61. Damir Staničič: sestanek CA RES3, København, Danska, 19.-23. 5. 2019
62. Damir Staničič: plenarni sestanek CA RES 3, Bruselj, Belgija, 27.-28. 11. 2019
63. Gašper Stegnar: 7. razvojni dan gozdno-lesnega sektorja, Ljubljana, 7. 3. 2019
64. Gašper Stegnar: World Construction Forum 2019 – Buildings and Infrastructure resilience, Ljubljana, 8.-11. 4. 2019 (2)
65. Gašper Stegnar: Konferenca 39th Euroheat & Power, podelitev nagrad mladim raziskovalcem, Nantes, Francija, 6.-8. 5. 2019 (1)
66. Gašper Stegnar, Stane Merše, Boris Sučić: posvet o pripravi CPVO NEPN, Ljubljana, 11.-12. 9. 2019
67. Gašper Stegnar: strokovno srečanje Na preseku zelenih priložnosti – trajnostna energija lokalno 19, Ljubljana, 12. 9. 2019
68. Gašper Stegnar: 4. nacionalna konferenca o trajnostnem upravljanju z viri skupnosti – Lokalne skupnosti v času podnebnih sprememb, Ljubljana, 17. 10. 2019
69. Stegnar: sestanek za EU-projekt REPLACE, Dunaj, Avstrija, 20.-22. 11. 2019
70. Boris Sučić: Sestanek tehnične delovne skupine projekta NEPN, Bruselj, Belgija, 29. 1. 2019
71. Boris Sučić: strokovni posvet Predhodno posvetovanje in dialog o celovitem nacionalnem energetske in podnebnem načrtu Slovenije, Maribor, 18. 3. 2019
72. Boris Sučić, Katarina Trstenjak: Posvet Reka Sava v luči podnebnih sprememb, Ljubljana, 10. 7. 2019
73. Boris Sučić: konferenca Sistemi ciljnega spremljanja rabe energije, Bled, 15. 10. 2019 (vabljen predavanje)
74. Boris Sučić, Luka Tavčar: delavnica Upravljanje z energijo na DARS, d. d., Gorjuša, 16. 10. 2019 (2)
75. Boris Sučić: Okoljsko srečanje, Ljubljana, 7. 11. 2019
76. Boris Sučić: Konferenca 14. HRO CIGRE, Šibenik, Hrvaška, 10.-13. 11. 2019 (1)
77. Katarina Trstenjak: delavnica "Climate recon 2050 Third meeting of the technical dialogue (TD3)" in "Third meeting of the Policy-Maker Platform (PMP3)", København, Danska, 27.-28. 2. 2019
78. Katarina Trstenjak: Circular Change 4th Conference v okviru Life Podnebna Pot 2050, Maribor, 16.-17. 5. 2019
79. Katarina Trstenjak: konferenca "Planning for 2050, EU experiences with long-term climate strategies" v okviru EU-projekta Life Podnebna pot 2050, Bruselj, Belgija, 23. 5. 2019
80. Katarina Trstenjak: Strateški forum 2050, Bled, 1.-3. 9. 2019
81. Katarina Trstenjak: sestanek projekta Life Podnebna pot 2050, Bruselj, Belgija, 4.-5. 9. 2019
82. Katarina Trstenjak: sestanek Climate Recon 2050 v okviru dela pri EU-projektu Life Podnebna pot 2050, Berlin, Nemčija, 19.-23. 10. 2019
83. Katarina Trstenjak: predstavitev centralnega scenarija POTENCIJA v okviru dela pri EU-projektu Life Podnebna pot 2050
84. Andreja Urbančič: udeležba v revizijski ekspertni skupini za pregled Sedmega nacionalnega poročila in Tretjega dvoletnega poročila Portugalske na Okvirni konvenciji Združenih narodov o podnebnih spremembah, Lizbona, Portugalska, 17.-24. 2. 2019
85. Andreja Urbančič: Emisije toplogrednih plinov v kmetijstvu – delavnica v okviru projekta Life Podnebna pot 2050, Ljubljana, 6. 6. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. dr. Fouad Al-Mansour
2. doc. dr. Marko Matkovič
3. **mag. Stane Meršc, vodja centra**
4. mag. Damir Staničič
5. mag. Andreja Urhančič, vodja raziskovalne skupine

Podoktorski sodelavci

6. dr. Matevž Pušnik

Strokovni sodelavci

7. Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
8. mag. Jure Čižman
9. Marija Kavčič, dipl. ekon.
10. dr. Marko Kovač
11. Polona Lah, univ. dipl. ekon.
12. Marko Pečkaj, univ. dipl. inž. str.
13. mag. Barbara Petelin Visočnik
14. Gašper Stegnar, univ. dipl. inž. grad.
15. dr. Boris Sučić
16. Luka Tavčar, univ. dipl. inž. str.

Tehniški in administrativni sodelavci

17. Marko Dorič, univ. dipl. inž. el.
18. Tadeja Janša, mag. posl. ved
19. Igor Ribič
20. Katarina Trstenjak, univ. dipl. geog.

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ADEME, Angers, Francija
2. Agencija RS za okolje, Ljubljana, Slovenija
3. Agencija za energijo, Maribor, Slovenija
4. Agencija 101, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
5. ARAEN – Agenzia Regionale per l'energia, Pescara, Italija
6. Aquarius ekološki inženiring, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
7. Arbeitsgemeinschaft für Sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW) im VKU, Köln, Nemčija
8. Austrain Energy Agency, Dunaj, Avstrija
9. Berliner Energie Agentur, Berlin, Nemčija
10. Brunel University London, Velika Britanija
11. BTC, d. d., Ljubljana, Slovenija
12. Butan plin, d. d., Ljubljana, Slovenija
13. Center poslovne odličnosti Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani (CPOEF), Ljubljana, Slovenija
14. Centre for Renewable Energy Sources and Saving Fondation, Piskermi, Grčija
15. Ceramiche Atlas Concorde SPA, Modena, Italija
16. COGEN Europe, Bruselj, Belgija
17. CREARA CONSULTORES SL, Madrid, Španija
18. CRES, Piskermi, Grčija
19. Cyprus University of Technology, Ciper
20. Časnik Finance, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
21. Danish Energy Agency, København, Danska
22. DARS – družba za avtoceste, Celje, Slovenija
23. Econotherm (UK) Limited (ECON), Bridgton, Velika Britanija
24. EEVS Insight Limited, Rochester, Velika Britanija
25. Elektroinstitut Milan Vidmar, Ljubljana, Slovenija
26. EKODOMA, Riga, Latvija
27. ELAPHE, d. o. o.
28. ELEK svetovanje, d. o. o., Ljubljana
29. Elektro Slovenija, Ljubljana, Slovenija
30. ENERDATA SAS, Grenoble, Francija
31. Energetische Centrum Bratislava, Bratislava, Slovaška
32. Energetika Celje, Celje, Slovenija
33. Energetika Ljubljana, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
34. Energetika Maribor, d. o. o., Maribor, Slovenija
35. Energetska zbornica Slovenije (EZS), Ljubljana, Slovenija
36. Energy Saving Trust, London, Velika Britanija
37. ENOS, d. d.
38. EUREM Consortium c/o IHK, Nürnberg, Nemčija
39. EuroHeat&Power
40. European Science Communication Institute GGBH, Oldenburg, Nemčija
41. European Federation of Intelligent Energy Efficiency Services, Bruselj, Belgija
42. EVA, Dunaj, Avstrija
43. Evropska komisija, Bruselj, Belgija
44. E7 Energie Markt Analyse, Dunaj, Avstrija
45. Factor 4 BVBA, Duffel, Belgija
46. FAGOR EDERLAN S. COOP. (FED), Eskoritzatza, Španija
47. Finance, Ljubljana, Slovenija
48. Fraunhofer Gesellschaft zur Foerferung dr Angewandten Forschung E.V., Munchen, Nemčija
49. Geološki zavod Slovenije (GeoZS), Ljubljana, Slovenija
50. Geoplin, Ljubljana, Slovenija
51. Goriška lokalna energetska agencija – GOLEA, Nova Gorica, Slovenija
52. Gospodarska zbornica, Ljubljana, Slovenija
53. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija
54. Gradbeni inštitut ZRMK, Ljubljana, Slovenija
55. Grazer Energie Agentur, Gradec, Avstrija
56. Holding Slovenske elektrarne, Ljubljana, Slovenija
57. Hot-Horse, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
58. IKERLAN S COOP (IK4-IKERLAN), Mondragon, Španija
59. INEA, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
60. IAEA, Dunaj, Avstrija
61. Industrial Fuinaces Insertec S.L. (INSER), Basauri, Biscay, Španija
62. Informa Echo, Ljubljana, Slovenija
63. Institut za ekonomska raziskovanja, IER, Ljubljana, Slovenija
64. Irish Energy Centre, Dublin, Irska
65. Javni zavod Splošna bolnišnica Brežice, Slovenija
66. Javno podjetje KENOG, d. o. o., Nova Gorica, Slovenija
67. Javno podjetje Komunala Trbovlje, d. o. o., Trbovlje, Slovenija
68. Javno podjetje Komunala Slovenj Gradec, d. o. o., Slovenj Gradec, Slovenija
69. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
70. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija
71. Komunala, javno podjetje, d. o. o., Murska Sobota, Slovenija
72. Komunalno podjetje Velenje, d. o. o., Velenje, Slovenija
73. Koto, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
74. Lokalna energetska agencija Gorenjske, LEAG, Kranj, Slovenija
75. Ljubljanske mlekarnarje, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
76. Luka Koper, Koper, Slovenija
77. Malaga City Council, Malaga, Španija
78. Mestna občina Kranj, Slovenija
79. Mestna občina Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
80. Ministrstvo za gospodarstvo, Ljubljana, Slovenija
81. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, Slovenija
82. Ministrstvo za infrastrukturo, Ljubljana, Slovenija
83. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana, Slovenija
84. Moja Energija, d. o. o., Maribor, Slovenija
85. MOTIVA, Helsinki, Finska
86. Netherlands Enterprise Agency, Utrecht, Nizozemska
87. Odelo Slovenija, d. o. o., Prebold, Slovenija
88. O. Ö. Energiesparverband, Linz, Avstrija
89. Petrol, d. d., Ljubljana, Slovenija
90. Pivovarna Union, Ljubljana, Slovenija
91. Plinovodi, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
92. PNZ svetovanje projektiranje, Ljubljana, Slovenija
93. Resalta, družba za upravljanje energetskih storitev, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
94. RVO Netherlands Enterprise Agency, Nizozemska
95. Salonit, Anhovo, Slovenija
96. Sberbank banka, d. d., Ljubljana, Slovenija
97. Sdruzhenie Chernomorski Izsledovatelski Energiien Tsentar, Sofija, Bolgarija
98. SEVEN, The Energy Efficiency Center, Praga, Češka
99. SIJ Acroni, d. o. o., Jesenice, Slovenija
100. SIJ Metal Ravne, d. o. o., Slovenija
101. Solvera Lynx, Ljubljana, Slovenija
102. Statistični urad RS, Ljubljana, Slovenija
103. Sustainable Energy, Dublin, Irska
104. Telekom Slovenije, d. d., Ljubljana, Slovenija
105. Termoelektrarna Šoštanj, Slovenija
106. Urad RS za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana, Slovenija
107. Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena, Italija
108. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
109. Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
110. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana, Slovenija
111. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
112. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet, Portorož, Slovenija
113. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenija
114. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
115. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
116. Univerza v Zagrebu, Fakulteta za strojništvo in ladjedelništvo, Zagreb, Hrvaška

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Gašper Stegnar, Tomo Cerovšek, "Information needs for progressive BIM methodology supporting the holistic energy renovation of office buildings", *Energy*, 2019, **173**, 317-331. [COBISS.SI-ID 32144679]
2. Marko Kovač, Gašper Stegnar, Fouad Al-Mansour, Stane Merše, Andrej Pečjak, "Assessing solar potential and battery instalment for self-sufficient buildings with simplified model", *Energy*, 2019, **173**, 1182-1195. [COBISS.SI-ID 32165159]
3. Gašper Stegnar, Damir Staničič, Matjaž Česen, Jure Čizman, Simona Pestotnik, Joerg Prestor, Andreja Urbančič, Stane Merše, "A framework for assessing the technical and economic potential of shallow geothermal energy in individual and district heating systems: A case study of Slovenia", *Energy*, 2019, **180**, 405-420. [COBISS.SI-ID 32491559]
4. Blaž Luin, Stojan Petelin, Fouad Al-Mansour, "Microsimulation of electric vehicle energy consumption", *Energy*, **174**, 24-32. [COBISS.SI-ID 2892899]
5. Janez Merlak, Aleš Groznik, Fouad Al-Mansour, "Determination of environmental footprint of inland container terminals", *Istraživanja i projektovanja za privredu*, 2019, **17**, 2, 144-156. [COBISS.SI-ID 25129446]

STROKOVNI ČLANEK

1. Marko Kovač, "Elektrika, da ali ne?", *Monitor*, 2019, **29**, 1, 4-9. [COBISS.SI-ID 32028199]
2. Marko Kovač, "Elektrika mi veliko pomeni", *Monitor*, 2019, **29**, 1, 3. [COBISS.SI-ID 32027943]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Blaž Luin, Fouad Al-Mansour, Darja Šemrov, "Estimate of traffic energy consumption from vehicle fleet distribution forecast", V: *International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering (ASEE19)*, (E3S web of conferences, **116**), 2019, 00046.
2. Boris Sučić, Marko Pečkaj, Željko Tomšič, Jani Uranič, "Systematic approach for improving energy efficiency in industrial facilities, from energy audit to practical implementation - case study production of autoclaved aerated concrete", V: *International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering (ASEE19)*, (E3S web of conferences, **116**), 2019, 00083. [COBISS.SI-ID 33225511]
3. Marko Kovač, Damir Staničič, Stane Merše, Andreja Urbančič, "Is heat storage with a possibility of district heating beneficial to Solar Plus micro grids", V: *Papers and abstracts, eceee 2019 Summer Study on energy efficiency, 3-8 June, Presqu'île de Giens*, (eceee Summer Study proceedings), 2019, 817-823. [COBISS.SI-ID 32527399]
4. Boštjan Zajec, Marko Matkovič, Leon Cizelj, "Analysis of statistical uncertainties in a direct numerical simulation of flow in a backward facing step heat transfer measurements in a single-phase flow of refrigerant R245fa in annular geometry", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 207. [COBISS.SI-ID 33176359]
5. Anil Kumar Basavaraj, Blaž Mikuž, Marko Matkovič, "Flow and heat transfer CFD analysis in the section of THELMA for wall surface temperature determination", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 209. [COBISS.SI-ID 33176615]
6. Nejc Kosanič, Boštjan Zajec, Marko Matkovič, Jure Oder, Iztok Tiselj, "PIV measurements of turbulent flow over backward-facing step", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 210. [COBISS.SI-ID 33176871]
7. Boris Sučić, Stane Merše, Željko Tomšič, "Modeliranje i optimiranje potrošnje energije u zgradarstvu - analiza slučaja unutar kompleksa zgrada koje pripadaju znanstvenoistraživačkoj instituciji", V: *Referati = Papers, 14. savjetovanje HRO CIGRÉ, 10.-13. studenoga 2019, Šibenik, 14th HRO CIGRÉ Session, November 10-13, 2019, Šibenik, Hrvatski ogranak CIGRÉ*, 2019, 9 [COBISS.SI-ID 33222951]
8. Boris Sučić, Stane Merše, Damir Crnčec, Matevž Pušnik, Matjaž Česen, Gašper Stegnar, "Challenges of national energy and climate planning - case study Slovenia", V: *Renewable and sustainable energy developments beyond 2030: 12th International Conference on Sustainable Energy & Environmental Protection, SEEP Conference 2019, 18-21 November 2019, Sharjah, United Arab Emirates*, Proceedings, Sharjah University, 2019, 104-108. [COBISS.SI-ID 33233959]
9. Marko Kovač, Boris Sučić, Stane Merše, "The essential parameters of optimal solar tariff for mitigation of a duck curve", V: *Renewable and sustainable energy developments beyond 2030: 12th International Conference on Sustainable Energy & Environmental Protection, SEEP Conference 2019, 18-21 November 2019, Sharjah, United Arab Emirates*, Proceedings, Sharjah University, 2019, 410. [COBISS.SI-ID 33136935]

CENTER ZA ELEKTRONSKO MIKROSKOPIJO IN MIKROANALIZO

CEMM

Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM) je instrumentalni center IJS, ki združuje analitsko opremo s področja elektronske mikroskopije in mikroanalize. Dostop do raziskovalne opreme centra imajo poleg vseh odsekov IJS tudi druge raziskovalne institucije, univerze in industrijski partnerji. Opremo centra uporabljajo raziskovalci, ki jih zanima strukturna in kemijska karakterizacija materialov na mikrometrski in atomarni ravni. V okviru centra delujeta dva vrstična elektronska mikroskopa (SEM) JSM-5800 in JSM-7600F, dva presevna elektronska mikroskopa (TEM) JEM-2100 (CO NiN) in JEM-2010F ter oprema za pripravo SEM- in TEM-vzorcev. Center odličnosti NAMASTE je k opremi za elektronsko mikroskopijo prispeval CCD-kamero in detektor temne kontrastne slike (ADF) za mikroskop JEM-2010F ter sistem za uklon povratno-sipanih elektronov (EBSD) na JSM-7600F. Poleg opisane opreme je IJS solastnik mikroskopa JEM-ARM200F (20 %) s Cs korektorjem za atomarno ločljivost, ki je lociran na Kemijskem inštitutu. Center pomaga tudi pri zagotavljanju delovanja FIB-a, Helios Nanolab 650 s fokusiranim izvorom ionov (FIB), ki je v lasti CO Nanocentra.



Vodja:
prof. dr. Miran Čeh

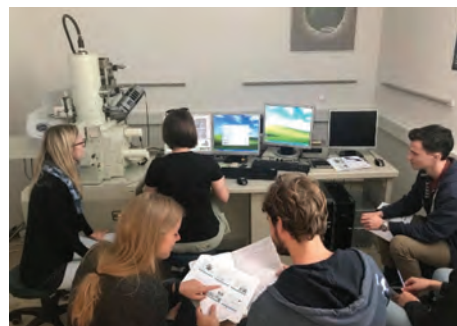
Proti koncu leta je bil na IJS dostavljen nov vrhunski visokoločljivostni vrstični elektronski mikroskop Verios G4 HP (Thermo Fisher Scientific), ki bo nameščen in operativen v začetku leta 2020. Mikroskop je edini te vrste v tem delu Evrope in omogoča ekstremno visoko ločljivost pri nizkih vzbujevalnih napetostih. Poleg detektorja EDXS je mikroskop opremljen z najsodobnejšim detektorjem za presevno mikroskopijo (STEM).

Raziskave, v katere so vključeni osebje centra in operaterji IJS, se razlikujejo glede preiskovanih materialov in glede uporabljenih metod elektronske mikroskopije.

- Vrstična elektronska mikroskopija se uporablja za opazovanje morfologije in strukture površin ter za preiskave mikrostruktur in določevanje kemijske sestave. V okviru CEMM se preiskujejo predvsem keramični materiali (polikristalinični oksidi), razni nanostrukturni materiali, kovine in zlitine, stekla itd. Oba vrstična elektronska mikroskopa v centru sta opremljena z energijsko-disperzijskimi (EDXS) in/ali z valovno-disperzijskimi spektrometri (WDXS) rentgenskih žarkov, ki omogočajo nedestruktivno določevanje kemijske sestave preiskovanih materialov. Vrstični elektronski mikroskop JSM-7600F je opremljen tudi s sistemom za detekcijo povratno-sipanih elektronov (EBSD) in z elektronsko litografijo.
- Presevna elektronska mikroskopija ponuja celovit vpogled v strukturo preiskovanega materiala v nanometrskem merilu (atomarna raven). Omogoča strukturne in kemijske preiskave mej med zrni in študijo raznih vključkov, določitev planarnih napak in dislokacij v materialih. Presevni elektronski mikroskop JEM-2100 je opremljen z energijsko-disperzijskim spektrometrom (EDXS) in CCD-kamero, medtem ko je mikroskop JEM-2010F tudi vrstični presevni elektronski mikroskop (STEM), dodatno opremljen s CCD-kamero, EDXS-spektrometrom in spektroskopijo izgub energije elektronov (EELS). Na presevnih elektronskih mikroskopih je možno izvajati tudi *in-situ* poskuse (segrevanje in hlajenje vzorcev, opazovanje reakcij v tekočinah in zasledovanje elektrokemijskih reakcij, kar vse omogočajo posebne izvedbe nosilcev za vzorce).
- Center upravlja še z nujno potrebno opremo za izdelavo in pripravo SEM- in TEM-vzorcev.

Za delovanje centra skrbi ustrezno usposobljeno osebje. Med dejavnosti centra spada izvajanje storitev za zunanje naročnike, uvajanje novih analitskih tehnik elektronske mikroskopije, izobraževanje novih operaterjev na opremi CEMM (slika 1) ter organiziranje strokovnih delavnic in srečanj na temo elektronske mikroskopije. Center izvaja tudi akcije za popularizacijo področja elektronske mikroskopije v okviru obiskov, ki jih organizira IJS, ter prek objav v klasičnih in digitalnih medijih (slika 2).

Za uporabnike mikroskopov je center leta 2019 organiziral 8. in 9. delavnico. Predstavljeni sta bili SEM priprava vzorcev in vrstična elektronska mikroskopija z mikroanalizo – EDXS. Namen delavnic je bila predstavitev delovanja vrstičnih elektronskih mikroskopov in njihova pravilna uporaba.



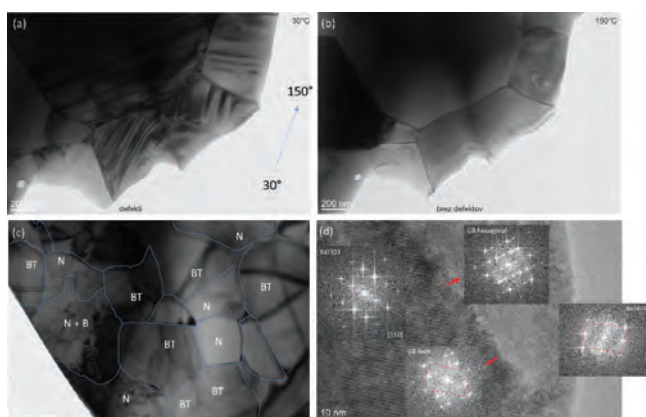
Slika 1: Usposabljanje novih operaterjev na opremi JSM-7600F



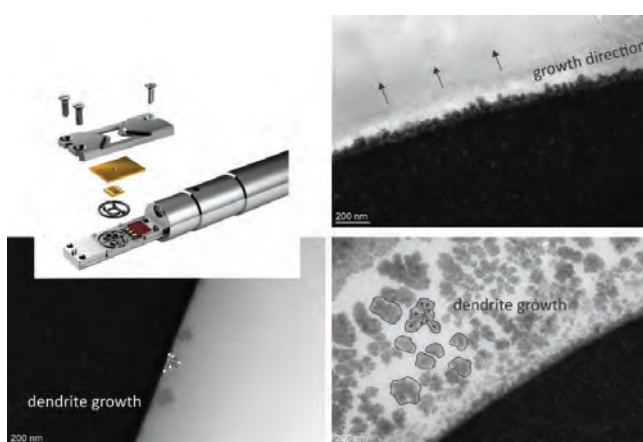
Slika 2: Priprava in izvajanje poskusov za obiskovalce IJS

Primeri mikrostrukturnih in nanostrukturnih analiz, opravljenih na opremi CEMM

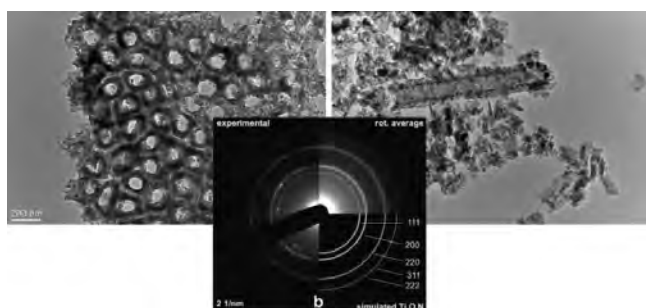
Primeri uporabe različnih tehnik elektronske mikroskopije pri strukturalni in kemijski karakterizaciji materialov, ki so zajeti v poročilu, je prispeval kader CEMM-a in operaterji odsekov IJS.



Slika 3: Analiza kontakta BaTiO_3 in kovinskega Ni: (a, b) Segrevalni poskus v območju transformacije; (c) Označeni kontakti med zrnji; (d) SAED-študija zrn in kontaktov (I. Zajc, K8, S. Drev, CEMM, JEM 2100)



Slika 4: (a) Liquid cell v TEM; (b, c, d) Postopna rast Ni iz raztopine in na Pt delovni elektrodi (M. Koblar; S. Drev, CEMM, JEM 2100)



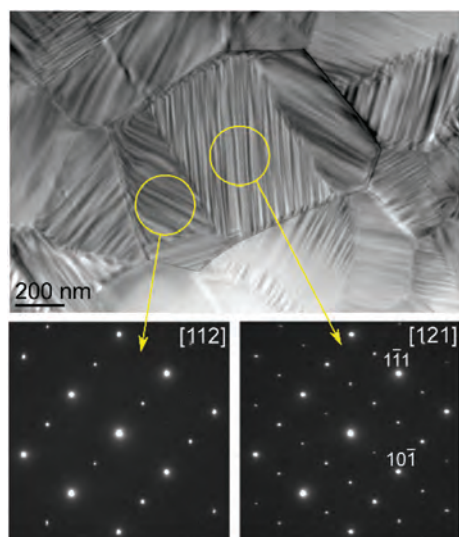
Slika 5: TEM-posnetek v svetlem polju (BF) vzorca Ti-O-N s pripadajočo SAED-sliko, ki potrjuje transformacijo TiO_2 anatasa v Ti-O-N fazo (S. Drev, CEMM, JEM 2010F).

Segrevalni poskus v TEM

V presevnem elektronskem mikroskopu je bila opravljena študija segrevanja BaTiO_3 z dodatkom kovinskega Ni. Poskus je potekal v območju transformacije BaTiO_3 v temperaturnem območju od 25 °C do 150 °C. Z analizami je bila poleg študije transformacije BaTiO_3 iz tetragonalne faze v kubično fazo opravljena še analiza napak (dvojčkov) v BaTiO_3 in študija kontakta s kovinskim Ni, prikazana na sliki 3 (I. Zajc, K8; S. Drev, CEMM).

Elektrokemijski in-situ poskus v TEM

V presevnem elektronskem mikroskopu je bila opravljena študija elektrokemijskega nanosa kovinskega Ni iz raztopine na Pt delovni elektrodi ob spreminjanju potenciala med delovno elektrodo in katodo (slika 4). (M. Koblar, S. Drev, CEMM)



Slika 6: Analiza feroelektrične domene v $\text{Na}(\text{Nb}_{0.2}\text{Ta}_{0.8})\text{O}_3$ perovskitni keramiki (M. Otoničar; K5, JEM 2100)

Struktura titanovega oksinitrida

TEM-analiza anatasnih nanocerk, sintranih v atmosferi NH_3 , je potrdila pretvorbo anatasa v titanov oksinitrid (slika 5).

Vir: L. Suhadolnik, L. D. Jurković, B. Likozar, M. Bele, S. Drev, M. Čeh, Structured titanium oxynitride (TiO_xN_y) nanotube arrays for a continuous electrocatalytic phenol-degradation process: Synthesis, characterisation, mechanisms and the chemical reaction micro-kinetics, *Applied Catalysis B: Environmental*, 2019, 257, 117894–117904

Feroelastične domene v perovskitni keramiki

TEM-analiza prikazuje feroelastične domene v $\text{Na}(\text{Nb}_{0.2}\text{Ta}_{0.8})\text{O}_3$ perovskitni keramiki, kristalizirani v Pcmn ortorombski simetriji. Superstrukturni ukloni v difrakcijah razkrivajo rotacije kisikovih oktaedrov v strukturi materiala (slika 6).

Vir: J. J. Bian, M. Otoničar, M. Spreitzer, D. Vengust, D. Suvorov, Structural evolution, dielectric and energy storage properties of $\text{Na}(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ ceramics prepared by spark plasma sintering, *Journal of the European Ceramic Society*, 2007, 39, 2339–2347

(Nd,Na)(SO₄)₂·xH₂O kristali

Analiza in študija rasti in morfoloških značilnosti kristalov $(\text{Nd,Na})(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ je bila opravljena na vrstičnem elektronskem mikroskopu (slika 7).

Magnetni vzorci na osnovi Al_2O_3/Ru

Na presevnem elektronskem mikroskopu je bila opravljena analiza magnetnih delcev. Gre za delce aluminijevega oksida, ki so oplasčeni z nanodelci Ru (slika 8).

SnO_2 keramika

Analiza termično jedkane polirane keramike SnO_2 , dopirane s CoO in Nb_2O_5 , je pokazala nastanek številnih dvojčkov v zrnih SnO_2 v (101) ravninah (slika 9).

Vir: S. Tominc, A. Rečnik, Z. Samardžija, G. Dražič, M. Podlogar, S. Bernik, N. Daneu, Twinning and charge compensation in Nb_2O_5 -doped SnO_2 -CoO ceramics exhibiting promising varistor characteristics, *Ceramics international*, 2018, 44, 1603–1613

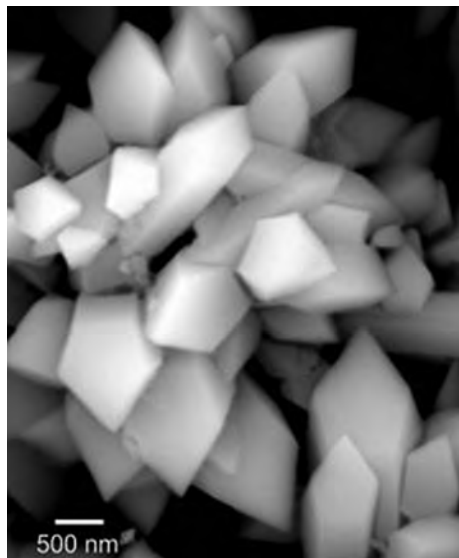
Mn-oksadni nanodelci

Visoko resolucijska slika delca kristalita je pokazala orientacijo vzdolž [131] cone (slika 10).

Vir: A. Ristić, M. Mazaj, I. Arčon, N. Daneu, L. N. Zabukovec, R. Gläser, T. N. Novak, New insights into manganese local environment in MnS-1 nanocrystals, *Crystal Growth and Design*, 2019, 19, 3130–3138

Transformacija $Bi_4Ti_3O_{12}$

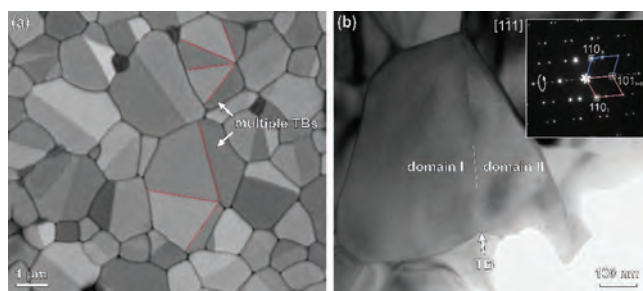
V sklopu projekta, kjer poteka študija mehanizma transformacije $Bi_4Ti_3O_{12}$ -nanodelcev v $SrTiO_3$ nanoploščicah (M.ERA-NET 3184 HarvEnPiez; vodja dr. Marjeta Maček Kržmanc), je bila opravljena analiza mehanizma topokemijske transformacije $Bi_4Ti_3O_{12}$ (BIT) v $SrTiO_3$ (STO) pod hidrotermalnimi pogoji. Analiza prikazuje BIT-ploščice, terminirane s plastjo $Bi_2O_2^{2+}$, kjer gre za pretvorbo od roba proti notranjosti ploščic (slika 11).



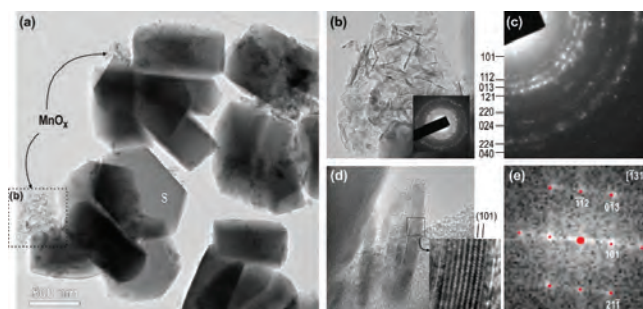
Slika 7: Kristali $(Nd,Na)(SO_4)_2 \times H_2O$ (X. Xu, Samardžija Z., K7, JSM 7600F)



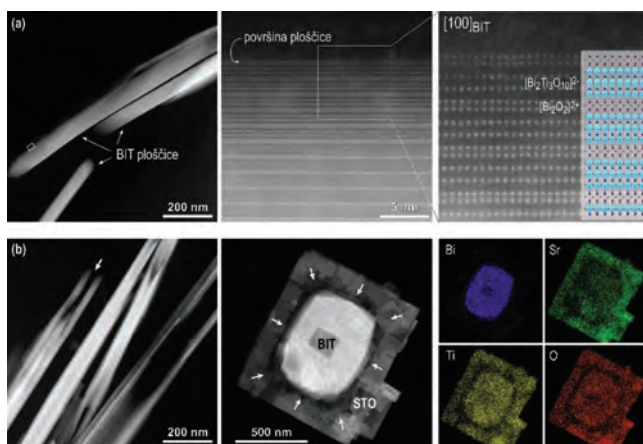
Slika 8: TEM-slika aluminijevega oksida, oplasčenega z Ru nanodelci (S. Gyeryek, K8, JEM 2100).



Slika 9: (a) Posnetek termično jedkane polirane površine keramike na osnovi SnO_2 , dopirane s CoO in Nb_2O_5 , prikazuje nastanek številnih dvojčkov v zrnih SnO_2 . Razlika v svininah posameznih domen je posledica različne orientacije SnO_2 . (b) TEM-analiza dvojčkov je pokazala, da ležijo v (101) ravninah (S. Tominc, K7, A. Rečnik, K7, N. Daneu, K9, JSM 7600F, JEM 2100).



Slika 10: (a) Mn-oksadni nanodelci na zeolitnem silikalitu-1 (S-1) z MFJ-strukturo; (b, c) SAED-analiza je pokazala, da so nanodelci hausmanit (Mn_3O_4); (d) HRTEM slika in (e) indeksiran FFT-vzorec kristalita, ki je orientiran vzdolž [-131] cone (N. Daneu, K9, JEM 2100).



Slika 11: TEM-analiza mehanizma topokemijske transformacije $Bi_4Ti_3O_{12}$ (BIT) v $SrTiO_3$ (STO): (a) Začetne BIT-ploščice so terminirane s plastjo $Bi_2O_2^{2+}$; (b) Analiza delno pretvorjenih BIT ploščic je pokazala, da pretvorba poteka od roba proti notranjosti ploščic (N. Daneu, K9, ARM 200F).

MEDNARODNI PROJEKTI

1. H2020 EUROfusion - Izobraževanje-ED-FU
European Commission
prof. dr. Miran Čeh
2. Teksture rudnih mineralov na mikro - do nanoskali: preiskovalne metode in pomembnost
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Janez Zavašnik
3. Raziskave vpliva zadrževanja helija v materialih, ki so v stiku s fuzijsko plazmo, s pomočjo naprednih analitičnih metod
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
Andreja Šestan Zavašnik, univ. dipl. inž. kem. inž.

PROJEKTA

1. Nanostrukturne raziskave difuzijsko kontroliranih procesov med topotaksialnimi faznimi transformacijami v mineralih tipa rutil-korund
dr. Sandra Drev
2. Elektronska mikroskopija in mikroanaliza- priprava vzorcev za mikroskopiranje
prof. dr. Miran Čeh

POGODBENO DELO

1. Ovrednotenje kompatibilnosti med izbrano primarno ovojnino in biološkim zdravilom Lek, d. d.
prof. dr. Miran Čeh

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **prof. dr. Miran Čeh, znanstveni svetnik - vodja centra**

Podoktorski sodelavci

2. dr. Sandra Drev
3. dr. Jitka Hreščak

Mlajši raziskovalci

4. Andreja Šestan Zavašnik, univ. dipl. inž. kem. inž.

Strokovni sodelavci

5. Maja Koblar, dipl. inž. fiz.

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Luka Suhadolnik, Damjan Lašič Jurković, Blaž Likozar, Marjan Bele, Sandra Drev, Miran Čeh, "Structured titanium oxynitride (TiO_xN_y) nanotube arrays for a continuous electrocatalytic phenol-degradation process: synthesis, characterization, mechanisms and the chemical reaction micro-kinetics", *Applied catalysis. B, Environmental*, 2019, **257**, 117894. [COBISS.SI-ID 32578087]
2. Siegfried Hofmann, G. Zhou, Janez Kovač, Sandra Drev, S. Y. Lian, B. Lin, Y. Liu, Jiang Yong Wang, "Preferential sputtering effects in depth profiling of multilayers with SIMS, XPS and AES", *Applied Surface Science*, 2019, **483**, 140-155. [COBISS.SI-ID 32290855]
3. Blaž Leskover, Zoran Samardžija, Maja Koblar, Iztok Naglič, Boštjan Markoli, "Development of an Al-Mn-Si-based alloy with an improved

quasicrystalline-forming ability", *JOM: The journal of minerals, metals and materials society*, 2019, 1-7. [COBISS.SI-ID 1819231]

4. Andreja Šestan, Janez Zavašnik, Marjeta Maček, Matej Kocen, Petra Jenuš, Saša Novak, Miran Čeh, Gerhard Dehm, "Tungsten carbide as a deoxidation agent for plasma-facing tungsten-based materials", *Journal of nuclear materials*, 2019, **524**, 135-140. [COBISS.SI-ID 32476967]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Aleksandar Pačevski, Janez Zavašnik, Andreja Šestan, Aleksandar Luković, Ivana Jelić, Aleksandar Kremenović, Alena Zdravković, Suzana Erić, Danica Bajuk-Bogdanović, "Micro-to nanoscale textures of ore minerals: methods of study and significance", V: *XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, MPRC, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia*, Proceedings, University of Belgrade, Technical Faculty, 2019, 98-100. [COBISS.SI-ID 32454695]

CENTER ZA PRENOS ZNANJA NA PODROČJU INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJ CT-3

Center za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij izvaja izobraževalne, promocijske in infrastrukturne dejavnosti, ki povezujejo raziskovalce in uporabnike njihovih rezultatov. Z uspešnim vključevanjem v evropske raziskovalne projekte se center širi tudi na raziskovalne in razvojne dejavnosti, predvsem s področja upravljanja z znanjem v tradicionalnih, mrežnih in virtualnih organizacijah. Center je partner v več EU-projektih. Iz programa H2020 so bili leta 2019 aktivni projekti: MOVING (TraininG towards a society of data-saVvy inforMation prOfessionals to enable open leadership Innovation), EW-SHOPP (Supporting Event and Weather-based Data Analytics and Marketing along the Shopper Journey), EUBUSINESSGRAPH (Enabling the European Business Graph for Innovative Data Products and Services), PRESTOCLOUD (Proactive Cloud Resources Management at the Edge for Efficient Real-Time Big Data Processing), WATER4CITIES (Holistic Surface Water and Groundwater Management for Sustainable Cities), MEET CINCH (A Modular European Education and Training Concept In Nuclear and RadioChemistry), X5GONE (Cross Modal, Cross Cultural, Cross Lingual, Cross Domain, and Cross Site Global OER Network), THEYBUYFORYOU (Enabling procurement data value chains for economic development, demand management, competitive markets and vendor intelligence), DATABENCH (Evidence Based Big Data Benchmarking to Improve Business Performance), PerceptiveSentinel (BIG DATA Knowledge Extraction and recreation Platform), ELEXIS (European Lexicographic Infrastructure), SILKNOW (Silk heritage in the Knowledge Society: from punched cards to big data, deep learning and visual/zangible simulations), COG-LO (COGNitive Logistics Operations through secure, dynamic and ad-hoc collaborative networks), EnviroLENS; Copernicus for enviro law enforcement support), Humane AI (Toward AI Systems That Augment and Empower Humans by Understanding Us, our Society and the World Around), FIN-TECH (A FINancial supervision and TECHnology compliance training programme), NALADES (A Holistic Water Ecosystem for Digitisation of Urban Water Sector), CyberSANE (Cyber Security Incident Handling, Warning and Response System for the European Critical Infrastructures), INFINITECH (Tailored IoT&BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the Europe), FACTLOG (Energy-aware Factory Analytics for Precess Industries) in ERASMUS+: Micro HE (Support Future Learning Excellence through Micro-Credentialing in Higher Education) in MentorTrain (Training and Equipping Mentors in SMEs to provide Quality Apprenticeships).



Vodja:
mag. Mitja Jermol

Leta 2019 smo v centru aktivno sodelovali pri 22 evropskih projektih. Center pripravlja in organizira izobraževalne dogodke, kot so konference, delavnice, projektni sestanki za strokovnjake s področij inteligentne analize podatkov, rudarjenja podatkov, upravljanja z znanjem, mrežnih organizacij, poslovnega odločanja itd. Vsi dogodki so namenjeni prenosu osnovnih, dodatnih in vrhunskih specialističnih znanj v podjetja ter raziskovalne in izobraževalne organizacije.

V ta namen še naprej upravljamo portal <http://videolectures.net/>, ki ponuja izbrane izobraževalne vsebine in je trenutno največji referenčni spletni portal z video izobraževalno vsebino na svetu. Kot tak sledi viziji centra po vzpostavljanju svetovno prepoznavnih storitev prenosa znanja in izobraževanja. Poslanstvo portala je brezplačno ponujanje vrhunskih izobraževalnih videovsebin, predvsem visoko kakovostnih znanstvenih vsebin širšemu krogu obiskovalcev. Izvaja neomejen prenos znanj ter tako promovira znanost podiplomski in doktorski publiko. Leta 2019 smo na Videolectures.Net posneli in objavili 1.170 novih individualnih predavanj. Večino te vsebine smo pripravili pri nas, 20 manjših dogodkov pa so posnele zunanje produkcijske ekipe in nam jih poslale v objavo.

Največje konference, ki smo jih posneli in objavili leta 2019, so bile: 25TH ACM SIGKDD CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING – KDD 2019, The International Semantic Web Conference – ISWC 2019 in The European Semantic Web Conference – ESWC 2019.

Objavili smo tudi veliko vsebin, ki smo jih pridobili na podlagi utečenih in novih dolgoročnih sodelovanj z institucijami, kot so NiB, Kemijski inštitut Slovenije, organizacija CLARIN ERIC, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani, EnetConnect Cost action, ter manjših dogodkov, ki jih že vrsto let snemamo na IJS in v sodelovanju z drugimi organizacijami doma in v tujini.

Leta 2019 smo sodelovali pri 22 evropskih projektih.

Poleg objavljanja novih vsebin v repozitorij smo zaključili ali omogočili izvedbo vseh nalog, povezanih z Videolectures.Net, v projektih: MeetCINCH, Moving, X5GON, Elexis in Mentortrain.

Videolectures.Net je uspešno implementiral rezultate projekta X5gon, ki ponuja agregacijo globalnih odprto dostopnih izobraževalnih vsebin. Na repozitoriju je tako implementiran sistem za priporočanje vsebin, ki temelji na orodjih umetne inteligence in gledalcem ponuja vsebine, ki so na voljo tudi zunaj Videolectures.Net. Prav tako so vsebine, objavljene na našem repozitoriju, na voljo obiskovalcem drugih repozitorijev.

Poleg tega je repozitorij Videolectures.Net sodeloval pri diseminacijskih aktivnostih projekta Water4Cities s kreacijo videovsebin. V ta namen so naši sodelavci tudi obiskali koordinatorskega projekta.

V letu 2019 je naš Center organiziral 14. tekmovanje ACM iz računalništva in informatike. Tekmovanje je potekalo v štirih panogah – v znanju računalništva (programiranje), v offline nalogi, v izdelavi spletnih aplikacij in v izdelavi izobraževalnih videoposnetkov. Šolskega tekmovanja v programiranju se je udeležilo 341 dijakov, državnega tekmovanja pa 177 tekmovalcev iz vse Slovenije.

Potekal je tudi drugi cikel mednarodnega spletnega programa mentorstva z naslovom Odprto izobraževanje za boljši svet (OE4BW), vezan na cilje trajnostnega razvoja Združenih narodov. Program razvijata in vodita prof. dr. Tanja Urbančič, dekanja Poslovno-tehniške fakultete Univerze v Novi Gorici in sodelavka Odseka za tehnologije znanja na Institutu "Jožef Stefan", ter mag. Mitja Jermol, nosilec UNESCO katedre o odprtih tehnologijah za prosto dostopne izobraževalne vire in odprto učenje. Odziv na drugi razpis je bil odličen, saj se je prijavilo 50 mentorjev, ki so bili pripravljeni sodelovati kot prostovoljci. V drugem letu je program zaključilo 35 razvijalcev, ki so s pomočjo mentorjev razvili odprte izobraževalne vire z različnih področij. Program, ki naslavlja konkretne izzive sodobnega sveta, vezane na cilje trajnostnega razvoja, je potekal v različnih jezikih. Glede na odlične odzive smo oktobra začeli s tretjim ciklom mednarodnega mentorskega programa. Na razpis se je prijavilo 85 razvijalcev in 100 mentorjev z vsega sveta. Zaradi povečanega obsega udeležencev in časovnih razlik smo organizirali pet regionalnih vozlišč in enega tematskega. Vozlišča pokrivajo Severno Ameriko, Južno Ameriko, Evropo, Afriko in Azijo. Prvič smo vzpostavili tudi tematsko vozlišče, ki pokriva področje 7. trajnostnega cilja ZN, ki naslavlja dostop do cenovno sprejemljivih, zanesljivih, trajnostnih in sodobnih virov energije.

V začetku julija je v prostorih Univerze v Novi Gorici v dvorcu Lanthieri v Vipavi potekal štiridnevni tečaj o odprtem izobraževanju. Tečaj sta organizirala Univerza v Novi Gorici in UNESCO katedra o odprtih tehnologijah za prosto dostopne izobraževalne vire in odprto učenje, ki deluje v okviru Instituta "Jožef Stefan". Cilj tečaja je bil udeležencem približati osnovna znanja, praktične nasvete in izkušnje, ki jim bodo v pomoč pri uporabi odprtih izobraževalnih virov (OER) in pripravi lastnih izobraževalnih materialov. Udeleženci so se seznanili s postopki, metodami in orodji odprtega izobraževanja. Slišali so, kako uskladiti odprto izobraževanje z razvojnimi in strateškimi cilji. Od priznanih strokovnjakov in praktikov so pridobili osnovno znanje o konceptih odprtega izobraževanja, o pedagoških vidikih ter o problematiki, vezani na vsebino odprtega izobraževanja. Tečaj je vseboval tudi praktično delo. Tečaja so se udeležili predavatelji in slušatelji iz 17 držav (Slovenije, Brazilije, Fidžija, Francije, Indije, Indonezije, Italije, Južnoafriške republike, Kanade, Libanona, Nemčije, Severne Makedonije, Slovaške, Sudana, Švice, Velike Britanije, ZDA) in jih je bilo skupaj okrog 60.

V istem letu smo začeli izvajati tudi nov mentorski program Knjižnica odprtega izobraževanja Slovenije (KOIS). S programom si prizadevamo za razvoj in implementacijo prosto dostopnih izobraževalnih virov, ki prispevajo k izboljšanju kakovosti in učinkovitosti izobraževanja v Sloveniji. Namen KOIS je širjenje znanja o konceptih odprtega izobraževanja, razvijanje različnih pedagoških procesov in vpeljava novih didaktičnih pristopov ter podpiranje akcij za vključevanje in širjenje prosto dostopnih izobraževalnih virov. V pilotnem letu so v programu KOIS sodelovale štiri osnovne šole in dve srednji šoli. Izbrane šole so v pilotnem letu prijavile osem projektov, ki so jih konec junija predstavile tudi Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport.

Zaključili smo peti cikel dejavnosti v okviru projekta MyMachine. Končali smo delo na dveh prototipih in začeli razvijati nove ideje in načrte. V preteklem letu smo sodelovali z Elektrotehniško in računalniško tehnično šolo in gimnazijo Ljubljana, Šolskim centrom Velenje, Osnovno šolo Savsko naselje in Osnovno šolo Elvire Vatovec Prade. Novo sodelovanje smo začeli tudi z Mednarodno britansko šolo v Ljubljani in z Osnovno šolo Vipava. Mednarodno sodelovanje smo zaključili z izdajo knjige, ki je zbirka esejev svetovno priznanih znanstvenikov in izvajalcev projektnega učenja, ustvarjalnosti v izobraževanju in odprtega izobraževanja, v katero je MyMachine Slovenija prispeval poglavje o odprtem izobraževanju.

Tudi v tem letu smo nadaljevali promocijo programiranja med mladimi. Februarja 2019 smo z organizacijo Codeweek sodelovali pri izvedbi delavnice programiranja za otroke, kjer smo jim prikazali uporabo senzorjev v kemiji in v prometu (izdelali smo preprost števec prometa in radar). Otrokom, ki so se udeležili Šole eksperimentalne kemije (izvaja se v sodelovanju s Slovenskim društvom ljubiteljev kemije ter sodelavci iz odseka K1 (odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo)), smo predstavili uporabo senzorjev v kemiji. Senzorje smo z otroki izdelali sami na podlagi mikrokontrolerja Arduino. Izdelali smo preprost pH meter, temperaturno tipalo, detektor trdnih delcev in detektor

različnih plinov (med drugim tudi preprost alkoktest), s katerimi smo nato izvedli serijo kemijskih poskusov. Konec septembra 2019 smo sodelovali na Noči raziskovalcev, kjer smo dijakom v Mariboru prav tako predstavili uporabo senzorjev v kemiji.

Zaključili smo izvajanje dveh mentorstev v okviru projekta SKOZ (Središče za karierno orientacijo – zahod). Prva skupina dijakov (kjer somentorstvo poteka s sodelavko iz oddelka K1) je dokončala in uspešno preskusila še detektor škodljivih plinov v kmetijstvu. Druga skupina pa je razvila prototip naprave za merjenje temperature, vlage in UV indeksa. Obe napravi smo razvili v sodelovanju z Društvom elektronikov Slovenije, dijakom pa smo predstavili tudi postopek zasnove prototipa elektronske naprave in izdelave tiskanega vezja.

V okviru projekta H2020 TheyBuyForYou smo leta 2019 razvili, stestirali in implementirali več metod za zaznavanje anomalij v finančnih transakcijah ter jih preskusili na slovenskih podatkih. Prav tako smo razvili več metod za zaznavanje anomalij v javnih naročilih, in sicer tako metode nadzorovanega strojnega učenja in nenadzorovanega strojnega učenja kot statistične metode. V okviru projekta smo začeli razvijati tudi spletne platforme za analizo teh podatkov in vizualizacijo rezultatov analiz.

Konec leta 2019 smo začeli delati nov projekt z imenom CyberSANE. Gre za projekt s področja informacijske varnosti na področju evropske kritične infrastrukture, v okviru katerega bomo razvili platformo za zagotavljanje dinamičnega sistema sodelovanja, opozarjanja in odzivanja na kibernetске grožnje. Vloga IJS pri projektu bo razvoj orodja za analizo tako imenovanega temnega spleta (dark web).

Nadaljevali smo projekt **Water4Cities – Celovito upravljanje s površinskimi in podzemnimi vodami za trajnostni razvoj mest**, ki poteka v okviru evropskega RISE projekta Obzorja 2020 Marie Skłodowska Curie. Leta 2019 smo analizirali podatke o pretoku podtalnice in meteornih vod na območju Ljubljane in porabo vode na primeru grškega otoka Skiathos. S pomočjo analize razvijamo modele in platformo, ki bo omogočala spremljanje optimalnega upravljanja z vodo v realnem času. Leta 2019 smo se udeležili in posneli posebno sejo, namenjeno projektu Water4Cities, ki je potekala v okviru konference CEMPE na otoku Mikonos v Grčiji. Poleg rednih webinarjev objavljamo tudi intervjuje z raziskovalci, ki so dostopni na podstrani portala Videolectures.NET.

Projekt H2020 MOVING (TraininG v smeri družbe podatkovnih strokovnjakov, ki omogočajo odprto vodenje INnovacije) se je leta 2019 uspešno končal. Naš center je bil v sodelovanju z Laboratorijem za umetno inteligenco E3 dejaven pri produkciji videodemonstracij o razvitih tehnologijah, storitvah in MOVING platformi, predvsem z namenom razširjanja in nadaljnje uporabe projektnih rezultatov. Poleg tega je konzorcij MOVING delal na razvoju novih in bolj učinkovitih metod za fragmentacijo videopredavanj in semantičnega označevanja (»semantic annotation«) fragmentov, kar omogoča natančen dostop do predavanj v videozbirkah. V najnovejši metodi MOVING se avtomatsko generirani transkripti govora iz videa analizirajo s pomočjo vstavljanja besed, ki se generirajo iz najsodobnejših predhodno usposobljenih nevronske mreže. Ta metoda fragmentacije videopredavanj je del platforme MOVING, njeni rezultati pa so delno vgrajeni tudi v portal VideoLectures.NET, kar omogoča uporabnikom obeh platform dostop in ogled določenih fragmentov (delčkov) videopredavanj, ki ustrezajo njihovim potrebam po informacijah. V VideoLectures.NET so fragmenti dostopni znotraj predavanj, ki nimajo predstavitvenih izročkov – fragmenti so predstavljeni kot poglavja (»chapters«), in sicer na desni strani okna videopredvajalnika, služijo pa kot orodje za lažje in hitrejše iskanje določenih videodelov.

Na Videolectures.Net smo v okviru projekta Meet-Cinch posneli in objavili 35 tečajev s področja sodelovanja pri izobraževanju in usposabljanju na področju jedrske kemije. Naš center sodeluje z Odsekom za znanosti o okolju na IJS pri razvoju in oblikovanju obsežnih izobraževalnih videov z omenjenega področja.

Leta 2019 smo v Erasmus+ projektu **Usposabljanje in opremljanje mentorjev v malih in srednjih podjetjih za zagotavljanje kakovostnega vajeništva (Mentortrain)**, pri katerem sodelujemo v okviru spletnega repozitorija Videolectures.net, s partnerji sodelovali pri pripravi videovsebin, ki bodo sestavljale modul za izobraževanje mentorjev dijakov poklicnih šol v vsej Evropi.

Delo pri projektu **Podpora odličnosti izobraževanja v prihodnosti s pomočjo mikrokvalificiranja v visokošolskem izobraževanju (MicroHE)** je bilo v letu 2019 osredotočeno predvsem na naloge tehničnega delovnega svežnja, ki ga vodimo. Leta 2019 smo dosegli vse cilje svežnja, in sicer smo uvedli metapodatkovni standard za mikrokvalificiranja v visokošolskem izobraževanju in zasnovali podatkovno bazo za mikrokvalifikacije. Zadnje je že na voljo uporabnikom in jo že testira več visokoizobraževalnih institucij.

Vodja UNESCO katedre mag. Mitja Jermol se je udeležil CI sektorske komisije 40. Generalne konference Unesca, ki je priporočila na plenarnem zasedanju 40. Generalne konference novembra 2019 sprejetje osnutka priporočila UNESCO OER. Vodja UNESCO katedre je sodeloval tudi s slovensko vlado pri oblikovanju dinamične koalicije, ki bo delovala pri izvajanju in implementaciji priporočila OER v 195 državah članicah in je podprta z ministrsko izjavo iz 2. svetovnega kongresa OER ter izvaja sodelovanje znotraj 5. točke priporočila UNESCO OER, in sicer **Spodbujanje in krepitev mednarodnega sodelovanja**. Cilj priporočila je razširiti in utrditi zaveze do ukrepov in strategij na področju OER ter spodbujati in okrepiti mednarodno sodelovanje med vsemi ustreznimi zainteresiranimi deležniki.

Evropski projekt X5GON, ki ga v imenu IJS vodi mag. Mitja Jermol, je bil izbran v ožji izbor 10 projektov izmed 113 prijav z vsega sveta za nagrado UNESCO King Hamad Bin Isa Al-Khalifa za uporabo IKT v izobraževanju 2019.

Evropski projekt X5GON, ki ga v imenu IJS vodi mag. Mitja Jermol, je bil izbran v ožji izbor 10 projektov izmed 113 prijav z vsega sveta za nagrado UNESCO King Hamad Bin Isa Al-Khalifa za uporabo IKT v izobraževanju 2019. Dosegel je svojo raziskovalno zrelost in si prizadeval za načine, kako svoje podatke predstaviti ustvarjalnim skupnostim po vsej Evropi. Izbrana pot je bila ustvariti nabor hackatonov X5GON o odprtem izobraževanju in umetni inteligenci z naslovom **AI za skupno dobro: FAI's Hackathon**

Education. Te hackatone je podprla britanska mreža za znanost in inovacije UKRI, britansko veleposlaništvo v Parizu, Združeni narodi ANCSSC, X5GON in UCL Computer Science. Ti nameravajo študentom na več partnerskih in mednarodnih univerzah omogočiti, da sodelujejo v zgodnjem postopku zajemanja zahtev, kar vodi v zasnovano in izgradnjo razvojnega in delujočega prototipa, ki podpira odprto izobraževanje z AI, s podatki X5GON.

Hackatoni so se začeli 25. septembra 2019, končali pa 26. februarja 2020 v Parizu v Franciji. V štirih krajih je sodelovalo več kot 500 študentov, in sicer v Londonu (VB), Parizu (FR), Osnabrucku (NE) in Mariboru (SLO). Za zadnji, četrti dogodek bi lahko katerakoli partnerska država na finalnem dogodku, ki je potekal na britanskem veleposlaništvu v Parizu februarja 2020, prijavila do tri ekipe. Končne ekipe so sodelovale na zadnjem hackathonu v Parizu, kamor so se uvrstile vse evropske ekipe in tekmoval v novem enodnevem izzivu na temo Open Education in AI, kar so drugi dan predstavile žiriji. Ta je najavila zmagovalno ekipo v Parizu.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Organizacija sestanka EU projekta Silknow, Bled, 26. 2.–27. 2. 2019
2. Organizacija in izvedba uvodnega srečanja projekta Knjižnica odprtega izobraževanja Slovenije, Ljubljana, 5. 3. 2019
3. Organizacija 14. Srednješolskega tekmovanja ACM iz računalništva in informatike, Ljubljana, 23. 3. 2019
4. Organizacija dogodka Predstavitev projektov iniciative Knjižnica odprtega izobraževanja Slovenije, Ljubljana, 26. 6. 2019
5. Organizacija in izvedba delavnice Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 1. 7.–5. 7. 2019
6. Organizacija sestanka EU projekta Factlog, Ljubljana, 11. 12.–12. 12. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. ERASMUS+: Micro HE - Podpora odličnosti izobraževanja v prihodnosti s pomočjo mikro-kvalificiranj v visokošolskem izobraževanju
European Commission
Mihajela Črnko
2. INEA/CEF - MARCELL, Večjezični viri za CET.AT na področju prava
Innovation and Networks Executive Agency (INEA)
mag. Mitja Jermol
3. ERASMUS+: MentorTrain - Usposabljanje in opremljanje mentorjev v malih in srednjih podjetjih za zagotavljanje kakovostnega vajeništva
European Commission
Mihajela Črnko
4. H2020 - MOVING; Razvoj MOVING izobraževalne platforme za podporo usposabljanju aplikativnih uporabnikov orodij za rudarjenje v povezavi z njihovo dnevno raziskovalno aktivnostjo
European Commission
dr. Tanja Zdolšek Draksler
5. H2020 - PrEstoCloud; Proaktivno upravljanje „na robu“ s sredstvi v oblaku za učinkovito procesiranje velikih naborov podatkov v realnem času
European Commission
mag. Mitja Jermol
6. H2020 - euBusinessGraph; Ustvarjanje poslovnega omrežja za inovativne podatkovne produkte ter storitve
European Commission
mag. Mitja Jermol
7. H2020 - EW-Shopp; Podpiranje analize podatkov o dogodkih, vremenu in trženju za pomoč strankam pri nakupovanju
European Commission
mag. Mitja Jermol
8. H2020 - Water4Cities; Celostno upravljanje površinskih in podzemnih voda za trajnostni razvoj mest
European Commission
mag. Mitja Jermol
9. H2020 - MEET-CINCH; Modularni Evropski koncept za izobraževanje in usposabljanje v jedrski in radiokemiji
European Commission
Mihajela Črnko
10. H2020 - X5gon; Čez modalno, kulturno, jezikovno, in čez spletno globalno omrežje za prosto dostopne izobraževalne viri
European Commission
mag. Mitja Jermol
11. H2020 - PerceptiveSentinel; BIG DATA platforma za pridobivanje znanja in bogatenja podatkov
European Commission
mag. Mitja Jermol
12. H2020 - DataBench; H2020 - DataBench; Merjenje z velikimi podatki za izboljšanje poslovne uspešnosti
European Commission
mag. Mitja Jermol
13. H2020 - TheyBuyForYou; Omogočanje vrednostnih verig podatkov o javnih naročilih za gospodarski razvoj, upravljanje povpraševanja, večanje konkurenčnosti ter analitično razumevanje prodajalcev
European Commission
dr. Matej Kovačič
14. H2020 - SILKNOW; Svilena dediščina v družbi znanja: od luknjastih kartic do velikih podatkov
European Commission
mag. Mitja Jermol
15. H2020 - COG-LO; Kognitivne logistične operacije preko varnih, dinamičnih in ad-hoc sodelovalnih omrežij
European Commission
mag. Mitja Jermol
16. H2020 - EnviroLENS; Copernicus kot podpora uveljavljanju okoljske zakonodaje
European Commission
mag. Mitja Jermol
17. H2020 - Humane AI; Za AI sisteme, ki ljudi z razumevanjem nas samih, naše družbe in sveta okoli nas, opolnomočijo
European Commission
mag. Mitja Jermol

18. H2020 - FIN-TECH; Program usposabljanja za finančni nadzor in tehnološko skladnost European Commission
mag. Mitja Jermol
19. H2020 - NIAIDES; Celovit vodni ekosistem za digitalizacijo urbanega vodnega sektorja European Commission
mag. Mitja Jermol
20. H2020 - CyberSANE; Sistem za zaščito, opozarjanje in odzivanje na področju kibernetске varnosti za evropske ključne infrastrukture European Commission, the Directorate-General
mag. Mitja Jermol
21. H2020 - INFINITECH; Prirojena testna okolja in peskovniki interneta stvari in masovnih podatkov za pametne, avtonomne in prilagojene storitve v evropskem ekosistemu finančnih in zavarovalniških storitev European Commission
mag. Mitja Jermol
22. H2020 - FACTLOG; Energetsko ozaveščena tovarniška analitika za procesno industrijo European Commission
mag. Mitja Jermol
23. H2020 - ELEXIS; Evropska likesikografska infrastruktura European Commission
mag. Mitja Jermol

PROJEKTI

1. Snemanje predavanj in obdelava podatkov
mag. Mitja Jermol
2. Postprodukcija in objava posnetkov za konzorcij CLARIN
mag. Mitja Jermol
3. Snemanje, objava in diseminacija znanstvenih vsebin projekta EnetCollect na Videlectures.net
Mihajela Črnko
4. Znanstveno sodelovanje med ZDA in Slovenijo
dr. Matej Kovačič
5. Odprto dostopna orodja in metode
mag. Mitja Jermol
6. 14. ACM tekmovanje iz računalništva in informatike
mag. Mitja Jermol
30. Mitja Jermol, vodenje delavnice Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 1. 7.-5. 7.2019
31. Mitja Jermol, sestanek za nove EU projekte, Dunaj, Avstrija, 31. 7. 2019
32. Mitja Jermol, sestanki za nove projektne predloge, Maribor, Slovenija, 6. 8. 2019
33. Mitja Jermol, udeležba na sestanku za nove projektne predloge, Berlin, Nemčija, 27. 8.-29. 8. 2019
34. Mitja Jermol, udeležba na kick off sestanku EU projekta CyberSane, Heraklion, Grčija, 9. 9.-12. 9. 2019
35. Mitja Jermol, udeležba in predavanje na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.-18. 9. 2019
36. Mitja Jermol, sestanek za nov evropski projekt, Senthjakob pri Ljubljani, Slovenija, 1. 10. 2019
37. Mitja Jermol, predavanje na konferenci Dnevi pravnikov, Portorož, Slovenija, 10. 10. 2019
38. Mitja Jermol, predavanje na strateški konferenci 2019 – Kupec in digitalizacija – človek in tehnologija, Brdo pri Kranju, Slovenija, 16. 10. 2019
39. Mitja Jermol, predavanje na 5. konferenci učiteljev/-ic naravoslovnih predmetov – NAK 2019: Izobraževanje za sedanjost in prihodnost, Laško, Slovenija, 23. 10. 2019
40. Mitja Jermol, predstavitev na Global Forum on AI for Humanity in udeležba na uvodnem sestanku EU projekta Infinites, Pariz, Nantes, Francija in Lizbona, Portugalska, 27. 10.-6. 11. 2019
41. Mitja Jermol, udeležba na uvodnem sestanku EU projekta FACTLOG, Bologna, Italija, 13. 11.-15. 11. 2019
42. Mitja Jermol, udeležba na UNESCO generalni konferenci, Pariz, Francija, 17. 11.-22. 11. 2019
43. Mitja Jermol, udeležba na konferenci Open Education Consortium, Milano, Italija, 25. 11.-28. 11. 2019
44. Mitja Jermol, predavanje na GZS za H2020, Ljubljana, Slovenija, 29. 11. 2019
45. Matej Kovačič, udeležba na projektnem sestanku TheyBuyforYou, Madrid, Španija, 26. 3.-29. 3. 2019
46. Matej Kovačič, udeležba na projektnem sestanku TheyBuyforYou, Oslo, Norveška, 24. 6.-28. 6. 2019
47. Matej Kovačič, udeležba na revizijskem sestanku EU projekta TheyBuyForYou, Luksemburg, Luksemburg, 1. 9.-3. 9. 2019
48. Matej Kovačič, udeležba na sestanku My Machine, Ajdovščina in okolica, Slovenija, 12. 9. 2019
49. Matej Kovačič, udeležba na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.-18. 9. 2019
50. Matej Kovačič, vodenje delavnice Senzorji v kemiji v sklopu Noč raziskovalcev, Maribor, Slovenija, 27. 9. 2019
51. Matej Kovačič, udeležba na Festivalu znanosti in predstavitev projekta My Machine, Nova Gorica, Slovenija, 4. 10. 2019
52. Matej Kovačič, sestanek za My Machine, Šmartno ob Paki, Slovenija, 21. 10. 2019
53. Matej Kovačič, udeležba na plenarnem sestanku projekta TheyBuyforYou, Chichester, Velika Britanija, 28.10.-31. 10. 2019
54. Matej Kovačič, udeležba na tehničnem sestanku H2020 projekta CyberSane, Atene, Grčija, 9. 12.-11. 12. 2019
55. Matej Kovačič, sestanek s skupino GoToMeeting, Vipava, Slovenija, 18. 12. 2019
56. Adis Krečo, snemanje Dan odprtih vrat nevrološke dejavnosti Splošne bolnišnice Izole, Izola, Slovenija, 19. 1. 2019
57. Adis Krečo, snemanje predavanja na NIB-u, Piran, Slovenija, 6. 2. 2019
58. Adis Krečo, snemanje na dogodku ELEXIS observer, Dunaj, Avstrija, 16. 2.-19. 2. 2019
59. Adis Krečo, snemanje za potrebe projekta Meet Chinch, Brinje, Dol pri Ljubljani, Slovenija, 7. 3.-8. 3. 2019
60. Adis Krečo, snemanje za potrebe projekta Meet Chinch, Brinje, Dol pri Ljubljani, Slovenija, 11. 10. 2019
61. Adis Krečo, snemanje dogodka NGSchool 2019: Machine Learning in Biomedicine, Bialobrzegi, Poljska, 25.10.-29. 10. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Mihajela Črnko, udeležba na projektnem sestanku Micro HE, Heilbronn, Nemčija, 5. 2.-7. 2. 2019
2. Mihajela Črnko, sestanek s predstavniki podjetja Media Interactive, Šenčur pri Kranju, Slovenija, 13. 3. 2019
3. Mihajela Črnko, udeležba na mednarodnem srečanju My Machine, Kosice, Slovaška, 26. 3.-29. 3. 2019
4. Mihajela Črnko, udeležba na sestanku My Machine, Nova Gorica, Slovenija, 11. 4. 2019
5. Mihajela Črnko, udeležba na projektnem sestanku MicroHE, Budimpešta, Madžarska, 13. 5.-15. 5. 2019
6. Mihajela Črnko, udeležba na sestanku projekta MENTORTRAIN, Praga, Češka Republika, 18. 6.-19. 6. 2019
7. Mihajela Črnko, udeležba na delavnici Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 1. 7. 2019
8. Mihajela Črnko, koordinacija snemalne ekipe in sestanki z organizatorji konference KDD, Anchorage, ZDA, 30. 7.-18. 8. 2019
9. Mihajela Črnko, udeležba na sestanku My Machine, Ajdovščina z okolico, Slovenija, 12. 9. 2019
10. Mihajela Črnko, udeležba na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.-18. 9. 2019
11. Mihajela Črnko, udeležba na razstavi MyMachine, Ajdovščina, Slovenija, 27. 9. 2019
12. Mihajela Črnko, sestanek MyMachine, Šmartno ob Paki, Slovenija, 21. 10. 2019
13. Mihajela Črnko, udeležba na sestanku projekta Micro HE in na delavnici Digital Credentials Masterclass, Bled, Slovenija, 22. 10.-25. 10. 2019
14. Mihajela Črnko, udeležba na sestanku projekta Mentortrain, Maribor, Slovenija, 5. 11.-7. 11. 2019
15. Ana Fabjan, udeležba na izobraževanju o uporabi platforme za e-učenje, Vipava, Slovenija, 9. 1. 2019
16. Ana Fabjan, udeležba na projektnem sestanku MOVING, Dresden, Nemčija, 24. 2.-27. 2. 2019
17. Mitja Jermol, udeležba na sestanku za prijavo novega projektne predloga, München, Nemčija, 16. 1. 2019
18. Mitja Jermol, sestanek za nov projektne predlog, Postojna, Slovenija, 23. 1. 2019
19. Mitja Jermol, sodelovanje pri pripravi recommendation dokumentov, Pariz, Francija, 24. 1.-26. 1. 2019
20. Mitja Jermol, udeležba na obveznem projektne sestanku projekta H2020 X5gone, Bruselj, Belgija, 5. 2.-7. 2. 2019
21. Mitja Jermol, udeležba na tednu mobilnosti Mobile Learning Week 2019, Pariz, Francija, 3. 3.-8. 3. 2019
22. Mitja Jermol, udeležba na projektne sestanku X5gone, Osnabruck, Nemčija, 11. 3.-14. 3. 2019
23. Mitja Jermol, udeležba na Global Education and Skills Forum 2019, Dubaj, Združeni arabski emirati, 21. 3.-25. 3. 2019
24. Mitja Jermol, evalviranje EU projektov Energy Evaluation, Bruselj, Belgija, 1. 4.-5. 4. 2019
25. Mitja Jermol, udeležba na projektne sestanku Water4cities, Mikonos, Grčija, 18. 5.-25. 5. 2019
26. Mitja Jermol, zaključni sestanek za pripravo Recommendation dokumentov, Pariz, Francija, 26. 5.-28. 5. 2019
27. Mitja Jermol, predavanje na dogodku Global Entrepreneurship Summit 2019, Haag, Nizozemska, 3. 6.-5. 6. 2019
28. Mitja Jermol, predstavitev EU projekta CO GLO in UNESCO katedre, Calgary, Kanada, 10. 6.-14. 6. 2019
29. Mitja Jermol, predavanje o odprtem izobraževanju v Sloveniji, Maribor, Slovenija, 20. 6. 2019

62. Adis Krečo, snemanje sestanka projekta Erasmus+: Mentortrain, Maribor, Slovenija, 5. 11.–7. 11. 2019
63. Monika Kroječ, udeležba na delavnici za poročanje projektov, Postojna, Slovenija, 28. 3. 2019
64. Monika Kroječ, udeležba na konferenci CEMEPE in projektne sestanku Water4cities, Mikonos, Grčija, 18. 5.–25. 5. 2019
65. Monika Kroječ, udeležba na dogodku Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 3. 7.–4. 7. 2019
66. Monika Kroječ, udeležba na uvodnem sestanku EU projekta CyberSane, Heraklion, Grčija, 9. 9.–12. 9. 2019
67. Monika Kroječ, udeležba na informativnem dnevu ICT Proposer's day, Helsinki, Finska, 18. 9.–20. 9. 2019
68. Simon Marolt, snemanje predavanja na NIB, Piran, Slovenija, 6. 2. 2019
69. Simon Marolt, snemanje dogodka 3rd Annual Meeting & 2nd Training school v sklopu projekta Enet Collect, Lizbona, Portugalska, 13. 3.–17. 3. 2019
70. Simon Marolt, snemanje konference MPŠ IPS, Planica, Slovenija, 15. 4.–16. 4. 2019
71. Simon Marolt, snemanje Znanstvenega večera v sklopu UNI NG, Vipava, Slovenija, 14. 5. 2019
72. Simon Marolt, snemanje konference Transformacija izobraževalnega procesa v dobi digitalizacije, Vipava, Slovenija, 23. 5. 2019
73. Simon Marolt, snemanje konference ESWC 2019, Portorož, Slovenija, 3. 6.–6. 6. 2019
74. Simon Marolt, snemanje Peti posvet o prihodnosti na področju vzgoje in izobraževanja, Ptuj, Slovenija, 18. 6. 2019
75. Simon Marolt, snemanje delavnice Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 2. 7.–4. 7. 2019
76. Simon Marolt, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–12. 8. 2019
77. Simon Marolt, snemanje E&Y Digital Summerschool, Morschach, Švica, 15. 9.–20. 9. 2019
78. Simon Marolt, snemanje znanstvenega srečanja, Vipava, Slovenija, 16. 10. 2019
79. Simon Marolt, snemanje konference ISWC 2019, Auckland, Nova Zelandija, 22. 10.–6. 11. 2019
80. Simon Marolt, snemanje dogodka Konferenca GoDigital 2019, Brdo pri Kranju, Slovenija, 19. 11. 2019
81. Davor Orlič, udeležba na informacijskem srečanju za AI UNESCO, Pariz, Francija, 22. 1. 2019
82. Davor Orlič, udeležba na letnem srečanju The Hewlett Education Convening, Savana, Georgia, ZDA, 10. 2.–15. 2. 2019
83. Davor Orlič, udeležba na konferenci Mobile Learning Week 2019, Pariz, Francija, 4. 3.–8. 3. 2019
84. Davor Orlič, udeležba na dogodku Toward a Network of Excellence in Artificial Intelligence for Development (AI4D) in sub-Saharan Africa, Nairobi, Kenija, 30. 3.–12. 4. 2019
85. Davor Orlič, udeležba na projektne sestanku MicroHE, Budimpešta, Madžarska, 13. 5.–15. 5. 2019
86. Davor Orlič, udeležba na sestanku UNESCO Chair in AI, Pariz, Francija, 21. 5.–1. 6. 2019
87. Davor Orlič, udeležba na sestanku za ustanovitev IRCAI centra, Pariz, Francija, 10. 6.–17. 6. 2019
88. Davor Orlič, udeležba na delavnici Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 1. 7. 2019
89. Davor Orlič, predstavitev projekta Micro HE na Fakulteti DOBA, Maribor, Slovenija, 2. 7. 2019
90. Davor Orlič, udeležba na dogodku Open Education for better world, Vipava, Slovenija, 4. 7. 2019
91. Davor Orlič, predstavitev projekta MicroHE na Fakulteti Doba, Maribor, Slovenija, 9. 7. 2019
92. Davor Orlič, obisk UCL, IJCAI konferenca, X5gon sestanek, London, Macao, Kitajska, 31. 7.–20. 8. 2019
93. Davor Orlič, udeležba na Deep Learning Indaba 2019, Nairobi, Kenija, 20. 8.–2. 9. 2019
94. Davor Orlič, udeležba na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.–18. 9. 2019
95. Davor Orlič, obisk in sestanki na University College London in UNESCO Chair in Artificial Intelligence, London, Velika Britanija, 7. 10.–21. 10. 2019
96. Davor Orlič, udeležba na sestanku projekta MicroHE in delavnici Digital Credentials Masterclass, Bled, Slovenija, 22. 10.–25. 10. 2019
97. Davor Orlič, udeležba na sestanku EU projekta X5gone, Ljubljana, Slovenija, 30. 10. 2019
98. Davor Orlič, udeležba na delavnici Teaching and Learning Competencies for AI from an Information Access Perspective, Pariz, Francija, 6. 11.–7. 11. 2019
99. Davor Orlič, predavanje na delavnici SUM'20 v sklopu WSDM konference in na Asia-Europe Foundation (ASEF) – 15th ASEF Classroom Network conference, Tokio, Japonska, 11. 11.–29. 11. 2019
100. Matija Ovsenek, delo na projektu Water4Cities, Atene, Grčija, 7. 1.–17. 2. 2019
101. Matija Ovsenek, snemanje predavanja Znanstveni večeri, Vipava, Slovenija, 21. 2. 2019
102. Matija Ovsenek, snemanje 4th Informal Meeting of the European Network of National Commissions for UNESCO in projektne H2020 sestanka SILKNOW, Bled, Slovenija, 25. 2.–26. 2. 2019
103. Matija Ovsenek, snemanje predavanja Predelava sadja, Dobravlje v Vipavski dolini, Slovenija, 1. 3. 2019
104. Matija Ovsenek, snemanje znanstvenega večera UNI NG, Vipava, Slovenija, 7. 3. 2019
105. Matija Ovsenek, snemanje Akademije ob 70-letnici Instituta "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija, 27. 3. 2019
106. Matija Ovsenek, snemanje intervjujev I-energija in Znanstveni večer UNG, Slovenija, 28. 3. 2019
107. Matija Ovsenek, snemanje javnega posveta za pripravo strateškega dokumenta na področju vzgoje in izobraževanja v RS, Ljubljana, Slovenija, 29. 3. 2019
108. Matija Ovsenek, snemanje uvodnega projektne sestanka HumanE AI Kick off Meeting, Berlin, Nemčija, 10. 4.–13. 4. 2019
109. Matija Ovsenek, snemanje Znanstveni večer UNG, Vipava, Slovenija, 18. 4. 2019
110. Matija Ovsenek, snemanje javnega posveta za pripravo strateškega dokumenta na področju vzgoje in izobraževanja v RS, Kranj, Slovenija, 19. 4. 2019
111. Matija Ovsenek, snemanje predavanja Poezije Franceta Prešerna, Nova Gorica, Slovenija, 9. 5. 2019
112. Matija Ovsenek, snemanje posveta: Tretji javni posvet o prihodnosti na področju vzgoje in izobraževanja v RS, Koper, Slovenija, 10. 5. 2019
113. Matija Ovsenek, snemanje delavnice ICgeb-TRAIN, Bled, Slovenija, 13. 5.–17. 5. 2019
114. Matija Ovsenek, snemanje posebne sekcije za projekt Water4cities, Mikonos, Grčija, 18. 5.–25. 5. 2019
115. Matija Ovsenek, snemanje konference ESWC 2019, Portorož, Slovenija, 3. 6.–6. 6. 2019
116. Matija Ovsenek, snemanje Četrtega javnega posveta o prihodnosti na področju vzgoje in izobraževanja v RS, Novo mesto, Slovenija, 7. 6. 2019
117. Matija Ovsenek, snemanje delavnice Human AI, Pariz, Francija, 16. 6.–18. 6. 2019
118. Matija Ovsenek, snemanje delavnice Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 30. 6.–5. 7. 2019
119. Matija Ovsenek, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 1. 8.–13. 8. 2019
120. Matija Ovsenek, sestanek za snemanje v podjetju Kolektor, Idrija, Slovenija, 6. 9. 2019
121. Matija Ovsenek, snemanje konference ELEXis 2019: Smart LEXICOGRAPHY, Lizbona, Portugalska, 30. 9.–4. 10. 2019
122. Matija Ovsenek, snemanje proslave ob 50. letnici Morske biološke postaje, Portorož, Slovenija, 10. 10. 2019
123. Matija Ovsenek, snemanje konference ISWC 2019, Auckland, Nova Zelandija, 22. 10.–6. 11. 2019
124. Matija Ovsenek, snemanje dogodka MEDIADe, Portorož, Slovenija, 22. 11. 2019
125. Matija Ovsenek, snemanje Znanstveni večer UNI NG, Vipava, Slovenija, 12. 12. 2019
126. Vito Pešič, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–12. 8. 2019
127. Ervin Pfeifer, udeležba na projektne sestanku X5gone, Osnabruck, Nemčija, 11. 3.–14. 3. 2019
128. Ervin Pfeifer, predstavitev EU projekta CO GLO in UNESCO katedre, Calgary, Kanada, 10. 6.–14. 6. 2019
129. Ervin Pfeifer, udeležba na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.–18. 9. 2019
130. Anja Polajnar, udeležba na izobraževanju o uporabi platforme za e-učenje, Vipava, Slovenija, 9. 1. 2019 in 24. 1. 2019
131. Anja Polajnar, sestanek za izvedbo UNESCO delavnice OE4BW, Ajdovščina, Slovenija, 13. 3. 2019
132. Anja Polajnar, udeležba na konferenci CEMEPE in projektne sestanku Water4cities, Mikonos, Grčija, 18. 5.–25. 5. 2019
133. Anja Polajnar, organizacija mednarodnega srečanja Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 30. 6.–5. 7. 2019
134. Anja Polajnar, udeležba na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.–17. 9. 2019
135. Anja Polajnar, udeležba na informativnem dnevu ICT Proposer's day, Helsinki, Finska, 18. 9.–20. 9. 2019
136. Anja Polajnar, udeležba na konferenci Open Education Consortium, Milano, Italija, 25. 11.–28. 11. 2019
137. Anja Polajnar, sestanek s skupino GoToMeeting, Vipava, Slovenija, 18. 12. 2019
138. Matjaž Rihtar, udeležba na projektne sestanku Micro HE, Bled, Slovenija, 23. 10. 2019
139. Matic Ritonja, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–12. 8. 2019
140. Špela Sitar, sestanek za izvedbo UNESCO delavnice OE4BW, Ajdovščina, Slovenija, 13. 3. 2019
141. Špela Sitar, udeležba na konferenci CEMEPE in projektne sestanku Water4cities, Mikonos, Grčija, 18. 5.–25. 5. 2019
142. Špela Sitar, organizacija dogodka Open education design workshop 2019, Vipava, Slovenija, 1. 7.–3. 7. 2019
143. Špela Sitar, udeležba na delavnici The second AI workshop: Multi-modal data Analysis, Zreče, Slovenija, 16. 9.–17. 9. 2019
144. Janez Stanovnik, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–12. 8. 2019
145. Žan Šebrek, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–12. 8. 2019
146. Jan Šuštar, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–12. 8. 2019
147. Nace Tomat, snemanje konference KDD 2019, Anchorage, Aljaska, ZDA, 30. 7.–11. 8. 2019
148. Nace Tomat, snemanje konference ISWC 2019, Auckland, Nova Zelandija, 21. 10.–6. 11. 2019
149. Tanja Zdolšek Draksler, udeležba na projektne sestanku MOVING, Dresden, Nemčija, 24. 2.–27. 2. 2019
150. Tanja Zdolšek Draksler, udeležba na zaključnem revizijskem sestanku EU projekta Moving, Bruselj, Belgija, 22. 5.–23. 5. 2019
151. Tanja Zdolšek Draksler, udeležba na informativnem dnevu ICT Proposer's day, Helsinki, Finska, 18. 9.–20. 9. 2019
152. Tanja Zdolšek Draksler, udeležba na projektne sestanku EU projekta INFINITECH, Lizbona, Portugalska, 3. 11.–7. 11. 2019

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Mihajela Črnko, Secondment projekta H2020 Water4cities, Singularlogic, Atene, Grčija, 18. 12. 2019–18. 1. 2020

2. Monika Kropelj, Secondment projekta H2020 Water4cities, Singularlogic, Atene, Mikonos, Grčija, 18. 5.–1. 6. 2019
3. Matija Ovsenek, Secondment projekta H2020 Water4cities, Singularlogic, Atene, Grčija, 26. 12. 2019–26. 2. 2020
4. Anja Polajnar, Secondment projekta H2020 Water4cities, Singularlogic, Atene, Mikonos, Grčija, 18. 5.–1. 6. 2019

SODELAVCI

Mlajši raziskovalci

1. Anja Polajnar, mag. znanosti

Strokovni sodelavci

2. **mag. Mitja Jermol, vodja samostojnega centra**
3. dr. Matej Kovacič
4. dr. Ervin Pfeifer*
5. Matjaž Rihtar, univ. dipl. inž. el.
6. dr. Tanja Zdolšek Draksler

Tehniški in administrativni sodelavci

7. Aleš Buh
8. Mihajela Črnko
9. Ana Fabjan, dipl. multimed. prod.
10. Adis Krečo, prof. fil. in soc.
11. Monika Kropelj, univ. dipl. kult.
12. Simon Marolt, inž. mep.
13. Davor Orlič, univ. dipl. prev.
14. Matija Ovsenek
15. Špela Sitar, univ. dipl. inž. živ. tehnol.

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ACM Slovenija, Ljubljana, Slovenija
2. Association for Computing Machinery, New York, ZDA
3. Elektrotehniška in računalniška tehnična šola in gimnazija Ljubljana
4. Gimnazija Franceta Prešerna Kranj, Kranj, Slovenija

5. Gimnazija Moste, Ljubljana, Slovenija
6. IEEE Slovenija, Ljubljana, Slovenija
7. Javna Agencija za raziskovalno dejavnost RS, Ljubljana, Slovenija
8. LiveNetLife international, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
9. Mednarodna britanska šola Ljubljana, Slovenija
10. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana, Slovenija
11. Muzej za arhitekturo in oblikovanje, Ljubljana, Slovenija
12. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, Slovenija
13. Osnovna šola Elvire Vatovec Prade, Koper, Slovenija
14. Osnovna šola Savsko naselje, Ljubljana, Slovenija
15. Osnovna šola Griže, Griže, Slovenija
16. Osnovna šola Muta, Muta, Slovenija
17. Osnovna šola Mislinja, Mislinja, Slovenija
18. Osnovna šola Vipava, Vipava, Slovenija
19. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, Slovenija
20. Pošta Slovenije, Maribor, Slovenija
21. Slovensko akademsko tehniško naravoslovno društvo Satena
22. Stanford University, Stanford, ZDA
23. Šolski center Velenje, Velenje, Slovenija
24. The United Nations, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Pariz, Francija
25. University College London, London, VB
26. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper, Slovenija
27. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
28. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana, Slovenija
29. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija
30. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
31. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
32. Univerza v Novi Gorici,
33. U.S. Embassy Ljubljana, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tanja Urbančič, Anja Polajnar, Mitja Jermol, "Open education for a better world: a mentoring programme fostering design and reuse of open educational resources for sustainable development goals", *Open praxis*, 2019, **11**, 4, 409-426. [COBISS.SI-ID 33021735]

DOKTORATI IN MENTORSTVO

1. Tanja Zdolšek Draksler, *Vpliv izobraževanja za podjetnost in podjetništvo na podjetniške namere študentov - primerjava študentov, vključenih v programe podjetniškega izobraževanja, s preostalimi študenti v terciarnem izobraževanju v Sloveniji: doktorska disertacija*, Maribor, 2019 (mentor Karin Širec). [COBISS.SI-ID 13303324]

IZOBRAŽEVALNI CENTER ZA JEDRSKO TEHNOLOGIJO MILANA ČOPIČA ICJT

Poslanstvo Izobraževalnega centra za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča (ICJT) je izobraževanje o jedrskih tehnologijah in varstvu pred sevanji ter informiranje javnosti o teh dejavnostih.

Usposabljanje na področju jedrskih tehnologij je naša primarna dejavnost, vendar v Nuklearni elektrarni Krško lani niso zaposlovali novih sodelavcev, zato nismo izvedli nobenega tečaja tehnologije jedrskih elektrarn.

Na področju varstva pred sevanji smo izvedli 25 tečajev za medicinsko, industrijsko in raziskovalno uporabo virov ionizirajočega sevanja.

Organizirali smo štiri mednarodne tečaje, med njimi so bili trije v sodelovanju z odsekom za reaktorsko fiziko in RIC.

Informiranje javnosti ostaja zelo pomemben del naših dejavnosti. Skupine obiskovalcev (predvsem učenci in dijaki osnovnih ter srednjih šol, pa tudi študenti in razna društva) so redno poslušale predavanja ter si ogledale stalno razstavo o jedrski tehnologiji, manjše skupine tudi reaktor TRIGA in/ali pospeševalnik. Obiskovalci so lahko izbirali med predavanji o elektriki iz jedrske elektrarne, o fuziji, o izotopih, o energiji na splošno ter o uporabi sevanj v industriji, medicini in znanosti. Za otroke nižjih razredov osnovne šole pa smo pripravili delavnico o energiji. V letu 2019 nas je obiskalo 150 skupin oziroma 6040 obiskovalcev. Od leta 1993 si je naš informacijski center ogledalo 187.419 učencev, študentov, učiteljev in drugih obiskovalcev. Nadaljevali smo tudi spremljanje in analizo medijskih objav na temo jedrske energije.

Junija 2019 smo v Portorožu organizirali mednarodno konferenco **Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA 2019)** v sodelovanju s francoskima CEA in univerzo Aix-Marseille, belgijskim SCK-CEN ter Odsekom za reaktorsko fiziko IJS. Na konferenci, ki je bila ena od največjih konferenc z jedrskega področja v zgodovini Slovenije, je sodelovalo 294 udeležencev iz 32 držav in mednarodnih organizacij.

Jesen smo praznovali 30-letnico delovanja ICJT kot samostojne enote IJS. Dogodka se je udeležilo več nekdanjih direktorjev IJS ter številni strokovnjaki in vodstveni delavci s področja jedrske energetike v Sloveniji. Ob tej priložnosti smo izdali tudi zbornik, ki vsebuje pričevanja o zgodovini in razvoju ICJT, prvi idejni osnutek zasnove šolskega centra, naslovnice nekaterih dokumentov, pomembnejše statistične podatke, vse skupaj pa dodatno popestri bogato fotografsko gradivo.

Ob 30-letnici ICJT smo izdali zbornik, ki vsebuje pričevanja o zgodovini in razvoju ICJT, prvi idejni osnutek zasnove šolskega centra, naslovnice nekaterih dokumentov, pomembnejše statistične podatke, vse skupaj pa dodatno popestri bogato fotografsko gradivo.



Vodja:
dr. Igor Jenčič

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. International conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA 2019), Portorož, Slovenija, 17.-21. junij 2019



Slika 1: Delavnica o radioaktivnosti ob obisku Zvezne gimnazije za Slovence v Celovcu



Slika 2: Delavnica o energiji na dnevu odprtih vrat IJS

Tečaji v Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo v letu 2019

Datum	Naslov tečaja	Število udeležencev	Število predavateljev	Število tednov	Število tečajnikov-tednov
4. 3.–8. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrijske radiografije	3	4	1	3
11. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje kontrole prtljage in pošiljk	6	4	0,2	1,2
11. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrije in ostalih dejavnosti	5	4	0,2	1
11. 3.–12. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje odprtih virov III. razreda	3	5	0,4	1,2
11. 3.–13. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje nuklearne medicine	2	8	0,6	1,2
14. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje merjenja gostote in vlage cestišč – obnovev	3	4	0,2	0,6
14. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje odprtih virov III. razreda – obnovev	3	5	0,2	0,6
14. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrije in ostalih dejavnosti – obnovev	17	4	0,2	3,4
14. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje visokoaktivnih virov sevanja – obnovev	1	4	0,2	0,2
14. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje prenosne XRF spektroskopije – obnovev	1	0	0,2	0,2
15. 4.–19. 4.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za izpostavljene delavce NEK (RZ-2)	10	7	1	10
3. 6.–7. 6.	Pilot Training Course on On-Site Emergency Plan for Nuclear Power Plants	26	5	1	26
5. 6.–7. 6.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje nuklearne medicine	11	9	0,6	6,6
12. 6.–14. 6.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje nuklearne medicine	6	8	0,6	3,6
30. 9.–2. 10.	Uppsala University Dedicated Practical Educational Course „Experimental reactor physics“	9	5	0,6	5,4
30. 9.–18. 10.	15th EERRI Research Reactor Group Fellowship Training Course	9	10	3	27
7. 10.–9. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje visokoaktivnih virov sevanja	1	4	0,6	0,6
7. 10.–9. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje prenosne XRF spektroskopije	5	4	0,6	3
7. 10.–11. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrijske radiografije	1	4	1	1
10. 10.–17. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrijske radiografije – obnovev	1	4	0,4	0,4
14. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje kontrole prtljage in pošiljk	8	4	0,2	1,6
14. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrije in ostalih dejavnosti	11	4	0,2	2,2
14. 10.–15. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje odprtih virov III. razreda	8	5	0,4	3,2
14. 10.–17. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje nuklearne medicine	4	7	0,8	3,2
17. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje merjenja gostote in vlage cestišč – obnovev	3	4	0,2	0,6
17. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje kontrole prtljage in pošiljk – obnovev	1	1	0,2	0,2
17. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrije in ostalih dejavnosti – obnovev	15	4	0,2	3

Tečajji v Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo v letu 2019

Datum	Naslov tečaja	Število udeležencev	Število predavateljev	Število tednov	Število tečajnikov-tednov
17. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje prenosne XRF spektroskopije – obnove	2	4	0,2	0,4
11. 11.	Puse experiment exercise for students	22	5	0,2	4,4
Skupaj		197	140	15,4	115



Slika 3: Plazemska krogla na razstavi o fiziji v Info centru ICJT



Slika 4: Konferenca ANIMMA 2019, Portorož, 17.-21. junij



Slika 5: Naslovnica publikacije, izdane ob 30-letnici ICJT



Slika 6: Praznovanje 30-letnice ICJT, december 2019

PROJEKTI

1. Krepitev kompetence podjetnosti in spodbujanje prožnega prehajanja med izobraževanjem in okoljem v osnovnih šolah
mag. Tomaž Skobe
2. Krepitev kompetence podjetnosti in spodbujanje prožnega prehajanja med izobraževanjem in okoljem v gimnazijah
mag. Tomaž Skobe
3. ENRAS: Zagotavljanje varnosti intervencijskih ekip v primeru jedrskih ali radioloških nesreč
mag. Matjaž Koželj
4. Izvedba tečajev RZ za tuji trg
mag. Matejka Južnik

5. Servisne usluge
mag. Matejka Južnik

VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Izobraževanje s področja energetike in jedrske energetike v osrednji Sloveniji
GEN energija, d. o. o.
dr. Igor Jenčič
2. Reload Operational Core Analysis, Post Refuelling Nuclear Design Check Tests, PIS and KFSS Cycle Specific Data for Future Fuel Cycles (Cycle 31)
Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o.
dr. Igor Jenčič

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJJIH

1. Matjaž Koželj; udeležba na sestanku Upravnega odbora fundacije EUTERP in programskega odbora EUTERP delavnice, Dunaj, Avstrija, 5.–8. 2. 2019
2. Igor Jenčič; udeležba na sestanku Programskega odbora konference ANIMMA 2019, Cadarache, Francija, 12.–15. 2. 2019
3. Igor Jenčič; udeležba na seminarju EURATOM projekti in sestanek programskega odbora ANIMMA, Praga, Češka, 4.–8. 3. 2019
4. Matjaž Koželj; udeležba na mednarodni delavnici 8th EUTERP Workshop – Optimization of training in radiation protection, Qawra, Malta, 9.–13. 4. 2019 (1)

5. Tomaž Skobe; udeležba na srečanju EUROfusion FuseCOM Meeting, Kaunas, Litva, 7.–9. 5. 2019
6. Matjaž Koželj; udeležba na delavnici Capacity Building Centres on Emergency Preparedness and Response (CBC-EPR), Dunaj, Avstrija, 7.–11. 7. 2019
7. Igor Jenčič, Matjaž Koželj, Tomaž Skobe, Vesna Slapar Borišek; udeležba na konferenci 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe, Portorož, Slovenija, 9.–12. 9. 2019 (4)
8. Matjaž Koželj; udeležba na simpoziju XXX Simpozijum DZZSCG, Divčibare, Srbija, 1.–4. 10. 2019 (1)
9. Igor Jenčič; udeležba na sestanku Consultancy Meeting on the Development of a Curriculum for a Master's Degree on Nuclear Safety and Security, Dunaj, Avstrija, 18.–22. 11. 2019

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **dr. Igor Jenčič, vodja centra**

Strokovni sodelavci

2. Bojan Ambrožič, mag. inž. geol.
3. mag. Matjaž Koželj, predavatelj svetnik ICJT
4. Urban Pompe, univ. dipl. fiz.
5. mag. Tomaž Skobe, predavatelj svetnik ICJT
6. Vesna Slapar Borišek, univ. dipl. fiz., predavatelj ICJT

Tehniški in administrativni sodelavci

7. Saša Bobič
8. mag. Matejka Južnik
9. Borut Mavec, viš. uprav. del.

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. European Commission, Bruselj, Belgija
2. Gen energija, d. o. o., Krško, Slovenija
3. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
4. ITER-Consult, Rim, Italija
5. KC Ljubljana, Klinika za nuklearno medicino, Ljubljana, Slovenija
6. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana, Slovenija
7. Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija
8. Onkološki inštitut, Ljubljana, Slovenija
9. Pošta Slovenije, d. o. o., Maribor, Slovenija
10. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, Slovenija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tomaž Skobe, Matjaž Leskovar, "Influence of corium composition on ex-vessel steam explosion", *Annals of Nuclear Energy*, 2019, **133**, 359-377. [COBISS.SI-ID 32394791]
2. Guliz Inan Akmeahmet, Sašo Šturm, Matej Komelj, Zoran Samardžija, Bojan Ambrožič, Meltem Sezen, Miran Čeh, Cleva Ow-Yang, "Origin of long afterglow in strontium aluminate phosphors: atomic scale imaging of rare earth dopant clustering", *Ceramics international*, 2019, **45**, 16, 20073-20077. [COBISS.SI-ID 32551975]
3. Bojan Ambrožič, Anže Prašnikar, Nejc Hodnik, Nina Kostevšek, Blaž Likozar, Kristina Žužek Rožman, Sašo Šturm, "Controlling the radical-induced redox chemistry inside a liquid-cell TEM", *Chemical science*, 2019, **10**, 38, 8735-8743. [COBISS.SI-ID 32582439]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Tomaž Skobe, Matjaž Koželj, "Feedbacks from radiation protection courses in nuclear training centre", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 807. [COBISS.SI-ID 33179175]

2. Radko Istenič, Igor Jenčič, "Public opinion about nuclear energy - Year 2019 poll", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 1104. [COBISS.SI-ID 33179431]
3. Vesna Slapar Borišek, Matjaž Koželj, "Radiation protection training for radiation protection culture: What can and what can not be done", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 1106. [COBISS.SI-ID 33183271]
4. Matjaž Koželj, Vesna Slapar Borišek, "Training of radiation protection officers in Slovenia: what are we missing?", V: *Proceedings, 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2019, Portorož, Slovenia, September 9-12*, Nuclear Society of Slovenia, 2019, 1110. [COBISS.SI-ID 33184295]

SLUŽBA ZA VARSTVO PRED IONIZIRAJOČIM SEVANJEM

SVPIS

SVPIS se z meritvami ionizirajočega sevanja in varstva pred njim ukvarja že vse od izgradnje raziskovalnega reaktorja leta 1966. Osnovna naloga je izvajanje radiološkega nadzora vseh sevalnih dejavnosti na Institutu "Jožef Stefan". Z vidika nadzora sta najpomembnejša raziskovalni reaktor TRIGA MARK II in objekt vroča celica (OVC), ki sta v okviru Reaktorskega infrastrukturnega centra (RIC) združena v enoten jedrski objekt. SVPIS ima pooblastilo za izvajanje nadzora okolja reaktorja skladno s programom varstva pred ionizirajočim sevanjem, ki je bil potrjen pri upravnih organih.

SVPIS nadzira še 17 laboratorijev ali skupin na IJS, ki pri raziskavah uporabljajo vire ionizirajočega sevanja. V laboratorijih so v uporabi zaprti ali odprti viri sevanja in naprave (RTG-aparati in pospeševalnik TANDETRON), za katere je potreben upravni nadzor. Naše delo vključuje tudi nadzor nad radioaktivnimi odpadki (RAO), ki nastajajo znotraj IJS.

SVPIS v okviru svojega pooblastila izvaja tudi preglede sevalnih dejavnosti za zunanje naročnike pri uporabi virov v znanosti in industriji.

V sklopu pregledov izvajamo meritve hitrosti doze, kontaminacije in spektrometrije gama po akreditirani metodi (LP-022, EN ISO/IEC 17025). V letu 2019 smo se akreditirali tudi za meritve koncentracije radona.



Vodja:

mag. Matjaž Stepišnik

Osebna dozimetrija

Leta 2019 smo z osebnimi termoluminiscenčnimi dozimetri nadzirali 125 delavcev, ki poklicno redno ali občasno prihajajo v stik z viri ionizirajočega sevanja. Največja izmerjena letna doza zaposlenega je znašala 0,36 mSv, kar je 1,8 % letne dozne omejitve za poklicnega delavca z viri sevanja (20 mSv na leto) oziroma 36 % letne dozne omejitve za prebivalstvo (1 mSv na leto). Kolektivna letna doza pri vseh delih na IJS je bila 2,9 človeka mSv.

Nadzor raziskovalnega reaktorja in laboratorijev

Redne preglede prostorov nadzorovanega območja reaktorja TRIGA, objekta vroče celice (OVC) in Odseka za znanosti o okolju smo izvajali tedensko. Pri nekaterih radiološko zahtevnih delih je bila potrebna stalna prisotnost sodelavcev SVPIS (odpiranje aktiviranih vzorcev, delo z radioaktivnimi odpadki). V okviru nadzora smo merili hitrost doze, kontaminacije površin, predmetov in osebne kontaminacije. Rezultati nadzora kontaminiranosti prostorov so pokazali večinoma nemerljivo ali zanemarljivo kontaminiranost. Lokalno povišane ravni sevanja je bilo mogoče izmeriti le na nekaterih mestih predvsem v nadzorovanem območju reaktorja.

Trenutno je na IJS v uporabi 106 virov sevanja, za katere je potreben upravni nadzor. Dodatno pa se na IJS uporablja še 458 radioaktivnih virov z manjšo aktivnostjo.

Leta 2019 smo opravili pod nadzorom neodvisne pooblaščenice organizacije tudi 20 radioloških pregledov laboratorijev IJS, kjer uporabljajo vire sevanja. Neodvisna pooblaščenica je opravila še dodaten nadzor nad delom SVPIS in dvema laboratorijema na IJS. Pri pregledu ni zaznala pomanjkljivosti, ki bi lahko vplivale na sevalno varnost zaposlenih.

Nadzor okolja reaktorja

Nadzor okolja reaktorja izvajamo skladno s Programom nadzornih meritev sevanja v okolici Reaktorskega centra IJS. Nadzorne meritve sestavljata dva sklopa, in sicer meritve izpustov (emisije) in meritve v okolju (imisije). Koncentracije sevalcev gama v vzorcih vod, filtrov, žlahtnih plinov, zemlje in sedimentov smo redno merili z visoko ločljivostjo spektrometrijo gama (VLG). SVPIS opravi letno okrog 500 različnih meritev VLG za potrebe reaktorja in drugih odsekov. Meritve doze zunanjega sevanja z okoljskimi pasivnimi dozimetri smo izvajali v sodelovanju s pooblaščenim dozimetričnim laboratorijem.

Na podlagi emisijskih meritev in konservativnih predpostavk razširjanja radioaktivnih snovi preliminarno ocenjujemo, da je bila letna efektivna doza prebivalstva v okolici reaktorskega centra ocenjena na manj kot 1 mikro Sievert.

Sevalna obremenitev prebivalstva zaradi dejavnosti reaktorskega centra je bila v letu 2019 zanemarljiva.

Izdelava strokovnih mnenj in izvajanje meritev za zunanje naročnike

SVPIS je pooblaščen za izvajanje nadzornih meritev in izdelavo strokovnih mnenj s področja varstva pred sevanji. Leta 2019 smo izvedli več nadzornih pregledov in izdelali nekaj strokovnih mnenj pri zunanjih naročnikih v industriji in znanstvenih organizacijah (skupaj 51).

Sodelavci SVPIS so sodelovali tudi pri ocenah vpliva Jedske elektrarne Krško, raziskovalnega reaktorja TRIGA in Skladišča radioaktivnih odpadkov v Brinju na okolje.

PROJEKT

1. ENRAS V-A Slovenija-Hrvaška Interreg program
Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj
mag. Matjaž Stepišnik

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Pregled virov ionizirajočega sevanja - MORS
Ministrstvo za obrambo
mag. Matjaž Stepišnik
2. Obdelava in priprava radioaktivnih odpadkov za potrebe skladiščenja v OVC - Radiološki nadzor del
ARAO, Ljubljana
mag. Matjaž Stepišnik
3. Program nadzora radioaktivnosti v okolici objekta CSRAO 2018
ARAO, Ljubljana
mag. Matjaž Stepišnik

SODELAVCI

Strokovni sodelavci

1. dr. Tinkara Bučar

2. **mag. Matjaž Stepišnik, vodja SVPIS**

Tehniški in administrativni sodelavci

3. Thomas Breznik, dipl. inž. rad.
4. Tanja Murn, mag. prof. pouč. bio. in kem.
5. Nina Udir, univ. dipl. inž. graf. tehnol.

BIBLIOGRAFIJA

STROKOVNI ČLANEK

1. Miha Mihovilovič, Tinkara Bučar, Neža Strmole, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "ENRAS", *Jedrce Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije*, 2019, 34, 10-11. [COBISS.SI-ID 33232935]

CENTER ZA PRENOS TEHNOLOGIJ IN INOVACIJ

CTT

Pisarna za prenos tehnologij na Institutu "Jožef Stefan" je bila ustanovljena leta 1996, preoblikovana pa januarja 2011. Od takrat podpira tretji steber delovanja Instituta "Jožef Stefan" samostojen Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT). Izvajamo pomoč pri prenosu tehnologij in znanja z IJS v gospodarstvo. To zajema pogodbeno in projektno sodelovanje z industrijo, licenciranje, ustanavljanje odcepljenih podjetij ter povezane postopke zaščite intelektualne lastnine. Podjetjem ponujamo pomoč pri povezovanju z raziskovalci skupaj z internacionalizacijo. Znanje iz znanosti prenašamo tudi v šolski sistem ter skrbimo za pozitivno prepoznavnost znanosti in IJS med mladimi in širšo populacijo.



Vodja:
dr. Špela Stres, MBA, LLM

Uspešnost CTT izvira iz dela 13 strokovnjakov, 7 jih ima naravoslovno-tehnično izobrazbo, 7 ekonomsko, 1 pravno, med nami pa je tudi 1 patentni zastopnik in Registered Technology Transfer Professional (RTTP). Smo člani ASTP (Association of Science and Technology Professionals), LES (Licensing Executives Professionals), trije smo pridobili tudi ameriške certifikate Certified Licensing Professional.

Delujemo na področjih prenosa tehnologij in znanja. Naše pomembno orodje je ustvarjena mreža stikov s podjetji in drugimi organizacijami v Sloveniji in tujini. Storitve, ki jih izvajamo za raziskovalce IJS in zunanje naročnike, prilagodimo individualnim potrebam in vključujejo analizo, pripravo, registracijo, zaščito in trženje intelektualne lastnine (tudi skritega znanja), pripravo pogajalskih izhodišč, izvedbo pogajanj ter pripravo in sklenitev posameznih raznovrstnih pogodb. Storitve CTT primarno izvajamo za raziskovalce z IJS, sicer pa so bili naši neposredni naročniki v letu 2019 tudi na drugih univerzah v Sloveniji in med (velikimi in manjšimi) slovenskimi podjetji.

V letu 2019 je Center za prenos tehnologij in inovacij svoje aktivnosti financiral tudi iz petih večjih in številnih manjših evropskih in nacionalnih projektov. Projekti so potekali v različnih programskih shemah financiranja: Enterprise Europe Network (EEN) Slovenia in EU-GIVE (shema COSME), EEN We4SMESLO in KET4Clean Production (Obzorje 2020), DIHelp (EC), SYNERGY in KETGATE (INTERREG Central Europe), Co-Creat (INTERREG MED), vključen pa je bil tudi projekt SKOZ (MIZŠ), skozi povezovanje raziskovalcev IJS z gimnazijci in njihovimi učitelji. Aktivnosti projektov so se povezovale in dopolnjevale našo osnovno dejavnost prenosa tehnologij.

V letu 2019 je center čakalo kar nekaj vsebinskih izzivov, med njimi so bili najbolj zahtevni: (i) projekt KTT in (ii) projekt SIO. V projektu KTT koordiniramo Konzorcij za prenos tehnologij iz JRO v gospodarstvo, ki zajema populacijo največjih slovenskih JRO. Pri projektu SIO izvajamo podporne storitve subjektov inovativnega okolja v Republiki Sloveniji.

Delo v CTT poteka v okviru štirih skupin, katerih aktivnosti se med seboj dopolnjujejo in prepletajo.

Skupina za zaščito in trženje intelektualne lastnine obravnava primere, ki se evidentirajo prek enotne vstopne točke (26), izvaja prva svetovanja raziskovalcem (26), izdeluje ocene patentabilnosti in pripravi poglobljen pregled stanja tehnike (8). Skupina izvaja tudi poglobljene ocene tržnega potenciala (5), pomaga pri pripravi izuma na razkritje znotraj matične JRO (12), pomaga pripraviti osnutke patentnih prijav (9), pripravlja pogodbe o lastništvu IL (4), svetuje in predlaga ustrezne patentne zastopnike, pripravlja in vlaga patentne prijave (13) ter svetuje o strategiji za razširjanje zaščite na mednarodno (3) in nacionalno raven (10). Skupina tehnologije IJS trži pasivno 10 tehnoloških profilov, promoviranih v globalni bazi Enterprise Europe Network, in 11 prejetih interesov podjetij. Dodatno aktivno trži 20 tehnologij, promoviranih več kot 700 podjetjem in drugim organizacijam, ter 13 prejetih interesov. Člani skupine poskrbijo za ustrezno sklenjene pogodbe o nerazkrivanju informacij (4), urejajo razmerja z zunanjimi partnerji tudi v okviru različnih konzorcijskih odnosov (3), sodelujejo pri pogajanjih (30) ter pripravijo in poskrbijo za sklepanje licenčnih (8) in raziskovalno-razvojnih (22) pogodb.

Prav tako znotraj skupine poskrbijo za individualna svetovanja o vseh fazah ustanavljanja novih odcepljenih podjetij (2), pomagajo pri pripravi poslovnega načrta (2), vodijo dogovore o ureditvi razmerja IJS - raziskovalec (1), uredijo dokumentacijo za ustanovitev odcepljenega podjetja (1), poskrbijo za sklepanje pogodb o uporabi opreme (2) in pripravijo licenčne pogodbe za uporabo tehnologije v odcepljenem podjetju (1). Za spodbudo raziskovalcem, da bi se podali v podjetniške vode, organizirajo razpis in nagrado za inovacijo z največjim komercialnim potencialom, delavnice za Mlade raziskovalce in delavnice za razvoj poslovnih modelov ter priprave hitrih (pitch) predstavitev

Trženje 20 tehnologij IJS. Identificiranih 132 novih raziskovalno-razvojnih tem za sodelovanje. Sklenjenih 8 licenčnih in 22 raziskovalno-razvojnih pogodb z 19 podjetji.

Organizacija mednarodne konference ITTC. Več kot 100 obiskovalcev. Tekmovanje za najboljšo inovacijo.

svojih poslovno-tehnoloških predlogov. Na razpis se prijavijo ekipe z IJS (3 predstavljene) in drugih JRO (4 predstavljene). Na 12. Mednarodni konferenci za prenos tehnologij je bila tudi slavnostno podeljena nagrada za najboljše invencije in inovacije s tržnim potencialom.

Skupina za pogodbeno sodelovanje z gospodarstvom obiskuje tako velika kot majhna podjetja (33 v letu 2019) ter njihove povratne obiske na IJS (18), organizira sektorske in regijske obiske podjetij na IJS ter sodeluje z drugimi subjekti podpornega okolja. Sodelavci skupine v podjetjih in med raziskovalci iščejo nove teme za sodelovanje v okviru razvojnih projektov (132 identificiranih RR tem), pripravljajo tehnološke ponudbe, sklepajo sporazume o varovanju informacij ter poskrbijo, da pride do pisnega soglasja za nadaljnje sodelovanje (16 sklenjenih mednarodnih dogovorov o konkretnem dolgoročnem sodelovanju v poslovne ali tehnološko-raziskovalne namene).

Omenjeni skupini tesno sodelujeta pri trženju tehnoloških in poslovnih profilov (24) v globalni bazi Enterprise Europe Network in pri koordiniranju interesov s trga (90) za podjetja (79) in raziskovalce (11), oddaji interesov na tuje objavljene profile (49) za podjetja (41) in raziskovalce (8) ter pri soorganizaciji 15 mednarodnih dogodkov (B2B), ki se jih je udeležilo 46 podjetij in raziskovalcev ter izvedlo 264 sestankov s tujimi partnerji.

V letu 2019 sta skupini ob skupnem sodelovanju dosegli sklenitev 8 licenčnih pogodb in 22 raziskovalno-razvojnih pogodb z 19 različnimi podjetji. Na področju sklepanja pogodb so se aktivnosti CTT v zadnjem letu precej povečale.

Skupina za promocijo, izobraževanja in vodenje projektov je pripravila in razposlala sezname slovenskih in EU-razpisov (12), tujih povpraševanj po raziskovalnih/industrijskih partnerjih, pomagala pri pripravi projektnih prijav, predvsem v delih Exploitation in Dissemination, tedensko razpošiljala druge informacije TT-koordinatorjem,

ter tako prispevala k prijavi novih projektov z novimi tujimi partnerji (4). Skupina je uspešno obveščala o dogajanjih prek eNovic CTT ter na Facebook strani organizirala Dan odprtih vrat IJS (1000 obiskovalcev), organizirala obiske šol (45), izvedla dve izobraževanji iz podjetništva za Mlade raziskovalce (skupno 25 udeležencev) ter Mednarodno konferenco

Na Dnevu odprtih vrat je bilo 1000 obiskovalcev. Obiskov šol je bilo 45.

o prenosu tehnologij (12. po vrsti) z mnogo udeleženci (več kot 110). Skupina je v okviru projekta SIO organizirala in izvedla 22 promocijsko-motivacijskih dogodkov ter 9 tematskih dogodkov s področja intelektualne lastnine, osnov podjetništva, predstavitev poslovnih idej in priprave poslovnih načrtov, za dijake in raziskovalce - potencialne podjetnike ter predstavnike startup podjetij.

V Skupini za raziskave prenosa tehnologij in inovativnosti delujemo kot ocenjevalci in zunanji eksperti doma in v okviru Evropske komisije ter za različne ugledne mednarodne institucije (MGRT, EC ERC). JRC nas je prepoznal

kot eno od najbolj propulzivnih pisarn za prenos tehnologij v EU in nas umestil v TTO Circle, skupino JRO z najboljšimi aktivnostmi na področju prenosa znanj in tehnologij, skupaj z institutom Max Planck, Weitzman, Fraunhofer, VITO, VTT. Strokovno sodelujemo tudi v okviru Združenih narodov, v 10-članski skupini za podporo mehanizmu za prenos znanja (10MG TFM) ter z World Intellectual Property Office (WIPO) v okviru njihovih globalnih mednarodnih sodelav.

V okviru Združenih narodov sodelujemo v 10-članski skupini za podporo mehanizmu za prenos znanja (10MG TFM) ter z World Intellectual Property Office (WIPO) v okviru njihovih globalnih mednarodnih sodelav.

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Dan odprtih vrat na Institutu "Jožef Stefan" 2019, IJS, Ljubljana, Slovenija, 23. 3. 2019
2. Dnevni obiski šol v Tednu odprtih vrat Instituta "Jožef Stefan" 2019, IJS, Ljubljana, Slovenija, 25.-29. 3. 2019
3. Mednarodni B2B partnerski dogodek, Hannover Messe, Hannover, Nemčija, 1. 4. 2019 (soorganizator)
4. Poslovni stand-up zajtrk – Spoznaj mentorja, IJS, Ljubljana, Slovenija, 16. 4. 2019
5. Obisk predstavnikov Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering, Bukarešta, Romunija na IJS, Ljubljana, Slovenija, 7.-10. 5. 2019
6. Mladi upi – podjetniško inovacijska delavnica za mlade raziskovalce, IJS, Ljubljana, Slovenija, 30. 5. 2019
7. Delavnica projekta SYNERGY: Simulirano množično financiranje z uporabo Synergic Crowd Innovation Platform (SCIP), IJS, Ljubljana, Slovenija, 13. 9. 2019
8. 12. ITTC – Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij, IJS, Ljubljana, Slovenija, 9.-11. 10. 2019
9. Delavnica projekta EU-GIVE: Podporne storitve za sodelovalno gospodarstvo, IJS, Ljubljana, Slovenija, 22. 11. 2019
10. Mladi upi 2 – Kako svoje raziskovalno delo uporabiti za tržni namen, IJS, Ljubljana, Slovenija, 29. 11. 2019

MEDNARODNI PROJEKTI

1. K7, CTT - ID Creations; Prave in obveznosti v zvezi z razvojem, uporabo in komercializacijo hidrotermalno sintetiziranih prevlek iz TiO₂ na kovinskih ortopedskih in zobnih vsadkih
Id Creations Oy
dr. Špela Stres, MBA, LLM
2. COSME; EU-GIVE - Ustvarjanje priložnosti iz neopredmetenih sredstev in verig vrednosti v sodelovalnem gospodarstvu Evrope
European Commission
dr. Špela Stres, MBA, LLM
3. Vozlišče digitalnega inoviranja - program naprednega učenja (DIHELP)
European Commission, Directorate-general for
dr. Špela Stres, MBA, LLM
4. COSME-EEN-SGA3 - EEN Slovenija_3; Storitve EEN Slovenija za pomoč pri poslovanju in inoviranju v Sloveniji
European Commission
dr. Špela Stres, MBA, LLM
5. H2020 - KET4CleanProduction; Vseevropski dostop do tehnoloških storitev na področju čiste proizvodnje - za proizvodne evropske MSP - s pomočjo mreže vodilnih tehnoloških centrov s področja ključnih tehnologij
European Commission
dr. Špela Stres, MBA, LLM
6. H2020 - We4SMESLO_4; Vzpodbujanje inovacijskega managementa v podjetjih
European Commission
dr. Špela Stres, MBA, LLM

PROJEKTI

1. Co-Crete: Vzpostavitev mreže konkurenčnih grozdov s prispevkom kreativnih industrij na področju Mediterana
dr. Špela Stres, MBA, LLM
2. KETGATE: Dostop srednjeevropskih MSP do infrastrukture ključnih tehnologij Key Enabling Technologies, KET - Sprožitev novega transnacionalnega ekosistema KET inovacij
dr. Špela Stres, MBA, LLM
3. SINERGY: Sinergijsko povezovanje s ciljem izboljšanja inovativnosti srednjeevropskih akterjev s področja visoko tehnološke industrije
dr. Špela Stres, MBA, LLM
4. Konzorcij za prenos tehnologij iz JRO v gospodarstvo (KTT)
dr. Špela Stres, MBA, LLM
5. SIO: Izvedba podpornih storitev subjektov inovativnega okolja v Republiki Sloveniji v letih 2018 do 2019
dr. Špela Stres, MBA, LLM
6. Delež prihodkov IJS z naslova izkoriščanja izumov - tujina (IJS delež licenčin - tujina)
dr. Špela Stres, MBA, LLM
7. SKOZ: Središče za karierno orientacijo - zahod
dr. Špela Stres, MBA, LLM

OBISKI

1. Gregor Žavcar, Tadej Flus in Črt Ahlin, Datafund, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 14. 2. 2019
2. Maja Rajterič, Pravi um, d. o. o., Trbovlje, Slovenija, 14. 3. 2019
3. dr. Rok Stritar, Ekonomska fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija, 16. 4. 2019
4. Miroslav Štravs, Jure Dokl, Aleš Zore, Benjamin Kolar, Janez Štravs in Pavel Praček, T-2, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 17. 4. 2019
5. Nika Meh in Andrej Kozan, MPT, d. o. o., Šmartno ob Paki, Slovenija, 18. 4. 2019
6. Dan Enache, Aurel Sima, Adrian Cocioceanu, Calin Stoica in Daniela Zamfir, Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering, Bukarešta, Romunija, 7.–10. 5. 2019
7. dr. Rok Stritar, Ekonomska fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija, 16. 5. 2019
8. mag. Marja Medved, CMEPIUS, Ljubljana, Slovenija, 30. 5. 2019
9. Jure Dreo in David Sakić, Braintrip Ltd., St Julian's, Malta, 4. 6. 2019
10. Tomaž Tavčar, T inženiring, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 1. 7. 2019
11. Miloš Šinkovec, SETI, d. o. o., Kranj, Slovenija, 9. 7. 2019
12. Marko Jovanovič in Ivan Rečnik, SMM, d. o. o., Maribor, Slovenija, 11. 9. 2019
13. Uroš Drole in Blaž Vajda, TAM-Europe, d. o. o., Maribor, Slovenija, 27. 9. 2019
14. MSc. Jorge Galvan Falcon, Canary Island Digital Innovation Hub, Santa Cruz de Tenerife, Španija, 9.–10. 10. 2019
15. Bernhard Koch, BOKU University, Dunaj, Avstrija, 9. 10. 2019
16. Dolores Modic, Nord University Business School, Bodo, Norveška, 9. 10. 2019
17. Giovanni Cristiano Piani, Università degli Studi di Trieste, Trst, Italija, 9. 10. 2019
18. Tjwan Tan, Netherlands Chamber of Commerce, Rotterdam, Nizozemska, 10. 10. 2019
19. Iiro Eerola, European Commission, Bruselj, Belgija, 10. 10. 2019
20. Jernej Štromajer in Tomaž Boh, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija, 10. 10. 2019
21. David Secher, Cambridge KT Ltd., Cambridge, Velika Britanija, 10. 10. 2019
22. Siobhan Horan, Knowledge Transfer Ireland, Dublin, Irska, 10. 10. 2019
23. Saša Kalem in Natalija Stošički, SID banka, Ljubljana, Slovenija, 17. 10. 2019
24. Boris Vodopivec, Hidex, d. o. o., Novo mesto, Slovenija, 12. 11. 2019
25. dr. Martin Očepek, dr. Bogdan Znoj in dr. Peter Venturini, Helios TBLUS, d. o. o., Količevo Slovenija, 18. 11. 2019
26. Karla Rončević in Hubert Culik, Skupina Helios Kansai, Osaka, Japonska, 18. 11. 2019
27. Jožef Stakne, Dezziv, d. o. o., Šmartno ob Paki, Slovenija, 21. 11. 2019
28. dr. Marko Jovanovič in Ivan Rečnik, SMM, d. o. o., Slovenija, 10. 12. 2019
29. Milenko Prerad, samostojni izumitelj, Ljubljana, Slovenija, 19. 11. 2019
30. Gorazd Bizjak, Univerzal, d. o. o., Jesenice na Dolenjskem, Slovenija, 19. 11. 2019
31. Miha Puhar, samostojni izumitelj, Ljubljana, Slovenija, 21. 11. 2019
32. Matej Purger, ABC Accelerator, Ljubljana, Slovenija, 29. 11. 2019
33. Bojan Blažica, PBM3, d. o. o., Ajdovščina, Slovenija, 3. 12. 2019
34. Simon Mandelj, GEM Motors, d. o. o., Kamnik, Slovenija, 3. 12. 2019
35. Ivan Rečnik in dr. Marko Jovanovič, SMM, d. o. o., Maribor, Slovenija, 12. 12. 2019

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. mag. Robert Blatnik: Key enabling technologies – KET in zagonsko podjetje – skupaj hitreje naprej, 11. 1. 2019
2. mag. Robert Blatnik: Predstavitev možnosti ustanavljanja odcepljenih podjetij in ponujene podpore CTT na raziskovalnih oddelkih Instituta "Jozef Stefan", 28. 1. 2019
3. mag. Robert Blatnik: Kako s pomočjo podpornega inovativnega okolja do lastnega podjetja, Institut "Jozef Stefan", 7. 2. 2019
4. mag. Robert Blatnik: Predstavitev KET ponudbe in podpornih storitev CTT zagonskim podjetjem, 15. 3. 2019
5. mag. Robert Blatnik: Delavnica: predstavitev možnosti ustanavljanja odcepljenih podjetij in ponujene podpore CTT na raziskovalnih oddelkih Instituta "Jozef Stefan", 26. 6. 2019
6. mag. Robert Blatnik: Druga pripravljala delavnica za sodelovanje podjetniških timov na tekmovanju za najboljšo inovacijo s tržnim potencialom – pitch pred investitorji, 29. 8. 2019
7. mag. Robert Blatnik: Prva pripravljala delavnica za sodelovanje podjetniških timov na tekmovanju za najboljšo inovacijo s tržnim potencialom – pitch pred investitorji, 27. 9. 2019
8. mag. Robert Blatnik: Razvoj poslovnega modela in priprava pitcha za investitorja, 8. 10. 2019
9. mag. Robert Blatnik: Ustvarjanje odcepljenih podjetij na 12. mednarodni konferenci o prenosu tehnologij – 12.ITTC – Tekmovanje za najboljšo inovacijo s tržnim potencialom iz JRO, 10. 10. 2019
10. mag. Robert Blatnik in Primož Kunaver: Stand-up zajtrk – spoznajmo se in spoznajmo mentorja, 16. 4. 2019
11. mag. Robert Blatnik, Tomaž Lutman, Marja Medved: Mladi upi 2019 – podjetniško inovacijska delavnica za mlade raziskovalce, 30. 5. 2019
12. mag. Robert Blatnik, dr. Levin Pal, France Podobnik, Tomaž Lutman, Gašper Juvancič, Matej Mrak: Industrijski (info) šprint na IJS – Predstavitev možnosti ustanavljanja odcepljenih podjetij in ponujene podpore CTT na raziskovalnih oddelkih Instituta "Jozef Stefan", 31. 5. 2019
13. mag. Robert Blatnik, Matej Purger: Mladi upi 2 – Kako svoje raziskovalno delo uporabiti za tržni namen, 29. 11. 2019
14. mag. Robert Blatnik in dr. Rok Stritar: Razvoj poslovnih modelov z metodo Design Thinking (1. del), Ljubljana, Slovenija, 16. 4. 2019
15. mag. Robert Blatnik in dr. Rok Stritar: Razvoj poslovnih modelov z metodo Design Thinking (2. del), Ljubljana, Slovenija, 16. 5. 2019
16. mag. Jorge Galvan Falcon, Canary Island Digital Innovation Hub, Santa Cruz de Tenerife, Španija: DIHelp coaching session: 9. 10. 2019
17. mag. Jorge Galvan Falcon, Canary Island Digital Innovation Hub, Santa Cruz de Tenerife, Španija: DIHelp: stakeholders workshop, 10. 10. 2019
18. Tomaž Justin, MBA, mag. Robert Blatnik, dr. Levin Pal: Predstavitev ponudbe KET in Delavnica: Kako načrtovati in udejanjiti poslovni model za trženje visokotehnološke inovacije?, 23. 9. 2019
19. Matej Mrak: Simulirano množično financiranje z uporabo Synergic Crowd Innovation Platform (SCIP), delavnica projekta SYNERGY, 13. 9. 2019
20. Robert Premk, delavnica projekta EU-GIVE: Podporne storitve, pristopi trženja, 22. 11. 2019

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJJIH

1. dr. Zdravko Balorda, mag. Robert Blatnik, Irena Gašperlin, Gregor Jus, Tomaž Justin, Tomaž Lutman, Matej Mrak, Urška Mrgole, dr. Duško Odić, dr. Levin Pal, Miha Pitako, France Podobnik, Robert Premk: EPO Workshop: From Idea to Commercialization; Ljubljana, 10. 12. 2019 (1)
2. dr. Zdravko Balorda, mag. Robert Blatnik, Irena Gašperlin, Gregor Jus, Tomaž Justin, Tomaž Lutman, Matej Mrak, Urška Mrgole, dr. Duško Odić, dr. Levin Pal, Robert Premk, dr. Špela Stres: 12. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij; Ljubljana, 10. 10. 2019 (1)
3. dr. Zdravko Balorda, mag. Robert Blatnik, Gregor Jus, Tomaž Justin, dr. Lucija Luetič, Urška Mrgole, dr. Duško Odić, dr. Levin Pal, Robert Premk: delavnica Od ideje do trga; Ljubljana, 7. 11. 2019 (1)
4. mag. Robert Blatnik: konferenca HIPEAC 2019; Valencija, Španija, 21.–22. 1. 2019 (1)
5. mag. Robert Blatnik: sestanek EEN Sektorske skupine ICT; London, Velika Britanija, 21.–22. 2. 2019 (1)
6. mag. Robert Blatnik: sestanek EEN Sektorskih skupin Tourism & Cultural Heritage in ICT; Torino, Italija, 2.–4. 10. 2019 (1)
7. Gašper Juvančič: srečanje EEN HTH Styria Pitch & Partner 2019; Gradec, Avstrija, 15. 1. 2019 (1)
8. Gašper Juvančič: EURADA Brokerage Event for Innovation Agencies; Bruselj, Belgija, 24. 1. 2019 (1)
9. Gašper Juvančič: DIH Academy DIHelp- kick-off; Bruselj, Belgija 20.–22. 3. 2019 (1)
10. Gašper Juvančič: DiHelp 6th Working Group meeting on Digital tools and Marketplaces; Bruselj, Belgija, 3. 4. 2019 (1)
11. Gašper Juvančič: InterregMED Co-Creato International event, Milano Design week 2019; Varese, Italija, 11.–12. 4. 2019 (1)
12. Tomaž Lutman: KETGATE projektni sestanek in dvostranski sestanki; Benetke – Mestre, Italija, 31. 1.–1. 2. 2019 (1)
13. Tomaž Lutman: sestanek EEN sektorske skupine Materials; Brindisi, Italija, 4.–5. 6. 2019 (1)
14. Tomaž Lutman: srečanje Meet in Italy for LifeSciences; Trst, Italija, 17. 10. 2019 (1)
15. Urška Mrgole, dr. Levin Pal, France Podobnik, Robert Premk, dr. Špela Stres: srečanje EEN Slovenija; Pokljuka, Slovenija, 10. 1. 2019 (1)
16. dr. Levin Pal: sestanek EEN sektorske skupine BioChemTech; Montpellier, Francija, 16. 5. 2019 (1)
17. dr. Levin Pal: sestanek EEN sektorske skupine BioChemTech; Kopenhagen, Danska, 14.–15. 10. 2019 (1)
18. dr. Levin Pal, France Podobnik: South East Europe EEN Regional Conference; Beograd, Srbija, 10.–12. 9. 2019 (1)
19. France Podobnik: EEN Steering and Advisory Group; Bruselj, Belgija, 12.–13. 3. 2019 (1)
20. France Podobnik: Advisory Services Outcomes for Enterprise Europe Network; Beograd, Srbija, 3.–4. 12. 2019 (1)
21. France Podobnik, dr. Špela Stres: Konferenca EEN SC – EF; GZS, Ljubljana, Slovenija, 3. 4. 2019 (1)
22. France Podobnik, dr. Špela Stres: EASME – Enterprise Europe Network Annual Conference; Helsinki, Finska, 21.–23. 10. 2019 (1)
23. Robert Premk: EEN Communication Correspondents Meeting; Bruselj, Belgija, 6.–7. 6. 2019 (1)
24. Robert Premk: zaključni dogodek The EU-GIVE/BeShared projects; Bruselj, Belgija, 27. 11. 2019 (1)
25. dr. Špela Stres: FETAG meeting; Bruselj, Belgija, 17. 1. 2019 (1)
26. dr. Špela Stres: Vision group members meeting; Bruselj, Belgija, 23. 1. 2019 (1)
27. dr. Špela Stres: EASME: Single Market and SME group meeting; Bruselj, Belgija, 24.–25. 1. 2019 (1)
28. dr. Špela Stres: EIC Programme managers workshop; Bruselj, Belgija, 22. 2. 2019 (1)
29. dr. Špela Stres: 10MG–Technology Facilitation Mechanism meeting v okviru ZN; Bangkok, Tajska, 27. 2.–1. 3. 2019 (1)
30. dr. Špela Stres: srečanje GenOk; Tromsø, Norveška, 12.–13. 3. 2019 (1)
31. dr. Špela Stres: Lean Innovation Summit; Ljubljana, Slovenija, 27. 3. 2019 (1)
32. dr. Špela Stres: konferenca PATLIB; Porto, Portugalska, 7.–8. 5. 2019 (1)
33. dr. Špela Stres: srečanje 10 MG na sedežu ZN; New York, ZDA, 14.–15. 5. 2019 (1)
34. dr. Špela Stres: Vision Group Coordination Meeting; Bruselj, Belgija, 4. 6. 2019 (1)
35. dr. Špela Stres: EEN Steering and Advisory Group; Bruselj, Belgija, 12.–13. 6. 2019 (1)
36. dr. Špela Stres: 12th Plenary Meeting of the European Technology Transfer Offices (TTO) Circle, EEN COSME; Dublin, Irsko, 4.–5. 7. 2019 (1)
37. dr. Špela Stres: EEN COSME workshop on partnering tools; Bruselj, Belgija, 22.–23. 7. 2019 (1)
38. dr. Špela Stres: srečanje European Commission European Research and Innovation Days; Bruselj, Belgija, 22.–24. 9. 2019 (1)
39. dr. Špela Stres: CERN KT Forum: Workshop on Business Development: Team up with KTI; Ženeva, Švica, 25.–26. 9. 2019 (1)
40. dr. Špela Stres: seminar »Life of a Patent«; Ljubljana, 24.–25. 10. 2019 (1)
41. dr. Špela Stres: WIPO Regional Workshop on the Establishment of the Baltic States Regional Technology Transfer Offices (TTO) Network; Vilna, Litva, 10.–11. 12. 2019 (1)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. **dr. Špela Stres, MBA, LLM, vodja centra**

Mlajši raziskovalci

2. mag. Robert Blatnik

Strokovni sodelavci

3. Tomaž Justin, univ. dipl. ekon.

4. Tomaž Lutman, mag. biokem.

5. dr. Duško Odić

6. dr. Levin Pal

7. France Podobnik, univ. dipl. ekon.

8. *Marija Šebjan Pušenjak, dipl. ekon. (VS), 1. 7. 2019 razporeditev v odsek K5*

9. mag. Marjeta Trobec

Tehniški in administrativni sodelavci

10. dr. Zdravko Balorda

11. Irena Gašperlin, mag. manag.

12. *mag. Maja Ivanišin, odšla 20. 2. 2019*

13. Gregor Jus, univ. dipl. ekon.

14. *Gasper Juvančič, univ. dipl. nem., odšel 9. 9. 2019*

15. *Lucija Luetič, univ. dipl. lit. komp., 2. odšla 4. 12. 2019*

16. Matej Mrak, dipl. ekon. (VS)

17. Urška Mrgole, univ. dipl. ekon.

18. Miha Pitako, univ. dipl. kom.

19. *Nataša Požarnik, univ. dipl. ekon., odšla 1. 5. 2019*

20. Robert Premk, univ. dipl. ekon.

8. Center Republike Slovenije za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja CMEPIUS, Ljubljana, Slovenija

9. Chamber of Commerce, Industry, Crafts and Agriculture of Venice Rovigo Delta-Lagunare, Benetke, Italija

10. Consorzio ARCA, Palermo, Italija

11. Culmum, d. o. o., Kranj, Slovenija

12. Datafund, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

13. Dezziv, d. o. o., Šmartno ob Paki, Slovenija

14. Elestra, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

15. Euro Plus, d. o. o., Šenčur, Slovenija

16. Evropska komisija, Bruselj, Belgija

17. Evropska organizacija za jedrske raziskave CERN, Ženeva, Švica

18. Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu, Pisarna za prenos znanja in tehnologij

19. Fuks, d. o. o., Semič, Slovenija

20. GEM Motors, d. o. o., Kamnik, Slovenija

21. Gen Studio Damjana Pangerčič, s. p., Podbočje, Slovenija

22. Golias, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

23. Gospodarska zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija

24. Hahn Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung, Stuttgart, Nemčija

25. Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering, Bukarešta, Romunija

26. Hyla, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

27. IDConference, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

28. Inovine, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

29. International Atomic Energy Agency, IAEA, Ženeva, Švica

30. International Iberian Nanotechnology Laboratory INL, Braga, Portugalska

31. Intersocks, d. o. o., Kočevje, Slovenija

32. Ionix Advanced Technologies Ltd., West Yorkshire, Velika Britanija

33. Iurall, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

34. Javna agencija Republike Slovenije za spodbujanje podjetništva, internacionalizacije, tujih investicij in tehnologije – SPIRIT Slovenija, Ljubljana, Slovenija

35. Joanneum Research, Gradec, Avstrija

36. Kemijski inštitut, Pisarna za prenos znanja, Ljubljana, Slovenija

37. Kmetijski inštitut Slovenije, Pisarna za prenos tehnologij in znanja, Ljubljana, Slovenija

38. Knowledge Transfer Ireland, Dublin, Irsko

39. Konditor, d. o. o., Rače, Slovenija

40. Leitat-Technological Center, Barcelona, Španija

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ABC Accelerator, Ljubljana, Slovenija

2. Aisense, d. o. o., Podsreda, Slovenija

3. Bay Zoltán Nonprofit Ltd. for Applied Research (BZN), Budimpešta, Madžarska

4. Biosistemika, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

5. BOKU University, Dunaj, Avstrija

6. Cambridge KT Ltd., Cambridge, Velika Britanija

7. Canary Island Digital Innovation Hub, Santa Cruz de Tenerife, Španija

41. LuckyOne, d. o. o., Kranj, Slovenija
42. Mariborska razvojna agencija, Maribor, Slovenija
43. Microbium, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
44. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija
45. MK Team, d. o. o., Raka, Slovenija
46. MPT, d. o. o., Šmartno ob Paki, Slovenija
47. Nacionalni inštitut za biologijo, Pisarna za prenos tehnologij, Ljubljana, Slovenija
48. Nanocut, d. o. o., Hrastnik, Slovenija
49. Nanos Scientifica, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
50. Netherlands Chamber of Commerce, Rotterdam, Nizozemska
51. Neurotrans David Sakić s. p. – BrainTrip Ltd., St Julian's, Malta
52. Nord University Business School, Bodo, Norveška
53. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
54. Particulars, d. o. o., Domžale, Slovenija
55. PBM3, d. o. o., Ajdovščina, Slovenija
56. Plamtex, d. o. o., Komenda, Slovenija
57. Plasmadis, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
58. Pravi um, d. o. o., Trbovlje, Slovenija
59. Precision Acoustics Ltd., Dorchester, Velika Britanija
60. Primum, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
61. RGA, d. o. o., Murska Sobota, Slovenija
62. RSTeam, d. o. o., Mengeš, Slovenija
63. Saving, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
64. SID banka, Ljubljana, Slovenija
65. Steinbeis 2I GmbH, Stuttgart, Nemčija
66. T, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
67. Tela, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
68. The Welding Institute, TWI Ltd., Cambridge, Velika Britanija
69. Università degli Studi di Trieste, Trst, Italija
70. Univerza na Primorskem, Center za razvoj in prenos znanja, Koper, Slovenija
71. Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
72. Univerza v Ljubljani, Univerzitetna služba za prenos znanja, Ljubljana, Slovenija
73. Univerza v Mariboru, Služba za prenos znanja in tehnologij, Maribor, Slovenija
74. Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poljska

BIBLIOGRAFIJA

STROKOVNI ČLANEK

1. Duško Odić, "Slovenski mikrobiološki dosežki", *Transpozon: interno glasilo Mikrobiološkega alumni kluba*, 2019, 2, 6-12. [COBISS.SI-ID 32494375]

Informacijska družba - IS 2019, 9. oktober 2019: zvezek D, Institut "Jožef Stefan", 2019, 5-8. [COBISS.SI-ID 32934951]

2. Špela Stres, "Etika v raziskavah, primer JRC "TTO Circle" organizacij", V: *Etika in stroka: zbornik 22. Mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2019, 9. oktober 2019: zvezek D, Institut "Jožef Stefan", 2019, 9-11. [COBISS.SI-ID 32935463]*

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Špela Stres, "Etika v raziskavah: razvoj vprašalnika za situacijsko analizo", V: *Etika in stroka: zbornik 22. Mednarodne multikonference*

CENTER ZA PAMETNA MESTA IN SKUPNOSTI

CPMiS

Center za Pametna mesta in skupnosti (CPMiS) je bil ustanovljen na začetku leta 2017. Dne 1. januarja 2019 je vodenje centra prevzela dr. Nevenka Cukjati.

Glavna naloga centra sta koordiniranje in delovanje Strateško razvojno-inovacijskega partnerstva Pametna mesta in skupnosti (SRIP PMiS). Poleg navedenega center spodbuja tudi medodsečno sodelovanje na Institutu "Jožef Stefan" ter s tem prispeva k podpori partnerstvu na področju najnovejših tehnologij in hkrati aktivno sodeluje pri ustvarjanju nacionalnih razvojno-raziskovalnih politik v prihajajočih letih.



Vodja:
dr. Nevenka Cukjati

Strateško razvojno-inovacijsko partnerstvo Pametna mesta in skupnosti

Strateško razvojno inovacijsko partnerstvo Pametna mesta in skupnosti je oblika partnerstva, v okviru katere smo deležniki združili moči pri razvoju in prodaji rešitev za dvig kakovosti življenja v mestih prihodnosti.

Namen SRIP PMiS je povezati podjetja in raziskovalne ustanove na posameznem področju v verige vrednosti, določiti prioritete za razvojna vlaganja in usklajevati raziskovalno-razvojne dejavnosti. Gradimo dobro podporno okolje za izmenjavo znanja in izkušenj v obliki delavnic, seminarjev in skupnih dogodkov, dostop do preizkusnih okolij, laboratorijev, podatkovnih baz; pomoč pri analizi trgov, razvoju kadrov, zaščiti intelektualne lastnine in pomoč pri internacionalizaciji.

Z rešitvami se želimo približati tudi manjšim mestom v Srednji in Vzhodni Evropi, saj menimo, da je Slovenija zaradi svoje velikosti in geostrateškega položaja zelo primerna kot referenčna država za različne »pametne mestne« rešitve, primerne za implementacijo tudi v drugih delih Srednje in Vzhodne Evrope.

SRIP PMiS je bil uradno konstituiran na skupščini 23. 3. 2017, zdaj združuje že več kot 130 podjetij in raziskovalnih institucij iz vse Slovenije.

Ključna področja delovanja

SRIP Pametna mesta in skupnosti vključuje šest področij (vertikal), skozi vsa pa se prepleta področje sodobnih IKT-tehnologij (IKT-horizentalna mreža) s svojimi podpodročji (slika 1).

Ključni cilji SRIP PMiS so:

- razvoj globalno konkurenčnih rešitev na področju PMiS;
- vzpostavitev svetovno prepoznanega ekosistema partnerjev, ki permanentno sinergično nadgrajujejo in povezujejo svoje kompetence na domenskih področjih in tehnologijah PMiS;
- zagotavljanje virov in pogojev (ekosistem z odprto platformo) za čim krajši čas od načrtovanja do trženja globalno konkurenčnih visokotehnoloških rešitev;
- mednarodna uveljavitev slovenske blagovne znamke na področju Pametna mala mesta in skupnosti – SmartTowns

SRIP PMiS ustvarja in podpira poslovne in raziskovalne sinergije na področju pametnih mest za nove izdelke, storitve in tehnologije ter pomaga podjetjem pri vstopu na svetovni trg z osredinjenjem na nišna področja, s ciljem, da postanejo slovenska podjetja pomemben evropski ponudnik tovrstnih rešitev.

Leta 2019 smo vstopili v zaključno obdobje druge faze Operacije »Strateško razvojno inovacijsko partnerstvo na področju Pametna mesta in skupnosti«, ki potrjuje usmeritve SRIP PMiS, zapisane v akcijskih dokumentih. V obdobju april–junij 2019 je bila izvedena evalvacija SRIP PMiS, v sklopu katere je bil opravljen niz sestankov med pisarno SRIP PMiS (generalna direktorica Operacije SRIP PMiS N. Cukjati) in evalvatorjem ter posameznimi predstavniki vertikalnih in horizontalnih področij.

Aktivnosti v sklopu organizacijske strukture delovanja SRIP PMiS

V sklopu organizacijske strukture delovanja SRIP PMiS so se zgodile spremembe na področju konzorcijskega partnerstva. Izstop Univerze v Mariboru iz mesta ustanovnega člana je zahteval reorganizacijo organov in struktur SRIP PMiS. Organizacijsko strukturo SRIP PMiS smo naredili vitkejšo, tako da je omogočeno lažje spremljanje in vodenje ter koordiniranje med več kot 130 deležniki, člani SRIP PMiS. 1. julija 2019 smo na 5. seji UO SRIP PMiS sprejeli



Slika 1: Shema področij SRIP PMiS

finančni načrt za tekoče leto in potrdili izvršilnega direktorja SRIP PMiS. UO SRIP PMiS smo seznanili s spremembami Poslovnika delovanja SRIP PMiS zaradi izstopa ustanovnega člana, UM. 4. septembra 2019 je v Hiši EU potekala 2. seja skupščine SRIP PMiS, na kateri je bil sprejet Poslovnik SRIP PMiS z odložnim pogojem in potrjeno Poročilo o opravljenih aktivnostih v letu 2018. Poslovnik SRIP PMiS je bil potrjen na dopisni seji skupščine, ki je potekala od 10. do 13. septembra 2019. Septembra so bili sklicani volilni zbori v posameznih vertikalah in v programskem svetu. 4. novembra 2019 je potekala 5. seja programskega sveta PS SRIP PMiS, na kateri sta bila potrjena vsebinski del Poslovnega načrta IKT HM za leto 2019 ter priprava plana aktivnosti vertikal in horizontal za prenovu akcijskega načrta. Od 12. do 15. novembra 2019 je potekala 3. dopisna seja UO SRIP PMiS, na kateri sta bila sprejeta Poslovni načrt 2019 IKT HM in Finančni načrt SRIP PMiS za leto 2019. V zvezi s pripravo na tretjo fazo Operacije SRIP PMiS smo sodelovali na delavnici IKT HM z namenom priprave vsebinskih podlag za noveliran akcijski načrt, kjer smo predstavili izhodišča na vertikalnih področjih SRIP PMiS. 10. decembra 2019 smo organizirali razširjeno sejo SRIP PMiS in delavnico z novo izvoljeno ekipo sodelavcev, na kateri smo pregledali aktivnosti posamezne vertikale in horizontale ter pripravili načrt aktivnosti za naprej.

Sodelovanje med SRIP-i in ministrstvi

Skozi vse leto 2019 so potekala srečanja delovne skupine koordinatorjev SRIP-ov (DSKS). Tako skupen nastop DSKS kot nastop SRIP PMiS proti državi je potekal v obliki več usklajevalnih sestankov z MGRT in MIZŠ. 17. junija 2019 je bil sklican sestanek z vodji SRIP-ov na pobudo DSKS z mag. V. Urlepom v kabinetu predsednika vlade. V okviru projekta »Krepitev okvira neposrednih tujih naložb ter sodelovanja na področju izvoza in inovacij v Sloveniji«, ki ga Deloitte Slovenija izvaja v sodelovanju z Evropsko komisijo in MGRT, smo sodelovali na interaktivnih delavnicah na temo proaktivnega privabljanja tujih investicij.

Sodelovanje z drugimi ustanovami

V okviru sodelovanja z drugimi ustanovami smo predstavili naš SRIP na sestanku Slovenskega združenja za energetske ekonomiko, sodelovali z Ekonomsko fakulteto UL pri projektu EIT Digital School 2019, podpisali Pismo o nameri sodelovanja med IJS SRIP PMiS in organizacijo Open Agile and Smart Cities OASC ter Pismo o nameri za tehnološko, raziskovalno, izobraževalno in poslovno sodelovanje med IJS (SRIP PMiS) in Alma Mater Europea. Navezali smo kontakte z EIT KIC Raw Materials, z ekonomsko svetovalko na Veleposlaništvu RS v Kopenhagnu, s predstavnico podjetja Diversify Nevada in s predstavnikom japonskega Inštituta za mednarodne socialno-ekonomske študije. Aktivno smo sodelovali z Združenjem mestnih občin Slovenije, ki je v okviru projekta Interreg-Higher sodelovalo kot soorganizator s SRIP PMiS pri izvedbi konference Smart Cities 2019; Resilient Cities. Pri izvedbi mednarodne konference Smart Cities 2019; Resilient Cities smo sodelovali tudi z Mestno občino Ljubljana.

Brezplačne delavnice in seminarji

Za člane SRIP PMiS smo organizirali niz brezplačnih seminarjev in delavnic: delavnica Nepovratna sredstva v letu 2019, 7. 2. 2019; dvodnevna delavnica Šola projektnega managementa, 9. in 11. april 2019; RRI Brokerage dogodek za člane SRIP PMiS in SRIP ToP, 9. 7. 2019; Delavnica 360 Marketing v SRIP ToP in SRIP PMiS, 6. 9. 2019; Kako do nepovratnih sredstev za vaš projekt na odprtih klicih TETRAMAX, 2. 10. 2019; sestanek z ekipo evalvatorjev, predstavljeni so bili zaključki evalvacije vseh devetih SRIP-ov, 7. 10. 2019; Delavnici za razvoj vodstvenih kadrov Temeljne veščine vodenja, 8. 11. 2019 in 21. 11. 2019; delavnica Android programiranja v okviru projekta TETRAMAX, 20. 11. 2019.

V sklopu **promocije in internacionalizacije** smo sodelovali na odmevnejših dogodkih v Sloveniji in v tujini: 14. 2. 2019: Rim, Italy & Slovenia: Partnership in investment and innovation, predstavitev modela SRIP PMiS; 4. 3. 2019: Srečanje ekonomskih svetovalcev, Jablje, predstavitev N. Cukjati o delovanju SRIP PMiS; 12. 4. 2019: Delavnica za opredelitev priložnosti SRIP-ov na področju internacionalizacije, Deloitte; 18. 4. 2019: Predstavitev N. Cukjati na dogodku Novi izzivi, Brdo pri Kranju; 20. 5. 2019: predstavitev N. Cukjati na dogodku Delavnica z ekspertom Pierom Padillo na temo internacionalizacije SRIP v okviru projekta Industrial Transition Pilot, TP Ljubljana; 14. 6. 2019: Soorganizacija konference En. občina & En. management, N. Cukjati v komisiji za izbiro energetske napredne občine; 17.-18. 6. 2019: Soorganizacija Mednarodne konference Living bits and things 2019, predstavitev SRIP PMiS; 16. 9. 2019: organizacija **mednarodne konference Smart Cities 2019, Resilient Cities**, Ljubljana, poudarek na področju odpornosti mest na nepredvidene dogodke in primerno ukrepanje v smislu uporabe IKT-rešitev; 2.-3. 10. 2019: Greenomed/Vanguard dogodek, namenjen grozdom in predstavitvi metodologije Greenomed; 21. 10. 2019: It is time to market, Ekonomska fakulteta UL; 25. 10. 2019: Informativni dan o programu Obzorje Evropa, Ekonomska fakulteta UL.

Na področju **informiranja javnosti** o delovanju in viziji partnerstva SRIP PMiS so bili objavljeni članki v revijah *GG/Digitalizacija* in *Eko Dežela* ter v *Časniku Finance*, opravljen pa je bil tudi intervju na *Valu 202*.

Leta 2019 smo posodobili spletno stran SRIP PMiS, na kateri redno objavljamo novice in dogodke za člane. Leta 2019 smo izvajali aktivnosti za vzpostavitev skupne odprtokodne integracijske platforme za člane SRIP PMiS, v sklopu katere bodo člani SRIP PMiS ponujali prebivalcem mest in skupnosti različne IKT-rešitve (produkt in storitve).

PROJEKTA

1. SRIP PMiS: Pametna mesta in skupnosti
dr. Nevenka Cukjati
2. PMiS - Pametna mesta in skupnosti Center PMiS – SRIP
dr. Nevenka Cukjati

SODELAVCI

Tehniški in administrativni sodelavci

1. **dr. Nevenka Cukjati**
2. *Pejta Grizilo, univ. dipl. ekon., odšla 14. 4. 2019*
3. *Tjaša Lazič, univ. dipl. var.*
4. *Sabina Ponikvar, dipl. ekon. (UN), odšla 5. 10. 2019*
5. *Klemen Sojar, univ. dipl. ekon., odšel 14. 5. 2019*
6. *Matjaž Šteblaj, univ. dipl. inž. el., odšel 1. 3. 2019*

CENTER TOVARNE PRIHODNOSTI

CToP

Center Tovarne prihodnosti – CToP, ki ga vodi Rudi Panjtar, je bil ustanovljen na začetku leta 2017. Glavna naloga novoustanovljenega centra je koordiniranje in delovanje Strateško razvojno-inovacijskega partnerstva Tovarne prihodnosti (SRIP ToP). Poleg navedenega center spodbuja tudi medodsečno sodelovanje znotraj Instituta "Jožef Stefan" ter s tem prispeva k podpori partnerstvu na področju najnovejših tehnologij ter hkrati aktivno sodeluje pri ustvarjanju razvojno-raziskovalnih politik v prihajajočih letih. Center Tovarne prihodnosti deluje tudi na področju inovacij v modrih (blue) biotehnologijah.



Vodja:

Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.

Kaj ponuja Strateško razvojno-inovacijsko partnerstvo Tovarne prihodnosti?

Strategija SRIP Tovarne prihodnosti (SRIP ToP) je zbrati in povezati slovenska raziskovalna in inovacijska znanja ter izkušnje iz industrijske in akademske sfere ter izpostaviti prioriteta prebojna področja novih izdelkov, tehnologij in storitev za tovarne prihodnosti. Vzpostavili smo podporno okolje s strokovnimi službami za industrijo in raziskovalne organizacije s poudarkom na razvijajočih se novih vrhunskih tehnologijah, ki združujejo in nadgrajujejo obstoječe slovenske raziskovalne in inovacijske dosežke.

Ključne funkcije strateškega dolgoročnega povezovanja so izdelava in dopolnjevanje strateškega akcijskega načrta za področje ToP, aktivnosti glede razvoja skupnih storitev, internacionalizacija, razvoj človeških virov, zastopanje skupnih interesov do države itd. Del storitev bo opravljen v sodelovanju z drugimi institucijami.

SRIP ToP ustvarja in podpira poslovne in raziskovalne sinergije na področju tovarn prihodnosti za nove izdelke, storitve in tehnologije ter pomaga podjetjem pri vstopu na svetovni trg z osredotočenjem na nišna področja.

91 članov SRIP ToP prihaja iz različnih podjetij, združenj ali ustanov iz Slovenije. Delovanje SRIP ToP se osredotoča na večje povezovanje znanja in skupni nastop deležnikov na domačih in tujih trgih. Primarna cilja sta povečanje deleža visokotehnoloških industrijskih izdelkov v izvozu in dvig dodane vrednosti slovenske industrije.

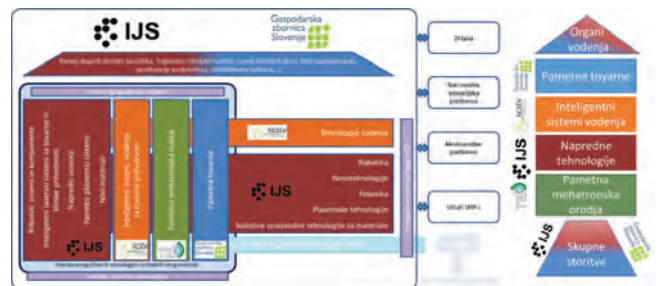
Ključna področja delovanja

SRIP Tovarne prihodnosti vključuje osem področij (vertikal), skozi vsa pa se prepletajo horizontalne mreže s ključnimi tehnologijami (slika 1).

SRIP ToP z učinkovitim usmerjanjem raziskav in razvoja ter uvajanjem znanj in tehnologij, ki omogočajo proizvodnjo bolj kakovostnih izdelkov, ob manjši porabi energije in surovin, manjšem onesnaževanju okolja, boljši vključenosti ljudi itd. posredno prispeva tudi k pospeševanju prehoda v energijsko učinkovito gospodarstvo z nizkimi izpusti toplogrednih plinov oziroma k intenzivnemu spodbujanju prehoda v nizkoogljično družbo in v krožno gospodarstvo. Bistvo koncepta tovarn prihodnosti se kaže predvsem skozi večje možnosti za ponovno uporabo odpadnih surovin, ki jo omogoča bolj fleksibilna in optimalno vodena proizvodnja.

Na področju internacionalizacije smo postali polnopravni člani združenja WMF (World Manufacturing Forum). Na področju S3 smo delovali na področju umetne inteligence v proizvodnji (AI & HMI), prek projektov Greenomed in SmartSpace v okviru Tehnološkega parka Ljubljana pa smo sodelovali z raznimi deležniki ter se tesno povezovali s skupinami in regijami v iniciativi Vanguard.

V sklopu priprave akcijskega načrta ter z namenom spodbujanja mreženja, izmenjave informacij in spodbujanja organizacij k včlanitvi v SRIP ToP smo leta 2019 izvedli več predstavitvenih dogodkov SRIP ToP (med najbolj odmevnimi so bili Evropski teden robotike 2019, delavnica s kolaborativnim robotom HC10 na Dnevih industrijske robotike, 16. Slovensko srečanje o uporabi fizike, delavnica Okolju prijazne napredne plazemske tehnologije, delavnica Innovative Plasma Technologies for Factories of Future, delavnica Kemijska in strukturna analiza materialov, delavnica Sodobne tehnike karakterizacije mineralov, Nacionalni posvet o nanotehnologiji, Mednarodna delavnica z naslovom Workshop on laser systems and photonics, dogodek RRI 2 Brokerage, delavnice Tetramax, delavnica Vanguard 1 ...). Za naše člane smo organizirali več delavnic na temo vitkega poslovanja – LEAN, pregleda relevantne zakonodaje in drugih regulativ, delavnico Internacionalizacija fotonike, Šolo projektnega vodenja in 360 Marketing. Soorganizirali smo razne tematske delavnice po Sloveniji in odmevne konference (MIDEM 2019, 8. Centralno evropska konferenca o plazemski kemiji, NanoApp ...). Povezali smo se s KOC-TOP, s čimer bomo našim



Slika 1: Shema področij SRIP ToP

članom omogočili dostop do delavnic in konferenc s področja kadrov. Soorganizirali smo izvedbo 10 delavnic na osnovnih šolah v okviru programa KUBO. Sodelovali smo na razstavi Future Factories in organizirali predstavitev Demo centra – Pametna tovarna na Fakulteti za strojništvo. Izvedli smo tudi delavnico s področja spremljanja regulatorne zakonodaje Identifikacija relevantne zakonodaje in regulative ter sistematičen pristop k spremljanju njenih sprememb.

Začeli smo pripravljati akcijski načrt za tretjo fazo, v katero bomo preusmerili velik del naših resursov. Preverili bomo naš poslovni načrt in skupaj s člani in upravičenci pripravili spremembe in prilagoditve, za kar smo že organizirali ustrezne delavnice.

Nadgradili smo strategijo komuniciranja s člani in širšo skupnostjo. O naših aktivnostih in dosežkih obveščamo prek spletne pošte, skupaj z novicami pa jih objavljamo tudi na naši izboljšani spletni strani in socialnih omrežjih s poudarkom na obveščanju o članom pomembnih dogodkih in delavnicah. Dokončali in objavili smo tudi katalog SRIP ToP. Ta deluje kot orodje za neposredno lastno trženje in trženje naših članov, ki ga tudi ažuriramo.

Aprila 2019 smo začeli sodelovati pri H2020 projektu QU4LITY, katerega cilj je demonstrirati na realističen, izmerljiv in ponovljiv način odprt, visoko standardiziran, SME-jem prijazen ZDM (Zero Defects Manufacturing) model produktov in storitev za Tovarno 4.0. SRIP ToP skupaj z IJS odsekom za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko deluje kot vodilni partner za T8.1, kjer s projektnimi partnerji sodeluje pri zasnovi virtualizirane platforme za promocijo projektnih rezultatov, trženje in prodajo produktov, katerih implementacija pripomore k učinkovitejši proizvodnji, ter storitev, ki podjetjem pomagajo k lažji digitalizaciji in vključitvi omenjenih produktov v njihove proizvodne cikle. SRIP ToP koordinira in hkrati pripravlja vsebino dveh zahtevanih poročil o delu s strani Evropske komisije.

Decembra 2018 smo se kot sovoditelj področja inovacij vključili v Interreg Mediteran projekt Panoramed. Leta 2019 smo pripravili prvo srečanje ekspertov, ki je potekalo v Ljubljani, s pomočjo ekspertov smo zbrali relevantne projekte iz Sredozemlja in pripravili izčrpano analizo Gaps and Opportunities for Growth. Sodelovali smo pri izvedbi drugega srečanja ekspertov in Inovacijskega tabora, ki ga je organiziral vodja delovne skupine. Skupaj z vodjo delovne skupine smo pripravili tudi vsebino razpisne dokumentacije. Udeležili smo se več mednarodnih dogodkov s področja Blue and Green tehnologij.

CToP je bil uspešen pri uporabi projekta Digitalne tehnologije kot spodbuda za prehod v krožno gospodarstvo s strani malih in srednje velikih podjetij v Alpah – CIRKULAR 4.0, ki se je začel oktobra 2019. Projekt je financiran v okviru programa Interreg Alpine Space. Glavni cilj projekta je okrepiti procese digitalizacije in transformacije s strani malih in srednjih podjetij, spodbujati inovacijske procese in pospešiti prehod linearnega gospodarstva v krožno gospodarstvo v alpskem prostoru s pomočjo industrije 4.0. V okviru projekta se bo pripravil akcijski načrt prehoda v krožno gospodarstvo za alpsko regijo. SRIP ToP je vodja delovnega paketa, odgovoren za pripravo izobraževalnega procesa, pripravo kazalnikov in orodij uvajanja konceptov kroženja v industrijske prakse. Sodeluje pri izmenjavi dobrih praks, pripravi orodij za hitreše omogočitvene in digitalne tehnologije, pri pripravi konceptov industrije 4.0 v poslovne modele podjetij v alpski regiji ter pri določitvah naloženih modelov in finančnih spodbud, potrebnih za obseg novih finančnih sredstev Evropske unije v obdobju 2021–2027.

Decembra 2019 smo v sodelovanju s centrom TECOS podpisali pogodbo z Evropsko komisijo za pridobitev projekta High Impact Action (HIA). Njegov cilj je vzpostavitev transformacijskega mehanizma v obliki fizične in virtualne platforme za vodenje in demonstracijo modularnih in rekonfigurabilnih proizvodnih celic v različnih industrijah, ki bo služila kot kanal za javno podporo razvoju in implementaciji tehnologij, izobraževanju v industriji, mreženju in širjenju znanja. SRIP ToP bo vodil projekt, pri čemer bo pripravil razpise za vzpostavitev skupine ekspertov ter dodelitev subvencij za nadgradnjo obstoječih celic upravičencev. SRIP ToP bo v prvi fazi projekta združil znanje znotraj centra in s pomočjo tujih strokovnjakov s področja industrije 4.0 pripravil specifikacije za omenjeno platformo.

MEDNARODNI PROJEKT

1. H2020 - QU4LITY; Digitalna resničnost v proizvodnji brez napak
European Commission
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.

2. Circular 4.0: Digitalne tehnologije, kot omogočitelj spodbujanja prehoda h krožnemu gospodarstvu s strani MSP na območju Alp
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.
3. SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.
4. ToP - Tovarne prihodnosti; 2. faza, Center ToP SRIP
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.

PROJEKTI

1. PANORAMED: Spodbujanje trajnostne rasti v sredozemskem območju s spodbujanjem inovativnih konceptov in praks in razumno rabo virov in s podporo socialnega vključevanja na podlagi integriranega in ozemeljskega pristopa sodelovanja
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Modeliranje nihanj procesa in variacije procesnih parametrov s pomočjo DOE metode ter izvedba statistične analize vplivnih procesnih parametrov
TECOS
Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Igor Kovač

Strokovni sodelavci

2. *Marjana Plukavec, univ. dipl. inž. geol., odšla 1. 4. 2019*

Tehniški in administrativni sodelavci

3. Živa Antauer, univ. dipl. prim. jez. in prim. slov. jez.
4. Matic Eržen, dipl. inž. el. (VS)
5. *Petja Grizilo, univ. dipl. ekon., odšla 14. 4. 2019*
6. Petra Lavtar, dipl. ekon. (VS)
7. Tina Mrak, dipl. upr. ved (UN)
8. **Rudi Panjtar, univ. dipl. inž. el.**
9. *Klemen Sojar, univ. dipl. ekon., odšel 14. 5. 2019*

BIBLIOGRAFIJA

STROKOVNI ČLANEK

1. Igor Kovač, Vladimir Jovan, Aleš Ude, Aleš Hančič, Dragan Kusić, Janez Štrancar, "Program GOSTOP: gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti", *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2019, **25**, 2, 114-122. [COBISS.SI-ID 32437031]

OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Michael Pravits, Aleš Ude, Igor Kovač, Miha Deniša, "RECONCEL: potreba po varni prilagodljivosti za industrijo!", V: *Vir znanja in izkušenj za stroko: 11. industrijski forum IRT, Portorož, 3. in 4. junij 2019*, zbornik foruma, Profidtp, 2019, 25-30. [COBISS.SI-ID 32493351]