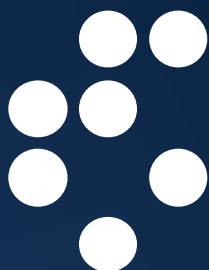
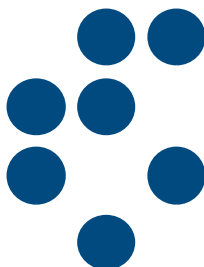


# Poročilo o delu v letu 2016



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

POROČILO IJS P-330  
LETNO POROČILO  
JULIJ 2017



# Poročilo o delu v letu 2016



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

Poročilo o delu v letu 2016 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

Lektor: dr. Jože Gasperič

ISSN 1318-7392

Fotografije: Marjan Smerke, inž., in arhiv 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 2017

# 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
Opravljena doktorska in magistrska dela .....	24
Nagrade in priznanja .....	25
Podeljeni patenti .....	27
Prenos znanja.....	28
Institut v številkah .....	29
<b>Raziskovalni odseki</b>	
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).....	71
Odsek za kompleksne snovi (F-7).....	95
Odsek za reaktorsko fiziko (F-8).....	109
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9).....	119
Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1).....	131
Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3).....	137
Odsek za elektronsko keramiko (K-5).....	145
Odsek za nanostrukturne materiale (K-7) .....	155
Odsek za sintezo materialov (K-8).....	167
Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9) .....	175
Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1).....	183
Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2).....	189
Odsek za biotehnologijo (B-3) .....	197
Odsek za znanosti o okolju (O-2).....	203
Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (E-1).....	221
Odsek za sisteme in vodenje (E-2) .....	231
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3) .....	239
Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E-5).....	249
Odsek za komunikacijske sisteme (E-6).....	255
Odsek za računalniške sisteme (E-7).....	263
Odsek za tehnologije znanja (E-8).....	273
Odsek za inteligentne sisteme (E-9).....	285
Odsek za reaktorsko tehniko (R-4).....	295
<b>Centri in službe</b>	
Reaktorski infrastrukturni center (RIC).....	303
Center za mrežno infrastrukturo (CMI).....	307
Znanstvenoinformacijski center (ZIC) .....	311
Center za energetske učinkovitost (CEU) .....	313
Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM) .....	319
Center za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij (CT-3).....	323
Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča (ICJT).....	327
Služba za varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS) .....	331
Center za prenos tehnologij in inovacij (CIT).....	333



# SPREMNA BESEDA

*Če ne prispevaš v svetovno zakladnico znanja, potem tega iz nje tudi ne moreš črpati*

*Obstajajo neizpodbitni dokazi, kot pravi Evropska komisija, da je pot k ekonomskemu napredku in konkurenčnosti močno povezana s povečanjem investicij v raziskave in inovacije. To poudarjam zato, ker je v zadnjih letih gospodarske krize postalo še bolj evidentno, da se navkljub mnogim deklaracijam razlike med evropskimi državami bolj in bolj povečujejo, saj nekatere države, kot so Švica, Danska, Nemčija, Švedska, Avstrija, povečujejo vlaganja v raziskave in inovacije, druge pa jih zaradi nespametne politike ali, bolj rečeno, nikakršne politike še bolj krčijo. Slovenija je, na žalost, med tistimi državami, ki v investicijah v raziskave in razvoj ne prepoznajo velike priložnosti in nuje za lastni napredek in ekonomski ter družbeni preboj. Rezultat te razvojne indolence in politične pasivnosti je, da slovenski inovacijski sistem zaskrbnjuje nazaduje.*

*Ko so v Sloveniji začeli vpeljevati varčevalne ukrepe v javnem sektorju, je največji padec finančnih sredstev doživela prav raziskovalno-razvojna dejavnost. Zmanjšanje sredstev za raziskave in razvoj je vsakemu razmišljajočemu človeku povsem nerazumljivo, ne moreš si namreč domisliti argumenta, s katerim bi utemeljeno pojasnil takšen poseg. Tudi če Slovenci pri tem samodestruktivnem početju nismo osamljeni, je nastala škoda neizmerljiva, saj kot družba izgubljam generacijo najbolj talentiranih, ki ali odhajajo v tujino ali pa v druge neinovativne dejavnosti in so torej za raziskave in razvoj za vedno izgubljeni. Absurdno je, da bo največjo škodo utrpelo slovensko gospodarstvo, prav tisti del družbe, ki bi zaradi varčevanja pri javnih izdatkih moral najbolj pridobiti.*

*Institut »Jožef Stefan« si prizadeva ostati evropski raziskovalni center. Iz leta v leto povečuje delež svojih prihodkov iz tujine, teh je sedaj že več kot četrtina. Ta evropska vpetost in dolgoletna tradicija mednarodnega sodelovanja in izmenjav so za Institut ključni in zaradi tega se lahko iz leta v leto pohvalimo z izvrstnimi dosežki, ki se prebijajo v najpomembnejše znanstvene objave, v gospodarstvo in navsezadnje tudi v zavedanje širše javnosti o pomenu znanstvenega raziskovanja, tehnološkega razvoja in inovacij za blaginjo ljudi. Institut vsako leto neizbežno pusti svojo sled, kar ne bo težko priznati nikomur, ki bo prelistal naše letno poročilo.*

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



Prof. dr. Jadran Lenarčič med predavanjem na IJS

# 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 vseli 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 Z 23.

**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 prične 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. Svjetlana Fajfer*

**Fizika nizkih in srednjih energij (F-2)**

*prof. dr. Primož Pelicon*

**Tanke plasti in površine (F-3)**

*doc. dr. Miha Čekada*

**Tehnologija površin in optoelektronika (F-4)**

*prof. dr. Miran Mozetič*

**Fizika trdne snovi (F-5)**

*prof. dr. Igor Muševič*

**Kompleksne snovi (F-7)**

*prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović*

**Reaktorska fizika (F-8)**

*doc. dr. Luka Snoj*

**Eksperimentalna 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. Spomenka Kobe*

**Sinteza materialov (K-8)**

*prof. dr. Darko Makovec*

**Raziskave sodobnih materialov (K-9)**

*prof. dr. Danilo Suvorov*

**Biokemija, molekularna in strukturna biologija (B-1)**

*prof. ddr. Boris Turk*

**Molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)**

*prof. dr. Igor Krizaj*

**Biotehnologija (B-3)**

*prof. dr. Janko Kos*

**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. Vladimir Jovan*

**Umetna inteligenca (E-3)**

*prof. dr. Dunja Mladenič*

**Odperti sistemi in mreže (E-5)**

*prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič*

**Komunikacijski sistemi (E-6)**

*prof. dr. Mihael Mohorčič*

**Računalniški sistemi (E-7)**

*doc. 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*



## CENTRI

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

**Center za mrežno infrastrukturo (CMI)**  
*mag. Vladimir Alkalaj*

**Znanstvenoinformacijski center (ZIC)**  
*dr. Luka Šušteršič*

**Center za energetska učinkovitost (CEU)**  
*mag. Stane Merše*

**Center za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij (CT-3)**  
*mag. Milja 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, LLM*

**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.*

**Nabavna in prodajna služba (U-3)**  
*mag. Darko Korbar, MBA*

**Finančno-računovodska služba (U-4)**  
*Regina Gruden, dipl. ekon.*

**Služba za poslovno informatiko - SPI**  
*Jože Kašman, prof. mat.*

**Tehnični servisi (TS)**  
*Aleš Cesar, univ. dipl. inž. grad.*

### Podporne dejavnosti

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

**Služba za zagotovitev kakovosti (QA)**  
*mag. Ljubo Fabjan, dr. Andrej Prošek*

**Delavnice**  
*Franc Setnikar, inž. stroj.*

## VKLJUČENOST IJS V REGIJSKI RAZVOJ RAZISKOVALNE DEJAVNOSTI

### Tehnološki centri

Tehnološki park Ljubljana

Tehnološki center za sklope, elemente, materiale, tehnologije in opremo za elektrotehniko (TC SEMTO)

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

Univerza v Novi Gorici

Nanotesla Institut Ljubljana

Center za varnostne tehnologije informacijske družbe in elektronsko poslovanje (SETCCE)

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

Razvojni center za vodikove tehnologije

### Centri odličnosti

Nanoznanosti in nanotehnologije – NANOCENTER

Integrirani pristopi v kemiji in biologiji proteinov – CIPKeBiP

Biosenzorika, instrumentacija in procesna kontrola – CO BIK

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

Polimerni materiali in tehnologije – PoliMaT

Nizkoogljčne tehnologije – CO NOT

EN – FIST

Vesolje, znanost in tehnologije – SPACE.SI

# VODSTVO IJS

---

## VODSTVO

### Direktor

Prof. dr. Jadran Lenarčič

### Pomočnica direktorja

Dr. Romana Jordan

### Svetovalka

Ga. Marta Slokan, univ. dipl. prav.

## UPRAVNI ODBOR

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

G. Franjo Bobinac, *MBA, Gorenje, d. d., Velenje*

Prof. dr. Marko Mikuž, *IJS*

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

Prof. dr. Jože Pungerčar, *IJS*

Dr. Iztok Seljak, *Hidria, d. o. o., Ljubljana (od 25. 2. 2016)*

Prof. dr. Stanko Strmčnik, *IJS*

Ga. Kim Turk, *Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (od 25. 2. 2016)*

Dr. Peter Vrtačnik, *Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo*

## ZNANSTVENI SVET

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

Prof. dr. Leon Cizelj

Prof. dr. Miran Čeh

Prof. dr. Milena Horvat

Prof. dr. Đani Juričić

Prof. dr. Spomenka Kobe

Prof. dr. Jadran Lenarčič, *direktor Instituta*

Prof. dr. Marko Mikuž

Prof. dr. Ingrid Milošev, *namestnica predsednika*

Prof. dr. Dunja Mladenič, *namestnica predsednika*

Prof. dr. Franc Novak

Prof. dr. Peter Prelovšek

Prof. dr. Maja Remškar

Prof. dr. Žiga Šmit

Prof. ddr. Boris Turk

# 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

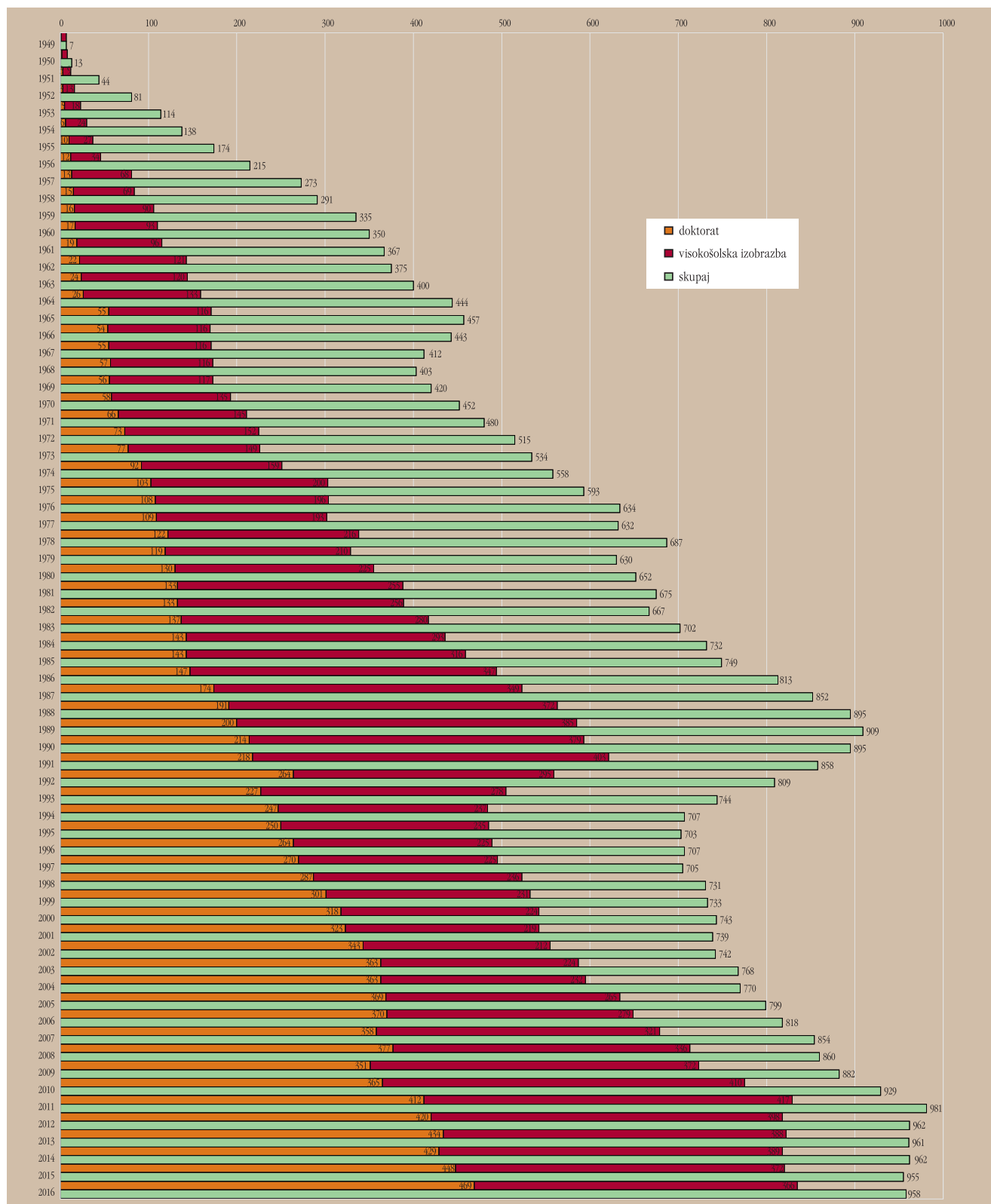
# ŠTEVILO IN SESTAVA SODELAVCEV PO ENOTAH

Stanje 31. 12. 2016

Odsek	Razisko- valci	Podok. sod.	Mladi razisk.	Strok. sod.	Skupaj razisk.	Tehniški in administr. sod.	Skupaj
Odsek za teoretično fiziko (F-1)	22	5	9		36	1	37
Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2)	19	5	6	4	34	4	38
Odsek za tanke plasti in površine (F-3)	4		2	1	7	4	11
Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F-4)	8	4	4	1	17	3	20
Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)	33	11	22	9	75	9	84
Odsek za kompleksne snovi (F-7)	17	5	9	2	33	2	35
Odsek za reaktorsko fiziko (F-8)	8	4	7		19	3	22
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9)	19	1	9		29	4	33
Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1)	10		4	3	17	3	20
Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3)	5	2	6	1	14		14
Odsek za elektronsko keramiko (K-5)	7	5	4	4	20	2	22
Odsek za nanostrukturne materiale (K-7)	13	6	17	1	37	3	40
Odsek za sintezo materialov (K-8)	4	1	2		7	1	8
Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9)	8	1	5	2	16	2	18
Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1)	12	10	12	3	37	4	41
Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)	5	2	3		10	2	12
Odsek za biotehnologijo (B-3)	5	6	4		15		15
Odsek za znanosti o okolju (O-2)	23	6	13	1	43	4	47
Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (E-1)	12	9	10	5	36	4	40
Odsek za sisteme in vodenje (E-2)	16	3	4	2	25	2	27
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3)	7	7	9	4	27	4	31
Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E-5)	5	3	3	1	12	1	13
Odsek za komunikacijske sisteme (E-6)	14	3	5	2	24	3	27
Odsek za računalniške sisteme (E-7)	7	4	1	1	13	1	14
Odsek za tehnologije znanja (E-8)	13	16	9	2	40		40
Odsek za inteligentne sisteme (E-9)	6	7	11	3	27	7	34
Odsek za reaktorsko tehniko (R-4)	10	4	7	2	23	3	26
Center za energetsko učinkovitost (CEU)	4			8	12	4	16
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	9	11
Reaktorski infrastrukturni center (RIC)	1		1		2	4	6
Mrežni infrastrukturni center reaktorja (MICR)						2	2
Center za prenos znanja na področju inform. tehnologij (CT-3)			1	3	4	7	11
Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)	1	1		4	6	4	10
Skupne službe				2	2	69	71
Tehnične in podporne službe				3	3	37	40
<b>Institut "Jožef Stefan"</b>	<b>320</b>	<b>133</b>	<b>200</b>	<b>86</b>	<b>739</b>	<b>219</b>	<b>958</b>

# IZOBRAZBA SODELAVCEV IJS

1949-2016





# PREJEMNIKI PRIZNANJ IJS

## ČASTNI ČLANI

- Akad. prof. dr. Robert Blinc<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, direktor Instituta "Jožef Stefan" od 1963 do 1975 (1919–2003)  
 Akad. prof. dr. Anton Peterlin<sup>☞</sup>, ustanovitelj in prvi direktor Instituta "Jožef Stefan" od 1949 do 1955 (1908–1993)

## PRIDRUŽENI ČLANI

- Prof. dr. David C. Ailion, University of Utah, Salt Lake City, Utah, ZDA  
 Prof. dr. Neil Bartlett<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, Universität Giessen, Giessen, Nemčija  
 Prof. dr. Robert J. Jaeger<sup>☞</sup>, National Institute on Disability and Rehabilitation Research, US Department of Education, Washington, D. C., ZDA  
 Prof. dr. Nikola Kallay<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, Institute for Crystallography, Russian Academy of Sciences, Moskva, Rusija  
 Prof. dr. Neil W. Tanner<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>  
 Prof. dr. Mihael Drofenik  
 Akad. prof. dr. Peter Gosar  
 Prof. dr. Darko Jamnik  
 Akad. prof. dr. Gabrijel Kernel  
 Prof. dr. Borut Mavko  
 Prof. dr. Miodrag V. Mihailović<sup>☞</sup>  
 Prof. dr. Raša Matija Pirc  
 Prof. dr. Marjan Senegačnik<sup>☞</sup>  
 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<sup>☞</sup>, 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 Premrú<sup>☞</sup>, Lek, d. d., Ljubljana, Slovenija  
 Prof. dr. Momčilo M. Ristić, Akademija znanosti Srbije, Beograd, Srbija  
 Mag. Milan Slokan<sup>☞</sup>, 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<sup>☞</sup>, 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, Tokyo, 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, Tokyo, 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 2016 podpisal dogovore o sodelovanju z/s:*

1. UChicago Argonne, LLC, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, ZDA (F2, F7)
2. TUNAP Industrie Chemie GmbH & Co Produktions KG, Wolfrahausen, Nemčija (F5, CTT)
3. DIC Corporation, Tokio, Japonska (F5)
4. Innovidis AB, Gothenburg, Švedska (F5)
5. CEA - Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives, Pariz, Francija (F8)
6. Joint Research Centre of the European Commission, Directorate for Health, Consumers and Reference Centre, Geel, Belgija; Bor Kos, Jesenice, Slovenija (F8)
7. Ulsan National Institute of Science and Technology, School of Mechanical and Nuclear Engineering, Ulsan, Južna Koreja (F8)
8. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija; Technische Universitaet Wien - Atominstitut, Dunaj, Avstrija; Czech Technical University in Prague - Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Praga, Češka republika; Budapest University of Technology and Economics - Institute of Nuclear Techniques, Budimpešta, Madžarska (F8)
9. CERN, Ženeva, Švica (F9)
10. BASF SE, Ludwigshafen am Rhein, Nemčija (K3, CTT)
11. Nano4Life Europe Co, Agios Dimitrios, Atene, Grčija (K3, CTT)
12. BORÇELIK ÇELİK SANAYI VE TIC. A. Ş., Gemlik - Bursa, Turčija (K3, CTT)
13. PRG Ltd Macedonia, Skopje, Makedonija (K1)
14. Duroc N.V., Antwerpen (Wilrijk), Belgija (K3, CTT)
15. EnviroTech Europe Ltd., Hampton, Middlesex, Velika Britanija (K3, CTT)
16. Sabanci University, Tuzla/Istanbul, Turčija; Kupfer Ileri Malzeme Teknolojileri Muh. Dan. San. Ltd Sti, Maslak/Istanbul, Turčija (K7)
17. South China University of Technology, Department of Electronic Materials Science and Engineering, Guangzhou, Kitajska (K9)
18. Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN, Belo Horizonte - Minas Gerais, Brazilija (O2)
19. Masaryk University, Faculty of Science, Research Centre for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX), Brno, Češka republika (O2)
20. Croatian Institute of Public Health, Zagreb, Hrvaška (O2)
21. University of Helsinki, Laboratory of Radiochemistry, Helsinki, Finska (O2)
22. Blue Ocean Robotics ApS, Odense SO, Danska; doc. dr. Igor Kovač, Radomlje, Slovenija; ELESTRA, d. o. o., Ljubljana, Slovenija (E1)
23. ATET S. p. A, Torino, Italija (E2)
24. Bloomberg L. P., New York, NY, ZDA (E3)
25. Interactive Wear AG, Starnberg, Nemčija (E6)
26. Sigfox SA, Labege, Francija (E6)
27. Ghent University, Gent, Belgija; University of Luxembourg, Luksemburg (E6)
28. Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour, Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen, Nizozemska (E7, CTT)
29. Czech Technical University in Prague, Praga 6, Češka republika (E8)
30. Shinshu University, Global Education Center (GEC), Nagano Ken, Japonska (E9)
31. Shanghai Jiao Tong University, School of Nuclear Science and Engineering, ICB for Basic Research on Thermal-Hydraulic of Advanced Nuclear Reactor System, Shanghai, Kitajska (R4)
32. Andaz Limited, Hong Kong, Kitajska (CTT)
33. Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven), Leuven, Belgija (U1)
34. Euroservis S. r. l, Trst, Italija (U1)

# 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)	74
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	64
ESRR	12
DRUGI PROJEKTI (COST, IAEA, EIE, IRMM, ESA, NATO, CIP, CE, SEE, EMRP, WHO, LIFE+, SCOPES, ARTEMIS, EUROSTARS, MNT-ERA.NET II...)	154
<b>SKUPAJ</b>	<b>304</b>

Bilateralno sodelovanje z/s	Št. projektov
Argentino	1
Avstrijo	2
Bosno in Hercegovino	2
Črno goro	2
Francijo	14
Hrvaško	8
Indijo	3

Bilateralno sodelovanje z/s	Št. projektov
Japonsko	3
Rusijo	5
Srbijo	10
Turčijo	3
ZDA	27
Drugo	7
<b>SKUPAJ</b>	<b>87</b>

# UMETNIŠKE RAZSTAVE V GALERIJ IJS



*Akademik prof. Andrej Jemec*

Suzi Bricelj, 25. januar–18. februar  
 Evgenija Jarc in Andrej Mivšek, 22. februar–17. marec  
 Andrej Jemec, 21. marec–21. april  
 Janez Kukec Mezek, 25. april–18. maj  
 Teo Spiller, 23. maj–15. junij  
 Ištvan Išt Huzjan, 31. maj  
 Vesna Drnovšek, 20. junij–11. julij  
 Denise Eyer-Oggier, 11. julij–1. september  
 Lucija Stramec, 5. september–6. oktober  
 Milan Razboršek, 10. oktober–3. november  
 Mito Gegič, 7. november–8. december  
 Zoran Ogrinc, 12. december–13. januar 2017



# 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. Prof. dr. Ivan Bratko, akademik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
6. Prof. dr. Milan Brumen, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
7. Prof. dr. Dean Cvetko, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
8. Prof. dr. Mojca Čepič, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta
9. Prof. dr. Martin Čopič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
10. Prof. dr. Janez Dolinšek, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
11. Prof. dr. Irena Drevenšek Olenik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
12. Prof. dr. Svetlana Fajfer, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
13. Prof. dr. Bojan Golli, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta
14. Prof. dr. Boštjan Golob, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
15. Prof. dr. Tomaž Gyergyek, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
16. Doc. dr. Branko Kavšek, Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
17. Prof. dr. Igor Klep, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
18. Prof. dr. Samo Korpar, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
19. Prof. dr. Janko Kos, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
20. Prof. dr. Stanislav Kovarič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
21. Prof. dr. Samo Kralj, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta
22. Doc. dr. Marjeta Kramar Fijavž, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
23. Prof. dr. Peter Križan, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
24. Prof. dr. Brigita Lenarčič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
25. Prof. dr. Marko Mikuž, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
26. Prof. dr. Igor Muševič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
27. Prof. dr. Uroš Petrovič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju, Visoka šola za vinarstvo in vinogradništvo
28. Prof. dr. Rudolf Podgornik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
29. Doc. dr. Tomaž Podobnik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
30. Prof. dr. Peter Prelovšek, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
31. Doc. dr. Saša Prelovšek Komelj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
32. Prof. dr. Anton Ramšak, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
33. Prof. dr. Boris Rogelj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta, Fakulteta za zdravstvene vede

34. Prof. dr. John Shawe-Taylor, University College London, Centre for Computational Statistics and Machine Learning, Velika Britanija
35. Prof. dr. Simon Širca, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
36. Prof. dr. Žiga Šmit, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
37. Prof. dr. Borut Strukelj, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za farmacijo; Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta
38. Prof. dr. Tanja Urbančič, Univerza v Novi Gorici
39. Doc. dr. Nataša Vaupotič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
40. Prof. dr. Katarina Vogel-Mikuš, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
41. Prof. dr. Danilo Zavrtanik, Univerza v Novi Gorici
42. Prof. dr. Marko Zgonik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
43. Doc. dr. Primož Ziherl, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
44. Prof. dr. Slobodan Žumer, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

### Visokošolski sodelavci

1. Doc. dr. Marko Bračko, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
2. Dr. Jurij Leskovec, Computer Science Department, Stanford University, Palo Alto, Kalifornija, ZDA
3. Dr. Tomaž Rejec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
4. Doc. dr. Lea Spindler, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

## REDNI SODELAVCI IJS, KI SODELUJEJO Z VISOKOŠOLSKIMI USTANOVAMI

### Visokošolski učitelji

1. Doc. 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. Doc. dr. Ljudmila Benedik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za matematiko in fiziko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
4. Doc. dr. Aleš Berlec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
5. Doc. dr. Slavko Bernik, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
6. Doc. dr. Anton Biasizzo, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
7. Doc. 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
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
19. **Prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič**, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
20. **Doc. 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. **Doc. 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. **Doc. dr. Marko Gerbec**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
28. **Doc. dr. Evgeny Goreschnik**, Mednarodna podiplomska šola
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. Jernej Iskra**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
33. **Doc. dr. Radojko Jačimovič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
34. **Doc. dr. Boštjan Jančar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
35. **Doc. dr. Tomaž Javornik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
36. **Doc. dr. Robert Jeraj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; University of Wisconsin, Madison, School of Medical Physics
37. **Doc. dr. Zvonka Jeran**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
38. **Prof. dr. Đani Juričić**, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju; Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
39. **Prof. dr. Viktor Kabanov**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
40. **Prof. dr. Gorazd Kandus**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
41. **Prof. dr. Monika Kapus - Kolar**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
42. **Doc. dr. Matjaž Kavčič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
43. **Prof. dr. Borut Paul Kerševan**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
44. **Doc. dr. Ivo Kljenak**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
45. **Doc. dr. Tomaž Klobučar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; DOBA Fakulteta za uporabne poslovne in družbene študije, Maribor
46. **Prof. dr. Spomenka Kobe**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
47. **Prof. dr. Juš Kocijan**, Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
48. **Doc. dr. Robert Kocijančič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
49. **Prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
50. **Doc. dr. Anton Kokalj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
51. **Doc. dr. Matej Andrej Komelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
52. **Doc. dr. Branko Kontić**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
53. **Doc. dr. Dušan Kordiš**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
54. **Prof. dr. Peter Korošec**, Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
55. **Doc. dr. Barbara Koroušič Seljak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
56. **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
57. **Doc. dr. Igor Kovač**, FH Joanneum, Gradec, Avstrija
58. **Doc. dr. Janez Kovač**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
59. **Prof. dr. Igor Kržaj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Biotehniška fakulteta, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
60. **Doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
61. **Prof. dr. Zdravko Kutnjak**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Fakulteta za strojništvo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
62. **Prof. dr. Nada Lavrač**, Univerza v Novi Gorici; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Ljubljani
63. **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
64. **Doc. dr. Igor Lengar**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
65. **Doc. dr. Matej Lipoglavšek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
66. **Doc. dr. Darja Lisjak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
67. **Prof. dr. Sonja Lojen**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
68. **Prof. dr. Boris Majaron**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
69. **Prof. dr. Darko Makovec**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
70. **Prof. dr. Barbara Malič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
71. **Doc. dr. Igor Mandić**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
72. **Doc. dr. Sabina Markelj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
73. **Prof. dr. Igor Mekjavič**, Univerza Simon Fraser, Britanska Kolumbija, Kanada
74. **Doc. dr. Alenka Mertelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
75. **Doc. dr. Tomaž Mertelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
76. **Prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
77. **Doc. dr. Andrej Mihelič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
78. **Prof. dr. Radmila Milačić**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
79. **Prof. dr. Ingrid Milošev**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Zagrebu, Fakulteta za kemijsko inženirstvo in tehnologijo
80. **Prof. dr. Dunja Mladenec**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Zagrebu, Pedagoška fakulteta; Univerza v Ljubljani; Univerza v Novi Gorici; Univerza na Primorskem
81. **Doc. dr. Mihael Mohorčič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
82. **Prof. dr. Miran Mozetič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Univerza v Novi Gorici; Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
83. **Doc. dr. Bojan Nemeč**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
84. **Prof. dr. Franc Novak**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
85. **Doc. dr. Roman Novak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

86. **Doc. dr. Saša Novak Krmpotič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
87. **Prof. dr. Nives Ogrinc**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
88. **Doc. dr. Gregor Papa**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
89. **Prof. dr. Primož Pelicon**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
90. **Doc. dr. Toni Petan**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
91. **Doc. dr. Maja Ponikvar - Svet**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
92. **Prof. dr. Jože Pungerčar**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
93. **Doc. dr. Aleksander Rečnik**, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
94. **Prof. dr. Maja Remškar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
95. **Doc. dr. Tadej Rojac**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
96. **Doc. 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**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju; 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. Vekoslava Stibilj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
104. **Prof. dr. Veronika Stoka**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
105. **Prof. dr. Stanislav Strmčnik**, Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta
106. **Prof. dr. Danilo Suvorov**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za matematiko in fiziko
107. **Prof. dr. Janez Ščančar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
108. **Doc. dr. Jurij Šilc**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
109. **Doc. dr. Srečo Davor Škapin**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
110. **Doc. dr. Miha Škarabot**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
111. **Doc. dr. Primož Škraba**, Univerza v Novi Gorici, Center za raziskave atmosfere; Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
112. **Doc. dr. Zdenka Šlejkovec**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
113. **Doc. dr. Janez Štrancar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo; Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
114. **Doc. dr. Sašo Šturm**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
115. **Doc. dr. Aleš Švigelj**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
116. **Doc. dr. Gašper Tavčar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
117. **Prof. dr. Iztok Tiselj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
118. **Doc. dr. Andrej Trkov**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
119. **Doc. dr. Roman Trobec**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
120. **Prof. ddr. Boris Turk**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
121. **Prof. dr. Dušan Turk**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Medicinska fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
122. **Prof. dr. Vito Turk**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
123. **Doc. dr. Aleš Ude**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
124. **Doc. dr. Hana Uršič Nemevšek**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
125. **Prof. dr. Janja Vaupotič**, Univerza v Novi Gorici; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
126. **Doc. dr. Matjaž Vencelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
127. **Doc. dr. Alenka Vesel**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
128. **Doc. dr. Damir Vrančič**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
129. **Prof. dr. Boštjan Zalar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
130. **Prof. dr. Marko Zavrtanik**, Univerza v Novi Gorici
131. **Prof. dr. Aleksander Zidanšek**, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
132. **Doc. dr. Anže Zupanc**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Naravoslovnotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
133. **Prof. dr. Eva Žerovnik**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
134. **Prof. dr. Matjaž Žitnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
135. **Doc. dr. Leon Žlajpah**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
136. **Doc. dr. Bernard Ženko**, Fakulteta za informacijske študije, Novo mesto
137. **Doc. dr. Martin Žnidaršič**, Fakulteta za informacijske študije, Novo mesto; Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
138. **Doc. dr. Kristina Žužek Rožman**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

## Visokošolski sodelavci

1. **Dr. Tanja Arh**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; DOBA Fakulteta za uporabne poslovne in družbene študije, Maribor
2. **Dr. Zoran Arsov**, 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. **Matej Gašperin, univ. dipl. inž. el.**, Univerza v Novi Gorici
6. **Dr. Dejan Gradišar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
7. **Dr. Andrej Hrovat**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
8. **Dr. Peter Jeglič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
9. **Dr. Boštjan Kaluža**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
10. **Dr. Martin Klanjšek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
11. **Dr. Andraž Kocjan**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
12. **Dr. Boštjan Končar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
13. **Dr. Petra Kralj Novak**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
14. **Dr. Marjan Kromar**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
15. **Dr. Matjaž Leskovar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
16. **Dr. Mitja Luštrek**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
17. **Dr. Matija Milanič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
18. **Dr. Natan Osterman**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
19. **Dr. Rok Pestotnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
20. **Dr. Andrej Prošek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
21. **Dr. Vladimir Radulović**, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
22. **Dr. Urban Simončič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
23. **Dr. Špela Stres**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
24. **Dr. Andrej Studen**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
25. **Tina Šfiligoj, univ. dipl. fiz.**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
26. **Mag. Tea Tušar**, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
27. **Dr. Mitja Uršič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
28. **Dr. Mojca Vilfan**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
29. **Dr. Andrija Volkanovski**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
30. **Dr. Darko Vrečko**, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
31. **Dr. Andrej Zorko**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za matematiko in fiziko
32. **Dr. Gašper Žerovnik**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko



# KOLOKVIJI NA IJS

17. februar 2016: **Aleksander Rečnik**  
 Institut "Jožef Stefan"  
*Kaj so tropokemijske napake zloga in zakaj takšni kristali rastejo hitreje?*
26. februar 2016: **Marco Ariola**  
 Univerza v Neaplju Parthenope, Neapelj, Italija  
*Magnetno vodenje tokamak plazme: uvod*
2. marec 2016: **Alan K. Soper**  
 Rutherford-Appletonov laboratorij, Didcot, Velika Britanija  
*Druga kritična točka v podhlajeni vodi: Dejstvo ali utvara?*
21. marec 2016: **Anton Zeilinger**  
 Univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija  
*Kvantna teleportacija, prepletenost in Einsteinovo vprašanje "Kaj je svetloba?"*
22. marec 2016: **Peter Fajfar**  
 Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani  
*Potresno inženirstvo – raziskave in praksa*
24. marec 2016: **Jacques Prost**  
 Curiejev inštitut, Pariz, Francija in Inštitut za mehanobiologijo, Nacionalna univerza v Singapuru, Singapur  
*Vloga teorije aktivnih gelov v biologiji*
25. marec 2016: **Borut Štrukelj**  
 Institut "Jožef Stefan"  
*Rekombinantni probiotiki – alternativna biološka zdravila z vnosom učinkovin v prebavila*
1. april 2016: **Ludovic Righetti**  
 Institut Max Planck za inteligentne sisteme, Tübingen, Nemčija  
*Izkoriščanje kontaktov za robustno manipulacijo ter hojo*
20. april 2016: **Nir S. Gov**  
 Weizmannov znanstveni inštitut, Rehovot, Izrael  
*Fizikalno modeliranje kolektivnega gibanja v skupinah živali: prenašajoče mravlje*
9. maj 2016: **Kazuhiro Hono**  
 Nacionalni inštitut za znanosti o materialih, Tsukuba, Japonska  
*Visokokoercitivni neodim-železo-borovi permanentni magneti brez dispropizija*
18. maj 2016: **Lorenzo Fedrizzi**  
 Univerza v Vidmu, Videm, Italija  
*Izboljšanje korozijske odpornosti kovin z nanašanjem atomskih plasti*
7. junij 2016: **Tomaž Prosen**  
 Univerza v Ljubljani, Ljubljana  
*Točni koraki po neravnovesni kvantni fiziki*
29. junij 2016: **Orly Alter**  
 Univerza v Uti, Združene države Amerike  
*Multitenzorske dekompozicije za personalizirano diagnostiko in prognostiko raka*
24. avgust 2016: **Christian Eggeling**  
 Univerza v Oxfordu, Oxford, Velika Britanija  
*Optična mikroskopija izjemne ločljivosti: nova dognanja in preostale naloge*
14. september 2016: **Seok-Hyun Yun**  
 Univerza Harvard, Združene države Amerike  
*Biofotonika*
27. september 2016: **Paul Muralt**  
 Zvezna tehniška univerza v Lozani, Lozana, Švica  
*Izboljševanje učinkovitosti elektromehanskih tankih plasti*
5. oktober 2016: **Borut Paul Kerševan**  
 Univerza v Ljubljani in Institut "Jožef Stefan"  
*Procesiranje velikih količin podatkov pri sedanjih in bodočih eksperimentih na Velikem hadronskem trkalniku*
12. oktober 2016: **Peter A. van Aken**  
 Institut Max Planck za raziskave trdnih snovi, Stuttgart, Nemčija  
*Strukturni defekti in lokalna kemija vmesnih struktur kompleksnih oksidnih medfaznih mej*
25. oktober 2016: **Sofiane Benhamadouche**  
 Électricité de France (EDF), Chatou, Francija  
*Modeliranje turbulence v enofaznih nestisljivih tokovih v jedrski tehnologiji*
26. oktober 2016: **Francesc Sagués**  
 Univerza v Barceloni, Barcelona, Španija  
*Aktivni nematiki na površinah*
2. november 2016: **Janez Potočnik**  
 Mednarodni odbor za vire, Okoljski program Organizacije združenih narodov  
*Prehod v krožno gospodarstvo*
16. november 2016: **Igor Mozetič**  
 Institut "Jožef Stefan"  
*Socialni mediji: analiza omrežij in sentimenta*
30. november 2016: **Primož Pelicon**  
 Institut "Jožef Stefan"  
*Mikroskopija bioloških materialov z visokoenergijskimi ioni*

# ŠTEVILO ŠTIPENDISTOV

1977–2016

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												
... 1982	115	38	100						50	12				315
1983	10	1	5						9		1			26
1984	11	3	7					1	12		1			35
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
<b>SKUPAJ</b>	<b>437</b>	<b>106</b>	<b>434</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>63</b>	<b>479</b>	<b>33</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>48</b>	<b>1681</b>

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

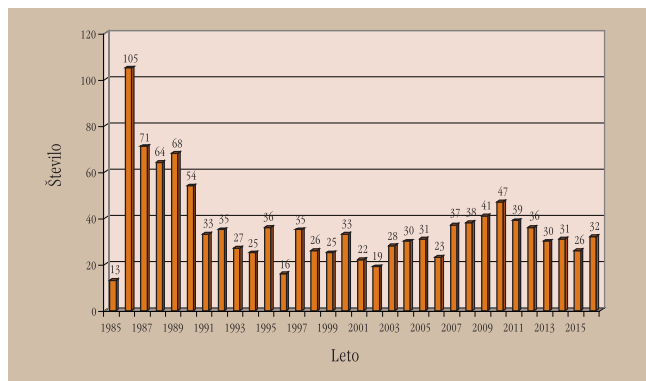
# ŠTEVILO MLADIH RAZISKOVALCEV, SPREJETIH V FINANCIRANJE

1985–2016

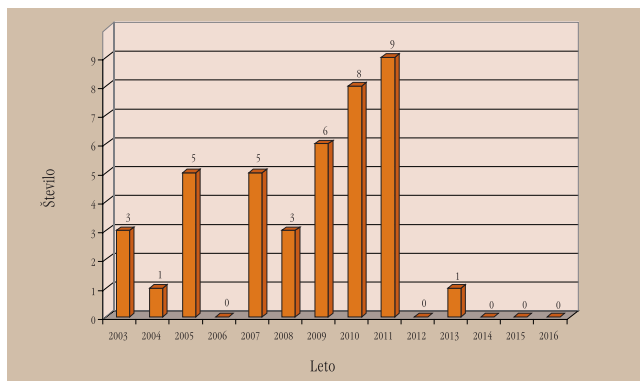
Odsek	Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije				Gospodarstvo	Skupaj
	Magisterij in doktorat	Doktorat	Magisterij	Specializacija	Doktorat	
Odsek za teoretično fiziko (F-1)	4	45	1	2		52
Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2)	14	27	3	2	1	47
Odsek za tanke plasti in površine (F-3)	2	4	2		2	10
Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F-4)		14			2	16
Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)	22	74	5	25	3	129
Odsek za kompleksne snovi (F-7)	2	34	2	3	2	43
Odsek za reaktorsko fiziko (F-8)	11	15	4	2		32
Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9)	13	37			3	53
Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1)	9	16	1	1	2	29
Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3)	13	26	9	6		54
Odsek za elektronsko keramiko (K-5)	3	25	6	3	1	38
Odsek za inženirsko keramiko (K-6)	1	10	3	3	1	18
Odsek za nanostrukturne materiale (K-7)	4	33	3	2	2	44
Odsek za sintezo materialov (K-8)	1	16	4		1	22
Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9)	6	19	5	1	2	33
Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1)	24	53	2	4		83
Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)	4	17	3	1		25
Odsek za biotehnologijo (B-3)	3	13	2	1		19
Odsek za znanosti o okolju (O-2)	34	63	5	2	4	108
Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (E-1)	14	21	18	8		61
Odsek za sisteme in vodenje (E-2)	10	25	10	4	1	50
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3)		3				3
Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E-5)	5	7	3		1	16
Odsek za komunikacijske sisteme (E-6)	15	16	17	1		49
Odsek za računalniške sisteme (E-7)	14	6	6	2	4	32
Odsek za tehnologije znanja (E-8)	14	23	8			45
Odsek za inteligentne sisteme (E-9)	11	12	7	2	5	37
Odsek za reaktorsko tehniko (R-4)	11	11	9	3		34
Center za energetska učinkovitost (CEU)	3	1	18	6	4	32
Center za informatiko in zunajšolsko izobraževanje (CT-1)	6		6	1		13
<b>SKUPAJ</b>	<b>273</b>	<b>666</b>	<b>162</b>	<b>85</b>	<b>41</b>	<b>1227</b>

## ŠTEVILO MLADIH RAZISKOVALCEV, SPREJETIH V FINANCIRANJE

Javna agencija za raziskovalno dejavnost  
Republike Slovenije\*



Gospodarstvo



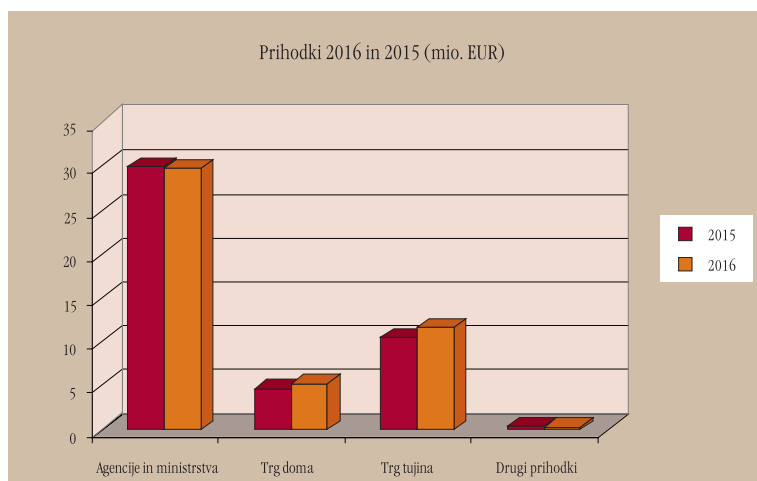
\* Na grafu je skupno število mladih raziskovalcev, sprejetih v financiranje od ARRS, manjše. Razlika je posledica dejstva, da je nekaj mladih raziskovalcev v tem obdobju spremenilo vrsto usposabljanja.

## FINANCE

### PRIHODKI IJS (V EUR) IN ŠTEVILO POGODB

IJS je prihodke pridobil v tekmih z drugimi, domačimi in tujimi, raziskovalnimi organizacijami: 63,4 % na razpisih na državnih ministrstvih in agencijah, 24,7 % na mednarodnih razpisih (pretežno na okvirnih programih EU) in 11,1 % na domačem trgu.

	2016	delež 2016	2015	delež 2015	indeks 2016/2015	št. pogodb v letu 2016
Agencije in ministrstva	29.844.964	63,4 %	29.980.897	65,8 %	99,5	398
Trg doma	5.244.775	11,1 %	4.703.687	10,3 %	111,5	223
Trg tujina	11.645.413	24,7 %	10.535.749	23,1 %	110,5	328
Drugi prihodki	340.525	0,7 %	358.872	0,8 %	94,9	
<b>SKUPAJ</b>	<b>47.075.677</b>	<b>100 %</b>	<b>45.579.205</b>	<b>100 %</b>	<b>103,3</b>	<b>949</b>



# OBJAVE IN DELA

2016

Vir podatkov COBISS

Odsek	Članki		Monografije		Patenti		Doktorati	Magisteriji
	Znanstveni	Strokovni	Znanstvene	Strokovne	Podeljeni	Prijave		
Teoretična fizika (F-1)	97	2		1			3	
Fizika nizkih in srednjih energij (F-2)	79			2	2		1	1
Tanke plasti in površine (F-3)	20	1						
Tehnologija površin in optoelektronika (F-4)	57	1			3			
Fizika trdne snovi (F-5)	116	2	1	6	1	2	2	3
Kompleksne snovi (F-7)	47				4		3	2
Reaktorska fizika (F-8)	68	1		2	1		1	
Eksperimentalna fizika osnovnih delcev (F-9)	161	1					2	1
Anorganska kemija in tehnologija (K-1)	21				1		1	
Fizikalna in organska kemija (K-3)	32				1		3	
Elektronska keramika (K-5)	54				1	3	5	1
Nanostrukturni materiali (K-7)	60	2			1	3	3	
Sinteza materialov (K-8)	20				1		2	
Sodobni materiali (K-9)	22							
Biokemija, molekularna in strukturna biologija (B-1)	30						1	
Molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)	12			1				
Biotehnologija (B-3)	25	2			1		2	
Znanosti o okolju (O-2)	116	2			1		2	
Avtomatika, biokibernetika in robotika (E-1)	53	1						
Sistemi in vodenje (E-2)	35		2	1	1		1	1
Laboratorij za umetno inteligenco (E-3)	34	1		1			1	
Odpri sistemi in mreže (E-5)	22	3	1	1			1	
Komunikacijski sistemi (E-6)	40	1						
Računalniški sistemi (E-7)	17	2	1		1			
Tehnologije znanja (E-8)	102						4	
Inteligentni sistemi (E-9)	68	2	2		1		1	1
Reaktorska tehnika (R-4)	52	3	1	1			2	2
Reaktorski infrastrukturni center (RIC)	8							
Center za mrežno strukturo (CMI)				2				
Center za energetske učinkovitost (CEU)	5	2					1	
Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM)	10						1	
Center za prenos znanja na področju inf. tehn. (CT-3)	2	1						
Izobr. center za jed. tehn. M. Čopiča (ICJT)	6							1
Varstvo pred ionizirajočim sevanjem (SVPIS)	2							
Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)	2							
<b>Institut "Jožef Stefan"</b>	<b>1378</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>42</b>	<b>13</b>

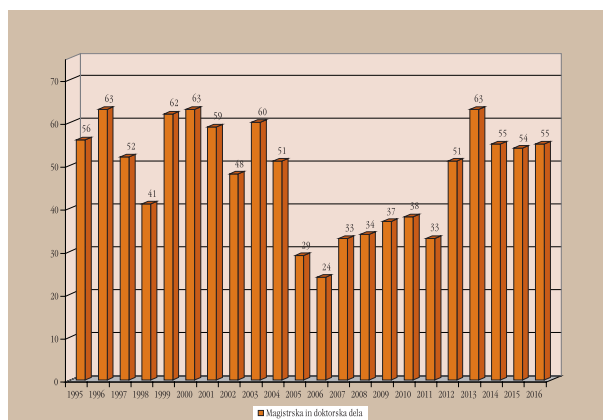


# OPRAVLJENA DOKTORSKA IN MAGISTRSKA DELA

DO 2016

Leto	Doktorati	Magisteriji	Skupaj
...1962	15	6	21
1963	7		7
1964	7	2	9
1965	16		16
1966	2		2
1967		8	8
1968	4	8	12
1969	3	6	9
1970	2	12	14
1971	7	6	13
1972	11	24	35
1973	8	14	22
1974	21	10	31
1975	10	20	30
1976	6	31	37
1977	5	16	21
1978	10	20	30
1979	7	11	18
1980	13	10	23
1981	12	15	27
1982	13	18	31
1983	5	10	15
1984	14	17	31
1985	6	14	20
1986	8	15	23
1987	18	21	39
1988	12	26	38
1989	15	33	48

Leto	Doktorati	Magisteriji	Skupaj
1990	16	41	57
1991	22	47	69
1992	19	42	61
1993	28	36	64
1994	27	37	64
1995	34	22	56
1996	38	25	63
1997	29	23	52
1998	21	20	41
1999	33	29	62
2000	36	27	63
2001	31	28	59
2002	29	19	48
2003	41	19	60
2004	31	20	51
2005	22	7	29
2006	22	2	24
2007	26	7	33
2008	29	5	34
2009	30	7	37
2010	33	5	38
2011	31	2	33
2012	47	4	51
2013	56	7	63
2014	51	4	55
2015	44	10	54
2016	42	13	55
<b>SKUPAJ</b>	<b>1125</b>	<b>881</b>	<b>2006</b>





# NAGRADE IN PRIZNANJA

## NAGRADE REPUBLIKE SLOVENIJE

### Zoisove nagrade in priznanja

**Jernej Fesel Kamenik**

Zoisovo priznanje za dosežke iskanja nove fizike v teoriji osnovnih delcev

## NAGRADE IJS

### Zlati znak Jožefa Stefana

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

**Ljupka Stojčevska Malbašič**

Femtosekundna relaksacijska dinamika v snoveh s kolektivnimi elektronskimi stanji: kupratni in železo-pniktidni superprevodniki ter sistemi z valom gostote naboja

**Miha Grilc**

Kinetika procesa utekočinjanja in katalitske deoksigenacije lignocelulozne biomase

**Dejan Dovžan**

Rekuzivana mehka identifikacija v vodenju in nadzoru procesov

### Častna listina Instituta "Jožef Stefan"

podeljena osebam za uspešno znanstveno in tehnološko sodelovanje:

**Janez Pirš**, znanstveni svetnik

**Janez Škrlec**, član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije



Prejemnik Zoisovega priznanja: prof. dr. Jernej Fesel Kamenik

## DRUGA ODMEVNEJŠA PRIZNANJA RAZISKOVALCEM IJS

**Center za enegetsko učinkovitost**, nagrada TARAS – za uspešno izvedbo projekta koristne izrabe odpadne toplote jeklarske industrije v sistemu daljinskega ogrevanja na Ravnah na Koroškem, ki je priznanje za najuspešnejše sodelovanje gospodarstva in znanstvenoraziskovalnega okolja

**Odsek za tehnologije znanja**, posebno priznanje za uspešno sodelovanje z Odborom za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije ter zanimivo predstavitev Odseka za tehnologijo znanja Instituta »Jožef Stefa« na Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti v Celju

**Ines Bantan, Joži Prašnikar, Helena Razpotnik** iz ETI, d. d., **Danjela Kuščer, Janez Holc** iz IJS K-5, srebrno priznanje za inovacijo »Neporozni kordieritni material C410 za elektrotehniko«, Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje, 8. 6. 2016

**Darko Belavič**, zaslužni član Elektrotehniške zveze Slovenije, Ljubljana, 5. 2016. Predlagatelj: Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale MIDEM

**Blaž Belec**, 3. mesto za najboljšo ustno predstavitev na 8. Študentski konferenci MPŠ, 31. 5.–1. 6. 2016, Ljubljana. Nagrado je podelilo društvo SATENA – znanost pred mikrofonom; delo: Building thick spinel iron oxide layer onto the hexaferrite core nanoparticles using multiple co-precipitation of iron ions.

**Blaž Belec**, 1. nagrada za najboljši prispevek na 8. Študentski konferenci MPŠ, 31. 5. 2016, Ljubljana. Delo: Building thick spinel iron oxide layer onto the hexaferrite core nanoparticles using multiple co-precipitation of iron ions

**Janez Bonča**, delo v Nature Physics: Počasni posnetek elektronske kvantne dinamike, objavljeno v letu 2015, je bilo lani izbrano v okviru predstavitev Odlični v znanosti.



Prejemniki zlatega znaka Jožefa Stefana: dr. Ljupka Stojčevska Malbašič, dr. Miha Grilc, dr. Dejan Dovžan, ter prof. dr. Jadran Lenarčič, prof. dr. Miro Cerar, prof. dr. Radovan Stanislav Pejovnik

**Andraž Bradeško**, Best poster award (nagrada za najboljši poster), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), ISAF/ECAPD/PFM Conference 2016 – IEEE, Darmstadt, Nemčija, 21.–25. 8. 2016

**Martin Breskvar, Dragi Kocev, Jurica Levatič, Aljaž Osojnik, Matej Petkovič, Nikola Simidjievski in Bernard Ženko** so zmagali na tekmovanju Evropske vesoljske agencije ESA Mars Express Power Challenge z zasnovano najboljšo rešitve za napovedovanje porabe električne energije na vesoljski sondi.

**Primož Cigoj**, nagrada za drugo najboljšo inovacijo in poslovni predlog: »Produkt MUPOSS«, 9. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij, Brdo pri Kranju

**Oriol Costa Garrido**, nagrada za najboljšo predstavitev ustreznih raziskav na jedrskem področju (Konferenca ENC 2016, Varšava, Poljska), European Nuclear Education Network, Life-time predictions accuracy of the thermally fatigued pipes under turbulently mixing fluids

**Oriol Costa Garrido**, nagrada za najboljši poster (konferenca ICON24, Charlotte, ZDA), American Society of Mechanical Engineers, Probabilistic prediction of fatigue life of pipes under turbulent fluid mixing

**Klara Čebular**, nagrada za predstavitev posterja na 6th International IUPAC Conference on Green Chemistry, Benetke, Italija, september 2016

**Sašo Džeroski**, dopisni član Makedonske akademije znanosti in umetnosti, je bil izvoljen za rednega člana Evropske akademije znanosti (Academia Europaea).

**Lovro Fulanovič**, SHAPING VI, Student poster award winner (nagrada za najboljši poster), Montpellier, Francija, 20. 7. 2016

**Urška Gabor**, nagrada za najboljšo govorno predstavitev v sekciji mladih raziskovalcev na 24. Mednarodni konferenci o materialih in tehnologijah, Portorož, Inštitut za kovinske materiale in tehnologije; naslov prispevka: „Different approaches to avoiding lead deficiency in PMN-PT thin films“

**Ana Gantar, Nataša Drnovšek, Rok Kocen, Saša Novak**, posebna nagrada za inovacijo za gospodarstvo »SilkPatch – Inovativna rešitev za kronične kožne rane«, 9<sup>th</sup> International Technology Transfer Conference & Innovation Day 2016, Brdo pri Kranju, 21. 9. 2016

**Tanja Goršak**, nagrada za najboljšo predstavitev: »Znanost pred mikrofonom«, Ljubljana, 8. Študentska konferenca, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana 31. 5.–1. 6. 2016, Ljubljana. Delo: The formation of silica coatings on barium hexaferrite nanoparticles and functionalization with 3-aminopropyl silane

**Tadej Holler**, nagrada za najboljši prispevek (konferenca ICON24, Charlotte, ZDA), American Society of Mechanical Engineers, Large-scale homogeneous hydrogen-air-steam deflagration experiment simulated using two turbulent flame speed closure models

**Matjaž Humar**, nagrada za najboljši plakat na prestižnem srečanju Lindau Nobel Laureate Meetings, Lindau, Nemčija. Plakat Matjaža Humarja je predstavil njegovo delo z mikrolaserjem, ki mu ga je uspelo vgraditi v človeško celico; hkrati je pokazal, da maščobne celice v človekovem telesu že same po sebi vsebujejo laserje.

**Tanja Kaiba**, Prešernova nagrada, Ljubljana, Slovenija, 6. 12. 2016, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, za delo Odziv fizijskih in ionizacijskih celic v reaktorju TRIGA na IJS

**Janez Kokalj, Matjaž Leskovar, Mitja Uršič**, nagrada za najboljši poster (konferenca NENE 2016, Portorož), Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije, Modelling of Debris Bed Collability in Bottom Reflooding Conditions with MC3D

**Bor Kos**, nagrada za najboljši prispevek mladega avtorja, Portorož, Slovenija, Komisija za izbor najboljšega prispevka mladega avtorja na Mednarodni konferenci NENE 2016, Portorož, 5.–8. 9. 2016, za prispevek »Variance Reduction of Fusion and Fission Neutron Transport Problems using the ADVANTG Hybrid Code« v soavtorstvu z Ivanom A. Kodelijem

**Tomaž Kos, Tadej Rojac** (somentor), Prešernova nagrada Fakultete za elektrotehniko, Ljubljana, 6. 12. 2016

**Tomaž Kos**, Prešernova nagrada Univerze v Ljubljani, Fakultete za elektrotehniko za samostojno delo: Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov

**Nina Kostevšek**, nagrada za najboljša predavanja mladih raziskovalcev na 2<sup>nd</sup> International Symposium on Nanoparticles-Nanomaterials and Applications (ISN2A-2016), Lizbona, Portugalska, 8.–21. 1. 2016. Naslov prispevka: „Multimodal hybrid FePt/SiO<sub>2</sub>/Au nanoparticles for nanomedical applications: new synthesis approach for improved magnetic and optical properties“ (soavtorji: Saša Šturm, Igor Serša, Ana Sepe, Matjaž Spreitzer, Spomenka Kobe, Kristina Žužek Rožman)

**Matic Kunšek**, certifikat European master of nuclear engineering (Generalna konferenca IAEA, Dunaj, Avstrija), European Nuclear Education Network

**Ingrid Milošev**, Preglova nagrada Kemijskega inštituta za izjemne dosežke na področju kemije

**Matej Petkovič**, fakultetna Prešernova nagrada Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani za magistrsko delo z naslovom „Ocenjevanje pomembnosti zveznih značilk z metodo ReliefF“, ki ga je izdelal pod mentorstvom Saša Džeroskega.

**Rudolf Podgornik**, "Sackler Scholar", Israel, Mortimer and Raymond Sackler Institute of Advanced Studies, Tel Aviv University v šolskem letu 2016/2017, izbran zaradi "odličnosti na svojem področju raziskav"



Prejemnika častne listine IJS: g. Janez Škrlec in dr. Janez Pirš, ter prof. dr. Barbara Malič

**Vid Podpečan**, priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju za leto 2016, ki mu ga je podelila Slovenska znanstvena fundacija za vsestransko promoviranje robotike, še zlasti za uporabo humanoidnega robota med mladimi ljudmi.

**Luka Snoj**, ime meseca na radiu Val 202, junij 2016, Ljubljana, Slovenija, nagrado je podelila RTV Slovenija, radio Val 202

**Stanislav Strmčnik**, priznanje zaslužni profesor Univerze v Novi Gorici za pomemben prispevek k razvoju znanstvene dejavnosti ter vzorno opravljanje pedagoškega in mentorskega dela

**Luka Suhadolnik**, 3. nagrada za najboljši govorni prispevek na 24. mednarodni konferenca o materialih in tehnologijah, Portorož, Slovenija, 28.-30. 9. 2016. Naslov nagrajenega prispevka: Optimization of Photoelectrocatalytic Activity of TiO<sub>2</sub>-based Microreactor (soavtorji: Andrej Pohar, Blaž Likozar in Miran Čeh)

**Martin Štefanič**, pečat odličnosti, Bruselj, Belgija, Evropska komisija, predlog projekta NanoDryCell: Nanoparticle-assisted desiccation of mesenchymal stem cells for the "off-the-shelf" allogeneic cell therapy

**Aleš Švigelj, Kemal Alič, Radovan Srnc**, The Best Paper Award of the IEEE ComSoc Technical Committee on Communications Systems Integration and Modeling, »Network traffic modeling for load prediction: a user-centric approach«, IEEE Network, IEEE Globecom 2016, Washington, ZDA, december 2016

## PODELJENI PATENTI

- Device for high-frequency gas plasma excitation  
Alenka Vesel, Miran Mozetič, Rok Zaplotnik  
DE112012000015 (B4), Deutsches Patent- und Markenamt, 21. 4. 2016
- Method for lightening or eradicating pigments in human skin  
Matjaž Lukač, Zdenko Vižintin, Boris Cencič  
US9254174 (B2), US Patent Office, 9. 2. 2016
- Kroglasti tekočekristalni laser  
Igor Mušević, Matjaž Humar  
US9263843 (B2), US Patent Office, 16. 2. 2016
- System and method for gradient assisted non-connected automatic region (GANAR) analysis  
P. E. Galavis, Bhudatt R. Paliwal, James E. Holden, Robert Jeraj  
US9355447 (B2), US Patent and Trademark Office, 31. 5. 2016
- Reducing oscillations in a control system  
Janko Petrovčič, Damir Vrančič  
EP2356522 (B1), European Patent Office, 6. 1. 2016
- A process for a preparation of marbofloxacin and intermediate thereof  
Rok Zupet, Jernej Iskra, Miloš Ružič, Anica Pečavar, Ivanka Kolenc, Jože Pucelj, Igor Plaper  
EP2501680 (B1), European Patent Office, 10. 2. 2016
- Micro/nano region liquid crystal alignment method and system thereof based on laser direct writing  
Xinzheng Zhang, Jingjun Xu, Wei Li, Irena Drevenšek Olenik, Wei Cui, Bin Shi, Zhenhua Wang, Qiang Wu, Yongfa Kong  
CN103995394 (B), Chinese Patent Office, 17. 8. 2016
- Preklopni elementi na osnovi makroskopskih kvantnih stanj in metode njihovega delovanja  
Igor Vaskivskiy, Dragan Mihailović, Ian Mihailović  
SI24776 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 1. 2016
- Naprava in postopek za zajem in prenos signalov  
Gregor Papa, Barbara Koroušič-Seljak, Marko Pavlin  
SI24792 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 2. 2016
- Metoda in sistem za zaznavo osebe, ki vozi vozilo in hkrati uporablja prenosno računalniško napravo  
Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek  
SI24796 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 2. 2016
- REAKTOR  
Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič  
SI24802 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 3. 2016
- Kotno občutljiva kamera gama z rotacijsko obstrukcijo  
Matjaž Vencelj, Larisa Hosnar, Klemen Bučar, Janez Burger  
SI24818 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 3. 2016
- Metoda za čiščenje s telesno tekočino onesnaženih medicinskih vsadkov in pripomočkov z uporabo atomarnega kisika  
Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič  
SI24840 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 4. 2016
- Metoda za barvanje titana in titanovih zlitin  
Gregor Filipič, Kristina Eleršič, Darij Kreuh, Janez Kovač, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič  
SI24851 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 4. 2016
- Postopek za izboljšanje delovanja silicijevih fotopomnoževalk v režimu nakopičenih bliskov in naprava  
Matjaž Vencelj, Miha Cankar, Andrej Likar  
SI24863 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 4. 2016
- Postopek impregnacije in pritrditve mikroorganizmov v porozne materiale  
Aleš Lapanje  
SI24910 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 7. 2016
- Postopek za sintezo molibdenovih karbidov v obliki kvazi enodimenzionalnih struktur  
Andrej Kovič, Adolf Jesih, Aleš Mrzel  
SI24925 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 8. 2016
- Zmes naravnih polifenolov iz lesa bele jelke za zmanjšanje postprandialne glukoze  
Tadej Rejc, Uroš Petrič, Jana Debeljak, Toni Brevec, Polonca Ferk, Mojca Lunder, Irena Roškar, Borut Štrukelj, Samo Kreft  
SI24984 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 30. 11. 2016
- Postopek za uravnavanje mlečnokislinske fermentacije pri proizvodnji vina z magnetnim izločanjem bakterij  
Peter Dušak, Marin Berovič, Darko Makovec  
SI24998 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 30. 11. 2016

# PRENOS ZNANJA

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.

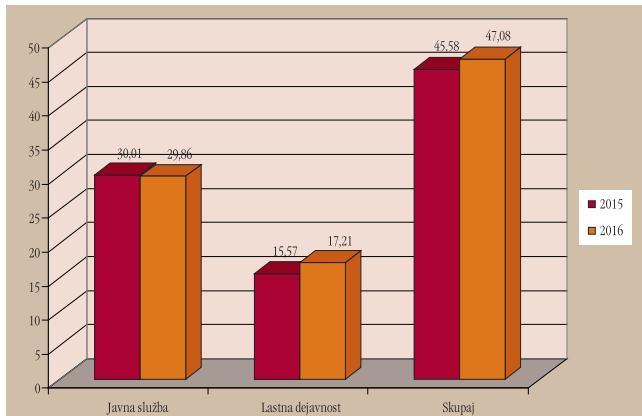
## NAROČNIKI IN FINANCERJI PROJEKTOV V LETU 2016

1. Adriaplin, d. o. o., Ljubljana
2. Adriatic Slovenica zavarovalna družba, d. d., Ljubljana
3. Akos, Ljubljana
4. Amebis, d.o.o., Kamnik
5. Arao, Ljubljana
6. Banka Intesa Sanpaolo, d. d., Koper - Capodistria
7. Bioiks, d. o. o., Ljubljana
8. C & G, d. o. o., Ljubljana
9. Center za idrijsko dediščino, Idrija
10. Chemass, d. o. o., Ljubljana
11. Cmepius, Ljubljana
12. Cosylab, laboratorij za kontrolne sisteme, d. d., Ljubljana
13. Časnik Finance, d. o. o., Ljubljana
14. Domel, d. o. o., Železniki
15. DRI upravljanje investicij, d. o. o., Ljubljana
16. Društvo Transparency International Slovenia, Ljubljana
17. Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana
18. Eles, d. o. o., Ljubljana
19. Elgoline, d. o. o., Cerknica
20. Erico, d. o. o., Velenje
21. Flexatec, d. o. o., Ljubljana
22. Fotona, d. o. o., Ljubljana
23. Gen energija, d. o. o., Krško
24. Generali zavarovalnica, d. d., Ljubljana
25. Golea, Nova Gorica
26. Gorenje gospodinjiski aparati, d. d., Velenje
27. Hidria Rotomatika, d. o. o., Spodnja Idrija
28. Inea, d. o. o., Ljubljana
29. Informa Echo, d. o. o., Ljubljana
30. Institut za ekološki inženiring, d. o. o., Maribor
31. Ios, inštitut za okoljevarstvo in senzorje, d. o. o., Maribor
32. IPD Med, d. o. o., Šentjernej
33. JP CCN Domžale-Kamnik, d. o. o., Domžale
34. Kemomed, d. o. o., Kranj
35. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
36. KMZ - Zalar Miran, s. p., Ljubljana
37. Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka
38. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
39. Komunalna Novo mesto, d. o. o., Novo mesto
40. Lek, d. d., Ljubljana
41. LPKF Laser & Electronics, d. o. o., Naklo
42. L-TEK, d. o. o., Šentjernej
43. Medens, d. o. o., Mozirje
44. Merck, d. o. o., Ljubljana
45. Metronik, d. o. o., Ljubljana
46. Ministrstvo za finance, Ljubljana
47. Ministrstvo za infrastrukturo, Ljubljana
48. Ministrstvo za notranje zadeve, Ljubljana
49. Ministrstvo za obrambo, Ljubljana
50. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana
51. Ministrstvo za pravosodje, Ljubljana
52. Ministrstvo za zdravje, Ljubljana
53. NELA, razvojni center, d. o. o., Železniki
54. Nuklearna elektrarna Krško, d. o. o., Krško
55. Občina Zagorje ob Savi, Zagorje ob Savi
56. Optotek, d. o. o., Ljubljana
57. Petrol, d. d., Ljubljana
58. Petrol Energetika, proizvodnja in distribucija energetskih medijev, d. o. o., Ravne na Koroškem
59. Plinovodi, d. o. o., Ljubljana
60. Podkrižnik, d. o. o., Ljubno ob Savinji
61. Quintelligence, d. o. o., Ljubljana
62. Razvojni center eNeM Novi Materiali, d. o. o., Zagorje ob Savi
63. Robotina, d. o. o., Kozina
64. Sanolabor, d. d., Ljubljana
65. Saving trgovina in storitve, d. o. o., Ljubljana
66. SCAN, d. o. o., Preddvor
67. Slovensko biokemijsko društvo, Ljubljana
68. Slovensko društvo ljubiteljev kemije, Ljubljana
69. Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana
70. Studio Moderna, d. o. o., Zagorje ob Savi
71. Swatycomet, d. o. o., Maribor
72. Špica international, d. o. o., Ljubljana
73. TECOS, Celje
74. Unicredit banka Slovenija, d. d., Ljubljana
75. Univerza v Ljubljani, Ljubljana
76. Univerza v Mariboru, Maribor
77. Univerzitetni rehabilitacijski inštitut, Ljubljana
78. Ustna medicina, d. o. o., Ljubljana
79. Vacutech, vakuumske tehnologije in sistemi, d. o. o., Ljubljana
80. XLAB, d. o. o., Ljubljana
81. Yaskawa Slovenija, d. o. o., Ribnica
82. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana
83. ZEL-EN, d. o. o., Krško
84. Zmas Group, d. o. o., Ljubljana
85. ZVD Zavod za varstvo pri delu, d. o. o., Ljubljana-Polje

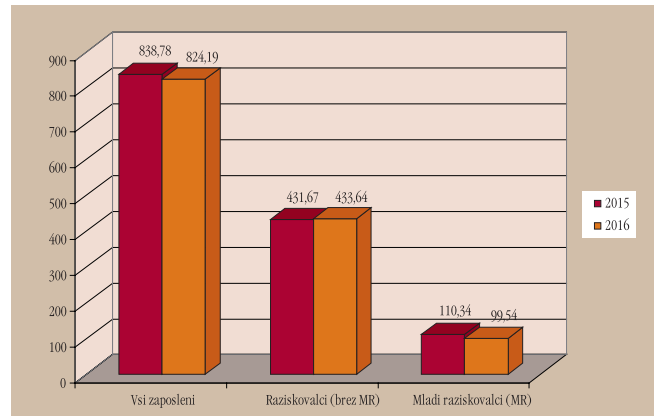
# INSTITUT V ŠTEVILKAH

2015-2016

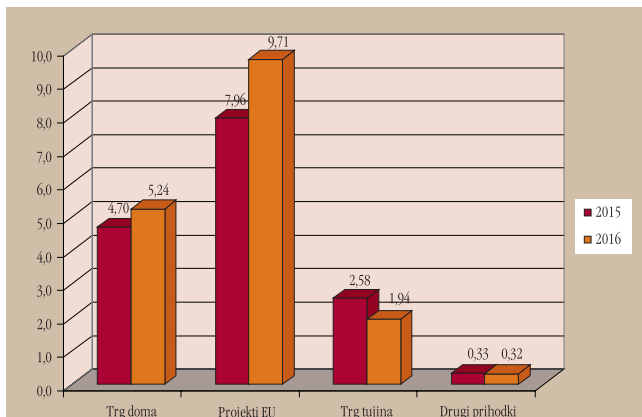
PRIMERJAVA PRIHODKOV (MIO. EUR)



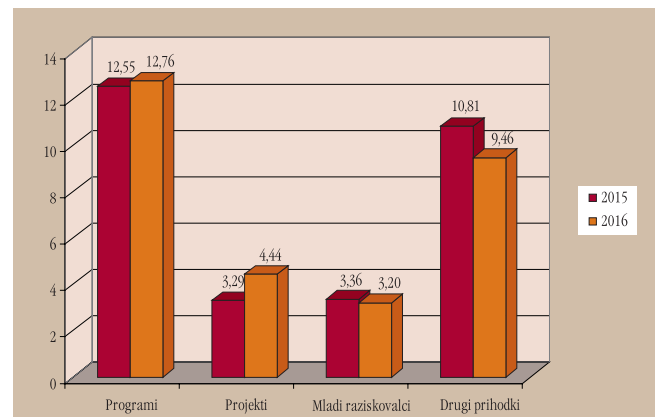
ŠTEVILO ZAPOSLENIH PO KAPACITETAH



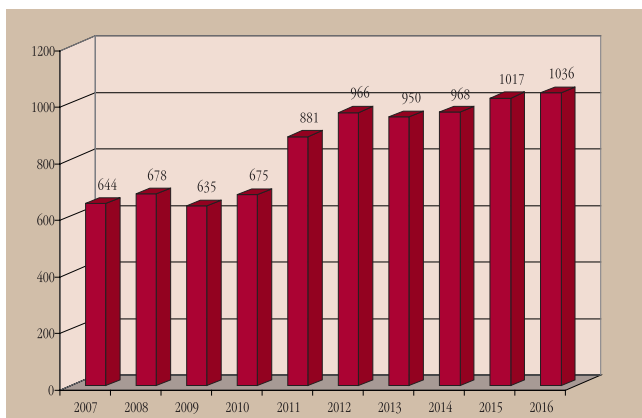
PRIHODEK IZ LASTNE DEJAVNOSTI (MIO. EUR)



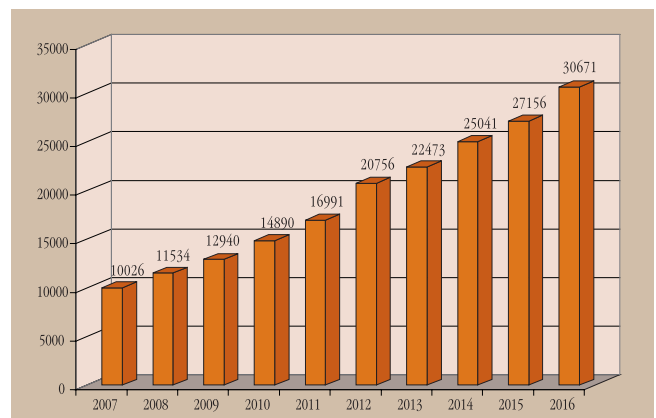
PRIHODKI JAVNE SLUŽBE (MIO. EUR)



ŠTEVILO OBJAV V WEB OF SCIENCE\*



ŠTEVILO CITATOV V WEB OF SCIENCE\*



\* Podatki pridobljeni 19. 7. 2017

\* Podatki pridobljeni 19. 7. 2017



# RAZISKOVALNI ODSEKI

---





**Sodelavci programske skupine za TEORIJO JEDRA, OSNOVNIH DELCEV IN POLJ smo v letu 2016 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.**

V formalizmu sklopljenih kanalov smo računali sipanje pionov in elektroprodukcijo mezonov v kanalih eta N, K Lambda in K sigma v modelu oblačne vreče s simetrijo SU(3). Brez dodatnih prostih parametrov za čudne hadrone smo v parcialnih valovih P11, P13, P33 in S11 dobili dobro ujemanje z najnovejšo fenomenološko analizo. Pokazali smo, da v našem modelu lahko ugotovimo proste parametre modela z enim samim vzbujenim kvarkom.

V začetku leta 2016 je eksperiment D0 objavil odkritje eksotičnega hadrona X(5568), ki naj bi bil sestavljen iz štirih kvarkov različnih okusov. Napravili smo prvo *ab initio* teoretično študijo ustreznega sipalnega kanala  $B_s \pi$  z uporabo kromodinamike na mreži. Hadrona X(5568) nismo našli, kar je v skladu z eksperimentom LHCb.

Analizirali smo eksperimentalne namige o obstoju dvofotonske resonance na LHC pri invariantni masi fotonov 750 GeV ter jih interpretirali v obliki tvorbe novega bozonskega delca. Podrobneje smo preučili tudi omejitve na perturbativne interpretacije signala, ki izhajajo iz razmer izračunljivosti in unitarnosti. V okviru efektivne teorije polja smo pokazali tudi, da mora v splošnem dana resonanca razpasti tudi v vsaj dve dodatni stanji izmed ZZ, Z foton ter WW. Identificirali smo tudi najbolj uporabne opazljivke, ki bi lahko razločile med različnimi interpretacijami dvofotonske resonance. Končno smo signal raziskali v kontekstu modelov z dodatnimi ukrivljenimi dimenzijami, kjer polja standardnega modela propagirajo v dodatno dimenzijo, kot tudi v obliki vezanega stanja nove močne interakcije z dodatnimi masivnimi fermioni. Bolj splošno smo študirali lahke delce spina 0 in poudarili, da bi jih lahko iskali v eksperimentu LHCb v obliki dvomionskih resonanc.

Poskusili smo razložiti hipotetično stanje pri energiji 750 GeV, ki so ga zaznali na LHC-pospeševalniku s skalarjem iz upodobitve dimenzije 24. grupe SU(5), ki poenoti vse interakcije Standardnega modela. Produkcija in razpad v dva fotona potekata na račun izmenjave skalarnih multipletov  $S_3$  in  $R_2$ , ki se transformirata kot (3, 3, -1/3) in (3, 2, 7/6) glede na  $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ .

Ukvarjali smo se z mezoni  $B_s$ , katerih obstoj napove kvantna kromodinamika na mreži. Struktura teh stanj še ni razjasnjena in zato smo raziskali razpade mezonov  $B_s$  s pozitivno parnostjo v stanja mezonov negativne parnosti  $B_s$  in en oziroma dva mezona pi. Uporabili smo kiralno perturbacijsko teorijo za težke mezone.

Ugotovili smo, da skalarni leptokvark s hipernabojem  $Y = 1/6$ , ki interagira z desnoročnim nevtrinom, lahko uspešno opiše obe anomaliji v fiziki mezonov  $R_K^{\text{exp}} < R_K^{\text{SM}}$  in  $R_D^{\text{exp}} > R_D^{\text{SM}}$ . Sedanje meritve pri nizkih energijah omogočajo obstoj modela in ugotavljamo, da je predlagani model mogoče eksperimentalno preveriti.

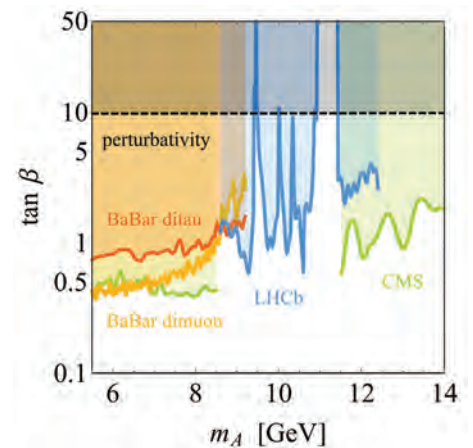
Pokazali smo, da lahko kršitev leptonske univerzalnosti, kot jo je opazil LHCb v razpadu  $B \rightarrow Kll$ , pojasni leptokvark s spinom 1 in maso okrog 1 TeV/c<sup>2</sup>. Tudi opažena kršitev leptonske univerzalnosti med semitauonskimi  $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$  in semileptonskimi razpadi z lahkim leptonom  $B \rightarrow D^{(*)} l \nu$  (pri eksperimentih BaBar, Belle, LHCb) se da razložiti s prisotnostjo istega leptokvarka. Ekonomičnost razlage obeh anomalij z enim samim stanjem je omogočila številne napovedi, kot so npr. procesi s kršenim leptonskim okusom. Isto stanje vektorskega leptokvarka je bilo predmet sistematične študije povezave med kršeno univerzalnostjo leptonov v procesu  $B \rightarrow Kll$  in kršitvijo leptonskega okusa.

V vabljenem preglednem članku »Fizika leptokvarkov v preciznih poskusih in trkalnikih delcev« smo predstavili obsežen pregled fizike leptokvarkov. Diskusija zajema razširitev Standardnega modela, ki napove leptokvarke in se v nadaljevanju osredini na scenarije z leptokvarki, ki ohranjajo barionsko število. Za takšna stanja smo predstavili pomembne omejitve iz preciznih meritev pri nizkih in visokih energijah, kot tudi vpliv leptokvarkov na fiziko Higgsovega bozona in iskanja leptokvarkov na hadronskih trkalnikih.

Raziskali smo spontani zlom  $U(1)_d$  umeritvene simetrije s temnim Higgsom, ki interagira le z muoni. Naš prvi cilj je preveriti, kako novi temni Higgs  $\phi$  in temni umeritveni bozon V sočasno razložita razhajanja med opaženimi in napovedmi Standardnega modela v primerih



Vodja:  
**prof. dr. Svjetlana Fajfer**



Slika 1: 95 % CL (stopnja zaupanja) meja na  $\tan \beta$  v modelu THDMII. Modra črta označuje mejo iz produkcije  $Y(n)$  bozonov v okviru eksperimenta LHCb, zelena črta izhaja iz iskanja dvomionskih resonance v okviru eksperimenta CMS, medtem kot rumena in oranžna črta označujeta meje kolaboracije BaBar na radiacijske razpade resonance  $Y(1)$  v dvomionskem in dvotauonskem kanalu. Meja na  $\tan \beta$  iz perturbativnosti je prikazana s črno prebrgano črto. Vse osenčene površine so izključene.

anomalnega magnetnega momenta muona in protonskega radija. Po predpostavki, da bozon  $V$  lahko razpade v elektron in pozitron, smo ugotovili velikost parametrskega prostora iz opazljivk pri razpadih mezona  $K$  in leptona  $\tau$ . V našem scenariju smo se osredinili na območje mase temnega Higgsa manjše od  $2\ \mu\text{m}$  (od nekaj MeV do 250 MeV) in  $Z$ , ki se meša s fotonom relativno šibko, reda  $\approx O(10^{-3})$ .

Omejili smo mehke člene minimalnega supersimetričnega standardnega modela tipično 100 TeV in mali  $\tan(\beta)$ . Odkrili smo, da zmanjšajo popravki praga v supersimetričnem modelu  $SU(5)$  z manjkajočim partnerjem za 60 % protonski razpad v kanalu  $D = 6$ . Pravilno smo reproducirali mase in mešalne kote fermionov v supersimetričnem modelu  $SO(10)$  z eno samo Yukawovo matriko in dodatno upodobitev 16. S primerjanjem podatkov smo potrdili hipotezo o skritih residualnih simetrijah v Yukawovem sektorju teorij  $SO(10)$ . Preverili smo možnost eksistence ultravijolične fiksne točke v supersimetričnih teorijah  $SO(10)$  in našli nekaj (še ne popolnoma realističnih) kandidatov.

Preiskovali smo skalarni sektor minimalnega levo-desnega modela na TeV-skali. Diskutirali smo o stabilnosti in perturbativnosti efektivnega potenciala in jih združili z omejitvami nizkoenergijskih procesov. Prav tako smo

izpeljali spodnje meje na tripletne skalarje: levoročni triplet omejujejo t. i. poševni parametri, desnoročno dvojno nabito komponento pa Higgsovi razpadi v dva fotona ter v foton  $Z$ . Sedanje omejitve niso naklonjene opažanju tripletov na LHC, dokler je  $WR$  v dosegu.

Pokazali smo, kako je mogoče relativistične membrane (p-brane) opisati z akcijo, katere variacija da enačbo geodezije v neskončno dimenzionalnem membranskem prostoru z določeno metriko. Po analogiji s splošno teorijo relativnosti smo predpostavili, da je ta metrika lahko dinamična spremenljivka. Teorijo smo nato kvantizirali za primer ravne metrike in tako dobili zvezen sistem neodvisnih skalarnih polj. Z vključitvijo ustrezne interakcije med polji pa smo dobili v efektivni klasični teoriji enačbe gibanje p-brane.

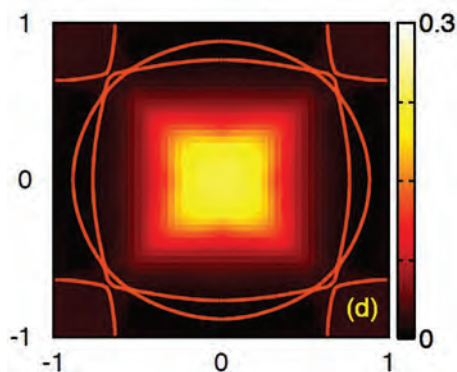
**Analizirali smo eksperimentalne namige o obstoju dvofotonske resonance na LHC pri invariantni masi fotonov 750 GeV ter jih interpretirali v obliki tvorbe novega bozonskega delca. V vabljenem preglednem članku smo predstavili obsežen pregled fizike leptokvarkov, tj. delcev, ki lahko spreminjajo kvarke v leptone in obratno. Nadaljevali smo študij perturbativnih in neperturbativnih posledic teorij velikega poenotenja.**

Najpomembnejša objava v preteklem letu

1. Doršner, Ilja, Fajfer, Svjetlana, Greljo, Admir, Kamenik, Jernej, Košnik, Nejc. Physics of leptoquarks in precision experiments and at particle colliders. Physics reports, ISSN 0370-1573. [Print ed.], [in press] 2016, 68 str., doi: 10.1016/j.physrep.2016.06.001. [COBISS.SI-ID 29636903]

**Sodelavci skupine za TEORIJO TRDNE SNOVI IN STATISTIČNO FIZIKO smo raziskovali ravnovesne in neravnovesne lastnosti trdnih snovi z močno koreliranimi elektroni nanosistemov ter vedenje kompleksnih sistemov.**

V teoriji koreliranih elektronov smo nadaljevali študij kvantnih sistemov zunaj ravnovesja. Obravnavali smo problem identifikacije narave bozonskih ekscitacij, ki so močno sklopljene z nosilci naboja. Pokazali smo, da je s časovno ločljivimi optičnimi eksperimenti mogoče razločiti med fononskimi oziroma spinskimi vzbuditvami. Ta možnost temelji na dejstvu, da lahko fononske prostostne stopnje absorbirajo veliko energije, zato ostaja relaksacijski čas skoraj neodvisen od absorbirane energije. Po drugi strani pa imajo spinske prostostne stopnje omejen energijski spekter, kar vodi pri višji energiji vzbuditve do počasnejše relaksacije. Zelo aktualna teoretična tema neravnovesne kvantne mehanike je večdelčna lokalizacija, ki predvideva neergodično vedenje v neurejenih sistemih tudi ob prisotnosti interakcije med delci. Skupaj s tujimi sodelavci smo raziskali več aspektov tega pojava. V standardnem modelu fermionov brez spina smo z numeričnimi metodami pokazali na eksponentno poemanje prevodnosti z neredom, pa tudi na univerzalno dinamiko v bližini prehoda v neergodično fazo. Pri sklopljenih enakih verigah smo ugotovili, da lokalizacija ne nastane, kar se sklada z eksperimenti pri neurejenih sistemih hladnih atomov. Slednji simulirajo sicer Hubbardov model z neurejenimi potenciali in so bili motivacija za študijo, ki je pokazala, da se spini v takem modelu vedejo ergodično kljub močnem neredu, medtem ko se naboji lahko lokalizirajo. Preučevali smo proces termalizacije elektrona, sklopljenega z optičnimi fononi, in pokazali, da se pričakovane vrednosti približajo v Gibbsovem ravnovesju.



Slika 2: Fermijska površina v Brillouinovi coni plastovitega rutenata  $Sr_2RuO_4$ . Z barvo je prikazana vrednost matričnega elementa, ki vodi do večjega prispevka vrzeli k toku prečno na plasti in s tem ojači Seebeckov koeficient.

V okviru problematike kvantnih nečistoč in nanosistemov smo raziskali spektre magnetnih nečistoč v superprevodnikih pri končnih temperaturah. Posledica nečistoč so Shiboova stanja, ki imajo v reži končno širino, ki nastane pri eksperimentih zaradi opravljanja meritev s tunelsko sondo v normalnem stanju zaradi šuma, pa tudi zaradi učinkov interakcije med elektroni, na kar

smo se osredinili. Preučili smo senčenje lokalnih momentov s Kondovim mehanizmom v ekstremni situaciji, ko je kemijski potencial v neposredni bližini singularnosti gostote stanj. Ugotovili smo, da nastalo potencialno sipanje močno vpliva na renormalizacijo izmenjalne sklopitvene konstante. Izpeljali smo tudi točno rešitev za časovno odvisno valovno funkcijo, ki pomeni kvantni bit v obliki Kramersovega dubleta. Tako stanje je mogoče premikati po obroču, kar vodi do transformacije kvantnega bita in omogoča uporabo v kvantnem računalništvu.

Pri raziskavah transportnih lastnosti snovi s koreliranimi lastnostmi smo analizirali termoelektrični pojav in povezavo z entropijo v  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ . V sodelovanju z eksperimentalno skupino smo obravnavali optično prevodnost na teraherčnih skalah v rutenijevih perovskitih. Implementirali smo izračun optične prevodnosti v načinu LDA+DMFT. Raziskali smo vedenje transportnih lastnosti dopiranih Mottovih izolatorjev in njihovo vedenje kot slabih kovin. V sodelovanju z laboratorijem za dielektrično spektroskopijo smo analizirali dielektrični odziv keramičnega sistema BZT.

V okviru raziskav statistične fizike kompleksnih sistemov in omrežij smo preučevali naravo kolektivnih fluktuacij z multifraktalno analizo časovnih vrst in algebrsko topologijo grafov, ki pomenijo prehode med stanji v faznem prostoru. Raziskali smo lastnosti fluktuacij, ki pripeljejo do izboljšane prevodnosti v nanodelčnih sklopih ter fluktuacije v bližini dinamičnih prehodov. Pri empiričnih podatkih s portala Mathematics smo preučevali rast inovativnosti v samoorganiziranih procesih ustvarjanja znanja z vprašanji in odgovori. Analizirali smo tudi višje topološke strukture v multimožganskih omrežjih, ki jih konstruiramo iz EEG-podatkov, simultano posnetih v procesu komunikacij med udeleženci, in pokazali na pomembnost kakovosti razumevanja komunicirane vsebine.

---

**Pokazali smo, da se v modelu neurejene Hubbardove verige, ki opisuje eksperimente na hladnih atomih, spinske prostostne stopnje kljub močnem neredu vedejo ergodično, medtem se naboji lahko lokalizirajo.**

---

## Najpomembnejši objavi v preteklem letu

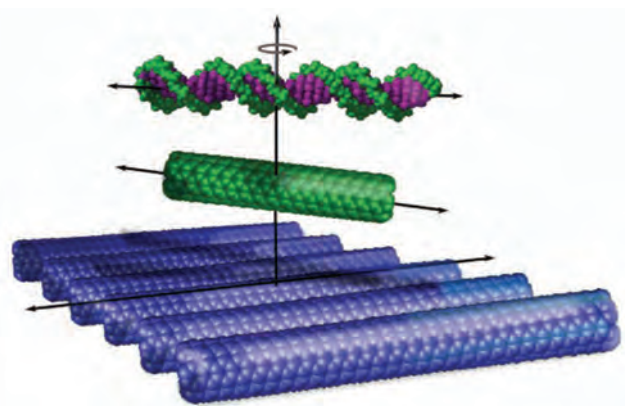
1. Mravlje, Jernej, Georges, Antoine. Thermopower and entropy : lessons from  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ . Physical review letters, ISSN 0031-9007. [Print ed.], 117 (2016) 3, 036401-1–036401-5, doi: 10.1103/PhysRevLett.117.036401. [COBISS.SI-ID 30007591]
2. Kogoj, Jan, Mierzejewski, Marcin, Bonča, Janez. Nature of bosonic excitations revealed by high-energy charge carriers. Physical review letters, ISSN 0031-9007. [Print ed.], 117 (2016) 22, 227002-1–227002-5, graf. prikazi, doi: 10.1103/PhysRevLett.117.227002. [COBISS.SI-ID 3041124]

## **Sodelavci programske skupine za BIOFIZIKO IN MEHKO KONDENZIRANO SNOV smo preučevali polielektrolite, tekoče in koloidne kristale ter fosfolipidne in biološke membrane.**

Naše delo na področju makromolekulskih interakcij in molekulske biofizike je vključevalo vrsto vprašanj, in najpomembnejša med temi se nanašajo na vlogo snovnih lastnosti pri vrednotenju van der Waalsovih interakcij, določitev in analizo porazdeljevanja različno velikih polimerov v membranske nanopore ter vpliv magnezijevih ionov na detajlno strukturo DNA v tankih plasteh, ki smo ga raziskali spektroskopsko. Analizirali smo še renormalizacijo naboja v asimetričnih elektrolitih, van der Waalsove interakcije med plastovitimi sredstvi in polimeri, katerih polarizabilnost je odvisna od sekvence, in fluktuacijske sile v ograjenih kapljevinah in elastomerih. Ukvarjali smo se tudi s stabilnostjo virusnih kapsid, kjer nam je uspelo povezati vpliv interakcij dolgega dosega z elastičnimi lastnostmi virusnih kapsid.

Obravnavali smo kiralne strukture in faze, ki jih tvorijo tekočokristalne molekule z ukrivljeno sredico, ter pokazali, da modulirano nematično fazo povzročijo sterične interakcije kratkega dosega. Razložili smo optično aktivnost nanofilamentne faze in pokazali, da izhaja iz prostorske nehomogenosti plasti, ki sestavljajo nanofilamente. Pripravili smo eksperimentalno analizo optičnih lastnosti negativno in pozitivno dvolomnih snovi v mikrovalovnem območju. Razvili smo sistematično geometrijsko interpretacijo simetrije kristalnih faz, kakršne tvorijo modelski koloidi, ki jih opišemo s stopničasto parsko interakcijo.

Eksperimentalno in teoretično smo raziskali samoreplikacijo dvokomponentnih lipidnih vesiklov, ki jo induciramo s spreminjanjem



*Slika 3: Van der Waalsova interakcija povzroča silo in navore med anizotropnimi molekulami, kakršni so DNA in ogljikove nanocevke, in molekulskimi skupki, kot je npr. sklad cilindričnih molekul.*

---

**Posodobili in opredelili smo definitivni pregled sedanjega razumevanja van der Waalsovih interakcij v kontekstu vključno s fiziko mehkih snovi in biofiziko.**

---

temperature, ter pokazali, da je za opaženi način samoreplikacije ključna asimetrična porazdelitev molekul v obeh monoslojih. Uvedli smo nov model za opis elastičnih lastnosti membranskega skeleta eritrocita in ga uporabili pri analizi aspiracije te celice v mikropipeto. Razvili smo mehanično teorijo epiteljskih tkiv, s katero smo pojasnili obliko nagubanih epitelijev, kakršne najdemo v prebavilih in dihalih nekaterih živali. S t. i. termomehanično analogijo smo napovedali residualno mehanično napetost v karotidni arteriji.

### Najpomembnejša objava v preteklem letu

1. Woods, Lilia M., Dalvit, D. A. R., Tkatchenko, Alexandre, Rodriguez-Lopez, P., Rodriguez, A. W., Podgornik, Rudolf. Materials perspective on Casimir and van der Waals interactions. Reviews of modern physics, ISSN 0034-6861, 88 (2016) 4, 045003-1-045003-48, ilustr., doi: 10.1103/RevModPhys.88.045003. [COBISS.SI-ID 3026020]

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Nonequilibrium Phenomena in Quantum Systems, Krvavec, 18.-21. 12. 2016

### Nagrade in priznanja

1. prof. dr. Jernej Fešel Kamenik: Zoisovo priznanje za dosežke iskanja nove fizike v teoriji osnovnih delcev, Ljubljana, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport
2. prof. dr. Janez Bonča: Delo v Nature Physics: Počasni posnetek elektronske kvantne dinamike, objavljeno v letu 2015, je bilo lani izbrano v okviru predstavitev Odlični v znanosti.
3. prof. dr. Rudolf Podgornik: "Sackler Scholar", Israel, Mortimer and Raymond Sackler Institute of Advanced Studies, Tel Aviv University v šolskem letu 2016/2017, izbran zaradi "odličnosti na svojem področju raziskav".

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST CA15108; Povezovanje uvidov v fundamentalno fiziko (Fundamentalne povezave)  
Cost Office  
prof. dr. Jernej Fešel Kamenik
2. COST TD1210; Analiza dinamike informacij in organizacija znanja  
Cost Office  
prof. dr. Bosiljka Tadić
3. H2020 - ITN - COLLDENSE; Hibridni koloidni sistemi z načrtovanim odzivom  
Evropska komisija  
prof. dr. Primož Žihel
4. Raziskave kompozitnega Higgsovega bozona na LHC  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Jernej Fešel Kamenik
5. Relaksacijska dinamika ter termalizacija kvantnih večdelčnih sistemov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Janez Bonča
6. Močne elektronske korelacije in superprevodnost  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Rok Žitko
7. Od okusnih anomalij do signalov pri visokih energijah  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Jernej Fešel Kamenik

8. Temna stran Higgsovega bozona  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Jernej Fešel Kamenik

## PROGRAMI

1. Teorija trdnih snovi in statistična fizika  
prof. dr. Janez Bonča
2. Teorija jedra, osnovnih delcev in polj  
prof. dr. Svetlana Fajfer
3. Biofizika polimerov, membran, gelov, koloidov in celic  
prof. dr. Rudolf Podgornik

## PROJEKTI

1. Integritetnost in ergodična teorija neravnovesnih mnogodelčnih kvantnih sistemov  
dr. Jernej Mravlje
2. Problem več nečistoč  
doc. dr. Rok Žitko
3. Termodinamika disipativnih nanostistemov  
dr. Jure Kokalj

---

## OBISKI

1. dr. Osor Slaven Barišić, Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška, 14.-15. 1. in 28. 9. 2016
2. prof. Masayuki Imai, Ochanomizu University, Tokio, Japonska, 8.-11. 2. 2016
3. Takuma Kono, Ochanomizu University, Tokio, Japonska, 8.-11. 2. 2016
4. Ryuta Ebihara, Ochanomizu University, Tokio, Japonska, 8.-11. 2. 2016
5. Fagner C. Correia, Institute of Theoretical Physics/UNESP Brazil, São Paulo, Brazilija, 5. 2.-30. 7. 2016
6. dr. Diego Correa, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 12. 2. 2016
7. dr. Sabyasachi Dasgupta, National University of Singapore, Singapore, 4. 3.-6. 4. 2016
8. dr. Takumi Kuwahara, Nagoya University, Nagoya, Japonska, 1.-31. 3. 2016
9. dr. Robert Triebel, Tehniška Univerza Graz, Gradec, Avstrija, 29. 2.-3. 3. 2016
10. dr. Aleksandr Azatov, ICTP, Trst, Italija, 15. 3. 2016
11. dr. Fady Bishara, Oxford University, Oxford, Velika Britanija, 22.-27. 3. 2016
12. dr. Berislav Buča, Univerza v Splitu, Split, Hrvaška, 1. 4.-30. 6. 2016

13. dr. Jacek Herbrych, University of Heraklion, Heraklion, Grčija, 4.-12. 4. 2016 in 3.-14. 10. 2016
14. prof. dr. John H. Jefferson z Univerze v Lancastru, VB, 19.-27. 4. 2016
15. dr. Luiz Vale Silva, Université Paris Sud, Orsay, Francija, 20.-22. 4. 2016
16. prof. dr. Sean Tulin, York University, Toronto, Kanada, 9.-13. 5. 2016
17. dr. Oleg Lebedev, University of Helsinki, Helsinki, Finska, 2.-6. 5. 2016
18. dr. Willem-Victor van Gerven, Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 1.-30. 6. 2016
19. Jan Skolimowski, Institute of Theoretical Physics, University of Warsaw, Varšava, Poljska, 16.-18. 5. 2016 in 3. 9.-31. 10. 2016
20. dr. Juan Carlos Vasquez Carmona, SISSA, Trst, Italija, 16.-27. 5. 2016
21. dr. Aielet Alfrati, Weizmann institute, Rehovot, Izrael, 17.-20. 5. 2016
22. dr. Olcyr Sumensari, Université Paris Sud, Orsay, Francija, 23.-27. 5. 2016
23. prof. Marcin Mierzejewski, University of Katowice, Katowice, Poljska, 20.-29. 5. 2016
24. dr. Ezequiel Alvarez, University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 20.-26. 6. 2016
25. dr. Darko Tanasković, Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 12.-18. 6. 2016
26. prof. dr. Leonid Glozman, University of Graz, Gradec, Avstrija, 26.-27. 5. 2016

27. dr. Pier Paolo Baruselli, TU Dresden, Nemčija in SISSA, Trst, Italija, 31. 5. 2016
28. dr. Adam Falkowski, Laboratory of Theoretical Physics Orsay, Université Paris Sud, Francija, 9.–14. 6. 2016
29. dr. Mathias Pierre iz Laboratory of Theoretical Physics Orsay, Université Paris Sud, Francija, 9.–14. 6. 2016
30. dr. Vid Iršič iz ICTP, Trst, Italija, 23. 6. 2016
31. dr. Matteo Lotito, University of Cincinnati, Cincinnati, ZDA, 27. 6. 2016
32. dr. Josef Pradler, Austrian Academy of Sciences, Dunaj, Avstrija, 7.–8. 7. 2016
33. dr. Thomas Jacques, SISSA, Trst, Italija, 14. 7. 2016
34. Miroslav Andjelković, Vinča Institute of Nuclear Science, Beograd, Srbija, 14.–24. 7. 2016
35. prof. Ross McKenzie, University of Queensland, Brisbane, Avstralija, 15.–26. 8. 2016
36. dr. Admir Greljo, Universität Zürich, Physik-Institut, Zürich, Švica, 18.–26. 8. 2016
37. dr. Banasri Basu, Indian Statistical Institute, Kolkata, Indija, 23.–26. 8. 2016
38. Sangeeta Rani Ujjwal, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India, 11.–18. 9. 2016
39. dr. Jure Zupan, CERN, Ženeva, Švica, 18.–23. 10. 2016
40. dr. Tanja Rindler-Daller, University of Vienna, Dunaj, Avstrija, 13.–16. 10. 2016
41. dr. Luca Tubiana, University of Vienna, Dunaj, Avstrija, 30. 11. – 2. 12. 2016
42. dr. Andrea Wulzer, CERN/EPFL, Ženeva, Lausanne, Švica, 7.–8. 12. 2016
43. dr. Marija Mitrović Dankulov, Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 27. 11.–11. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Diego Correa, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina: 1-loop exponentiation for large rank Wilson loops, 14. 2. 2016
2. dr. Takumi Kuwahara, Nagoya University, Nagoya, Japonska: Nucleon Electric Dipole Moments in High-Scale Supersymmetric Models, 10. 3. 2016
3. dr. Aleksandr Azatov, ICTP, Trst, Italija: Diphotons from diaxions, 15. 3. 2016
4. dr. Fady Bishara, Oxford University, Oxford, Velika Britanija: Renormalization group effects in Dark Matter direct detection, 24. 3. 2016
5. doc. dr. Jernej Fesl Kamenik: Update on the LHC di-photon excess, 31. 3. 2016
6. prof. dr. Svetlana Fajfer: Update on Charm Physics, 7. 4. 2016
7. dr. Nejc Košnik: Accumulating evidence of non-SM physics in B meson decays, 14. 4. 2016
8. dr. Luiz Vale Silva, Université Paris Sud, Orsay, Francija: Revisiting short-distance QCD corrections for kaon mixing in Left-Right Models, 21. 4. 2016
9. prof. dr. Sean Tulin, York University, Toronto, Kanada: Dark matter halos as particle colliders, 12. 5. 2016
10. dr. Oleg Lebedev, University of Helsinki, Helsinki, Finska: The Higgs and Cosmology 5. 5. 2016
11. dr. Juan Carlos Vasquez Carmona, SISSA, Trst, Italija: Time-reversal symmetry violation in several lepton-flavor-violating processes, 19. 5. 2016
12. dr. Olcyr Sumensari, Université Paris Sud, Orsay, Francija: Origin of Lepton Flavor Violation, 24. 5. 2016
13. dr. Ezequiel Alvarez, University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: The 750 GeV the graviton, the Higgs a pNGB, 21. 6. 2016
14. prof. dr. Leonid Glzoman, University of Graz, Gradec, Avstrija: A hidden symmetry of crazy QCD, 26. 5. 2016
15. prof. dr. Bojan Golli: Puzzles in eta photoproduction, 9. 6. 2016
16. dr. Adam Falkowski, Laboratory of Theoretical Physics Orsay, Université Paris Sud, Francija: Di-photon portal to warped gravity, 10. 6. 2016
17. dr. Vid Iršič iz ICTP, Trst, Italija: Cosmology on Small Scales, 23. 6. 2016
18. dr. Matteo Lotito, University of Cincinnati, Cincinnati, ZDA: Classification of 4d rank-1  $N=2$  SCFTs, 27. 6. 2016
19. dr. Josef Pradler, Austrian Academy of Sciences, Dunaj, Avstrija: New Avenues in Dark Matter direct detection, 7. 7. 2016
20. dr. Thomas Jacques, SISSA, Trst, Italija: Simplified models vs EFTs for DM searches at the LHC, 14. 7. 2016
21. Dr. Luka Leskovec, Department of Physics, University of Arizona, Tucson, ZDA: Radiative Transitions from Lattice QCD: ..., 4. 8. 2016
22. prof. Ross McKenzie, University of Queensland, Brisbane, Avstralija: Absence of a quantum limit to the shear viscosity of strongly interacting fermion systems, 23. 8. 2016
23. dr. Admir Greljo, Universität Zürich, Physik-Institut, Zürich, Švica:  $R(D^*)$  anomaly and its implications for LHC, 25. 8. 2016
24. dr. Banasri Basu, Indian Statistical Institute, Kolkata, Indija: Dynamics of Optical and Electron Vortex Beams: some interesting features, 25. 8. 2016
25. prof. dr. Borut Bajc: Hidden flavor symmetries of  $SO(10)$  GUT, 22. 9. 2016
26. dr. Miha Nemevšek: Majorana Higgses at colliders, 6. 10. 2016
27. prof. dr. Svetlana Fajfer: Restrained Dark  $U(1)_d$  at Low Energies, 10. 11. 2016
28. dr. Jacek Herbrych, University of Heraklion, Heraklion, Grčija: Dynamical structure factor in disordered model of interacting fermions, 11. 10. 2016
29. dr. Tanja Rindler-Daller, University of Vienna, Dunaj, Avstrija: Scalar field dark matter and cosmological implications, 14. 10. 2016
30. dr. Tilen Čadež: Dynamical correlation functions of the 1D Hubbard model, 8. 11. 2016
31. dr. Andrea Wulzer, CERN/EPFL, Ženeva, Lausanne, Švica: The energy and accuracy frontier, 8. 12. 2016
32. dr. Marija Mitrović Dankulov, Institut za fiziko, Beograd, Srbija: How random are complex networks?, 9. 12. 2016
33. dr. Timon Mede: One-loop spectrum of the minimal calculable unified  $SO(10)$  model, 23. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. dr. Nataša Adžić, PEB2016, Berlin, Nemčija, 18.–22. 7. 2016
2. dr. Nataša Adžić, Alen Horvat, dr. Jernej Mravlje, prof. dr. Peter Prelovšek, Rok Žitko, 10. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah, Otočec, Slovenija, 16. 11. 2016 (predavanje)
3. dr. Nataša Adžić, dr. Anže Lošdorfer Božič, prof. dr. Rudolf Podgornik, prof. dr. Primož Zihel, Christmas Biophysics Workshop, Flamborg, Avstrija, 12.–13. 12. 2016 (predavanje)
4. prof. dr. Borut Bajc, Workshop on Beyond Standard Model Phenomenology, Chandigarh, Indija, 6.–9. 4. 2016 (vabljeni predavanje)
5. prof. dr. Borut Bajc, Exploring the Energy Ladder of Universe, Mainz, Nemčija, 29. 5.–11. 6. 2016 (vabljeni predavanje)
6. prof. dr. Borut Bajc, From Grand Unification to String Theory and Back, Lead, ZDA, 6. 6.–15. 7. 2016 (predavanje)
7. prof. dr. Borut Bajc, prof. dr. Svetlana Fajfer, Darius Faroughy, prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Victor Guada, dr. Nejc Košnik, dr. Miha Nemevšek, Urša Škerbiš, Luiz Vale Silva, Selected topics in flavour and collider physics, Belica, Slovenija, 19.–21. 10. 2016 (predavanje)
8. prof. dr. Janez Bonča, Superstripes 2016, Ischia, Italija, 23.–28. 6. 2016 (vabljeni predavanje)
9. prof. dr. Janez Bonča, ESTMAG 2016, Krasnojarsk, Rusija, 14.–20. 8. 2016 (vabljeni predavanje)
10. prof. dr. Janez Bonča, prof. dr. Anton Ramšak, Correlations & Coherence at different scales, Ustron, Poljska, 4.–9. 9. 2016 (2 vabljena predavanja)
11. prof. dr. Janez Bonča, prof. dr. Svetlana Fajfer, prof. dr. Peter Prelovšek, 15. Božični simpozij fizikov, 15.–16. 12. 2016 (3 vabljena predavanja)
12. prof. dr. Janez Bonča, Alen Horvat, dr. Jan Kogoj, prof. dr. Peter Prelovšek, prof. dr. Anton Ramšak, dr. Jernej Mravlje, Rok Žitko, Nonequilibrium Phenomena in Quantum Systems, Krvavec, Slovenija, 18.–21. 12. 2016 (predavanja in organizacija)
13. Andreas Doukas Kyriakos, Winter school: MolSim2016, Amsterdam, Nizozemska, 3.–16. 1. 2016
14. Andreas Doukas Kyriakos, prof. dr. Primož Zihel, Annual Meeting of Coldense Network, Edinburgh, Velika Britanija, 18.–23. 6. 2016 (predavanje)
15. Andreas Doukas Kyriakos, International Soft Matter Conference, Grenoble, Francija, 11.–17. 9. 2016
16. prof. dr. Svetlana Fajfer, Towards the Construction of the Fundamental Theory of Flavour, München, Nemčija, 7.–11. 3. 2016 (vabljeni predavanje)
17. prof. dr. Svetlana Fajfer, Flavour and Electroweak Symmetry Breaking, Capri, Italija, 11.–18. 6. 2016 (vabljeni predavanje)
18. prof. dr. Svetlana Fajfer, Rare B Decays: Theory and Experiment 2016, Barcelona, Italija, 17.–20. 4. 2016 (vabljeni predavanje)
19. prof. dr. Svetlana Fajfer, Darius Faroughy, Urša Škerbiš From the Vacuum to the Universe, Kitzbuhel, Avstrija, 26. 6.–1. 7. 2016 (vabljeni predavanje, posterji)
20. prof. dr. Svetlana Fajfer, CHARM2016, Bologna, Italija, 4.–9. 9. 2016 (vabljeni predavanje)
21. prof. dr. Svetlana Fajfer, LHC days in Split 2016, Split, Hrvaška, 21.–23. 9. 2016 (vabljeni predavanje)
22. prof. dr. Svetlana Fajfer, prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Selected topics in flavour and collider physics, Belica, Slovenija, 19.–21. 10. 2016 (predavanja in organizacija)
23. prof. dr. Svetlana Fajfer, Andrzej Buras 70th Symposium, Garching, Nemčija, 27.–29. 10. 2016 (vabljeni predavanje)
24. prof. dr. Svetlana Fajfer, CKM2016, Mumbai, Indija, 27. 11.–3. 12. 2016 (vabljeni predavanje)
25. Darius Faroughy, MITP Summer School "New Physics on Trial at LHC Run II, 24. 7.–6. 8. 2016
26. Darius Faroughy, 12th Vienna Central European Seminar on Particle Physics and Quantum Field Theory, 30. 11.–4. 12. 2016
27. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, LHCSki2016, Obergurgl, Avstrija, 13.–15. 4. 2016 (vabljeni predavanje)
28. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Bethe Forum on Model building in the 13 TeV Era, Bonn, Nemčija, 30. 5.–1. 6. 2016 (vabljeni predavanje)
29. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Mednarodna poletna šola IDPASC, Vipava, Slovenija, 25. 5. 2016 (vabljeni predavanje)
30. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Heavy Flavour physics in the HL-LHC era, Ženeva, Švica, 30.–31. 8. 2016 (vabljeni predavanje)
31. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, Implication of LHCb measurements and future prospects, Ženeva, Švica, 12.–13. 10. 2016 (vabljeni predavanje)
32. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik, 12th Central European Seminar on Particle Physics and Quantum Field Theory, Dunaj, Avstrija, 1.–2. 12. 2016 (vabljeni predavanje)
33. Alen Horvat, Rok Žitko, NGSCS2016, Trst, Italija, 26.–30. 9. 2016
34. Alen Horvat, dr. Jernej Mravlje, prof. dr. Janez Bonča, prof. dr. Peter Prelovšek, Rok Žitko New3SC-11, Bled, Slovenija, 14.–15. 9. 2016 (predavanja)
35. dr. Nejc Košnik, Rencontres de Moriond, EW Interactions and Unified Theories, La Thuile, Italija, 12.–19. 3. 2016 (vabljeni predavanje)
36. dr. Nejc Košnik, Fourth annual Large Hadron Collider Physics (LHCP2016), Lund, Švedska, 12.–18. 6. 2016 (predavanje)

37. dr. Nejc Košnik, CHARM 2016, VIII International Workshop on Charm Physics, Bologna, Italija, 4.-9. 9. 2016 (vabljeni predavanja)
38. dr. Nejc Košnik, LFV/LFUV: What and Why?, Pariz, Francija, 7.-10. 11. 2016 (predavanje)
39. dr. Matej Krajnc, Active and Smart Matter, Syracuse, New York, ZDA, 20.-23. 6. 2016 (predavanje)
40. dr. Jernej Mravlje, CECAM workshop Computational methods towards engineering novel correlated material, Lausanne, Švica, 23.-27. 10. 2016 (vabljeni predavanja)
41. dr. Jernej Mravlje, What about U? Effects of Hubbard Interactions and Hund's Coupling in Solids, Trst, Italija, 17.-21. 10. 2016 (vabljeni predavanja)
42. dr. Miha Nemevšek, Summer School and Workshop on the Standard Model and Beyond, Krf, Grčija, 5.-9. 6. 2016 (vabljeni predavanja)
43. dr. Miha Nemevšek, Flavor Physics and New Physics Searches, Frejus, Francija, 26.-30. 9. 2016 (predavanje)
44. dr. Miha Nemevšek, LHC Days in Split, Split, Hrvaška, 18.-20. 9. 2016 (vabljeni predavanja)
45. dr. Miha Nemevšek, Helsinki Higgs forum, Helsinki, Finska, 13.-17. 12. 2016 (predavanje)
46. prof. dr. Rudolf Podgornik, Soft matter at interfaces 2016, Lake Tegernese, Nemčija, 27. 2.-3. 2016 (vabljeni predavanja)
47. prof. dr. Rudolf Podgornik, Casimir and van der Waals Physics: Progress and Prospects, Hong Kong, Kitajska, 25.-28. 4. 2016 (vabljeni predavanja)
48. prof. dr. Rudolf Podgornik, BioSoft Frontiers: Physics of Soft and Biological Matter, Tel Aviv, Izrael, 17.-25. 9. 2016 (vabljeni predavanja)
49. prof. dr. Rudolf Podgornik, Regional Biophysical Conference, Trst, Italija, 25.-28. 8. 2016 (vabljeni predavanja)
50. prof. dr. Peter Prelovšek, March Meeting APS, Baltimore, ZDA, 12.-16. 3. 2016 (vabljeni predavanja)
51. prof. dr. Peter Prelovšek, Correlations & Coherence at different scales, Ustron, Poljska, 4.-9. 9. 2016 (vabljeni predavanja)
52. prof. dr. Peter Prelovšek, WE Haraeus Seminar: Low dimensional quantum systems: models and materials, Bad Honnef, Nemčija, 30. 10.-4. 11. 2016 (vabljeni predavanja)
53. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, QCD@Work, Martina Franca, Italija, 26.-29. 6. 2016 (predavanje)
54. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj, Lattice 2016, Southampton, Velika Britanija, 24.-30. 7. 2016 (predavanje)
55. dr. Tomaž Rejec, Conference on New Trends in Quantum Heat and Thermoelectrics, Trst, Italija, 25.-26. 8. 2016
56. Urša Skerbiš, Mednarodna poletna podiplomska šola IDPASC, Vipava, Slovenija, 23.-24. 5. 2016
57. Urša Skerbiš, Nations Nuclear Physics Summer School, Cambridge, Massachusetts, ZDA, 17.-31. 7. 2016
58. prof. dr. Bosiljka Tadić, Vision for Complexity, Dunaj, Avstrija, 22.-25. 5. 2016 (vabljeni predavanja)
59. prof. dr. Bosiljka Tadić, BelBI2016, Beograd, Srbija, 20.-24. 6. 2016 (vabljeni predavanja)
60. prof. dr. Bosiljka Tadić, 16th International Conference Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering, Cadiz, Španija, 1.-8. 7. 2016 (vabljeni predavanja)
61. prof. dr. Bosiljka Tadić, Perspective in Nonlinear Dynamics PNLD2016, Berlin, Nemčija, 24.-29. 7. 2016 (vabljeni predavanja)
62. Luiz Vale Silva, 12th Vienna Central European Seminar on Particle Physics and QFT, Dunaj, Avstrija, 30. 11.-3. 12. 2016 (predavanje)
63. prof. dr. Primož Zihler, CECAM workshop: Structure formation in Soft Colloids, Dunaj, Avstrija, 18.-22. 9. 2016 (vabljeni predavanja)
64. prof. dr. Primož Zihler, Physics of Biology, Ženeva, Švica, 23.-26. 11. 2016 (vabljeni predavanja)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. prof. dr. Borut Bajc: ICTP, Trst Italija, več enodnevnih obiskov v okviru skupnega sodelovanja.
2. prof. dr. Borut Bajc: University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 11.-27. 11. 2016 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
3. prof. dr. Janez Bonča: Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, ZDA, 2.-18. 2. in 21. 9.-6. 10. 2016 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
4. prof. dr. Janez Bonča: University of British Columbia, Vancouver, Kanada, 3.-10. 4. 2016 (sodelovanje in zunanji evalvator pri zagovoru doktorata)
5. prof. dr. Janez Bonča: Tokyo University, 20.-26. 11. 2016 (sodelovanje)
6. prof. dr. Svjetlana Fajfer: Université Paris Sud, Orsay, Francija, 1.-5. 2. 2016 (sodelovanje)
7. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik: CERN, Ženeva, Švica, 12.-28. 1. in 18.-29. 7. 2016 (sodelovanje)
8. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik: University of Siegen in Technical University of München, Siegen, München, Nemčija (sodelovanje)
9. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik: CERN, Ženeva, Švica, 16. 12. 2016 (podpis pogodbe o pridruženem članstvu Republike Slovenije v CERN-u)
10. Horvat Alen: College de France, Pariz, Francija, 20.-27. 11. 2016 (sodelovanje)
11. dr. Jan Kogoj: Ludwig-Maximilians-Universität München, 1.-26. 2. 2016 (sodelovanje)
12. dr. Jure Kokalj: Department of Applied Physics, Tokyo University of Science, 6.-13. 2. 2016 (sodelovanje)
13. dr. Matej Krajnc: Syracuse University, University of Pennsylvania, Princeton University, Rockefeller University, 12.-28. 6. 2016 (sodelovanje)
14. dr. Matej Krajnc: European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg, Nemčija, 18.-20. 7. 2016 (sodelovanje)
15. dr. Matej Krajnc: National University of Singapore, Mechanobiology Institute, Singapore, 28. 7.-3. 9. 2016 (sodelovanje)
16. dr. Anže Lošdorfer Božič: University of Vienna, Dunaj, Avstrija, 21.-25. 9. 2016 (sodelovanje)
17. dr. Jernej Mravlje: College de France, Pariz, Francija, 23.-27. 3., 22. 6.-2. 7. in 20.-27. 11. 2016 (sodelovanje)
18. dr. Jernej Mravlje: Graz University of Technology, Gradec, Avstrija, 10.-11. 11. 2016 (sodelovanje)
19. dr. Jernej Mravlje: Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 25.-28. 12. 2016 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)
20. dr. Miha Nemevšek: Université de Paris, Pariz, Francija, 27.-30. 9. 2017 (sodelovanje)
21. dr. Miha Nemevšek: Institut für Hochenergiephysik, Dunaj Avstrija, 16.-18. 11. 2017 (sodelovanje)
22. prof. dr. Rudolf Podgornik: University of Massachusetts, Amherst, ZDA, 16.-27. 1. 2017 (sodelovanje)
23. prof. dr. Rudolf Podgornik: Tel Aviv University, Tel Aviv, Izrael, 6.-20. 3. 2017 (sodelovanje)
24. prof. dr. Rudolf Podgornik: International Research Center for Soft Matter, Peking, Kitajska, 1.-10. 6. 2016 (sodelovanje)
25. prof. dr. Peter Prelovšek: Ludwig Maximilian University, München, Nemčija, 1. 2.-31. 3. 2017 (sodelovanje s podporo A. v Humboldt fundacije)
26. prof. dr. Peter Prelovšek: Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden, Nemčija, 9.-7. 6. 2016 (sodelovanje)
27. prof. dr. Peter Prelovšek: Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška, 11.-13. 12. 2016 (sodelovanje in seminar)
28. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj: University of Giessen, Giessen, Nemčija (sodelovanje in seminar)
29. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj: University of Regensburg, Regensburg, Nemčija (sodelovanje)
30. prof. dr. Anton Ramšak: Institute of Molecular Physics, Poznanj, Poljska, 22.-25. 3. 2016 (sodelovanje)
31. doc. dr. Rok Žitko: Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 17.-21. 10. 2016 (sodelovanje v okviru bilateralnega projekta)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Borut Bajc, znanstveni svetnik
2. prof. dr. Janez Bonča\*, znanstveni svetnik
3. prof. dr. Milan Brumen\*, znanstveni svetnik
4. prof. dr. Mojca Čepič\*, znanstveni svetnik
5. **prof. dr. Svjetlana Fajfer\***, znanstveni svetnik - vodja oddelka
6. prof. dr. Jernej Fesl Kamenik
7. prof. dr. Bojan Golli
8. dr. Jure Kokalj\*
9. dr. Nejc Košnik
10. dr. Rajmund Krivec, znanstveni svetnik
11. dr. Bing Sui Lu, odšel 16. 8. 2016
12. dr. Jernej Mravlje
13. doc. dr. Miha Nemevšek

14. prof. dr. Rudolf Podgornik\*, znanstveni svetnik
  15. doc. dr. Anita Prapotnik Brdnik\*
  16. prof. dr. Peter Prelovšek, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
  17. prof. dr. Saša Prelovšek Komelj
  18. prof. dr. Anton Ramšak\*, znanstveni svetnik
  19. dr. Tomaž Rejec\*
  20. prof. dr. Bosiljka Tadić, znanstveni svetnik
  21. prof. dr. Nataša Vaupotič\*, znanstveni svetnik
  22. prof. dr. Primož Zihler\*
  23. doc. dr. Rok Žitko
- ### Podoktorski sodelavci
24. dr. Nataša Adžić
  25. dr. Tilen Čadež
  26. dr. Jan Kogoj
  27. dr. Anže Lošdorfer Božič
  28. dr. Tjaša Švelc Kebe, odšla 1. 2. 2016
  29. dr. Lev Vidmar

**Mlajši raziskovalci**

30. Andreas Kyriakos Doukas, Dipl. in Chemical Engineering, Grčija
  31. Darius Alexander Farouhy Carias, Licentiate in Physics, Venezuela
  32. Jakob Frontini, mag. fiz.
  33. Victor Francisco Guada Escalona, Bsc. in High Energy, Cosmology and Astroparticle Physics, Trieste, Italy
  34. Alen Horvat, mag. fiz.
  35. Matej Krajnc, mag. fiz.
  36. dr. Žiga Osolin, *odšel 1. 7. 2016*
  37. Urša Škerbiš, mag. fiz.
  38. Lara Ulčakar, mag. fiz.
  39. Luiz Henrique Vale Silva, Msc. in High Energy Physics, Francija
- Tehniški in administrativni sodelavci**
40. Nevenka Hauschild

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Instituto de Física de La Plata-CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina
2. University of Queensland, School of Mathematics and Physics, Brisbane, Avstralija
3. Austrian Research Institute for Artificial Intelligence, Dunaj, Avstrija
4. Karl-Franzens-Universität Graz, Theoretische Physik, Gradec, Avstrija
5. Centre de Physique Theorique, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Francija
6. Collège de France, Pariz, Francija
7. LPSC, Université Joseph Fourier Grenoble, Institut Polytechnique de Grenoble, Grenoble, Francija
8. Service de Physique Theorique, Saclay, Pariz, Francija
9. Université Paris-Sud, Laboratoire de Physique Theorique, Orsay, Francija
10. Univerza Pierre in Marie Curie, Fakulty for Chemistry, Pariz, Francija
11. Quantronics group, Service de Physique de l'Etat Condensé, CNRS, Gif-sur-Yvette, France
12. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
13. Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška
14. Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Odjel za fiziku, Split, Hrvaška
15. Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trst, Italija
16. Statistical and Biological Physics Group, SISSA-ISAS, Trst, Italija
17. Weizmann Institute of Science, Department of Particle Physics and Astrophysics, Rehovot, Izrael
18. Kinki University, Osaka, Japonska
19. Ochanomizu University, Department of Physics, Tokio, Japonska
20. Tokio University, Tokio, Japonska
21. Tohoku University, Department of Physics, Sendai, Japonska
22. Memorial University, St. John's, Kanada
23. TRIUMF, Vancouver, Kanada
24. European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg, Nemčija
25. Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, Berlin, Nemčija
26. Friedrich-Alexander Universität Erlangen - Nürnberg, Medizinische Fakultät, Erlangen, Nemčija
27. Institut für Theoretische Physik, Universität Göttingen, Göttingen, Nemčija
28. Institut für Theoretische Physik, Technische Universität, Dresden, Nemčija
29. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Nemčija
30. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Nemčija
31. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart, Stuttgart, Nemčija
32. Statistical Mechanics of Biomacromolecules Group, Max-Planck-Institut Für Polymerforschung, Mainz, Nemčija
33. Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznanj, Poljska
34. University of Warsaw, Fakulty for Chemistry, Varšava, Poljska
35. University of Warsaw, Fakulty for Physics, Varšava, Poljska
36. Departament de Física, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Španija
37. Institut de Física Interdisciplinar i de Sistemes Complexos IFISC (CSIC-UIB), Palma de Mallorca, Španija
38. University of Barcelona, Fakulty for Physics, Barcelona, Španija
39. Laboratorij za nelinearnu dinamiku, Institut za fiziku, Beograd, Srbija
40. CERN, Theoretical Physics, Ženeva, Švica
41. ETH Zürich, Zürich, Švica
42. University of Geneva, Université de Genève Département de Physique de la Matière Condensée Ženeva, Švica
43. University of Cambridge, Fakulty for Chemistry, Cambridge, Velika Britanija
44. University of Strathclyde, Glasgow, Velika Britanija
45. Argonne National Laboratory, Argonne, ZDA
46. Department of Physics, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio, ZDA
47. FERMLAB, Batavia, Illinois, ZDA
48. Harvard University, Department of Physics, Cambridge, Massachusetts, ZDA
49. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, ZDA
50. Northwestern University, Department of Materials, Evanston, ZDA
51. Rutgers University, Department of Physics, Piscataway, New Jersey, ZDA
52. The Rockefeller University, Center for Studies in Physics and Biology, New York, ZDA
53. University of Cincinnati, Department of Physics, Cincinnati, Ohio, ZDA
54. University of California, Physics Department, Santa Cruz, Kalifornija, ZDA
55. University of California, (UCLA), California Nano Systems Institute, Los Angeles, ZDA
56. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Ljubljana
57. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za biofiziko, Ljubljana
58. Inštitut za fizikalno biologijo, Ljubljana
59. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor
60. Univerza v Novi Gorici

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Nataša Adžić, Rudolf Podgornik, "Titratable macroions in multivalent electrolyte solutions: strong coupling dressed ion approach", *J. chem. phys.*, vol. 144, iss. 21, str. 214901-1-214901-11, 2016. [COBISS.SI-ID 2960996]
2. Markus Aichhorn *et al.* (12 avtorjev), "TRIQS/DFTTools: a TRIQS application for ab initio calculations of correlated materials", *Comput. phys. commun.*, vol. 204, str. 200-208, 2016. [COBISS.SI-ID 30008359]
3. M. Alphan Aksoyoglu, Rudolf Podgornik, Sergey M. Bezrukov, Philip A. Gurnev, Murugappan Muthukumar, Vozken Adrian Parsegian, "Size-dependent forced PEG partitioning into channels: VDAC, OmpC, and  $\alpha$ -hemolysin", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 113, no. 32, str. 9003-9008, 2016. [COBISS.SI-ID 2972516]
4. Miroslav Andjelković, Bosiljka Tadić, Marija Mitrović, Milan Rajković, Roderick Melnik, "Topology of innovation spaces in the knowledge networks emerging through questions-and-answers", *PLoS one*, vol. 11, no. 5, str. 0154655-1-0154655-17, 2016. [COBISS.SI-ID 29497639]
5. K. S. Babu, Borut Bajc, Shaikh Saad, "New class of SO(10) models for flavor", *Phys. rev. D*, vol. 94, no. 1, str. 015030-1-015030-28, 2016. [COBISS.SI-ID 30096935]
6. Borut Bajc, Junji Hisano, Takumi Kuwahara, Yuji Omura, "Threshold corrections to dimension-six proton decay operators in non-minimal SUSY SU(5) GUTs", *Nucl. phys. Sect. B*, vol. 910, str. 1-22, 2016. [COBISS.SI-ID 30096679]
7. Borut Bajc, Stéphane Lavignac, Timon Mede, "Resurrecting the minimal renormalizable supersymmetric SU(5) model", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 1, str. 044-1-044-54, 2016. [COBISS.SI-ID 30096423]
8. Borut Bajc, Francesco Sannino, "Asymptotically safe grand unification", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 12, str. 141-1-141-20, 2016. [COBISS.SI-ID 30125607]
9. Borut Bajc, Aleyei Yu. Smirnov, "Hidden flavor symmetries of SO(10) GUT", *Nucl. phys. Sect. B*, vol. 909, str. 954-979, 2016. [COBISS.SI-ID 30097191]
10. Osor S. Barišić, Jure Kokalj, Ivan Balog, Peter Prelovšek, "Dynamical conductivity and its fluctuations along the crossover to many-body localization", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 94, no. 4, str. 045126-1-045126-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29645863]
11. Damir Bečirević, Svjetlana Fajfer, Nejc Košnik, Olcyr Sumensari, "Leptoquark model to explain the  $B$ -physics anomalies,  $R_K$  and  $R_D$ ", *Phys. rev. D*, vol. 94, no. 11, str. 115021-1-115021-7, 2016. [COBISS.SI-ID 30095911]
12. Damir Bečirević, Nejc Košnik, O. Sumensari, R. Zukanovich Funchal, "Palatable leptoquark scenarios for lepton flavor violation in exclusive  $b \rightarrow s \ell_1 \ell_2$  modes", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 11, str. 035-1-035-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29950247]
13. José Rafael Bordin, Rudolf Podgornik, Christian Holm, "Static polarizability effects on counterion distributions near charged dielectric surfaces: a coarse-grained molecular dynamics study employing the Drude model", *Eur. phys. j., spec. top.*, vol. 225, iss. 8, str. 1693-1705, 2016. [COBISS.SI-ID 3020644]



14. José M. P. Carmelo, Tilen Čadež, "Pseudofermion dynamical theory for the spin dynamical correlation functions of the half-filled 1D Hubbard model", *Nucl. phys. Sect. B*, vol. 904, str. 39-85, 2016. [COBISS.SI-ID 29885223]
15. Fagner C. Correia, Svjetlana Fajfer, "Restrained dark  $U(1)_d$  at low energies", *Phys. rev. D*, vol. 94, iss. 11, str. 115023-1-115023-10, 2016. [COBISS.SI-ID 3050852]
16. Tilen Čadež, Pedro D. Sacramento, "Zero energy modes in a superconductor with ferromagnetic adatom chains and quantum phase transitions", *J. phys., Condens. matter*, vol. 28, no. 49, str. 1-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29885479]
17. David S. Dean, Bing-Sui Lu, A. C. Maggs, Rudolf Podgornik, "Nonequilibrium tuning of the thermal Casimir effect", *Phys. rev. Lett.*, vol. 116, iss. 24, str. 240602-1-240602-5, 2016. [COBISS.SI-ID 2963300]
18. V. Démery, R. Monsarrat, David S. Dean, Rudolf Podgornik, "Phase diagram of a bulk 1d lattice Coulomb gas", *Europhys. Lett.*, vol. 113, no. 1, str. 18008-p1-18008-p6, 2016. [COBISS.SI-ID 2925668]
19. Ilja Doršner, Svjetlana Fajfer, Nejc Košnik, "Is symmetry breaking of SU(5) theory responsible for the diphoton excess?", *Phys. rev. D*, vol. 94, no. 1, str. 015009-1-015009-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29637159]
20. D. Drosdoff, Igor V. Bondarev, Allan Widom, Rudolf Podgornik, Lilia M. Woods, "Charge-induced fluctuation forces in graphitic nanostructures", *Phys. rev. X*, vol. 6, iss. 1, str. 011004-1-011004-7, 2016. [COBISS.SI-ID 2916708]
21. Jay Eifler, Rudolf Podgornik, Nicole F. Steinmetz, Roger H. French, Vozken Adrian Parsegian, Wai-Yim Ching, "Charge distribution and hydrogen bonding of a collagen  $\alpha_2$ -chain in vacuum, hydrated, neutral, and charged structural models", *Int. j. quant. chem.*, vol. 116, iss. 9, str. 681-691, 2016. [COBISS.SI-ID 2925412]
22. Gonca Erdemci-Tandogan, Jef Wagner, Paul van der Schoot, Rudolf Podgornik, Roya Zandi, "Effects of RNA branching on the electrostatic stabilization of viruses", *Phys. rev. E*, vol. 94, iss. 2, str. 022408-1-022408-10, 2016. [COBISS.SI-ID 2977636]
23. Svjetlana Fajfer, Nejc Košnik, "Vector leptoquark resolution of  $R_K$  and  $R_{p(s)}$  puzzles", *Phys. Lett. Sect. B*, vol. 755, str. 270-274, 2016. [COBISS.SI-ID 29400359]
24. Svjetlana Fajfer, Anita Praprotnik Brdnic, "Isospin violating decays of positive parity  $B_s$  mesons in HM $\chi$ PT", *The European physical journal. C*, vol. 76, art. no. 537, 11 str., Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 3014756]
25. Adam Falkowski, Jernej Kamenik, "Diphoton portal to warped gravity", *Phys. rev. D*, vol. 94, no. 1, str. 015008-1-015008-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29643047]
26. Roberto Franceschini, Fabio Giudice, Jernej Kamenik, Matthew McCullough, Francesco Riva, Alessandro Strumia, Riccardo Torre, "Digamma, what next?", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 07, str. 150-1-150-52, 2016. [COBISS.SI-ID 29691431]
27. Roberto Franceschini, Gian F. Giudice, Jernej Kamenik, Matthew McCullough, Alex Pomarol, Riccardo Rattazzi, Michele Redi, Francesco Riva, Alessandro Strumia, Riccardo Torre, "What is the  $[\gamma][\gamma]$  resonance at 750 GeV?", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 3, str. 144-1-144-45, 2016. [COBISS.SI-ID 29401383]
28. Diana Geiger, Uwe Pracht, Martin Dressel, Jernej Mravlje, Melanie Schneider, Philipp Gegenwart, Marc Scheffler, "Terahertz conductivity of  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{RuO}_3$ ", *Physical review. B*, vol. 93, no. 16, str. 165131-1-165131-9, 2016. [COBISS.SI-ID 30007847]
29. Florian Goertz, Jernej Kamenik, Andrey Katz, Marco Nardecchia, "Indirect constraints on the scalar di-photon resonance at the LHC", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 5, str. 187-1-187-34, 2016. [COBISS.SI-ID 29542439]
30. Bojan Golli, Simon Širca, "Eta and kaon production in a chiral quark model", *The european physical journal. A, Hadrons and nuclei*, vol. 52, art. no. 279, 14 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2992484]
31. Ewa Górecka, Nataša Vaupotič, Anna Zep, Damian Pocięcha, "From sponges to nanotubes: a change of nanocrystal morphology for acute-angle bent-core molecules", *Angew. Chem. (Int. ed., Internet)*, vol. 55, no. 40, str. 12238-12242, 2016. [COBISS.SI-ID 29763367]
32. Urlich Haish, Jernej Kamenik, "Searching for new spin-0 resonances at LHCb", *Phys. rev. D*, vol. 93, no. 5, str. 055047 -1-055047 -12. [COBISS.SI-ID 29425703]
33. Alen Horvat, Rok Žitko, Jernej Mravlje, "Low-energy physics of three-orbital impurity model with Kanamori interaction", *Physical review. B*, vol. 94, no. 16, str. 165140-1-165140-11, 2016. [COBISS.SI-ID 30007335]
34. Mutsuo Igarashi, Peter Jeglič, Andraž Krajnc, Rok Žitko, Takehito Nakano, Yasuo Nozue, Denis Arčon, "Metal-to-insulator crossover in alkali doped zeolite", *Scientific reports*, vol. 6, str. 18682-1-18682-8, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 29136423]
35. Takehiro Jimbo, Yuka Sakuma, Naohito Urakami, Primož Ziherl, Masayuki Imai, "Role of inverse-cone-shape lipids in temperature-controlled self-reproduction of binary vesicles", *Biophys. j.*, vol. 110, no. 7, str. 1551-1562, 2016. [COBISS.SI-ID 29431079]
36. Jernej Kamenik, Michele Redi, "Back to 1974: the q-onium", *Phys. Lett. Sect. B*, vol. 760, str. 158-163, 2016. [COBISS.SI-ID 29617447]
37. Jernej Kamenik, Benjamin R. Safdi, Yotam Soreq, Jure Zupan, "Comments on the diphoton excess: critical reappraisal of effective field theory interpretations", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 07, str. 042-1-042-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29691687]
38. Jan Kogoj, Marcin Mierzejewski, Janez Bonča, "Nature of bosonic excitations revealed by high-energy charge carriers", *Phys. rev. Lett.*, vol. 117, iss. 22, str. 227002-1-227002-5, 2016. [COBISS.SI-ID 3041124]
39. Jan Kogoj, Lev Vidmar, Marcin Mierzejewski, Stuart A. Trugman, Janez Bonča, "Thermalization after photoexcitation from the perspective of optical spectroscopy", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 94, no. 1, str. 014304-1-014304-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29643303]
40. Nejc Košnik, Agnieszka Zuzanna Lorbiecka, Boštjan Mavrič, Božidar Šarler, "A multiphysics and multiscale model for low frequency electromagnetic direct-chill casting", *Journal of physics, Conference series*. [COBISS.SI-ID 1199274]
41. Maciej Kozarzewski, Peter Prelovšek, Marcin Mierzejewski, "Distinctive response of many-body localized systems to a strong electric field", *Physical review. B*, vol. 93, iss. 23, str. 235151-1-235151-7, 2016. [COBISS.SI-ID 3049828]
42. Ambrož Kregar, J. H. Jefferson, Anton Ramšak, "Arbitrary qubit transformations on tuneable Rashba rings", *Physical review. B*, vol. 93, iss. 7, str. 075432-1-075432-9, 2016. [COBISS.SI-ID 2928996]
43. Ambrož Kregar, Anton Ramšak, "Exact unitary transformation for Rashba Rings in magnetic and electric fields", *Int. j. mod. phys. b*, vol. 30, iss. 13, str. 1642016-1-1642016-10, 2016. [COBISS.SI-ID 2948452]
44. Christian B. Lang, Daniel Mohler, Saša Prelovšek, " $B_s\pi^+$  scattering and search for X(5568) with lattice QCD", *Phys. rev. D*, vol. 94, iss. 7, str. 074509-1-074509-7, 2016. [COBISS.SI-ID 3028836]
45. Bing-Sui Lu, Santosh Prasad Gupta, Michal Belička, Rudolf Podgornik, Georg Pabst, "Modulation of elasticity and interactions in charged lipid multibilayers: monovalent salt solutions", *Langmuir*, 36 str.. [COBISS.SI-ID 3038820]
46. Bing-Sui Lu, Ali Naji, Rudolf Podgornik, "Pseudo-Casimir stresses and elasticity of a confined elastomer film", *Soft matter*, vol. 12, iss. 19, str. 4384-4396, 2016. [COBISS.SI-ID 2955620]
47. Bing-Sui Lu, Ali Naji, Rudolf Podgornik, "Van der Waals interactions between polymers with sequence-specific polarizabilities: stiff polymers and Gaussian coils", *Int. j. mod. phys. A*, vol. 31, no. 2/3, str. 1641035-1-1641035-15, 2016. [COBISS.SI-ID 2916964]
48. Bing-Sui Lu, Rudolf Podgornik, "Van der Waals torque and force between dielectrically anisotropic layered media", *J. chem. phys.*, vol. 145, iss. 4, str. 044707-1-044707-21, 2016. [COBISS.SI-ID 2973284]
49. A. C. Maggs, Rudolf Podgornik, "General theory of asymmetric steric interactions in electrostatic double layers", *Soft matter*, vol. 12, iss. 4, str. 1219-1229, 2016. [COBISS.SI-ID 2895204]
50. Alessio Maiezza, Miha Nemevšek, Fabrizio Nesti, "Perturbativity and mass scales in the minimal left-right symmetric model", *Phys. rev. D*, vol. 94, no. 3, str. 035008-1-035008-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29665831]
51. Tomer Markovich, David Andelman, Rudolf Podgornik, "Charge regulation: a generalized boundary condition?", *Europhys. Lett.*, vol. 113, no. 2, str. 26004-p1-26004-p6, 2016. [COBISS.SI-ID 2927460]
52. Tomer Markovich, David Andelman, Rudolf Podgornik, "Surface tension of acid solutions: fluctuations beyond the non-linear Poisson-Boltzmann theory", *Langmuir*, 14 str.. [COBISS.SI-ID 3039076]
53. Joanna Matraszek, Neha Topnani, Nataša Vaupotič, Hideo Takezoe, Jozef Mieczkowski, Damian Pocięcha, Ewa Górecka, "Monolayer filaments versus multilayer stacking of bent-core molecules", *Angew. Chem. (Int. ed.)*, vol. 55, iss. 10, str. 3468-3472, 2016. [COBISS.SI-ID 29302055]
54. Zhongtao Mei, Lev Vidmar, F. Heidrich-Meisner, J. C. Bolech, "Unveiling hidden structure of many-body wave functions of integrable systems via sudden-expansion experiments", *Phys. rev. A*, vol. 93, no. 2, str. 21607-1-21607-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29522215]
55. Marcin Mierzejewski, Jacek Herbrych, Peter Prelovšek, "Universal dynamics of density correlations at the transition to the many-body localized state", *Physical review. B*, vol. 94, iss. 22, str. 224207-1-224207-7, 2016. [COBISS.SI-ID 3054436]
56. Christopher Monahan, Ali Naji, Ron R. Horgan, Bing-Sui Lu, Rudolf Podgornik, "Hydrodynamic fluctuation-induced forces in confined

- fluids", *Soft matter*, vol. 12, iss. 2, str. 441-459, 2016. [COBISS.SI-ID 2864996]
57. Jernej Mravlje, Antoine Georges, "Thermopower and entropy eessons from  $\text{Sr}_2\text{RuO}_6$ ", *Phys. rev. lett.*, vol. 117, no. 3, str. 036401-1-036401-5, 2016. [COBISS.SI-ID 30007591]
58. Saeed Najafi, Rudolf Podgornik, Raffaello Potestio, Luca Tubiana, "Role of bending energy and knot chirality in knot distribution and their effective interaction along stretched semiflexible polymers", *Polymers (Basel)*, vol. 8, art. no. 347, 16 str., Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 3000164]
59. Saeed Najafi, Luca Tubiana, Rudolf Podgornik, Raffaello Potestio, "Chirality modifies the interaction between knots", *Europhys. lett.*, vol. 114, no. 5, str. 50007-p1-50007-p6, 2016. [COBISS.SI-ID 2969188]
60. Edward Perepelitsky, Andrew Galatas, Jernej Mravlje, Rok Žitko, Ehsan Khatami, B. Sriram Shastry, Antoine Georges, "Transport and optical conductivity in the Hubbard model: a high-temperature expansion perspective", *Physical review. B*, vol. 94, no. 23, str. 235115-1-235115-26, 2016. [COBISS.SI-ID 30026535]
61. Rudolf Podgornik, M. Alphan Aksoyoglu, Selcuk Yasar, Daniel Svenšek, Vozken Adrian Parsegian, "DNA equation of state: In vitro vs in viro", *J. phys. chem., B Condens. mater. surf. interfaces biophys.*, vol. 120, iss. 26, str. 6051-6060, 2016. [COBISS.SI-ID 2951268]
62. Peter Prelovšek, "Decay of density waves in coupled one-dimensional many-body-localized systems", *Physical review. B*, vol. 94, iss. 14, str. 144204-1-144204-6, 2016. [COBISS.SI-ID 3049572]
63. Peter Prelovšek, Osor S. Barišič, Marko Žnidarič, "Absence of full many-body localization in the disordered Hubbard chain", *Physical review. B*, vol. 94, iss. 24, str. 241104-1-241104-5, 2016. [COBISS.SI-ID 3049316]
64. Kristina Serec, Sanja Dolanski Babić, Rudolf Podgornik, Silvija Tomić, "Effect of magnesium ions on the structure of DNA thin films: an infrared spectroscopy study", *Nucleic acids res.*, vol. 44, no. 17, str. 8456-8464, 2016. [COBISS.SI-ID 2977124]
65. Hamid R. Shojaei, Anže Lošdorfer Božič, Murugappan Muthukumar, Rudolf Podgornik, "Effects of long-range interactions on curvature energies of viral shells", *Phys. rev. E*, vol. 93, iss. 5, str. 052415-1-052415-10, 2016. [COBISS.SI-ID 2961252]
66. Daniel Svenšek, Rudolf Podgornik, "Generalized conservation law for main-chain polymer nematics", *Phys. rev. E*, vol. 93, iss. 5, str. 052703-1-052703-7, 2016. [COBISS.SI-ID 2957412]
67. Saša Svetina, Gašper Kokot, Tjaša Švelc, Boštjan Žekš, Richard E. Waugh, "A novel strain energy relationship for red blood cell membrane skeleton based on spectrin stiffness and its application to micropipette deformation", *Biomech. model. mechanobiol.*, vol. 15, iss. 3, str. 745-758, 2016. [COBISS.SI-ID 32194777]
68. Tatjana Škrbić, Artem Badasyan, Trinh Xuan Hoang, Rudolf Podgornik, Achille Giacometti, "From polymers to proteins: the effect of side chains and broken symmetry on the formation of secondary structures within a Wang-Landau approach", *Soft matter*, vol. 12, iss. 21, str. 4783-4793, 2016. [COBISS.SI-ID 2954852]
69. Nick Štorgel, Matej Krajnc, Polona Mrak, Jasna Štrus, Primož Ziherl, "Quantitative morphology of epithelial folds", *Biophys. j.*, vol. 110, str. 269-277, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 3700815]
70. Bosiljka Tadić, "Multifractal analysis of Barkhausen noise reveals the dynamic nature of criticality at hysteresis loop", *J. stat. mech.*, vol. 2016, no. 6, str. 063305-1-063305-22, 2016. [COBISS.SI-ID 29578535]
71. Bosiljka Tadić, Miroslav Andjelković, Biljana Mileva-Boshkoska, Zoran Levnajic, "Algebraic topology of multi-brain connectivity networks reveals dissimilarity in functional patterns during spoken communications", *PLoS one*, vol. 11, no. 11, str. e0166787-1-e0166787-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29977383]
72. Bosiljka Tadić, Miroslav Andjelković, Milovan Šuvakov, "The influence of architecture of nanoparticle networks on collective charge transport revealed by the fractal time series and topology of phase space manifolds", *J. coupled syst. multiscale dyn.*, vol. 4, no. 1, str. 30-42, 2016. [COBISS.SI-ID 29604391]
73. S. B. Tooski, Anton Ramšak, B. R. Bužka, "Regular and singular Fermi liquid in triple quantum dots: coherent transport studies", *Physica, E, Low-dimens. syst. nanostruct.*, vol. 75, str. 345-352, 2016. [COBISS.SI-ID 2873188]
74. S. B. Tooski, Anton Ramšak, B. R. Bužka, "Reprint of: Regular and singular Fermi liquid in triple quantum dots: coherent transport studies", *Physica, E, Low-dimens. syst. nanostruct.*, vol. 82, str. 366-373, 2016. [COBISS.SI-ID 2971492]
75. Lara Ulčakar, Tomaž Rejec, Anton Ramšak, "Linear conductances of gated graphene structures with selected connectivity", *Acta chim. slov. (Print ed.)*, vol. 63, no. 3, str. 583-588, 2016. [COBISS.SI-ID 2980708]
76. Janez Urvic, Miroslav Halilović, Milan Brumen, Boris Štok, "An approach to consider the arterial residual stresses in modelling of a patient-specific artery", *Adv. Mech. Eng.*, vol. 8, [nr.] 11, f. 1-19, Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 15115035]
77. Janez Urvic, Iztok Žun, Milan Brumen, Boris Štok, "Modeling the effect of red blood cells deformability on blood flow conditions in human carotid artery bifurcation", *J. biomech. eng.*, vol. 139, iss. 1, f. [1-11], Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 15115291]
78. Nataša Vaupotič, Samo Curk, Mikhail Osipov, Mojca Čepič, Hideo Takezoe, Ewa Górecka, "Short-range smectic fluctuations and the flexoelectric model of modulated nematic liquid crystal", *Phys. rev. E Stat. nonlinear soft matter phys.*, vol. 93, no. 2, str. 022704-1-022704-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29301799]
79. Lev Vidmar, Marcos Rigol, "Generalized Gibbs ensemble in integrable lattice models", *J. stat. mech.*, vol. 2016, no. 6, str. 064007-1-064007-48, 2016. [COBISS.SI-ID 29669415]
80. Selcuk Yasar, Jacob B. Schimelman, M. Alphan Aksoyoglu, Nicole F. Steinmetz, Roger H. French, Vozken Adrian Parsegian, Rudolf Podgornik, "X-ray characterization of mesophases of human telomeric G-quadruplexes and other DNA analogues", *Scientific reports*, vol. 6, art. no. 27079, 9 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2961508]
81. Julija Zavadlav, Rudolf Podgornik, Manuel Nuno Melo, Siewert J. Marrink, Matej Praprotnik, "Adaptive resolution simulation of an atomistic DNA molecule in MARTINI salt solution", *Eur. phys. j., spec. top.*, vol. 225, iss. 8, str. 1595-1607, 2016. [COBISS.SI-ID 5939738]
82. Rok Žitko, "Spectral properties of Shiba subgap states at finite temperatures", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 19, str. 195125-1-195125-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29492007]
83. Rok Žitko, Alen Horvat, "Kondo effect at low electron density and high particle-hole asymmetry in 1D, 2D, and 3D", *Physical review. B*, vol. 94, no. 12, str. 125138-1-125138-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29770023]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Ilja Doršner, Svjetlana Fajfer, Admir Greljo, Jernej Kamenik, Nejc Košnik, "Physics of leptons in precision experiments and at particle colliders", *Phys. rep.*, vol. 641, pp. 1-68, 2016. [COBISS.SI-ID 29636903]
- Lilia M. Woods, D. A. R. Dalvit, Alexandre Tkatchenko, P. Rodriguez-Lopez, A. W. Rodriguez, Rudolf Podgornik, "Materials perspective on Casimir and van der Waals interactions", *Rev. mod. phys.*, vol. 88, iss. 4, str. 045003-1-045003-48, 2016. [COBISS.SI-ID 3026020]

## KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

- Rajmund Krivec, "Rowing times from Athens to mytilene: implications of misreading Thucydides for 5th-century Greek trireme speed: note", *Int. j. naut. archaeol.*, vol. 54, no. 1, str. 199-201, 2016. [COBISS.SI-ID 29303847]

## STROKOVNI ČLANEK

- Mojca Čepič, "Senca in polsenca, redka gosta v višjih razredih", *Fiz. šoli*, letn. 21, št. 2, str. 59-63, 2016. [COBISS.SI-ID 11320137]
- Saša Prelovšek, "Običajni in eksotični hadroni", *Obz. mat. fiz.*, letn. 63, št. 1, str. 10-17, 2016. [COBISS.SI-ID 2959972]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

### (VABLJENO PREDAVANJE)

- Jernej Kamenik, "Flavour physics and CP violation", V: *Proceedings of the 2014 European School of High-Energy Physics, 18 June -1 July 2014, Garderen, the Netherlands*, (CERN yellow reports, vol. 3), str. 79-94. [COBISS.SI-ID 29654567]
- Bosiljka Tadić, "Geometrical interpretation of complex signals as a tool to study fluctuations at nanoscale", V: *Proceedings of the 16th International Conference on Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering, CMMSE 2016, July 4th - 8th, 2016, Cádiz, Spain*, str. 1193-1196. [COBISS.SI-ID 29635111]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Borut Bajc, "Interplay between grand unification and supersymmetry in SU(5) and E6", V: *Proceedings of UNICOS-2014 International Workshop on Unification and Cosmology after Higgs Discovery and BICEP2, 13-15 May 2014, Chandigarh, India*, (Pranama, vol. 86, no. 2, 2016), str. 231-244. [COBISS.SI-ID 30098983]

2. Bojan Golli, Simon Širca, "Puzzles in eta photoproduction: the 1685 MeV narrow peak: B. Golli and S. Širca", V: *Proceedings to the Mini-Workshop Quarks, Hadrons, Matter, Bled, Slovenia, July 3-10, 2016*, (Blejske delavnice iz fizike, Letn. 17, št. 1), str. 44-49. [COBISS.SI-ID 30002471]
3. Maša Kenda, Miha Slapničar, Bojan Golli, "Uporaba svetlečih palčk pri pouku kemije in fizike", V: *Sodobni pristopi poučevanja prihajajočih generacij*, str. 996-1006. [COBISS.SI-ID 11407433]
4. Nejc Košnik, "New physics facing LfU and LFV tests in B physics", V: *4th Annual Large Hadron Collider Physics, 13-18 June 2016 Lund, Sweden*, (Proceedings of science, Vol. 2016), str. 064-1-064-8. [COBISS.SI-ID 29837863]
5. Saša Prelovšek, "Hadron spectroscopy and interactions from lattice QCD", V: *QCD@Work 2016*, (EPJ web of conferences, vol. 129, 2016), International Workshop on Quantum Chromodynamics - Theory and Experiment, Martina Franca, Italy, June 27-30, 2016, 8 str.. [COBISS.SI-ID 3040612]
6. Saša Prelovšek, Christian B. Lang, Luka Leskovec, Daniel Mohler, "Lattice QCD simulations of the  $Z_c^+$  channel", V: *XIth Conference on Quark Confinement and Hadron Spectrum, 8-12 September 2014, Saint Petersburg, Russia*, (AIP conference proceedings, 1701), str. 050012-1-050012-6. [COBISS.SI-ID 2918244]
7. Saša Prelovšek, Urša Skerbiš, Christian B. Lang, "Operators for scattering of particles with spin", V: *34th annual International Symposium on Lattice Field Theory, LATTICE2016, University of Southampton, UK*, (Proceedings of science), 7 str.. [COBISS.SI-ID 3029860]
8. Primož Zihel, Tomonari Dotera, "A geometric view of structure formation in soft colloids", V: *Soft matter self-assembly: proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", Course 193, Varenna on Lake Como, 29 June-7 July 2015*, (Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", course 193), str. 307-329. [COBISS.SI-ID 2976612]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Gregor Trefalt, Bosiljka Tadić, Barbara Malič, "Modeling of colloidal suspensions for the synthesis of the ferroelectric oxides with complex chemical composition", V: *Nanoscale ferroelectrics and multiferroics: key processing and characterization issues, and nanoscale effects. Vol. I and II*, Miguel Algueró, J. Marti Gregg, ur., Liliana Mitoseriu, ur., New York, Wiley, 2016, str. 100-117. [COBISS.SI-ID 29453351]

## UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK

### Z RECENZIO

1. Simon Čopar, Daniel Svenšek, Aleš Mohorič, Saša Prelovšek, *Rešene kolokvijske naloge iz fizike I in II*, (Zbirka izbranih poglavij iz fizike, 50), Ljubljana, DMFA - založništvo, 2016. [COBISS.SI-ID 286267392]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Gregor Bavdek, Bojan Golli, Jure Bajc, *Zbirka nalog iz Matematičnih metod v fiziki 1 za 1. letnik*, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2016. [COBISS.SI-ID 10986313]
2. Anita Prapotnik Brdnik, *Fizika: nihanje, valovanje, termodinamika: [skripta]*, Maribor, [A. Prapotnik Brdnik], 2016. [COBISS.SI-ID 19935510]
3. Primož Zihel, *Proseminar A: zapiski predavanj*, Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, 2016. [COBISS.SI-ID 29655847]
4. Primož Zihel, *Statistical physics: lecture notes*, Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana, Jožef Stefan Institute, 2016. [COBISS.SI-ID 29656103]

## MENTORSTVO

1. Ana Gostinčar-Blagotinšek, *Raziskovalni pouk fizikalnih vsebin naravoslovja na razredni stopnji*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Mojca Čepič). [COBISS.SI-ID 288340480]

2. Janez Urevc, *Karakterizacija mehanskega odziva humane karotidne arterije v fiziološkem stanju*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Boris Štok; somentor Milan Brumen). [COBISS.SI-ID 286750208]
3. Nataša Adžić, *Raznolikost in fenomenologija elektrostatičnih interakcij v fiziki proteinov*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rudolf Podgornik). [COBISS.SI-ID 2969444]
4. Urška Jelerčič, *Mehanični modeli celičnih organelov*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Primož Zihel). [COBISS.SI-ID 2949220]
5. Jan Kogoj, *Mikroskopski mehanizmi ultra hitre relaksacije v koreliranih elektronskih sistemih*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janez Bonča). [COBISS.SI-ID 2970212]
6. Ambrož Kregar, *Stanja spina in naboja v prisotnosti sklopitve spin-tir*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Anton Ramšak). [COBISS.SI-ID 2949476]
7. Kristina Leskovar, *Feroelektrična smektična-A tekočokristalna faza iz molekul z ukrivljeno sredico*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Maribor, 2016 (mentor Nataša Vaupotič). [COBISS.SI-ID 22166792]
8. Žiga Osolin, *Močne korelacije in magnetizem v modelu Kondove mreže*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Žitko). [COBISS.SI-ID 3038308]
9. Maja Pečar, *Konoskopija in poučevanje anizotropnih optičnih lastnosti snovi*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Mojca Čepič). [COBISS.SI-ID 3058276]
10. Matej Erjavec, *Napolnjenost steklenice kot model odzivnosti receptorjev za barvni vid*: magistrsko delo, Maribor, 2016 (mentor Nataša Vaupotič). [COBISS.SI-ID 22286856]
11. Neda Gačnik Čebulj, *Razumevanje pojma gostota pri učencih razredne stopnje*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Mojca Čepič). [COBISS.SI-ID 10985033]
12. Damjan Gašparič, *Meritve in analiza navpičnega skoka ter njegova uporaba pri pouku fizike v osnovni šoli*: magistrsko delo, Maribor, 2016 (mentor Milan Brumen; somentor Robert Repnik). [COBISS.SI-ID 22472200]
13. Marko Rožič, *Video posnetek kot didaktični pripomoček pri pouku fizike*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Bojan Golli). [COBISS.SI-ID 2961764]
14. Bernarda Urankar, *Aktivni tekočokristalni optični zaščitni filtri*: magistrsko delo, Maribor, 2016 (mentor Mojca Čepič). [COBISS.SI-ID 22460168]
15. Monika Hadalin, *Energijski procesi pri modelu sončnega kolektorja*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Bojan Golli). [COBISS.SI-ID 10941769]
16. Matija Kuclar, *Signali nove fizike v semileptonskih razpadih mezona B v stanja čarobnih mezonov s pozitivno parnostjo*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Svetlana Fajfer). [COBISS.SI-ID 3000932]
17. Črt Lozej, *Časovno odvisen transport naboja in toplote skozi kvantno piko*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Tomaž Rejec). [COBISS.SI-ID 2979940]
18. Tadej Mežnaršič, *Lasersko hlajenje cezijevih atomov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Žitko; somentor Peter Jeglič). [COBISS.SI-ID 3019620]
19. Jan Ornik, *Novi načini zaznavanja mikroplastike*: magistrsko delo (bolonjski študij), Maribor, 2016 (mentor Nataša Vaupotič; somentor Jan C. Balzer). [COBISS.SI-ID 22411528]
20. Klemen Pečnik, *Uporaba NMR spektroskopije in metod strojnega učenja za natančnejše iskanje biomarkerjev tumorskih celic*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Primož Zihel; somentorja Janez Plavec, Gregor Serša). [COBISS.SI-ID 2965860]
21. Lara Ulčakar, *Stabilnost magičnih razmerij prevodnosti majhnih grafenskih sistemov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Anton Ramšak; somentor Tomaž Rejec). [COBISS.SI-ID 2994788]
22. Marion Antonia van Midden, *Rekonstrukcija spektralne funkcije Shibovega stanja iz diferencialne prevodnosti*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Žitko). [COBISS.SI-ID 2987620]

**Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij izvaja osnovne raziskave na področju jedrske in atomske fizike, poleg tega pa pridobljeno znanje uporablja pri reševanju interdisciplinarnih raziskovalnih problemov, kot so radiološki nadzor okolja, raziskave materialov, fuzija, biologija, shranjevanje energije, medicina, farmacija, okolja in arheometrija. Raziskave izvajamo z lastno instrumentacijo, ki obsega ionski pospeševalnik, detektorje ionizirajočega sevanja in kalibrirana sevalna polja, ter v obliki gostovanj na velikih eksperimentalnih napravah v tujini: na pospeševalnikih, sinhrotronih, laserjih na proste elektrone, fuzijskih reaktorjih in plazemskih topovih.**



Vodja:  
**prof. dr. Primož Pelicon**

V kolaboraciji A1 centra za jedrske raziskave MAMI (Univerza v Mainzu, Nemčija) smo nadaljevali meritve kvazielastičnega sipanja elektronov na devterijevih in ogljikovih jedrih, pri katerih smo s polarimetrom zaznavali tudi polarizacijo iz reakcije odrinjenih protonov. Namen obeh teh meritev je ugotoviti, ali jedrsko okolje (na primer s povečano lokalno gostoto) vpliva na elastične oblikovne faktorje nukleonov, natančneje, ali je za prenos polarizacije odgovorna izbrana kinematična količina, na primer odmik protona od svoje masne lupine.

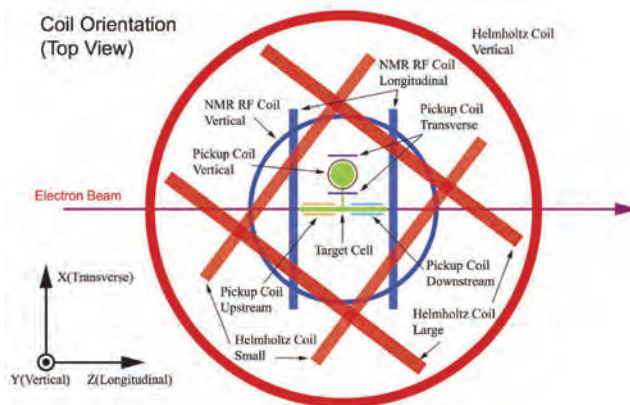
Nadaljevali smo analizo podatkov iz eksperimenta z metodo sevanja v začetnem stanju (ISR), v sklepni fazi pa sta tudi analiza podatkov o virtualnem komptonem sipanju pri nizkih prenosih gibalne količine, ki bodo omogočali določitev posplošenih polarizirnosti protona, ter analiza podatkov o elektroprodukciji nevtralnih pionov v območju Roperjeve resonance. Izvedli smo tudi tretji del produkcijskih meritev kršitve parnosti, pri katerih uporabljamo elektrone, polarizirane v transverzalni smeri. Izvedene meritve ponujajo nov vpogled na vsebnost čudnih kvarkov v protonih oziroma na njihov prispevek k elektromagnetnim oblikovnim faktorjem.

V Nacionalnem laboratoriju Thomas Jefferson, Newport News, ZDA (angl Thomas Jefferson National Accelerator Facility), smo nadaljevali meritve realnega komptonskega sipanja na protonih pri visokih prenosih gibalne količine oziroma v režimu velikih vrednosti Mandelstamovih spremenljivk  $s, t$  in  $u$  ter drugi del eksperimenta, pri katerem ugotavljamo elastični magnetni oblikovni faktor protona pri visokih prenosih gibalne količine (do  $18 \text{ GeV}^2$ ).

V letu 2016 smo študirali elektronsko senčenje pri jedrski reakciji med protoni in devteroni pri energiji protona 260 keV. Ta reakcija je pomembna v verigi p-p, s katero Sonce in njemu podobne zvezde proizvajajo energijo. Preverjali smo hipotezo, da nastali  $^3\text{He}$  namesto žarka gama izseva elektron. V ta namen smo sestavili detektorski sistem za detekcijo elektronov z energijami med enim in desetimi MeV. V povezavi s članstvom v kolaboraciji NUSTAR iz centra FAIR smo prijavi predlog eksperimenta, v katerem bi študirali izomerna vzbujena stanja težkih svinčevih jader Pb-212, 214 in 216. Poleg tega smo prijavi projekt slovensko-nemškega bilateralnega sodelovanja med IJS in centrom FAIR, v okviru katerega bi izboljšali sistem aktivne zaščite germanijevih detektorjev DEGAS. Na IJS bomo v letu 2017 organizirali letno srečanje kolaboracije NUSTAR.

Objavili smo več člankov s področja hadronske fizike; med najpomembnejše spadajo rezultati naših študij produkcije mezonov eta in kaonov v kiralnih kvarkovskih modelih (Golli in Širca, *Eur. Phys. Jour.*, 2016), poročilo o meritvah  $d_{2n}$  in  $A_{1n}$  za analizo spinske strukture nevtrona (Flay et al., *Phys. Rev. D*, 2016), članek o vezavni energiji osnovnega stanja hiperjdra  $^4\Lambda\text{H}$  iz visokoločljive spektroskopije razpadnih pionov (Schulz et al., *Nucl. Phys. A*, 2016), kot tudi elektroekscitacije resonance  $\Delta(1232)$  (Blomberg et al., *Phys. Lett. B*, 2016).

Nadaljevali smo inovacijsko delo na področju uporabe ionizirajočega sevanja v medicini. Patent za „Kotno občutljivo kamero gama z rotacijsko obstrukcijo“ (Vencelj et al, SI 24818 A, WO 2016050631 A1) smo pridobili v tesnem sodelovanju z ljubljanskim Onkološkim inštitutom. Za materialne pravice do tega patenta smo prejeli poizvedbe iz treh tujih sistemskih hiš



Slika 1: Tarčni sistem s polariziranim  $^3\text{He}$ , ki ga uporabljamo v laboratoriju Jefferson Lab za študij nevtronskih strukturnih funkcij in za raziskave elektromagnetne in spinske strukture jader  $^3\text{He}$ . Helmholtzove tuljave zagotavljajo statično magnetno polje za orientacijo polarizacije, RF-tuljave bližje tarčni celici pa uporabljamo za meritve stopnje polarizacije z jedrsko magnetno resonanco (Flay et al., *Phys. Rev. C*, 94 (2016), 052003).

**Nadaljevali smo inovacijsko delo na področju uporabe ionizirajočega sevanja v medicini. Patent za „Kotno občutljivo kamero gama z rotacijsko obstrukcijo“ smo pridobili v tesnem sodelovanju z ljubljanskim Onkološkim inštitutom. Enakovredna vloga za ta patent medtem napreduje tudi k podelitvi patentnih pravic v Združenem kraljestvu.**

s področja klinične opreme. Enakovredna vloga za ta patent medtem napreduje tudi k podelitvi patentnih pravic v Združenem kraljestvu. V sodelovanju s podjetjem Beyond Semiconductor smo pridobili patent „Postopek za izboljšanje delovanja silicijevih fotopomnoževalk v režimu nakopičenih bliskov in napravo“ (Vencelj et al., SI 24863 A, WO 2016060622 A1).

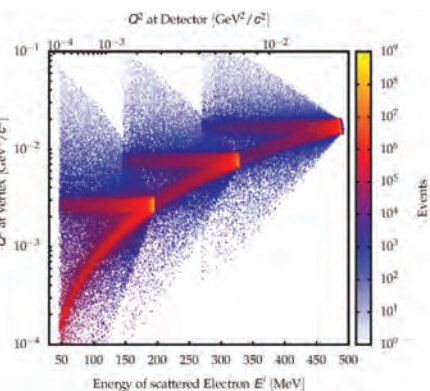
Skupina za meritve ionizirajočega sevanja je izvajala nadzor radioaktivnosti življenjskega okolja v Republiki Sloveniji, obratovalni radiološki nadzor NEK, neodvisno je preverjala obratovalni nadzor NEK, merilni nadzor radioaktivnosti v krmilih v Republiki Sloveniji, nadzor radioaktivnosti v okolici Centralnega skladišča RAO v Brinju (ARAO), nadzor radioaktivnosti pitne vode v RS, kjer smo opravljali meritve z visokoločljivostno spektrometrijo gama in s tekočinsko scintilacijsko spektrometrijo. Poleg tega smo opravljali tudi meritve osebnih in okoljskih doz s termoluminiscenčnimi dozimetri. Laboratorij za dozimetrične standarde je redno opravljal kalibracije merilnikov za dozimetrične veličine in veličine v varstvu pred sevanji ter tako zagotavljal meroslovno sledljivost uporabnikom teh merilnikov v Sloveniji in na regionalnem področju. Laboratoriji, ki se ukvarjajo z dozimetrijo ionizirajočega sevanja, so vzdrževali in nadgrajevali akreditacijo po standardu SIST EN ISO/IEC 17025, sodelovali pri mednarodnih interkomparcijah in pri teh aktivnostih izkazovali vrhunsko usposobljenost. Sodelovali smo v nizu mednarodnih programov in akcij, med drugim v Evropskem meroslovnem raziskovalnem programu (angl. European Metrology Research Programme, EMRP), EURAMET-u, v programu MODARIA II in v evropski raziskovalni programski skupini CONCERT.

V letu 2016 smo nadaljevali delo pri projektu Metrologija materialov s povečano naravno radioaktivnostjo (MetroNORM) iz klica EMRP 2012 in pri projektu MetroERM iz klica EMRP 2013 (“Metrologija za mrežo zgodnjega radiološkega obveščanja v Evropi”). Pri tem projektu smo sodelavci skupine izdelali prototipno zračno črpalko z visokim pretokom ter jo opremili s spektrometrskim sistemom, ki omogoča takojšnjo identifikacijo radionuklidov ob morebitnem izpustu iz jedrskega objekta ali radiološki kontaminaciji. V letu 2016 smo napravo preizkusili v laboratoriju NPL v Združenem kraljestvu in na interkomparacijskih meritvah na SCK-CEN v Belgiji.

Ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME) je v 2016 opravil redna in dodatna usposabljanja, se udeležil mednarodne primerjalne meritve hitrosti doze v Ronneburgu v Nemčiji, primerjalnih meritev z belgijsko mobilno enoto na SCK-CEN v Belgiji in mednarodne regionalne vaje

gasilcev v Benetkah.

Na področju teoretične atomske fizike smo se v letu 2016 ukvarjali predvsem z razvojem modela za natančen opis resonančnih razpadnih kanalov resonanc v atomih z dvema elektronoma (angl. Exterior complex Scaling) ter z gradnjo simulacije prehoda kratkih in intenzivnih sunkov svetlobe skozi gost plin. Tako smo ustvarili podlago za interpretacijo in napovedi poskusov z laserji na proste elektrone (FEL), kjer gre za nelinearne efekte, kot je npr. proženje večfotonskih vzbuditev, po drugi strani pa za doseganje inverzne zasedenosti vzbujenih stanj, ki je osnova za stimulirano emisijo na energijskem področju trde ultravijolične svetlobe (VUV) in rentgenske svetlobe. S kolegi z naprave XFEL v Hamburgu smo na podlagi simulacij pripravili predlog za poskus na FEL Flash v Hamburgu, kjer bi radi razvozlati pomembno odprto vprašanje iz naše zadnje raziskave na FEL Fermi v Trstu. Zanima nas, do kakšne mere so za opaženo stimulirano emisijo v heliju pri vzbuditvi nad ionizacijskim pragom odgovorni plazemski procesi. Poleg tega iščemo odgovor na vprašanje, ali se lahko njihova vloga okrepi, če fotoekscitacija poteka preko kratkoživih dvojno vzbujenih stanj. Udeležili smo se poskusa na FEL LCLS v Stanfordu, kjer smo s poskusom UV pump (266 nm) - X probe (Fe K $\beta$ ) opazovali kratkoživa tranzientna stanja pri interakciji fotovzbujenih kompleksov Fe(CO) $_5$  z raztopino etanola. Na žarkovni liniji SuperXAS na sinhrotronu SLS (Villingen, Švica) smo na podoben način, vendar s slabšo časovno ločljivostjo, opazovali interakcijo fotovzbujenih molekul CBr $_4$  z molekulami topila (metanol). V časovno označenih spektrih XANES smo prvič opazili vmesni produkt reakcije HBr, kar kaže, da je treba kemijsko dinamiko pri tej reakciji razmisliti na novo. Na sinhrotronu Soleil (Francija) smo se udeležili poskusa z magnetno steklenico, kjer smo s kolegi z Univerze Pierre in Marie Curie preučevali elektronske spektre pri fotoionizaciji SiH $_4$  in Na. V letu 2016 smo objavili študijo nenavadnih Augerjevih prehodov tipa TEOE (Two-Electron-One Electron), ki smo jo prvič izvedli z visoko spektroskopsko ločljivostjo na primeru dvojnih vrzeli 2p v argonu (Žitnik et al., *Phys. Rev. A*, 2016). Z odobrenim eksperimentom na žarkovni liniji Galaxies (Soleil, Francija) bomo raziskave TEOE v kratkem razširili na molekulske sisteme z atomi Cl. Pri poskusih na sinhrotronu MaxLab (Lund, Švedska) smo v sodelovanju s finskimi



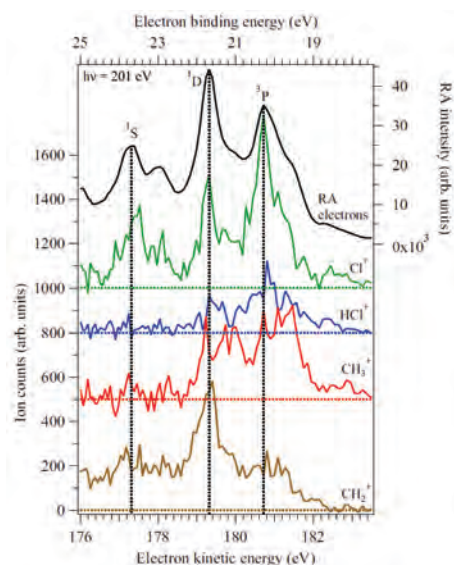
*Slika 2: Prikaz simulacije Bethe-Heitlerjevih procesov sevanja v začetnem in končnem stanju, ki ju izkoriščamo za določitev oblikovnih faktorjev protona pri zelo nizkih prenosih gibalne količine. Prikazana je porazdelitev dogodkov v odvisnosti od gibalne količine elektrona, ki ga zaznamo v detektorju (abscisna os) ter kvadrata prenosa gibalne količine, ki jo virtualni foton preda protonu (ordinatna os). Diagram sevanja v začetnem stanju opiše proces, kjer vpadni elektron izseva realni foton pred interakcijo s protonom. Ker foton odvzame del energije elektronu, je gibalna količina, ki jo ta preda protonu, manjša, kot bi bila sicer. S tem ponudi možnost raziskovanja strukture protona pri zelo majhnih vrednostih  $Q^2$ , ki z obstoječimi eksperimentalnimi sestavi drugače niso dosegljivi (Mihovilović et al., *AIP Conf. Proc.* 2016, 1701, 040014).*

kolegi z Univerze v Ouluju ugotovili, da pri razpadu dissociativnega stanja  $s$  v  $\text{CH}_3\text{Cl}$  pride tudi do tvorbe fragmentov  $\text{HCl}^+$  (slika 3). Opisali smo mehanizem molekulske preureditve, ki privede do njihovega nastanka (Kokkonen et al., *Phys. Rev. A*).

Na področju visokoločljivostne rentgenske spektroskopije smo v letu 2016 na žarkovni liniji ID26 sinhrotrona ESRF v Grenoblu opravili dva sklopa meritev. V sodelovanju s kolegi z Instituta Max Planck za kemijsko fiziko trdne snovi iz Dresdna smo opravili meritve resonančnega neelastičnega sipanja rentgenskih žarkov (RIXS) v okolici absorpcijskih robov  $L_2$  in  $L_3$  Ru v kubičnem monokristalu  $\text{RuCl}_3$  ( $4d^5$ ) z oktaedrsko simetrijo in Rh v kristalu  $\text{Sr}_2\text{RhO}_4$  ( $4d^5$ ) s porušeno oktaedrsko simetrijo. Spektroskopija RIXS omogoča meritve absorpcijskih spektrov  $4d$  prehodnih elementov z energijsko ločljivostjo, ki je precej pod naravno razširitvijo zaradi trajnostnega stanja vrzeli v lupini  $2p$  (metoda HERFD), tako da v spektrih razločimo prispevek orbitale  $t_{2g}$ . V našem eksperimentu smo z energijsko ločljivostjo  $< 1$  eV izmerili  $L_2$  in  $L_3$  HERFD spektre Ru in Rh ter njihovo polarizacijsko odvisnost, kar omogoča direktno preučevanje čistosti stanja  $J_{\text{eff}} = 1/2$  v sistemih s  $4d^5$ -konfiguracijo. V sodelovanju s skupino s CEA (Grenoble) smo izvedli *in-operando* meritve RIXS na žveplovem  $1s$  robu, s katerimi smo karakterizirali elektronsko strukturo žvepla v katodnem materialu med polnjenjem in praznjenjem litij-žveplovih baterij. Preučevali smo baterije, pri katerih  $\text{S}_8$ , ki je aktivni material v katodi, nadomestimo z  $\text{Li}_2\text{S}$ . Glavni problem pri tem je visoka polarizacija, ki se pojavi pri prvem polnjenju in kasneje izgine in naj bi bila posledica razlike med velikostjo mikrometrskih delcev  $\text{Li}_2\text{S}$  v začetni fazi in nanodelcev  $\text{Li}_2\text{S}$ , ki nastanejo elektrokemijsko med baterijskim ciklom. Na področju raziskav kemijskih procesov v baterijah smo s kolegi s Kemijskega inštituta (KI) v Ljubljani opravili tudi *ex-situ* RIXS- in XAS- meritve žvepla v magnezij-žveplovih baterijah. Mg-S je med najbolj obetavnimi elektrokemijskimi pari pri baterijah z visoko energijsko gostoto. Sedaj so Mg-S-baterije šele v začetni fazi raziskav, opravljene meritve pa bodo pripomogle k boljšemu razumevanju elektrokemijskih procesov v bateriji.

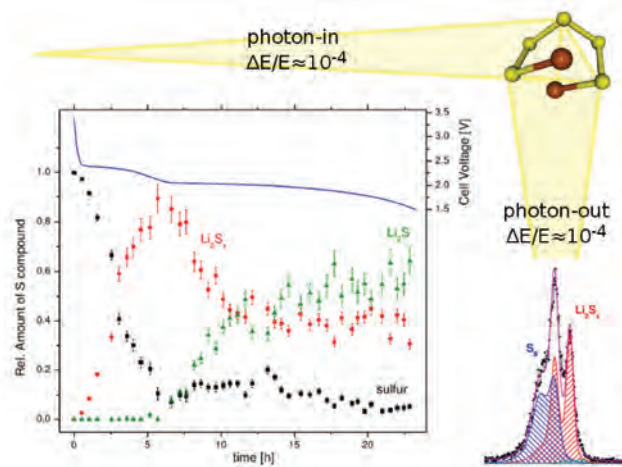
V letu 2016 smo objavili rezultate *in-operando* RIXS meritev žvepla v Li-S-baterijah, ki smo jih opravili v sodelovanju s kolegi s KI v Ljubljani na sinhrotronu ESRF (Kavčič et al., *J. Phys. Chem. C*, 2016). Z uporabo selektivnega resonančnega vzbujanja smo izboljšali občutljivost za detekcijo topnih polisulfidov, ki nastajajo v bateriji, in hkrati zmanjšali signal elektrolita, kar je omogočilo natančno kvantitativno analizo posameznih žveplovih spojin, ki nastajajo med praznjenjem baterije (slika 4). Objavili smo rezultate preučevanja elektronske strukture fosforja, žvepla in klora v spojinah z lokalno simetrijo  $T_d$  in  $C_{3v}$  z meritvami rentgenskih emisijskih spektrov  $K\beta$  (Petric et al., *Inorg. Chem.*, 2016). Izmerjene spektralne strukture smo pojasnili z modelskimi spektri izoliranih anionov  $\text{XO}_4^{n-}$  in  $\text{XO}_3^{n-}$  ( $X = \text{P}, \text{S}, \text{Cl}$ ), izračunanimi v okviru teorije gostotnih funkcionalov, glavne spektralne komponente pa smo interpretirali z ustreznimi molekulskimi orbitalami. Objavili smo tudi rezultate teoretičnega in eksperimentalnega preučevanja strukturnih in dinamičnih lastnosti molekul kloriranih ogljikovodikov z meritvami RIXS na klorovem robu  $1s$  (Bohinc et al., *J. Chem. Phys.*, 2016). Izmerili in izračunali smo energije, relativne intenzitete ter širine Franck-Condonovih porazdelitev za resonanci  $\sigma^*$  in  $\pi^*$ . V sodelovanju z raziskovalci z Univerze v Helsinkih (Niskanen et al., *Sci. Rep.*, 2016) smo pokazali, da meritve žveplovih emisijskih spektrov  $K\beta$  v molekuli  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pri vzbujanju s sinhrotronsko svetlobo ob visoki energijski ločljivosti omogočajo določitev deležev posameznih protonacijskih stanj molekule  $\text{H}_2\text{SO}_4$  v vodni raztopini.

Na področju meritev visokoločljivih rentgenskih spektrov s protonskim vzbujanjem, ki jih opravljamo na ionskem pospeševalniku IJS, smo v letu 2016 objavili rezultate sistematičnega eksperimentalnega in teoretičnega študija kemijskih premikov karakteristične spektralne črte  $K\alpha$  fosforja, žvepla in klora v spojinah z različnimi oksidacijskimi stanji (Petric in Kavčič, *J. Anal. At. Spectrom.*, 2016). Izmerjeni premiki neposredno izražajo efektivni lokalni naboj, ki ga izračunamo s teorijo gostotnih funkcionalov, in tako omogočajo robustno in natančno določitev oksidacijskega stanja elementa v različnih kemijskih okolih in s tem širjo uporabo metode PIXE tudi na področje analize kemijskega stanja elementa v vzorcu. Objavili smo tudi rezultate meritev satelitskih prispevkov  $K\beta\text{M}$  v argonovih emisijskih spektrih  $K\beta$  pri vzbujanju s protoni z energijami 0,75–3 MeV (Kavčič in

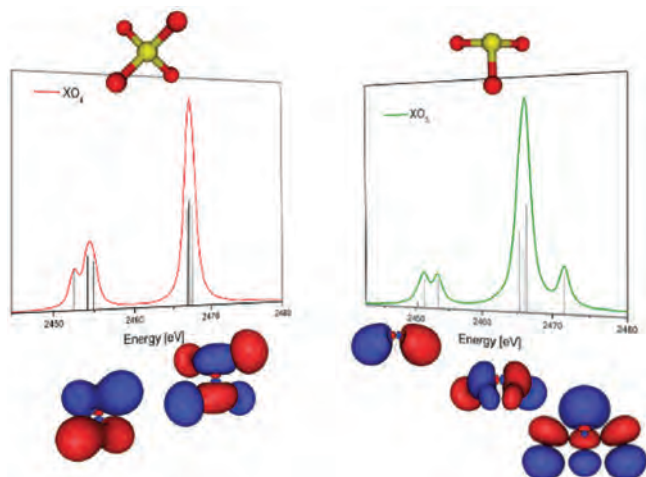


Slika 3: Porazdelitev ionskih fragmentov v koincidencah z Augerjevimi elektroni  $L\text{-}V^2$  po fotovzbuditvi elektrona  $2p$  na atomu kloru v LUMO. Fragment  $\text{HCl}^+$  se tvori le iz specifičnih končnih stanj  $V^2$  z energijo okrog 20 eV (Kokkonen et al., *Phys. Rev. A*, 94 (2016), 033409).

**Z metodami RIXS, XANES in EXAFS smo in operando preučevali kemijske spremembe med polnjenjem in praznjenjem litij-žveplovih in magnezij-žveplovih baterij.**

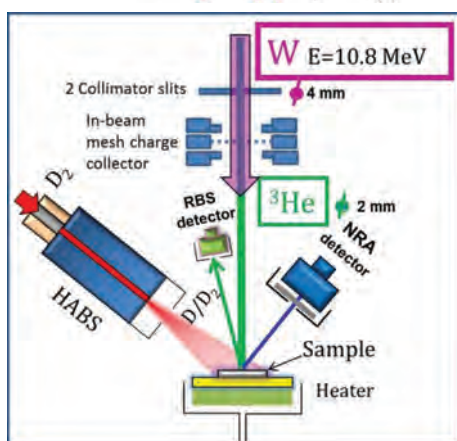
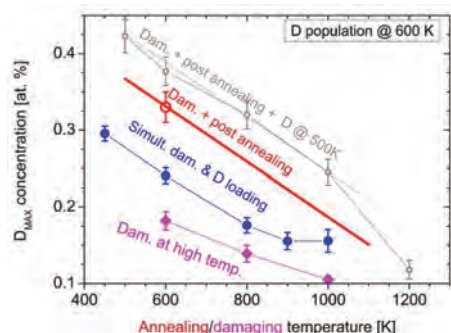


Slika 4: Relativni deleži posameznih žveplovih spojin  $\text{S}_8$  in  $\text{Li}_2\text{S}_x$ , ki nastanejo v katodi baterije Li-S v procesu praznjenja. Modra črta prikazuje potek napetosti med praznjenjem (M. Kavčič et al., *J. Phys. Chem. C*, 120 (2016), 24568–24576).



Slika 5: Izračunan modelski spekter iona  $SO_4^{2-}$  in  $SO_3^{2-}$  s pripadajočimi molekulskimi orbitalami, ki prispevajo k posameznim spektralnim komponentam (M. Petric et al., *Inorg. Chem.*, 55 (2016), 5328–5336).

**Izmerili smo kemijske premike v rentgenskih emisijskih spektrih  $K\alpha$  fosforja, žvepla in klora v odvisnosti od njihove kemijske okolice in jih računsko reproducirali v okviru teorije gostotnih funkcionalov.**



Slika 6: Spodaj: Shema eksperimentalne postavitve INSIBA za sočasno iradiacijo volframa z visokoenergijskimi ioni W, ki simulirajo nevtronsko obstreljevanje, in izpostavljanje D-atomom. Zgoraj: Primerjava maksimalnih koncentracij deuterija v odvisnosti temperature pregrevanja vzorcev, načina in sekvence ustvarjanja dislokacijskih poškodb v volframu (S. Markelj et al., *Nucl. Mat. Energ.*, v tisku).

Banaš, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 2016), s katerimi smo ugotovili verjetnost za ionizacijo argonove lupine M pri centralnih trkih s protoni.

Rentgensko absorpcijsko spektroskopijo smo v letu 2016 izvajali v treh sinhrotronskih centrih: ELETTRA (Trst), PETRA III DESY (Hamburg) in ESRF (Grenobel). V sodelovanju s Kemijskim inštitutom smo v treh merilnih časih na postaji XAFS na sinhrotronu ELETTRA izvedli meritve XANES in EXAFS v operando načinu na litij-žveplovih in magnezij-žveplovih baterijah v celotnem ciklu med polnjenjem in praznjenjem baterije. Ti novi katodni materiali za baterije imajo tudi do trikrat večjo energijsko kapaciteto kot Li-ionske baterije, ki so sedaj v uporabi. Izmerjeni spektri omogočajo natančno spremljanje spremembe strukture in valence žvepla med praznjenjem baterije v večstopenjski elektrokemijski reakciji žvepla z litijem ali magnezijem, pri kateri se tvori litijev oz. magnezijev polisulfid  $Li_2S_x$  ali  $MgS_x$  in končno kristalinični  $Li_2S$  ali  $MgS$ . Spremljali smo tudi reverzibilnost procesov med polnjenjem baterije, ko se na koncu ponovno formira elementarno žveplo iz litijevih polisulfidov ali pa direktno iz  $Li_2S$  ali  $MgS$ . Podatki so ključni za razumevanje dinamike delovanja baterij in s tem za optimizacijo sinteze katodnega materiala za doseganje čim večjih kapacitet baterije. V letu 2016 smo poslali v objavo članek o karakterizaciji baterije, pri kateri je žveplo  $S_8$  nadomeščeno z  $Li_2S$ .

V sodelovanju s sodelavci z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Université catholique de Louvain (Belgija), Universitaet Bayreuth, Lehrstuhl Pflanzenphysiologie (Nemčija), ESRF Grenoble (Francija), National Agri-Food Biotechnology Institute (Indija), Technische Universitaet Berlin (Nemčija) smo izvedli dva sklopa meritev XAS s sinhrotronsko svetlobo (ESRF in PETRA III), namenjeni določitvi porazdelitve polutantov (Se,

Hg, Cd, Pb) in esencialnih elementov (Zn, Cu, Ni, Mn, Fe) v različnih tkivih rastlin na celičnem nivoju. Pri tem smo uporabili tudi rentgenske mikrospektroskopije z laterarno ločljivostjo 30  $\mu m$ . Podatki so ključni za analizo detoksifikacijskih mehanizmov v rastlinah na molekulskem nivoju in pomagali razložiti mehanizme, ki omogočajo rastlinam tolerančnost. Za esencialne elemente (npr. Fe in Mn) smo analizirali mogoče načine za povečanje nalaganja teh elementov, kar je ključno za povečanje njihove vsebnosti v jedilnih delih žit. Objavili smo rezultate raziskave porazdelitve in vezave železa v celicah ajde (P. Pongrac et al., *Food Chemistry*, 2016), ki razkrivajo biodostopnost železa v prehrani ljudi, rezultate odpornosti proti toksičnosti Cd in Zn v celicah korenin (I. Lefevre et al., *Plant and soil*, 2016) in rezultate zajemanja in kemijske vezave živega srebra v gobah. Nadaljevali smo tudi obsežnejši večletni projekt razvoja različni katalizatorjev v sodelovanju z Univerzo v Novi Gorici in s Kemijskim inštitutom, Ljubljana. Na sinhrotronskih PETRA III in ELETTRA smo opravili rentgenske absorpcijske meritve XANES in EXAFS na katalitskih materialih  $CeO_2$ , dopiranim s Cu, ter na  $TiO_2$  in  $SiO_2$ , ki so vsebovali Cu in/ali Zr. Iz njih smo ugotovili valenco ter mesta vgradnje teh elementov v kristalno strukturo katalizatorja.

V sodelovanju pri raziskavah na žarkovni liniji ALOISA in ANCHOR/HASPES (Laboratorio IOM-CNR TASC) tržaškega sinhrotrona Elettra smo preučevali dvosmerni prenos naboja ob organskih stikih. V monoplasti piridina/Au(111) s prilagodljivo geometrijo molekul smo izmerili dinamiko prehoda elektronov v molekulske orbitale, do katerega pride v prisotnosti notranje vrzeli. Pokazali smo, da se za čas trajanja vrzeli elektronska konfiguracija vzbujenih molekul ob Fermijevem nivoju drastično spremeni, kar omogoča ultrahiter prenos elektronov na prazne molekulske orbitale. Izsledki teh raziskav pomembno vplivajo na razumevanje transportne dinamike in fotovzbujenih molekulah ob kovinskih stičnih mejah (Cvetko et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2016).

V letu 2016 smo nadaljevali raziskave na področju fizije, ki jih usklajuje konzorcij EUROfusion v okviru delovnega paketa „Priprava učinkovitih komponent za izpostavitve plazmi za delovanje ITER in DEMO“. V fokusu naših raziskav je študij zadrževanja vodikovih izotopov (VI) v volframu. Ta material velja za najbolj primerne za stene prihodnjih fuzijskih reaktorjev, kot je DEMO. Prvi pomemben dosežek prihaja s področja vpliva strukturnih poškodb v kristalni mreži volframa na zadrževanje fuzijskega goriva, kjer se za kreacijo poškodb navadno uporabljajo visokoenergijski ioni kot dober nadomestek kreacije poškodb pri obstreljevanju materiala s fuzijskimi nevtroni (Ogorodnikova et al., *J. Appl. Phys.*, 2016). V resničnem okolju fuzijskega reaktorja poteka hkratna

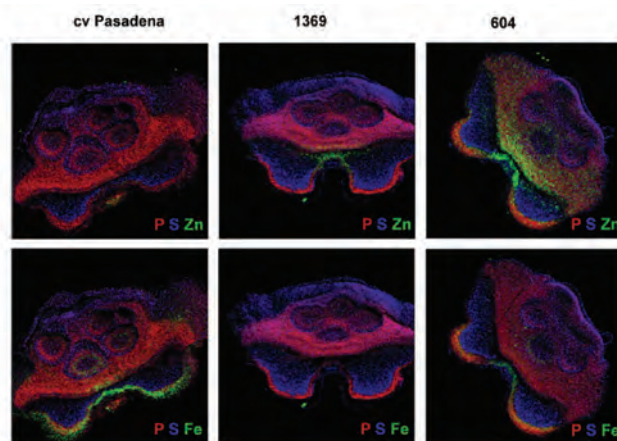
izpostavitve vodikovi plazmi, nevtralnemu delcem in nevtronom energije 14 MeV. Realističnim razmeram smo se prvič približali tako, da smo izdelovali strukturne defekte v kristalni mreži v volframu sočasno z izpostavitvijo atomom D, in sicer pri petih različnih temperaturah med 450 K in 1 000 K. Zadrževanje devterija v materialu smo analizirali z jedrsko reakcijo  $D(^3\text{He}, p)\alpha$  in s tem dobili mero za količino defektov, ki so nastali med hkratnim obsevanjem in izpostavitvijo atomskemu devteriju. Tovrstni defekti namreč lahko zadržujejo več VI z višjo vezavno energijo. Opažena je bila sinergija med kreiranjem poškodb in prisotnostjo VI, ki jo predvideva tudi model. Glavni rezultati so prikazani na sliki 5, ki prikazuje, da je koncentracija D višja v primeru simultane poškodovanja in izpostavitve D-atomom kot pri ločenem poškodovanju pri visokih temperaturah in kasnejši izpostavitvi D-atomom. Opažene rezultate lahko razloži stabilizacija poškodb kristalne mreže ob prisotnosti vodikovih izotopov. Pri visokih temperaturah in brez prisotnosti VI se defekti v kristalni mreži namreč hitro anihilirajo (S. Markelj et al., Nucl. Mat. Energ., 2017). Drugi dosežek v sodelovanju z Institutom Max Planck za fiziko plazme v Garchingu je bil na temo preučevanja vpliva helija (He) na zadrževanje VI in njihovega transporta v materialu. Nedavni poskusi, kjer so študirali interakcijo vodikovih izotopov in helija na volframu z uporabo mešane devterij-helijevе plazme, so pokazali, da dodatek He povzroča zmanjšano zadrževanje D. Na drugi strani pa teoretični izračuni kažejo močno privlačnost med He in VI, kar kaže na prednostno zbiranje devterija okoli skupkov He. Da bi razjasnili vlogo He pri difuziji vodika v volfram, smo He v številski koncentraciji 4 % implantirali 1  $\mu\text{m}$  globoko v strukturno poškodovani volfram. Globinsko profiliranje devterija smo izvedli med segrevanjem vzorca v temperaturnem območju od 300 K do 800 K. Tako smo prvič pokazali, da se devterij akumulira okrog implantiranih atomov He. Zadrževanje D se je povečalo za faktor dva v primerjavi z delom vzorca brez He. Izmerjene globinske profile devterija smo kvantitativno razložili z modelom (Markelj et al, submitted to *Nucl. Fus. Lett.*). V letu 2016 smo naredili tudi obsežno študijo lateralne porazdelitve devterija,  $^{11}\text{B}$  in  $^{15}\text{N}$  na vzorcih, izpostavljenih na območju divertorja v tokamaku ASDEX Upgrade v eksperimentalnih sklopih »dušik-15« in »He«. Meritve smo izvedli s fokusiranim ionskim žarkom.

Z Mössbauerjevo spektroskopijo smo raziskovali lastnosti katalizatorjev  $\text{FePO}_4$  za sintezo metanola iz metana z dodatki  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  in  $\text{H}_2\text{O}$  kot oksidantov. Določili smo fazne spremembe na katalizatorju na svežih, reduciranih in rabljenih katalizatorjih. Pokazali smo, da je  $\text{Fe}_2\text{P}_2\text{O}_7$  prevladujoča faza v reduciranem katalizatorju. Preučevali smo lastnosti oksidnih katalizatorjev Cu-Fe za delno oksidacijo CO v procesnih plinskih tokovih, bogatih s  $\text{H}_2$  za uporabo v predstopnji priprave plinov za gorivne celice. Rezultati Mössbauerjevega poskusa kažejo prisotnost treh dobro definiranih šestetov, ki pripadajo tetra- in oktahedralnim mestom ionov  $\text{Fe}^{3+}$ .

Na ionskem pospeševalniku IJS je v letu 2016 potekalo intenzivno raziskovalno delo z visokoenergijskimi ionskimi žarki. Uporabniki so imeli za svoje delo na voljo 4 000 žarkovnih ur. V letu 2016 smo začeli nadgradnjo merilne postaje z žarkom v zraku. Z vgradnjo magnetne kvadrupolne leče in preciznih rež bomo omogočili oblikovanje protonskega žarka v zraku s premerom 50  $\mu\text{m}$ . To bo omogočalo merjenje elementnih zemljevidov na občutljivih vzorcih z visoko lateralno ločljivostjo na področju arheometrije in biomedicine. Z metodo mikro-PIXE smo izvedli niz meritev za uporabnike s področja biomedicine. V sodelovanju z Univerzitetnim kliničnim centrom Maribor smo preučevali razloge za odpoved kolčnih protez. V operativno odstranjenih tkivih smo v izbranih kliničnih primerih našli visoke koncentracije obrabnih mikrodolcev (Fokter et al, *Jour. Mech. Beh. Biom. Mat.*, 2017). V sodelovanju z Univerzo v Bayeruthu (Detterbeck in sod., *New Phytologist*, 2016) smo raziskali porazdelitve mikronutrientov v zrnih širokega nabora sort ječmena (slika 7).

Na področju arheometrije smo največ pozornosti posvetili analizam arheološkega stekla. Analizirali smo serijo steklenih jagod iz zgodnjersrednjeveškega obdobja v Sloveniji, s katerimi smo dopolnili že objavljene meritve iz leta 2012, tako da sedaj pripravljamo podrobno publikacijo za revijo *Arheološki vestnik*. Izmerili smo serijo poznoantičnega stekla z najdišča Gradina na Jelici v Srbiji, ki je nekakšna vzporednica slovenskemu najdišču Tonovcov grad, kljub temu pa so v sestavi stekla pomembne razlike, saj sledni elementi kažejo na različne vire primarnega stekla. Vključili smo se tudi v program študije beneškega stekla v Dalmaciji in srednjeveški Bosni, ki jo izvajamo skupaj z arheologinjo Nikolino Topić iz Dubrovnika in Inštitutom Rudjer Bošković iz Zagreba. V sklopu tega dela smo analizirali serijo stekel iz srednjeveške Bosne in pokazali, da se steklo po sestavi ujema z izvirnim beneškim. Od del, ki smo jih pripravljali prejšnja leta, izšla pa so v letu 2016, velja omeniti analizo pigmentov v

### **Eksperimentalno smo dokazali sinerijske učinke simultane kreacije poškodb in obstreljevanja plazme v stenah fuzijskih reaktorjev: vodikovi izotopi iz plazme preprečijo rekombinacijo defektov in tako ojačijo proces degradacije sten fuzijskega reaktorja.**



Slika 7: Kolokalizacija cinka, železa, fosforja in žvepla v prerezu zrna ječmena z metodo mikro-PIXE. Od leve proti desni si sledijo sorte »cv Pasadena«, sorta »1369« z nizko vsebnostjo cinka in sorta z visoko vsebnostjo cinka »604« (Detterbeck et al., *New Phytologist*, 211 (2016), 1241).



ročno obarvani avtobiografiji Žiga Herbersteina iz leta 1560. Pokazali smo, da sestava pigmentov, ki v veliki meri temelji na železotaninskem črnilu, kvarno vpliva na trajnost papirja.

Nadaljevali smo razvoj slikanja molekulskih porazdelitev v bioloških tkivih z metodo MeV-SIMS. Delujočo metodo MeV-SIMS s pulziranim primarnim ionskim žarkom smo nadgradili za delo s kontinuirnim žarkom. Pri tem smo vgradili enokanalni pomnoževalnik, ki detektira vsak posamezni primarni ion. Ta način omogoča mnogo večjo lateralno ločljivost molekulskega slikanja in izboljšuje masno ločljivost zaradi boljše definicije začetka meritve časa preleta. V sodelovanju z Univerzo v Maastrichtu smo preučevali mehanizem stigmatskega slikanja MeV-SIMS z masnim spektrometrom TOF in možnost njegove uporabe za molekulsko slikanje tkiv s širokim primarnim žarkom. V ta namen smo za detekcijo hitrih ionov v spektrometru TOF vgradili detektor Time-PIX, ki pozicijsko občutljivo detekcijo združuje z visoko časovno ločljivostjo.

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. MetroNORM Meeting, Ljubljana, 23.-24. 2. 2016

## Patent

1. Matjaž Vencelj, Miha Cankar, Andrej Likar, Postopek za izboljšanje delovanja silicijevih fotopomnoževalk v režimu nakopičenih bliskov in naprava, SI24863 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 04. 2016
2. Matjaž Vencelj, Larisa Hosnar, Klemen Bučar, Janez Burger, Kotno občutljiva kamera gama z rotacijsko obstrukcijo, SI24818 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 03. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Kalibracije  
mag. Matjaž Mihelič
2. TLD-dozimetrija  
Boštjan Črnič, dipl. inž. fiz.
3. Pridobivanje tantalata in niobija iz rud  
Prg Ltd.  
dr. Marijan Nečemer
4. FAIR detektorji  
Gsi Helmholtzzentrum  
doc. dr. Matej Lipoglavšek
5. 7. OP - SPRITE; Podpiranje podiplomskih raziskav z industrijsko prakso in odličnostjo usposabljanja  
Evropska komisija  
doc. dr. Matjaž Kavčič
6. 7. OP - PREPARE; Nova integrativna orodja in platforme za primer radiološke nesreče in odziv po nesreči v Evropi  
Evropska komisija  
dr. Benjamin Zorko
7. MetroNORM; Metrologija pri ravnanju z materiali z visoko vsebnostjo naravnih radionuklidov  
Euramet E. v.  
mag. Branko Vodenik
8. MetroERM; Metrologija za mreže zgodnjega radiološkega obveščanja v Evropi  
Euramet E. v.  
mag. Denis Glavič - Cindro
9. COST CM1204: Rentgenska/XUV svetloba in hitri ioni za ultrahitro kemijo (XLIC)  
Cost Office  
prof. dr. Matjaž Žitnik
10. Zadrževanje vodika v samopoškodovanem in s He obdreteljevanem volframu in njegovih zlitinah za PFC  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
doc. dr. Sabina Markelj
11. RC 18353/R2; Dualno slikanje bioloških vzorcev z metodama MeV SIMS in PIXE  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
prof. dr. Primož Pelicon
12. RC 18186/R2; Uporaba sinhrotronske svetlobe za raziskave vpliva okoljskih faktorjev na organizme  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
prof. dr. Katarina Vogel-mikuš
13. COST CA16117 - ChETEC; Kemijski elementi kot sledniki evolucije Vesolja  
Cost Office  
doc. dr. Matej Lipoglavšek

14. H2020 - CONCERT; Evropski Skupni Program za združevanje raziskav na področju varstva pred sevanjem  
Evropska komisija  
dr. Benjamin Zorko
15. Izobraževanje-ED-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
prof. dr. Primož Pelicon
16. Plasma Facing Components-1-IPH-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
doc. dr. Sabina Markelj
17. Elektromagnetna struktura protona pri visokih prenosih gibalne količine  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Simon Širca

## PROGRAMI

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

## PROJEKTI

1. Nanostrukturirane katode za litij-žveplove akumulatorje  
dr. Darko Hanžel
2. Rastlinstvo in hidrologija Ljubljanskega barja nekoč, danes in jutri - posledica sukcesije, človekovega vpliva ali klimatskih nihanj?  
dr. Marijan Nečemer
3. Reševanje protonske uganke s precizijsko meritvijo oblikovnih faktorjev protona pri izjemno majhnih prenosih energije in gibalne količine  
dr. Miha Mihovilič
4. Vrednotenje parametrov kakovosti in varnosti vrtnin iz različnih sistemov pridelave v Sloveniji in iz tujine za oblikovanje nacionalne sheme kakovosti zelenjave  
dr. Marijan Nečemer
5. Vrednotenje parametrov kakovosti in varnosti vrtnin iz različnih sistemov pridelave v Sloveniji in iz tujine za oblikovanje nacionalne sheme kakovosti zelenjave  
dr. Marijan Nečemer

6. Meritve radioaktivnosti in preverjanje fizikalnih lastnosti praznih filtrov, ki se uporabljajo v svetovni mreži zračnih prlpak IMS  
dr. Benjamin Zorko
7. Razne analize  
dr. Jasmina Kožar Logar

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. ELME - Ekološki laboratorij z mobilno enoto  
Ministrstvo za obrambo  
doc. dr. Matej Lipoglavšek
2. DODATEK št. 14: Sofinanciranje dejavnosti nosilca nacionalnega etalona za leto 2016 – ionizirajoče sevanje  
Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport  
mag. Matjaž Mihelič
3. ELME – Vzdrževanje pripravljenosti izrednega monitoringa radioaktivnosti za obdobje 5 let (2012–2017)  
Nuklearna elektrarna Krško  
doc. dr. Matej Lipoglavšek
4. Meritve plinastih efluentov v 2015, 2016 in 2017  
Nuklearna elektrarna Krško  
dr. Benjamin Zorko
5. Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v RS za leto 2015  
Ministrstvo za okolje in prostor  
dr. Benjamin Zorko
6. Obratovni monitoring radioaktivnosti za NEK v 2016 in 2017  
Nuklearna elektrarna Krško  
dr. Benjamin Zorko
7. Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji za leto 2016  
Ministrstvo za okolje in prostor  
dr. Benjamin Zorko
8. Meritev skupne aktivnosti sevalcev alfa in beta v pitni vodi  
Ministrstvo za zdravje  
dr. Jasmina Kožar Logar
9. Monitoring radioaktivnosti pitne vode za leti 2016 in 2017  
Ministrstvo za zdravje  
dr. Benjamin Zorko
10. Program nadzora radioaktivnosti v okolici objekta CSRAO  
ARA0, Ljubljana  
dr. Marijan Nečemer

## OBISKI

1. dr. Thomas Schwarz - Selinger, Max Planck Institute (IPP), Garching, Nemčija, 20.–25. 3. 2016
2. prof. dr. Chary Rangacharyuluja, Univerza Saskatchewanu Saskatoon, SK, Kanada, 5. 5. 2016
3. Branko Petrinc, IMI, Zagreb, Hrvaška, 19. 7. 2016
4. dr. Juegen Gerl, GSI, Darmstadt, Nemčija, 7.–9. 8. 2016
5. dr. Jelena Ajtić, Fakulteta veterinarske medicine in dr. Dragana Todorović, Institut Vinča, Beograd, Srbija, 14.–16. 9. 2016
6. Ivica Prlič in Branko Petrinc, IMI, Zagreb, Hrvaška, 7. 12. 2016
7. dr. Tim Vidmar in Jos Rutten, SCK-CEN, Mol, Belgija, 14.–16. 12. 2016
8. dr. Luca Marchesi, Concettina Giovani in dr. Stefano Micheletti, ARPA FVG, Palmanova, Italija, 20. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. mag. Denis Glavič - Cindro in mag. Matjaž Mihelič: Odsek F-2 in Laboratorij za dozimetrične standarde – kalibracije in zagotavljanje meroslovne sledljivosti, 9. 12. 2016
2. Marko Petric: New Parallel Beam Wavelength Dispersive X-ray Emission Spectrometer for High-Energy Resolution PIXE Studies, 21. 9. 2016
3. Toni Petrovič: Compact radioactive aerosol monitoring device for early warning networks, 16. 12. 2016
4. prof. dr. Chary Rangacharyuluja: Univerza Saskatchewanu Saskatoon, SK, Kanada, Single Isotopes for Combined PET/SPECT Imaging, 5. 5. 2016
5. dr. Jos Rutten, SCK-CEN: Belgija, Radiological measurement Inter-comparison, 16. 12. 2016
6. dr. Thomas Schwarz - Selinger: Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Nemčija, Fuel retention and erosion studies of relevant first wall materials, 23. 3. 2016
7. Anže Založnik: Interaction of atomic hydrogen with materials used for plasma-facing wall in fusion, 1. 7. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Iztok Arčon, Matjaž Kavčič, Marko Petric, Matjaž Žitnik, University of Gothenburg, EXRF2016, Gothenburg, Švedska, 19.–24. 6. 2016
2. Tilen Breclj, Mateja Hrast, Tim Kolar, FFM, 10. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah, Otočec, 16. 11. 2016
3. Drago Brodnik, Mirko Ribič, IFAM Slovenija 2015, Celje, 29. 1. 2016
4. Drago Brodnik, TERO TECH-VZDRŽEVANJE, Celje, 15. 4. 2016
5. Drago Brodnik, Toni Petrovič, Matjaž Vencelj, 49. MOS, Celje, 13.–14. 9. 2016
6. Klemen Bučar, Mateja Hrast, Špela Krušič, Andrej Mihelič, Matjaž Žitnik, ELETTRA/FERMI, Workshop WAVEFRONT2016, Trst, Italija, 30. 11.–1. 12. 2016
7. Boštjan Črnič, Benjamin Zorko, IMI, sestanek Interreg SI-HR, Zagreb, Hrvaška, 29. 1. 2016
8. Boštjan Črnič, Toni Petrovič, Benjamin Zorko, EURADOS, AM2016, Milano, Italija, 7.–11. 2. 2016
9. Boštjan Črnič, Gasilska zveza Slovenije, sestanek Interreg V-A SI HR, Ljubljana, 25. 2. 2016
10. Denis Glavič - Cindro, PTB, srečanje tehniškega komiteja EURAMET TC-IR, Berlin, Nemčija, 25.–29. 1. 2016
11. Denis Glavič - Cindro, Toni Petrovič, EURAMET, MetroERM JRP-meeting, Barcelona, Španija, 25.–27. 5. 2016
12. Denis Glavič - Cindro, Jasmina Kožar Logar, ISO food Summer school "Radionuclides in food", RC IJS, Brinje, 6.–10. 6. 2016
13. Denis Glavič - Cindro, PTB, partnerski sestanek za pripravo novega projekta v klicu EMPIR 2016, Berlin, Nemčija, 28. 6.–1. 7. 2016
14. Denis Glavič - Cindro, Mitja Kelemen, Sabina Markelj, Anže Založnik, NENE 2016, Portorož, 6.–8. 9. 2016
15. Denis Glavič - Cindro, ICRM, LLRMT2016, Seattle, ZDA, 23. 9.–3. 10. 2016
16. Denis Glavič - Cindro, Matej Lipoglavšek, Gasilska brigada Benetke, vaja slov., it. in avstr. reševalnih enot, Benetke, Italija, 8.–11. 11. 2016
17. Denis Glavič - Cindro, Toni Petrovič, CIEMAT, MetroERM JRP-meeting, Madrid, Španija, 28. 11.–1. 12. 2016
18. Denis Glavič - Cindro, SA, 18. Dan akreditacije, Brdo pri Kranju, 7. 12. 2016
19. Darko Hanžel, DGM, MSE 2016, Darmstadt, Nemčija, 26.–29. 9. 2016
20. Mateja Hrast, Špela Krušič, Mihelič Andrej, Matjaž Žitnik, Goethe University, ECAMP12, Frankfurt, Nemčija, 4.–10. 9. 2016
21. Boštjan Jenčič, Primož Pelicon, Maastricht University, obisk laboratorija in pogovori o sodelovanju pri MeV-SIMS, Maastricht, Nizozemska, 3.–6. 4. 2016
22. Boštjan Jenčič, Marko Petric, IAEA, SPRITE Training Course on Ion Beam Analysis using Heavy MeV Ions, Dunaj, Avstrija, 10.–13. 4. 2016
23. Boštjan Jenčič, IMP-CAS, Fudan University, ICNMTA2016, Lanzhou, Kitajska, 31. 7.–6. 8. 2016
24. Matjaž Kavčič, Marko Petric, Manchester Cancer Research Centre, sklepni sestanek projekta SPRITE, Manchester, Velika Britanija, 27.–29. 6. 2016
25. Mitja Kelemen, Markelj Sabina, ENEA, PSI 2016, Rim, Italija, 29. 5.–3. 6. 2016
26. Matjaž Aleš Korun, ENEA, sestanek Znanstvenega komiteja ICRM, Rim, Italija, 1.–4. 11. 2016
27. Jasmina Kožar Logar, IAERMA, IHL, IAEA, dogovor o nadaljnjem skupnem delu, posvet, Dunaj, Seibersdorf, Avstrija, 27. 4.–3. 5. 2016
28. Jasmina Kožar Logar, CNCS, IAEA, Training Workshop on Determination of Organically Bound Tritium in Food Samples Using Liquid Scintillation Counting, Ottawa, Kanada, 23. 9.–4. 10. 2016
29. Jasmina Kožar Logar, ANSTO, koordinacijski sestanek ALMERE, Sidney, Avstralija, 26.–30. 10. 2016
30. Romana Krištof, CEA, 5 th OBT Workshop, Le Mans, Francija, 3.–8. 10. 2016
31. Romana Krištof, Institute for Cryogenics and Isotopes Tehnologies, 21<sup>st</sup> National Conference with International Participation, Ramnicu Valcea, Romunija, 16.–22. 10. 2016
32. Matej Lipoglavšek, ENNAS, 11 th Russbach Workshop on Nuclear Astrophysics, Russbach, Avstrija, 6.–12. 3. 2016
33. Matej Lipoglavšek, FAIR, FAIR IKRB meeting, Darmstadt, Nemčija, 14. 6. 2016
34. Matej Lipoglavšek, Primož Pelicon, Primož Vavpetič, CNA, ENSAF Workshop, Sevilla, Španija, 18.–22. 10. 2016
35. Matej Lipoglavšek, IPN, predavanje, pogovori o mogočem sodelovanju na področju astrofizike, Orsay, Francija, 2.–4. 11. 2016
36. Sabina Markelj, Loughborough University, MoD-PMI 2016, Loughborough, Velika Britanija, 21.–25. 6. 2016
37. Sabina Markelj, Anže Založnik, CIEMAT, Annual Meeting of WPJET2 and WPPFC, Madrid, Španija, 20.–26. 11. 2016
38. Miha Mihovilovič, meritve in sestanek kolaboracij A1, NUSTAR, Mainz, Darmstadt, Nemčija, 24. 2.–4. 3. 2016
39. Miha Mihovilovič, TU, DPG 2016, Darmstadt, Nemčija, 13.–18. 3. 2016
40. Miha Mihovilovič, JGU, LEPP 2016, Mainz, Nemčija, 5.–6. 4. 2016
41. Miha Mihovilovič, KPH, meritve in sestanek kolaboracije, Mainz, Nemčija, 19.–24. 4. 2016
42. Miha Mihovilovič, ECT, Workshop Proton radius puzzle, Trento, Italija, 19.–26. 6. 2016
43. Miha Mihovilovič, GRC, Conference Photuclear Reactions, Holderness, ZDA, 6.–13. 8. 2016
44. Marijan Nečemer, IMEKO, 2<sup>nd</sup> IMEKOFOODS Conference, Benvenuto, Italija, 2.–6. 10. 2016
45. Primož Pelicon (vabljen predavanje), Department of Quantum Science and Energy Engineering, Tohoku University, The second small international work shop on remediation technology for Fukushima nuclear disaster, Sendai, Japonska, 20.–27. 2. 2016
46. Primož Pelicon, Katarina Vogel-Mikuš, Univerza v Trstu, sestanek za oblikovanje Interreg projekta Slovenija-Italija, 3. 8. 2016

47. Primož Pelicon, IAEA, Tehnical Meeting on Enhancing Nuclear Technologies to Meet the Needs of Forensic Science, Guildford, Velika Britanija, 4.-10. 9. 2016
48. Primož Pelicon, Žiga Šmit, University of North Texas, CAARI 2016, Forth Worth, ZDA, 30. 10.-6. 11. 2016
49. Primož Pelicon, Université de Bordeaux/CNRS, Programme Advisory Committee of the joint Ion Beam facilities AIFIRA and AMANDE/MIRCON, Bordeaux, Francija, 23.-25. 11. 2016
50. Toni Petrovič, Video center, d. o. o., Delavnica tehnike reševanja problemov, Šmarjetna gora, 5. 5. 2016
51. Toni Petrovič, PTB, partnerski sestanek za nov evropski projekt "MeteroPreparedness, Braunschweig, Nemčija, 24.-26. 8. 2016
52. Simon Širca, Bled Mini Workshop 2016, Bled, 3.-10. 7. 2016
53. Žiga Šmit, Museo Arqueológico de Sevilla, pripravljalna delavnica za COST akcijo, Sevilla, Španija, 27. 11.-1. 12. 2016
54. Primož Vavpetič, University of Jyväskylä, ECAART 12, Jyväskylä, Finska, 3.-8. 7. 2016
55. Matjaž Vencelj, NPSS, IEEE NSS MIC 2016, Strasbourg, Francija, 31. 10.-4. 11. 2016
56. Branko Vodenik, JRC, Sklepni sestanek in delavnica projekta, Bruselj, Belgija, 20.-23. 6. 2016
57. Katarina Vogel - Mikuš, Ghent University, Université catholique de Louvain, ICHMET 2016, delovni sestanek, Ghent, New Louvain, Belgija, 11.-18. 9. 2016
58. Katarina Vogel - Mikuš, CBBC, uvodni sestanek za projekt BEST v okviru ARIMNET, Borj Cedria, Tunizija, 2.-6. 10. 2016
59. Benjamin Zorko, VUJE, sklepni sestanek PREPARE, Bratislava, Slovaška, 19.-22. 1. 2016
60. Benjamin Zorko, GZS, Dan meroslovja 2016, Ljubljana, 16. 5. 2016
61. Benjamin Zorko, IAEA, Workshop to Review and design TC Project Proposals in Nuclear Application for 2018-2019 TC cycle, Dunaj, Avstrija, 26. 6.-1. 7. 2016
62. Benjamin Zorko, Oxford Mathematical Institute, Radiation Protection Week 2016, Oxford, Velika Britanija, 18.-24. 9. 2016
63. Benjamin Zorko, ARPA FVG, Management of Radiological Emergency in Trieste and Friuli Venezia Giulia, Trst, Italija, 18. 10. 2016
64. Benjamin Zorko, MGRT, Strategija meroslovja, Ljubljana, 9. 11. 2016
65. Benjamin Zorko, CONCERT EJP, CONCERT open consultation meeting, Bruselj, Belgija, 16.-19. 11. 2016
3. Iztok Arčon, Alojz Franc Kodre: DESY, Hamburg, Nemčija, 7.-13. 9. 2016 (meritve)
4. Žiga Barba: Soleil, Pariz, Francija, 9.-13. 5. 2016 (meritve)
5. Tilen Brecelj, Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 5.-16. 7. 2016 (meritve)
6. Drago Brodnik, Denis Glavič - Cindro, Toni Petrovič, Matjaž Vencelj: NPL, London, Velika Britanija, 16.-20. 5. 2016 (meritve)
7. Drago Brodnik, Toni Petrovič, Branko Vodenik, Benjamin Zorko: 29. 5.-3. 6. 2016 (primerjalne meritve)
8. Klemen Bučar: Soleil, Pariz, Francija, 16.-21. 5. 2016 (meritve)
9. Klemen Bučar, Matjaž Kavčič, Marko Petrič, Matjaž Žitnik: ESRF, Grenoble, Francija, 11.-26. 7. 2016 (meritve)
10. Boštjan Črnič: Željava, Hrvaška, 30. 3. 2016 (meritve hitrosti doze)
11. Boštjan Črnič: Bundesamt für Strahlenschutz, Ronneburg, Nemčija, 6.-9. 6. 2016 (meritve)
12. Boštjan Jenčič, Mitja Kelemen: ESRF, Grenoble, Francija, 10.-16. 2. 2016 (meritve)
13. Boštjan Jenčič: Maastricht University, Maastricht, Nizozemska, 22. 5.-10. 6. 2016 (usposabljanje za uporabo naprave TimePix)
14. Alojz Franc Kodre, Katarina Vogel - Mikuš: ESRF, Grenoble, Francija, 7.-13. 12. 2016 (meritve)
15. Peter Kump: Elettra, Trst, Italija, 10.-13. 10. 2016 (meritve)
16. Sabina Markelj: IPP, Garching, Nemčija, 25.-29. 1. 2016 (meritve)
17. Miha Mihovilovič, Simon Širca: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 19.-26. 4. 2016 (meritve)
18. Miha Mihovilovič: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 7.-10. 6. 2016 (priprava eksperimenta Ceep/Deep 2016)
19. Miha Mihovilovič: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 27. 6.-8. 7. 2016 (eksperiment Ceep/Deep 2016)
20. Miha Mihovilovič: KPH, Mainz, Nemčija, 14.-26. 11. 2016 (meritve v A1 in PAC)
21. Miha Mihovilovič: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 15.-17. 12. 2016 (skupina analiz podatkov eksperimenta iz leta 2014)
22. Simon Širca: TJNAF, Newport News, ZDA, 22. 3.-5. 4. 2016 (meritve)
23. Simon Širca: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 13.-17. 7. 2016 (meritve)
24. Simon Širca: Institut za jedrsko fiziko, Mainz, Nemčija, 19.-21. 9. 2016 (meritve)
25. Simon Širca: TJNAF, Newport News, 18. 11.-2. 12. 2016 (meritve)
26. Katarina Vogel Mikuš: Elettra, Trst, Italija, 8.-13. 3. 2016 (meritve)
27. Matjaž Žitnik: SLS, Villingen, Švica, 3.-9. 4. 2016 (meritve)
28. Matjaž Žitnik: sinhrotron Soleil, Pariz, Francija, 10.-14. 11. 2016 (poizkus z magnetno steklenico)
29. Matjaž Žitnik, SLAC: Stanford, ZDA, 17.-24. 11. 2016 (meritve)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Iztok Arčon, Katarina Vogel-Mikuš: Technische Universitaet Berlin, Berlin, Nemčija, 16.-21. 5. 2016 (meritve)
2. Iztok Arčon: ESRF, Grenoble, Francija, 15.-19. 7. 2016 (meritve)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Iztok Arčon\*, znanstveni svetnik
  2. doc. dr. Klemen Bučar
  3. prof. dr. Dean Cvetko\*
  4. mag. Denis Glavič Cindro
  5. dr. Darko Hanžel
  6. doc. dr. Matjaž Kavčič
  7. dr. Jasmina Kožar Logar
  8. dr. Peter Kump, *upokojitev 1. 2. 2016*
  9. doc. dr. Matej Lipoglavšek
  10. doc. dr. Sabina Markelj
  11. doc. dr. Andrej Mihelič
  12. dr. Marijan Nečemer
  13. **prof. dr. Primož Pelicon, znanstveni svetnik - vodja odseka**
  14. prof. dr. Simon Širca\*, vodja raziskovalne skupine
  15. prof. dr. Žiga Šmit\*, znanstveni svetnik
  16. doc. dr. Matjaž Vencelj
  17. mag. Branko Vodenik
  18. prof. dr. Katarina Vogel-Mikuš\*
  19. dr. Benjamin Zorko
  20. prof. dr. Matjaž Žitnik, vodja raziskovalne skupine
- ### Podoktorski sodelavci
21. dr. Romana Krištof
  22. dr. Miha Mihovilovič
  23. dr. Toni Petrovič
  24. dr. Jelena Vesič
  25. dr. Anže Založnik
- ### Mlajši raziskovalci
26. Žiga Barba, mag. fiz.
  27. Tilen Brecelj, mag. fiz.
  28. Mateja Hrast, mag. fiz.
  29. Boštjan Jenčič, mag. fiz.
  30. Tim Kolar, mag. fiz.
  31. Nina Ogrinc Potočnik, univ. dipl. kem., *začasna prekinitev 1. 6. 2014*
  32. Marko Petric, *odšel 1. 9. 2016*
  33. Samo Štajner, univ. dipl. fiz., *odšel 29. 11. 2016*

### Strokovni sodelavci

34. Boštjan Črnič, dipl. inž. fiz.
35. Mitja Kelemen, mag. fiz.
36. mag. Matjaž Mihelič
37. Primož Vavpetič, univ. dipl. fiz.

### Tehniški in administrativni sodelavci

38. Drago Brodnik
39. Mojca Gantar
40. Sandi Gobec
41. 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 R 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. Štore 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
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. Hasselt University, Diepenbeek, Belgija
72. IFIN-HH, Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica si Inginerie Nucleara "Horia Hulubei", Măgurele, Romunija
73. Institut za fiziku, Beograd, Srbija
74. Institut für Energie- und Klimaforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, Nemčija
75. Institut für Kernphysik, Universität Mainz, Mainz, Nemčija
76. Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nemčija
77. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
78. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
79. IRSN, Institut de Radioprotection et de Surete Nucleaire, Fontenay-aux-Roses, Francija
80. iThemba LABS, Cape Town, Južna Afrika
81. ITN, Instituto Tecnológico e Nuclear, Bobadela LRS, Portugalska
82. JRC, JRC -Joint Research Centre- European Commission, EC
83. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Nemčija
84. Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen, Nizozemska
85. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, ZDA
86. Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Nemčija
87. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Nemčija
88. MIKES, Mitateknika Keskus, Espoo, Finska
89. MKEH, Magyar Kereskedelmi Engedelyezési Hivatal, Budimpešta, Madžarska
90. National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bukarešta, Romunija
91. NCBJ, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Poljska
92. NPL, NPL Management Limited, Velika Britanija
93. NRP, Norwegian Radiation Protection Authority, Norveška
94. Oddelek za fiziko, Univerza v Coimbri, Coimbra, Portugalska
95. Patenting Proizvodnja, d. o. o., Beograd, Srbija
96. Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen, Švica
97. POLATOM, Institute of Atomic Energy POLATOM, Otwock, Poljska
98. PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Nemčija
99. SCK-CEN, Studiecentrum Voor Kernenergie, Mol, Belgija
100. Sinchrotron Soleil, Saint-Aubin, Francija
101. Sinchrotron SLS Daresbury, Anglija
102. SMU, Slovenský Metrologický Ústav, Bratislava-Karlova Ves, Slovaška
103. Stanford Synchrotron Radiation Lightsource (SSRL), Stanford, ZDA
104. STUK, Sateilyturvakeskus, Helsinki, Finska
105. SURO, Statni ustav radiacni ochrany, v. v. i., Praga, Češka Republika
106. TAEC, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara, Turčija
107. Technical University of Crete, Chania, Grčija
108. Tehniška univerza v Darmstadtu, Nemčija
109. Thomas Jefferson National Accelerator Facility, Newport News, ZDA
110. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Španija
111. Université catholique de Louvain, Louvain, Belgija
112. Università degli Studi di Milano, Milano, Italija
113. University of Fribourg, Fribourg, Švica
114. Univerza J. Gutenberg, Mainz, Nemčija
115. Univerza v Exeterju, Cornwall, Anglija
116. Univerza v Göttingenu, Nemčija
117. Univerza v Konstanzi, Nemčija
118. Univerza Loránda Eötvösa, Budimpešta, Madžarska
119. Univerza v Madridu, Madrid, Španija
120. University Pierre and Marie Curie (UPMC), Pariz, Francija
121. UPC, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Španija

## Tuje

53. Aix-Marseille Université - CNRS / PIIM Laboratory, Marseille, Francija
54. ATOMKI, Institut of Nuclear Research, Debrecen, Madžarska
55. AUTH, Aristotelio Panepistimio Thessalonikis, Solun, 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

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Karmen Bat, Klemen Eler, Darja Mazej, Branka Mozetič Vodopivec, Ines Mulič, Peter Kump, Nives Ogrinc, "Isotopic and elemental characterisation of Slovenian apple juice according to geographical origin: preliminary results", *Food chem.*, vol. 203, str. 86-94, 2016. [COBISS.SI-ID 4143099]
- A. Blomberg *et al.* (100 avtorjev), "Electroexcitation of the  $\Delta^+(1232)$  at low momentum transfer", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 760, str. 267-272, 2016. [COBISS.SI-ID 2984548]
- Rok Bohinc, Matjaž Žitnik, Klemen Bučar, Matjaž Kavčič, S. Carniato, Loïc Journel, Renaud Guillemin, Tatiana Marchenko, Elie Kawerk, M. Simon, W. Cao, "Structural and dynamical properties of chlorinated hydrocarbons studied with resonant inelastic x-ray scattering", *J. chem. phys.*, vol. 144, no. 13, str. 134309-1-134309-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29421607]
- Dean Cvetko, Guido Fratesi, Gregor Kladnik, Albano Cossaro, Gian Paolo Brivio, Latha Venkataraman, Alberto Morgante, "Ultrafast electron injection to photo-excited organic molecules", *PCCP. Phys. chem. chem. phys.*, vol. 18, iss. 32, pp. 22140-22145, 2016. [COBISS.SI-ID 29638183]
- T. Čížmar, Urška Lavrenčič Štangar, Iztok Arčon, "Correlations between photocatalytic activity and chemical structure of Cu-modified  $\text{TiO}_2 - \text{SiO}_2$  nanoparticle composites", *Catal. today*, str. 1-6, 2016. [COBISS.SI-ID 4639227]
- Amelie Detterbeck, Paula Pongrac, Stefan Rensch, Stefan Reuscher, Matic Pečovnik, Primož Vavpetič, Primož Pelicon, Stefan Holzheu, Ute Krämer, Stephan Clemens, "Spatially resolved analysis of variation in barley (*Hordeum vulgare*) grain micronutrient accumulation", *New phytol.*, vol. 211, iss. 4, str. 1241-1254, 2016. [COBISS.SI-ID 29645607]
- Carlo Dri *et al.* (13 avtorjev), "Chemistry of the methylamine termination at a gold surface: from autorecognition to condensation", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, iss. 11, str. 6104-6115, 2016. [COBISS.SI-ID 29338407]
- Jefferson Lab Hall A Collaboration, D. Flay *et al.*, "Measurements of  $d_n^2$  and  $A_n^2$ : probing the neutron spin structure", *Phys. Rev., D*, vol. 94, iss. 5, str. 052003-1-052003-51, 2016. [COBISS.SI-ID 2985060]
- Samo K. Fokter, Andrej Moličnik, Rajko Kavalarič, Primož Pelicon, Rebeka Rudolf, Nenad Gubelj, "Why do some titanium-alloy total hip arthroplasty modular necks fail?", *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, str. 1-12, [14] f. pril., Available online 27 December 2016. [COBISS.SI-ID 20099094]
- Emna Fourati, Mariem Wali, Katarina Vogel-Mikuš, Chedly Abdely, Tahar Ghnaya, "Nickel tolerance, accumulation and subcellular distribution in the halophytes *Sesuvium portulacastrum* and *Cakile maritima*", *Plant physiol. biochem. (Paris)*, vol. 108, str. 295-303, 2016. [COBISS.SI-ID 3957327]
- Denis Glavič-Cindro, Matjaž Korun, Marijan Nečemer, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Evaluation of comparison and proficiency test results of gamma ray spectrometry at Jožef Stefan Institute from 1986 to 2014", *Appl. radiat. isotopes*, vol. 109, str. 54-60, 2016. [COBISS.SI-ID 29124391]
- Bojan Golli, Simon Širca, "Eta and kaon production in a chiral quark model", *The european physical journal. A. Hadrons and nuclei*, vol. 52, art. no. 279, 14 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2992484]
- Mina Jovanovic, Iztok Arčon, Janez Kovač, Nataša Novak Tušar, Bojana Obradović, Nevenka Rajič, "Removal of manganese in batch and fluidized bed systems using beads of zeolite A as adsorbent", *Microporous and mesoporous materials*, vol. 226, str. 378-385, 2016. [COBISS.SI-ID 4183803]
- Matjaž Kavčič, D. Banas', "M shell ionization of Ar induced in nearcentral collisions with MeV protons", *J. phys., B At. mol. opt. phys.*, vol. 49, no. 6, str. 065204-1-065204-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29319719]
- Matjaž Kavčič, Klemen Bučar, Marko Petric, Matjaž Žitnik, Iztok Arčon, Robert Dominko, Alen Vižintin, "Operando resonant inelastic X-ray scattering: an appropriate tool to characterize sulfur in Li-S batteries", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, no. 43, str. 24568-24576, 2016. [COBISS.SI-ID 29919271]
- Gregor Kladnik, Michele Puppin, Marcello Coreno, Monica de Simone, Luca Floreano, Alberto Verdini, Alberto Morgante, Dean Cvetko, Albano Cossaro, "Ultrafast charge transfer pathways through a prototype amino-carboxylic molecular junction", *Nano lett.*, vol. 16, no. 3, pp. 1955-1959, 2016. [COBISS.SI-ID 29261863]
- E. Kokkonen, M. Vapa, Klemen Bučar, K. Jänkälä, W. Cao, Matjaž Žitnik, M. Huttula, "Formation of stable  $\text{HCl}[\text{sup}]^+$  following resonant Auger decay in  $\text{CH}[\text{sub}]3\text{Cl}$ ", *Phys. rev., A*, vol. 94, 033409, 2016. [COBISS.SI-ID 30193959]
- Matjaž Korun, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Calculation of the best estimates for measurements of radioactive substances when the presence of the analyte is not assured", *Accredit. qual. assur.*, vol. 21, no. 3, str. 191-195, 2016. [COBISS.SI-ID 30066471]
- Matjaž Korun, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Calculation of the decision threshold in gamma-ray spectrometry using sum peaks", *Appl. radiat. isotopes*, vol. 109, str. 522-525, 2016. [COBISS.SI-ID 29123879]
- Matjaž Korun, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Calculation of the correlation coefficients between the numbers of counts (peak areas and backgrounds) obtained from gamma-ray spectra", *Appl. radiat. isotopes*, vol. 118, pp. 1-6, 2016. [COBISS.SI-ID 30064935]
- Matjaž Korun, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Calculation of the decision thresholds for radionuclides identified in gamma-ray spectra by post-processing peak analysis results", *Nucl. instrum., methods phys. res., Sect. A, Accel.*, vol. 813, str. 102-110, 2016. [COBISS.SI-ID 30065447]
- Isabelle Lefevre, Katarina Vogel-Mikuš, Iztok Arčon, Stanley Lutts, "How do roots of the metal-resistant perennial brush *Zygophyllum fabago* cope with cadmium and zinc toxicities?", *Plant soil*, vol. 404, iss. 1, str. 193-207, 2016. [COBISS.SI-ID 3817807]
- A. Macková, Žiga Šmit, L. Giuntini, "Discovering new information from historical artefacts using electromagnetic radiation and charged particles as a probe", *Europhys. news*, vol. 47, no. 3, str. 17-21, 2016. [COBISS.SI-ID 30175527]
- Sabina Markelj, Anže Založnik, Thomas Schwarz-Selinger, Olga Ogorodnikova, Primož Vavpetič, Primož Pelicon, Iztok Čadež, "In situ NRA study of hydrogen isotope exchange in self-ion damaged tungsten exposed to fuel atoms", *J. nucl. mater.*, vol. 469, str. 133-144, 2016. [COBISS.SI-ID 29092903]
- Marijan Nečemer, Marko Gerbec, "Automated preparation of water samples for low-level gamma spectrometry", *Acta chim. slov. (Print ed.)*, vol. 63, no. 1, str. 204-212, 2016. [COBISS.SI-ID 29386023]
- Marijan Nečemer, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, "Discrimination between Slovenian cow, goat and sheep milk and cheese according to geographical origin using a combination of elemental content and stable isotope data", *J. food compos. anal.*, vol. 52, str. 16-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29648423]
- Johannes Niskanen, Christoph J. Sahle, Kari O. Ruotsalainen, Harald Müller, Matjaž Kavčič, Matjaž Žitnik, Klemen Bučar, Marko Petric, Mikko Hakala, Simo Huotari, "Sulphur  $K\beta$  emission spectra reveal protonation states of aqueous sulfuric acid", *Scientific reports*, vol. 6, str. 21012-1-21012-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29304871]
- Olga Ogorodnikova, Sabina Markelj, Udo von Toussaint, "Interaction of atomic and low-energy deuterium with tungsten pre-irradiated with self-ions", *J. appl. phys.*, vol. 119, no. 5, str. 054901-1-054901-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29256743]
- Giorgia Olivieri, Alok Goel, Armin Kleibert, Dean Cvetko, Matthew A. Brown, "Quantitative ionization energies and work functions of aqueous solutions", *PCCP. Phys. chem. chem. phys.*, vol. 18, iss. 42, pp. 29506-29515, 2016. [COBISS.SI-ID 29875751]
- Serena Panighello, Anja Kavčič, Katarina Vogel-Mikuš, N. H. Tennent, Arie Wallert, Samo B. Hočevar, Johannes Teun van Elteren, "Investigation of smalt in cross-sections of 17th century paintings using elemental mapping by laser ablation ICP-MS", *Mirochem. j.*, vol. 125, str. 105-115, 2016. [COBISS.SI-ID 3691087]
- Andraž Pavlišič, Primož Jovanovič, Vid Simon Šelih, Martin Šala, Marjan Bele, Goran Dražič, Iztok Arčon, Samo B. Hočevar, Anton Kokalj, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Atomically resolved dealloying of structurally ordered Pt nanoalloy as an oxygen reduction reaction electrocatalyst", *ACS catal.*, vol. 6, iss. 8, str. 5530-5534, Aug. 2016. [COBISS.SI-ID 5951258]
- Marko Petric, Rok Bohinc, Klemen Bučar, Stanislaw H. Nowak, Matjaž Žitnik, Matjaž Kavčič, "Electronic structure of third-row elements in different local symmetries studied by valence-to-core X-ray emission

- spectroscopy", *Inorg. chem.*, vol. 55, no. 11, str. 5328-5336, 2016. [COBISS.SI-ID 29534503]
33. Marko Petric, Matjaž Kavčič, "Chemical speciation via X-ray emission spectroscopy in the tender X-ray range", *J. anal. at. spectrom.*, vol. 31, str. 450-457, 2016. [COBISS.SI-ID 29074727]
34. Oleksii Pliekhov, Iztok Arčon, Nataša Novak Tušar, Urška Lavrenčič Štangar, "Photocatalytic activity of zirconium- and manganese-codoped titania in aqueous media: the role of the metal dopant and its incorporation site", *ChemCatChem (Internet)*, vol. 8, iss. 12, str. 2109-2118, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5943322]
35. Olena Pliekhova, Iztok Arčon, Oleksii Pliekhov, Nataša Novak Tušar, Urška Lavrenčič Štangar, "Cu and Zr surface sites in the photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub> nanoparticles", *Environ. sci. pollut. res. int.*, str. 1-11, 2016. [COBISS.SI-ID 6066202]
36. Stefaan Pommé *et al.* (43 avtorjev), "Evidence against solar influence on nuclear decay constants", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 761, str. 281-286, 2016. [COBISS.SI-ID 30065191]
37. Paula Pongrac, Mateja Potisek, Anna Fraš, Matevž Likar, Bojan Budič, Kinga Myszk, Danuta Boros, Marijan Nečemer, Mitja Kelemen, Primož Vavpetič, Primož Pelicon, Katarina Vogel-Mikuš, Marjana Regvar, Ivan Kreft, "Composition of mineral elements and bioactive compounds in tartary buckwheat and wheat sprouts as affected by natural mineral-rich water", *J. cereal sci.*, vol. 69, str. 9-16, 2016. [COBISS.SI-ID 3802191]
38. Paula Pongrac, Nathalie Scheers, Ann-Sofie Sandberg, Mateja Potisek, Iztok Arčon, Ivan Kreft, Peter Kump, Katarina Vogel-Mikuš, "The effects of hydrothermal processing and germination on Fe speciation and Fe bioaccessibility to human intestinal Caco-2 cells in Tartary buckwheat", *Food chem.*, vol. 199, str. 782-790, 2016. [COBISS.SI-ID 3708495]
39. Doris Potočnik, Marijan Nečemer, Darja Mazej, Radojko Jačimović, Nives Ogrinc, "Multi-elemental-composition of Slovenian milk: analytical approach and geographical origin determination", *Acta IMEKO*, vol. 5, no. 1, str. 15-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29459495]
40. A1 Collaboration, F. Schulz *et al.*, "Ground-state binding energy of <sup>4</sup>H from high-resolution decay-pion spectroscopy", *Nucl. Phys., Sect. A*, vol. 954, str. 149-160, 2016. [COBISS.SI-ID 2984804]
41. Oren Shelef, Paula Pongrac, Primož Pelicon, Primož Vavpetič, Mitja Kelemen, Merav Seifan, Boris Rewald, Shimon Rachmilevitch, "Insights into root structure and function of *Bassia indica*: water redistribution and element dispersion", *Functional plant biology*, vol. 43, no. 7, pp. 620-631, 2016. [COBISS.SI-ID 29671975]
42. Žiga Smit, "Archery by the Apaches - implications of using the bow and arrow in hunter-gatherer communities", *Doc. Praehistor.*, vol. 43, str. 515-525, 2016. [COBISS.SI-ID 30218535]
43. Faidra Tzika *et al.* (22 avtorjev), "<sup>60</sup>Co in cast steel matrix: a European interlaboratory comparison for the characterisation of new activity standards for calibration of gamma-ray spectrometers in metallurgy", *Appl. radiat. isotopes*, vol. 114, str. 167-172. [COBISS.SI-ID 29895719]
44. Austin G. Wardrip *et al.* (20 avtorjev), "Length-independent charge transport in chimeric molecular wires", *Angew. Chem. (Int. ed.)*, vol. 55, iss. 46, str. 14267-14271, 2016. [COBISS.SI-ID 3014500]
45. Anže Založnik, Sabina Markelj, Thomas Schwarz-Selinger, Łukasz Ciupiński, Justyna Grzonka, Primož Vavpetič, Primož Pelicon, "The influence of the annealing temperature on deuterium retention in self-damaged tungsten", *Phys. Scr., T*, vol. 167, str. 014031-1-014031-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29172007]
46. Primož Zidar, Monika Kos, Katarina Vogel-Mikuš, Johannes Teun van Elteren, Marta Debeljak, Suzana Žižek, "Impact of ionophore monensin on performance and Cu uptake in earthworm *Eisenia andrei* exposed to copper-contaminated soil", *Chemosphere (Oxford)*, vol. 161, str. 119-126, 2016. [COBISS.SI-ID 3945295]
47. Primož Zidar, Špela Kržišnik, Marta Debeljak, Suzana Žižek, Katarina Vogel-Mikuš, "The effect of selenium on mercury transport along the food chain", *Agrofor*, vol. 1, no. 3, str. 119-126, 2016. [COBISS.SI-ID 4154959]
48. Benjamin Zorko, J. Camps, Toni Petrovič, "Lessons learned from a tabletop exercise on monitoring a large-scale cross-border contamination in the aftermath of a nuclear accident", *Radioprotection (Paris, 1966)*, vol. 51, hS2, str. S175-S177, 2016. [COBISS.SI-ID 30126375]
49. Benjamin Zorko, Željka Knežević, Boštjan Črnič, Marija Majer, Maria Ranogajec-Komor, "A transnational intercomparison of environmental dosimeters in realistic environmental conditions", *Radiat. prot. dosim.*, 4 str.. [COBISS.SI-ID 29478439]
50. Matjaž Žitnik *et al.* (10 avtorjev), "Exercise-induced effects on a gym atmosphere", *Indoor air*, vol. 26, no. 3, str. 468-477, 2016. [COBISS.SI-ID 1538041540]
51. Matjaž Žitnik *et al.* (13 avtorjev), "Two-to-one Auger decay of a double L vacancy in argon", *Phys. Rev. A*, vol. 93, no. 2, str. 021401-1-021401-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29304615]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Gregor Bavdek, Dean Cvetko, "Helium atom scattering - a versatile technique in studying nanostructures", *Mater. tehnol.*, letn. 50, št. 4, str. 627-636, 2016. [COBISS.SI-ID 1233322]
- Benjamin Zorko, Matjaž Korun, Juan Carlos Mora Canadas, Valerie Nicoulaud-Gouin, Pavol Chyly, Anna Maria Blixt Buhr, Charlotte Lager, Karin Aquilonius, Pawel Krajewski, "Systematic influences of gamma-ray spectrometry data near the decision threshold for radioactivity measurements in the environment", *J. environ. radioact.*, vol. 158/159, str. 119-128, 2016. [COBISS.SI-ID 29461799]

## KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

- Denis Glavič-Cindro, Matjaž Korun, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "On the definition of the decision threshold as stated in the standard ISO 11929", *Accredit. qual. assur.*, vol. 21, no. 6, str. 433-435, 2016. [COBISS.SI-ID 30064679]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

- Ivan Kreft, Blanka Vombergar, Paula Pongrac, Cheol Ho Park, Kiyokazu Ikeda, Sayoko Ikeda, Alena Vollmannová, Krzysztof Dziedzic, Gunilla Wieslander, Dan Norbäck, Vida Škrabanja, Igor Pravst, Aleksandra Golob, Lea Lukšič, Giovanni Bonafaccia, Nikhil K. Chungoo, Meiliang Zhou, Katarina Vogel-Mikuš, Marjana Regvar, Alenka Gaberščik, Mateja Germ, "Coordinated buckwheat research: genetics, environment, structure and function", V: *The 13th international symposium on buckwheat (ISB): 2016. 9. 9. (Fri.) - 9. 11. (Sun.), [Korea]*, str. 29-37. [COBISS.SI-ID 4087375]
- Ivan Kreft, Blanka Vombergar, Paula Pongrac, Cheol Ho Park, Kiyokazu Ikeda, Sayoko Ikeda, Alena Vollmannová, Krzysztof Dziedzic, Gunilla Wieslander, Dan Norbäck, Vida Škrabanja, Igor Pravst, Aleksandra Golob, Lea Lukšič, Giovanni Bonafaccia, Nikhil K. Chungoo, Meiliang Zhou, Katarina Vogel-Mikuš, Marjana Regvar, Primož Pelicon, Alenka Gaberščik, Mateja Germ, "Coordinated buckwheat research: genetics, environment, structure and function", V: *Strategies for improving the chronic diseases using buckwheat*, str. 3-20. [COBISS.SI-ID 4092495]
- Miha Mihovilovič, Harald Merkel, Adrian Weber, "Puzzling out the proton radius puzzle", V: *XIth Conference on Quark Confinement and Hadron Spectrum, 8-12 September 2014, Saint Petersburg, Russia*, (AIP conference proceedings, 1701), str. 040014-1-040014-7. [COBISS.SI-ID 29342503]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Denis Glavič-Cindro, Drago Brodnik, Toni Petrovič, Matjaž Vencelj, Dušan Ponikvar, Steven J. Bell, Lynsey Keightley, Selina Woods, Stefan Neumaier, "MetroERM : Metrology for radiological early warning networks in Europe", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 1001-1-1001-10. [COBISS.SI-ID 30270759]
- Bojan Golli, Simon Širca, "Puzzles in eta photoproduction: the 1685 MeV narrow peak: B. Golli and S. Širca", V: *Proceedings to the Mini-Workshop Quarks, Hadrons, Matter, Bled, Slovenia, July 3-10, 2016*, (Blejske delavnice iz fizike, Letn. 17, št. 1), str. 44-49. [COBISS.SI-ID 30002471]
- Boštjan Jenčič, Luka Jeromel, Nina Ogrinc Potočnik, Katarina Vogel-Mikuš, Eva Kovačec, Marjana Regvar, Zdravko Siketić, Primož Vavpetič, Zdravko Rupnik, Klemen Bučar, Mitja Kelemen, Janez Kovač, Primož Pelicon, "Molecular imaging of cannabis leaf tissue with MeV-SIMS method", V: *The 22nd International Conference on Ion Beam Analysis (IBA 2015), June 14 - 19, 2015, Opatija, Croatia*, (Nuclear instruments & methods in physics research, Section B, vol. 371, 2016), str. 205-210. [COBISS.SI-ID 29064487]

4. Matjaž Korun, Branko Vodenik, Benjamin Zorko, "Measurement function for the activities of multi-gamma-ray emitters in gamma-ray spectrometric measurements", V: *Proceedings of the 20th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications, 8-11 June 2015, Vienna, Austria*, (Applied radiation and isotopes, vol. 109, 2016), str. 518-521. [COBISS.SI-ID 29124135]
5. Branko Lukač, Lovro Sinkovič, Aleš Kolmanič, Marijan Nečemer, Vladimir Meglič, "Effect of growth stage on nutritive value and mineral composition of dandelion (*Taraxacum officinale* web.) at spring cut", V: *Celebrating food: proceedings*, FoodTech Congress, 25-27. 10. 2016, Novi Sad, Serbia [:] XVII International Symposium Feed Technology [and] III International Congress Food Technology, Quality and Safety, str. 79-84. [COBISS.SI-ID 5117544]
6. Anja Mahne Opatič, Marijan Nečemer, Sonja Lojen, "Determination of the geographical origin of Slovenian potato and garlic, based on stable isotope and elemental analysis: preliminary results", V: *Proceedings of the 2nd IMEKO FOODS "Metrology Promoting Objective and Measurable Food Quality and Safety", October 2nd - 5th, 2016, Benevento*, str. 119-122. [COBISS.SI-ID 29863207]
7. Marijan Nečemer, Karmen Bat, Nives Ogrinc, "Capabilities of the combination of isotope ratio mass spectrometry and total reflection X-ray fluorescence spectrometry in foodstuffs analysis", V: *Proceedings of the 2nd IMEKO FOODS "Metrology Promoting Objective and Measurable Food Quality and Safety", October 2nd - 5th, 2016, Benevento*, 4 str. [COBISS.SI-ID 29952295]
8. Olga Ogorodnikova, Sabina Markelj, V. S. Efimov, Yu. Gasparyan, "Deuterium removal from radiation damage in tungsten by isotopic exchange with hydrogen atomic beam", V: *XIX. Conference on Plasma Surface Interactions, 28-29 January 2016, Moscow, Russia*, (Journal of physics, vol. 748, no. 1, 2016), 19th International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies (VEIT2015), 21-25 September 2015, Sozopol, Bulgaria, str. 012007-1-012007-5. [COBISS.SI-ID 29989927]
9. Marko Petric, Klemen Bučar, Matjaž Žitnik, Matjaž Kavčič, "Chemical speciation of third-row elements via valence-to-core x-ray emission spectroscopy", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 261-272. [COBISS.SI-ID 29546023]
10. Doris Potočnik, Marijan Nečemer, Nives Ogrinc, "Stable isotope composition and elemental profile as a tool for determination of cheese species and geographical origin", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 96-105. [COBISS.SI-ID 29535015]
11. Lovro Sinkovič, Aleš Kolmanič, Marijan Nečemer, Branko Lukač, Vladimir Meglič, "Effect of different management systems on yield and multiminer composition of oat grains (*Avena sativa* L.)", V: *Celebrating food: proceedings*, FoodTech Congress, 25-27. 10. 2016, Novi Sad, Serbia [:] XVII International Symposium Feed Technology [and] III International Congress Food Technology, Quality and Safety, str. 474-479. [COBISS.SI-ID 5118312]
12. Simon Širca, "The perennial Roper puzzle: S: Širca", V: *Proceedings to the Mini-Workshop Quarks, Hadrons, Matter, Bled, Slovenia, July 3-10, 2016*, (Blejske delavnice iz fizike, Letn. 17, št. 1), str. 55-58. [COBISS.SI-ID 30002983]
13. Jelena Vesić, Matej Lipoglavšek, Andrej Likar, Toni Petrovič, Primož Pelicon, Alberto Sánchez Ortiz, Aleksandra Cvetinović, "Electron screening in metals", V: *6th Nuclear Physics in Astrophysics, NPA 6, 19-24 May 2013, Lisbon, Portugal*, (Journal of physics, Conference series, vol. 665, 2016), str. 012037-1-012037-5. [COBISS.SI-ID 29578279]
14. Anže Založnik, Primož Pelicon, Zdravko Rupnik, Iztok Čadež, Sabina Markelj, "In situ hydrogen isotope detection by ion beam methods ERDA and NRA", V: *The 22nd International Conference on Ion Beam Analysis (IBA 2015), June 14 - 19, 2015, Opatija, Croatia*, (Nuclear instruments & methods in physics research, Section B, vol. 371, 2016), str. 167-173. [COBISS.SI-ID 29045287]
2. Boštjan Črnič, "Zunanje sevanje", V: *Ovrednotenje izpustov iz NEK in primerjava z meritvami v okolju*, Matjaž Stepišnik, et al, 1. izd., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 71-85. [COBISS.SI-ID 29496615]
3. Jasmina Kožar Logar, "Padavine in suhi used", V: *Ovrednotenje izpustov iz NEK in primerjava z meritvami v okolju*, Matjaž Stepišnik, et al, 1. izd., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 39-52. [COBISS.SI-ID 29496103]
4. Toni Petrovič, "Voda iz črpališč in vrtin", V: *Ovrednotenje izpustov iz NEK in primerjava z meritvami v okolju*, Matjaž Stepišnik, et al, 1. izd., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 21-37. [COBISS.SI-ID 29495847]
5. Paula Pongrac, Katarina Vogel-Mikuš, Mateja Potisek, Eva Kovačec, Bojan Budič, Peter Kump, Marjana Regvar, Ivan Kreft, "Mineral and trace element composition and importance for nutritional value of buckwheat grain, groats, and sprouts", V: *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*, Meiliang Zhou, ur., Ivan Kreft, ur., London [etc.], Academic Press is an imprint of Elsevier, cop. 2016, str. 261-271. [COBISS.SI-ID 8425081]
6. Jedert Vodopivec, Žiga Šmit, Helena Fajfar, "Characterisation of colouring agents in determining the causes of damage in the Ptuj Gratae Posteritati", V: *Konserviranje knjig in papirja 2*, Jedert Vodopivec, ur., Ljubljana, Arhiv Republike Slovenije, 2016, str. 48-57. [COBISS.SI-ID 1895797]
7. Katarina Vogel-Mikuš, "Radionuklidi v hrani", V: *Ovrednotenje izpustov iz NEK in primerjava z meritvami v okolju*, Matjaž Stepišnik, et al, 1. izd., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 87-104. [COBISS.SI-ID 29496871]
8. Benjamin Zorko, "Zrak", V: *Ovrednotenje izpustov iz NEK in primerjava z meritvami v okolju*, Matjaž Stepišnik, et al, 1. izd., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 53-70. [COBISS.SI-ID 29496359]

## UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK

### Z RECENZIJU

1. Simon Širca, *Probability for physicists*, (Graduate texts in physics), Switzerland, Springer, cop. 2016. [COBISS.SI-ID 2962788]
2. Simon Širca, *Verjetnost v fiziki*, (Matematika-fizika, 53), Ljubljana, DMFA - založništvo, 2016. [COBISS.SI-ID 283051264]

### PATENT

1. Matjaž Vencelj, Larisa Hosnar, Klemen Bučar, Janez Burger, *Kotno občutljiva kamera gama z rotacijsko obstrukcijo*, SI24818 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 27985191]
2. Matjaž Vencelj, Miha Cankar, Andrej Likar, *Postopek za izboljšanje delovanja silicijevih fotopomnoževalk v režimu nakopičenih bliskov in naprava*, SI24863 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 04. 2016. [COBISS.SI-ID 28036135]

### MENTORSTVO

1. Anže Založnik, *Interakcija atomarnega vodika z materiali za notranje stene fuzijskih reaktorjev*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Primož Pelicon; somentor Sabina Markelj). [COBISS.SI-ID 2969956]
2. Mateja Hrast, *Izračun atomskih fotoionizacijskih presekov z metodo zunanjega kompleksnega raztega*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Andrej Mihelič). [COBISS.SI-ID 2980196]
3. Tim Kolar, *Analiza neelastičnega sipanja elektronov na ogljikovih jedrih*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Simon Širca; somentor Miha Mihovilovič). [COBISS.SI-ID 3000676]
4. Irma Mavrič, *Vpliv feritnih nanodelcev na sintezo fotosinteznih pigmentov, fotokemično učinkovitost in oksidativni stres pri sončnici*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Katarina Vogel-Mikuš). [COBISS.SI-ID 11401545]
5. Nastja Poljanšek, *Ocena prejete doze pri zdravljenju ščitničnih bolezni z I-131*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Simon Širca; somentorja Petra Tomše, Simona Gaberšček). [COBISS.SI-ID 3015268]
6. Neva Rozman, *Vpliv dodajanja kock in kosmičev mineralne volne v suštrast na rast in mineralno sestavo izbranih rastlin*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Katarina Vogel-Mikuš). [COBISS.SI-ID 8592249]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. L. Costantinescu et al. (14 avtorjev), "Ion beam analytical methods", V: *Nuclear physics for cultural heritage*, Anna Machová, ur., [S. l.], Nuclear Physics Division of the European Physical Society, 2016, str. 5-22. [COBISS.SI-ID 30178599]

**Osnovna usmeritev odseka obsega razvoj, pripravo in karakterizacijo trdih zaščitnih PVD-prevlak, 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 različnih proizvodnih procesih za potrebe industrije.**



Vodja:  
**doc. dr. Miha Čekada**

Pred nekaj leti smo začeli raziskovati dve skupini nanostrukturnih prevlek: nanoplastne (AlTiN/TiN) in nanokompozitne (TiAlSiN). Raziskovalno delo že vas čas poteka paralelno, in sicer na temeljnem nivoju študiramo mehanizem rasti teh plasti in njihove lastnosti, na aplikativnem nivoju pa njihovo uporabnost za zaščito orodij, ki se uporabljajo v danem obdelovalnem procesu. Največ pozornosti smo v preteklem letu posvetili drugemu, tj. aplikativnemu aspektu. V sodelovanju z raziskovalnimi partnerji iz Turčije (Univerza v Bartinu), Srbije (Univerza v Novem Sadu) in Slovenije (Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani) ter industrijskim partnerjem (EMO Orodjarna, d. o. o.) smo preizkušali obstojnost teh prevlek za freziranje v trdo. Korakoma iščemo možnosti optimizacije strukture podlaga-prevleka; v preteklem letu smo največ delali na izboljšani geometriji rezalnega robu, še posebej na pravilni zaokrožitvi. Takšne raziskave po navadi potekajo primerjalno, kjer za referenco vzamemo standardno prevleko TiAlN, ki ima homogeno mikrostrukturo po globini.

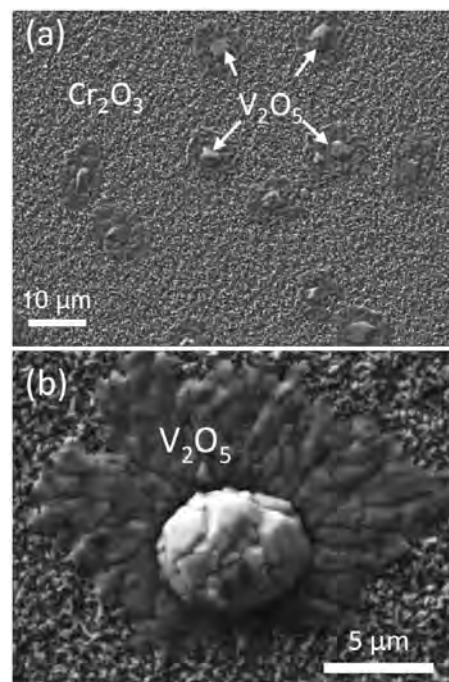
Poleg rezalnih postopkov se ukvarjamo tudi z iskanjem optimalne zaščite nekaterih preoblikovalnih postopkov. Z že prej omenjenimi partnerji iz Novega Sada raziskujemo vpliv prevlek CrN in CrAlN za zaščito trnov, ki se uporabljajo pri tlačnem litju aluminijevih zlitin. Mehanizmi obrabe tako zaščitnih orodij so bili glavna tema doktoranda s te fakultete, ki je večino eksperimentalnega dela v segmentu prevlek opravil na našem odseku. S področja tlačnega litja aluminija imamo še nekaj neformalnih sodelovanj s slovenskimi podjetji, bodisi pri zaščiti jeder ali pa zaščiti nožev za obrezovanje. Aktivni smo bili tudi na tehnološko zelo zahtevnem področju površinske zaščite orodij za vroče kovanje, kjer smo raziskovali možnost vpeljave prevleke CrVN. Ideja je v ugodnih triboloških lastnostih vanadijevega oksida pri visokih temperaturah. Prav v ta namen smo analizirali mehanizme oksidacije te prevleke in ugotovili, da so glavne difuzijske poti za vanadij rastni defekti.

Rastni defekti so tematika raziskav odseka že vrsto let. V zadnjem letu smo delo nadaljevali v dveh glavnih smereh. V sodelovanju s partnerji iz Hrvaške (Institut Ruder Bošković) smo primerjali gostoto defektov in njihovo notranjo strukturo v odvisnosti od uporabljene komore za nanašanje. V nasprotju s preteklimi poskusi, ki smo jih opravili izključno v industrijski komori, smo tokrat poskuse ponovili v laboratorijski komori, ki omogoča delo v bistveno bolj čistih razmerah. Kljub temu pa so rezultati pokazali, da se gostota manjših defektov (velikosti nekaj sto nanometrov) bistveno ne razlikuje, tako da je njihov izvir in sami fizikalni naravi procesa in ne v sekundarni pripravi.

Druga smer raziskovanja v preteklem letu pa se osredinja na vprašanje, kakšen vpliv imajo rastni defekti na začetek tribološkega preizkusa, gre za t. i. utekanje. V ta namen smo opazovali izbrane defekte z vrstičnim elektronskim mikroskopom po več etapah preizkusa. Ugotovili smo, da je prav drobljenje rastnih defektov – zgodi se že po nekaj prehodih kontaktne površine – odločilni vir abrazivnih delcev. Ko so defekti odlomljeni, se stična površina močno poveča in sistem preide v stacionarno stanje.

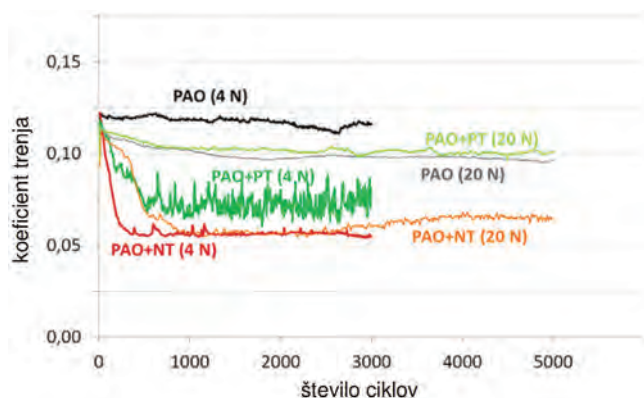
Končali smo projekt preizkusa nanocevka MoS<sub>2</sub> kot dodatka klasičnim mazivom. Preskusili smo jih na triboloških sistemih, zaščitnih z različnimi trdimi prevlekami, in ovrednotili izboljšanje triboloških lastnosti. Odpiramo pa novo poglavje triboloških raziskav, tj. izvajanje eksperimentov pri visokih temperaturah. Z instalacijo novega tribometra, ki omogoča meritve do 1 000 °C, bomo lahko spremljali vedenje koeficienta trenja v realnih razmerah, kakršne vladajo npr. pri vročem kovanju, vrtanju itd. Do sedaj smo izvedli le nekaj preliminarnih preizkusov.

Magnetronsko naprševanje je uveljavljena vakuumška tehnika, ki se že desetletja uporablja za nanašanje tankih plasti. Naprševanje poteka s plazmo, iz katere se ioni pospešijo proti tarči in razpršujejo material po vakuumski komori. Magnetronska plazma je videti homogeno porazdeljena z obliko obroča, vendar so raziskave s hitrimi kamerami pokazale, da je plazma zgoščena v manjših področjih, ki so dobile ime ionizacijske cone. Te imajo obliko podolgovate



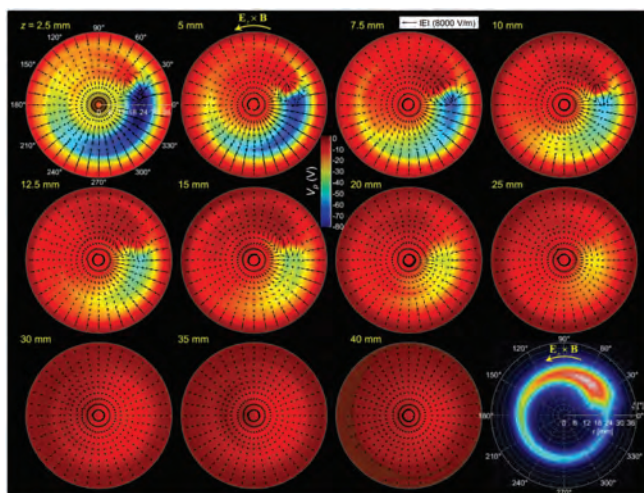
Slika 1: Površina prevleke CrVN po oksidaciji. Difuzija vanadija proti površini poteka na mestu rastnih defektov (a); detajl enega defekta (b).





Slika 2: Koeficient trenja prevleke CrN v polialfaolefinskem olju (PAO) z dodatkom prahu  $\text{MoS}_2$  (PT) in nanocevk  $\text{MoS}_2$  (NT)

**Pokazali smo, da dodatek nanocevk  $\text{MoS}_2$  v polialfaolefinsko olje zmanjša koeficient trenja standardnih nitridnih prevlek.**



Slika 3: Plazemski potencial in električno polje v magnetronski plazmi, izmerjena na različnih višinah od površine katode. Slika spodaj desno prikazuje ionizacijsko cono, posneto s hitro kamero. Pozicija ionizacijske cone se približno ujema s porazdelitvijo plazemskega potenciala.

puščice, njihovo število pa je odvisno od delovnega tlaka in parametrov razelektritve. V preteklih letih je sodelavec odseka dr. Matjaž Panjan raziskoval lastnosti ionizacijskih con v enosmernem in pulznem magnetronskem naprševanju. Med drugim je pokazal, da plazemske nehomogenosti pomembno vplivajo na transport delcev v plazmi. V letu 2016 je z emisijsko sondo izmeril plazemski potencial vrteče se ionizacijske cone. Iz teh meritev je nato rekonstruiral prostorsko porazdelitev plazemskega potenciala, električnega polja, električnega naboja ter energijo elektronov. Te prostorske porazdelitve so omogočile globlji vpogled v fiziko osnovnih procesov pri magnetronskem naprševanju. Skupaj z raziskovalci iz Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley, ZDA) je prišel do sklepa, da električno polje, ki ga ustvarja ionizacijska cona, dodatno pospešuje nabite delce in tako bistveno vpliva na proces ionizacije ter samovzdrževanje plazme. To spoznanje je drugačno od splošno privzete predpostavke, da le sekundarni elektroni vzdržujejo plazmo.

Poleg osrednje tematike, tj. študija trdih zaščitnih prevlek, pa v manjši meri delujemo tudi na nekaterih drugih področjih fizike in kemije tankih plasti ter površin. V preteklem letu naj poudarimo:

- sodelovanje v okviru evropskega projekta Eurofusion: priprava tankih plasti WN za študij erozije z ionskim curkom, podobna aplikacija z ogljikovimi plastmi, analitika poškodb površine volframa na notranji steni fuzijskega reaktorja;
- študij sevalnih poškodb pri laserski ablaciji površin, s posebnim poudarkom na večplastnih strukturah;
- nanos večplastnih struktur Si/C za študij difuzijskih procesov;
- študij magnetnih lastnosti hematitnih nanodelcev v matrici amorfnega silicijevega oksida ter nanodelcev kalcijevega manganita;
- analitiko topografije površin za različne aplikacije: plazemsko obdelani kompoziti, elektrokemijsko jedkani kompoziti, optične uklonske strukture, tiskane oksidne strukture itd.

To delo je potekalo v sodelovanju z naslednjimi raziskovalnimi partnerji: Max Planck Institute of Plasma Physics, Garching, Nemčija; Institut za nuklearne nauke »Vinča«, Beograd, Srbija; Hungarian Academy of Sciences, Budimpešta, Madžarska; Kemijski inštitut, Ljubljana, v manjši meri pa tudi z nekaterimi drugimi.

Poleg prej omenjenih raziskovalnih projektov smo izvedli še več analiz za različna podjetja: Cetus, EMO Orodjarna, IMP Pumps, Kolektor Sikom, Kvinfos, Lama, LTH Castings, Phos in Tosama.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. A. Drnovšek, P. Panjan, M. Panjan, M. Čekada, The influence of growth defects in sputter-deposited TiAlN hard coatings on their tribological behavior. *Surface & coatings technology*, 288 (2016), 171–178

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Joint Vacuum Conference, Portorož, 6.–10. 6. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Mikrostruktura, morfologija in magnetizem naravnih kristalov hematita in njihov geološki pomen  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Matjaž Panjan
2. Raziskave osnovnih fizikalnih procesov v magnetronskem naprševanju

Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Matjaž Panjan

3. JET Campaigns-JET1-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Matjaž Panjan
4. Medium Size Tokamak Campaigns-MST1-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Matjaž Panjan

## PROGRAM

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

## PROJEKTI

1. Razumevanje plazemskih procesov in rasti tankih plasti v magnetronskega naprševanju pri visoki pulzni moči  
dr. Matjaž Panjan

2. Antibakterijske nanostrukturirane zaščitne plasti za biološke aplikacije  
doc. dr. Miha Čekada
3. Razvoj in izdelava strogo namenskih rezalnih orodij, oplaščenj in pripadajočih obdelovalnih tehnologij za individualno orodjarsko industrijo  
doc. dr. Miha Čekada
4. Samomazivne in obrabno obstojne trde PVD-prevleke na osnovi (V,Cr,Al,Ti)N za zaščito orodij za delo v vročem  
dr. Peter Panjan
5. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti  
doc. dr. Miha Čekada

## OBISKI

1. Halil Çalıřkan, Bartın University, Bartın, Turčija, 29. 2.-4. 3. 2016
2. Dragan Kukuruzović, Aleksandar Miletić, Pal Terek, Univerza Novi Sad, Novi Sad, Srbija, 20.-21. 6. 2016
3. Aleksandar Miletić, Univerza Novi Sad, Novi Sad, Srbija, 12.-21. 7. 2016
4. Marin Tadić, Nuklearni institut Vinča, Beograd, Srbija, 21.-31. 8. 2016
5. Saša Kovačić, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 5.-9. 9. 2016
6. Saša Kovačić, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 3.-7. 10. 2016
7. Vesna Damjanović, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija, 7.-10. 12. 2016
8. Marin Tadić, Nuklearni institut Vinča, Beograd, Srbija, 7.-16. 12. 2016

2. dr. Matjaž Panjan, International conference of thin films and metallurgical coatings, San Diego, ZDA, 25.-29. 4. 2016 (1)
3. dr. Matjaž Panjan, American vacuum society symposium, Nashville, ZDA, 7.-11. 11. 2016 (1)
4. Aljaž Drnovšek, 24. mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah, Portorož, 28.-30. 9. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. dr. Matjaž Panjan: Max Planck Institute of Plasma Physics, Garching, Nemčija, 15.-19. 2. 2016 (eksperimentalno delo pri evropskem projektu)
2. dr. Matjaž Panjan: Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, ZDA, 3.-28. 10. 2016 (eksperimentalno delo pri bilateralnem projektu)
3. dr. Matjaž Panjan: Max Planck Institute of Plasma Physics, Garching, Nemčija, 28. 11.-2. 12. 2016 (eksperimentalno delo pri evropskem projektu)
4. dr. Peter Panjan: Institut za fiziko, Beograd, Srbija, Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija, 19.-23. 9. 2016 (eksperimentalno delo pri bilateralnem projektu)

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. doc. dr. Miha Čekada, Aljaž Drnovšek, dr. Matjaž Panjan, dr. Peter Panjan, Joint Vacuum Conference, Portorož, 6.-10. 6. 2016 (4)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. **doc. dr. Miha Čekada, vodja odseka**
2. dr. Darinka Kek Merl
3. dr. Peter Panjan, znanstveni svetnik
4. dr. Matjaž Panjan

### Podoktorski sodelavci

5. *dr. Srečko Paskvale, odšel 1. 6. 2016*

### Mlajši raziskovalci

6. Aljaž Drnovšek, mag. nan.
7. Nastja Poljanšek, mag. med. fiz.

### Strokovni sodelavci

8. Uroš Stele, dipl. inž. fiz.

### Tehniški in administrativni sodelavci

9. Jožko Fišer
10. Damjan Matelić
11. Andrej Mohar
12. Tomaž Sirnik

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Bartın University, Bartın, Turčija
2. CemeCon AG, Würselen, Nemčija
3. Cetus, d. d., Celje, Slovenija
4. EMO Orodjarna, d. o. o., Celje
5. Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd, Srbija
6. Institut za kovinske materiale in tehnologije, Ljubljana
7. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
8. Kemijski inštitut, Ljubljana
9. Kovinos, d. o. o., Horjul
10. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, ZDA
11. Max Planck Institute of Plasma Physics, Garching, Nemčija
12. PHOS, d. o. o., Parecag, Slovenija
13. Tecos, razvojni center orodjarstva Slovenije, Celje, Slovenija
14. Unior, d. d., Zreče
15. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor
16. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
17. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana
18. Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija
19. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- G. Battistiga, Sandor Gurban, G. Sáfrán, Attila Sulyok, A. Németh, Peter Panjan, Z. Zolnai, Miklós Menyhárd, "Wafer-scale SiC rich nano-coating layer by Ar<sup>+</sup> and Xe<sup>+</sup> ion mixing", *Surf. coat. technol.*, vol. 302, str. 320-326, 2016. [COBISS.SI-ID 29585447]
- G. Battistiga, Z. Zolnai, A. Németh, Peter Panjan, Miklós Menyhárd, "Nanoscale SiC production by ballistic ion beam mixing of C/Si multilayer structures", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, str. 185303-1-185303-8, 2016. [COBISS.SI-ID 30266407]
- Bernhard M. Berger, Reinhard Stadlmayr, Gerd Meisl, Miha Čekada, Christoph Eisenmenger-Sittner, Thomas Schwarz-Selinger, Friedrich Aumayr, "Transient effects during erosion of WN by deuterium ions studied with the quartz crystal microbalance technique", *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms*, vol. 382, str. 82-85, 2016. [COBISS.SI-ID 29674535]
- Halil Çalişkan, Çagatay Celil Celil, Peter Panjan, "Effect of multilayer nanocomposite TiAlSiN/TiSiN/TiAlN coating on wear behavior of carbide tools in the milling of hardened AISI D2 steel", *J. nano res.*, vol. 38, str. 9-17, 2016. [COBISS.SI-ID 29179687]
- Aleksander Drenik, Angelos Mourkas, Rok Zaplotnik, Gregor Primc, Miran Mozetič, Peter Panjan, Daniel Alegre, Francisco L. Tabarés, "Erosion of a-C:H in the afterglow of ammonia plasma", *J. nucl. mater.*, vol. 475, str. 237-242, 2016. [COBISS.SI-ID 29439527]
- Aljaž Drnovšek, Peter Panjan, Matjaž Panjan, Miha Čekada, "The influence of growth defects in sputter-deposited TiAlN hard coatings on their tribological behavior", *Surf. coat. technol.*, vol. 288, str. 171-178, 2016. [COBISS.SI-ID 29221159]
- Peter Fajfar, Peter Panjan, Milan Terčelj, Goran Kugler, "Analyses of the reasons for the decreased service time of CrN-coated die for aluminy hot extrusion: a case study", *Metallurgija (Sisak)*, vol. 55, no. 3, str. 369-374, 2016. [COBISS.SI-ID 1604191]
- Višnja Henč-Bartolič, Tonica Bončina, Suzana Jakovljević, Peter Panjan, Franc Zupanič, "Damage caused by a nanosecond UV laser on a heated copper surface", *Appl. surf. sci.*, vol. 378, str. 357-361, 15 August 2016. [COBISS.SI-ID 19470870]
- Primož Jovanovič, Vid Simon Šelih, Martin Šala, Samo B. Hočevar, Andraž Pavlišič, Matija Gatalo, Marjan Bele, Francisco Ruiz-Zepeda, Miha Čekada, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Electrochemical in-situ dissolution study of structurally ordered, disordered and gold doped PtCu<sub>3</sub> nanoparticles on carbon composites", *J. power sources*, vol. 327, str. 675-680, Sep. 2016. [COBISS.SI-ID 5965082]
- Lazar Kopanja, Irena Milošević, Matjaž Panjan, Vesna Damjanović, Marin Tadić, "Sol-gel combustion synthesis, particle shape analysis and magnetic properties of hematite ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nanoparticles embedded in an amorphous silica matrix", *Appl. surf. sci.*, vol. 362, str. 380-386, 2016. [COBISS.SI-ID 29083175]
- Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Vid Bobnar, Barbara Malič, "Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition", *J. mater. chem. C*, vol. 4, no. 24, str. 5634-5641, 2016. [COBISS.SI-ID 29491239]
- Vladan Mladenovič, Peter Panjan, Srećko Paskvale, Halil Çalişkan, Nastja Poljanšek, Miha Čekada, "Investigation of the laser engraving of AISI 304 stainless steel using a response-surface methodology", *Teh. vjesn. - Stroj. fak.*, vol. 23, no. 1, str. 265-271, 2016. [COBISS.SI-ID 29308967]
- Srećko Paskvale, Maja Remškar, Miha Čekada, "Tribological performance of TiN, TiAlN and CrN hard coatings lubricated by MoS<sub>2</sub> nanotubes in oylalphaolefin oil", *Wear*, vol. 352-353, str. 72-78, 2016. [COBISS.SI-ID 29308711]
- Nina Rogelj, Niko Penttinen, Miha Čekada, Marta Klanjšek Gunde, "Goniospectrometric space: identifiable presentation of spectral goniometric data for complex diffractive samples", *Applied optics*, vol. 55, iss. 8, str. 2049-2058, 10. Mar. 2016. [COBISS.SI-ID 29335079]
- Branislav Salatić, Suzana Petrović, Davor Peruško, Miha Čekada, Peter Panjan, Dejan Pantelić, Branislav Jelenković, "Single- and dual-wavelength laser pulses induced modification in 10×(Al/Ti)/Si multilayer system", *Appl. surf. sci.*, vol. 360, part B, str. 559-565, 2016. [COBISS.SI-ID 29179943]
- Marin Tadić, Dragana Marković, Matjaž Panjan, Vojislav Spasojević, "Solution combustion synthesis method and magnetic properties of synthesized polycrystalline calcium manganite CaMnBO<sub>3-δN</sub> powder", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 16, str. 19365-19371, 2016. [COBISS.SI-ID 29763623]
- Pal Terek, Lazar Kovačević, Aleksandar Miletić, Peter Panjan, Sebastian Baloš, Branko Škorić, Damir Kakaš, "Effects of die core treatments and surface finishes on the sticking and galling tendency of Al-Si alloy casting during ejection", *Wear*, vol. 356/357, str. 122-134, 2016. [COBISS.SI-ID 29413159]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Inkjet printing of thin metal-oxide structures from sol-gel-precursor inks", V: *2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Application of Polar Dielectrics, (ISAF/ECAPD/PFM), 21-25 August 2016 Darmstadt, Germany*. [COBISS.SI-ID 29820967]
- Stojana Vesković Bukudur, Janez Kovač, Peter Panjan, Damjan Klobčar, Milan Bizjak, Blaž Karpe, "Deposition of Al thin film on FeCrAl alloy and continuous electrical resistance measurement", V: *Zbornik radova, XI naučno-stručni simpozijum sa međunarodnim učešćem Metalni i nemetalni materijali, proizvodnja, osobine, primjena = 11th Scientific - Research Symposium with international participation, Metallic and nonmetallic materials, production, properties, application, Zenica, 21-22. april 2016, str. 109-117*. [COBISS.SI-ID 1608031]

## OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Damir Grguraš, Davorin Kramar, Miha Čekada, Igor Guzelj, Renato Fijavž, Janez Kopač, "Razvoj in raziskava strogo namenskih rezalnih orodij za individualno orodjarsko proizvodnjo", V: *Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma*, [8.] industrijski forum IRT, Portorož, 6. in 7. junij 2016, Darko Svetak, ur., Škofljica, Profidtp, 2016, str. 231-234. [COBISS.SI-ID 14697243]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGAVLJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Halil Çalişkan, Peter Panjan, Cahit Kurbanoglu, "Hard coatings on cutting tools and surface finish", V: *Reference module in materials science and materials engineering*, M.S.] Hashmi, ur., str. 230-242. [COBISS.SI-ID 29793063]

## MENTORSTVO

- Pal Terek, *Unapređenje kvaliteta alata za livenje pod pritiskom primenom tehnologija inženjerstva površina*: doktorska disertacija, Novi Sad, 2016 (mentor Damir Kakaš; somentor Peter Panjan). [COBISS.SI-ID 29793575]

# ODSEK ZA TEHNOLOGIJO POVRŠIN IN OPTOELEKTRONIKO

## F-4

*Odsek opravlja interdisciplinarne raziskave na področju vakuumske znanosti, tehnologij in uporabe vakuuma. Ključne aktivnosti so osredinjene na plazemsko znanost, modifikacijo sodobnih biomedicinskih materialov in izdelkov za izboljšanje biokompatibilnosti, karakterizacijo anorganskih, polimernih in kompozitnih materialov s spremenjenimi površinskimi lastnostmi, modifikacijo in karakterizacijo materialov, ki so zanimivi za jedrsko fuzijo, termodinamiko vezanih plinov in s tem povezanih metod za vzdrževanje ultravisokega vakuuma, vakuumsko optoelektroniko in temeljne raziskave na področju karakterizacije površin in tankih plasti s tehnikami, ki temeljijo na elektronski in ionski spektrometriji.*

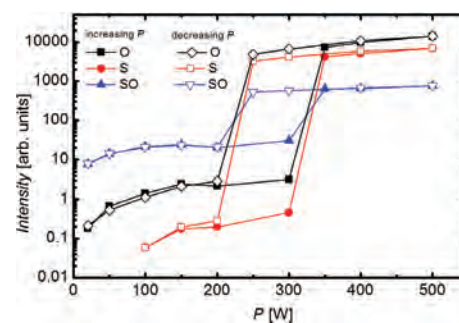
V preteklih letih je raziskovalna skupina razvila in izdelala več plazemskih reaktorjev. Navadno so izdelani iz stekla, s čimer zagotovimo najmanjšo mogočo izgubo nevtralnih reaktivnih plinskih delcev, ki je sicer posledica heterogene površinske rekombinacije. Verjetnost za takšne reakcije je na gladki površini stekla zelo majhna za večino reaktivnih delcev. Plinsko plazmo lahko vzdržujemo z različnimi razelektivitvami, vendar pa se je skupina specializirala na brezelektrodne razelektivitve, ki jih napajamo z visokofrekvenčnimi generatorji. Za majhne reaktorje so primerne mikrovalovne razelektivitve, v velikih pa se bolje obnese elektromagnetno polje v frekvenčnem območju radijskih valov. Posebej primerni sta obe industrijski frekvenci 13,56 MHz in 27,12 MHz. Radiofrekvenčni generator navadno vežemo na kovinsko tuljavo, ki je ovita okoli steklene cevi. Takšna konfiguracija omogoča zelo dobro sklopitev med plazemskimi elektroni in elektromagnetnim poljem v reaktorjih srednje velikosti, v velikih reaktorjih, ki jih napajamo z močnostnimi generatorji, pa opazimo neželene pojave. Tovrstnim pojavom se je zelo težko izogniti, izvirajo pa iz visokih napetostih, ki se pojavijo med koncema kovinske tuljave. Takšne napetosti povzročijo neželjeno kapacitivno sklopitev radiofrekvenčne moči na ozemljene kovinske komponente, kakor tudi intenzivno sevanje. Raziskali smo načine za znižanje tovrstne napetosti ob hkratni ohranitvi visoke moči generatorjev. Obsežne teoretične eksperimentalne raziskave so omogočile pripravo patentne prijave. Leta 2016 je nemški patentni urad v Münchnu podelil patent, s katerim ščitimo metodo za zmanjšanje električne napetosti med koncema plazemske tuljave s primerno sklopitvijo več tuljav. Patent ščiti napravo za vzbujanje visokofrekvenčne plinske plazme in optimizacijo prenosa elektromagnetne moči z radiofrekvenčnega generatorja v plinsko plazmo. Optimizacijo dosežemo z uporabo dveh ali več vzporedno vezanih tuljav, ki se med seboj prekrivajo z ustreznim zamikom. Sklop teh tuljav je zaporedno povezan v krog, ki sestoji iz generatorjev, visokofrekvenčnega kabla, uskladitvenega člena in vzbujevalnih tuljav. Meritve z inovativnim sklopom tuljav so pokazale enak prenos moči ob bistvenem znižanju napetosti za primer dvojne tuljave, ki sestoji iz prekrivajočih se zamaknjenih tuljav, vezanih vzporedno, namesto ene same tuljave. Pri enaki napetosti na robovih tuljav je plazma bistveno bolj intenzivna, če jo vzbujamo z dvema tuljavama.

Energija, ki jo prejmejo električno nabiti delci med nihanjem v visokofrekvenčnem električnem polju, je odvisna od njihove mase. V primeru radiofrekvenčnega polja pozitivni ioni ne morejo slediti nihanjem polja v področju MHz, tako da je pridobljena energija zanemarljiva. Elektroni imajo bistveno manjšo maso, zaradi česar se dobro pospešujejo v električnem polju. Če je njihova energija dovolj velika, se ob ionizacijskih trkih z nevtralnimi molekulami pomnožujejo. Električno polje v vzbujevalni tuljavi ima najmanj dve komponenti: kapacitivno, ki nastane v bližini vročega dela tuljave, in induktivno, ki se ustvari v tuljavi zaradi inducirane električne polja. Če je prevladujoča kapacitivna komponenta, je plazma v t. i. "E-načinu". V tem primeru je električno polje osredinjeno na majhno prostornino, tako da je gostota elektronov v plinski plazmi razmeroma majhna. V nasprotnem primeru pa je dokaj močno električno polje v celotnem volumnu tuljave z značilno radialno odvisnostjo, tako da se pospešuje večina plazemskih elektronov. Tovrstno plazmo, v kateri prevladuje induktivna sklopitev, imenujemo "H-način". Za slednega je značilna visoka gostota elektronov in s tem povezana visoka svetilnost plinske plazme. Pojav obeh načinov je odvisen od množice parametrov, med katerimi sta najpomembnejša moč razelektivitve in tlak plina v plazemskem reaktorju. Prehod med obema načinoma je skorajda zvezen pri tlakih nižjih od 1 Pa oz. visoki induktivnosti tuljave, postane pa skokovit pri povišanih tlakih ali majhni induktivnosti. Prehodi pri konstanten tlaku in spremenljivi moči generatorja izkazujejo očitno histerezo. Tovrstne pojave smo raziskovali v primerih, ko smo plazmo vzbujali v žveplovem dioksidu. Molekule  $SO_2$  delno disociirajo v plinski plazmi že pri majhni vzbujevalni moči, torej, ko je plazma v "E-načinu". V tem primeru najmočnejše sevanje izvira iz prehodov  $SO$ -radikalov.

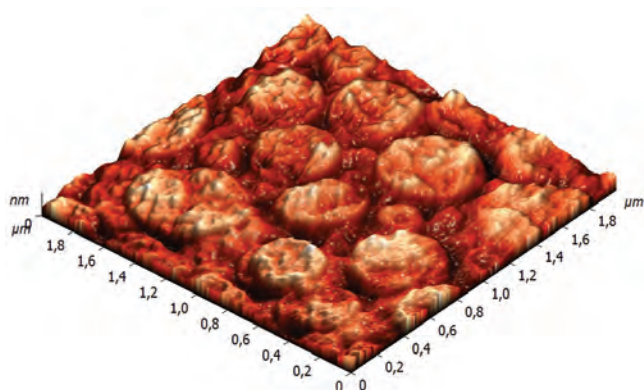


Vodja:

**prof. dr. Miran Mozetič**



Slika 1: Histereza v intenziteti sevanja S, O- in SO-radikalov v odvisnosti od moči RF-generatorja pri tlaku 30 Pa



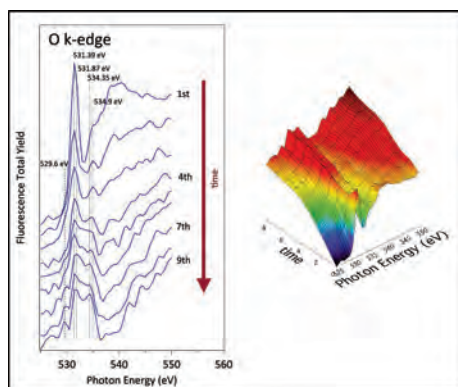
Slika 2: Prvotno gladka površina polimera postane po obdelavi s  $H_2S$ -plazmo v E-načinu nanostrukturirana.

je v plazmi žveplovega dioksida v veliki količini. Višjo koncentracijo žvepla smo dosegli z uporabo plazme, ki smo jo vzbujali v plinu  $H_2S$ . Koncentracija žvepla na površini obdelovanca je bila odvisna od plazemskih parametrov in časa obdelave. Z rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo (XPS) smo opazovali značilnosti sestave površine plazemsko obdelanega polimera in opazili domala množinski delež žvepla 40 %. Opazili smo tudi izrazit maksimum pri koncentraciji v odvisnosti od parametrov obdelave. Kombinacija XPS-metode in sekundarne ionske masne spektroskopije (SIMS) je omogočila vpogled v kinetiko sulfoniranja. V ozkem območju toka plazemskih radikalov smo opazili pojav polisulfidov z zanimivo morfologijo. Z mikroskopijo na atomsko silo (AFM) smo opazili gosto in enakomerno porazdeljene okrogle nanostrukture z značilno lateralno razsežnostjo malo pod 1  $\mu m$  in višino več 10 nm.

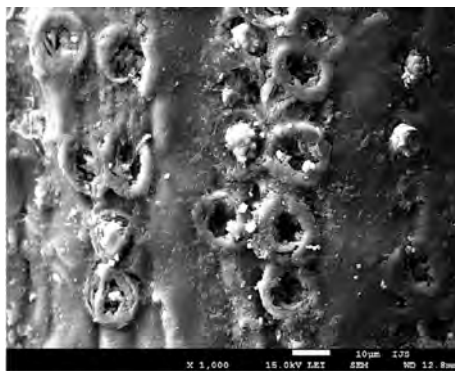
Plazemska obdelava povzroči spremembo površinske morfologije in funkcionalnih skupin, kar bistveno vpliva na kinetiko adsorpcije proteinov pri inkubaciji polimernih vsadkov s človeško krvjo. Pojav smo podrobno preučili v sodelovanju z raziskovalno skupino na sinhrotronu Soleil v Franciji. Tanke plasti človeškega seruma albumin

(HSA) smo imobilizirali na površine polistirenskih podlag, ki smo jih predhodno modificirali s polarnimi ali nepolarnimi skupinami. Funkcionalizacijo je omogočila kratkotrajna obdelava s plinsko plazmo, pri čemer smo polarne skupine dosegli z uporabo kisikove plazme, nepolarne pa s plinsko plazmo, ki smo jo vzbujali v tetrafluorometanu. Tako pripravljene vzorce smo obdelali z mehko rentgensko svetlobo z energijo fotonov med 520 eV in 710 eV na žarkovni liniji ANTARES. Za preiskavo materialov smo izbrali metodo fine strukture absorpcije rentgenskih žarkov v bližini absorpcijskega roba (NEXAFS). Spektre smo zajemali na vzorcih na različnih mestih, pri čemer smo meritve pogosto ponavljali. Opazili smo postopen razpad HSA-proteina zaradi obsevanja s sinhrotronsko svetlobo. Šibko obsevani vzorci so izkazovali izrazit absorpcijski vrh pri 531,5 eV, ki smo ga pripisali prehodom v O-sistemu  $1s \rightarrow \pi^*_{amide}$ , obenem pa tudi širok vrh pri okoli 540 eV, kar smo pripisali O-prehodom  $1s \rightarrow \sigma^*_{C-O}$ . Oba vrhova sta se postopno manjšala s časom obsevanja, dokler nista domala popolnoma izgnila, namesto njih pa se je pojavil širok vrh pri 532 eV, ki kaže na popoln razpad HSA-proteina. Podrobna analiza tovrstnega pojava je omogočila sklep, da obsevanje s sinhrotronsko svetlobo povzroči cepljenje peptidnih vezi.

Nizkotlačna hladna plinska plazma je uporabna tudi za obdelavo tekstilnih materialov s ciljem izboljšanja njihovih funkcionalnih lastnosti. V preteklih letih smo razvili plodno sodelovanje z oddelkom za tekstilstvo na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Plazma, ki smo jo vzbujali v različnih plinih, je omogočila tako nanostrukturiranje kakor tudi funkcionalizacijo blaga, izdelanega iz naravnih vlaken. Tudi naša skupina se je priključila splošni usmerjenosti uporabe okolju prijaznih metod za površinsko obdelavo, kakor tudi barvil, ki jih ekstrahiramo iz naravnih virov. Da bi dosegli izboljšano barvitost tekstila ob hkratnih antibakterijskih lastnostih, smo ga obdelovali z uporabo nizkotlačne radiofrekvenčne plazme, ki smo jo vzbujali v vodni pari. Tako obdelan tekstil smo potem barvali z ekstraktom rastline *Fallopia japonica*. Za vzbujanje plazme v vodni pari smo se odločili zaradi tega, ker tovrstno blago vsebuje precejšnjo količino vode, ki se ob evakuiranju počasi sprošča v plinsko fazo. Že kratkotrajna obdelava je omogočila šibko jedkanje celuloznih vzorcev, saj v plazemskih razmerah vodne molekule razpadejo na hidroksilne radikale, kakor tudi atomski kisik, ki kemijsko reagirata s površino celuloze. Posledica je odstranitev površinskih nečistoč, kakor tudi jedkanje celuloznih vlaken, ki pa je nehomogeno, zaradi česar postane površina nanostrukturirana. Plazemsko obdelani vzorci izkazujejo boljše zavzemanje barvila, kakor tudi izrazite antibakterijske lastnosti, ki smo jih preizkusili za primer bakterije *S. aureus*.



Slika 3: Ponavljajoče meritve absorpcijskega roba kisika z metodo NEXAFS kažejo na spremembe krivnega proteina albumina.



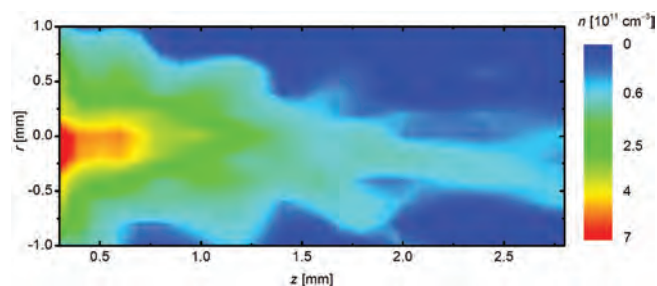
Slika 4: Posnetek kokosovega vlakna po obdelavi s kisikovo plazmo razkriva bogato morfologijo.

Alternativna možnost za izboljšavo funkcionalnih lastnosti tekstilij, ki se uporabljajo v medicinske namene, je oplemenitenje z nanodelci. Delce lahko nanese neposredno na blago ali pa jih vgradimo v tanko plast materiala, ki ga nanese na površino tekstila. Slednji proces smo raziskovali s ciljem doseči protimikrobnost medicinskih tekstilij, pri čemer smo uporabili plinsko plazmo pri atmosferskem tlaku. Raziskave smo opravili v okviru programa M-ERA.NET ob tesnem sodelovanju z univerzo v Ghentu v Belgiji. Razvili smo poseben plazemski curek, ki smo ga stabilizirali z oplaščenjem z dušikom. Za doseg protibakterijskih lastnosti smo nanесли tri različne vrste nanodelcev, in sicer srebrne, bakrene in delce iz cinkovega oksida. Tovrstne nanodelce smo vpihovali v plazemski curek ob hkratnem vpihovanju heksametildisiloksana (HMDSO). V plinski plazmi so navedeni nanodelci delno oksidirani in se zelo dobro vgradili v polimerno prevleko, ki je rasla na površini tekstilij iz monomera, ki smo ga prav tako vpihovali v plazmo. Opravili smo mikrobiološke preizkuse in ugotovili, da se najbolje obnesejo prevleke debeline okoli 10 nm, ki vsebujejo nanodelce srebra in bakra. V obeh primerih smo dosegli domala 97-odstotno zmanjšanje koncentracij bakterij za primera *E. coli* in *S. aureus*. Nekoliko slabše so se obnesele prevleke z nanodelci cinkovega oksida, pri katerih smo opazili protimikrobnost samo za bakterijo *S. aureus*, za katero smo dosegli 86-odstotno zmanjšanje.

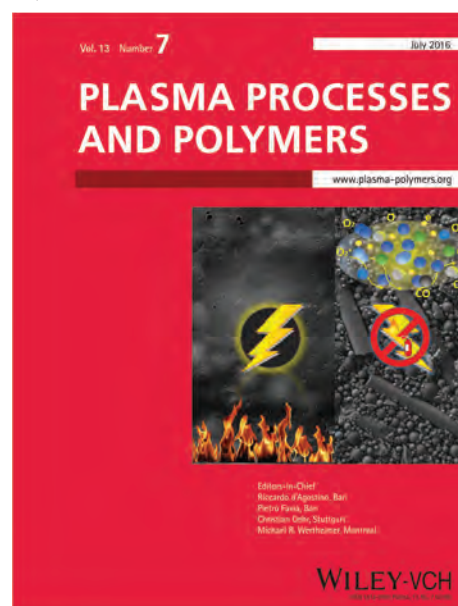
V vsakdanjem življenju se uporabljajo različne vrste plastik, ki so po kemijski sestavi dejansko kompoziti vlaken in polimerov. Znano je, da se najbolj obnesejo plastični materiali, pri katerih uporabimo steklena vlakna za izboljšavo njihovih mehanskih lastnosti, kakor tudi trajnosti. Kljub dobrim lastnostim pa imajo tovrstne plastike nekatere pomanjkljivosti, kot so na primer razmeroma visoka gostota steklenih vlaken, zelo zahtevno mehansko obdelovanje, pa tudi slabo recikliranje. Hkrati z globalno energijsko krizo in ekološkimi tveganji se povečuje zanimanje za menjavo steklenih vlaken z naravnimi. Bistvena prednost naravnih vlaken je zmanjšanje mase in cene ustrezne plastike, kakor tudi emisij ogljikovega dioksida. Poleg tega zamenjava steklenih vlaken z naravnimi omogoča zmanjšanje uporabe energentov in zelo dobro zmožnost recikliranja. Pred široko uporabo naravnih vlaken v plastičnih izdelkih pa je treba rešiti več tehnoloških problemov, ki so povezani z namestitvijo vlaken v polimerno matrico. Kritični faktor je brzkone vezava med vlakni in polimerno matrico, saj se kakršna koli mehanska obremenitev širi prav po fazni meji med vlaknom in polimerno matrico. Za izboljšanje oprijema vlaken na polimerno matrico in s tem mehanskih lastnosti plastike smo uporabili tehnološki postopek selektivnega plazemskega jedkanja. Kot modelna vlakna smo izbrali kokosova, saj svetovna pridelava tovrstnih vlaken bistveno presega aktualne potrebe po njihovi uporabi. Neobdelana vlakna niso primeren material za ojačitev plastike zaradi hidrofobnosti, ki je posledica precejšnje vsebnosti lignina in pektina. Ti dve komponenti naravnih kokosovih vlaken je treba odstraniti, ne da bi sicer bistveno spremenili njihove mehanske lastnosti. Z odstranitvijo lignina in pektina se močno izboljša oprijem polimera na tovrstna vlakna. Pri eksperimentalnem delu smo uporabili razmeroma agresivno kislikovo plazmo, ki je omogočila hitro odstranitev zunanje plasti (pektina in lignina) in s tem razkrite zanimivih površinskih struktur celulozних kokosovih vlaken. Plazemska obdelava je omogočila tudi nanostrukturiranje celulozних vlaken, kar je vodilo k odlični omočljivosti. Čas absorpcije vode se je tako zmanjšal za dva reda velikosti v primerjavi z neobdelanimi vlakni.

Tehnologijo selektivno plazemskega jedkanja polimernih kompozitov smo uporabili tudi v sodelovanju z našim industrijskim partnerjem Kolektor iz Idrije. V tem primeru smo se osredinili na polimerne kompozite, ki poleg steklenih vlaken vsebujejo tudi okrogle mikrometrске delce mineralnih materialov. Tovrstna anorganska polnila uporabljamo za izboljšavo mehanskih in električnih lastnosti plastike, kakor tudi za znižanje cene izdelkov. Ključna težava pri tovrstnih izolacijskih materialih pa je iskrenje, ki postopno vodi k spremembi površine polimerne matrice in s tem k poslabšanju izolacijskih lastnosti. Da bi rešili ta tehnološki problem, smo uporabili selektivno jedkanje v plinski mešanici argona in kisika. Za vzbujanje plazme smo uporabili veliko specifično moč. Reaktivni plazemski delci so intenzivno reagirali s površino kompozita, tako da so odstranili površinsko polimerno plast. Na površini tako obdelane plastike smo opazili zgolj polnila, zaradi česar se je zmanjšala občutljivost za iskrenje. Sistematične analize so pokazale, da je z navedeno tehnologijo mogoče izboljšati odpornost proti plazečim tokovom za domala 65 %, kar je velikega pomena pri industrijski uporabi. Inovativno rešitev smo zaščitili s patentno prijavo.

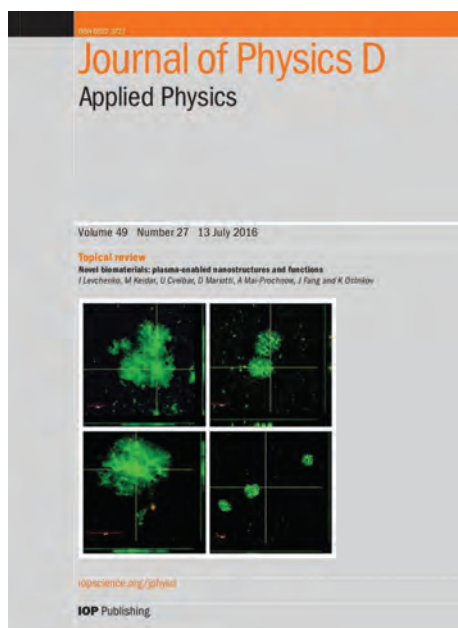
Včasih uporabljamo nizkotlačno šibko ionizirano plinsko plazmo tudi za krojenje površinskih lastnosti anorganskih materialov. V okviru novega projekta smo raziskali uporabnost nanostrukturiranega titana kot prevleke na površini žilnih vsadkov – stentov. Sedaj se največ uporabljajo stenti, ki so izdelani iz titanovih zlitin. Razmeroma slaba biokompatibilnost komercialnih stentov se izraža s pojavom restenoze, ki ga v medicinski praksi opazimo v tretjini



Slika 5: Gostota metastabilnih atomov helija v atmosferskem plazemskem curku



Slika 6: Naslovnica revije prikazuje izboljšane lastnosti izolacijskega materiala po plazemski obdelavi.



Slika 7: Naslovnica revije prikazuje zmanjšanje obsega bioplasti *P. aeruginosa* zaradi plazemske obdelave.

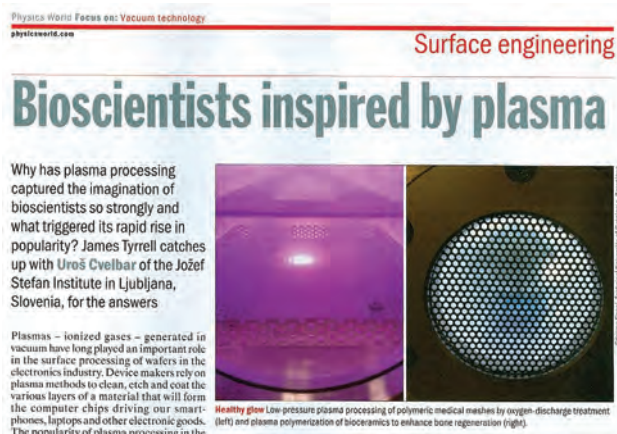
vseh primerov. Ugotovili smo, da je mogoče pojav restenoze (nenormalnega razraščanja celic) zmanjšati z ustrezno pripravo površine stentov. Inovativno tehnologijo smo zaščitili s patentno prijavo, ki smo jo vložili na nemški urad. Na površino stenta najprej nanese tanko plast nanostrukturiranega titanovega oksida, potem pa obdelovanec izpostavimo delovanju kisikove plazme. Prevleko smo nanесли v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Z mokrim elektrokemijskim postopkom smo nanесли nanocevkve z različnimi premeri, s čimer smo dosegli bogato morfologijo na nivoju bistveno manjšem od velikosti človeške endotelijske celice ali trombocita. Najbolje so se obnesle cevke premera 100 nm. Plazemska obdelava je omogočila odstranitev sledov fluora, ki je posledica izbranega načina nanosa nanostruktur, obenem pa je aktivirala površino nanocevk, kar je omogočilo optimalno omočljivost ob stiku s človeško krvjo oziroma medijem za gojenje celic. Posledica tovrstne površinske obdelave je odsotnost aktivacije trombocitov, kar bi sicer povzročilo kopičenje krvnih proteinov na površini stenta. Obenem je obdelava omogočila tudi hitrejšo vezavo in razraščanje endotelijskih celic. Prav plast slednjih je najboljša zaščita katerega koli kardiovaskularnega vsadka pred neželenimi trombogenimi reakcijami in restenozo.

Zaloge fosilnih goriv so omejene, njihova pretirana uporaba pa povzroča globalno segrevanje, zaradi česar iščemo alternativne vire energije za prihodnje generacije. Najbolj čista energija prihaja s Sonca, vendar pa jo je težko učinkovito pretvoriti v za sodobne potrebe uporabno energijo. Alternativa je uporaba istega mehanizma proizvodnje energije tukaj na Zemlji, kot ga izkorišča Sonce: zlivanja jeder lahkih elementov. Zaradi tega smo že pred leti zgradili plazemske reaktorje, v katerih vzbujamo plazmo, podobno kot v središču Sonca. Tovrstna energija ima namreč obilo prednosti pred drugimi viri. Poleg obilice goriva, ki je dosegljivo vsem, saj je sestavni del vode, je bistvena prednost v ekološki neoporečnosti, saj zlivanje jeder ne povzroča

emisij toplogrednih plinov, radioaktivnost reaktorjev pa je bistveno manjša kot v klasičnih jedrskih elektrarnah. Pred bodočo uporabo pa bo treba rešiti več tehnoloških problemov, ki jih postopno raziskujemo v okviru programa Eurofusion. V preteklem letu smo opravili več poskusov na obeh največjih evropskih reaktorjih JET: v Angliji in ASDEX-U v Nemčiji. Osredinili smo se na raziskave nastajanja amonijaka v reaktorjih, katerih plazmo v bližini sten smo hladili z vpihavanjem dušika. Amonijak nastaja kot posledica heterogenih površinskih reakcij med atomi vodika in dušika ter je pomembna omejitev v delovanju prihodnjih reaktorjev. Raziskali smo kinetiko nastanka amonijaka na različnih površinah, ki so v bližini vroče plazme v tovrstnih reaktorjih, in opazili tudi blagodejen učinek, saj amonijak ali njegovi radikali reagirajo z neželenimi plastmi hidrogeniranega ogljika.

Študij interakcije plina s površino vakuumске posode pogosto izvajamo z masno spektrometrijo. Zgled je adsorpcija/desorpcija vodika na steni fuzijskega reaktorja, v kateri ustvarimo vročo plazmo vodika. Natančna kvantifikacija izjemno majhne količine plina je mogoča ob predhodni kalibraciji kvadropolnega masnega spektrometra, ki poteka *in-situ* z izjemno majhnimi dotoki plina. Vpeljali smo metodo, po kateri dotok plina skozi dozirni ventil v analitsko posodo s spektrometrom spremljamo na nadtladni strani kot časovni odvod tlaka.

## Nemški patentni urad je podelil patent, ki ščiti inovativno sklopitev med RF-generatorjem in plinsko plazmo.



Slika 8: Promocijski prispevek o posebni številki revije *J. Phys. D*, ki jo je uredil prof. Cvelbar.

Molekulski režim pretoka plina zahteva eksponentno padanje tlaka za nekaj redov velikosti. S korelacijo pretoka in ionskega toka dobimo zvezno izraženo občutljivost instrumenta za dani plin v celem razponu tlakov. Pri kalibraciji z vodikom se je izkazalo, da se kinetika iztekanja preostalega plina nekoliko razlikuje od pričakovanega eksponentnega padanja. Prav tako se je nekoliko spremenil tudi končni tlak. Oba pojava smo pripisali adsorpciji in desorpciji vodika na površinah. Za potrditev te hipoteze je bilo treba izvesti zahtevne eksperimente in kinetiko opisati s kredibilnim modelom. Eksperimente smo izvajali v dobro razplinjeni kovinski posodi z izjemno nizkim razplinjevanjem vodika  $q_0$ . Vodik smo vpustili pri začetnem tlaku med 0,01 mbar do 1 mbar in spremljali rahlo upadanje 3 h, nato smo plin izčrpali in opazovali naraščanje tlaka v naslednjih 20 h. V fazi adsorpcije se je na steno vezala doza približno  $10^{13}$ – $10^{14}$  atomov H na  $1 \text{ cm}^{-2}$ , ki se je v fazi desorpcije skoraj reverzibilno sprostila. Začetna hitrost sproščanja je za 10–100-krat preseгла  $q_0$ , kar lahko bistveno zniža natančnost kalibracije pri nizkih dotokih vodika. Potek eksperimentalnih krivulj smo opisali z matematičnimi krivuljami, ki izražajo absorpcijo in desorpcijo v oksidni plasti, ki je za neobdelano nerjavno jeklo debeline 1–3 nm. Ob predpostavki, da je plast oksida debela 1 nm, je ustrezna topnost izjemno visoka:  $K_{\text{SOX}}(294 \text{ K}) = 2,0 \times 10^{22}$ – $3,8 \times 10^{22}$  atomov H na  $1 \text{ cm}^{-3} \text{ bar}^{-0.5}$ . Prav tako je visok tudi rekombinacijski koeficient

$K_{\text{Lox}}(294\text{ K}) = 8,9 \times 10^{-19} - 6,45 \times 10^{-18} \text{ cm}^4 \text{ s}^{-1}$ . V 24-urnih ciklih je bila interakcija vodika s kovino še nezaznavna, kar smo potrdili z opazovanjem poteka tlaka v mnogo daljšem obdobju.

V preteklem letu smo namenili precej pozornosti temeljnim raziskavam neravnovesne plinske plazme, ki jo ustvarimo pri atmosferskem tlaku. Kljub nekaterim prednostim, ki jih ponuja pred nizkotlačnimi, so osnovni procesi še vedno razmeroma slabo raziskani, kar omejuje uporabo atmosferskih plazem v industrijskih procesih. Zaradi pomembne vloge pri vzbujanju plazme in kemijskih procesih v plazmi so helijevi metastabilni atomi odlični kandidat za take vrste raziskav. Vedenje tovrstnih plazemskih delcev v atmosferskem curku smo preučevali skupaj s kolegi z Inštituta za fiziko v Zagrebu na Hrvaškem. Z uporabo absorpcijske spektroskopije z večkratnim preletom curka laserske svetlobe (CRDS) smo izmerili gostote helijevih atomov v metastabilnem stanju ( $2^3\text{S}_1$ ). Meritve smo opravili sistematično, tako da nam je kot prvim uspelo dokaj natančno izmeriti prostorsko porazdelitev gostote teh pomembnih plazemskih delcev med obdelavo različnih vzorcev. Ugotovili smo korelacijo med prevodnostjo vzorca in gostoto helijevih metastabilcev nad površino vzorca. Ugotovili smo tudi, da se lahko gostota metastabilnih helijevih atomov dodatno poveča z zmanjševanjem razdalje od začetka plazme do površine vzorca, z večanjem površine prevodnega vzorca in z večanjem pretoka helija.

Plazme, ki jih ustvarimo pri atmosferskem tlaku, niso primerne za enakomerno obdelavo tridimensionalnih vzorcev zaradi velikih gradientov gostote reaktivnih delcev, dobro pa se obnesejo pri obdelavi dvodimensionalnih materialov, posebej poroznih tekstilij. V okviru EU-projekta z naslovom »Industrijske inovacije na temelju intelektualne lastnine s področja atmosferskih plazemskih tehnologij« (IP4Plasma) smo razvili inovativen postopek za obdelavo materialov za oskrbo ran. Projekt, ki smo ga uspešno končali leta 2016, je bil v večjem delu financiran od Evropske skupnosti v okviru programa za raziskave in inovacije. Združeval je vodilne znanstvenike za atmosfersko plazmo, proizvajalce plazemske opreme in končne uporabnike plazemskih tehnologij. V projekt IP4Plasma je bilo vključenih 9 evropskih partnerjev: Spinverse Ltd (Finska), Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films IST (Nemčija), IMA (Belgija), Institut »Jožef Stefan« (Slovenija), LIONEX GmbH (Nemčija), SOFTAL Corona & Plasma GmbH (Nemčija), Tosama (Slovenija), VITO – Flemish Institute for Technological Research (Belgija) in 2B iz Italije. Rezultat projekta je nova plazemska tehnologija, ki omogoča cenovno ugoden in učinkovit nanos tankih organskih prevlek na področju napredne medicine in izdelkov za varovanje zdravja. V okviru projekta nam je uspelo izboljšati lastnosti materialov za oskrbo ran, ki jih izdeluje slovensko podjetje in projektni partner Tosama, d. d., tako da smo izboljšali vpojnost teh materialov in dodali protivnetne lastnosti z nanosom tankih plasti. Naša skupina je izvajala natančne preiskave površin plazemsko nanesenih prevlek z uporabo metod XPS in SIMS, in ta omogoča optimizacijo plazemske obdelave.

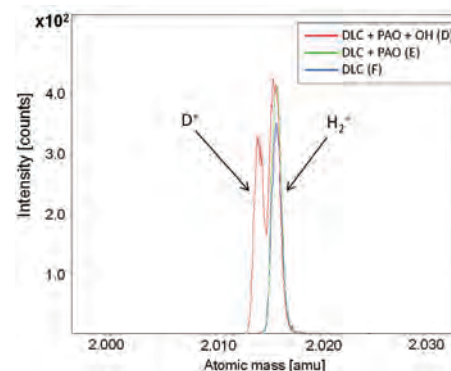
Podobne raziskave antimikrobnosti smo opravili tudi na vzorcih keramike z veliko vsebnostjo kalcijevega fosfata, ki je obetaven material za kostne vsadke zaradi dobre biokompatibilnosti. Na trgu že obstajajo tovrstne keramike z vsebnostjo antibiotikov, ki se postopno sproščajo, kar ugodno vpliva na preprečevanje vnetnih reakcij. Kinetika sproščanja antibiotikov pa še ni optimalna, zaradi česar smo raziskovali alternativno vezavo različnih antibakterijskih učinkovin. Površino keramike  $\beta$ -trikalcijevega fosfata smo obdelali s curkom atmosferske plazme. Plazmo smo ustvarili v heliju in opazovali površinske spremembe. Opazili smo povečanje razmerja med kisikom in ogljikom, kar je ugodno vplivalo na vezavo doksicilin hilkata, ki smo ga uporabili kot modelni antibiotik. Plazemska obdelava ni spremenila siceršnjih lastnosti keramike, kot sta topografija in tudi površinski naboj. Zaradi plazemske obdelave se je upočasnilo sproščanje antibiotika s površine keramike, obenem pa je bilo sproščanje bolj enakomerno po daljšem časovnem obdobju. Navedene raziskave potrjujejo, da bi lahko bila obdelava z atmosfersko plazmo inovativna metoda za oblikovanje keramičnih matric za izboljšanje kinetike sproščanja zdravilnih učinkovin.

Diamantu podobne plasti (DLC) so med najhitreje se razvijajočimi prevlekami za doseganje nizkega trenja in zaščito drsnih površin različnih mehanskih komponent. Zaradi njihovih izjemnih drsnih lastnosti se DLC-plasti dandanes pogosto uporabljajo v industrijski praksi, kot na primer v motorjih z notranjim izgorevanjem, drsnih ležajih in trdih diskah. Navkljub odličnim drsnim lastnostim pa je tudi te površine pogosto potrebno mazati za boljši prenos toplote in s tem povečanje trajnostne dobe. V zadnjih letih je bilo objavljenih več študij o kemičnih interakcijah med mazivi in DLC-plastmi, vendar pa podrobnosti še vedno niso znane. Z metodama XPS in



Slika 9: V proizvodnjo linijo pri Tosami smo v okviru EU-projekta IP4Plasma integrirali plazemski reaktor za nanos protibakterijske plasti na medicinske tekstilije.

**Pri uspešno končanem EU-projektu IP4Plasma sta med 9 partnerji sodelovala tudi Institut »Jožef Stefan« in podjetje Tosama.**



Slika 10: Spektri velike ločljivosti, izmerjeni z metodo SIMS, izražajo kinetiko desorpcije devteriranega heksadekanola na površini diamantu podobne prevleke.



SIMS smo raziskovali kinetiko adsorpcije dveh dodatkov oljem za mazanje drsnih površin, in sicer heksadekanola in heksadekanojske kisline. V sodelovanju s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani smo se osredinili na študij



Slika 11: Konferenca JVC-16 in EVC-14 je pritegnila 181 udeležencev iz 25 držav.

interakcije med obema kemikalijama in površino DLC-plasti. Analizirali smo tudi odpornost adsorbirane tanke plasti proti zunanjim vplivom. Naši rezultati kažejo, da se obe molekuli adsorbirata na površinske okside in hidrokside, ki so na DLC-površini, in sicer tako, da so verige ogljikovodikov usmerjene pravokotno na površino podlage. Takšna vezava naredi površino manj polarno, kar smo dokazali z meritvijo polarne komponente površinske energije. Ugotovili smo, da heksadekanojska kislina kaže večjo možnost adsorpcije kot alkohol heksadekanol. Naša raziskava interakcij na atomskem nivoju je pomagala razložiti boljše tribološke lastnosti dodatkov mazivnemu olju na osnovi kisline v primerjavi z dodatki, ki vsebujejo alkohol.

Raziskovalna skupina je organizirala več mednarodnih znanstvenih srečanj, med katerimi kaže poudariti organizacijo 16. Združene vakuumske konference (JVC-16) in 14. Evropske vakuumske konference (EVC) v Portorožu med 6. in 10. junijem 2016.

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Vesel, A.; Mozetič, M.; Zaplotnik, R., Device for high-frequency gas plasma excitation: DE 112012000015 (B4), 2016-04-21. Munchen: Deutesches Patent Office 2016
2. Zaplotnik, R.; Vesel, A.; Mozetič, M., Investigation of reactive plasma species created in  $\text{SO}_2$  by an inductively coupled RF discharge in E- and H-mode. *Journal of applied physics*, 120 (2016), 163302-1-163302-9
3. Recek, N.; Primc, G.; Vesel, A.; Mozetič, M.; Avila, J.; Razado-Colambo, I.; Asensio, M. C., Degradation of albumin on plasma-treated polystyrene by soft X-ray exposure. *Polymers*, 8 (2016), 244-1-244-7
4. Gorjanc, M.; Savič, A.; Topalič-Trivunović, L.; Mozetič, M.; Zaplotnik, R.; Vesel, A.; Grujić, D., Dyeing of plasma treated cotton and bamboo rayon with *Fallopia japonica* extract. *Cellulose*, 23 (2016), 2221-2228
5. Drenik, A.; Mourkas, A.; Zaplotnik, R.; Primc, G.; Mozetič, M.; Panjan, P.; Alegre, D.; Tabarés, F. L., Erosion of a-C:H in the afterglow of ammonia plasma. *Journal of Nuclear Materials*, 475 (2016), 237-242
6. Zaplotnik, R.; Biščan, M.; Popović, D.; Mozetič, M.; Milošević, S., Metastable helium atom density in a single electrode atmospheric plasma jet during sample treatment. *Plasma Sources Science and Technology*, 25 (2016), 035023
7. Simič, R.; Kalin, M.; Kovač, J.; Jakša, G., Adsorption of alcohols and fatty acids onto hydrogenated (a-C:H) DLC coatings. *Applied Surface Science*, 363 (2016), 466-476
8. Canal, C.; Modic, M.; Cvelbar, U.; Ginebra, M. P., Regulating the antibiotic drug release from  $\beta$ -tricalcium phosphate ceramics by atmospheric pressure surface engineering. *Biomaterials science*, 5 (2016), 1454-1461
9. Puliyalil, H.; Slobodian, P.; Sedlacik, M.; Benlikaya, R.; Riha, P.; Ostrikov, K.; Cvelbar, U., Plasma-enabled sensing of urea and related amides on polyaniline. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 10 (2016), 265-272
10. Nemanič, V.; Žumer, M., Quantification of small gas amounts with an ion trap mass spectrometer, *International Journal of Mass Spectrometry*, 401 (2016), 17-21

## Patent

1. Gregor Filipič, Kristina Eleršič, Darij Kreuh, Janez Kovač, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič, Metoda za barvanje titana in titanovih zlitin, SI24851 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 4. 2016
2. Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, Metoda za čiščenje s telesno tekočino onesnaženih medicinskih vsadkov in pripomočkov z uporabo atomarnega kisika, SI24840 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 4. 2016
3. Alenka Vesel, Miran Mozetič, Rok Zaplotnik, Device for high-frequency gas plasma excitation, DE112012000015 (B4), Deutsches Patent- und Markenamt, 21. 4. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

- Manjše storitve  
prof. dr. Uroš Cvelbar
7. OP - IP4Plasma; Industrijske inovacije na podlagi intelektualne lastnine iz EU na področju atmosfere plazemske tehnologije  
Evropska komisija  
doc. dr. Janez Kovač
- COST TD1208; Električne razelektritve v tekočinah za napredno uporabo; Organizacija COST šole  
Cost Office  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- NATO projekt; SPS 984555; Plazemski curek na atmosferskem pritisku za nevtralizacijo CBW  
Nato - North Atlantic Treaty Organisation  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- COST CA15114; Protimikrobne inovativne prevleke za preventivo infekcijskih bolezni (AMICI)  
Cost Office  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Izobraževanje-ED-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
prof. dr. Miran Mozetič
- Vohanje za karcinogenimi snovmi - Raziskave za zaznavanje toksičnih plinskih molekul z mrežami ogljikovih nanozidov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Novo fotoelektrokemične celice z nanostrukturirano elektrodo železovega oksida  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Miran Mozetič
- Obsevanje nanožic kovinskih oksidov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Biokompatibilne nanostrukturirane plasti tetragonalnega cirkonijevega oksida z alternativnimi dopanti za stabilizacijo  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Miran Mozetič
- Inovativna metoda za sintezo tankih absorpcijskih plasti za fotovoltaike  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Alenka Vesel
- Sterilizacija toplotno občutljivih materialov z inovativnim plazemskim izvirom UV svetlobe  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Miran Mozetič
- Prašni delci v plazmah  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Miran Mozetič
- MS-MZDR/16-1-B2-071; ECS elektrokemijsko združenje  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Zastopanje in predavanja na konferenci in na Univerzi v Liverpoolu: Plazemska tehnologija kot orodje za inaktivacijo mikroorganizmov, pomembnih v prehrani  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Miran Mozetič

## PROGRAMA

- Vakuumska tehnika in materiali za elektroniko  
dr. Vincenc Nemanič
- Tankoplastne strukture in plazemsko inženirstvo površin  
prof. dr. Miran Mozetič

## PROJEKTI

- Razumevanje plazemskih procesov in rasti tankih plasti v magnetronskega naprševanju pri visoki pulzni moči  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Nanoinženiring kontaktnih površin in mejnih filmov za doseganje zelenih tehnologij mazanja  
doc. dr. Janez Kovač
- Razvoj multifunkcionalnih elektropredenih nanovlaken in študij dinamičnih interakcij s patogenimi bakterijami  
prof. dr. Miran Mozetič
- Razvoj funkcionalnih tekstilij za nego diabetičnega stopala  
prof. dr. Miran Mozetič
- Novi materiali za tiskane senzorje in indikatorje ter njihova integracija v pametne tiskovine  
doc. dr. Alenka Vesel
- Interakcija popolnoma disociirane zmerno ionizirane plazme amoniaka s steklo-polimernimi kompoziti  
prof. dr. Miran Mozetič
- Nanostrukture in njihovi kompoziti za zaznavanje nevtrinskih molekul v plinskem stanju  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Funkcionalizacija polimernih kardiovaskularnih vsadkov za optimizacijo hemokompatibilnosti  
doc. dr. Alenka Vesel
- Nova generacija jekel za energetiko z nano-delci modificirano mikrostrukturo in povečano odpornostjo na lezenje  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Napredno razžveplanje s katalitičnimi nanomateriali  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Napredne hemokompatibilne površine žilnih opornic  
dr. Ita Junkar
- Samozavirne in obrabno obstojne trde PVD-prevleke na osnovi (V,Cr,Al,Ti)N za zaščito orodij za delo v vročem  
doc. dr. Janez Kovač
- Heterogena površinska rekombinacija nevtrinskih reaktivnih plazemskih delcev na nanostrukturiranem materialu  
dr. Gregor Primc
- GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti  
prof. dr. Miran Mozetič
- F4F: Funkcionalna živila prihodnosti  
doc. dr. Alenka Vesel
- NMP: Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov  
dr. Ita Junkar
- Plasma Tex: Sodobne antibakterijske prevleke za tekstil in plastiko s kontroliranim sproščanjem antibakterijskih učinkovin  
prof. dr. Uroš Cvelbar
- Meritve permeacije vodika skozi tanke zapotne plasti na Euroferu  
dr. Vincenc Nemanič

## OBISKI

- prof. dr. Xiao Xia Zhong, Univerza v Shanghaiu, Shanghai, Kitajska, 31. 1.-1. 2. 2016
- prof. dr. Xiao Xia Zhong, Univerza v Shanghaiu, Shanghai, Kitajska, 10.-12. 2. 2016
- prof. dr. Davide Mariotti, Univerza v Ulstru, Jordanstown, Velika Britanija, 2.-5. 4. 2016
- prof. dr. Joanna Pawlat, Tehniška univerza v Lublinu, Lublin, Poljska, 16.-17. 4. 2016
- prof. dr. Joanna Pawlat, Tehniška univerza v Lublinu, Lublin, Poljska, 21.-22. 4. 2016
- prof. Stella W. Pang, Univerza v Hong Kongu, Hong Kong, Kitajska, 15.-17. 5. 2016
- prof. Lin Dai, Univerza v Hong Kongu, Hong Kong, Kitajska, 15.-17. 5. 2016
- prof. Rosa Chan, Univerza v Hong Kongu, Hong Kong, Kitajska, 15.-17. 5. 2016
- Christian Nöbauer, Fakulteta za fiziko Tehniške univerze na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 22.-26. 5. 2016
- Yishan Han, Univerza Shantou, Shantou, Kitajska, 5.-14. 7. 2016
- prof. Jiang Yong Wang, Univerza Shantou, Shantou, Kitajska, 9.-14. 7. 2016
- doc. dr. ing. Petr Slobodian, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Republika Češka, 20.-23. 9. 2016
- Jiri Matyas, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Republika Češka, 20.-23. 9. 2016
- Ondrej Grulich, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Republika Češka, 1. 8.-30. 9. 2016
- Martina Minaříka, Univerza Tomaš Bata, Zlin, Republika Češka, 1. 8.-30. 9. 2016

- Christian Nöbauer, Fakulteta za fiziko Tehniške univerze na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 20.-22. 10. 2016
- prof. dr. Christoph Eisenmenger - Sittner, Fakulteta za fiziko Tehniške univerze na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 20.-22. 10. 2016
- prof. dr. Hyung Jun Cho, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 12.-15. 11. 2016
- Masakazu Tomatsu, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 12.-15. 11. 2016
- prof. dr. Makota Sekine, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 12.-15. 11. 2016
- prof. dr. Petr Špatenka, Tehnična Univerza Praga, Praga, Češka, 22.-24. 11. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- prof. Stella W. Pang, prof. Rosa Chan in prof. Lin Dai, Univerza v Hong Kongu, Hong Kong, Kitajska: "Exchanges and Collaborations in Research and Education at City University of Hong Kong", odsečni seminar, 16. 5. 2016
- Matej Holc: "Izboljšano kaljenje in rast česna po plazemski obdelavi strokov", odsečno predavanje, 25. 4. 2016
- Harinarayanan Puliyaalil: "Selective plasma etching of polymer matrix composites for improvement of their surface properties", odsečno predavanje, 16. 9. 2016

4. doc. dr. ing. Petr Slobodian, Univerze Univerza Tomaš Bata, Zlin, Republika Češka: "Carbon nanotube / polymer composites", " Plasma-enabled sensing of urea and related amides", " Functional properties of polyurethane membranes prepared by electrospinning", odsečni seminar, 22. 9. 2016
5. Adrian Josef Kacwi: "The experiments regarding the reversible colour change mechanism in the beetle *Hoplia coerulea*", odsečno predavanje, 20. 10. 2016
6. prof. dr. Christoph Eisenmengger – Sittner, Fakulteta za fiziko Tehniške univerze na Dunaju, Dunaj, Avstrija: "Introduction to granular materials", " Synthesis of magnetron sputtered coatings on granular materials", " Biomedical applications of functionalized microgranules", odsečni seminar, 21. 10. 2016
7. prof. dr. Makota Sekine, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska: " Making designed carbon nanowalls", " Grafting of carbon nanowalls", " Advances in applications of nanowalls", odsečni seminar, 14. 11. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Uroš Cvelbar, delavnica na temo prihodnosti plazemske znanosti v Nemčiji in Evropi, Greifswald, Nemčija, 15.–18. 2. 2016 (1)
2. Uroš Cvelbar, Gregor Filipič, Nataša Hojnik, Ita Junkar, Martina Modic, Miran Mozetič, Gregor Primc, Matic Resnik, konferenca ICAPT-5, Zreče, 28. 2.–3. 3. 2016 (4)
3. Uroš Cvelbar, Nataša Hojnik, Martina Modic, konferenca ICEDL 2016, Kocalet-Hzmit, Turčija, 13.–17. 3. 2016 (3)
4. Uroš Cvelbar, konferenca EMRS, Lille, Francija, 2.–5. 5. 2016 (1)
5. Uroš Cvelbar, konferenca ECS 229, San Diego, ZDA, 28. 5.–1. 6. 2016 (1)
6. Uroš Cvelbar, konferenca IC4N, Porto, Grčija, 26.–30. 6. 2016 (1)
7. Uroš Cvelbar, delavnica IWSSPP, Kiten, Bolgarija, 30. 6.–2. 7. 2016 (1)
8. Uroš Cvelbar, Nataša Hojnik, Ita Junkar, Martina Modic, Alenka Vesel, konferenca ICPM6, Bratislava, Slovaška, 4.–9. 9. 2016 (4)
9. Nataša Hojnik, Martina Modic, simpozij HAKONE, Brno, Češka, 11.–16. 9. 2016 (1)
10. Uroš Cvelbar, konferenca ECS 330, Honolulu, ZDA, 1.–7. 10. 2016 (1)
11. Uroš Cvelbar, konferenca i-Plasma Nano-VII, Atene, Grčija, 16.–20. 10. 2016 (1)
12. Uroš Cvelbar, konferenca AVS, Nashville, ZDA, 10.–11. 11. 2016 (1)
13. Uroš Cvelbar, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, konferenca ICAPT-6 in Workshop on Industrial Application of Plasma Solutions, Siem Reap, Kambodža, 7.–19. 12. 2016 (4)
14. Nataša Hojnik, Miran Mozetič, srečanje IWOPA, Washington, ZDA, 15.–28. 5. 2016 (1)
15. Ita Junkar, Matej Holc, Miran Mozetič, Gregor Primc, konferenca WAAAPT in CEA, Ljubljana, 17.–21. 4. 2016 (8)
16. Ita Junkar, Alenka Vesel, konferenca 24. ICM&T, Portorož, 28.–30. 9. 2016 (0)
17. Ita Junkar, Gregor Primc, mednarodna konferenca "Obzorje 2020", Kranj, 29. 11. 2016 (0)
18. Janez Kovač, vakuumski kongres IVC-20, Busan, Južna Koreja, 18.–27. 8. 2016 (1)
19. Martina Modic, konferenca IWPEEA, Liverpool, Velika Britanija, 10.–31. 8. 2016 (1)
20. Miran Mozetič, konferenca 5th International Conference on Nanomaterials, Bangkok, Tajška, 12.–18. 1. 2016 (1)
21. Miran Mozetič, konferenca 27th Symposium on Plasma Physics and Technology, Praga, Češka, 19.–23. 6. 2016 (1)
22. Miran Mozetič, konferenca ICMAP 2016, Gyeongju, Južna Koreja, 23.–29. 9. 2016 (1)
23. Miran Mozetič, konferenca SLAP2016, Riviera Maya, Mehika, 22.–31. 10. 2016 (1)
24. Matic Resnik, izobraževanje COST TD1208, Institut za fiziko, Beograd, Srbija, 24.–29. 9. 2016 (1)
25. Matic Resnik, izobraževanje na tematiko hladne plazme, Bad Honnef, Nemčija, 1.–6. 10. 2016 (0)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Uroš Cvelbar: Queensland Univerza za tehnologijo, Brisbane, Avstralija, 14. 12. 2015–3. 2. 2016 (raziskovalno delo)
2. Uroš Cvelbar: Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora, 7.–9. 3. 2016 (sodelovanje pri projektu NATO)
3. Uroš Cvelbar, Martina Modic: Univerza v Gentu, Gent, Belgija, 10.–11. 3. 2016 (sestane EU projekta)
4. Uroš Cvelbar: Univerza v Louisvillu, Louisville, ZDA, 4.–8. 4. 2016 (bilateralno sodelovanje)
5. Uroš Cvelbar: Evropska komisija, Bruselj, Belgija, 18.–19. 4. 2016 (sestane EU COST projekta)
6. Uroš Cvelbar: Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora, 23. 4.–2. 5. 2016 (sestane projekta SPS)

7. Uroš Cvelbar, Nataša Hojnik, Martina Modic: Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora, 24. 7.–10. 8. 2016 (sestane in sodelovanje pri projektu NATO, raziskovalno delo)
8. Uroš Cvelbar: Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora, 23.–27. 9. 2016 (sodelovanje pri projektu NATO)
9. Uroš Cvelbar: Univerza v Louisvillu, Louisville, ZDA, 6.–9. 11. 2016 (bilateralno sodelovanje)
10. Aleksander Drenik: CCFE, Culham, Velika Britanija, 5.–9. 1. 2016 (eksperimentalno delo)
11. Aleksander Drenik: Institut za fiziko Max-Planck, Garching, Nemčija, 18.–29. 1. 2016 (sodelovanje pri projektu MST1, eksperimentalno delo)
12. Aleksander Drenik: Institut za fiziko Max-Planck, Garching, Nemčija, 8.–12. 2. 2016 (sodelovanje na projektu MST1, eksperimentalno delo)
13. Aleksander Drenik, Rok Zaplotnik: Institut za fiziko Max-Planck, Garching, Nemčija, 21.–26. 2. 2016 (sodelovanje pri projektu MST1, eksperimentalno delo)
14. Gregor Filipič: INP Greifswald, Greifswald, Nemčija, 7.–18. 3. 2016 (eksperimentalno delo)
15. Gregor Filipič: Univerza v Gradcu, Gradec, Avstrija, 20. 6.–1. 7. 2016 (eksperimentalno delo)
16. Gregor Filipič: NASA Ames Research Center, San Francisco, ZDA, 1. 8. 2016–2. 8. 2017 (podoktorsko usposabljanje)
17. Nataša Hojnik: EU COST, Brno, Češka Republika, 11.–15. 9. 2016 (sestane EU COST TD1208)
18. Nataša Hojnik: Univerza George Washington, Washington DC, ZDA, 15.–27. 5. 2016 (raziskovalno delo)
19. Gregor Jakša, Janez Kovač: podjetje Softal, Hamburg, Nemčija, 25.–28. 1. 2016 (sestane EU projekta IP4Plasma)
20. Gregor Jakša, Janez Kovač: podjetje 2B Srl Via della Chiesa Campocroce, Mogliano Veneto pri Benetkah, Italija, 19.–22. 6. 2016 (sestane EU projekta IP4Plasma)
21. Janez Kovač: Institut Fraunhofer – IST in podjetje Lionex, Braunschweig, Nemčija, 24.–28. 4. 2016 (raziskovalno delo)
22. Janez Kovač: Institut za fiziko Max-Planck, Stuttgart, Nemčija, 25.–28. 9. 2016 (sestane in analize na instrumentu)
23. Janez Kovač: Institut za fiziko Max-Planck, Stuttgart, Nemčija, 23.–26. 10. 2016 (sestane)
24. Janez Kovač: Raziskovalni center Sinhrotron Elettra, Bazovica pri Trstu, Italija, 29.–30. 11. 2016 (raziskovalno delo)
25. Janez Kovač: Komisija Evropske skupnosti, Bruselj, Belgija, 11.–14. 12. 2016 (zaključni sestane projekta IP4Plasma)
26. Martina Modic: Tehniška fakulteta Univerze v Portu, Porto, Portugalska, 28.–30. 6. 2016 (sestane projekta EU CA15114 COST AMICI)
27. Martina Modic: Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija, 10.–31. 8. 2016 (raziskovalno delo)
28. Martina Modic: Nacionalni institut za lasersko, plazemsko fiziko in fiziko sevanja, Bukarešta, Romunija, 7.–9. 11. 2016 (sestane projekta PlasmaTex)
29. Martina Modic: Univerza uporabnih znanosti Zuyd, Heerlen, Nizozemska, 15.–18. 11. 2016 (sestane EU COST projekta AMICI)
30. Miran Mozetič: Programski odbor ICAPT2016, Siem Reap, Kambodža, 30. 1.–8. 2. 2016 (sestane)
31. Miran Mozetič: Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 17.–20. 2. 2016 (bilateralno sodelovanje)
32. Miran Mozetič: Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 5.–13. 3. 2016 (bilateralno sodelovanje)
33. Miran Mozetič, Alenka Vesel: Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 29. 3.–1. 4. 2016 (bilateralno sodelovanje)
34. Miran Mozetič: Univerza v Bragi, Braga, Portugalska, 15.–17. 4. 2016 (sestane IUVESTA)
35. Miran Mozetič: Univerza v Honolulu, ZDA, 7.–11. 5. 2016 (bilateralno sodelovanje, raziskovalno delo)
36. Miran Mozetič: Tehnična univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 5.–9. 7. 2016 (bilateralno sodelovanje)
37. Miran Mozetič: Korejsko vakuumsko društvo, Busan, Južna Koreja, 18.–27. 8. 2016 (sestane izvršnega odbora)
38. Miran Mozetič: Univerza v Honolulu, ZDA, 1.–7. 10. 2016 (bilateralno sodelovanje, raziskovalno delo)
39. Miran Mozetič: Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija, 2.–5. 11. 2016 (bilateralno sodelovanje)
40. Miran Mozetič, Alenka Vesel: Center PROMES-CNRS, Font Romeu Odeillo Via, Francija, 13.–19. 11. 2016 (eksperimentalno delo)
41. Miran Mozetič: Univerza Thammasat, Bangkok, Tajška, 20.–23. 12. 2016 (sestane)
42. Miran Mozetič: Inštitut za fiziko Češke Akademije znanosti, Praga, Češka Republika, 26.–29. 12. 2016 (preliminarni eksperiment)
43. Gregor Primc: Podjetje Plasmait, Lebring, Avstrija, 11. 5. 2016 (sestane)
44. Gregor Primc: Podjetje Plasmait, Lebring, Avstrija, 21. 9. 2016 (eksperimentalno delo)
45. Nina Recek: Tehniška univerza v Queenslandu, Brisbane, Avstralija, 1. 3. 2016–31. 3. 2017 (po doktorsko usposabljanje)
46. Matic Resnik: Institut za fiziko Max-Planck, Garching, Nemčija, 20.–26. 3. 2016 (eksperimentalno delo)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

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

### Podoktorski sodelavci

9. dr. Gregor Filipič
10. *dr. Gregor Jakša, odšel 1. 9. 2016*
11. dr. Martina Modic
12. dr. Gregor Primc
13. dr. Nina Recek

### Mlajši raziskovalci

14. Nataša Hojnik, univ. dipl. bioteh.
15. Matej Holc, mag. farm.
16. Matic Resnik, mag. inž. str.
17. Marko Žumer, univ. dipl. fiz.

### Strokovni sodelavci

18. Tatjana Filipič, dipl. inž. kem. tehnol.

### Tehniški in administrativni sodelavci

19. Tinkara Bezovšek, univ. dipl. org.
20. Urška Kisovec, mag. manag.
21. Janez Trtnik

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. 2B Srl Via della Chiesa Campocroce, Mogliano Veneto pri Benetkah, Italija
2. Austria Trend hotel Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
3. Bioiks, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
4. CCFE, Culham, Velika Britanija
5. Center PROMES-CNRS, Font Romeu Odeillo Via, Francija
6. CINKARNA, Metalurško-kemična Industrija Celje, d. d., Celje, Slovenija
7. Diotec, d. o. o., Trbovlje, Slovenija
8. Drexel Plasma Institute, Philadelphia, ZDA
9. ECS, Honolulu, ZDA
10. ECS, San Diego, ZDA
11. Elvez, d. o. o., Ivančna Gorica, Slovenija
12. Fakulteta za kmetijstvo Univerze v Čeških Budejovicah, Praga, Češka Republika
13. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
14. Univerza George Washington, Washington DC, ZDA
15. Gorenje gospodinjiski aparati, d. d., Velenje, Slovenija
16. Grand Hotel Bernardin, Portorož, Slovenija
17. Hidria Rotomatika, d. o. o., Spodnja Idrija, Slovenija
18. Hotel Natura Rogla, Zreče, Slovenija
19. INP Greifswald, Greifswald, Nemčija
20. Institut za fiziko, Beograd, Srbija
21. Institut za javno zdravje Črna gora, Podgorica, Črna gora
22. Institut Fraunhofer - IST, Braunschweig, Nemčija
23. Institut za celulozo in papir Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

24. Inštitut za fiziko Češke Akademije znanosti, Praga, Češka Republika
25. Inštitut za fiziko plazme Max-Planck, Garching pri Münchnu, Nemčija
26. JET, Culham, Oxford, Velika Britanija
27. KAIST, Daejeon, Južna Koreja
28. KEKO - VARICON, d. o. o., Žužemberk, Žužemberk, Slovenija
29. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
30. Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka, Škofja Loka, Slovenija
31. Kolektor Group, d. o. o., Idrija, Slovenija
32. Kolektor Sikom, d. o. o., Idrija, Slovenija
33. Kongresni center Brdo pri Kranju, Kranj, Slovenija
34. Korejsko vakuumsko društvo, Busan, Južna Koreja
35. Lionex, Braunschweig, Nemčija
36. Lip Bled, d. o. o., Bled, Slovenija
37. LTH Castings, d. o. o., Škofja Loka, Slovenija
38. MIKROIKS, d. o. o. Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
39. NASA Ames Research Center, Louisville, ZDA
40. National Center For Scientific Research Demokritos, Atene, Grčija
41. National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bukarešta, Romunija
42. NATO
43. Odelo Slovenija, d. o. o., Prebold, Slovenija
44. Plasmait, Lebring, Avstrija
45. Plastika Skaza, Velenje, Slovenija
46. Queensland Univerza za tehnologijo, Brisbane, Avstralija
47. RLS Merilna tehnika, d. o. o., Komenda, Slovenija
48. RUHR - Universität Bochum, Bad Honnef, Nemčija
49. Sinhrotron Elettra, Trst, Italija
50. Softal, Hambrug, Nemčija
51. Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija
52. Tehniška univerza v Lublinu, Lublin, Poljska
53. Tehniška Univerza Praga, Praga, Češka
54. Tehniška univerza v Queenslandu, Brisbane, Avstralija
55. Tik, d. o. o., Kobarid, Slovenija
56. Tosama, d. o. o., Domžale, Slovenija
57. Univerza Angkor Vat, Siem Reap, Kambodža
58. Univerza Cornelius, Bratislava, Slovaška
59. Univerza Cornelius, Bratislava, Slovaška
60. Univerza v Kocaeli, Kocaeli-Izmit, Turčija
61. Univerza Thammasat, Bangkok, Tajska
62. Univerza Tomaš Bata, Zlin, Češka
63. Univerza uporabnih znanosti Zuyd, Heerlen, Nizozemska
64. Univerza v Bragi, Braga, Portugalska
65. Univerza v Gentu, Gent, Belgija
66. Univerza v Hong Kongu, Hong Kong, Kitajska
67. Univerza v Honoluluju, Honolulu, ZDA
68. Univerza v Liverpoolu, Liverpool, Velika Britanija
69. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
70. Univerza v Louisvillu, Louisville, ZDA
71. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
72. Univerza v Meridi, Merida, ZDA
73. Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska
74. Univerza v Portu, Porto, Portugalska
75. Univerza v Shanghaiu, Shanghai, Kitajska
76. Univerza v Ulstru, Jordanstown Velika Britanija
77. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, Slovenija
78. Znanstveno središče Cicy, Merida, Mehika
79. Žito, d. d., Ljubljana, Slovenija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Somayeh Akbari, Janez Kovač, Mitjan Kalin, "Effect of ZDDP concentration on the thermal film formation on steel, hydrogenated non-doped and Si-doped DLC", *Appl. surf. sci.*, vol. 383, str. 191-199, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 14627099]
2. Asma Juma Albrbar, Veljko Djokić, Andjelka Bjelajac, Janez Kovač, Jovana Čirković, Miodrag Mitrić, Đorđe Janačković, Rade Petrović, "Visible-light active mesoporous, nanocrystalline N,S-doped and co-doped titania photocatalysts synthesized by non-hydrolytic sol-gel route", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 15, str. 16718-16728, 2016. [COBISS.SI-ID 30011943]
3. Mojca Božič, Vera Vivod, Robert Vogrinčič, Irena Ban, Gregor Jakša, Silvo Hribernik, Darinka Fakin, Vanja Kokol, "Enhanced catalytic activity of the surface modified TiO<sub>2</sub> –MWCNT nanocomposites under visible light", *J. colloid interface sci.*, vol. 465, str. 93-105, 2016. [COBISS.SI-ID 19155734]
4. Cristina Canal, Martina Modic, Uroš Cvelbar, M. P. Ginebra, "Regulating the antibiotic drug release from  $\beta$ -tricalcium phosphate ceramics by atmospheric plasma surface engineering", *Biomaterials science*, vol. 4, str. 1454-1461, 2016. [COBISS.SI-ID 29917479]
5. A. Dias, N. Bundaleski, E. Tatarova, F. M. Dias, M. Abrashev, Uroš Cvelbar, O. M. N. D. Teodoro, J. Henriques, "Production of N-graphene by microwave N<sub>2</sub>-Ar plasma", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 5, str. 055307-1-055307-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29747751]
6. Aleksander Drenik, Angelos Mourkas, Rok Zaplotnik, Gregor Primc, Miran Mozetič, Peter Panjan, Daniel Alegre, Francisco L. Tabarés, "Erosion of a-C:H in the afterglow of ammonia plasma", *J. nucl. mater.*, vol. 475, str. 237-242, 2016. [COBISS.SI-ID 29439527]
7. Ajda Flašker, Mukta Vishwanath Kulkarni, Katjuša Mrak Poljšak, Ita Junkar, Saša Čučnik, Polona Žigon, Anca Mazare, Patrik Schmuki, Aleš Igljič, Snežna Sodin-Šemrl, "Binding of human coronary artery endothelial cells to plasma-treated titanium dioxide nanotubes of different diameters", *J. biomed. mater. res., Part A*, vol. 104, no. 5, str. 1113-1120, May 2016. [COBISS.SI-ID 29305127]
8. Marija Gorjanc, Aleksandar Savić, Ljiljana Topalić-Trivunović, Miran Mozetič, Rok Zaplotnik, Alenka Vesel, Dragana Grujić, "Dyeing of plasma treated cotton and bamboo rayon with Fallopia japonica extract", *Cellulose (Lond.)*, vol. 23, no. 3, str. 2221-2228, 2016. [COBISS.SI-ID 29466151]
9. Mina Jovanovic, Iztok Arčon, Janez Kovač, Nataša Novak Tušar, Bojana Obradović, Nevenka Rajič, "Removal of manganese in batch and fluidized bed systems using beads of zeolite A as adsorbent", *Microporous and mesoporous materials*, vol. 226, str. 378-385, 2016. [COBISS.SI-ID 4183803]
10. B. M. Jović, U. Č. Lačnjevac, V. D. Jović, Lj. Gajić-Krstajić, Janez Kovač, Dejan Poleti, Nedeljko Krstajić, "Ni-(Ebonex-supported Ir) composite coatings as electrocatalysts for alkaline water electrolysis. Part II, Oxygen evolution", *Int. j. hydrogen energy*, vol. 41, no. 45, str. 20502-20514, 2106. [COBISS.SI-ID 30190119]
11. Ita Junkar, Mukta Vishwanath Kulkarni, Barbara Drašler, Neža Rugelj, Anca Mazare, Ajda Flašker, Damjana Drobne, Petr Humpolíček, Matic Resnik, Patrik Schmuki, Miran Mozetič, Aleš Igljič, "Influence of various sterilization procedures on TiO<sub>2</sub> nanotubes used for biomedical devices", *Bioelectrochemistry*, vol. 109, str. 79-86, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 29305383]
12. Ita Junkar, Mukta Vishwanath Kulkarni, Barbara Drašler, Neža Rugelj, Nina Recek, Damjana Drobne, Janez Kovač, Petr Humpolíček, Aleš Igljič, Miran Mozetič, "Enhanced biocompatibility of TiO<sub>2</sub> surfaces by highly reactive plasma", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 24, str. 244002-1-244002-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29490727]
13. Mohamed Karmaoui, J. S. Amaral, Luc Lajaunie, Harinarayanan Puliyalil, David Maria Tobaldi, Robert C. Pullar, Joao Antonio Labrincha, Raul Arenal, Uroš Cvelbar, "Smallest bimetallic CoPt<sub>3</sub> superparamagnetic nanoparticles", *J. phys. chem. lett.*, vol. 7, no. 20, str. 4039-4046, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 6033690]
14. Metod Kolar, Gregor Primc, "Haemostatic response of polyethylene terephthalate treated by oxygen and nitrogen plasma afterglows", *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2016, str. 1749285-1-1749285-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29237799]
15. Martina Lorenzetti, Ekaterina Gongadze, Mukta Vishwanath Kulkarni, Ita Junkar, Aleš Igljič, "Electrokinetic properties of TiO<sub>2</sub> nanotubular surfaces", *Nanoscale research letters*, vol. 11, str. 378-1-378-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29777447]
16. Asif Majeed, Xiaoxia Zhong, Shaofeng Xu, Xinhui Wu, Uroš Cvelbar, Zhengming Sheng, "The influence of discharge capillary size, distance, and gas composition on the non-equilibrium state of microplasma", *Plasma processes polym.*, vol. 13, iss. 7, pp. 690-697, 2016. [COBISS.SI-ID 29455399]
17. Martina Modic, Miran Mozetič, "In vitro screening procedure for characterization of thrombogenic properties of plasma treated surfaces", *Biointerphases*, vol. 11, no. 2, str. 029808-1-029808-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29476647]
18. Aleksandra B. Nastasović, Bojana M. Ekmeršić, Zvezdana P. Sandić, Danijela V. Randelović, Miran Mozetič, Alenka Vesel, Antonije E. Onjia, "Mechanism of Cu(II), Cd(II) and Pb(II) ions sorption from aqueous solutions by macroporous poly(glycidyl methacrylate-co-ethylene glycol dimethacrylate)", *Appl. surf. sci.*, vol. 385, str. 605-615, 2016. [COBISS.SI-ID 29610279]
19. Vincenc Nemanič, Marko Žumer, "Quantification of small gas amounts with an ion trap mass spectrometer", *Int. j. mass spectrom.*, vol. 401, str. 17-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29434151]
20. Y. Ni, M. J. Lynch, Martina Modic, R. D. Whalley, J. Walsh, "A solar powered handheld plasma source for microbial decontamination applications", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 35, str. 355203-1-355203-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29753639]
21. Željka Nikitović, Jasmina V. Jovanović, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič, Vladimir Stojanović, "Modeling of the effect of radicals on plasmas used for etching in microelectronics", *FME Trans.*, vol. 44, str. 105-108, 2016. [COBISS.SI-ID 29330215]
22. K. M. Praveen, Sabu Thomas, Yves Grohens, Miran Mozetič, Ita Junkar, Gregor Primc, Marija Gorjanc, "Investigations of plasma induced effects on the surface properties of lignocellulosic natural coir fibres", *Appl. surf. sci.*, vol. 368, str. 146-156, 2016. [COBISS.SI-ID 29208103]
23. Gregor Primc, Tomaž Gyergyek, Zlatko Kregar, Slobodan Milošević, Alenka Vesel, Miran Mozetič, "Gostota kisikovih atomov v plazemskem reaktorju s pomičnim rekombinatorjem", *Vakuumist*, letn. 36, št. 3, str. 4-14, 2016. [COBISS.SI-ID 30196263]
24. Gregor Primc, Brigita Tomšič, Alenka Vesel, Miran Mozetič, Sanja Ercegović Ražič, Marija Gorjanc, "Biodegradability of oxygen-plasma treated cellulose textile functionalized with ZnO nanoparticles as antibacterial treatment", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 32, str. 324002-1-324002-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29644839]
25. Harinarayanan Puliyalil, Gregor Filipič, Uroš Cvelbar, "Selective plasma etching of polyphenolic composite in O<sub>2</sub>/Ar plasma for improvement of material tracking properties", *Plasma processes polym.*, vol. 13, no. 7, str. 737-743, 2016. [COBISS.SI-ID 29488935]
26. Harinarayanan Puliyalil, Gregor Filipič, Janez Kovač, Miran Mozetič, Sabu Thomas, Uroš Cvelbar, "Tackling chemical etching and its mechanisms of polyphenolic composites in various reactive low temperature plasmas", *RSC advances*, vol. 6, iss. 97, str. 95120-95128, 2016. [COBISS.SI-ID 6033434]
27. Harinarayanan Puliyalil, Petr Slobodian, Michal Sedlacik, Ruhan Benlikaya, Pavel Říha, Kostya Ostrikov, Uroš Cvelbar, "Plasma-enabled sensing of urea and related amides on polyaniline", *Front. Chem. Sci. Eng.*, vol. 10, iss. 2, str. 265-272, 2016. [COBISS.SI-ID 29500967]
28. Nina Recek, Sofija Andjelić, Nataša Hojnink, Gregor Filipič, Saša Lazović, Alenka Vesel, Gregor Primc, Miran Mozetič, Marko Hawlina, Goran Petrovski, Uroš Cvelbar, "Microplasma induced cell morphological changes and apoptosis of Ex Vivo cultured human anterior lens epithelial cells relevance to capsular opacification", *PLoS one*, vol. 11, no. 11, str. 0165883-1-0165883-19, 2016. [COBISS.SI-ID 29933351]
29. Nina Recek, Gregor Primc, Alenka Vesel, Miran Mozetič, José Avila, Ivy Rizado-Colambo, Maria C Asensio, "Degradation of albumin on plasma-treated polystyrene by soft X-ray exposure", *Polymers (Basel)*, vol. 8, no. 7, str. 244-1-244-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29592615]
30. Nina Recek, Matic Resnik, Helena Motaln, Tamara Lah Turnšek, Robin Augustine, Nandakumar Kalarikkal, Sabu Thomas, Miran Mozetič, "Cell adhesion on polycaprolactone modified by plasma treatment", *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2016, str. 7354396-1-7354396-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29485863]

31. Rok Simič, Mitjan Kalin, Janez Kovač, Gregor Jakša, "Adsorption of alcohols and fatty acids onto hydrogenated (a-C:H) DLC coatings", *Appl. surf. sci.*, vol. 363, str. 466-476, Feb. 2016. [COBISS.SI-ID 14399003]
32. Elena Stoleru *et al.* (11 avtorjev), "Lactoferrin-immobilized surfaces onto functionalized PLA assisted by the gamma-rays and nitrogen plasma to create materials with multifunctional properties", *ACS appl. mater. interfaces*, vol. 8, no. 46, pp. 31902-31915, 2016. [COBISS.SI-ID 29926183]
33. Vladimir Švrček, Davide Mariotti, Uroš Cvelbar, Gregor Filipič, M. Lozac'h, C. McDonald, T. Tayagaki, K. Matsubara, "Environmentally friendly processing technology for engineering silicon nanocrystals in water with laser pulses", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, no. 33, str. 18822-18830, 2016. [COBISS.SI-ID 29748007]
34. Peter Topolovšek, Luka Cmok, Christoph Gadermaier, Miloš Borovšak, Janez Kovač, Aleš Mrzel, "Thiol click chemistry on gold-decorated MoS<sub>2</sub>: elastomer composites and structural phase transitions", *Nanoscale*, vol. 8, no. 19, str. 10016-10020, 2016. [COBISS.SI-ID 29499687]
35. Jelena Vasiljević, Marija Gorjanc, Ivan Jerman, Brigita Tomšič, Martina Modic, Miran Mozetič, Boris Orel, Barbara Simončič, "Influence of oxygen plasma pre-treatment on the water repellency of cotton fibers coated with perfluoroalkyl-functionalized polysilsesquioxane", *Fiber Polym.*, vol. 17, no. 5, str. 695-704, 2016. [COBISS.SI-ID 3250800]
36. Alenka Vesel, Janez Kovač, Gregor Primc, Ita Junkar, Miran Mozetič, "Effect of H<sub>2</sub>[sub]S plasma treatment on the surface modification of a polyethylene terephthalate surface", *Materials (Basel)*, vol. 9, no. 2, str. 95-1-95-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29265703]
37. Alenka Vesel, Miran Mozetič, Marianne Balat-Pichelin, "Reduction of a thin chromium oxide film on Inconel surface upontreatment with hydrogen plasma", *Appl. surf. sci.*, vol. 387, str. 1140-1146, 2016. [COBISS.SI-ID 29663271]
38. Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, Martina Modic, Miran Mozetič, "Hemocompatibility properties of a polymer surface treated in plasma containing sulfur", *Surf. interface anal.*, vol. 48, no. 7, str. 601-605, 2016. [COBISS.SI-ID 29420583]
39. Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, Gregor Primc, Liu Xiangyu, Kaitian Xu, Kevin C. Chen, Chiju Wei, Miran Mozetič, "Functionalization of polyurethane/urea copolymers with amide groups by polymer treatment with ammonia plasma", *Plasma chem. plasma process.*, vol. 36, no. 3, str. 835-848, 2016. [COBISS.SI-ID 29238567]
40. Maša Zalaznik, Mitjan Kalin, Saša Novak, Gregor Jakša, "Effect of the type, size and concentration of solid lubricants on the tribological properties of the polymer PEEK", *Wear*, vol. 364-365, str. 31-39, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 14846235]
41. Rok Zaplotnik, Marijan Biščan, Dean Popovič, Miran Mozetič, Slobodan Milošević, "Metastable helium atom density in a single electrode atmospheric plasma jet during sample treatment", *Plasma sources sci. technol.*, vol. 25, no. 3, str. 035023-1-035023-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29467943]
42. Rok Zaplotnik, Alenka Vesel, Miran Mozetič, "Investigation of reactive plasma species created in SO<sub>2</sub> by an inductively coupled RF discharge in E- and H-mode", *J. appl. phys.*, vol. 120, no. 16, str. 163302-1-163302-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29911847]
43. Rok Zaplotnik, Alenka Vesel, Gregor Primc, Liu Xiangyu, Kevin C. Chen, Chiju Wei, Kaitian Xu, Miran Mozetič, "Rapid hydrophilization of model polyurethane/urea (PURPEG) polymer scaffolds using oxygen plasma treatment", *Polymers (Basel)*, vol. 8, no. 4, str. 1-18, 2016. [COBISS.SI-ID 29439271]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Igor Levchenko, Michael Keidar, Uroš Cvelbar, Davide Mariotti, Anne Mai-Prochnow, Jinghua Fang, Kostya Ostrikov, "Novel biomaterials: plasma-enabled nanostructures and functions", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 27, str. 273001-1-273001-16, 2016. [COBISS.SI-ID 29748263]
2. Anton Nikiforov, Xiaolong Deng, Qing Xiong, Uroš Cvelbar, N. DeGeyter, Rino Morent, Christophe Leys, "Non-thermal plasma technology for the development of antimicrobial surfaces: a review", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 20, str. 204002 -1-204002 -8, 2016. [COBISS.SI-ID 29748519]
3. Harinarayanan Puliyalil, Uroš Cvelbar, "Selective plasma etching of polymeric substrates for advanced applications Selective plasma etching of polymeric substrates for advanced applications", *Nanomaterials (Basel)*, vol. 6, no. 6, str. 108-1-108-24, 2016. [COBISS.SI-ID 29547559]

## KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Mukta Vishwanath Kulkarni, Ita Junkar, Harinarayanan Puliyalil, Aleš Iglič, "Wettability switch of anodic titanium dioxide nanotubes with various diameters", *Biophys. j.*, vol. 110, iss. 3, sup. 1, str. 339a, Feb. 2016. [COBISS.SI-ID 6055194]

## STROKOVNI ČLANEK

1. Franc Majdič, Rok Zaplotnik, Matej Tomšič, "Preizkušanje filterških materialov za hidravlične filtre", *IRT 3000*, letn. 22, št. 3, str. 221-223, jun. 2016. [COBISS.SI-ID 14728219]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Somayeh Akbari, Janez Kovač, Mitjan Kalin, "Study the chemical structure of the ZDDP thermal film on steel and dlc surfaces at different times and ZDDP concentrations using ATR-FTIR and XPS", V: *Zbornik predavanj posvetovanja o tribologiji, mazivih in tehnični diagnostiki, SLOTRIB 2016*, f. 91-105. [COBISS.SI-ID 15106075]
2. Mojca Božič, Vera Vivod, Robert Vogrinčič, Silvo Hribernik, Irena Ban, Gregor Jakša, Darinka Fakin, Vanja Kokol, "New photocatalysts based on the surface modified TiO<sub>2</sub>-MWCNTs for decolourization of methylene blue dye", V: *Proceedings, 16th World Textile Conference AUTEX 2016*, 8-10 June 2016, Ljubljana, Slovenia, str. 1-7. [COBISS.SI-ID 19640086]
3. Svetlana Janjić, Ivana Dojčinović, Aleksandar Savić, Miran Mozetič, Gregor Primc, Lidija Černe Hočevar, Marija Gorjanc, "Antibacterial lyocell fibres obtained using plasma treatment and chitosan", V: *Proceedings, 16th World Textile Conference AUTEX 2016*, 8-10 June 2016, Ljubljana, Slovenia, 7 str. [COBISS.SI-ID 3246448]
4. Boštjan Jenčič, Luka Jerome, Nina Ogrinc Potočnik, Katarina Vogel-Mikuš, Eva Kovačec, Marjana Regvar, Zdravko Siketič, Primož Vavpetič, Zdravko Rupnik, Klemen Bučar, Mitja Kelemen, Janez Kovač, Primož Pelicon, "Molecular imaging of cannabis leaf tissue with MeV-SIMS method", V: *The 22nd International Conference on Ion Beam Analysis (IBA 2015), June 14 - 19, 2015, Opatija, Croatia*, (Nuclear instruments & methods in physics research, Section B, vol. 371, 2016), str. 205-210. [COBISS.SI-ID 29064487]
5. A. G. Nikiforov, Xiaolong Deng, Iulia Onyshchenko, Danijela Vujošević, Vineta Vuksanović, Uroš Cvelbar, Nathalie De Geyter, Rino Morent, Christophe Leys, "Atmospheric pressure plasma deposition of antimicrobial coatings on non-woven textiles", V: *Proceedings of the 6th Central European Symposium on Plasma Chemistry, CESPC-6, September 6-10, 2015, Bressanone, Italy*, (EPJ, Applied physics, Vol. 75, no. 2, 2016), str. 24710-1- 24710-6. [COBISS.SI-ID 29749031]
6. Jelena Vasiljević, Brigita Tomšič, Milena Zorko, Miran Mozetič, Ivan Jerman, Jože Medved, Boris Orel, Barbara Simončič, "Towards the fabrication of "green" flame retardant cotton by the sol-gel processing of hybrid precursors", V: *Proceedings, 16th World Textile Conference AUTEX 2016*, 8-10 June 2016, Ljubljana, Slovenia, 8 str. [COBISS.SI-ID 3248496]
7. Stojana Veskovič Bukudur, Janez Kovač, Peter Panjan, Damjan Klobčar, Milan Bizjak, Blaž Karpe, "Deposition of Al thin film on FeCrAl alloy and continuous electrical resistance measurement", V: *Zbornik radova, 11th Scientific - Research Symposium with international participation, Metallic and nonmetallic materials, production, properties, application, Zenica, 21.-22. april 2016*, str. 109-117. [COBISS.SI-ID 1608031]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGAVLJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Ita Junkar, "Interaction of cells and platelets with biomaterial surface treated with gaseous plasma", V: *Advances in biomembranes and lipid self-assembly. Volume 23*, Aleš Iglič, ur., Chandrashekar Kulkarni, ur., Michael Rappolt, ur., Amsterdam [etc.], Elsevier, 2016, str. 25-59. [COBISS.SI-ID 29497383]
2. Alenka Vesel, Miran Mozetič, "Low-pressure plasma-assisted polymer surface modifications", V: *Printing on polymers: fundamentals and applications*, Joanna Izdebska, ur., Sabu Thomas, ur., Amsterdam [etc.], Elsevier, 2016, str. 101-121. [COBISS.SI-ID 29025319]
3. Runcy Wilson, Anil Kumar, Miran Mozetič, Uroš Cvelbar, Sabu Thomas, "Diffusion, transport, and barrier properties of IPNs", V: *Micro- and nano-structured interpenetrating polymer networks: from design to*

*applications*, Sabu Thomas, ur., Uroš Cvelbar, ur., Hoboken, Wiley, 2016, str. 319-339. [COBISS.SI-ID 29456423]

## PATENT

1. Alenka Vesel, Miran Mozetič, Rok Zaplotnik, *Device for high-frequency gas plasma excitation*, DE112012000015 (B4), Deutsches Patent- und Markenamt, 21. 04. 2016. [COBISS.SI-ID 29467687]
2. Alenka Vesel, Rok Zaplotnik, Miran Mozetič, *Metoda za čiščenje s telesno tekočino onesnaženih medicinskih vsadkov in pripomočkov z uporabo atomarne kisika*, SI24840 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 04. 2016. [COBISS.SI-ID 28029479]

3. Gregor Filipič, Kristina Eleršič, Darij Kreuh, Janez Kovač, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič, *Metoda za barvanje titana in titanovih zlitin*, SI24851 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 04. 2016. [COBISS.SI-ID 29504807]

## MENTORSTVO

1. Harinarayanan Puliyalil, *Selektivno plazemsko jedkanje kompozitov s polimerno matriko za izboljšanje njihovih površinskih lastnosti*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Uroš Cvelbar; somentor Miran Mozetič). [COBISS.SI-ID 286846208]

*Raziskave Odseka za fiziko trdne snovi so usmerjene na 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 amorfni snovi in živo materijo na drugi. Raziskave so osredinjene na razumevanje strukture in dinamike neurejenih in delno urejenih sistemov na mikroskopskem nivoju, kar je pogoj za razvoj novih multifunkcionalnih materialov, nanomaterialov ter bioloških sistemov. Pomemben del raziskovalnega programa je usmerjen v razvoj novih merilnih metod in eksperimentalnih tehnik na področju magnetne resonance, magnetnoresonančnega slikanja, tunelske in elektronske mikroskopije, mikroskopije na atomsko silo, dielektrične spektroskopije in frekvenčno odvisne kalorimetrije.*



Vodja:

**prof. dr. Igor Muševič**

Pri naših raziskavah uporabljamo naslednje raziskovalne metode:

- eno- (1D) in dvodimenzionalno (2D) jedrsko magnetno resonanco (NMR) in relaksacijo ter kvadrupolno resonanco (NQR) in relaksacijo;
- NMR-meritve v superprevodnih magnetih 2T, 6T in 9T in merjenje odvisnosti relaksacijskih časov T1 in T2 od magnetnega polja;
- jedrsko magnetno in kvadrupolno dvojno resonanco kot  $^{17}\text{O} - \text{H}$  in  $^{14}\text{N} - \text{H}$ ;
- frekvenčno odvisno elektronsko paramagnetno resonanco in pulzno 1D in 2D elektronsko paramagnetno resonanco in relaksacijo;
- relaksometrijo s hitrim spreminjanjem magnetnega polja;
- meritve elektronskih transportnih lastnosti;
- meritve magnetnih lastnosti;
- magnetnoresonančno slikanje in mikroslikanje;
- fluorescenčno mikroskopijo in optično konfokalno mikrospektroskopijo;
- linearno in nelinearno dielektrično spektroskopijo v območju  $10^{-2}$  Hz do  $10^9$  Hz;
- elektronsko mikroskopijo in tunelsko mikroskopijo v visokem vakuumu;
- nizkotemperaturno tunelsko mikroskopijo in manipulacijo posameznih atomov;
- mikroskopijo na atomsko silo;
- optične pincete za manipuliranje mikrodelcev;
- frekvenčno odvisno kalorimetrijo.

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 2016 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

## ***I. Programska skupina »Magnetna resonanca in dielektrična spektroskopija pametnih novih materialov«***

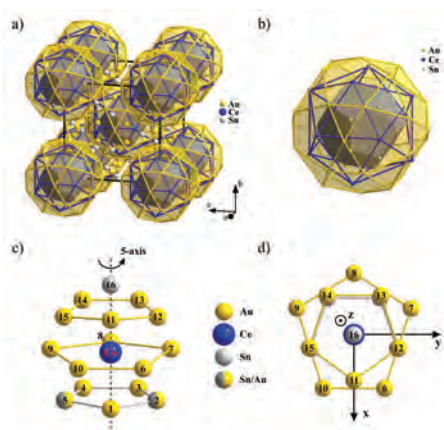
Delo programske skupine Magnetna resonanca in dielektrična spektroskopija pametnih novih materialov je bilo v letu 2016 usmerjeno v odkrivanje osnovnih fizikalnih zakonitosti fizike kondenzirane materije in v povezavo strukture in dinamike trdnih snovi na nivoju atomov in molekul z makroskopskimi lastnostmi snovi.

Pri naših raziskavah smo uporabljali naslednje raziskovalne metode:

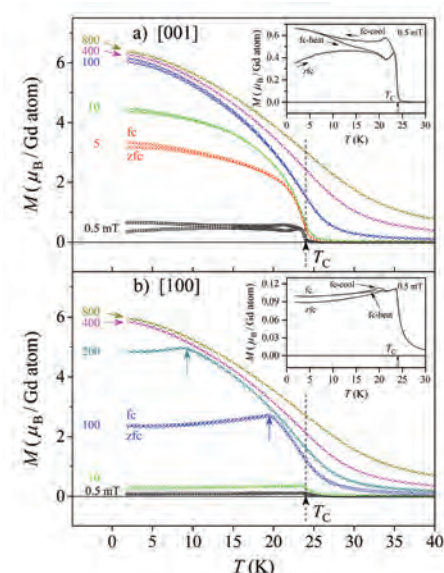
- jedrsko magnetno resonanco (NMR), elektronsko paramagnetno resonanco (EPR) in jedrsko kvadrupolno resonanco (NQR),
- dvojno resonanco  $^{17}\text{O} - \text{H}$  in  $^{14}\text{N} - \text{H}$ ,

**Raziskovalna skupina je odkrila nove kvantne efekte v magnetizmu nizkodimenzionalnih spinskih sistemov. Preučevala je fizikalne lastnosti nanostruktur ter odkrila nove nanomateriale za plinske senzorje. Odkrila je nove snovi z velikim elektrokaličnim pojavom za uporabo v hladilnih aplikacijah in razvila nove polimerno dispergirane tekočokristalne elastomere. Dokazala je tudi obstoj Schottkyjevega efekta v kvazikristalih, kar bistveno spremeni dosedanje interpretacije njihovih nizkotemperaturnih elektronskih in magnetnih lastnosti. Poleg tega je skupina raziskovala tudi farmacevtske in biološke substance.**

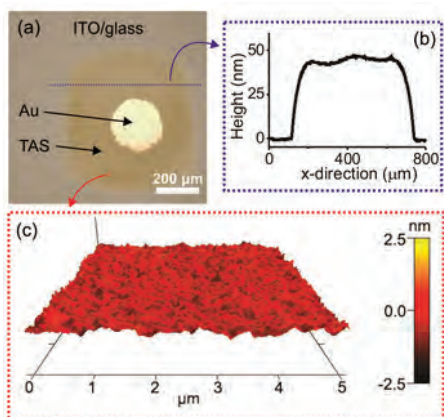




Slika 1: Ikozaedrična struktura in pentagonalna razporeditev naboja za izračun Schottkyjevega efekta v ikozaedričnih kvazikristalih tipa Ce-Au-Sn



Slika 2: Temperaturno odvisna magnetizacija spojine Cu-Ca-Gd vzdolž heksagonalne osi in v heksagonalni ravnini



Slika 3: (a) Optični posnetek, (b) prečni profil debeline in (c) 3D AFM topološka slika 45 nm debelega natisnjeneja tankoplastnega kondenzatorja na osnovi tantalovega oksida (TAS)

- relaksometrijo s hitrim spreminjanjem magnetnega polja,
- linearno in nelinearno dielektrično spektroskopijo v območju  $10^{-2}$  Hz do  $10^9$  Hz,
- frekvenčno odvisno kalorimetrijo,
- meritve električnih in termičnih transportnih lastnosti,
- meritve magnetnih lastnosti.

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 2016 smo člani programske skupine objavili skupno 47 originalnih znanstvenih člankov. Od člankov v revijah z višjim faktorjem vpliva imamo eno objavo v *Nature Commun.* (IF = 11,3), eno v *Phys. Rev. Lett.* (IF = 7,6), eno v *ACS Applied Mater. & Interfaces* (IF = 7,1), dve v *Sci. Rep.* (IF = 5,2) in tri v *J. Mater. Chem. C* (IF = 5,1).

Med našimi raziskavami velja omeniti naslednje dosežke:

### Kvazikristali in kompleksne kovinske spojine

V članku Schottky effect in the i-Zn-Ag-Sc-Tm icosahedral quasicrystal and its 1/1 Zn-Sc-Tm approximant (S. Jazbec et al., *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 054208) smo kot prvi eksperimentalno dokazali obstoj Schottkyjevega efekta v kvazikristalih, kar bistveno spremeni dosedanje interpretacije nizkotemperaturnih elektronskih in magnetnih efektov v teh spojinah. Razvita je bila teorija Schottkyjevega efekta za pentagonalno simetrijo kristalnega električnega polja v ikozaedričnih kvazikristalih tipa Ce-Au-Sn. Ikozaedrična struktura in pentagonalna razporeditev naboja sta prikazani na sliki 1.

V članku Random-anisotropy ferromagnetic state in the  $\text{Cu}_5\text{Gd}_{0.54}\text{Ca}_{0.42}$  intermetallic compound (M. Krne et al., *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 094202) smo objavili sintezo prve ternarne intermetalne spojine iz faznega diagrama Cu-Ca-Gd, kjer nezdružljiva elementa Ca in Gd kemijsko povežemo v kristal z »interveniirajočim« elementom bakrom, ki tvori stabilne faze z vsakim od elementov Ca in Gd posebej. Za ta nov tip intermetalne spojine smo izmerili fizikalne lastnosti in pokazali, da se magnetno stanje opiše kot feromagnetno z naključno magnetno anizotropijo. Slika 2 prikazuje temperaturno odvisnost magnetizacije spojine Cu-Ca-Gd vzdolž heksagonalne osi in v heksagonalni ravnini.

### Brizgalno tiskanje dielektričnih struktur enakomerne debeline

Brizgalno tiskanje kovinskih oksidov z visoko dielektrično konstanto bo omogočilo nizkokostenovno izdelavo ključnih delov elektronskih komponent. Zasnovali smo črnilo, ki omogoča tiskanje dielektričnih plasti na osnovi tantalovega oksida. Naš cilj je bila izboljšava enakomernosti debeline posušenih struktur z optimizacijo deležev posameznih topil v črnilu. Pokazali smo, da moramo poleg zasnove mešanice topil po merilih viskoznosti in površinske napetosti upoštevati še hlapnost topil, saj le-ta močno vpliva na enakomernost debeline. Tako smo z optimizacijo razmerja topil vplivali na topologijo natisnjenih struktur in natisnili 45 nm debele enakomerne kondenzatorje, katerih funkcijske lastnosti so primerljive z lastnostmi plasti, pripravljenimi z metodo vrtenja. Ugotovitve so bile objavljene v članku Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition (A. Matavž, R. C. Frunzã, A. Drnovšek, V. Bobnar, B. Malič, *Journal of Materials Chemistry C*, 4 (2016), 5634)

### Razvoj okolju prijaznega materiala za fleksibilne naprave za shranjevanje energije

Z uporabo metode raztapljanja smo razvili nanokompozitne plasti z amino funkcionaliziranim grafenovim oksidom (NGO), vključenim v vlakna naravne (CNF) in TEMPO oksidirane (TCNF) celuloze. Strukturna in morfološka analiza je pokazala dobro disperzijo NGO-plasti v naključno porazdeljenih CNF oz. gostih, vzporedno usmerjenih TCNF-vlaknih. Takšen sinergijski učinek obeh komponent ključno prispeva k visoki trdnosti in togosti tankih plasti z dobro mehansko in toplotno stabilnostjo. Zaradi Maxwell-Wagnerjeve polarizacije na mejah komponent dielektrična konstanta močno naraste že pri nizki vsebnosti NGO. Zato so ti okolju prijazni, mehansko močni, prožni in termično stabilni materiali primerna alternativa za izdelavo fleksibilnih naprav za shranjevanje energije. Ugotovitve so bile objavljene v članku Mechanically strong, flexible and thermally stable graphene oxide/nanocellulosic films with enhanced dielectric properties (Y. Beeran P. T. et al., *RSC Advances*, 6 (2016), 49138).

**Stabilen dielektrični odziv novih nizkoizgubnih polimernih tankih plasti**

Raziskovali smo dielektrične lastnosti tankih plasti aromatske politiureje (ArPTU, polarni polimer z velikimi vrednostmi dipolnih momentov in nizkimi vsebnostmi nečistoč), razvitih na Pt/SiO<sub>2</sub>-podlagi. Detektirani odziv je bil primerjan z dielektričnim odzivom komercialnih polimerov, kot sta visokogostotni polietilen (HDPE) in polipropilen (PP), ki se oba uporabljata za proizvodnjo plastičnih kondenzatorjev. Zaradi stabilnih vrednosti dielektrične konstante (dvakrat višjih od vrednosti v HDPE in PP) v širokem temperaturnem in frekvenčnem intervalu ter nizkih izgub, ki so primerljive z izgubami v HDPE in PP, je ArPTU obetaven kandidat za uporabo v številnih dielektričnih aplikacijah. Rezultati so bili povzeti v članku Stable dielectric response of low-loss aromatic polythiourea thin films on Pt/SiO<sub>2</sub> substrate (A. Eršte et al., *Journal of Advanced Dielectrics*, 6 (2016), 1650003).

**Študij nanostrukturiranih snovi ter snovi z velikim elektrokaličnim pojavom in njihova uporaba za hlajenje**

Z neposrednimi meritvami smo pokazali soobstoj tako elektrokaličnega kot magnetokaloričnega odziva v multiferoiku PFN-PMW ter med prvimi pokazali obstoj velikega elektrokaličnega pojava v tekočih kristalih in velikega elastokaloričnega pojava v tekočokristalnih elastomerih. Med prvimi smo analizirali delovanje prototipa elektrokalične hladilne naprave na kaskadnem principu, ki izkorišča tako elektrokalični kot elektromehanski pojav. Podjetje Gorenje, d. d., je letos odkupilo našo patentno prijavo US 2016/0187034 A17700, B. Malič et al., 2016. Dela so bila objavljena v 11 člankih v mednarodnih znanstvenih revijah, med katerimi velja omeniti naslednje publikacije: *Perovskite ferroelectrics and relaxor-ferroelectric solid solutions with large intrinsic electrocaloric response over broad temperature ranges* (H. Khassaf et al., *Journal of Materials Chemistry C*, 4 (2016), 4763), *A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration* (H. Uršič et al., *Scientific Reports*, 6 (2016), 26629-1-26629-5), *BaZr<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>O<sub>3</sub>: Lead-free relaxor ferroelectric or dipolar glass* (C. Filipič et al., *Physical Review B*, 93 (2016), 224105-1-224105-8) in *Electrocaloric and elastocaloric effects in soft materials* (M. Trček et al., *Philosophical Transactions A*, 374 (2016), 20150301). Dela na elektrokaličnikih in modrih ter TGB-fazah so v 2016 zbrala več kot 100 čistih citatov.

**Nanomateriali za plinske senzore**

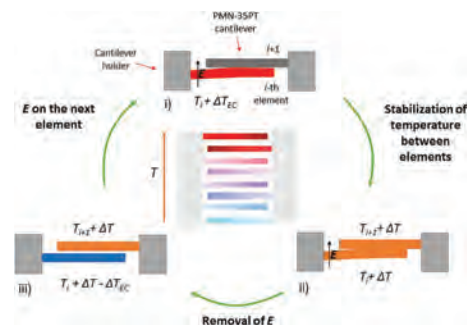
Polona Umek je s partnerji iz Velike Britanije, Češke, Belgije, Francije in Španije sodelovala pri raziskavah plinskih senzorjev na osnovi nanoiglic WO<sub>3</sub>, dekoriranih z nanodelci PdO. Morfološke in strukturne analize so pokazale, da je prekursor Pd(acac)<sub>2</sub> zelo primeren za dekoracijo nanoiglic WO<sub>3</sub> z nanodelci PdO. Sami senzori pa so se pokazali kot izredno občutljivi in selektivni za H<sub>2</sub>(g). Pri nizkih delovnih temperaturah (150 °C) je odzivnost tega sensorja kar 755-krat višja kot sensorja na osnovi nanoiglic WO<sub>3</sub>, torej brez nanodelcev PdO. Bistveno nižja je tudi občutljivost za vodno paro. Rezultati raziskave so objavljeni v članku Aerosol-assisted CVD-grown PdO nanoparticle-decorated tungsten oxide nanoneedles extremely sensitive and selective to hydrogen (F. E. Annanouch et al., *ACS applied materials & interfaces*, 8 (2016), 10413–104219).

**Farmacevtske substance, študirane z NQR-spektroskopijo**

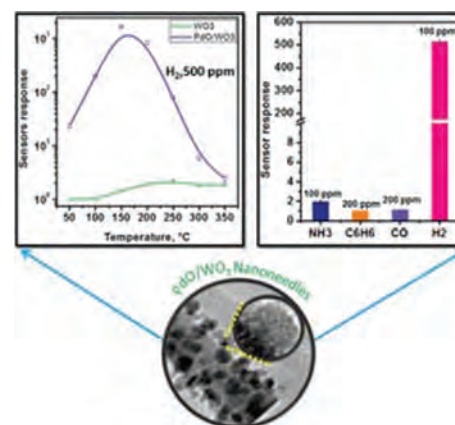
NQR <sup>14</sup>N je uporabno orodje za karakterizacijo farmacevtskih substanc, pogosto pa da tudi podatke o njihovi pripravi. V kombinaciji z drugimi eksperimentalnimi metodami in s kvantnokemijskimi izračuni je mogoče ugotoviti elektronsko strukturo molekul in lastnosti funkcionalnih skupin.

3,3'-diindolylmetan (DIM) je glavni produkt prebave indol-3-karbinola (I3C) in glavni mediator njegovih kemopreventivnih in kemoterapevtskih učinkov. V našem prejšnjem delu (*Eur. J. Pharm. Sci.*, 77 (2015), 141–153) smo poročali o vplivu strukturnih razlik med DIM in I3C na njuno biološko aktivnost. V članku Polymorphism and Thermal Stability of Natural Active Ingredients. 3,3'-Diindolylmethane (Chemopreventive and Chemotherapeutic) Studied by a Combined X-Ray, <sup>1</sup>H - <sup>14</sup>N NMR-NQR, DSC and Solid-State DFT/3D HS/QTAIM/RDS Computational Approach (J. N. Latosinska, M. Latosinska, M. Szafranski, J. Seliger, V. Žagar, *Cryst. Growth Des.*,

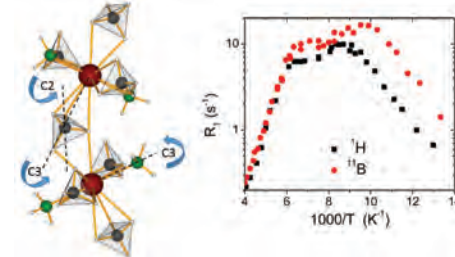
Slika 7: Analiza spektrov <sup>1</sup>H - <sup>14</sup>N dvojne resonance v sildenafilu in sildenafil citratu



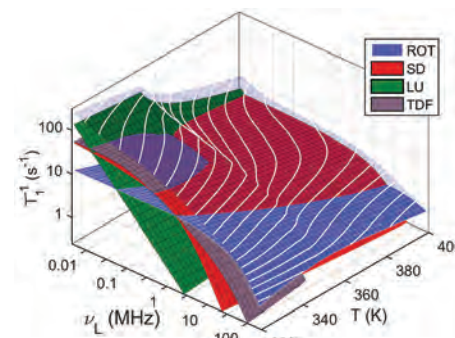
Slika 4: Skica hladilnega cikla kaskadne elektrokalične hladilne naprave, ki izkorišča v hladilnih elementih tako elektrokalični kot elektromehanski odziv

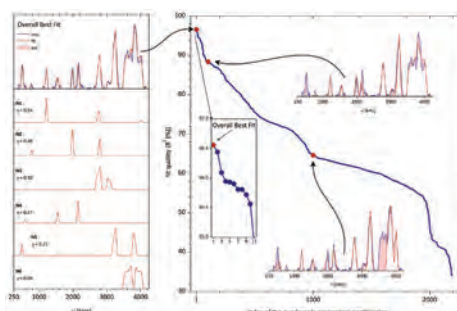


Slika 5: Levo: Odzivnost senzora na osnovi nanoiglic WO<sub>3</sub>, dekoriranih z nanodelci PdO, na 500 × 10<sup>-6</sup> vodika med 50 °C in 350 °C (vijolična krivulja) v primerjavi s senzorjem na osnovi nanoiglic WO<sub>3</sub> (zelena krivulja). Desno: Diagram selektivnosti interfernih plinov (amonijak, benzen, ogljikov monoksid) senzora na osnovi nanoiglic WO<sub>3</sub>, dekoriranih z nanodelci PdO, glede na vodik (100 × 10<sup>-6</sup>).

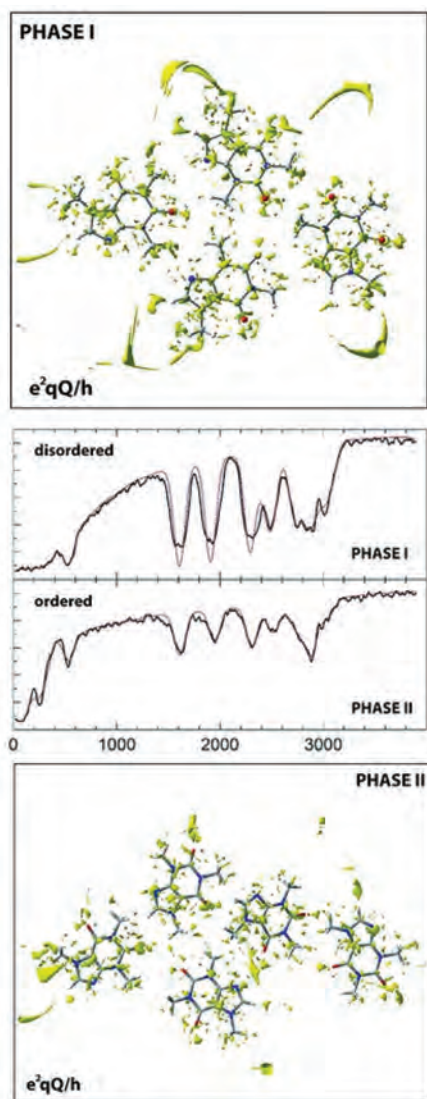


Slika 6: NMR relaksometrična študija molekulske dinamike v tekočem kristalu s fazo »de Vries«





Slika 8: Levo:  $^1\text{H} - ^{14}\text{N}$  CR-spekter sildenafil: eksperimentalni podatki (modra črta) ter modelski spekter z najboljšim prilaganjem (rdeča črta), ki je tudi razdeljen na prispevke posameznih dušikov. Desno: Kvaliteta prilaganja  $^{14}\text{N}$  CR sildenafil spektra za vse kombinacije parov  $^{14}\text{N}$ -prehodov. Prikazani sta tudi dve manj uspešni prilaganji.



Slika 9: Izračunana prostorska porazdelitev asimetrijskega parametra tenzorja gradienta električnega polja okrog molekul kofeina v fazi I (zgoraj) in fazi II (spodaj). Pripadajoča spektra križne relaksacije  $^1\text{H} - ^{14}\text{N}$  sta prikazana v sredini.

16 (2016), 4336–4348) preučujemo hkratni vpliv polimorfizma in temperature na topologijo, naravo in jakost molekularskih interakcij v DIM. Poleg znane polimorfne oblike DIM I smo odkrili novo polimorfno obliko II. DSC pokaže, da ima oblika I malo nižjo temperaturo tališča kot oblika II (436 K in 440 K). Faznih prehodov v polimorfih nismo našli. Z rentgensko analizo smo ugotovili kristalno in molekularno strukturo obeh polimorfov. Ugotovili smo tudi, da je osnovna interakcija, ki določa kristalno zgradbo, interakcija N - H... $\pi$ . Z  $^{14}\text{N}$  NQR smo ugotovili, da vsebuje komercialni vzorec DIM približno 50 % polimorfne oblike I in približno 50 % polimorfne oblike II.

### Študija molekulske dinamike v borohidridu $\text{Sr}(\text{BH}_4)_2(\text{NH}_3)_2$ z metodo NMR

Borohidridi so obetavni kandidati za materiale za shranjevanje vodika, ker imajo visoko kapaciteto za shranjevanje ter relativno nizko temperaturo razpada. V tej študiji smo preučevali novo spojino  $\text{Sr}(\text{BH}_4)_2(\text{NH}_3)_2$ , v kateri je vodik v dveh molekularskih skupinah,  $\text{BH}_4$  in  $\text{NH}_3$ . Preučevali smo molekularno dinamiko z metodo NMR-spektrov in spinsko-mrežne relaksacije na jedrih  $^1\text{H}$  in  $^{11}\text{B}$ . Identificirali smo dva načina rotacije tetraedrov  $\text{BH}_4$  okrog različnih osi in ugotovili aktivacijski energiji za ta procesa. Meritve pri nizkih temperaturah so pokazale, da so nekatera gibanja tudi še pri 4 K. Poleg tega smo preučili tudi delno devterirano različico spojine, da bi lahko še dodatno razlikovali med dinamičnimi procesi. Rezultate smo objavili v članku Nuclear Magnetic Resonance Study of Molecular Dynamics in Ammine Metal Borohydride  $\text{Sr}(\text{BH}_4)_2(\text{NH}_3)_2$  (A. Gradišek, L. H. Jepsen, T. R. Jensen, M. S. Conradi, *J. Phys. Chem. C*, 120 (2016), 24646–24654).

Teočki kristali, v katerih je smektična A-faza »de Vries«, so obetavni materiali za novo generacijo tekočokristalnih zaslonov in drugih elektrooptičnih naprav. Z metodo relaksometrije s hitrim spreminjanjem magnetnega polja smo preučevali molekularno dinamiko v tekočem kristalu preko celotnega mezofaznega območja. Lahko smo ugotovili parametre za posamezne dinamične procese, in sicer reorientacijsko in translacijsko difuzijo, nihanje plasti ter fluktuacije nagiba smeri direktorja. Naša slika dinamičnih procesov v bližini prehoda med fazama SmA in SmC\* je skladna s predlaganim strukturnim modelom za fazo »de Vries«, ki se imenuje difuzni stožec skupkov. Ugotovitve smo objavili v članku  $^1\text{H}$  NMR Relaxometric Study of Molecular Dynamics in a »de Vries« Liquid Crystal (A. Gradišek, V. Domenici, T. Apih, V. Novotná, P. J. Sebastião, *J. Phys. Chem. B*, 120 (2016), 4706–4714).

$^1\text{H} - ^{14}\text{N}$  dvojna resonanca (DR) je zelo uporabna spektroskopija za ugotavljanje  $^{14}\text{N}$  NQR-parametrov ( $C_q - \eta$ ), saj potrebuje zelo majhne količine materiala. Vendar pa NQR-parametrov ni mogoče ugotavljati neposredno iz samega DR-spektra, temveč moramo narediti vmesni korak, imenovan »parjenje prehodov«, to je poiskati take pare  $^{14}\text{N}$ -prehodov, ki spadajo k istemu  $^{14}\text{N}$ . »Parjenje prehodov« je vse prej kot enostavno in po navadi zahteva dobro intuicijo. Za poenostavitev in izboljšavo postopka smo razvili avtomatsko metodo za pridobivanje NQR-parametrov iz DR-spektra. Z našo metodo hkrati prilagajamo oblike vseh  $^{14}\text{N}$ -prehodov, in to za vse mogoče kombinacije parov prehodov, kjer na koncu izberemo tisto, ki dani spekter najbolje opiše. Za snovi z več dušiki je takih kombinacij lahko več tisoč, a je kljub temu avtomatski postopek še vedno znatno hitrejši kot ročno »parjenje prehodov«. Uporabo naše metode smo prikazali pri sildenafilu (slika 8) ter sildenafil citratu. Vsaka od teh snovi vsebuje po šest različnih dušikov. Rezultati so bili objavljeni v *(1)H-(14)N cross-relaxation spectrum analysis in sildenafil and sildenafil citrate* (A. Gregorovič, T. Apih, J. Seliger, *Solid State Nuc. Mag.*, 78 (2016), 16).

### Polimorfizem v kofeinu

Polimorfizem v kofeinu smo raziskali s kombinacijo  $^1\text{H} - ^{14}\text{N}$  jedrske kvadrupolne dvojne resonance, čiste  $^{14}\text{N}$ -jedrske kvadrupolne resonance (NQR) in z računskim modeliranjem s teorijo gostotnih funkcionalov (DFT) v trdni snovi. Asignacijo izmerjenih NQR-signalov na posamezne dušikove atome v stabilni fazi I in v metastabilni fazi II smo preverili z DFT. Pokazali smo, da komercialni farmacevtski vzorci vsebujejo 20–25 % faze I in 75–80 % faze II. Zaradi orientacijskega nerada v fazi II in lokalnih molekularskih preureditev je z drugimi metodami težko razlikovati obe fazi. Razlike v medmolekularskih interakcijah v fazah I in II smo analizirali z računskim načinom ter izračunali in vizualizirali glavno komponento tenzorja gradienta električnega polja in ustrezní asimetrijski parameter v vsaki točki molekularnega sistema. Razlika v elektrostatičnem potencialu med fazama I in II je majhna, manjše razlike v molekularnem pakiranju pa nimajo biološkega pomena, zato vsebnost obeh faz v farmacevtskih materialih nima biološkega pomena.

Raziskava je bila objavljena v članku Polymorphism and disorder in natural active ingredients. Low and high-temperature phases of anhydrous caffeine: Spectroscopic ( $^1\text{H} - ^{14}\text{N}$

NMR-NQR/<sup>14</sup>N NQR) and solid-state computational modelling (DFT/QTAIM/RDS) study (J. Seliger et al., *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 85 (2016), 18).

### Polimerno dispergirani tekočokristalni elastomeri

Z metodo kvadrupolno motene jedrske magnetne resonance devterija smo raziskali orientacijsko urejanje termomehansko aktivnih mikrodelcev tekočokristalnih elastomerov, razpršenih v PDMS-elastomeru. Razvili smo teoretični model vedenja orientacijskega ureditvenega parametra  $Q$  v odvisnosti od gostote zunanega magnetnega polja  $B$ , vrednosti nematskega parametra reda mikrodomen  $S$ , diamagnetne anizotropije delcev  $\Delta\mu$ , viskoznosti nezamrežene polimerne matrike  $\eta$  ter faktorja hitrosti zamreževanja  $k$ . Teoretične napovedi smo primerjali z eksperimentalno določenimi vrednostmi  $Q(B)$  in pokazali, da lahko stopnjo orientacijskega urejanja, s tem pa tudi efektivni termomehanski odziv kompozitnega materiala, enostavno ugotovimo tako s poljem kot tudi časom urejanja v polju. Ugotovitve smo objavili v člankih Deuteron NMR resolved mesogen vs. crosslinker molecular order and reorientational exchange in liquid single crystal elastomers (J. Milavec et al., *Physical Chemistry Chemical Physics*, 18 (2016), 4071–4077) in Polymer-dispersed liquid crystal elastomers (A. Rešetič, J. Milavec, B. Zupančič, V. Domenici in B. Zalar, *Nature Communications*, 7 (2016), 13140).

### Kvantni magnetizem

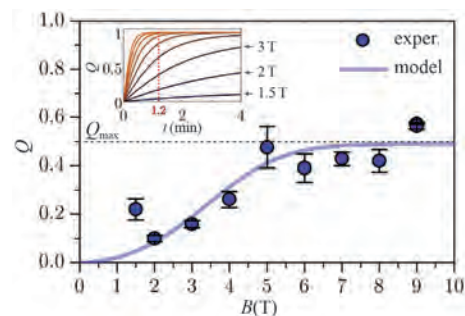
Matej Pregelj, Matjaž Gomilšek, Andrej Zorko in Denis Arčon so v sodelovanju s partnerji iz Švice, Hrvaške in Francije raziskali mehanizem, odgovoren za vzpostavitev nenavadne progaste spinske faze v spojini  $\text{TeVO}_4$ , ki je modelski sistem feromagnetne frustrirane verige spinov  $1/2$ . S kombinacijo meritev magnetnega navora, nevtronske difrakcije in sferične nevtronske polarimetrije so ugotovili podrobnosti vseh magnetnih ureditev, ki jih sistem v odsotnosti magnetnega polja razvije med ohlajanjem, tj. v vektorski kiralni fazi, v progasti spinski fazi ter v kolinearne amplitudno modulirani fazi. Na podlagi teh rezultatov so razvili fenomenološki model, ki razkriva anizotropijo izmenjalne interakcije kot ključen člen za vzpostavitev progaste spinske faze v frustriranih spinskih sistemih. Svoje odkritje so objavili v članku Exchange anisotropy as mechanism for spin-stripe formation in frustrated spin chains (M. Pregelj et al., *Phys. Rev. B*, 94 (2016), 081114(R)).

Matjaž Gomilšek, Martin Klanjšek, Matej Pregelj in Andrej Zorko so v sodelovanju z raziskovalci iz Kitajske, Velike Britanije in Švice vodili obsežno raziskavo magnetnih lastnosti Zn-brochantita. Gre za novo realizacijo kvantnega antiferomagneta na mreži kagome, paradigme geometrijske frustracije v dveh dimenzijah, ki so jo sintetizirali kitajski sodelavci v letu 2014. Z različnimi eksperimentalnimi tehnikami, vključujoč jedrsko magnetno resonanco, mionsko spinsko relaksacijo/rotacijo in nevtronsko sipanje, so ugotovili, da je osnovno stanje preučevane spojine magnetno neurejeno in dinamično. Opazili so kvantnokritično vedenje pri visokih temperaturah in številne nestabilnosti spinske tekočine pri nižanju temperature. Njihova odkritja so bila objavljena v članku Instabilities of spin-liquid states in a quantum kagome antiferromagnet (M. Gomilšek et al., *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 060405(R)).

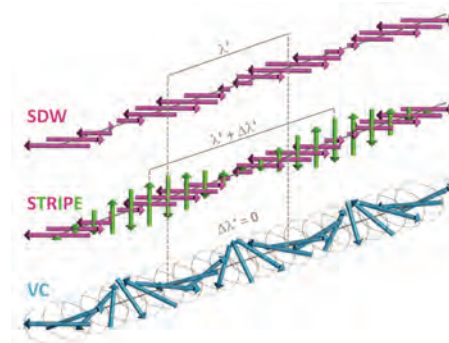
Poleg tega so pokazali, da se nizkotemperaturno stanje spinske tekočine vede kot spinonska kovina, kar je nov tip vedenja za mrežo kagome. To odkritje je bilo objavljeno v članku  $\mu\text{SR}$  insight into the impurity problem in quantum kagome antiferromagnets (M. Gomilšek et al., *Phys. Rev. B*, 94 (2016), 024438).

Andrej Zorko, Matjaž Gomilšek in Matej Pregelj so s sodelavci iz Nemčije, ZDA, Moldavije in Švice z elektronsko spinsko resonanco v visokih magnetnih poljih preučevali novo funkcionalnost plastovitih metamagnetov. Natančno so preučili lastnosti antiferomagnetno/feromagnetno mešane faze, ki je stabilna v omejenem obsegu magnetnih polj okrog 0,8 T pri nizkih temperaturah in je za njo značilna ojačana mikrovalovna absorpcija. Pokazali so, da termične fluktuacije igrajo pomembno vlogo pri destabilizaciji te mešane faze. Svoje odkritje so objavili v članku Electron spin resonance insight into broadband absorption of the  $\text{Cu}_3\text{Bi}(\text{SeO}_3)_2\text{O}_2\text{Br}$  metamagnet (A. Zorko et al., *AIP Advances*, 6 (2016), 056210).

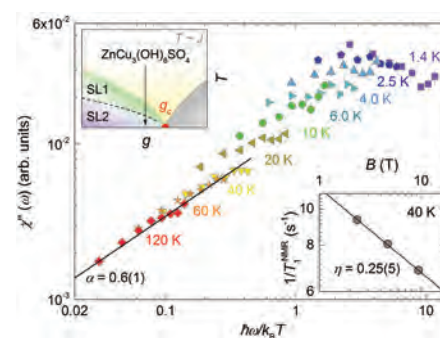
Andrej Zorko je z raziskovalci iz Francije, ZDA in Švice sodeloval pri podrobnih raziskavah nevtronskega sipanja magnetno in strukturno kiralnega Fe-langasita, ki je modelski sistem frustriranega magnetizma na trikotnih mrežah z velikim potencialom za multiferoičnost. Opazili so kopičenje helične modulacije vzdolž kristalne osi  $c$  in distorzijo  $120^\circ$ -ureditve spinov v ravninah Fe magnetnih momentov. Ta opažanja so omogočila novo določitev vodilnih členov



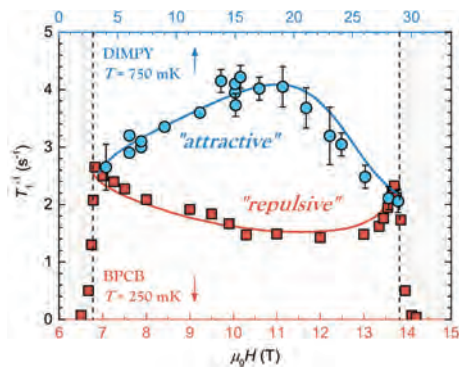
Slika 10: Parameter orientacijske urejenosti mikrodelcev  $Q$  v zamreženi disperziji tekočokristalnih elastomernih mikrodelcev v PDMS-elastomeru. Nasičena vrednost  $Q_{\max} \approx 0,5$  je bila dosežena pri magnetnih poljih  $B \geq 5$  T. Vrednost  $Q_{\max} < 1$  kaže na to, da mikrodelci niso idealne nematske monodome. V manjšem okvirju je prikazan teoretični časovni potek orientacijskega urejanja idealnih monodomen za različne vrednosti magnetnega polja, ki ustrezajo eksperimentalno ugotovljenim točkam  $Q(B)$  (modri krogi).



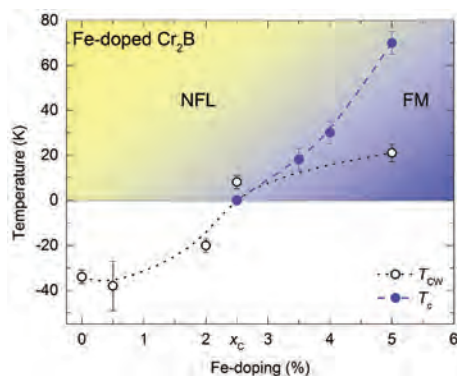
Slika 11: Magnetna ureditev na položaju atoma  $V_1$  vzdolž osi  $c$ , določena za kolinearno amplitudno modulirano (SDW) fazo in vektorsko kiralno (VC) fazo, ter rekonstrukcija magnetne ureditve v progasti spinski (STRIPE) fazi.  $\lambda'$  odgovarja odmiku valovnega vektorja  $k$  od  $1/2$ , to je od enostavne antiferomagnetne ureditve, medtem ko  $\Delta\lambda'$  odgovarja  $\Delta k$ . Objavljeno v M. Pregelj et al., *Phys. Rev. B*, 94 (2016), 081114(R)).



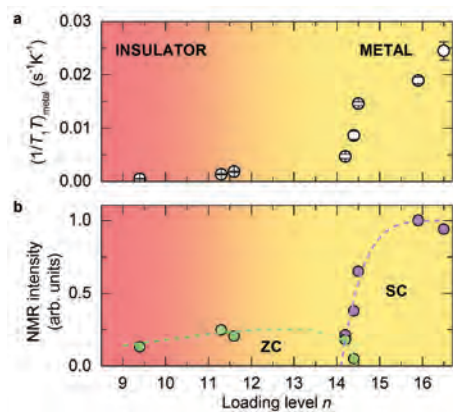
Slika 12: Odkritje kvantnokritičnega skaliranja dinamične susceptibilnosti v Zn-brochantitu in različna magnetna stanja, skozi katera gre sistem pri nižanju temperature (zgornji vstavek). Objavljeno v M. Gomilšek et al., *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 060405(R).



Slika 13: Opažena razlika magnetnih fluktuacij, zaznanih z meritvijo spinsko-mrežnega relaksacijskega časa  $T_1$  v sistemih BPCB in DIMPY, ki vsebujeta lestve spinov  $1/2$  z močnimi prečkami oziroma močnimi nogami.



Slika 14: Fazni diagram Fe-dopiranega  $\text{Cr}_2\text{B}$  sistema, dobljen iz  $^{11}\text{B}$  NMR-meritev



Slika 15: Fazni diagram zeolita, dopiranega z natrijevimi atomi. Prikazana sta kovinski prispevek k hitrosti spinsko-mrežne relaksacije, deljene s temperaturo, ki je sorazmerna kvadratu elektronske gostote stanj, ter intenziteti glavnih komponent spektra v odvisnosti od stopnje dopiranja. Barvna skala loči izolatorsko stanje od kovinskega.

spinske hamiltonke in vodila do boljšega razumevanja mehanizma električne polarizacije v tem sistemu, ki je posledica magnetne ureditve. Dognanja te raziskave so bila objavljena v članku Helical bunching and symmetry lowering inducing multiferroicity in Fe langasites (L. Chaix et al., *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 214419).

Martin Klanjšek je skupaj s francoskimi in švicarskimi kolegi preučeval razliko v magnetnem odzivu sistemov  $(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{N})_2\text{CuBr}_4$  (BPCB) in  $(\text{C}_7\text{H}_{10}\text{N})_2\text{CuBr}_4$  (DIMPY), ki vsebujeta lestve spinov  $1/2$ , pri čemer so v prvem primeru izmenjalne sklopitve vzdolž prečk lestve močnejše od sklopitev vzdolž nog lestve, v drugem primeru pa je ravno nasprotno. Potrdili so, da se spinske lestve v obeh sistemih vedejo kot Tomonaga-Luttingerjeva tekočina spinonov. Kljub temu pa sistema kažeta izrazito različne magnetne fluktuacije, ki jih je mogoče neposredno zaznati z meritvami spinsko-mrežnega relaksacijskega časa  $T_1$  v jedrski magnetni resonanci. Razlika nastane, ker so v prvem sistemu interakcije med spinoni pričakovano odbojne, v drugem sistemu pa pride do nenavadnih privlačnih interakcij med spinoni. Delo je objavljeno v članku Dichotomy between Attractive and Repulsive Tomonaga-Luttinger Liquids in Spin Ladders (M. Jeong et al., *Phys. Rev. Lett.*, 117 (2016), 106402).

Denis Arčon je v sodelovanju s skupinami iz ZDA (Princeton University, University of Houston) ter Izraela (The Hebrew University of Jerusalem) raziskoval razvoj magnetnih fluktuacij v sistemih, kjer z zunanjim parametrom (dopiranjem) sprožimo prehod med paramagnetno in feromagnetno kovino. Teoretični modeli v takih primerih napovedujejo bližino kvantne kritične točke (KKT) ter močne odmike od navadne Fermijeve tekočine. Raziskave so se usmerile na dva modelna sistema, in sicer na Fe-dopirani  $\text{Cr}_2\text{B}$  ter  $\text{YFe}_2(\text{Ge},\text{Si})_2$ . V prvem primeru smo z  $^{11}\text{B}$  NMR-meritvijo pokazali prisotnost tako feromagnetnih kot tudi antiferomagnetnih fluktuacij. Slednje so zadušene, ko se Fe-dopiranje povečuje, vse dokler feromagnetne korelacije ne prevladajo nad kritično koncentracijo Fe. NMR-meritve so nakazale trdne dokaze za odmik od standardne Fermijeve tekočine, kar je na splošno značilno za sisteme blizu KKT. Prav tako smo z meritvijo feromagnetne resonance ugotovili bistveno razliko pri vzpostavljanju feromagnetnega reda v vzorcih, kjer Fe presega kritično koncentracijo. Naše meritve so podale nekatere pomembne omejitve za razumevanje KKT v kovinskih sistemih s feromagnetno nestabilnostjo. Raziskave so bile objavljene v članku Evolution of magnetic fluctuations through the Fe-induced paramagnetic to ferromagnetic transition in  $\text{Cr}_2\text{B}$  (D. Arčon et al., *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 104413). Raziskave sistema  $\text{YFe}_2(\text{Ge},\text{Si})_2$  so imele podobne cilje. Dodatna pomembnost teh raziskav je bila tudi v tem, da so to strukture, ki so identične železo-pniktidnim superprevodnikom. V raziskavah z  $^{89}\text{Y}$  NMR smo pokazali na prisotnost feromagnetnih fluktuacij, kar bi lahko vplivalo na naše razumevanje tvorbe Cooperjevih parov v teh in sorodnih sistemih. Članek je bil poslan v revijo *Phys. Rev. Lett.* (J. Srpčič et al., arXiv:1608.01130 (2016)).

### Zeoliti

Peter Jeglič in Denis Arčon sta v sodelovanju z raziskovalci iz Slovenije in Japonske študirala natrijev zeolit z majhno vsebnostjo silicija, ki je bil dodatno dopiran z atomi natrija. Raziskovalci so nedvoumno potrdili kovinsko stanje pri visokih stopnjah dopiranja. Prav tako so iz meritev izlučili gostoto stanj na Fermijevi površini v odvisnosti od stopnje dopiranja z natrijem in odkrili zvezen prehod iz kovinskega v izolatorsko stanje. Ti rezultati razkrivajo kompleksno odvisnost elektronskih korelacij in nereda v odvisnosti od števila elektronov, ujetih v kletke zeolita, in so bili objavljeni v članku Metal-to-insulator crossover in alkali doped zeolite (M. Igarashi et al., *Sci. Rep.*, 6 (2016), 18682).

**II. Programska skupina »Fizika mehkih snovi, površin in nanostruktur«**

**Topologija tekočih kristalov: singularnosti, skirmioni in toroni**

V kiralnih nematskih tekočih kristalih obstajajo zanimivi topološki pojavi, ki smo jih napovedali in opazovali v kiralnih nematskih kapljicah in tankih plasteh tekočega kristala na strukturiranih površinah. Napovedali smo, da so vozli in vezi v kiralnih nematskih kapljicah stabilne, kar pa je bilo zaradi pomanjkanja ustreznih eksperimentalnih metod težko potrditi z opazovanjem. Razvili smo novo metodo za rekonstrukcijo direktorskega polja, ki temelji na FCPM (Fluorescent Confocal Polarisation Microscopy)-slikanju v kristalih z nizkim dvojnim lomom in dodanimi fluorescenčnimi barvili. Izbrali smo tudi nov način rekonstrukcije direktorskega polja v kiralnih nematskih kapljicah na podlagi simuliranega algoritma žarjenja. Ta kombinirana metoda se je izkazala za zelo učinkovito pri rekonstrukciji eksperimentalnih 3D FCPM-slik. Opazili smo, da se v kiralnih nematskih kapljicah topološke singularnosti vedno pojavijo v obliki točkastih defektov ali preprostih zank, ki niso nikoli zavozlane ali spletene. Kompleksnost topoloških struktur v kiralnih nematskih kapljicah je odvisna od razmerja med hodom vijačnice tekočega kristala in premerom kapljice. Pri nizki kiralnosti je število točkastih defektov manjše in so navadno izrinjeni na površino kapljice. Število defektov je vedno liho, kar je potrebno zaradi ohranjanja skupnega topološkega naboja. Uspešno smo rekonstruirali strukturo kapljice s tremi točkastimi defekti, ki je pokazala prečni prerez Blochovega skirmiona, ki je podoben skirmionskim strukturam v kiralnih magnetih. Ko je število točkastih defektov preseгло 5 pri višjih kiralnostih, smo opazili še eno topološko strukturo, ki je podobna toronskim strukturam v tankih plasteh kiralnega tekočega kristala. Tako skirmionske kot toronske strukture so gladko vključene v sferično obliko kapljice. Gre za prvo točno rekonstrukcijo topologije 3D-direktorja v kiralnih nematskih kapljicah, rezultate pa smo objavili v znanstveni reviji *Scientific Reports* (G. Posnjak, S. Čopar and I. Muševič, *Scientific Reports*, 6 (2016), 26361).

Skirmionske strukture smo opazili tudi v tanki plasti nematskega tekočega kristala na površinah z vzorčenimi predeli. Ko smo vzorec hitro ohladili iz povsem urejenega stanja z močnim zunanjim električnim poljem, se je direktor na vzorčenih predelih spontano sprostil v strukturo v obliki vrtninca, ki je imela izhodišče na vzorčenem predelu, kot je razvidno iz navzkrižno polarizirane podobe na sliki 17. Rezultati teh poskusov so bili objavljeni v Cattaneo et al., *Soft Matter*, 12 (2016), 853.

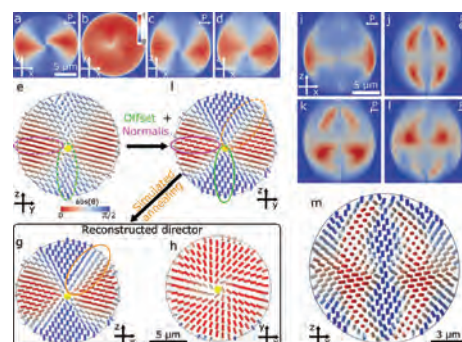
**Ugotavljanje površinske morfologije bioloških vlaken z označevanjem pajkovih mrež in celulozih vlaken z nematskimi kapljicami**

Pokazali smo, da tekočekristalne kapljice, prebodene z mikrotankimi biološki vlakni, kot so pajkova mreža in celulozna vlakna, pokažejo površinske karakteristike vlaken ter delujejo kot občutljivi senzorji za površino. S povezavo eksperimentov in numeričnega modeliranja smo identificirali različna vlakna z interakcijo med nematsko kapljico in vlaknom, vključno s pravokotnim, aksialnim in helikoidnim planarnim urejanjem molekul. Nematske kapljice se lahko uporabijo tudi za neposredno določanje kiralnosti vlaken. Pokazali smo tudi različne prepletene vlaken preko kapljic, postavljenih natančno na mesta prepleta. V širšem opisana metoda kaže možnosti za uporabo kot preprost, vendar izredno učinkovit način za preizkušanje površinskih lastnosti majhnih mikroobjektov, kar bi omogočilo njihovo natančno karakterizacijo. Delo je rezultat sodelovanja med skupinama za fiziko mehkih snovi v Ljubljani (modeliranje) in Lizboni (eksperimenti). Rezultati so bili objavljeni v članku L. E. Aguirre et al., Sensing surface morphology of biofibers by decorating spider silk and cellulosic filaments with nematoc microdroplets, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, USA, 113 (2016), 1174.

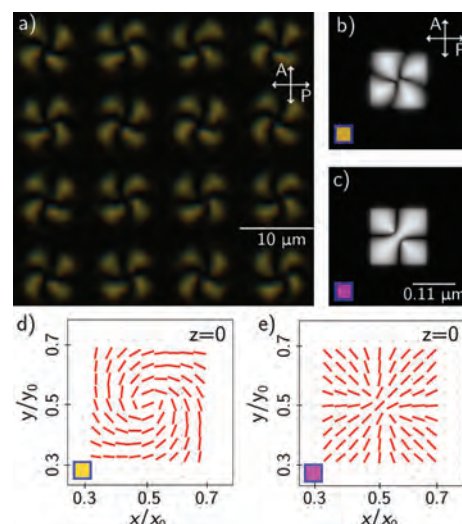
**Porozna nematska mikrofluidika za ustvarjanje defektnih mrež kot fotonih kristalov**

Pokazali smo, da lahko porozno nematsko mikrofluidiko uporabimo kot nov način za ustvarjanje in nadzor nad mikrostrukturami v nematskem redu. Odkrili smo pojav novih regularnih mrež topoloških defektov različnih simetrij: od trikotniške, kvadratne do celo kagome. Pokazani način kaže zanimive možnosti za ustvarjanje fotonih kristalov, ki jih vodi

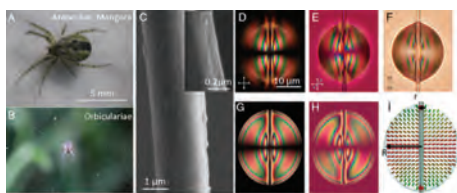
**Raziskovali smo topološke defekte v kapljicah kiralnega nematskega tekočega kristala in v nematskih lupinah. Študirali smo strukturo tekočekristalnih kapljic na vlaknih in anihilacijo defektov na njih v tekočem kristalu. Razvili smo superresolucijsko metodo za mikroslikanje z mikrolaserji in biorazgradljive optične vodnike za fotomedicino. Raziskovali smo delovanje molekulskega motorja kinesin-14, nova maziva in nizkodimenzionalne nanomateriale.**



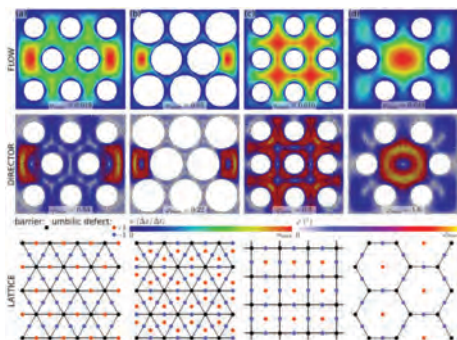
Slika 16: Primeri (a–d, i–l) fluorescenčnih slik, posnetih pri različnih polarizacijah žarka za vzbujanje fluorescence. Paneli (e–h in m) prikazujejo rekonstruirano strukturo direktorja.



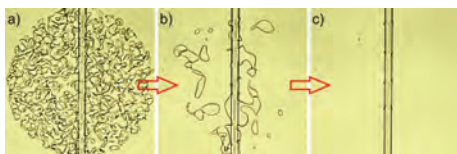
Slika 17: Skirmioni so vrtničaste strukture, ki so jasno prikazani med prekrizanimi polarizatorjema. (a) Debelina vzorca je 4 μm, napetost pa 30 V. (b, c) Numerični simulaciji direktorskega polja z dvema različnima skirmionskima strukturama. (d, e) Prerez direktorskega polja skirmiona (z = 0).



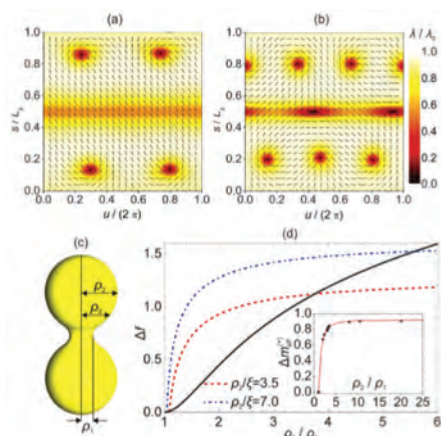
Slika 18: Kapljice kompleksne nematske tekočine delujejo kot robustni senzori za določanje površinske morfologije bioloških vlaken, kot so pojavo mreže in celuloza (PNAS, 113 (2016), 1174).



Slika 19: Porozni nematski mikrokanali kot generatorji mreže umbiličnih defektov. J. Aplinc, S. Morris and M. Ravnik, *Phys. Rev. Fluids*, 1 (2016), 023303.



Slika 20: Pri hitrem ohlajanju tekočega kristala iz izotropne v nematsko fazo nastane množica defektnih linij (a), od katerih se dva para Saturnovih obročev stabilizirata na optičnem vlaknu (c).



Slika 21: Kritični pogoj tvorbe para defekt-antidefekt v nematski lupini. V panelih (a, b) je prikazan nematski red v  $(u, s)$  ravnini tik pod prehodom in nad njim. Lupina, ki ustreza kritičnemu pogoju, je predstavljena v panelu (c). V panelu (d) so predstavljene energijske spremembe in efektivni topološki naboj za tvorbo para v odvisnosti od geometrije sistema.

materialni tok. Odkritja so bila objavljena v članku J. Aplinc, S. Morris in M. Ravnik, *Porous nematic microfluidics for generation of umbilic defects and umbilic defect lattices*, *Phys. Rev. Fluids*, 1 (2016), 023303.

### Dinamika anihilacije topoloških monopolov na vlaknu v nematskem tekočem kristalu

Raziskali smo dinamiko topoloških defektov na steklenem vlaknu v nematskem tekočem kristalu. Uporabili smo lasersko pinceto za tvorbo parov topoloških monopolov z nasprotnima nabojema in opazovali njihovo anihiliranje. Ko smo postavili vlakno pravokotno na smer nematskega direktorja, smo ustvarili pare točkastih monopolov v obliki radialnega in hiperboličnega defekta, med katerima smo izmerili privlačno silo sorazmerno obratni vrednosti razdalje med defektoma, podobno kot velja za privlačno silo med dvema električnima nabojema (M. Nikkhou et al., *Phys. Rev. E*, 93 (2016), 062703). Kadar je bilo vlakno postavljeno v smeri nematskega direktorja, smo ustvarili pare dveh obročkastih monopolov, to je Saturnovega obroča in Saturnovega antiobroča. Pokazali smo, da je v primeru, kadar je debelina tekočega kristala precej večja od premera vlakna, elastična privlačna sila ponovno obratno sorazmerna s kvadratom medsebojne razdalje. V primeru tanke plasti tekočega kristala pa se pojavi dodatna sila, ki je posledica tvorbe defektne linije, ki ta dva obroča povezuje. Ta sila je neodvisna od razdalje med obročema in pri velikih medsebojnih razdaljah prevlada nad elastično silo Coulombovega tipa (M. Nikkhou et al., *Eur. Phys. J. E*, 39 (2016), 100).

Odkrili smo, da se dinamika anihilacije monopolov na vlaknu zelo razlikuje za debele in tanke plasti nematskega tekočega kristala. V debelih celicah med defektoma obstaja privlačna sila Coulombovega tipa, brez kakršne koli druge sile v ozadju, ki se zmanjšuje obratno sorazmerno s kvadratom razdalje med defektoma. Pri celicah debeline premera steklenega vlakna pa obstaja druga prevladujoča sila, ki je linearna in neodvisna od razdalje med defektoma. Izkazalo se je, da ta konstantna privlačna sila v tankih celicah nastane zaradi medsebojne povezanosti topoloških defektov z dodatnimi defektnimi linijami, ki potekajo po površini vlakna. Rezultati so bili objavljeni v M. Nikkhou et al., *Eur. Phys. J. E*, 39 (2016), 100.

### Topološki defekti v tankih nematičnih lupinah

Numerično smo preučevali topološke defekte (TD) v sklenjenih efektivno dvodimenzionalnih plasteh z ravninsko orientacijsko urejenostjo. Vpeljali smo mehanizem izničenja efektivnega topološkega naboja, ki nadzoruje krajevno zbiranje TD in tvorbo parov defekt-antidefekt na ukrivljenih površinah ob prisotnosti ustreznih »nečistoč« (npr. nanodelcev). V površinski krpi, ki jo karakterizira značilna krajevno povprečna Gaussova ukrivljenost  $K$ , smo vpeljali efektivni topološki naboj  $m_{\text{eff}}$ . Slednji je sestavljen iz realnega TD, virtualnega TD in TD razmazane ukrivljenosti. Demonstrirali smo močno težnjo nevtralizacije  $m_{\text{eff}} \rightarrow 0$  v vsaki površinski krpi plasti, sestavljene iz površinskih delov z različnimi vrednostmi  $K$ . Za nenični  $m_{\text{eff}}$  smo na osnovi elektrostatske analogije izpeljali kritični pogoj odpenjanja parov defekt-antidefekt. Delo je bilo predstavljeno v dveh vabljenih predavanjih in v članku L. Mesarec et al., *Scientific reports*, 6 (2016) 27117, 1–9.

### Biorazgradljivi optični valovodi za uporabo v fotomedicini

Izdelali smo novo vrsto optičnih valovodov, ki so uporabni za fotomedicino globoko v tkivu (S. Nizamoglu, et al., *Nat. Commun.*, 7 (2016), 10374). Valovodi so narejeni iz biološko kompatibilnih materialov, ki so dovoljeni za uporabo v medicinske namene, in jih telo sčasoma razgradi brez stranskih učinkov. Valovodi so uporabni za vrsto različnih medicinskih laserskih posegov in za diagnostiko globoko v telesu. Brez takih valovodov je bila laserska medicina doslej zaradi zelo omejene penetracije svetlobe v tkiva omejena le na površinske posege. Valovode smo uporabili npr. za lasersko lepljenje globokih ran, kar omogoča hitrejšo celjenje in manjše brazgotinjenje. Valovodi so uporabni tudi za medicinsko diagnostiko, laserske operacije in svetlobno terapijo.

### Superresolucijska mikroskopija na osnovi mikrolaserskih delcev

Razvili smo novo mikroskopsko metodo, ki namesto navadnih fluorescentnih molekul uporablja mikroskopske laserske delce, primešane vzorcu (S. Cho et al., *Phys. Rev. Lett.*, 117 (2016), 193902). Glavna lastnost mikrolaserjev je njihov zelo nelinearen odziv na intenziteto črpalnega žarka, ki ga premikamo po vzorcu, da ustvarimo 2D- ali 3D-sliko. Če je intenziteta

črpalnega žarka malo nad pragom laseriranja mikrolaserja, bo ta oddajal lasersko svetlobo le, če bo točno v centru žarka. To omogoča superresolucijsko in konfokalno slikanje z zelo šibkim ozadjem in brez konfokalne odprtine. Z uporabo laserjev v obliki nanožic smo pokazali 6-krat boljše ločljivost kot pri navadni fluorescenčni mikroskopiji. Novo mikroskopsko metodo smo poimenovali »Laser particle-based stimulated emission microscopy« (LASE).

### Mikrofotonika tekočih kristalov

Nadaljevali smo raziskave mogočih aplikacij tekočih kristalov in njihovih struktur, kot so kapljice in vlakna, na področju mikrofotonike. Numerično smo prikazali valovno vodenje laserskih curkov z dvolumnimi profili pobeglih topoloških defektnih linij. Radialno pobegli profili nematskih direktorjev tekočih kristalov z negativnim dvojnimi uklonom lahko fokusirajo in vodijo svetlobo z radiopolarizacijo, nasprotna azimutna polarizacija pa prehaja skozi brez učinka. Demonstrirali smo tudi lečenje tekočih kristalov, ki ga je mogoče nadzorovati z zunanjim električnim poljem. Svetlobna prepustnost je majhna in pobegle defektne linije bi lahko potencialno bile uporabljene za ftonska valovna vodenje. Raziskovali smo tudi laserske lastnosti kiralnih nematskih 3D-mikrolaserjev, ki smo jih polimerizirali, kot je prikazano na sliki 24. Laseriranje je pokazalo dva različna mehanizma, in sicer sevanje z roba energijske vrzeli in sevanje z WGM (Whispering Gallery Modes). Pokazano je bilo tudi, da polarizacija tekočega kristala zelo poveča stabilnost laserja.

Objavili smo tudi razširjen pregledni članek o mikrofotoniki tekočih kristalov (I. Muševič, *Liquid Crystal Reviews*, 4 (2016), 1), v katerem so povzeti glavni aspekti mikrofotonike tekočih kristalov, vključno z nematskimi koloidi in disperzijami tekočih kristalov.

### Molekulski motorji

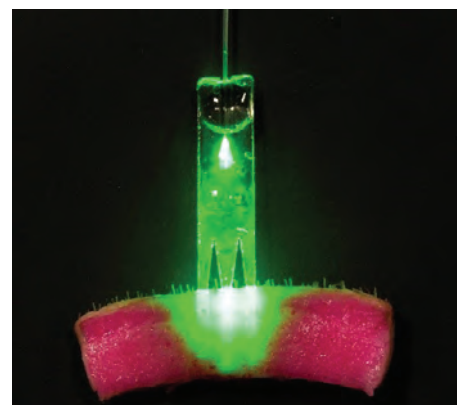
V sodelovanju z raziskovalci iz Dresdenu in Varšave smo raziskali delovanja motornega proteina kinezina-14. Čeprav je glavna naloga večine citoskeletnih motorjev vzdolžno gibanje, lahko v mnogih primerih opazimo, da motorji na vlakna delujejo tudi z navorom, ki povzroča sučno gibanje. Pomen tega navora še ni znan, lahko pa bi bil udeležen pri določitvi kiralnosti nekaterih organizmov. V našem eksperimentu so motorji fiksirani na podlago in poganjajo mikrocevke, katerih vzdolžno in sučno gibanje hkrati merimo s pripetimi kvantnimi pikami in FLIC-mikroskopijo. Nepričakovano je perioda sučnega gibanja močno odvisna od koncentracije molekul ATP v raztopini. Razvili smo minimalen mehansko-kemijski model za delovanje kinezina-14, s katerim lahko to odvisnost razložimo, poleg tega pa nam omogoča rekonstrukcijo delovnega cikla motorja. Rezultati so vzorčen primer, kako lahko iz meritev na večjem vzorcu ugotovimo lastnosti posamične molekule. Ugotovitve smo objavili v *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 113 (2016), E6582–E6589.

### Nanomateriali za maziva

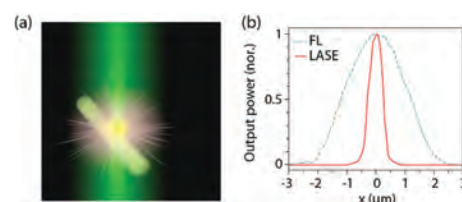
Trde prevleke se uporabljajo za protiobrabno zaščito že desetletja, vendar brez prilagoditve standardnih maziv za njihovo uporabo. V članku Tribological performance of TiN, TiAlN and CrN hard coatings lubricated by MoS<sub>2</sub> nanotubes in Polyalphaolefin oil (*Wear*, 352–353 (2016), 72, avtorjev S. Paskvale, M. Remškar, M. Čekada), smo poročali, da dodatek nanocevk MoS<sub>2</sub> v polialfaolefinskih (PAO) oljih pomembno zmanjša trenje in obrabo na orodnem jeklu AISI D2, prekritem s trdmi prevlekami TiN, TiAlN in CrN. Izvedli smo primerjalne preizkuse z uporabo standardnih ploščic MoS<sub>2</sub> v olju PAO za mazanje trdih prevlek. V vseh primerih so nanocevke MoS<sub>2</sub> izrazito zmanjšale trenje (na CrN za 55 %, na TiN za 65 %, na TiAlN 25 %), medtem ko so bile ploščice MoS<sub>2</sub> manj učinkovite ali pa so trenje celo povečale.

V članku P. Krajnc et al., Transitioning to sustainable production – Part III: developments and possibilities for integration of nanotechnology into material processing technologies (*J. of Cleaner Production*, 112 (2016), 1156), smo poročali o bistveno boljših triboloških lastnostih hladilno-mazivnih sredstev na osnovi biorazgradljivih rastlinskih olj, ki so jim bile dodane nanocevke MoS<sub>2</sub>, v primerjavi s standardnimi tekočinami za obdelavo kovin.

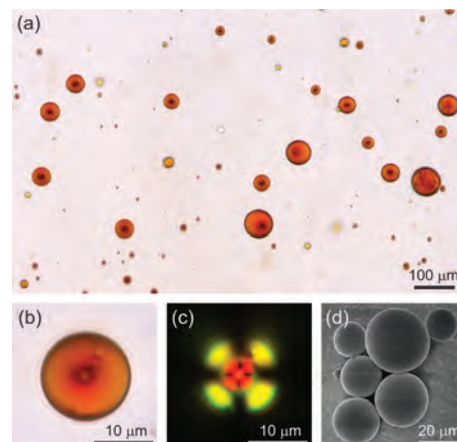
Slika 25: Meritev vzdolžnega in sučnega gibanja mikrocevk z uporabo kvantnih pik in FLIC-mikroskopije



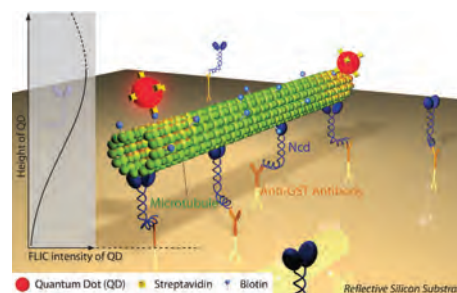
Slika 22: Biorazgradljivi optični valovod, skozi katerega je zelena laserska svetloba usmerjena v kožno tkivo



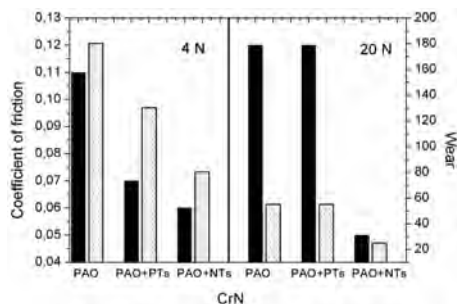
Slika 23: (a) Umetniški prikaz laserja v obliki nanožice, ki je osvetljen z zunanjim žarkom svetlobe. (b) Primerjava resolucije navadnega fluorescenčnega mikroskopa in nove LASE-mikroskopije.



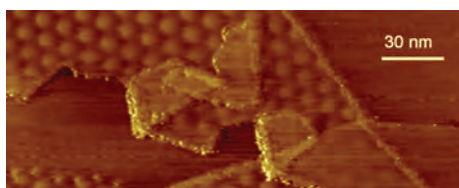
Slika 24: Disperzija polimeriziranih kiralnih nematskih kapljic v glicerolu. Rdeče barve so zaradi fluorescenčne barve DCM, ki smo jo dodali tekočemu kristalu. Spodnji paneli prikazujejo kapljice in SEM-podobe grozdov polimeriziranih in posušenih mikrolaserjev.



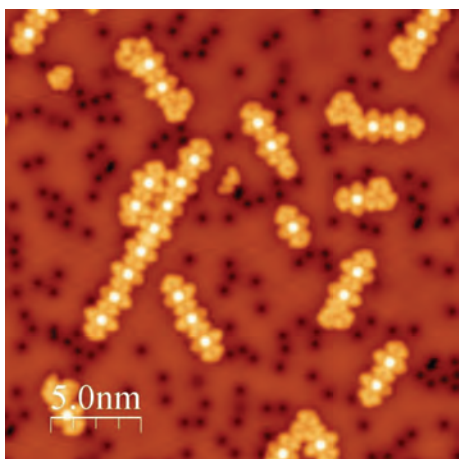




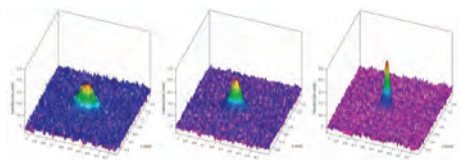
Slika 26: Koeficienta trenja in obrabe pri obremenitvah 4 N in 20 N na kontaktu med CrN trdo prevleko in jekleno (100Cr6) kroglico. Kot mazivo smo uporabili čisto PAO-olje, PAO-olje z masnim deležem nanocevk  $\text{MoS}_2$  (PAO + NTs) 2 % oz. standardnih ploščic  $\text{MoS}_2$  (PAO + PTs).



Slika 27: STM-slika superstrukture v grafenu, ki leži na grafitni podlagi



Slika 28: Visoko ločljiva STM-slika prikazuje pare organskih BETS-molekul, ki tvorijo mrežo kagome na površini Ag(111) (10,5 nm × 10,5 nm,  $T = 1,1$  K, funkcionalizirana konica).



Slika 29: Slike hitrostne porazdelitve prikazujejo okoli 50 000 cezijeve atomov, ki so izparilno ohlajeni do temperatur okoli 1 nK, kjer se zgodi prehod v Bose-Einsteinov kondenzat

### Nizkodimenzionalni materiali

Molibdenov trioksid  $\text{MoO}_3$  spada med polprevodnike s široko energijsko režo. Uporablja se v sončnih celicah, v senzorjih in za shranjevanje energije. V članku Oxygen deficiency in  $\text{MoO}_3$  polycrystalline nanowires and nanotubes (*Materials Chemistry and Physics*, 170 (2016), 154, avtorjev A. Varlec, D. Arčon, S. D. Škapin in M. Remškar) smo poročali o prvi sintezi nanocevk  $\text{MoO}_3$  v ortorombski fazi z oksidacijo nanožičk molibden-žveplo-jod. Z metodo elektronske paramagnetne resonance smo z raziskavami paramagnetnih defektov ( $\text{Mo}_5^+$ ) ugotovili primanjkljaj kisikovih atomov in ga razložili z ramansko spektroskopijo, kjer smo opazili nov resonančni pas ( $1\ 004\ \text{cm}^{-1}$ ).

Prve superstrukture na grafitu so bile opažene z vrstičnim tunelskim mikroskopom že pred desetletji. Nedavno se je zanimanje zanje povečalo, saj so jih našli na grafenu, ki je rasel na različnih podlagah. V članku Influence of surface defects on superlattice patterns in graphene on graphite (*Surface Science*, 651 (2016), 51, avtorjev M. Remškar in J. Jelenc) smo na podlagi eksperimentalnih podatkov poročali, da na orientacijo superstruktur v grafenu na grafitni podlagi vplivajo površinski defekti in robovi grafena. Superstrukture na grafenu obstajajo tudi takrat, ko grafen ni podprt z grafitom vzdolž celotnega področja. Modulacija gostote stanj vpliva na vezi med plastmi tako, da se grafen pretrga vzdolž minimumov superstrukture.

### Nanovarnost

V televizijski oddaji *Ko znanost eksplodira*, predvajani na nacionalni postaji RTV (Slo1) 17. 12. 2016 v izobraževalni oddaji *Ugriznimo znanost*, in v oddaji *Črni trg pirotehnikve cveti, ognjemeti pa imajo tudi zelo temno plat* na komercialni TV-postaji (POP TV) v oddaji *Inspektor* 22. 12. 2016, je M. Remškar poročala o onesnaženosti zraka z nanodelci, ki jo povzročajo ognjemeti in iskrice.

### Majhne strukture in 1D-verige organskih molekul

Z natančno kontrolo razmer med procesom rasti lahko pripravimo različne nanorazsežne strukture in 1D-verige organskih BETS-molekul (slika 28) na površini srebra (111). Z nizkotemperaturno vrstično mikroskopijo in spektroskopijo preučujemo različne strukture in njihove lastnosti. Opazili smo ozko vrzel v gostoti elektronskih stanj 1D-verig, kar nakazuje, da so take verige polprevodne. Podobno, kot smo opazili na enoslojnih otokih, pripravljenih iz istega materiala (monokristali  $(\text{BETS})_2\text{GaCl}_4$ ), lahko  $\text{GaCl}_4$ -molekule zasedejo mesta med pari BETS-molekul in močno vplivajo na elektronske lastnosti molekulskih verig.

### Ultra hladni atomi

V laboratoriju za hladne atome na Institut »Jožef Stefan« so bili cezijevi atomi prvič izparilno ohlajeni do temperatur okoli 1 nK. Hkrati je bila povečana njihova gostota, kar pripelje do nastanka Bose-Einsteinovega kondenzata (slika 29). Sedaj poizkušamo povečati število atomov v kondenzatu in doseči kondenzacijo celo pri višjih temperaturah.

### III. 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, še posebej mikrospektroskopij in super ločljivih mikroskopij ter novih slikovnih tehnik. Glavno žarišče raziskav je odziv molekulskih in supermolekulskih struktur na interakcije med materiali in živimi celicami ter med svetlobo in živimi celicami. Zanimajo nas mehanizmi tega odziva, časovne skale, pogoji ter aplikativna vrednost raziskovanih mehanizmov, predvsem za uporabo v medicini oz. na področju zagotavljanja zdravja nasploh. Z razvojem novih spektroskopskih, mikroskopskih in mikrospektroskopskih tehnik želimo odpreti nove možnosti spoznavanja bioloških sistemov in od tam naprej odpirati nove možnosti za načrtovanje medicinskih materialov in naprav za diagnostiko, terapijo ter regeneracijo tkiv, kar je med starajočim se prebivalstvom razvitega sveta med najbolj perečimi problemi. Skupina obvladuje različne spektroskopske metode, še posebej EPR in FTIR, mikroskopske in mikrospektroskopske fluorescenčne tehnike, kot sta npr. FMS in mnoge specialne tehnike MRI, ter uvaja super ločljive mikroskopske tehnike, kot so STED, FCS in STED FCS, z uvajanjem svetovnih novosti, kot je npr. dvofotonski STED in spektralno občutljivi STED. Med metodami slikanja z magnetno

resonanco smo uvedli metodo, ki omogoča spremljanje električnega polja v tumorjih pri zdravljenju rakavih obolenj z elektroporacijo. Nadalje smo razvili metodo multiparametričnega slikanja z magnetno resonanco za karakterizacijo hrane in zdravil ter različnih procesnih postopkov. Z magnetnoresonančnim slikanjem visoke ločljivosti lahko spremljamo učinkovitost površinskih obdelav, nastajanje in raztapljanje gelov kot tudi merjenja difuzije v omejenih geometrijah z moduliranimi gradienti.

### Študij interakcije novih materialov in celic

Med najbolj vročimi področji biofizike je zagotovo študij interakcije novih materialov in celic, še posebej s stališča bioaktivnosti ter biokompatibilnosti. Že prej smo pokazali, da titan-dioksidni nanodelci močno interagirajo z lipidnimi membranami tako modelnih vesiklov kot živih celic: po adsorpciji na membrani se lahko celo ovijejo z lipidno korono. Pojav smo sedaj potrdili še z dodatnimi eksperimenti z izvirnimi načini, denimo fluorescenčno (mikro)spektroskopijo in z v našem laboratoriju razvitimi in sintetiziranimi okoljsko občutljivimi molekulskimi probami, ter z najnaprednejšimi biofizikalnimi tehnikami, kot sta FCCS (fluorescence cross-correlation spectroscopy) ter super ločljiva fluorescenčna mikroskopija (STED). Za slednji smo se povezali s priznanim prof. Christianom Eggelingom z Univerze v Oxfordu (VB), da bi pospešili prenos znanja teh naprednih tehnik, ki jih bomo z novo opremo obvladovali tudi v našem laboratoriju.

### Varnost nanomaterialov

Številne študije glede varnosti nanomaterialov so se osredinjale le na iskanje korelacije med lastnostmi nanomaterialov in škodljivimi posledicami za zdravje, ne da bi pri tem poskušali razumeti mehanizme toksičnosti na molekulskem nivoju. Cilj konzorcija raziskovalnih institucij in podjetij, združenih v projektu SmartNanoTox, pri katerem igramo eno izmed pomembnejših vlog, pa je določiti začetne ter ključne molekulske dogodke na celičnem nivoju in jih povezati s škodljivimi posledicami za zdravje pri vdihavanju nanomaterialov. Tako bi lahko prišli do mehanistične slike toksičnosti nanomaterialov, kar bi lahko privedlo do odkritja vzročnih povezav med molekulskimi začetnimi dogodki, ki jih bomo ugotovili z uporabo *in vitro* modelov, in škodljivimi posledicami za zdravje, ki pa jih bomo ugotovili z uporabo živalskih modelov. Glede na obstoječo literaturo smo identificirali najbolj primerne *in vitro* modele pljuč, ki vsebujejo celice ali jih ne vsebujejo. Nekateri od začetnih molekulskih dogodkov, ki smo jih že opredelili, so: interakcija med nanomateriali in lipidi, vključno z nastankom korone po stiku nanodelcev in pljučnega surfaktanta, celični privzem nanodelcev ter destabilizacija lizosomov. Prav tako smo uspešno označili  $\text{TiO}_2$ -nanocevrke z različnimi fluoroforji, ki so primerni tudi za STED-mikroskopijo z visoko resolucijo. Naši preliminarni rezultati kažejo vstop nanocevke v posamične celice, kar je dogodek, ki ga ni mogoče razločiti s konfokalno mikroskopijo (slika 30) in še dodatno potrjuje ustreznost naložbe v super ločljivo mikroskopijo.

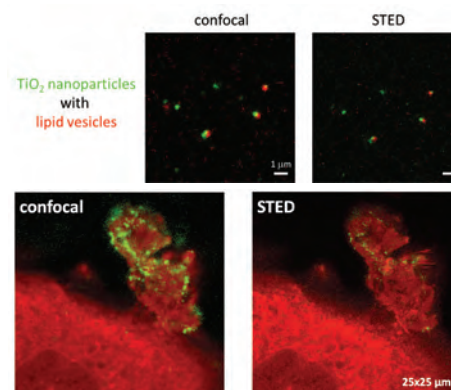
### Fluorescenčna mikrospektroskopija

Fluorescenčna mikrospektroskopija (FMS) omogoča meritve fizikalnih lastnosti molekulske okolice fluorescenčnih prob. Med drugim smo razvili probe, ki so občutljive za lokalno vrednost pH. Aktivirajo se šele pri nizkem pH, poleg tega pa se njihove spektroskopske lastnosti spremenijo, če agregirajo. Obstajajo različni mehanizmi, ki jih izkoriščamo pri probah za zaznavo molekulske bližine. Razširjena je uporaba resonančnega prenosa energije pri fluorescenci (FRET), v zadnjem času pa so se začele pojavljati tudi aplikacije mehanizmov, ki temeljijo na stiku oz. agregaciji. Pri rodaminskih probah agregacija na primer povzroči gašenje fluorescence in spektralne premike. Z umeritvijo koncentracijske in pH odvisnosti bomo lahko razvite probe uporabili za kvantitativno določevanje stopnje agregacije oz. kot senzorje za zaznavo molekulskega stika.

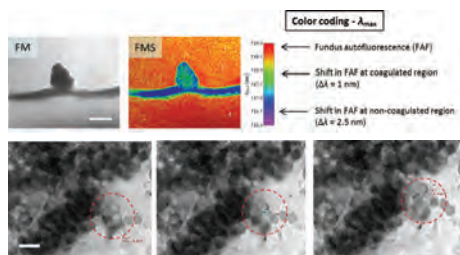
Razvili smo tudi nov eksperimentalni sistem za večparametrično detekcijo vpliva fokusiranega svetlobnega polja na biološke sisteme. Navadno fluorescenčno mikroskopsko detekcijo smo nadgradili z mikrospektroskopsko detekcijo posameznih struktur očesne mrežnice pred poškodbo in po njej s fokusiranim svetlobnim poljem. Sistem smo razvili na napravi za fluorescenčno mikrospektroskopijo (FMS), ki smo mu dodali dobro prostorsko in časovno definiran izvir laserske svetlobe v bližnjem IR-območju. Posledice interakcije svetlobe s snovjo smo z razvitimi metodami uspešno karakterizirali. Poleg tega smo razvili metodo za detekcijo lokalizacije in dinamike strjevanja krvi po poškodbah žil z uporabo mehanske manipulacije optične pincete na posameznih eritrocitih oz. skupkih eritrocitov.

Z namenom, da bi čim boljše posnemali *in vivo* proces strjevanja krvi po poškodbi žile, smo uporabili mrežnico iz *ex vivo* prašičjih oči. Detekcijo strjevanja krvi smo izvedli z uporabo fluorescenčne mikrospektroskopije (FMS),

**FMS-detekcijo lipidnih ovojnic okoli kovinsko-oksidskih nanodelcev smo prvič potrdili s STED-mikroskopijo, s katero lahko potrdimo tudi direkten vstop nanomaterialov v celice. S FMS pa smo tudi omogočili detekcijo robov nastajajočega strdka pri terapiji z lasersko svetlobo. Razvili smo nove metode za spremljanje procesov predelave hrane in za nadzor kakovosti hrane, ki temeljijo na uporabi multiparametričnega magnetnoresonančnega slikanja.**



Slika 30: Kolokalizacija lipidnih ovojev (rdeče) in nanocevke s STED-mikroskopijo (zgoraj) fluorescenčno označenih  $\text{TiO}_2$ -nanocevke (zelena). Šele visoko ločljiva STED-mikroskopija fluorescenčno označenih  $\text{TiO}_2$ -nanocevke (zelena) in celic (rdeče) dokožno omogoča sledenje nanodelcem ob vstopanju v celico (spodaj).



Slika 31: Lokalizacija krvnega strdka z uporabo FMS-tehnike 5 min po poškodbi stene žile (zgoraj je skala  $200\ \mu\text{m}$ ) in identifikacija mej krvnega strdka z uporabo optične pincete na posameznih eritrocitih. Skupni premik zlepjenih eritrocitov z uporabo optične pincete (glej križec) je prikazan z rdečim krogom (spodaj je skala  $10\ \mu\text{m}$ ).

ki smo jo razvili v našem laboratoriju. Da bi ugotovili lokacijo nastanka krvnega strdka po poškodbi krvne žile v neokrnjeni mrežnici, smo izmerili avtofluorescenčni kontrast v žili, ki kaže na prisotnost krvi. Običutno zmanjšanje negativnega kontrasta, ki smo ga izmerili po eni minuti, je torej posledica zmanjšane števila eritrocitov v danem volumnu. Glede na še vedno prisoten pretok krvi smo sklepali, da nastali strdek ni v celoti zaprl žile. Zgolj z uporabo fluorescenčne mikroskopije z negativnim kontrastom je sicer težko razlikovati med nekoaguliranimi in koaguliranimi področji v poškodovani žili, medtem ko z uporabo FMS-metode za karakterizacijo krvnega strdka zlahka ločimo področja z nestrjeno krvjo (modra barva) in strjeno krvjo (zelena barva) (slika 31). Izmerjeni rdeči spektralni premik  $\Delta\lambda = 1-2\ \text{nm}$  v poškodovanem območju neposredno kaže na spremenjen absorpcijski spekter hemoglobina in s tem na lokalne fizikalno-kemijske spremembe, kar nakazuje na začetek nastajanja krvnega strdka. Razvidno je tudi, da je na področju pod strdkom kri še nestrjena (modra barva).

Nastanek strdka pa smo lahko potrdili z dinamično uporabo optične pincete. Eritrociti so se močno zlepili nekaj  $10\ \mu\text{m}$  stran od poškodovane stene žile le nekaj minut po poškodbi. Z optično pinceto (križec na sliki 31) in s silo v optični pasti  $F \approx 10\ \text{pN}$  ( $P = 50\ \text{mW}$ ) smo v navpični smeri hkrati premaknili skupino več kot 10 močno zlepjenih eritrocitov. Optična sila ni mogla iztrgati posameznih eritrocitov iz gruče, kar kaže na močno adhezijo oziroma na začetno stanje nastajanja krvnih strdkov. Za primerjavo, eritrociti v žili, nekaj deset mikrometrov od poškodovanega mesta, se niso zlepili. Naši rezultati kažejo, da je začetek nastajanja strdka v skladu z našo hipotezo, ki pravi, da je tvorba strdka lokalizirana na mestu, kjer koncentracija kalcija pade pod normalno koncentracijo, to je na mestu, kjer se krvna plazma razredči s sproščeno citoplazmo iz poškodovanega tkiva.

Na podlagi našega sodelovanja z laboratorijem prof. Smithiesa z Univerze v Severni Karolini in našega skupnega dela, ki smo ga objavili v reviji *Langmuir*, smo bili povabljeni, da opišemo in posnamemo vse podrobnosti naše metode sinteze stabilnih oligomernih grozdov zlatih nanodelcev kontroliranih velikosti (*J. Vis. Exp.*, 108 (2016), e53388). V tem delu smo opisali, kako pri redukciji razredčene raztopine  $\text{HAuCl}_4$  z natrijevim tiocianatom ( $\text{NaSCN}$ ) v alkalnih razmerah nastanejo nanodelci s premerom od  $2\ \text{nm}$  do  $3\ \text{nm}$  in tudi večji oligomerni grozdi, sestavljeni iz teh nanodelcev. Večji oligomerni grozdi nastanejo v razponu velikosti od  $\approx 3\ \text{nm}$  do  $\approx 25\ \text{nm}$ . Z add-on-metodo pa lahko naredimo tudi večje oligomere nanodelcev, tako da uporabimo avtokatalitsko reakcijo med hidroksiliranim zlatovim kloridom ( $\text{Na}[\text{Au}(\text{OH})_4-x\text{Cl}_x]^-$ ) in zgoraj opisanimi oligomeri nanodelcev, kar vodi do nastanka zlatih nanodelcev velikosti od  $3\ \text{nm}$  do  $70\ \text{nm}$ . Te zlate nanodelce smo lahko koncentrirali več kot 300-krat, ne da bi prišlo do agregacije, sama disperzija nanodelcev pa je ostala stabilna več mesecev brez nadaljnje predelave.

### Merjenje difuzije z moduliranimi gradienti

Izboljšali smo metodo merjenja difuzije z moduliranimi gradienti. Izkazalo se je namreč, da nam ta metoda da previsoke vrednosti v primeru merjenja difuzije pri višjih frekvencah moduliranih gradientov. V raziskavi smo pokazali, da je vzrok za napako v neupoštevanju zunajresonančnih prispevkov k signalu večkratnih spinskih odmevov v močnem gradientu magnetnega polja. Zaradi teh je signal padal hitreje, kot je napovedovala naša teorija, kar je vodilo do izračuna previsokih vrednosti difuzijske konstante. Rešitev smo našli v nizkofrekvenčnem filtriranju signalov spinskih odmevov, ki po filtriranju ne vsebujejo več bistvenega dela zunajresonančnih komponent in zato uporabljena teorija za določitev difuzijske konstante ponovno velja. Izsledke teh raziskav smo objavili v reviji *Journal of Magnetic Resonance*, 270 (2016), 77-86.

### Sušenje mesnih izdelkov

Z multiprametričnim slikanjem z magnetno resonanco smo preučevali sušenje mesnih izdelkov. Uporabili smo mapiranje relaksacijskega časa  $T_1$  in  $T_2$  ter navidezne difuzijske konstante (ADC), s katerimi smo poskušali najti razlike med dvema različnima mišicama pršuta (biceps femoris in semimembranosus) pri dveh različnih stopnjah soljenja (nizka in visoka). Pokazali smo, da lahko izmerjene mape pretvorimo v enodimenzionalne porazdelitve parametrov  $T_1$ ,  $T_2$  in ADC ter dvodimenzionalne korelacije med parametri ADC- $T_2$ , ADC- $T_1$ ,  $T_1$ - $T_2$ , ki pokažejo značilne vrhove v porazdelitvah. Lege in porazdelitve teh vrhov so predvsem pri dvodimenzionalnih korelacijah zelo občutljive tako za vrsto tkiva kot tudi za vpliv soljenja. Omenjenim trem metodam multiparametričnega slikanja smo dodali še kvantitativno slikanje s prenosom magnetizacije, ki je omogočalo tudi določitev deleža proteinov v vzorcu. Pokazali smo, da bi lahko te metode ob večji dostopnosti NMR/MRI sistemov lahko rabile kot učinkovito orodje za spremljanje sušenja soljenih mesnih izdelkov kot tudi za nadzor njihove kakovosti. Raziskave sušenja mesnih izdelkov, ki smo jih objavili v reviji *Meat Science*, 122 (2016), 109, so potekale v sodelovanju s sodelavci Kmetijskega inštituta Slovenije. Lotili smo se tudi raziskovanja vplivov elektroporacije na spremembe lastnosti krompirja. Pokazali smo, da pri elektroporaciji z električnim poljem večjim od  $400\ \text{V/cm}$  nastane sproščanje snovi iz celic, kar smo opazili pri porastu relaksacijskega časa  $T_2$ . Ta je bil večji pri večjem električnem polju in je bil tudi

večji takoj po elektroporaciji kot pa več ur po njej. Mape difuzijske konstante in relaksacijskega časa  $T_1$  izrazitih sprememb niso pokazale. Pri elektroporaciji smo lahko s posebno metodo MREIT tudi merili električno polje v vzorcih, ki je bilo dosežno pri napetostnih pulzih, in ravno to nam je omogočalo kasneje najti povezave med električnim poljem in njegovim učinkom na spremembo relaksacijskih časov in difuzijske konstante. Izsledke teh raziskav smo objavili v reviji *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 37 (2016), 384.

### Vpliv dobro topne učinkovine pentoksifilin na dinamiko prodiranja medija v tableto in nastajanja gelske plasti v ksantanovih tabletah

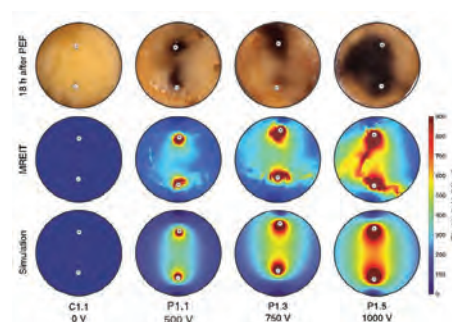
Raziskovali smo vpliv dobro topne učinkovine pentoksifilin na dinamiko prodiranja medija v tableto in nastajanja gelske plasti in ksantanovih tabletah. Zaradi anionske narave ksantana je nabrekanje ogrodnih tablet iz njega odvisno od pH in ionske moči medija, zato smo poleg vpliva učinkovine opazovali tudi odvisnost debeline gelske plasti od pH in ionske moči medija. Gelska plast, ki se ob stiku tablete, narejene iz hidrofilnega polimera, v našem primeru iz ksantana, s telesnimi tekočinami formira okrog tablete, regulira prodiranje telesnih tekočin v tableto in tako kontrolira raztapljanje in difuzijo zdravilne učinkovine iz nje. Zato je poznanje gelske plasti ključnega pomena pri uporabi tablet s kontroliranim sproščanjem. S kombinacijo različnih metod magnetnoresonančnega (MR) slikanja lahko natančno opazujemo prodiranje medija v tableto in nastajanje gelske plasti *in situ*. Rezultate nabrekanja ksantanovih tablet in sproščanje pentoksifilina iz njih smo primerjali z matematičnim modelom za opis kinetike sproščanja učinkovine iz hidrofilnih polimernih tablet. Model upošteva nabrekanje polimerne tablete, difuzijo učinkovine skozi gelsko plast ter topnost učinkovine. Ugotovili smo, da je v vodi in v mediju s  $\text{pH} > 3$  in nizko ionsko močjo glavni mehanizem sproščanja erozija, v kislem mediju ( $\text{pH} = 1,2$ ) in v mediju z visoko ionsko močjo ( $\mu \geq 0,2$ ) pa prevladuje difuzijski mehanizem, kar je posledica različne strukture polimerne mreže v mediju z različnim pH in ionsko močjo. Rezultate raziskave smo objavili v članku z naslovom *The influence of high drug loading in xanthan tablets and media with different physiological pH and ionic strength on swelling and release* v reviji *Molecular pharmaceuticals*, 13 (2016), 1147. Te raziskave so potekale v sodelovanju s sodelavci s Fakultete za farmacijo Univerze v Ljubljani.

### Prodiranje tungovega olja v različne vrste lesa

Izvedli smo študijo prodiranja tungovega olja v različne vrste lesa. Tungovo olje se uporablja za okolju prijazno zaščito lesa. Težava pri zaščiti lesa z oljem je, da le-to zaradi velike viskoznosti ostane samo na površini in ne prodre v notranjost lesa. Z MR-slikanjem smo opazovali prodiranje tungovega olja v vzorce lesa po premazu in po vakuumski impregnaciji. Pokazali smo, da pri vzorcih, ki so bili vakuumsko impregnirani z oljem, olje prodre bistveno globlje v les kot pri premazanih vzorcih, kjer olje ostane samo na površini. Poleg tega je globina penetracije olja v les odvisna tudi od lesne vrste ter orientacije vzorca. Les je namreč anizotropen material, zato je penetracija olja največja v aksialni smeri. Rezultate raziskave smo združili v članku, ki je sprejet v objavo v reviji *Industrial crops and products*, 96 (2017), 149. Te raziskave smo opravili v sodelovanju s sodelavci z Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

V letu 2016 je Odsek F5 sodeloval z naslednjimi partnerji:

- Liquid Crystal Institute, Kent, Ohio, ZDA
- Center za visoka magnetna polja v Grenoblu, Francija, in Nijmegnu, Nizozemska
- Center za visoka magnetna polja pri University of Florida, Gainesville, Florida, ZDA
- ETH, Zürich, Švica
- Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie GmbH, Berlin, Nemčija
- University of Antwerp, Antwerpen, Belgija
- Ioffe Institutom v St. Peterburgu, Rusija
- Univerzo v Duisburgu, Univerzo v Mainzu in Univerzo v Saarbrückenu, Nemčija
- Univerzo v Utahu, ZDA
- NCSR Demokritosom, Grčija
- Univerzo v Kaliforniji
- National Institute for Research in Inorganic Materials, Tsukuba, Japan
- The Max Delbrück Center for Molecular medicine in Berlin
- Institut für Biophysik und Nanosystemforschung OAW, Gradec, Avstrija
- Bioénergétique et Ingénierie des Protéines, CNRS Marseille, France
- Architecture et Fonction des Macromolécules Biologiques, CNRS Marseille, France
- The Dartmouth Medical School, Hanover, NH, ZDA
- The Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, ZDA



Slika 32: Z metodo MREIT izmerjeno električno polje pri elektroporaciji vzorca krompirja (srednja vrstica) kaže dobro ujemanje z rezultati simulacije (spodnja vrstica) kot tudi z rezultati oksidacije fenolov, sproščenih iz elektroporiranih celic, ki so vidni kot potemnjeno področje na optičnih fotografijah krompirjevih rezin (zgornja vrstica). V raziskavi smo uporabili napetosti elektroporacijskih pulzov (500, 750 in 1 000) V.

- Wageningen University, Wageningen, Nizozemska
  - Radboud University, Nijmegen, Nizozemska
  - Insitutom Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška
  - Hacetepe University, Ankara, Turčija
  - Academia Medicina, Wroclaw, Poljska,
- kar je bistveno pripomoglo k uspešni izvedbi raziskav.

### Najpomembnejše objave v letu 2016

1. A. Rešetič, J. Milavec, B. Zupančič, V. Domenici, B. Zalar. Polymer-dispersed liquid crystal elastomers. *Nature Communications*, 7 (2016), 13140
2. M. Jeong, M. Klanjšek et al. Dichotomy between attractive and repulsive tomonaga-luttinger liquids in spin ladders. *Physical Review Letters*, 117 (2016), 106402
3. F. E. Annanouch, P. Umek et al. Aerosol-assisted CVD-grown PdO nanoparticle-decorated tungsten oxide nanoneedles extremely sensitive and selective to hydrogen. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 8 (2016), 10413
4. H. Uršič, V. Bobnar, B. Malič, C. Filipič, M. Vrabelj, S. Drnovšek, Jo Younghun, M. Wencka, Z. Kutnjak. A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration. *Scientific Reports*, 6 (2016), 26629
5. M. Igarashi, P. Jeglič, A. Kranjc, R. Žitko, T. Nakano, Y. Nozue, and D. Arčon. Metal-to-insulator crossover in alkali doped zeolite. *Scientific Reports*, 6 (2016), 18682
6. G. Posnjak, S. Čopar and I. Muševič. Points, skyrmions and torons in chiral nematic droplets. *Scientific Reports*, 6 (2016), 26361
7. L. E. Aguirre, A. de Oliveira, D. Seč, S. Čopar, P. L. Almeida, M. Ravnik, M. H. Godinho, S. Žumer. Sensing surface morphology of biofibers by decorating spider silk and cellulosic filaments with nematic microdroplets. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 113 (2016), 1174
8. S. Nizamoglu, M. Humar et al. Bioabsorbable polymer optical waveguides for deep-tissue photomedicine. *Nature Communications*, 7 (2016), 10374
9. S. Cho, M. Humar, N. Martino, S. H. Yun. Laser Particle Stimulated Emission Microscopy. *Phys. Rev. Lett.*, 117 (2016), 193902
10. B. Nitzsche, E. Dudek, L. Hajdo, A. A. Kasprzak, A. Vilfan, S. Diez. Working stroke of the kinesin-14, ncd, comprises two substeps of different direction. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 113 (2016), E6582

### Najpomembnejše objave v letu 2015

1. M. Pregelj, A. Zorko, O. Zaharko, H. Nojiri, H. Berger, L. Chapon, D. Arčon. Spin-stripe phase in a frustrated zigzag spin-1/2 chain. *Nature Communications*, 6 (2015), 7255
2. M. Klanjšek, D. Arčon, A. Sans, P. Adler, M. Jansen, C. Felser. Phonon-modulated magnetic interactions and spin Tomonaga-Luttinger liquid in the p-orbital antiferromagnet CsO<sub>2</sub>. *Physical Review Letters*, 115 (2015), 057205
3. R. H. Zadik, A. Potočnik, P. Jeglič, D. Arčon, et al. Optimized unconventional superconductivity in a molecular Jahn-Teller metal. *Science Advances*, 1 (2015), e1500059
4. M. Pregelj, A. Zorko, M. Gomilšek, et al. Controllable broadband absorption in the mixed phase of metamagnets. *Advanced Functional Materials*, 25 (2015), 3634
5. M. Nikkhou, M. Škarabot, S. Čopar, M. Ravnik, S. Žumer, I. Muševič. Light-controlled topological charge in a nematic liquid crystal. *Nature Physics*, 11 (2015), 183
6. S. Čopar, U. Tkalec, I. Muševič, S. Žumer. Knot theory realizations in nematic colloids. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 112 (2015), 1675
7. R. Podlipec, J. Štrancar. Cell-scaffold adhesion dynamics measured in first seconds predicts cell growth on days scale - optical tweezers study. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 7 (2015), 6782
8. T. Koklič, R. Chattopadhyay, R. Majumder, B. R. Lenz. Factor Xa dimerization competes with prothrombinase complex formation on platelet-like membrane surfaces. *Biochemical Journal*, 467 (2015), 37
9. Z. Arsov, U. Švajger, J. Mravljak, S. Pajk, A. Kotar, I. Urbančič, J. Štrancar, M. Anderluh. Internalization and accumulation in dendritic cells of a small pH-activatable glycomimetic fluorescent probe as revealed by spectral detection. *ChemBioChem*, 16 (2015), 2660

### Najpomembnejše objave v letu 2014

1. A. Zorko, O. Adamopoulos, M. Komelj, D. Arčon, A. Lappas. Frustration-induced nanometre-scale inhomogeneity in a triangular antiferromagnet. *Nature Comms*, 5 (2014), 3222

2. P. Koželj, S. Vrtnik, A. Jelen, S. Jazbec, Z. Jagličič, S. Maiti, M. Feuerbacher, W. Steurer, J. Dolinšek, *Phys. Rev. Lett.*, 113 (2014), 107001
3. R. Pirc, B. Rožič, J. Koruza, B. Malič, Z. Kutnjak, Negative electrocaloric effect in antiferroelectric  $\text{PbZrO}_3$ , *Europhysics Letters*, 107 (2014), 17002-1-5
4. A. Martinez, M. Ravnik, B. Lucero, R. Visvanathan, S. Žumer, and I. I. Smalyukh Mutually tangled colloidal knots and induced defect loops in nematic fields, *Nature Mater.*, 13 (2014), 258-263
5. D. Seč, S. Čopar and S. Žumer, Topological zoo of free-standing knots in confined chiral nematic fluids, *Nature Comms.*, 5 (2014), 3057
6. J. Dontabhaktuni, M. Ravnik and S. Žumer, Quasicrystalline tilings with nematic colloidal platelets, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111 (2014), 2464
7. S. Čopar, Topology and geometry of nematic braids, *Phys. Rep.*, 538 (2014), 1-37
8. A. Vilfan, Myosin directionality results from coupling between ATP hydrolysis, lever motion, and actin binding. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111 (2014), E2076
9. Urbančič, I., Ljubetič, A. & Štrancar, J. Resolving Internal Motional Correlations to Complete the Conformational Entropy Meter. *J. Phys. Chem. Lett.*, 5 (2014), 3593-3600
10. Podlipec, R. et al. Molecular Mobility of Scaffolds' Biopolymers Influences Cell Growth. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 6 (2014), 15980-15990
11. Mikhaylov, G. et al. Selective targeting of tumor and stromal cells by a nanocarrier system displaying lipidated cathepsin B inhibitor. *Angew. Chem. Int. Ed Engl.*, 53 (2014), 10077-10081
12. A. Vilfan, Myosin directionality results from coupling between ATP hydrolysis, lever motion, and actin binding. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111 (2014), E2076
13. Urbančič, I., Ljubetič, A. & Štrancar, J. Resolving Internal Motional Correlations to Complete the Conformational Entropy Meter. *J. Phys. Chem. Lett.* 5, 3593-3600 (2014)
14. Podlipec, R. et al. Molecular Mobility of Scaffolds' Biopolymers Influences Cell Growth. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 6 (2014), 15980-15990
15. Mikhaylov, G. et al. Selective targeting of tumor and stromal cells by a nanocarrier system displaying lipidated cathepsin B inhibitor. *Angew. Chem. Int. Ed Engl.*, 53 (2014), 10077-10081

## Patent

1. Igor Muševič, Matjaž Humar, Kroglasti tekočerkristalni laser, US9263843 (B2), US Patent Office, 16. 2. 2016

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 6th Workshop on Liquid Crystals for Photonics, 14.-16. 9. 2016, Ljubljana, Slovenija
2. 10. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah, 16. 11. 2016, Otočec, Slovenija

## Nagrade in priznanja

1. Dr. Matjaž Humar: Nagrada za najboljši plakat na prestižnem srečanju Lindau Nobel Laureate Meetings, Lindau, Nemčija. Plakat Matjaža Humarja je predstavil njegovo delo z mikrolaserjem, ki mu ga je uspelo vgraditi v človeško celico; hkrati je pokazal, da maščobne celice v človekovem telesu že same po sebi vsebujejo laserje.
2. Dr. Matjaž Humar: Bronasto priznanje občine Šempeter-Vrtojba za leto 2016, Šempeter - Vrtojba. Nagrada za odmevne uspehe v svetovnem merilu v zadnjem obdobju in kot spodbuda za nadaljnje ustvarjalno delo.
3. Dr. Janez Pirš: Častna listina Instituta "Jožef Stefan", Institut "Jožef Stefan", Ljubljana. Nagrada za uspešno sodelovanje pri razvoju novih visokotehnoloških izdelkov na osnovi znanstvenih in tehnoloških dosežkov, ustvarjenih na Institutu "Jožef Stefan".

## MEDNARODNI PROJEKTI

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 7. OP - ESNSTM; Vrsta tunelska mikroskopija elektronskega spinskega šuma<br/>Evropska komisija<br/>prof. dr. Janez Dolinšek</li> <li>2. 7. OP - NanoMag; Magnetni nanodelci in tanki filmi za spintronino uporabo izboljšane<br/>permanentne magnetne<br/>Evropska komisija<br/>prof. dr. Janez Dolinšek</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 7. OP - SIMDALEE2; Viri, interakcija s snovjo, detekcija in analiza nizko energijskih<br/>elektronov 2<br/>Evropska komisija<br/>prof. dr. Maja Remškar</li> <li>4. 7. OP - LIVINGLASER; Laser, izdelan v celoti iz živih celic in materialov, pridobljenih iz<br/>živih organizmov<br/>Evropska komisija<br/>prof. dr. Igor Muševič</li> </ol> |
|---|---|

5. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik  
Evropska komisija  
prof. dr. Maja Remškar
6. COST MP1202; Racionalni pristop k načrtovanju hibridno organsko-anorganske meje: Naslednji korak pri pripravi naprednih funkcionalnih materialov  
Cost Office  
dr. Polona Umek
7. COST CA15107; Raziskovalna mreža za več funkcijske kompozitne materiale na osnovi nanoobjektnih materialov  
Cost Office  
dr. Polona Umek
8. COST CA15209; Evropska mreža za NMR relaksometrijo  
Institut Jožef Stefan  
prof. dr. Tomaž Apih
9. H2020 - SmartNanoTox; Pametna orodja za odkrivanje nano tveganj  
Evropska komisija  
prof. dr. Janez Štrancar
10. Anorganske nanocevke modificirane z radiofrekvenčno plazmo za uporabo v sončnih celicah  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Maja Remškar
11. Stanje spinske tekočine kvantnega antiferomagneta kagome s perspektive lokalnih prob  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Andrej Zorko
12. Kontrolirano strukturiranje nanodelčnih vzorcev v kompleksnih mehkih matrikah  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Samo Kralj
13. Raziskovanje katalitskih in fizikalnih lastnosti CuGdCa zlitin  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Tomaž Apih
14. Aromatski polimeri z izjemno visoko električno prebojno trdnostjo, nizkimi dielektričnimi izgubami in visoko električno energijsko gostoto  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Zdravko Kutnjak
15. Študije kompleksnih materialov za shranjevanje vodika  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Janez Dolinšek
16. Z lipidi oviti nanodelci in aktivnost faktorja Xa  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Janez Štrancar
17. Kristalna in elektronska struktura faz v kvazi enodimenzionalnem Nbs3  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Erik Zupanič
18. Sevalni prispevek puščavskega mineralnega prahu in koncentracije delcev PM10 nad južno Evropo  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Maja Remškar
2. Termoforetsko vodenje, zbiranje in razvrščanje biomolekul v mikrofluidičnih napravah  
doc. dr. Andrej Vilfan
3. Nanozdravila za zdravljenje parodontalne bolezni s ciljanim vnosom v obzobne žepce  
prof. dr. Maja Remškar
4. Novi elektrokalični materiali za novo ekološko prijazno dielektrično tehnologijo hlajenja  
prof. dr. Zdravko Kutnjak
5. Teksturna analiza dinamike lezij dojk z ultra-hitrim zajemom MR slik  
prof. dr. Igor Serša
6. Vloga kalcija in lipidnih membranah pri preživetju kritično bolnih  
dr. Tilen Koklič
7. Multifunkcijski materiali za aktuatorske in hladilne naprave  
prof. dr. Zdravko Kutnjak
8. Visokoentropijske kovinske spojine  
dr. Stanislav Vrtnik
9. Metamateriali na osnovi tekočerkristalnih koloidov  
doc. dr. Miha Ravnik
10. Optimizacijske strategije v bioloških in umetnih mikrofluidičnih sistemih  
doc. dr. Andrej Vilfan
11. Selektivni in hiperobčutljivi mikrokapacitivni senzorski sistemi za ciljno detekcijo molekul v atmosferi  
prof. dr. Igor Muševič
12. Korelirani elektroni v omejenih molekularnih sistemih  
prof. dr. Denis Arčon
13. Preprečevanje vlaženja lesa, kot merilo učinkovitosti zaščite lesa pred glivami razkrojevalkami  
prof. dr. Igor Serša
14. Mikro-elektromehanski in elektrokalični plastni elementi  
prof. dr. Zdravko Kutnjak
15. Obnašanje lesa in lignoceluloznih kompozitov v zunanjih pogojih  
prof. dr. Igor Serša
16. Napredna elektrokalična pretvorba energij  
prof. dr. Zdravko Kutnjak
17. Mikrospektroskopska karakterizacija in optimizacija učinka laserskih sunkov na očesni mrežnici  
prof. dr. Janez Štrancar
18. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti  
prof. dr. Janez Štrancar
19. SCOPES; Spinskosteklena in spinskoledena stanja v frustriranih spinelih redkih zemelj in prehodnih kovin  
dr. Matej Pregelj
20. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev  
prof. dr. Vid Bobnar

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. MRI snemanja vzorcev  
KRKA, Tovarna zdravil, d. d.  
prof. dr. Igor Serša
2. Analize z metodo NQR-jedrska kvadropolna resonance  
LEK, d. d.  
izr. prof. dr. Tomaž Apih
3. Meritve optične prepustnosti  
RLS Merilna tehnika, d. o. o.  
prof. dr. Igor Muševič
4. Sofinanciranje L7-7561 - Mikrospektroskopska karakterizacija in optimizacija učinka laserskih sunkov na očesni OPTOTEK, d. o. o.  
prof. dr. Janez Štrancar

## PROGRAMI

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

## PROJEKTI

1. Topologija in fonske lastnosti tekočerkristalnih koloidov in disperzij  
prof. dr. Igor Muševič

## OBISKI

1. dr. Mutsuo Igarashi, Gunma National College of Technology, Maebashi, Japonska, 16.-24. 1. in 21. 8.- 2. 9. 2016
2. mag. Kushtrim Podrimqaku, Univerza v Prištini, Priština, Kosovo, 21.-27. 1. 2016
3. mag. Valon Veliu, Univerza v Prištini, Priština, Kosovo, 21.- 27. 1. 2016
4. dr. Uliana Ognysta, Institute of Physics, National Academy of Science of Ukraine, Kijev, Ukrajina, 31. 1.-10. 3. 2016
5. dr. Vaida Lunkuviene, Faculty of Natural Sciences of Vilnius University, Vilnius, Litva, 1. 2.- 31. 3. 2016
6. dr. Alicja Filipek, Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Varšava, Poljska, 20. 2.-5. 3. 2016
7. dr. Alan Soper, ISIS Facility STFC Rutherford Appleton Laboratory, Harwell, Oxford, Velika Britanija, 1.- 5. 3. 2016
8. dr. Randall Kamien, University of Pennsylvania, Filadelfija, ZDA, 6.-9. 3. 2016
9. dr. Tina Pavlin, University of Bergen, Bergen, Norveška, 4.-10. 4. 2016
10. dr. Surajit Dhara, School of Physics University of Hyderabad, Talangana, Indija, 7. 5.-11. 6. 2016
11. doc. dr. Michael Grbic, Prirodoslovno-matematična fakulteta, Univerza v Zagrebu, Laboratorij za mikrovalovne raziskave in NMR trdnih snovi, Zagreb, Hrvaška, 16. 5. 2016
12. dr. Katarina Butalović, Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade, Beograd, Srbija, 1.-3. 6. 2016
13. dr. Milijana Savić, Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade, Beograd, Srbija, 1.-3. 6. 2016
14. dr. Manel Rodriguez Ripoll, AC2T research GmbH, Wiener Neustadt, Avstrija, 7. 6. 2016
15. dr. Bouchra Asbani, Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire de la Matière Condense (LPMC), Amiens, Francija, 11. 7.-8. 8. 2016
16. dr. Mutsuo Igarashi, Gunma National College of Technology, Maebashi, Japonska 21. 8.-2. 9. in 27. 10.-8. 11. 2016

17. prof. dr. Christian Eggeling, Weatherall Institute of Molecular Medicine, Radcliffe Department of Medicine – Investigative Medicine, University of Oxford, Velika Britanija, 24.–27. 8. 2016
18. dr. Carla Bittencourt, Univerza v Monsu, Mons, Belgija, 7. 9.–31. 10. 2016
19. dr. Jun-ichi Fukuda, Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Japonska, 11. 9.–6. 10. 2016
20. dr. Sergey Lushnikov, AF Ioffe Physicotechnical Institute, RAS, St. Petersburg, Rusija, 3.–31. 10. 2016
21. dr. Magdalena Wencka, Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznanj, Poljska, 19.–28. 10. 2016
22. prof. dr. Francesco Sagues, University of Barcelona, Barcelona, Španija, 26.–28. 10. 2016
23. prof. Eung Je Woo, Kyung Hee University, Seoul, Republika Koreja, 13.–19. 11. 2016
24. dr. Ana Varlec, APE Research, Area Science Park, Bazovica, Italija, 20. 11.–2. 12. 2016
7. Dolinšek Janez, Andreja Jelen, Vrtnik Stanislav, 10. konferenca C-MAC Days 2016, Bratislava, Slovaška, 21.–24. 11. 2016 (vabljeni predavanja, predavanje)
8. Dolinšek Janez, Udeležba na "International Collaborative Workshop: From Nanomaterials to Smart Materials - Recent Advances", Korea Basics Science Institute, Daejeon, Južna Koreja, 4.–12. 11. 2016 (vabljeni predavanja)
9. Dolinšek Janez, udeležba na konferenci "International Conference on Quasicrystals", Katmandu, Nepal, 16.–28. 9. 2016 (referat)
10. Dolinšek Janez, udeležba na konferenci Nanotech, Bratislava, Slovaška, 21.–24. 11. 2016 (vabljeni predavanja)
11. Dolinšek Janez, Slovaška akademija znanosti, Oddelek za fiziko kovin, Bratislava, Slovaška, 1.–3. 2. 2016 (predavanje)
12. Gomilšek Matjaž, International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2016, Summer School on Magnetic Studies using Large Facilities, Taipei, Tajvan, 3.–11. 9. 2016 (2 posterja)
13. Gomilšek Matjaž, Paul Scherrer Institute, Villigen, Švica, 5.–7. 6. 2016 (vabljeni predavanja)
14. Gradišek Anton, Institut Superior Tecnico, Univerza v Lizboni, Lizbona, Portugalska, 9.–17. 11. 2016 (predavanje)
15. Gradišek Anton, 2<sup>nd</sup> International Meeting on Materials Science for Energy Related Applications, Beograd, Srbija, 28. 9.–1. 10. 2016 (predavanje)
16. Gradišek Anton, Washington University in Saint Louis, Washington, ZDA, 22. 4.–2. 5. 2016 (predavanje)
17. Humar Matjaž, NICE – Optics 2016, Nica, Francija, 25.–29. 10. 2016 (vabljeni predavanja)
18. Humar Matjaž, The Lindau Nobel Laureate Meeting, Lindau, Nemčija, 25. 6.–8. 7. 2016 (predstavitev plakata)
19. Humar Matjaž, Gordon Conference – Lasers in Medicine & Biology, West Dover, Vermont, ZDA, 9.–16. 7. 2016 (predstavitev plakata)
20. Kocjan Andraž, 2<sup>nd</sup> International Meeting on Materials Science for Energy Related Applications - MSERA 2016, Beograd, Srbija, 28. 9.–1. 10. 2016
21. Knaflič Tilen, New Generations Strongly Correlated Electron Systems - NGSCES 2016, Grigano, Italija, 25.–30. 9. 2016 (poster)
22. Knaflič Tilen, ISIS Muon Spectroscopy Training School 2016, Didcot, Velika Britanija, 13.–19. 3. 2016
23. Koklič Tilen, Podlipec Rok, Štrancar Janez, Urbančič Izток, Regional Biophysics Conference - RBC 2016, Trst, Italija, 25.–28. 8. 2016 (vabljeni predavanja, 3 predavanja)
24. Koželj Primož, C-Mac Days 2016, Bratislava, Slovaška, 21.–24. 11. 2016 (vabljeni predavanja)
25. Kralj Samo, 20<sup>th</sup> International workshop on advances in experimental mechanics, Portorož, Slovenija, 14.–19. 8. 2016 (predavanje)
26. Kralj Samo, 19<sup>th</sup> International School on Condensed Matter Physics in INERA Workshop 2016, Varna, Bolgarija, 29. 8.–6. 9. 2016 (2 vabljeni predavanja)
27. Kralj Samo, EMN Meeting on Liquid Crystal, Orlando, ZDA, 14.–21. 2. 2016 (vabljeni predavanja)
28. Kralj Samo, Partial Order: Mathematics, Simulations and Applications, Los Angeles, ZDA, 24.–31. 1. 2016 (vabljeni predavanja)
29. Kralj Samo: University Angers, Angers, Francija, 6.–12. 3. 2016 (predavanje in delovni obisk)
30. Kralj Samo: Case Western Reserve University, Cleveland, ZDA, 30. 10.–7. 11. 2016 (predavanje in delovni obisk)
31. Kranjc Eva, 4<sup>th</sup> International ISEKI-Food Conference, Dunaj, Avstrija, 3.–9. 7. 2016 (poster)
32. Kutnjak Zdravko, Material Science and Technology – MS & T16, Salt Lake City, ZDA, 21.–31. 10. 2016 (2 predavanja)
33. Kutnjak Zdravko, The Royal Society Meeting, London, Velika Britanija, 7.–11. 2. 2016 (vabljeni predavanja)
34. Kutnjak Zdravko, Energy Materials Nanotechnology, Hong Kong, Kitajska, 23.–29. 1. 2016 (vabljeni predavanja)
35. Kutnjak Zdravko, Energy Materials and Applications (EMA 2016), Orlando, Florida, ZDA, 20.–22. 1. 2016 (vabljeni predavanja)
36. Lužnik Janez, Euroschool 2016, University of Antwerp, Antwerp, Belgija, 2.–9. 7. 2016 (poster)
37. Matavž Aleksander, konferenca "COST TO-BE", Ljubljana, 28.–30. 9. 2016 (predavanje)
38. Matavž Aleksander, konferenca ISAF/ECAPD/PFM 2016", Darmstadt, Nemčija, 20.–27. 8. 2016 (predavanje, poster)
39. Mikac Mojca Urška, Serša Igor, konferenca "Magnetic Resonance in Porous Media 13", Bologna, Italija, 4.–9. 9. 2016 (2 predavanja)
40. Mušević Igor, konferenca Fourth International Soft Matter Conference, Grenoble, Francija, 11.–16. 9. 2016 (plenarno predavanje)
41. Mušević Igor, SPIE Photonics West 2016, San Francisco, ZDA, 12.–19. 2. 2016 (vabljeni predavanja)
42. Podlipec Rok, konferenca "Advanced Multiphoton and Fluorescence Imaging Techniques", Vestec, Češka Republika, 12.–16. 6. 2016
43. Gregor Posnjak, konferenca "MRS Spring Meeting 2016", Phoenix, ZDA, 28. 3.–2. 4. 2016 (vabljeni predavanja)
44. Pregelj Matej, Helmholtz Zentrum Berlin, Berlin, Nemčija, 7.–9. 12. 2016, (vabljeni predavanja)
45. Pregelj Matej, konferenca "JEMS 2016", Glasgow, Velika Britanija, 21.–26. 8. 2016 (predavanje, 2 posterja)
46. Rešetič Andraž, konferenca "ACTUATOR 2016", Bremen, Nemčija, 12.–15. 6. 2016 (poster)
47. Remškar Maja, konferenca "Flatland 2016", Bled, 4.–5. 7. 2016 (predavanje)

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Franci Bajd: Applications of magnetic resonance microscopy in medicine and food science, 19. 5. 2016
2. dr. Andraž Kocjan: Towards new high-entropy alloys and transition to bulk metallic glasses, 30. 6. 2016
3. dr. Victor Putz, Funding Opportunities with the US Air Force International Science Offices, 15. 1. 2016
4. prof. Dong Ki Yoon: Molecular arrangement of liquid crystal phases in the confined geometries at micron and nanometre scales, 29. 6. 2016

## Predavanja v okviru Laboratorija za biofiziko, F5, IJS in Društva biofizikov Slovenije v letu 2016

5. prof. dr. Gregor Anderlüh, Kemijski inštitut: Raziskave interakcij perforina z lipidnimi membranami, 25. 2. 2016
6. izr. prof. dr. Marko Anderlüh, Katedra za farmacevtsko kemijo, Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani: Antagonisti lektinov v antiadhezivni terapiji (To glue or not to glue), 24. 11. 2016
7. dr. Franci Bajd, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani: Applications of magnetic resonance microscopy in medicine and food science, 19. 5. 2016
8. dr. Sabya Dasgupta, National University of Singapore, Mechanobiology Institute, Singapore; Institute Curie, Paris, France: Dynamics at Cell-Cell Interfaces of Epithelial Tissues, 31. 3. 2016
9. dr. Matjaž Humar, Odsek za fiziko trdne snovi, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Wellman center for Photomedicine, Harvard Medical School, Massachusetts General Hospital, Cambridge, Massachusetts, ZD: Bio-Integrirana fotonika: Celični laserji in biokompatibilni optični valodvi, 12. 5. 2016
10. Matej Krajnc, Odsek za teoretično fiziko, Institut "Jožef Stefan": Mehanika nagubanih epitelijev, 28. 1. 2016
11. prof. dr. Damijan Miklavčič, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani: Elektroporacija v biomedicini, biotehnologiji in živilski tehnologiji, 17. 3. 2016
12. prof. dr. Matej Praprotnik, Odsek za molekularno modeliranje, Kemijski inštitut, Ljubljana; Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani: Večskalne računalniške simulacije biofizikalnih sistemov, 26. 6. 2016
13. doc. dr. Andraž Stožer, dr. med., Inštitut za fiziologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru: Elektrofiziološki, optofiziološki in grafično-teoretični pristopi pri preučevanju celičnega beta, 20. 10. 2016
14. dr. Luca Tubiana, University of Vienna, Vienna, Austria: Viral RNA compactness resilience against mutations: The effect of mutations synonymity and distribution, 1. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Arčon Denis, International Workshop on Superconductivity and Related Functional Materials – 2016, JPS Annual Meeting – 2016), Sendai, Japonska, 15.–20. 3. 2016 (plenarno predavanje, vabljeni predavanja)
2. Arčon Denis, Enhanced superconductivity in hyper-expanded iron-chalcogenide superconductors, Bled, 14.–16. 9. 2016 (predavanje)
3. Arsov Zoran, Koklič Tilen, Kokot Boštjan, Majaron Hana, Pajk Stane, Podlipec Rok, Štrancar Janez, Urbančič Izток, Strokovni dan članov laboratorija za biofiziko, Dom na Zelenici, Ljubelj, 9.–10. 6. 2016
4. Arsov Zoran, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor, 23. 5. 2016 (sodelovanje pri evalvaciji študijskega programa)
5. Bobnar Vid, Internacionalna konferenca "Smart and Multifunctional Materials, Structures and Systems", Perugia, Italija, 4.–9. 6. 2016 (predavanje)
6. Bobnar Vid, Gomilšek Matjaž, Harkai Saša, Humar Matjaž, Jagodič Uroš, Janša Nejc, Jeglič Peter, Jelen Andreja, Klanjšek Martin, Lavrič Marta, Matevž Aleksander, Mežnaršič Tadej, Milavec Jerneja, Mur Maruša, Mušević Igor, Pirker Luka, Posnjak Gregor, Remškar Maja, Rešetič Andraž, Rožič Brigita, Škarabot Miha, Van Midden Marion Antonia, Zalar Boštjan, Zupanič Erik, Žumer Slobodan: konferenca fizikov v osnovnih raziskavah, Otočec, 16. 11. 2016 (9 postrov, predavanje, vabljeni predavanja)



48. Remškar Maja, Radisson Blu Plaza Hotel, Ljubljana, 17. 11. 2016 (vabljen predavanje)
49. Rožič Brigita, Institute of Molecular Physics, Poznanj, Poljska, 27.-30. 11. 2016 (seminar, delovni obisk)
50. Brigita Rožič, konferenca ISAC/fcspd/pfm 2016, Darmstadt, Nemčija, 31. 5. 2016 (predavanje)
51. Rožič Brigita, "Meeting on electrocalorics of German priority program SPP 1599", Duisburg, Nemčija, 12.-15. 1. 2016 (vabljen predavanje)
52. Serša Igor, Ampere NMR School, Zakopane, Poljska, 13.-18. 6. 2016 (vabljen predavanje)
53. Serša Igor, Food MR 2016, Karlsruhe, Nemčija, 7.-10. 6. 2016 (predavanje)
54. Tkalec Uroš, mednarodna konferenca EMBL Microfluidics 2016, Heidelberg, Nemčija.; MPI-DS, Göttingen, Nemčija; mednarodna konferenca ILCC 2016, Kent, Ohio; University of Pennsylvania, Philadelphia, ZDA, 23. 7.-11. 8. 2016 (plakat, vabljen predavanje, 2 predavanji)
55. Umek Polona, Towards Reality in Nanoscale materials IX, Levi, Finska, 11.-18. 2. 2016 (predavanje)
56. Umek Polona, 6<sup>th</sup> EuCheMS 2016, Sevilla, Španija, 10.-15. 9. 2016 (predavanje)
57. Van Midden Marion Antonia, udeležba na konferenci "The New Generation in Strongly Correlated Electrons Systems 2016", Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trst, Italija, 26.-30. 9. 2016 (poster)
58. Vilfan Andrej, konferenca "Engineering Approaches to biomolecular Motors: From vitro to in vivo" Simon Fraser University, Vancouver, Kanda, ZDA, 13.-19. 6. 2016 (vabljen predavanje)
59. Vilfan Andrej, Workshop Emergent dynamics of out-of-equilibrium colloidal systems at nano- to micro-scales", Center CECAM na EPFL Lausanne, Lausanne, Švica, 17.-20. 4. 2016 (vabljen predavanje)
60. Vilfan Andrej, konferenca "15<sup>th</sup> Alpbach Motors Workshop Mysin & Muscles, and other Motors", Alpbach, Avstrija, 12.-18. 3. 2016 (predavanje, poster)
61. Zidanšek Aleksander, konferenca Rimskega kluba, Berlin, Nemčija, 11. 11. 2016 (vodenje okrogle mize)
62. Zidanšek Aleksander, konferenca SDEWES, Portorož, 15.-18. 6. 2016
63. Zorko Andrej, konferenca Magnetism and Magnetic Materials/Intermag 2016, San Diego v ZDA, 9.-17. 1. 2016, (2 predavanji)
64. Zupanič Erik, konferenca "The New Generation in Strongly Correlated Electrons Systems", Trst, Italija, 26.-30. 9. 2016
65. Žumer Slobodan, Department of Physics, University of Colorado, Boulder, CO, ZDA, 10.-13. 2. 2016 (predavanje)
66. Žumer Slobodan, Optična konferenca SPIE Photonics West, San Francisco, California, ZDA, 13.-18. 2. 2016 (vabljen predavanje)
67. Žumer Slobodan, Organic Materials Chemistry portfolio Review, Arlington, Virginija, 11.-15. 4. 2016 (predavanje)
68. Žumer Slobodan, AIST, Tokio University, Tsukuba, Japonska, 7.-14. 12. 2016 (2 predavanji)
69. Žumer Slobodan, 1<sup>st</sup> International Conf on. Optics - NICE OPTICS 2016, Nica, Francija, 25.-29. 10. 2016 (vabljen predavanje)
70. Žumer Slobodan, Workshop on Knots and Liquids in Biological and Matter Systems, Trst, Italija, 26.-30. 9. 2016 (vabljen predavanje)
71. Žumer Slobodan, konferenca International Liquid Crystal Conference, ILCC 2016, Kent, OH, ZDA, 31. 7.-5. 8. 2016 (vabljen predavanje)
72. Žumer Slobodan, Miami University, Oxford, OH, ZDA, 16.-19. 8. 2016 (predavanje)
73. Žumer Slobodan, SPIE Optics+Photonics 2016, San Diego, California, ZDA, 28.-30. 8. 2016 (vabljen predavanje)
74. Žumer Slobodan: École supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris, ESPCI, 6.-9. 9. 2016 (predavanje, poročevalec pri zagovoru doktorata)
75. Žumer Slobodan, Workshop on Knots and Links in Biological and Soft Matter Systems, Miramare, Trst, Italija, 26.-30. 9. 2016 (vabljen predavanje)
10. Gradišek Anton: ABQMR in obisk prof. dr. Marka Conradija, Albuquerque, Nova Mehika, 22. 4.-2. 5. 2016 (delo pri članku in diskusija o prihodnjih projektih)
11. Humar Matjaž: Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School in Wallman Center for Photomedicine (podoktorsko usposabljanje), Boston, Massachusetts, ZDA, 1. 7. 2013-30. 4. 2016
12. Jelen Andreja: Korea Basic Science Institute, Daejon, Južna Koreja, 26. 1.-31. 3. 2016 (znanstveno sodelovanje in strokovno izpopolnjevanje)
13. Klanjšek Martin: ISIS, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 6. 10.-9. 10. 2016
14. Knaflič Tilen: Nacionalni Institut za fizikalno kemijo in biofiziko, Tallinn, Estonija, 27. 6.-7. 7. 2016
15. Kokot Boštjan, Koklič Tilen, Hana Majaron: Edzell, Velika Britanija, 23. 9.-7. 10. 2016 (delavnica v okviru projekta SmartNanoTox)
16. Koklič Tilen, Janez Štrancar: Dublin, Irsko, 21.-24. 3. 2016 (uvodni sestanek v okviru novega EU projekta SmartNanoTox)
17. Koželj Primož: MPMS3 user workshop, Darmstadt, Nemčija, 20.-22. 6. 2016 (izobraževanje)
18. Krnel Mitja: A.P.E. Research, s.r.l., Bazovica, Italija, 15. 1.-15. 3. 2016 (meritve površin vzorcev z AFM in STM-mikroskopov na vzorcih CuGd<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>)
19. Kutnjak Zdravko: Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija, 12. 9.-5. 10. 2016 (gostujoči profesor)
20. Koklič Tilen, Štrancar Janez: University College Dublin, Dublin, Irsko, 21.-24. 3. 2016 (delovni sestanek)
21. Močnik Griša: Programski odbor H2020, Bruselj, Belgija, 29. 11. 2016 (delovni sestanek s funkcijo strokovnjaka v programskem odboru)
22. Močnik Griša: Fachhochschule Nordwest Schweiz, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland FHNW, 25. 8. 2016 (delovni projektni sestanek)
23. Muhamad Saqib: Simdalee2, Bazovica, Italija, 26. 1. 2016 (delovni sestanek)
24. Muševič Igor: Research Executive Agency, Bruselj, 4.-9. 12. 2016 (vabljen sodelovanje v vlogi podpredsednika za razpis individualnih stipendij Marie Skłodowska Curie)
25. Muševič Igor: Radboud University, Nijmegen, Nizozemska, 4.-9. 12. 2016 (vabljen udeležba na zagovoru doktorskega dela)
26. Muševič Igor, Scientific Advisory Committee European Physical Journal, Mulhouse, Švica, 19. 4. 2016 (delovni sestanek)
27. Muševič Igor: Research Exutive Agency, Bruselj, Belgija, 13.-18. 3. 2016 (vabljen sodelovanje v vlogi podpredsednika)
28. Muševič Igor, Miha Škarabot: MERCK Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 28.-29. 2. 2016 (delovni obisk)
29. Muševič Igor: REA Bruselj, Evalvacija H2020-projektov, Bruselj, Belgija, 18.-21. 1. 2016 (vabljen sodelovanje v vlogi podpredsednika)
30. Pirker Luka, EPFL poletna šola, Zarmatt, Švica, 21.-27. 8. 2016
31. Pregelj Matej: Paul Scherrer Institute, Villigen, Švica, 28.-30. 3. 2016 (projektni sestanek)
32. Pregelj Matej: Helmholtz Zentrum Berlin, Berlin, Nemčija, 6.-11. 1. 2016 (delovni obisk)
33. Remškar Maja: 5<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> Progress meeting & Workshop SIMDALEE2, Trst, Italija, 19.-22. 9. 2016 (delovni sestanek)
34. Remškar Maja, Saqib Muhammad: Sestanek SIMDALEE2, Dunaj, Avstrija, 6.-9. 7. 2016 (delovni sestanek)
35. Remškar Maja: Daikin Chemical Europe GmbH, Dusseldorf, Nemčija, 9. 5. 2016 (delovni obisk)
36. Remškar Maja: Podjetje TUNAP, Wolftratshausen, Nemčija, 15. 3. 2016 (delovni obisk)
37. Remškar Maja: sestanek SIMDALEE2, Cambridge, Velika Britanija, 4.-8. 4. 2016 (delovni sestanek)
38. Remškar Maja, Varlec Ana: simdalee2, APE Research, Area Science Park, Bazovica, Italija, 26. 1. 2016 (delovni sestanek)
39. Škarabot Miha: MERCK Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 28.-29. 9. 2016 (delovni obisk)
40. Štrancar Janez: Institute of Applied Physics TU Wien, Dunaj, Avstrija, 24.-25. 11. 2016
41. Štrancar Janez: konferenca EURetina 2016, Kopenhagen, Danska, 8.-11. 9. 2016
42. Štrancar Janez: National Research for the Working Environment, Copenhagen, Danska, 21.-24. 5. 2016 (delovni sestanek)
43. Štrancar Janez, Urbančič Iztok: Aberior HMBG, Göttingen, Nemčija, 14.-16. 1. 2016 (delovni sestanek)
44. Umek Polona, Institut Ruder Bošković, 18.-20. 5. 2016 (delovni sestanek)
45. Urbančič Iztok: University of Oxford, Oxford, Velika Britanija, 1. 10. 2016-30. 9. 2018 (strokovno izpopolnjevanje)
46. Urbančič Iztok: University of Oxford, Oxford, Velika Britanija, 14.-28. 7. 2016 (delovni obisk)
47. Van Midden Marion Antonia: Kotelnikov Institute of Radioengineering and Electronics of Russian Academy of Sciences, Moskva, Rusija, 15.-17. 12. 2016 (delovni obisk)
48. Zorko Andrej: Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris - Sud 11, Pariz, Francija, 29. 11.-5. 12. 2016 (delovni obisk)
49. Zorko Andrej: ISIS, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija, 4.-10. 10. 2016 (delovni obisk)
50. Zorko Andrej: Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris - Sud 11, Pariz, Francija, 6.-9. 6. 2016 (delovni obisk)
51. Zupanič Erik: TASC-INFM National Laboratory, Bazovica, Italija, 10. 3. 2016 (delovni obisk)
52. Zupanič Erik: CNR-IOM Bazovica, Italija, 1. 3.-31. 12. 2016 (strokovno izpopolnjevanje)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Tomaž Apih: "1<sup>st</sup> management committee meeting of COST Action: CA15209 - European Network on NMR Relaxometry" Bruselj, Belgija, 29.-30. 9. 2016, (sestanek COST projekta)
2. Arčon Denis: Nacionalni Institut za fizikalno kemijo, Tallinn, Estonija, 27. 6.-1. 7. 2016 (<sup>13</sup>C MAS NMR-meritve pri nizkih temperaturah na vzorcih)
3. Bajd Franci: Max Planck Institut, Leipzig, Nemčija, 18.-20. 10. 2016 (sestanek o medsebojnem sodelovanju)
4. Bobnar Vid: Univerza na Pennsylvania State, State College, ZDA, 3.-15. 9. 2016 (delovni obisk skupine dr. Zhanga v okviru slovensko-ameriškega bilateralnega projekta)
5. Dolinšek Janez: Research Executive Agency, European Commission, Bruselj, Belgija, 11.-17. 12. 2016 (vabilo k ocenjevanju projektov H2020)
6. Dolinšek Janez: ESN-STM, Trst, Italija, 10. 6. 2016 (udeležba na zaključnem sestanku EU-projekta)
7. Dolinšek Janez: Bureau AMPERE, Zurich, Švica, 31. 3.-1. 4. 2016 (udeležba na delovnem sestanku v funkciji podpredsednika)
8. Gomišek Matjaž: Andrej Zorko, The Paul Scherrer Institute (raziskovalno delo), Villigen, Švica, 21.-25. 11. 2016
9. Gomišek Matjaž: Bad Honnef Physics School: Frontiers of Quantum Matter, Bad Honnef, Nemčija, 12.-16. 9. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Tomaž Apih
2. prof. dr. Denis Arčon\*, znanstveni svetnik - pomočnik vodje odseka
3. doc. dr. Zoran Arsov
4. prof. dr. Vid Bobnar
5. prof. dr. Janez Dolinšek\*, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
6. dr. Cene Filipič
7. dr. Anton Gradišek
8. dr. Alan Gregorovič
9. Abdelrahim Ibrahim Hassanien, doktor znanosti
10. dr. Peter Jeglič
11. dr. Martin Klanjšek
12. dr. Tilen Koklič
13. *dr. Georgios Korlogiannis, odšel 1. 10. 2016*
14. prof. dr. Samo Kralj\*, znanstveni svetnik
15. prof. dr. Zdravko Kutnjak, znanstveni svetnik
16. dr. Mojca Urška Mikac
17. doc. dr. Griša Močnik\*
18. doc. dr. Aleš Mohorič\*

### prof. dr. Igor Muševič\*, znanstveni svetnik - vodja odseka

19. prof. dr. Igor Muševič\*, znanstveni svetnik - vodja odseka
20. dr. Andriy Nych
21. dr. Matej Pregelj
22. doc. dr. Miha Ravnik\*
23. prof. dr. Maja Remškar, znanstveni svetnik
24. prof. dr. Igor Seša
25. doc. dr. Miha Škarabot
26. prof. dr. Janez Strancar, vodja raziskovalne skupine
27. doc. dr. Uroš Tkalec\*
28. dr. Polona Umek
29. dr. Herman Josef Petrus Van Midden
30. doc. dr. Andrej Vilfan
31. prof. dr. Boštjan Zalar, znanstveni svetnik - pomočnik vodja odseka
32. prof. dr. Aleksander Zidanšek
33. doc. dr. Andrej Zorko
34. prof. dr. Slobodan Žumer, znanstveni svetnik

### Podoktorski sodelavci

35. dr. Franci Bajd
36. dr. Jerneja Milavec
37. dr. Giorgio Mirri\*
38. *dr. Maryam Nikkhou, odšla 1. 7. 2016*
39. dr. Stane Pajk\*
40. dr. Rok Podlizec
41. dr. Brigita Rožič
42. dr. Anna Ryzhkova
43. dr. Iztok Urbančič
44. dr. Jernej Vidmar\*
45. dr. Stanislav Vrtnik
46. dr. Erik Zupanič

### Mlajši raziskovalci

47. Matjaž Gomilšek, univ. dipl. fiz.
48. Urška Gradišar Centa, mag. med. fiz.
49. Saša Harkai, mag. fiz.
50. dr. Matjaž Humar
51. Uroš Jagodič, mag. fiz.
52. Nejc Jansa, M.Sc. (Physik), Nemčija
53. Tilen Knaflič, univ. dipl. fiz.
54. Primož Koželj, univ. dipl. fiz.
55. Mitja Krnel, univ. dipl. fiz.
56. Marta Lavrič, prof. mat. in fiz.
57. Janez Lužnik, mag. med. fiz.
58. mag. Bojan Marin\*
59. Aleksander Matavž, mag. nan.
60. Tadej Mežnaršič, mag. fiz.
61. Maruša Mur, mag. fiz.
62. Luka Pirker, mag. fiz.
63. Gregor Posnjak, univ. dipl. fiz.
64. Andraž Rešetič, mag. nan.
65. Muhammad Saqib, M.Sc. (Physik), Nemčija
66. Melita Sluban, univ. dipl. kem.
67. *Jan Šömen, mag. med. fiz., odšel 15. 2. 2016*
68. Maja Trček, prof. mat. in fiz.
69. Marion Antonia Van Midden, mag. fiz.
70. *dr. Ana Varlec, odšla 1. 3. 2016*

### Strokovni sodelavci

71. dr. Luka Drinovec\*
72. dr. Maja Garvas
73. dr. Andreja Jelen

74. dr. Andraž Kocjan
75. Boštjan Kokot, mag. fiz.
76. Ivan Kvasič, univ. dipl. inž. el.
77. Jože Luzar, mag. nanoznanosti in nanotehnologij
78. Hana Majaron, mag. fiz.
79. Jaka Močivnik, dipl. inž. meh. (VS)

### Tehniški in administrativni sodelavci

80. Dražen Ivanov
81. Janez Jelenc, dipl. inž. fiz.
82. Maša Kavčič
83. Davorin Kotnik
84. Sabina Krhlikar, dipl. ekon.
85. Silvano Mendizza
86. Janja Milivojevič
87. *Iztok Ograjensek, upokojitev 15. 1. 2016*
88. Ana Sepe, inž. fiz.
89. Marjetka Tršinar

### Opomba

- \* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. AEROSOL razvoj in proizvodnja znanstvenih instrumentov, d. o. o., Ljubljana
2. Balder, d. o. o., Ljubljana
3. BASF, Heidelberg, Nemčija
4. Ben Gurion University, Beerheba, 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
11. Department of Chemistry, College of Humanities and Sciences, Nihon University, Tokyo, Japonska
12. Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Nemčija
13. Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Nemčija
14. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica
15. Eidgenössische Technische Hochschule - ETH, Zürich, Švica
16. Elettra (Synchrotron Light Laboratory), Bazovica, Italija
17. European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francija
18. ETH, Zürich, Švica
19. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Španija
20. Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, Poznanj, Poljska
21. Florida State University, Florida, ZDA
22. Forschungszentrum Dresden Rossendorf, Dresden, Nemčija
23. Gunma National College of Technology, Maebashi, Japonska
24. High-Magnetic-Field Laboratory, Grenoble, Francija
25. High Magnetic Field Laboratory, Nijmegen, Nizozemska
26. High Magnetic Field Laboratory, Tallahassee, Florida, ZDA
27. Humboldt Universität Berlin, Institut für Biologie/Biophysik, Berlin, Nemčija
28. Ilie Murgescu Institute of Physical Chemistry of the Romanian Academy, Bukarešta, Romunija
29. International Human Frontier Science Program Organisation, Strasbourg, Francija
30. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
31. Institut za biofiziko, Medicinska fakulteta, Ljubljana
32. Institut za teoretično fiziko Univerze v Göttingenu, Göttingen, Nemčija
33. Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznanj, Poljska
34. Institute of Electronic Materials Technology, Varšava, Poljska
35. Institut für Experimentalphysik der Universität Wien, Dunaj, Avstrija
36. Institut für Biophysik und nanosystemforschung OAW, Gradec, Avstrija
37. Institut za kristalografijo Ruske akademije znanosti, Moskva, Rusija
38. Instituto Superior Tecnico, Departamento de Fisica, Lizbona, Portugalska
39. International Center for Theoretical Physics, Trst, Italija
40. ISIS, Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Velika Britanija
41. A. F. Ioffe Physico-Technical Institute, Sankt Peterburg, Ruska federacija
42. Kavli Institute for Theoretical Physics, Santa Barbara, ZDA
43. King's College, London, Velika Britanija
44. Klinični center Ljubljana
45. Korea Basic Science Institute, Daejeon, Južna Koreja
46. Kyung Hee University of Suwon, Impedance Imaging Research Center, Seoul, Južna Koreja
47. KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Švedska
48. KMZ - CNC obdelava kovin in drugih materialov Zalar Miran, s. p., Ljubljana
49. LEK, Ljubljana
50. Liquid Crystal Institute, Kent, Ohio, ZDA
51. L'Oreal, Pariz, Francija
52. LVL livarstvo in orodjarstvo, d. o. o., Kranj
53. Max Planck Institut, Dresden, Nemčija

54. Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, ZDA
55. Merck KGaA, Darmstadt, Nemčija
56. MH Hannover, Hannover, Nemčija
57. Ministrstvo za obrambo, Ljubljana, Slovenija
58. National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Physics, Kijev, Ukrajina
59. National Center for Scientific Research "Demokritos", Aghia Paraskevi Attikis, Grčija
60. National Institute for Research in Inorganic materials, Tsukuba, Japonska
61. Nuklearni Institut Vinča, Beograd, Srbija
62. Oxford University, Department of Physics, Department of Materials, Oxford, Velika Britanija
63. Optotek, d. o. o., Ljubljana
64. Paul Scherrer Institut, Villigen, Švica
65. Politecnico di Torino, Dipartimento di Fisica, Torino, Italija
66. Radboud University Nijmegen, Research Institute for Materials, Nijmegen, Nizozemska
67. RLS Merilna tehnika, d. o. o., Slovenija
68. Rwth Aachen University, Aachen, Nemčija
69. School of Physics, Hyderabad, Andhra Prades, Indija
70. SISSA, Trst, Italija
71. State College, Pennsylvania, ZDA
72. Stelar, Mede, Italija
73. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Reka, Hrvaška
74. Sveučilište u Zagrebu, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška
75. Technical University of Catalonia, Barcelona, Španija
76. Tehniška Univerza Dunaj, Dunaj, Avstrija
77. The Geisel School of Medicine at Dartmouth, Hanover, ZDA
78. The Max Delbrück Center for Molecular Medicine in Berlin, Berlin, Nemčija
79. Tohoku University, Sendai, Japonska
80. Tokyo University, Japonska
81. UNCOSS, Bruselj, Belgija
82. University of Aveiro, Aveiro, Portugalska
83. Università di Pisa, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Pisa, Italija
84. Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Francija
85. Université de la Méditerranée, Marseille, Francija
86. University of Bristol, Bristol, Velika Britanija
87. University of California at Irvine, Beckman Laster Institute and Medical Clinic, Irvine, Kalifornija, ZDA
88. University of Durham, Durham, Velika Britanija
89. University of Duisburg, Duisburg, Nemčija
90. University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
91. Universität Freiburg, Institut für Makromolekulare Chemie, Freiburg, Nemčija
92. University of Linz, Institute of Chemistry, Department of Physical Chemistry & Linz Institute of Organic Solar Cells, Linz, Avstrija
93. University of Leeds, Leeds, Velika Britanija
94. University of Loughborough, Loughborough, Velika Britanija
95. Universität Mainz, Geowissenschaften, Mainz, Nemčija
96. Université de Nice, Nica, Francija
97. Université Paris Sud, Pariz, Francija
98. University of Provence, Marseille, Francija
99. University of Tsukuba, Japonska
100. University of Utah, Department of Physics, Salt Lake City, Utah, ZDA
101. University of Waterloo, Department of Physics, Waterloo, Ontario, Kanada
102. Universität Regensburg, Regensburg, Nemčija
103. University of Zürich, Zürich, Švica
104. Univerza v Münchenu in MPQ, München, Nemčija
105. Univerza v Monsu, Mons, Belgija
106. Univerza v Pavii, Pavia, Italija
107. Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
108. Univerza v Severni Karolini, Chapel Hill, ZDA
109. Univerza v Siscosinu, Madison, ZDA
110. Wageningen University, Laboratory of Biophysics, Wageningen, Nizozemska
111. Weizman Institute, Rehovot, Izrael
112. Yonsei University, Seoul, Južna Koreja
113. Zavod RS za transfuzijsko medicine, Ljubljana, Slovenija
114. Železarna Ravne, Ravne na Koroškem

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Andreja Abina, Uroš Puc, Anton Jeglič, Aleksander Zidanšek, "Structural characterization of thermal building insulation materials using terahertz spectroscopy and terahertz pulsed imaging", *NDT E int.*, vol. 77, str. 11-18, 2016. [COBISS.SI-ID 28983847]
2. Anže Abram, Andreja Eršte, Goran Dražić, Vid Bobnar, "Structural and dielectric properties of hydrothermally prepared boehmite coatings on an aluminium foil", *J. mater. sci., Mater. electron.*, vol. 27, no. 10, str. 10221-10225, 2016. [COBISS.SI-ID 29566759]
3. Luis E. Aguirre, Alexandre de Oliveira, David Seč, Simon Čopar, Pedro L. Almeida, Miha Ravnik, Maria H. Godinho, Slobodan Žumer, "Sensing surface morphology of biofibers by decorating spider silk and cellulosic filaments with nematic microdroplets", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 113, no. 5, str. 1174-1179, 2016. [COBISS.SI-ID 2917220]
4. M. Yusuf Ali, Andrej Vilfan, Kathleen M. Trybus, David M. Warshaw, "Cargo transport by two coupled myosin Va motors on actin filaments and bundles", *Biophys. j.*, vol. 111, no. 10, str. 2228-2240, 2016. [COBISS.SI-ID 29940263]
5. Sofija Andjelić, Kazimir Dražlar, Anastazija Hvala, Nina Lokar, Janez Štrancar, Marko Hawlina, "Anterior lens epithelial cells attachment to the basal lamina", *Acta ophthalmol. (2008)*, vol. 94, iss. 3, str. e183-e188, May 2016. [COBISS.SI-ID 2628780]
6. Fatima Ezahra Annanouch *et al.* (12 avtorjev), "Aerosol-assisted CVD-grown PdO nanoparticle-decorated tungsten oxide nanoneedles extremely sensitive and selective to hydrogen", *ACS appl. mater. interfaces*, vol. 8, iss. 16, pp. 10413-10421, 2016. [COBISS.SI-ID 29449511]
7. Fatima Ezahra Annanouch, Sergio Roso, Zouhair Haddi, Stella Vallejos, Polona Umek, Carla Bittencourt, Christopher Blackman, T. Vilic, Eduard Llobet, "p-Type PdO nanoparticles supported on n-type WO<sub>3</sub> nanoneedles for hydrogen sensing", *Thin solid films*, vol. 618, part B, pp. 238-245, 2016. [COBISS.SI-ID 29909799]
8. Tomaž Apih, Alan Gregorovič, Veselko Žagar, Janez Seliger, "Nuclear quadrupole resonance study of proton and deuteron migration in short strong hydrogen bonds formed in molecular complex 3, 5-dinitrobenzoic acid-nicotinic acid and in deuterated 3, 5-pyridinedicarboxylic A", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, issue 18, str. 9992-10000, 2016. [COBISS.SI-ID 29464871]
9. Tomaž Apih, Alan Gregorovič, Veselko Žagar, Janez Seliger, "Strong hydrogen bonds formed in molecular complex 3, 5-dinitrobenzoic acid - nicotinic acid and in deuterated 3, 5-pyridinedicarboxylic acid", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, iss. 18, str. 9992-10000, 2016. [COBISS.SI-ID 29449255]
10. Tomaž Apih, Veselko Žagar, Janez Seliger, "NMR and NQR study of above-room-temperature molecular ferroelectrics diisopropylammonium chloride and diisopropylammonium perchlorate", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, no. 11, str. 6180-6189, 2016. [COBISS.SI-ID 29366311]
11. Jure Aplinc, Stephen Morris, Miha Ravnik, "Porous nematic microfluidics for generation of umbilic defects and umbilic defect lattices", *Physical review fluids*, vol. 1, iss. 2, str. 023303-1-023303-12, 2016. [COBISS.SI-ID 2967652]
12. Jure Aplinc, Mitja Štimulak, Simon Čopar, Miha Ravnik, "Nematic liquid crystal gyroids as photonic crystals", *Liq. cryst.*, vol. 43, iss. 13/15, str. 2320-2331, 2016. [COBISS.SI-ID 2977892]
13. Denis Arčon, L. M. Schoop, R. J. Cava, Claudia Felser, "Evolution of magnetic fluctuations through the Fe-induced paramagnetic to ferromagnetic transition in Cr<sub>2</sub>", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 10, str. 104413-1-104413-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29355559]
14. B. Asbani, Y. Gagou, J. -L. Dellis, A. Lahmar, M. Amjoud, D. Mezzane, Zdravko Kutnjak, M. El Marssi, "Structural, dielectric and electrocaloric properties in lead-free Zr-doped Ba<sub>0.8</sub>Ca<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub> solid solution", *Solid state commun.*, vol. 237/238, str. 49-54, 2016. [COBISS.SI-ID 29441575]
15. Franci Bajd, Anton Gradišek, Tomaž Apih, Igor Serša, "Dry-cured ham tissue characterization by fast field cycling NMR relaxometry and quantitative magnetization transfer", *Magn. reson. chem.*, vol. 54, no. 10, str. 827-834, 2016. [COBISS.SI-ID 29526311]
16. Franci Bajd, Carlos Mattea, Siegfried Stapf, Igor Serša, "Diffusion tensor MR microscopy of tissues with low diffusional anisotropy", *Radiol. oncol. (Ljubl.)*, vol. 50, no. 2, str. 175-187, IV, 2016. [COBISS.SI-ID 29470503]
17. Franci Bajd, Martin Škrlep, Marjeta Čandek-Potokar, Jernej Vidmar, Igor Serša, "Application of quantitative magnetization transfer magnetic resonance imaging for characterization of dry-cured hams", *Meat sci.*, vol. 122, str. 109-118, 2016. [COBISS.SI-ID 5071208]

18. Franci Bajd, Martin Škrlep, Marjeta Čandek-Potokar, Jernej Vidmar, Igor Serša, "Use of multiparametric magnetic resonance microscopy for discrimination among different processing protocols and anatomical positions of Slovenian dry-cured hams", *Food chem.*, vol. 197, part B, str. 1093-1101, 2016. [COBISS.SI-ID 29066023]
19. Hyun-Woo Bang, Woosuk Yoo, Joungha Choi, Chun-Yeol You, Jung-II Hong, Janez Dolinšek, Myung-Hwa Jung, "Perpendicular magnetic anisotropy properties of tetragonal Mn<sub>3</sub>Ga films under various deposition conditions", *Current applied physics*, vol. 16, no. 1, str. 63-67, 2016. [COBISS.SI-ID 29043495]
20. Andraž Bradeško, Đani Juričić, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Coupling of the electrocaloric and electromechanical effects for solid-state refrigeration", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 14, str. 143508-1-143508-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29824039]
21. Laura Cattaneo, Žiga Kos, Matteo Savoini, Paul H. J. Kouwer, Alan Rowan, Miha Ravnik, Igor Muševič, Theo Rasing, "Electric field generation of Skyrmion-like structures in a nematic liquid crystal", *Soft matter*, vol. 12, iss. 3, str. 853-858, 2016. [COBISS.SI-ID 2888292]
22. Sangyeon Cho, Matjaž Humar, Nicola Martino, Seok Hyun Andy Yun, "Laser particle stimulated emission microscopy", *Phys. rev. lett.*, vol. 117, no. 19, str. 193902-1-193902-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29933607]
23. George Cordoyiannis, Sašo Gyergyek, Brigita Rožič, Samo Kralj, Zdravko Kutnjak, George Nounesis, "The effect of magnetic nanoparticles upon the smectic-A to smectic-C\* phase transition", *Liq. cryst.*, vol. 43, no. 3, str. 314-319, 2016. [COBISS.SI-ID 29057319]
24. Božidara Cvetković, Hristijan Gjoreski, Vito Janko, Boštjan Kaluža, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, Igor Jurinčič, Anton Gosar, Simon Kerma, Gregor Balažič, "E-turist: an intelligent personalised trip guide", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 4, str. 447-455, 2016. [COBISS.SI-ID 30197287]
25. Miha Čančula, Miha Ravnik, Igor Muševič, Slobodan Žumer, "Liquid micro lenses and waveguides from bulk nematic birefringent profiles", *Opt. express*, vol. 24, no. 19, str. 22177-22188, 2016. [COBISS.SI-ID 2994020]
26. Simon Čopar, David Seč, Luis E. Aguirre, Pedro L. Almeida, Mallory Dazza, Miha Ravnik, Maria H. Godinho, Pawel Pieranski, Slobodan Žumer, "Sensing and tuning microfiber chirality with nematic chirogyral effect", *Phys. rev. E*, vol. 93, iss. 3, str. 032703-1-032703-7, 2016. [COBISS.SI-ID 2943332]
27. Martin Dobeic, Stanka Grebenc, Zlatka Bajc, Polona Umek, Štefan Pintarič, Irena Uranjek, Ksenija Šinigoj-Gačnik, "Antibacterial properties of non-thermal, atmospheric, Openair(R), plasma jet in surface decontamination of eggs in shell", *Slov. vet. res. (Eng. print ed.)*, vol. 53, no. 1, str. 29-41, 2016. [COBISS.SI-ID 4140154]
28. Valentina Domenici, Anton Gradišek, Tomaž Apih, Věra Hamplová, Vladimíra Novotná, Pedro José Sebastião, "<sup>1</sup>H NMR relaxometry in the TGBC\* and TGBC\* phases", *Ferroelectrics*, vol. 495, iss. 1, str. 17-27, 2016. [COBISS.SI-ID 29359655]
29. Luka Drinovec, Asta Gregorič, Peter Zotter, Robert Wolf, Emily Anne Bruns, Andre S. H. Prevot, Jean-Eudes Petit, Olivier Favez, Jean Sciare, Ian J. Arnold, Rajan K. Chakrabarty, Hans Moosmüller, Filep Agnes, Griša Močnik, "The filter loading effect by ambient aerosols in filter absorption photometers depends on the mixing state of the sampled particles", *Atmos. meas. tech., Pap. open discuss.*, str. 1-30, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 4560635]
30. J. Enroth *et al.* (11 avtorjev), "Chemical and physical characterization of traffic particles in four different highway environments in the Helsinki metropolitan area", *Atmos. chem. phys.*, vol. 16, iss. 9, str. 5497-5512, 2016. [COBISS.SI-ID 29453607]
31. Andreja Eršte, Lovro Fulanović, Lucija Čoga, M. Lin, Y. Thakur, Qiming M. Zhang, Vid Bobnar, "Stable dielectric response of low-loss aromatic polythiourea thin films on Pt/SiO<sub>2</sub> substrate", *Journal of advanced dielectrics*, vol. 6, no. 1, str. 1650003-1-1650003-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29391911]
32. Luca Ferrero *et al.* (20 avtorjev), "Vertical profiles of aerosol and black carbon in the Arctic: a seasonal phenomenology along 2 years (2011-2012) of field campaigns", *Atmos. chem. phys.*, vol. 16, no. 219, str. 12601-12629, 2016. [COBISS.SI-ID 29934119]
33. Cene Filipič, Zdravko Kutnjak, Raša Pirc, Giovanna Canu, Jan Petzelt, "BaZr<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>O<sub>3</sub>: lead-free relaxor ferroelectric or dipolar glass", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 22, str. 224105-1-224105-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29614375]
34. Cene Filipič, Ivana Levstik, Adrijan Levstik, Dušan Hadži, "Polaron conductivity mechanism in potassium acid phthalate crystal: AC-conductivity investigation", *Jpn. j. appl. phys.*, vol. 55, no. 8, str. 081203-1-081203-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29650215]
35. Matjaž Gomilšek, Martin Klanjšek, Matej Pregelj, F. C. Coomer, H. Luetkens, Oksana Zaharko, T. Fennell, Y. Li, Qingming Zhang, Andrej Zorko, "Instabilities of spin-liquid states in a quantum kagome antiferromagnet", *Physical review. B*, vol. 93, no. 6, str. 060405-1-060405-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29325863]
36. Matjaž Gomilšek, Martin Klanjšek, Matej Pregelj, H. Luetkens, Y. Li, Qiming M. Zhang, Andrej Zorko, "μSR insight into the impurity problem in quantum kagome antiferromagnets", *Physical review. B*, vol. 94, no. 2, str. 024438-1-024438-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29657127]
37. Anton Gradišek, Valentina Domenici, Tomaž Apih, Vladimíra Novotná, Pedro José Sebastião, "<sup>1</sup>H NMR relaxometric study of molecular dynamics in a "de vries" liquid crystal", *J. phys. chem., B Condens. matter. surf. interfaces biophys.*, vol. 120, iss. 20, str. 4706-4714, 2016. [COBISS.SI-ID 29460775]
38. Anton Gradišek, Lars Haahr Jepsen, Torben R. Jensen, Mark S. Conradi, "Nuclear magnetic resonance study of molecular dynamics in ammine metal borohydride Sr(BH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, no. 43, str. 24646-24654, 2016. [COBISS.SI-ID 29842727]
39. Alan Gregorovič, Tomaž Apih, Janez Seliger, "<sup>1</sup>H-<sup>14</sup>N cross-relaxation spectrum analysis in sildenafil and sildenafil citrate", *Solid state nucl. magn. reson.*, vol. 78, pp. 16-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29514535]
40. Matjaž Humar, "Liquid-crystal-droplet optical microcavities: [invited article]", *Liq. cryst.*, vol. 43, no. 13/15, str. 1937-1950, 2016. [COBISS.SI-ID 30086439]
41. Matjaž Humar, Fumito Araoka, Hideo Takezoe, Igor Muševič, "Lasing properties of polymerized chiral nematic Bragg onion microlasers", *Opt. express*, vol. 24, no. 17, str. 19237-1-19237-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29666087]
42. Mutsuo Igarashi, Peter Jeglič, Andraž Krajnc, Rok Žitko, Takehito Nakano, Yasuo Nozue, Denis Arčon, "Metal-to-insulator crossover in alkali doped zeolite", *Scientific reports*, vol. 6, str. 18682-1-18682-8, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 29136423]
43. Simon Jazbec, Shiro Kashimoto, Primož Koželj, Stanislav Vrtnik, Marko Jagodič, Zvonko Jagličič, Janez Dolinšek, "Schottky effect in the i-Zn-Ag-Sc-Tm icosahedral quasicrystal and its 1/1 Zn-Sc-Tm approximant", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 5, str. 054208-1-054208-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29311015]
44. M. Jeong *et al.* (11 avtorjev), "Dichotomy between attractive and repulsive tomonaga-luttinger liquids in spin ladders", *Phys. rev. lett.*, vol. 117, no. 10, str. 106402-1-106402-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29715495]
45. H. Kaddoussi, A. Lahmar, Y. Gagou, B. Asbani, J. -L. Dellis, George Cordoyiannis, B. Allouche, H. Khemakher, Zdravko Kutnjak, M. El Marssi, "Indirect and direct electrocaloric measurements of (Ba<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>)(Zr<sub>0.1</sub>Ti<sub>0.9</sub>)O<sub>3</sub> ceramics (x = 0.05, x = 0.20)", *J. alloys compd.*, vol. 667, str. 198-203, 2016. [COBISS.SI-ID 29375271]
46. Maja Kaisersberger Vincek, Janez Štrancar, Vanja Kokol, "Antibacterial activity of chemically versus enzymatic functionalized wool with ξ-poly-L-lysine", *Tex. res. j.*, str. 1-16, Published online before print July 5, 2016. [COBISS.SI-ID 19666710]
47. H. Khassaf, J. V. Mantese, N. Bassiri-Gharb, Zdravko Kutnjak, S. P. Alpay, "Perovskite ferroelectrics and relaxor-ferroelectric solid solutions with large intrinsic electrocaloric response over broad temperature ranges", *J. mater. chem. C*, 22 str. [COBISS.SI-ID 29494311]
48. Moonseok Kim, Jeesoo An, Ki Su Kim, Myunghwan Choi, Matjaž Humar, Sheldon J. J. Kwok, Tianhong Dai, Seok Hyun Andy Yun, "Optical lens-microneedle array for percutaneous light delivery", *Biomed. opt. express*, vol. 7, no. 10, str. 4220-4227, 2016. [COBISS.SI-ID 29768487]
49. Gregor Koder, Igor Serša, "Magnetic resonance imaging of mechanical deformations", *Magn. reson. imag.*, vol. 34, iss. 2, str. 137-143, 2016. [COBISS.SI-ID 29066279]
50. Žiga Kos, Miha Ravnik, "Relevance of saddle-splay elasticity in complex nematic geometries", *Soft matter*, vol. 12, iss. 4, str. 1313-1323, 2016. [COBISS.SI-ID 2888036]
51. Peter Krajnc, Amir Rashid, Franci Pušavec, Maja Remškar, Akinori Yui, Nader Nikkam, Muhammet Toprak, "Transitioning to sustainable production. Pt. 3. Developments and possibilities for integration of nanotechnology into material processing technologies", *J. clean. prod.*, vol. 112, pt. 1, str. 1156-1164, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 14444315]
52. Matej Kranjc, Franci Bajd, Igor Serša, Mark de Boevere, Damijan Miklavčič, "Electric field distribution in relation to cell membrane electroporation in potato tuber tissue studied by magnetic resonance techniques", *Innovative food science & emerging technologies*, vol., no. str. 1-31, 2016. [COBISS.SI-ID 11302740]
53. Mitja Krnel, Stanislav Vrtnik, Primož Koželj, Andraž Kocjan, Zvonko Jagličič, Pascal Boulet, Marie-Cecile De Weerd, Jean-Marie Dubois, Janez Dolinšek, "Random-anisotropy ferromagnetic state in the Cu<sub>5</sub>Gd<sub>0.54</sub>Ca<sub>0.42</sub> intermetallic compound", *Phys. rev. B, Condens. matter*

- mater. phys.*, vol. 93, no. 9, str. 094202-1-094202-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29348135]
54. Oh In Kwon, Saurav Z. K. Sajib, Igor Serša, Tong In Oh, Woo Chul Jeong, Hyoung Joong Kim, Eung Je Woo, "Current density imaging during transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) using DT-MRI and MREIT: algorithm development and numerical simulations", *IEEE trans. biomed. eng.*, vol. 63, iss. 1, str. 168-175, 2016. [COBISS.SI-ID 28676391]
  55. Marlon Lawrence, Anže Testen, Tilen Koklič, Oliver Smithies, "A simple method for the size controlled synthesis of stable oligomeric clusters of gold nanoparticles under ambient conditions", *J. vis. exp.*, no. 108, str. e53388-1-e53388-8, feb. 2016. [COBISS.SI-ID 29283623]
  56. Florian Johannes Maier, Thomas Lachner, Andrej Vilfan, T. Onur Tasci, Keith B. Neeves, David W. M. Marr, Thomas M. Fischer, "Non reciprocal skewed rolling of a colloidal wheel due to induced chirality", *Soft matter*, vol. 12, no. 46, str. 9314-9320, 2016. [COBISS.SI-ID 29974311]
  57. Katja Makovšek, Irena Ramšak, Barbara Malič, Vid Bobnar, Danjela Kuščer, "Processing of steatite ceramic with a low dielectric constant and low dielectric losses", *Inf. MIDEEM*, vol. 46, no. 2, str. 100-105, 2016. [COBISS.SI-ID 29682215]
  58. Gennady I. Maksimochkin, Dina V. Shmeliova, Sergey V. Pasechnik, Alexander Dubtsov, O. A. Semina, Samo Kralj, "Orientational fluctuations and phase transitions in 8CB confined by cylindrical pores of the PET film", *Phase transit.*, vol. 89, no. 7/8, str. 846-855, 2016. [COBISS.SI-ID 22500872]
  59. Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Vid Bobnar, Barbara Malič, "Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition", *J. mater. chem. C*, vol. 4, no. 24, str. 5634-5641, 2016. [COBISS.SI-ID 29491239]
  60. Luka Mesarec, Wojciech Gózdź, Aleš Igljič, Samo Kralj, "Effective topological charge cancelation mechanism", *Scientific reports*, vol. 6, art. no. 27117, str. 1-9, 2016. [COBISS.SI-ID 22256136]
  61. Luka Mesarec, Wojciech Gózdź, Veronika Kralj-Igljič, Samo Kralj, Aleš Igljič, "Closed membrane shapes with attached BAR domains subject to external force of actin filaments", *Colloids surf., B Biointerfaces*, vol. 141, str. 132-140, May 2016. [COBISS.SI-ID 11294548]
  62. Urška Mikac, Ana Sepe, Saša Baumgartner, Julijana Kristl, "The influence of high drug loading in xanthan tablets and media with different physiological pH and ionic strength on swelling and release", *Mol. pharm.*, vol. 13, iss. 3, str. 1147-1157, 2016. [COBISS.SI-ID 4038513]
  63. Jerneja Milavec, Valentina Domenici, Blaž Zupančič, Andraž Rešetič, Alexej Bubnov, Boštjan Zalar, "Deuteron NMR resolved mesogen vs. crosslinker molecular order and reorientational exchange in liquid single crystal elastomers", *PCCP. Phys. chem. chem. phys.*, vol. 18, no. 5, str. 4071-4077, 2016. [COBISS.SI-ID 29273127]
  64. Giorgio Mirri, Daniël C. Schoenmakers, Paul H. J. Kouwer, Peter Veranič, Igor Muševič, Bogdan Štefane, "Synthesis of functional fluorescent BODIPY-based dyes through electrophilic aromatic substitution: straightforward approach towards customized fluorescent probes", *ChemistryOpen (Weinh.)*, vol. 5, iss. 5, str. 450-454, 2016. [COBISS.SI-ID 1537092291]
  65. Tomaž Mohorič, Gašper Kokot, Natan Osterman, Alexey Snezhko, Andrej Vilfan, Dušan Babič, Jure Dobnikar, "Dynamic assembly of magnetic colloidal vortices", *Langmuir*, vol. 32, no. 20, str. 5094-5101, 2016. [COBISS.SI-ID 29511463]
  66. Urban Mur, Simon Čopar, Gregor Posnjak, Igor Muševič, Miha Ravnik, Slobodan Žumer, "Ray optics simulations of polarised microscopy textures in chiral nematic droplets", *Liq. cryst.*, 9 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2991204]
  67. Maryam Nikkhou, Miha Škarabot, Simon Čopar, Igor Muševič, "Dynamics of topological monopoles annihilation on a fibre in a thick and thin nematic layer", *The European physical journal. E, Soft matter*, vol. 39, str. 100-1-100-7, 2016. [COBISS.SI-ID 30142759]
  68. Maryam Nikkhou, Miha Škarabot, Igor Muševič, "Annihilation dynamics of topological monopoles on a fiber in nematic liquid crystals", *Phys. rev., E*, vol. 93, no. 6, str. 062703-1-062703-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29566247]
  69. Bert Nitzsche, E. Dudek, L. Hajdo, Andrzej A. Kasprzak, Andrej Vilfan, Stefan Diez, "Working stroke of the kinesin-14, ncd, comprises two substeps of different direction", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 113, no. 43, str. E6582-E6589, 2016. [COBISS.SI-ID 29914919]
  70. Sedat Nizamoglu et al. (11 avtorjev), "Bioabsorbable polymer optical waveguides for deep-tissue photomedicine", *Nature communications*, vol. 7, str. 10374-1-10374-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29269543]
  71. Stane Pajk, Matej Živec, Roman Šink, Izidor Sosič, Margarete Neu, Chun-wa Chung, María Martínez-Hoyos, Esther Pérez-Herrán, Daniel Álvarez-Gómez, Emilio Álvarez-Ruíz, Alfonso Mendoza-Losana, Julia Castro-Pichel, David Barros, Lluís Ballell-Pages, Robert J. Young, Maire A. Convery, Lourdes Encinas, Stanislav Gobec, "New direct inhibitors of InhA with antimycobacterial activity based on a tetrahydropyran scaffold", *Eur. j. med. chem.*, vol. 112, str. 252-257, April 2016. [COBISS.SI-ID 4025969]
  72. Srečko Paskvale, Maja Remškar, Miha Čekada, "Tribological performance of TiN, TiAlN and CrN hard coatings lubricated by MoS<sub>2</sub> nanotubes in oylalphaolefin oil", *Wear*, vol. 352-353, str. 72-78, 2016. [COBISS.SI-ID 29308711]
  73. Tanja Pečnik, Andreja Eršte, Aleksander Matavž, Vid Bobnar, Maksim Ivanov, Juras Banyas, Feng Xiang, Hong Wang, Barbara Malič, Sebastjan Glinšek, "Dielectric dynamics of the polycrystalline Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> thin films", *Europhys. lett.*, vol. 114, no. 4, str. 47009-1-47009-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29596199]
  74. Gregor Posnjak, Simon Čopar, Igor Muševič, "Points, skyrmions and torons in chiral nematic droplets", *Scientific reports*, vol. 6, art. no. 26361, 10 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2963556]
  75. Yasir-Beeran Potta Thara, Vid Bobnar, Selestina Gorgieva, Yves Grohens, Sabu Thomas, Matjaž Finšgar, Vanja Kokol, "Mechanically strong, flexible and thermally stable graphene oxide/nanocellulosic films with enhanced dielectric properties", *RSC advances*, vol. 6, iss. 54, str. 49138-49149, 2016. [COBISS.SI-ID 19525910]
  76. Matej Pregelj, Oksana Zaharko, Mirta Herak, Matjaž Gomilšek, Andrej Zorko, L. C. Chapon, F. Bourdarot, Helmuth Berger, Denis Arčon, "Exchange anisotropy as mechanism for spin-stripe formation in frustrated spin chains", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 94, no. 8, str. 081114-1-081114-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29713959]
  77. Eva Pušavec Kirar, Uroš Grošel, Giorgio Mirri, Franc Požgan, Gregor Strle, Bogdan Štefane, Vasko Jovanovski, Jurij Svete, "Click" chemistry: application of copper metal in Cu-catalyzed azomethine imine-alkyne cycloadditions", *J. org. chem.*, vol. 81, iss. 14, str. 5988-5997, Jul. 2016. [COBISS.SI-ID 1537011395]
  78. Maja Remškar, Janez Jelenc, "Influence of surface defects on superlattice patterns in graphene on graphite", *Surf. sci.*, vol. 651, str. 51-56. [COBISS.SI-ID 29440039]
  79. Andraž Rešetič, Jerneja Milavec, Blaž Zupančič, Valentina Domenici, Boštjan Zalar, "Polymer-dispersed liquid crystal elastomers", *Nature communications*, vol. 7, str. 13140-1-13140-10. [COBISS.SI-ID 29955111]
  80. Sergio Roso, Carla Bittencourt, Polona Umek, Oriol González, Frank Güell, Atsushi Urakawa, Eduard Llobet, "Synthesis of single crystalline In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> octahedra for the selective detection of NO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> at trace levels", *J. mater. chem. C*, vol. 4, iss. 40, pp. 9418-9427, 2016. [COBISS.SI-ID 29817127]
  81. Gerhard Schauer, Anne Kasper Giebl, Griša Močnik, "Increased PM concentrations during a combined wildfire and saharan dust event observed at high-altitude Sonnblick Observatory, Austria", *Aerosol air qual. res.*, vol. 16, no. 3, str. 542-554, 2016. [COBISS.SI-ID 29169703]
  82. Ivan Sedmak, Iztok Urbančič, Rok Podlipce, Janez Štrancar, Michel Mortier, Iztok Golobič, "Submicron thermal imaging of a nucleate boiling process using fluorescence microscopy", *Energy (Oxford)*, vol. 109, str. 436-445, Aug. 2016. [COBISS.SI-ID 14672155]
  83. Janez Seliger, Veselko Žagar, Tomaž Apih, Alan Gregorovič, Magdalena Latosińska, Grzegorz A. Olejniczak, Jolanta N. Latosińska, "Polymorphism and disorder in natural active ingredients, Low and high-temperature phases of anhydrous caffeine: spectroscopic (<sup>1</sup>H-<sup>14</sup>N NMR-NQR/<sup>14</sup>N NQR) and solid-state computational modelling (DFT/QTAIM/RDS) study", *Eur. j. pharm. sci.*, vol. 85, str. 18-30. [COBISS.SI-ID 29274407]
  84. Igor Serša, Franci Bajd, Aleš Mohorič, "Effects of off-resonance spins on the performance of the modulated gradient spin echo sequence", *J. magn. reson. (San Diego, Calif., 1997)*, vol. 270, str. 77-86, 2016. [COBISS.SI-ID 29639463]
  85. Maja Trček, George Cordoyiannis, Zdravko Kutnjak, George Nounesis, Ioannis Lelidis, "Twist-grain-boundary-A\* phase stabilisation in confined geometry by the interfaces", *Liq. cryst.*, vol. 43, iss. 10, pp. 1437-1447, 2016. [COBISS.SI-ID 29483047]
  86. Hana Uršič, Vid Bobnar, Barbara Malič, Cene Filipič, Marko Vrabelj, Silvo Drnovšek, Jo. Younghun, Magdalena Wencka, Zdravko Kutnjak, "A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration", *Scientific reports*, vol. 6, str. 26629-1-26629-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29513767]
  87. Hana Uršič, Lovro Fulanovič, Marko Vrabelj, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, "Electrocaloric properties of 0.7Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub> - 0.3PbTiO<sub>3</sub> ceramics with different grain sizes", *Advances in applied ceramics*, vol. 115, no. 2, str. 77-80, 2016. [COBISS.SI-ID 29193767]

88. Ana Varlec, Denis Arčon, Srečo D. Škapin, Maja Remškar, "Oxygen deficiency in MoO<sub>3</sub> polycrystalline nanowires and nanotubes", *Mater. chem. phys.*, vol. 170, str. 154-161, 2016. [COBISS.SI-ID 29165351]

89. Ana Varlec, Andreja Eršte, Vid Bobnar, Maja Remškar, "Influence of preparation conditions on structural and dielectric properties of PVDF-MoS<sub>2</sub> nanotubes composite films", *J. polym. res.*, vol. 23, no. 2, str. 34-1-34-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29245991]

90. Jernej Vidmar, Mirko Omejc, Rok Dežman, Peter Popović, "Thrombosis of pancreatic arteriovenous malformation induced by diagnostic angiography: case report", *BMC Gastroenterol.*, vol. 16, str. 68-1-68-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29650471]

91. Marko Vrabelj, Hana Uršič, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Silvo Drnovšek, Andreja Benčan, Vid Bobnar, Lovro Fulanović, Barbara Malič, "Large electrocaloric effect in grain-size-engineered 0.9Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub> - 0.1PbTiO<sub>3</sub>", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, iss. 1, str. 75-80, 2016. [COBISS.SI-ID 28945447]

92. Ali K. Yetisen, Haider Butt, Tatsiana Mikulchuk, Rajib Ahmed, Yunuen Montelongo, Matjaž Humar, Nan Jiang, Suzanne Martin, Izabela Naydenova, Seok Hyun Andy Yun, "Color-selective 2.5D holograms on large-area flexible substrates for sensing and multilevel security", *Adv. opt. mater.*, vol. 4, no. 10, str. 1589-1600, 2016. [COBISS.SI-ID 29893927]

93. Ali K. Yetisen *et al.* (12 avtorjev), "Photonic hydrogel sensors", *Biotechnol. adv.*, vol. 34, no. 3, str. 250-271, 2016. [COBISS.SI-ID 29430311]

94. Andrej Zorko, Matjaž Gomilšek, Matej Pregelj, M. Ozerov, S. A. Zvyagin, Andrzej Ozarowski, V. Tsurkan, A. Loidl, Oksana Zaharko, "Electron spin resonance insight into broadband absorption of the Cu<sub>3</sub>Bi(SeO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>Br metamagnet", *AIP advances*, vol. 6, iss. 5, str. 056210-1- 056210-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29331495]

95. P. Zotter, Hanna Herich, Martin Gysel, Imad El-Haddad, Yanling Zhang, Griša Močnik, Christoph Hüglin, Urs Baltensperger, Sönke Szidat, Andre S. H. Prevot, "Evaluation of the absorption Ångström exponents for traffic and wood burning in the Aethalometer based source apportionment using radiocarbon measurements of ambient aerosol", *Atmos. chem. phys.*, 29 str., [in] press 2016. [COBISS.SI-ID 29934631]

96. Kristina Žagar, Andraž Kocjan, Spomenka Kobe, "Magnetic and microstructural investigation of high-coercivity net-shape Nd-Fe-B-type magnets produced from spark-plasma-sintered melt-spun ribbons blended with DyF<sub>3</sub>", *J. magn. mater.*, vol. 403, str. 90-96, 2016. [COBISS.SI-ID 29176871]

## PREGLJEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Matjaž Humar, Sheldon J. J. Kwok, Myunghwan Choi, Ali K. Yetisen, Sangyeon Cho, Seok Hyun Andy Yun, "Toward biomaterial-based implantable photonic devices", *Nanophotonics (Berl.)*, vol. 5, no. 1, str. 60-80, 2016. [COBISS.SI-ID 29493799]
- Urška Mikac, Ana Sepe, Julijana Kristl, "Pomen magnetnoresonančnih metod pri raziskavah ogrodnih tablet s podaljšanim sproščanjem", *Farm. vestn. (Tisk. izd.)*, letn. 67, št. 4, str. 249-256, 2016. [COBISS.SI-ID 4100977]
- Igor Muševič, "Liquid-crystal micro-photonics", *Liq. cryst. rev.*, vol. 4, no. 1, str. 1-34, 2016. [COBISS.SI-ID 30225191]

## STROKOVNI ČLANEK

- Anton Gradišek, Gašper Slapničar, Jure Šorn, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, Janez Grad, "Spletna aplikacija za prepoznavanje čmrljev na podlagi zvoka", *Proteus*, letn. 79, [št.] 2, str. 78-82, okt. 2016. [COBISS.SI-ID 63036770]
- Aleš Mohorič, Andrej Čadež, "Gravitacijski valovi", *Obz. mat. fiz.*, letn. 63, št. 2, str. 53-63, 2016. [COBISS.SI-ID 17754201]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

### (VABLJENO PREDAVANJE)

- Urban Mur, Simon Čopar, Miha Ravnik, Miha Čančula, Slobodan Žumer, "Unveiling details of defect structures in chiral and achiral nematic droplets by improving simulations of optical images", *V: Liquid crystals XX, San Diego, California, United States, August 28-30, 2016*, (Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering, vol. 9940), 9 str.. [COBISS.SI-ID 3021924]
- Miha Ravnik, Mitja Štimulak, Urban Mur, Miha Čančula, Simon Čopar, Slobodan Žumer, "Photonic crystals, light manipulation, and imaging in

complex nematic structures", *V: Emerging Liquid Crystal Technologies XI, Tuesday-Wednesday 16-17 February 2016, San Francisco, California, United States*, (Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering, vol. 9769), str. 97690B-1-97690B-10. [COBISS.SI-ID 2931556]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Božidara Cvetković, Vito Janko, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, Tanja Kajtna, Boro Štrumbelj, "Mobile application to stimulate physical activity in schoolchildren", *V: IE 2016, The 12th International Conference on Intelligent Environments*, 14-16 September 2016, London, United Kingdom, str. 206-209. [COBISS.SI-ID 29774887]
- Božidara Cvetković, Urška Pangerc, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, "Monitoring patients with diabetes using wearable sensors: predicting glycaemias using ECG and respiration rate", *V: Proceedings, 1st ECAI Workshop on Artificial Intelligence for Diabetes, AID, at the 22nd European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2016)*, 30 August 2016, The Hague, Holland, str. 18-21. [COBISS.SI-ID 29723431]
- Martin Frešer, Božidara Cvetković, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, "Anticipatory system for T-H-C dynamics in room with real and virtual sensors", *V: UbiComp 2016: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September 12-16, 2016, Heildeberg, Gemany*, str. 1267-1274. [COBISS.SI-ID 29776423]
- Martin Frešer, Božidara Cvetković, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, "An intelligent system to improve T-H-C parameters at the workplace", *V: UbiComp 2016: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September 12-16, 2016, Heildeberg, Gemany*, str. 61-64. [COBISS.SI-ID 29776679]
- Janez Grad, Anton Gradišek, Matjaž Gams, "Čmrlji: pašna dejavnost in zvok brenčanja: daily foraging behavior and buzzing sounds", *V: Zbornik referatov, 2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu [tudi] Poklukarjevi dnevi, Ljubljana, 25. oktober 2016*, str. 18-23. [COBISS.SI-ID 29914151]
- Anton Gradišek, Jani Bizjak, Matjaž Gams, "Platforma za prepoznavanje in klasifikacijo različnih tipov zvokov", *V: Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G*, str. 46-48. [COBISS.SI-ID 29883175]
- Anton Gradišek, Andraž Kocjan, Miha Mlakar, "Ali nam metode strojnega učenja lahko pomagajo pri načrtovanju novih visokotoprijskih zlitin?", *V: Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A*, str. 25-27. [COBISS.SI-ID 29859879]
- Matej Kranjc, Igor Serša, Damijan Miklavčič, "Magnetic resonance electrical impedance tomography for monitoring electrical conductivity during delivery of electric pulses in irreversible electroporation", *V: 1st World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Fields in Biology, Medicine and Food & Environmental Technologies (WC 2015): Portorož, Slovenia, September 6-10, 2015*, (IFMBE proceedings, vol. 53), str. 91-94. [COBISS.SI-ID 11128916]
- Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Inkjet printing of thin metal-oxide structures from sol-gel-precursor inks", *V: 2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Application of Polar Dielectrics, (ISAF/ECAPD/PFM), 21-25 August 2016 Darmstadt, Germany*. [COBISS.SI-ID 29820967]
- Aleš Mohorič, "Raziskava praks študija fizike na evropskih univerzah - projekt HOPE (Obzorja v poučevanju fizike)", *V: Izboljševanje procesov učenja in poučevanja v visokošolskem izobraževanju: zbornik konference*, str. 184-188. [COBISS.SI-ID 3036772]
- Maruška Mole, Longlong Wang, Asta Gregorič, Klemen Bergant, Luka Drinovec, Griša Močnik, Samo Stanič, Janja Vaupotič, Marko Vučkovič, "Študij atmosferskih procesov v Vipavski dolini na podlagi razširjanja aerosolov", *V: Raziskave s področja geodezije in geofizike 2015: zbornik del, 21. srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 28. januar 2016*, str. 35-49. [COBISS.SI-ID 4122619]
- Igor Serša, Franci Bajd, Matej Kranjc, H. Busse, N. Garnov, R. Trampel, Damijan Miklavčič, "Comparison of single-shot rapid acquisition with relaxation enhancement and echo planar current density MRI sequences for monitoring of electric pulse delivery in irreversible electroporation", *V: 1st World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Fields in Biology, Medicine and Food & Environmental Technologies (WC 2015): Portorož, Slovenia, September 6-10, 2015*, (IFMBE proceedings, vol. 53), str. 83-86. [COBISS.SI-ID 11128660]

13. Drago Strle, Mario Trifkovič, Bogdan Štefane, Igor Muševič, "Multi-channel vapor trace detection system", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 101-105. [COBISS.SI-ID 11574612]
14. Mojca Žlahtič, Urška Mikac, Igor Serša, Maks Merela, Miha Humar, "Distribution and penetration of the tung oil in wood studied by high-resolution magnetic resonance imaging", V: *Papers prepared for the 47th Annual meeting, 15-19 May 2016, Lisbon, Portugal*, str. 1-17. [COBISS.SI-ID 2582665]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Igor Serša, Franci Bajd, "Current density imaging as means to follow tissue electroporation", V: *Handbook of electroporation: living reference work*, Damijan Miklavčič, ur., Gregor Serša, ur., Continuously updated ed., Switzerland, Springer International Publishing, cop. 2016, str. 1-21. [COBISS.SI-ID 29778215]

### ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Matej Ogrin, Katja Vintar Mally, Anton Planinšek, Asta Gregorič, Luka Drinovec, Griša Močnik, Darko Ogrin (urednik), *Nitrogen dioxide and black carbon concentrations in Ljubljana*, (GeografF, 18), 1. izd., Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2016. [COBISS.SI-ID 284189952]

## UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK

### Z RECENZIJO

1. Ksenija Cankar, Andrej Fabjan, Borut Kirn, Helena Lenasi, Živa Melik, Nejka Potočnik, Jernej Vidmar, Žarko Finderle (urednik), *Izbrana poglavja iz fiziologije: z navodili za eksperimentalno delo za študente EMS farmacija*, 1. izd., Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za fiziologijo, 2016. [COBISS.SI-ID 287161856]
2. Simon Čopar, Daniel Svenšek, Aleš Mohorič, Saša Prelovšek, *Rešene kolokvijske naloge iz fizike I in II*, (Zbirka izbranih poglavij iz fizike, 50), Ljubljana, DMFA - založništvo, 2016. [COBISS.SI-ID 286267392]

## SREDNJEŠOLSKI, OSNOVNOŠOLSKI ALI DRUGI UČBENIK Z

### RECENZIJO

1. Aleš Mohorič, Vito Babič, *Moja fizika v srednji šoli: zbirka nalog, povzetkov snovi in rešenih zgledov za fiziko v srednji šoli*, 1. natis, Ljubljana, Mladinska knjiga, 2016. [COBISS.SI-ID 284740864]
2. Aleš Mohorič, Vito Babič, *Fizika 1: učbenik za fiziko v 1. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol*, 1. izd., Ljubljana, Mladinska knjiga, 2016. [COBISS.SI-ID 283529728]
3. Aleš Mohorič, Vito Babič, *Fizika 2: učbenik za fiziko v 2. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol*, 3. ponatis, Ljubljana, Mladinska knjiga, 2016. [COBISS.SI-ID 286173696]
4. Milan Ambrožič, Gorazd Planinšič, Erik Karič, Samo Kralj, Mitja Slavinec, Aleksander Zidanšek, *Fizika, narava, življenje, Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole*, (Raziskovalec 8), 1. izd., Ljubljana, DZS, 2000. [COBISS.SI-ID 108544512]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Zoran Arsov, *Uvod v osnove slikovnih tehnik v biomedicini*, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, 2016. [COBISS.SI-ID 29325095]
2. Aleš Mohorič, Tomaž Podobnik, *Navodila za Fizikalni praktikum pri predmetu Uvod v fiziko*, Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, 2010-. [COBISS.SI-ID 2216548]

## PATENTNA PRIJAVA

1. Barbara Malič, Hana Uršič, Marija Kosec, Silvo Drnovšek, Jena Čilenšek, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Uroš Flisar, Andrej Kitanovski, Marko Ožbolt, Uroš Plaznik, Alojz Poredoš, Urban Tomc, Jaka Tušek, *Method for*

*electrocaloric energy conversion*, US2016187034 (A1), US Patent Office, 30. 06. 2016. [COBISS.SI-ID 29642791]

2. Denis Arčon, Anton Potočnik, *Method and device for mineral melt stream manipulation*, WO2016076802 (A1), WIPO International Bureau, 19. 05. 2016. [COBISS.SI-ID 28198951]

## PATENT

1. Igor Muševič, Matjaž Humar, *Kroglasti tekočekristalni laser*, US9263843 (B2), US Patent Office, 16. 02. 2016. [COBISS.SI-ID 24447015]

## MENTORSTVO

1. Sergej Faletič, *Merjenje molekularne dinamike z oscilirajočo prostorsko razglasitvijo faze spinov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Aleš Mohorič). [COBISS.SI-ID 3016548]
2. Andraž Rešetič, *Polimerno dispergirani tekočekristalni elastomeri*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Boštjan Zalar). [COBISS.SI-ID 288842240]
3. Ana Varlec, *Električne, optične in strukturne lastnosti nanomaterialov na osnovi molibdena in njihovih polimernih kompozitov*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Maja Remškar). [COBISS.SI-ID 2962020]
4. Petra Dolšak, *Source specific fog deposition of black carbon from the atmosphere*: magistrsko delo, Halmstad, 2016 (mentor Marie Mattsson; somentor Griša Močnik). [COBISS.SI-ID 29952039]
5. Jože Luzar, *Fizikalne lastnosti visokoentropijskih zlitin Cu-Co-Cr-Fe-Ni-Zr-Al*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Janez Dolinšek). [COBISS.SI-ID 29912359]
6. Matic Bergant, *Določanje vsebnosti meglumina z derivatizacijo z natrijevim naftokinonsulfonatom in tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Stane Pajk; somentor Joško Cesar). [COBISS.SI-ID 4219249]
7. Jakob Frontini, *Nematsko-nematsko površinsko sidranje*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Miha Ravnik). [COBISS.SI-ID 3006564]
8. Saša Harkai, *Vpliv končne velikosti v mehki snovi v električnem polju*: magistrsko delo (bolonjski študij), Maribor, 2016 (mentor Samo Kralj; somentor Victor Teboul). [COBISS.SI-ID 22560264]
9. Boštjan Kokot, *Identifikacija kontakta med nanodelci in lipidnim dvoslojem*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janez Štrancar; somentor Iztok Urbančič). [COBISS.SI-ID 2950244]
10. Nina Lokar, *Optimizacija kontrasta pri fluorescenčni konfokalni mikroskopiji človeških lečnih epitelnih celic*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janez Štrancar; somentor Marko Hawlina). [COBISS.SI-ID 2938468]
11. Tadej Mežnaršič, *Lasersko hlajenje cezijeveh atomov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Žitko; somentor Peter Jeglič). [COBISS.SI-ID 3019620]
12. Manca Podvratnik, *Vpliv gostote magnetnega polja na kakovost magnetnoresonančnih slik*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Igor Serša). [COBISS.SI-ID 3031140]
13. Tanja Seničar, *Sinteza in vrednotenje zaviralcev agregacije in označevalcev fibrilov amiloide-β*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Stane Pajk; somentor Boris Brus). [COBISS.SI-ID 4234097]
14. Eva Shannon Schiffrer, *Načrtovanje in sinteza derivatov pirolo[1,2-a]pirazin-1(2H)-ona s potencialnim zaviralnim delovanjem na girazo B*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Stane Pajk; somentor Rok Frlan). [COBISS.SI-ID 4148593]
15. Mateja Skok, *Uvedba elementov dobre kontrolne laboratorijske prakse v analize laboratorije Fakultete za farmacijo*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Stane Pajk; somentor Joško Cesar). [COBISS.SI-ID 4112241]
16. Jan Srpčič, *Stanja blizu feromagnetne nestabilnosti v zlitinah YFe<sub>2</sub> (Ge, Si)*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Denis Arčon). [COBISS.SI-ID 3042660]
17. Marion Antonia van Midden, *Rekonstrukcija spektralne funkcije Shiboega stanja iz diferencialne prevodnosti*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Žitko). [COBISS.SI-ID 2987620]
18. Mitja Zidar, *Določanje mehanizmov agregacije monoklonskih protiteles v bioloških zdravilih*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Miha Ravnik; somentor Drago Kuzman). [COBISS.SI-ID 3007332]

**Dejavnost odseka za kompleksne snovi obsega veliko različnih področij od sinteze novih vrst nanomaterialov do temeljnih raziskav osnovnih ekscitacij v kompleksnih sistemih. Med te vključujemo vse od nanobioloških materialov in nenavadnih magnetnih sistemov do superprevodnikov in nanožic. Eksperimentalne metode, ki jih uporabljamo so pri tem ustrezno zelo različne: od sintetične kemije in biomedicine do femtosekundne laserske spektroskopije in magnetometrije. Lanskoletni raziskovalni dosežki so torej precej raznoliki, toda ravno zato smo dosegli pomembna znanstvena odkritja na različnih področjih.**

Odsečne dejavnosti se združujejo na več tematsko med seboj povezanih področjih. Razvoj znanosti nanomaterialov je osredinjen na raziskave temeljnih lastnosti in aplikacij polprevodniških dihalogenidov prehodnih kovin in molekularnih nanožic, a sega tudi v fiziko in nanoznanosti makromolekularnih bioloških sistemov ter na drugi strani v kvantno molekularno elektroniko in nanoelektroniko. Te in druge materiale, kot so močno korelirani sistemi, elektronsko urejeni sistemi in superprevodniki, smo raziskovali z različnimi spektroskopskimi metodami. Na več področjih smo predstavili nove materiale, tehnologije in metode.

### Ultrahitna elektronska dinamika v koreliranih sistemih

V zadnjih dveh desetletjih so se neravnesne spektroskopije razvile iz avantgardnih študij v ključna orodja za razširitev našega razumevanja fizike močno koreliranih sistemov. Možnost simultane pridobivanja spektroskopske in časovne informacije je pripeljala do vpogleda, ki je komplementaren (in širši) od tistega, ki temelji na ravnovesnih lastnostih. Iz te perspektive so večkratni fazni prehodi in nove ureditve, izhajajoče iz tekmovanja interakcij, primeri, kjer je mogoče razvozlati prepletanje med dinamikami elektronov, ionske mreže in spinov zaradi njihovih različnih karakterističnih časovnih skal pri obnovitvi osnovnega stanja. Na primer, narava faz z zlomljeno simetrijo in bozonskih interakcij, ki posredujejo elektronske interakcije ter pripeljejo do superprevodnosti in drugih eksotičnih stanj, se lahko odstre z opazovanjem "subpikosekunde" dinamike sunkovno vzbujenih stanj. Poleg tega je nedaven eksperimentalni in teoretični napredek omogočil sočasno opazovanje časovnega razvoja enodelčnih in kolektivnih vzbuditev v ekstremnih razmerah, ki nastanejo pri močni in selektivni fotovzbuditvi. Ta napredek odpira pot za odkrivanje novih neravnesnih pojavov, ki jih lahko induciramo in manipuliramo s kratkimi laserskimi sunki. V preglednem članku (*Advances in Physics*, 65 (2016), 58-238) smo predstavili večino nedavnih dosežkov eksperimentalnih in teoretičnih študij neravnesnih elektronskih, optičnih, strukturnih in magnetnih lastnosti koreliranih snovi.

Sistemi, ki se hitro razvijajo v prehodih z zlomom simetrije na časovnih skalah, primerljivih s fluktuacijskimi časovnimi skalami enodelčnih ekscitacij, se lahko vedejo zelo različno v primerjavi s kontroliranimi skoraj ergodičnimi prehodi. Raziskave na realni časovni skali z visoko časovno ločljivostjo lahko odstrejo nove vpoglede v urejanje pri prehodu, ki ni na voljo pri statičnih eksperimentih. Raziskovali smo sistemsko trajektorijo v prehodu med normalnim in superprevodnim stanjem v prototipnem visokotemperaturnem kupratu, kjer se pojavi takšen hiter prehod. Z uporabo večsunkovne femtosekundne spektroskopije smo izmerili sistemsko trajektorijo in časovni razvoj enodelčnih ekscitacij v prehodu v  $\text{La}_{1,9}\text{Sr}_{0,1}\text{CuO}_4$  in primerjali podatke s simulacijo na osnovi teorije Ginzburga in Landaua. Pri tem smo v obeh primerih uporabili lasersko fluenco kot nastavljen parameter za kontrolo razmer pri kaljenju. Primerjava je pokazala prisotnost znatnih superprevodnih fluktuacij pred prehodom na kratkih časovnih skalah. Z vključitvijo superprevodnih fluktuacij v vlogi semen za rast superprevodne ureditve lahko dobimo zadovoljivo ujemanje teorije z eksperimentom. Presenetljivo, ekscitacije preko psevdoreže očitno ne igrajo vloge v procesu, kot je bilo opisano v *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 224520.

Nove meritve in sistematična študija enodelčnih in kolektivnih vzbuditev v monokristalih  $\eta\text{-Mo}_4\text{O}_{11}$  v stanju z valom elektronske gostote pri različnih temperaturah pri dveh različnih vzbujevalnih fotonih energijah 3,1 eV in 1,55 eV. Opazili smo izjemno upočasnitev relaksacijske



Vodja:

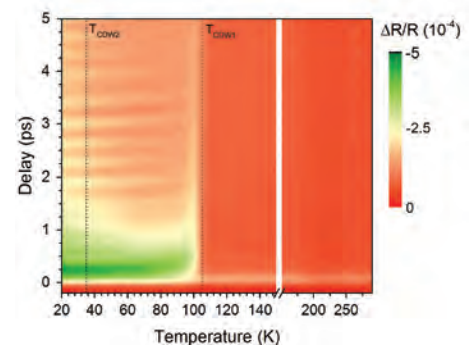
**prof. dr. Dragan D. Mihailović**



European Research Council

Established by the European Commission

**Poseben poudarek je v zadnjem času na raziskavah faznih prehodov v času ter nova vrsta eksperimentov, kjer ustvarjamo nova, skrita stanja v snovi v neravnesnih razmerah.**



Slika 1: Temperaturna odvisnost tranzientne odbojnosti  $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ . Navpične črtane črte označujejo temperaturi nastanka valov elektronske gostote:  $T_{\text{CDW}1} = 105$  K in  $T_{\text{CDW}2} = 35$  K. Pod  $T_{\text{CDW}1}$  lahko opazimo pojav kolektivnih nihajnih načinov.



**Raziskave na področju neravnovesnih pojavov v superprevodnikih so vedno bolj široke in so se uveljavile kot pomembna nova metoda za raziskave tovrstnih materialov. Povzetek več kot 30 let raziskav ultrahitrih pojavov v visokotemperaturnih superprevodnikih naše skupine je bil objavljen v 180-stranskem preglednem članku v *Advances in Physics* in povzetku v *Nature Materials*, 15 (2016), 930–931.**

dinamike pri prvem prehodu v stanje z valom gostote (TCDW1 = 105 K), ki je povezano s skritim enodimenzionalnim gnezdenjem Fermijevih površin. Nasprotno je drugi prehod pri  $T_{CDW2}$ , ki je povezan z nadaljnjim urejanjem vala elektronske gostote, komaj zaznaven. Koherentni odziv se da dobro opisati z modelom odmične koherentne ekscitacije Zeigerja et al. ob privzetku sklopitve fononov s fotovzbujenimi kvazidelci. Sklopitev fononov s kolektivnim elektronskim parametrom ureditve je šibka. Diskutirali smo tudi povezavo začetne eksponentne relaksacije z enodelčno relaksacijo in nadkritično dušenim kolektivnim načinom. Članek je bil objavljen v *Phys. Rev. B*, 93 (2016), 125123.

Raziskali smo tudi temperaturno in fluencno odvisnost dinamike časovno odvisne optične odbojnosti v nedopiranem in dopiranem  $\text{EuFe}_2(\text{As,P})_2$ , ki kažeta val spinske gostote in superprevodnost s poudarkom na temperaturnem območju urejanja spinov  $\text{Eu}^{2+}$ . Podatki kažejo, da v dopiranem  $\text{EuFe}_2(\text{As,P})_2$  pri nizki temperaturi val spinske gostote koeksistira s superprevodnostjo in feromagnetno ureditvijo  $\text{Eu}^{2+}$ . Povečanje vzbujevalne fluence vodi do počasnega termalnega uničenja urejanja spinov  $\text{Eu}^{2+}$  zaradi segrevanja kristalne mreže na nanosekundni skali, medtem ko je val spinske gostote uničen netermalno na subpikosekundni časovni skali pri višjih fluencah, kot smo opisali v *Phys. Rev. B*, 94 (2016), 144519.

### Ultrahitri spominski materiali

Pomembno novo področje, ki smo ga načeli, so raziskave metastabilnih stanj, ki so pomembni tako s fundamentalnega stališča kot za praktično uporabnost. Funkcionalnost računalniških spominskih elementov temelji na multistabilnosti, ki jo lahko dosežemo z lokalno manipulacijo elektronske gostote v tranzistorjih ali s preklpom feromagnetne ali feroelektrične ureditve. Še ena možnost je preklapljanje med kovinskimi in izolatorskimi fazami s premikanje ionov, kjer je hitrost preklopa omejena s počasno nukleacijo in nehomogeno perkolativno rastjo. Demonstrirali smo hitro preklapljanje upornosti pod vplivom sunkovnega vbrizganja toka v  $1T\text{-TaS}_2$ . Ko sunek naboja potuje skozi snov, spremeni komenzurabilno urejeno izolatorsko Mottovo stanje v metastabilno elektronsko stanje

s teksturiranimi domenskimi stenami. To spremlja konverzija polaronskih stanj v pasovna stanja s spremljajočim hitrim preklpom iz izolatorja v kovino. Velika sprememba upornosti, visoka hitrost preklopa (30 ps) in izjemno majhna energija preklopa odpirajo pot do novih konceptov stabilnih spominskih elementov, temelječih na upravljanju popolnoma elektronskih stanj, kot smo poročali v *Nature Communications*, 7 (2016), 11442. Uvodni članek v *Nature Materials* opisuje nov način kontroliranja metastabilnih faz v močno koreliranih materialih z epitaksialno napetostjo. Metoda je bila sprva prikazana v objavi Svetin et al. v *Appl. Phys. Express*.

**Raziskave metastabilnih stanj, ki jih lahko preklapljammo z laserskimi sunki ali zelo kratkimi električnimi sunki, so privedli do patentiranja in objave v *Nature Communications* novega ultrahitrega spominskega elementa z rekordno hitrostjo preklopa in izjemno majhno preklpno energijo.**

### Teoretične raziskave na nanoskopski skali

Razvijamo teorijo zgornjega kritičnega polja v BCS-superprevodniku z nelokalno interakcijo med elektroni. Pokazali smo, da je za nelokalno interakcijo značilen univerzalni brezdimenzijski parameter  $k_F \rho_0$ , kjer je  $k_F$  Fermijev moment in  $\rho_0$  razdalja elektronsko-elektronskih interakcij. Prisotnost zunanega magnetnega polja vodi do nastajanja dodatnih komponent parametra urejenosti z različno vrtilno količino. Ta učinek vodi k povečanju zgornjega kritičnega polja.

Poleg tega je v čisti snovi predvidena naraščajoča odvisnost zgornjega kritičnega polja od temperature, sipanje na nečistočah pa zavira učinek (*Physical Review B*, 94 (2016), 174506).

Razvili smo teoretični model, ki opisuje urejanje polaronov na trikotni mreži. Model upošteva privlak kratkega dosega med polaroni, ki je prisoten zaradi deformacije mreže, in coulombski odboj dolgega dosega. Poleg tega smo uvedli modulacijo, ki nastopi zaradi urejenosti vala gostote naboja. Simulacije Monte Carlo pokažejo, da so dobljeni vzorci podobni, kot jih opazimo pri poskusih s tunelskim vrstičnim mikroskopom na  $\text{TaS}_2$ .

### Nanocevke in nanomateriali

Raziskujemo optične in elektronske lastnosti dihalkogenidov prehodnih kovin (ang. transition metal dichalcogenides – TMD) in halkohalidov kot tudi iz njih sintetiziranih oksidov in karbidov, ki se pojavljajo v različnih nizkodimenzionalnih oblikah, zlasti v atomsko tankih plasteh, nanoluskah in nanožicah. Poleg tega študiramo tudi organske nanožice in tankoplastne nanose.

Z eksofoliacijo iz tekoče faze lahko naredimo v polimernih raztopinah stabilne nanoploščice, toda precej malo je znanega o njihovi velikosti, debelini ali deležu monoplasti. Naša študija je uporabila semikvantitativno spektroskopsko metriko, ki je osnovana na ekstincijski, ramanski in fotoluminiscentni (ang. photoluminescence – PL) spektroskopiji,

za preiskavo teh parametrov pri nanoploščicah WS<sub>2</sub> eksfoliranih v vodni raztopini polivinilnega alkohola (PVA). S sočasn timerjenjem ramanskega in PL-spektra lahko ugotovimo delež monoplasti prek razmerja jakosti obeh spektrov, medtem ko spreminjamo procesne razmere. PL-spekter je maksimiziran pri koncentraciji stabilizirajočega polimera 2 g/L. Nadalje lahko delež monoplasti uravnavamo s centrifugo, s čimer lahko v nekaterih primerih presežemo masni delež 5 %. Te metode so omogočile spremljanje razmerja PL/raman v kapljici polimerno stabiliziranih nanoploščic WS<sub>2</sub>, ko voda izpareva med formiranjem kompozita. V teh razmerah ni zaznave agregacije nanoploščic, čeprav v PL-spektru dominira trionska emisija, ko se sušenje nadaljuje in se razmerje dopiranja v PVA/vodi spremeni. Gmotne PVA/WS<sub>2</sub>-kompozite ustvarimo s sušenjem z zamrzovanjem, pri katerem > 50 % monoplasti ostane neagregirane tudi pri volumenskem deležu WS<sub>2</sub> nad 10 %. Delo smo objavili v *Adv. Funct. Mater.*, 26 (2016), 1028–1039 in je označeno kot visoko citirano (v 1 % najbolj citiranih člankih na področju znanosti o materialih).

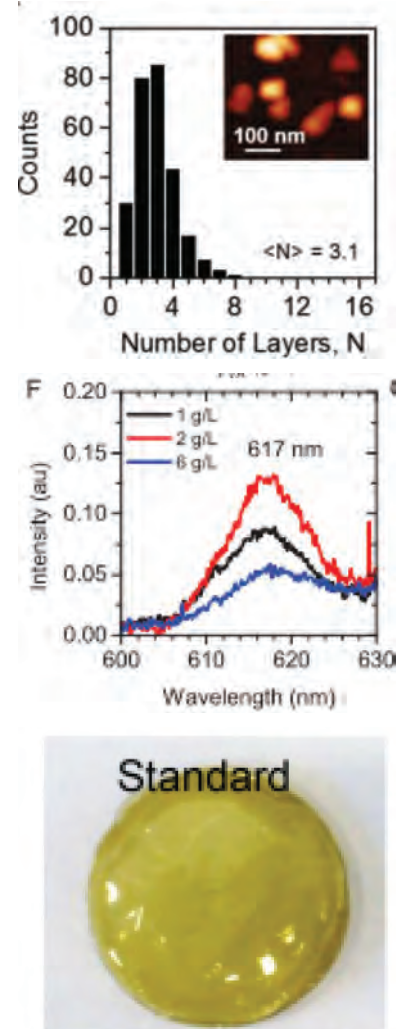
Polprevodni TMD so bili uporabljeni kot aktivna plast v fotodetektorjih in sončnih celicah in so s tem znatno povečali nastanek fotogeneriranih nabojev. Toda njihova visoka ekscitonska vezavna energija, ki se povečuje z zmanjšanjem debeline (števila nabojev) kot tudi močni resonančni vrhovi v absorpcijskem spektru nakazujejo, da so ekscitoni glavna fotovzbujena stanja. Podrobne študije dinamike fotovzbujanja v TMD v časovni domeni obstajajo v literaturi zlasti za MoS<sub>2</sub>. Uporabili smo femtosekundno optično spektroskopijo za raziskavo dinamike ekscitonov in nabojev po pulznem fotovzbujanju nekajplastnega WS<sub>2</sub>. Potrdili smo ekscitone kot glavne produkte fotovzbujanja in odkrili, da disociirajo v pare nabojev s časovno konstanto približno 1,3 ps. Večja izraženost spektralnih značilnosti v primerjavi z MoS<sub>2</sub> nam je omogočila razločenje prej nezaznanega procesa: naboji difundirajo skozi vzorec in se ujamejo na defekte, kot so robovi luske ali meje kristalnih domen, kar povzroči znatno spremembo njihovih prehodnih absorpcijskih spektrov. To odkritje je odprlo pot do raziskav pasti v vzorcih TMD z različnimi vsebnostmi defektov. Delo smo objavili v *Nanoscale*, 8 (2016), 5428–5434.

Elektronske in fotofizične lastnosti materialov so odvisne od elektronskega relaksacijskega vedenja. Ionski surfaktanti, ki jih široko uporabljajo za stabilizacijo nanomaterialov v disperzijah, lahko drastično spremenijo fotofizične lastnosti nanomateriala. S femtosekundno optično spektroskopijo smo raziskovali dinamiko ekscitonov in nabojev v nekajplastnih luskah dvodimenzionalnega polprevodnika MoS<sub>2</sub>. Primerjali smo vzorce, dobljene z eksfoliacijo v vodi, z različnimi količinami adsorbiranega natrijevega holata, pridobljenimi z večkratnim spiranjem suhih lusk. Odkrili smo, da je femtosekundna dinamika nenavadno odporna proti adsorpciji surfaktanta z blagim povečanjem začetnega gašenja ekscitonov v prvih nekaj pikosekundah kot edinim opaženim učinkom. Delo smo objavili v *Journal of Nanophotonics*, 10 (2016), 012508-1–8, in je bilo med desetimi največkrat prenesenimi članki te revije v letu 2016.

Pokazali smo, da lahko z zlatimi nanodelci okrašene MoS<sub>2</sub>-lističe, nastale pri kemični eksfoliaciji MoS<sub>2</sub> kristalov, zamrežimo s tiolno kemijo s polisiloksanom (PMMS) z vezanimi SH-skupinami. Lističi MoS<sub>2</sub>, nastali pri kemični eksfoliaciji, so večinoma v kovinski 1T-fazi, vendar jih lahko pretvorimo s segrevanjem v drugačne, navadno v polprevodniško 2H-fazo. Mešanje MoS<sub>2</sub> v viskozni PMMS ima nekaj zanimivih posledic: PMMS lahko uporabimo kot surfaktant za pripravo stabilnih disperzij lističev obeh faz 1T in 2H v istem topilu. Pri segrevanju ali izparevanju topila namreč ne nastane ponovno združevanje lističev, kar je zelo pomembna prednost tudi pri vseh vrstah uporabe nalaganja lističev iz raztopine na površine, vključno s tiskanjem. Pri vezavi MoS<sub>2</sub> z zlatimi nanodelci in PMMS nastane elastomer z dobro optično kakovostjo, ki vsebuje posamezne, večinoma enoslojne MoS<sub>2</sub>-lističe. Ti so primerni kot saturacijski absorberji, optični omejevalci ali uporabni za napetostno kalibriranje optičnih resonanc zaradi odličnega sidranja elastomera na lističe preko zlatih nanodelcev. Poleg sinteze novega biokompatibilnega materiala smo pokazali, da je mogoča vezava tiolnih skupin na zlate nanodelce na površini MoS<sub>2</sub>. S tem odkritjem se odpirajo možnosti uporabe MoS<sub>2</sub> na področjih, kjer je ključna vezava molekul na zlate nanodelce npr. tiolirana protitelesa/antigeni za biosenzoriko in vezava donorskih ali akceptorskih molekul v sončnih celicah. Delo je bilo opravljeno v sodelovanju z **Odsekom za tehnologijo površin in optoelektroniko (F4)** in objavljeno v *Nanoscale*, 8 (2016), 10016–10020.

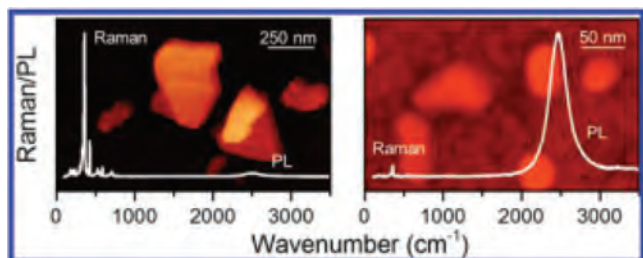
Eksfoliacija iz tekočine je zmogljiva tehnika za izdelavo nanolusk brez defektov v velikih količinah, toda njena uporabnost je omejena s široko porazdelitvijo debelin in nizko vsebnostjo monoplasti. Pokazali smo tehnike procesiranja tekočin, ki temeljijo na iterativnih centrifugalnih kaskadah, s katerimi lahko dosežemo visoko učinkovito izbiranje lusk na podlagi velikosti ali bogatenje deleža monoplasti. Velikostno izbrane disperzije smo uporabili za vzpostavitev kvantitativne metrike za določanje volumenskega deleža monoplasti ter povprečne velikosti in debeline lusk iz standardnih spektroskopskih meritev. Taka metrika nam omogoča zasnovno in optimizacijo centrifugalnih kaskad za obogatenje disperzij z eksfoliranimi WS<sub>2</sub> z vsebnostjo monoplasti do 75 %. Monoplastno bogate disperzije

### Naredili smo fluorescentne kompozite polimer/WS<sub>2</sub> z direktno eksfoliacijo v vodnih polimernih raztopinah.



Slika 2: Fluorescentni kompoziti polimer/WS<sub>2</sub>. Zgoraj: Histogram debeline eksfoliranih lusk WS<sub>2</sub> po centrifugiranju (inset: AFM-posnetek tipičnih lusk). Sredina: Fluorescentni spekter disperzij WS<sub>2</sub>. Spodaj: Fotografija kompozita polimer/WS<sub>2</sub>.

**S tekočinskim kaskadnim centrifugiranjem smo ustvarili obogatene disperzije tekoče eksfoliiranih nanoplasti z visokim deležem monoplasti.**

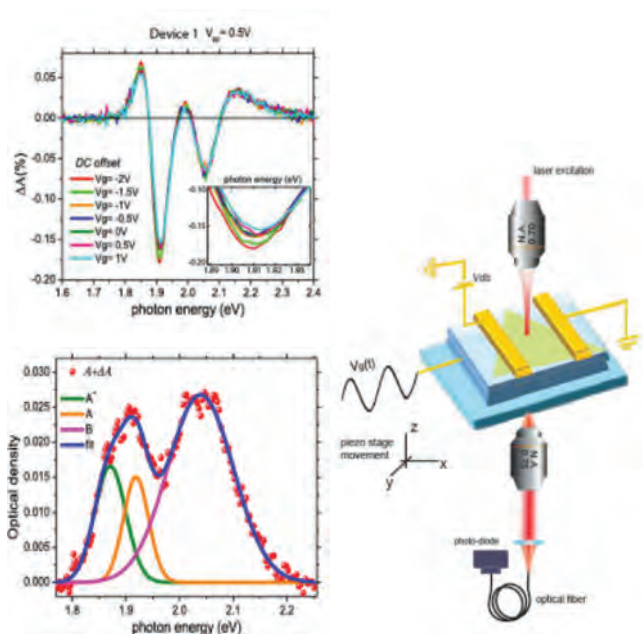


Slika 3: Disperzije nanoplastnih  $WS_2$  pridobljene s tekočinskim kaskadnim centrifugiranjem z obogateno vsebnostjo monoplasti. Levo: Ramanski in PL-spektri ter AFM-posnetek večjih lusk po centrifugiranju. Desno: Ramanski in PL-spektri ter AFM posnetek večinoma monoplastnih lusk po centrifugiranju.

tudi vložili **patentno prijavo** v Veliki Britaniji: GB 1600549.8.

Učinkovitost pretvorbe moči (power conversion efficiency – PCE) sončnih celic smo z dodanjem manjših količin nanožic  $MoS_2$  v matriko P3HT:PCBM relativno izboljšali za izjemnih 52 %. Predstavili smo podrobno in sistematično raziskavo številnih dejavnikov, ki so prispevali k povečanju. Ramansko spektroskopijo in slikanje s svetlobnim tokom smo uporabili za raziskavo prostorske nehomogenosti parametrov sončnih celic in njihove korelacije z zmogljivostjo celic. Učinek je močno povezan z regioregularnostjo P3HT, pri čemer ima najbolj regioregularen polimer največje izboljšanje. Delo smo objavili v *Synthetic Metals*, 212 (2016), 105–112.

**Monoplast  $MoS_2$  kaže na izjemno močan elektroabsorpcijski efekt z nenavadno odvisnostjo od električnega polja.**



Slika 4: Elektroabsorpcija monoplasti  $MoS_2$ . Levo zgoraj: Shema merilnega sistema, sestavljenega iz konfokalnega mikroskopa nastavljenega laserja in transparentnega  $MoS_2$  tranzistorja. Levo spodaj: Elektroabsorpcijski spekter pri nastavljenih različnih enosmernih napetostih. Desno: Dekompozicija absorpcijskega spektra v prisotnosti električnega polja v dve ekscitonski resonanci A in B ter trionsko resonanco  $A^-$ .

kažejo relativno svetlo fotoluminescenco z ozkimi spektralnimi širinami ( $< 35$  meV), kar kaže na visoko kakovost nanoplasti. Obogatene disperzije tudi izražajo ekstincijske spektre z značilnimi oblikami, ki tudi kažejo na neposredno oceno vsebnosti monoplasti. Delo smo objavili v *ACS Nano*, 10 (2016), 1589–1601 in je označeno kot visoko citirano (v 1 % najbolj citiranih člankih na področju kemije).

Modulacija signala v optoelektroniki poteka z modulacijo lomnega količnika ali absorbance z električnim poljem. Toda elektromodulatorji niso sledili miniaturizaciji drugih elektronskih in optičnih komponent. Pokazali smo močan transverzalni elektroabsorpcijski signal v monoplasti dvodimenzionalnega polprevodnika  $MoS_2$ . Elektroabsorpcijski spekter je dominiran z navidezno razširitvijo spektralne črte za 15 % pri modulirani napetosti zgolj  $V_{pp} = 0,5$  V. Nasprotno od znanih variant Starkovega efekta se razširitev linearno povečuje z jakostjo električnega polja in se pojavi kot linearna variacija razdalje med močno prekritimi resonancami ekscitonov in trionov. Dosegljive globine modulacije presegajo 0,1 dB/nm in dajejo obete za izjemno kompaktno, ultrahitro, energijsko učinkovite elektroabsorpcijske modulatorje za integrirano fotoniko vključno z optično komunikacijo na čipu. Delo je bilo objavljeno v reviji *2D Materials*, 4 (2017), 021005. Na podlagi predlagane elektromodulirane naprave smo

Pokazali smo, da lahko z magnetnim poljem nadziramo rast lokalnih poljskoinduciranih domen. Lokalno električno polje, ustvarjeno s konico mikroskopa na atomsko silo, je ustvarilo lokalno nabita stanja na površini monokristalov lantanovega stroncijevega manganita. Piezoelektrični kontrast, opažen v teh stanjih, kaže na obstoj lokalnega polariziranega stanja. Inducirana nabita stanja se pri sobni temperaturi relaksirajo s karakteristično časovno konstanto med 50 h in 100 h. Naboj in velikost nastalih struktur se znatno poveča, če se indukcija zgodi v magnetnem polju. Ta ugotovitev nakazuje na nagnjenost manganitov k nabojni segregaciji, ki jo vzbuja magnetna ureditev. Rezultate smo objavili v *Ferroelectrics*, 499 (2016), 143–149.

Obstaja več načinov sinteze za produkcijo gmotnih molibdenovih karbidov, medtem ko je sinteza večjih količin drugih faz molibdenovega karbida v obliki nanožic ali mrež nanožic še vedno zelo zahtevna. Poročamo o novem načinu sinteze molibdenovih karbidnih nanožic s karburizacijo svežnjev nanožic  $Mo_6S_2I_8$ . Gramske količine molibdenovega karbida, primarno sestavljene iz faz  $MoC$  in  $Mo_2C$ , smo nadalje reducirali v enofazne nanožice  $Mo_2C$ . Z nadziranjem reakcijskih razmer med transformacijo smo spreminjali razmerje med fazama  $MoC$  in  $Mo_2C$  v nanožicah in ustvarili nov hibrid inorgansko-organskih nanomaterialov, ki smo jih identificirali kot nanožice molibdenovega karbida, gosto pokrite z ogljikovimi vlakni. Enak način smo uporabili na mrežah nanožic in prikazali novo uporabo molibdenovega karbida v obliki prepustnih elektrod. Plastni upor  $R_{\square}$  takih odpornih in v zraku stabilnih nanožic je okrog  $1\ 050\ \Omega$  pri sobni temperaturi in njihova optična prepustnost je 93–95% v razponu valovnih dolžin 200–900 nm. Elektrode so tako ustrezne za elektrooptične aplikacije, sploh kjer je zahtevana visoka prepustnost na UV področju. Te rezultate smo objavili v *RSC Advances*, 6 (2016), 90806–90812.

Razvili smo novo in učinkovito metodo za izboljšanje gibljivosti nosilcev v organskih poljskih tranzistorjih na osnovi poli(3-heksiltiofena)

(P3HT), ki deluje prek formiranja nanožic. Pri postopku raztapljanja damo majhno količino topila neposredno na vrh poprej nanese polprevodne plasti in pustimo, da topilo počasi izhlapi. Tak postopek povzroči povečanje nasičenja gibljivosti za več kot red velikosti, od  $1,3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V s}$  do  $3,4 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{V s}$ , pri čemer naprave ohranijo visoko razmerje ON/OFF, ki je blizu  $10^4$ . Mikroskopija na atomsko silo in vrstična elektronska mikroskopija sta pokazali, da raztapljane plasti P3HT ustvari mrežo nanožic, ki izražajo povečano stopnjo strukturne urejenosti, kot smo demonstrirali z mikroramanosko spektroskopijo. Fotoprevodne študije z merjenjem časa preleta nakazujejo, da visoka gibljivost vrzeli izvira iz znižanega energijskega nereda transportiranih stanj v teh strukturah. Rezultate smo objavili v *Organic Electronics*, 30 (2016), 92–98.

Z rentgensko absorpcijsko in fluorescentno spektroskopijo smo raziskovali lokalno elektronsko strukturo očiščenih nanožic  $\text{Mo}_6\text{S}_9\text{I}_x$  ( $x = 6; 4,5$ ). Odkrili smo, da so nanožice kovinske z gostoto stanj, ki ima odvisno od stehiometrije spremenjeno tako prevodni kot valenčni pas. Teoretični izračuni po prvem principu predlagajo, da lahko spremembe pripišemo močnemu učinku Mo-S-hibridizacije v nanožicah. Atomska verižna struktura nanožic je bila potrjena in raziskan je bil učinek povečanja vsebnosti žvepla. Rezultate smo objavili v *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, 207 (2016), 29–33.

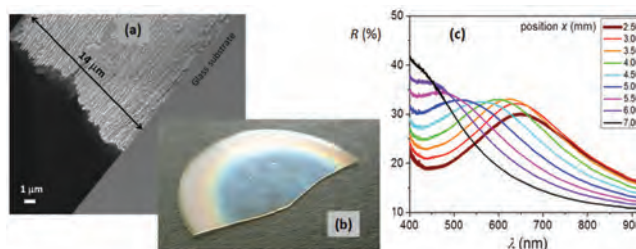
Preiskovali smo vlogo cirkonijevega tetrapropoksida (ang. zirconium tetrapropoxide – ZTP) in metakrilne kisline (ang. methacrylic acid – MAA) v njuni kombinaciji s solom, sintetiziranim iz tetraetilnega ortosilikata (TEOS) in 3-metakriloksipropilnega trimetoksisilana (MAPTMS). Molsko vsebnost ZTO smo varirali med 0,06 in 0,96 ter MAA med 0,12 in 1,92. Sintetizirani soli so bili nanese kot prevleke na aluminijeve podlage. Raziskali smo učinek staranja solov in utrjevanja prevlek. Struktura sola, proces staranja in velikostna porazdelitev delcev, termična stabilnost solov in prevlek, fazna struktura in mikrostruktura prevlek ter kot omočenja pri kapljici vode na površini prevleke so bili prav tako vsi raziskani. Primerjava solov z uporabo Fourierove transformacijske infrardeče spektroskopije je potrdila pomembne razlike v prisotnosti Si-O-Zr in heliranih vezi ZTP-MAA. Trije preiskovani soli so se znatno razlikovali pri svojem načinu staranja, kot je pokazalo dinamično sipanje svetlobe. Termogravimetrična analiza in analiza pare stranskih produktov med procesom utrjevanja je potrdila učinek zgradbe sola na izgubo mase pri povišanih temperaturah. Morfologija, fazna sestava in struktura prevleke so bile preiskovane z vrstično in presevno elektronsko mikroskopijo, mikroskopijo na atomsko silo in uklonom rentgenskih žarkov. Prevleke imajo homogeno in amorfno strukturo brez formiranja nanodelcev. Sintetizirane prevleke omogočajo visoko antikorozivno zaščito aluminija v simuliranih razmerah letenja. Delo smo objavili v *Surface and Coatings Technology*, 286 (2016), 388–396.

Poznano je, da imajo nanožice in nanocevke, dekorirane z platinastimi nanodelci, izboljšane senzorske in katalitične lastnosti. Dekoracija nanocevk dihalogenidov prehodnih kovin z nanodelci žlahtnih kovin je navadno precej zapletena. Odkrili in izpopolnili smo enostaven postopek za pripravo in čiščenje tankih svežnjev nanožic MoSI ter njihovo dekoracijo s platinastimi nanodelci. Najprej smo izolirali nekaj sto miligramov svežnjev nanožic MoSI s premeri okoli 40 nm in dolžinami nekaj mikrometrov ter pripravili njihovo stabilno vodno disperzijo brez uporabe surfaktantov. Platinasti nanodelci so se naložili na površino nanožic, razpršenih v vodi, s (samo)redukcijo kompleksa  $\text{NaPtCl}_4$ . Enostopenjska reakcija je potekala pri sobni temperaturi brez uporabe dodatnih reducentov. Gostota naloženih platinastih nanodelcev s premeri okoli 2 nm je bila do 80 % površine nanožic in smo jo uspešno uravnavali s koncentracijo dodanega platinastega kompleksa. Podobno dekoracijo smo uspešno opravili tudi z nanocevkami  $\text{MoS}_2$ , razpršenimi v vodi. Svežnji nanožic MoSI se uporabljajo kot prekursorski kristali za sintezo različnih nanocevk in nanožic na osnovi molibdena vključno z nanocevkami  $\text{MoS}_2$ . S segrevanjem v  $\text{H}_2\text{S}$ -atmosferi nam je uspelo pretvoriti dekorirane žice v nanocevke  $\text{MoS}_2$  s pripetimi zlatimi nanodelci na površini. Premeri nanodelcev so bili okoli 20 nm. Rezultate smo objavili v *Materials Letters*, 159 (2015), 333–336.

### Mehka snov

V sodelovanju z Univerzo Nankai na Kitajskem smo raziskovali urejanje tekočih kristalov v stiku s polimernimi plastmi, ki so orientirane pravokotno na površino steklene podlage. Plasti so bile izdelane po postopku direktnega laserskega vzorčenja na osnovi dvofotonsko inducirane polimerizacije. Ta postopek omogoča mikrostrukturirano urejanje tekočih kristalov v praktično poljubni konfiguraciji, kar odpira številne možnosti njegove uporabe v tekočokristalnih optičnih modulatorjih in prostorskih filterih, mikrofluidičnih napravah na osnovi tekočih kristalov itd. O rezultatih navedenih raziskav smo poročali v članku *Optics Letters*, 41 (2016), 336. Opisani postopek urejanja tekočih kristalov je tudi glavni predmet nacionalnega kitajskega patenta (CN103995394(B), 2016-08-17).

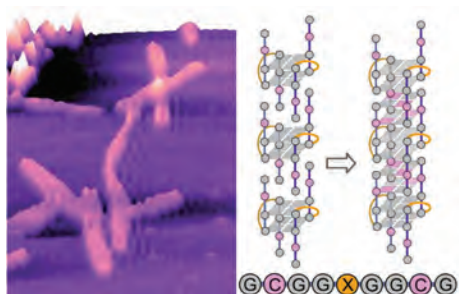
V sodelovanju s skupino na univerzi v Luksemburgu smo nadaljevali analizo optičnih lastnosti periodičnih skladov kapljic in lupin iz holesteričnega tekočega kristala. Ugotovili smo, da uporaba lupin vodi



Slika 5: (a) Posnetek presečne ploskve tanke plasti nanokristalinične celuloze z elektronsko vrstično mikroskopijo (SEM) razkriva njegovo periodično mikrostrukturo. (b) Fotografija tanke plasti, na kateri so lepo vidne strukturne barve, ki nastanejo zaradi selektivnega odboja svetlobe od periodične strukture. (c) Optični refleksijski spektri, posneti v različnih razdaljah od roba tanke plasti.

do dosti kvalitetnejših refleksijskih optičnih vzorcev kot uporaba kapljic. Pokazali smo tudi, da je z dodatkom fotopolimerizabilne komponente mogoče izdelati strukture, ki kažejo reverzibilne optične lastnosti pri znatnih mehanskih deformacijah, zaradi česar so zelo obetavne za uporabo v identifikacijskih nalepkah za zaščito izdelkov pred ponarejanjem. O rezultatih opisanih raziskav smo poročali v članku *Scientific Reports*, 6 (2016), 26840. Naše sodelovanje smo razširili tudi na problematiko strukturnih in optičnih lastnosti tankih plasti nanokristalinične celuloze. Ugotovili smo, da med tankimi plastmi, pripravljenimi v prisotnosti oz. odsotnosti strižnega toka, obstajajo velike strukturne razlike, kljub temu pa so si njihove optične refleksijske lastnosti zelo podobne. O rezultatih navedene raziskave smo poročali v članku *Cellulose*, 23 (2016), 3601.

Nadaljevali smo raziskave spontanega urejanja oligonukleotidov DNK v tankih plasteh, nanesenih iz vodne raztopine na trdne podlage. Z mikroskopom na atomsko silo (AFM) smo analizirali tanke plasti različnih oligonukleotidov z veliko vsebnostjo gvanozina (G) in terminalnimi GC-zaključki ter preučevali njihovo sposobnost tvorjenja G4-žic na osnovi baznih parov G:C. Analizirali smo vpliv naslednjih parametrov na tvorbo žic: dolžina oligonukleotida, vrsta nukleotida v stranskih zankah in prisotnost/odsotnost 3'-CG-zaključka. Pokazali smo tudi, da prisotnost magnezija na podlagi vzpodbuja rast žic. O rezultatih te raziskave smo poročali v članku, objavljenem v *Langmuir*, 32 (2016), 7056. in končali študijo molekulskega prepoznavanja lipofilnih derivatov gvanozina v Langmuirovih tankih plasteh na meji med zrakom in vodo. Raziskava je potekala na osnovi merjenja izoterm površinskega tlaka v odvisnosti od velikosti površine ter z mikroskopijo pri Brewstrovem kotu (BAM). Rezultati kažejo, da gvanozinski nukleozidi, kljub močni tendenci po medsebojnem povezovanju v G-kvartete, v površinski tanki plasti interagirajo tako s komplementarnimi kot tudi z nekomplementarnimi nukleozidi. To nakazuje, da v tankih plasteh  $\pi$ -interakcije med nukleinskimi bazami igrajo pomembnejšo vlogo kot njihovo povezovanje na osnovi vodikovih vezi. O rezultatih smo poročali v članku *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, dosegljivem on line (2016).



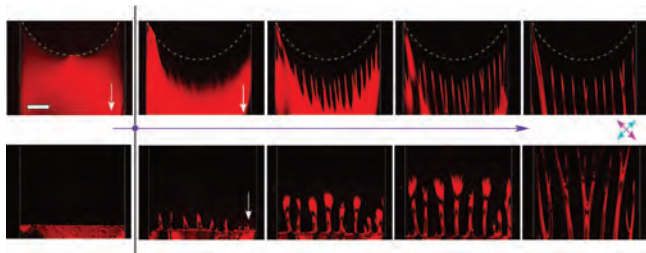
Slika 6: Skupek G4-nanožic na površini sljude, posnet z mikroskopom na atomsko silo (AFM), in shema medsebojnega povezovanja baznih sekvenc z terminalno GC-skupino na obeh (-3' in 5') koncih oligonukleotida.

V sodelovanju z Univerzo na Dunaju smo nadaljevali raziskave holografskega mikrovzorčenja v svetlobno občutljivih tekočokristalnih elastomerih. Analizirali smo pojav nenavadne destruktivne interference, opažen v polarizacijskih optičnih mrežicah, zapisanih v tovrstne materiale, in pokazali, da nastane zaradi anizotropne absorpcije materiala za zapisovalno svetlobo. O rezultatih opisane raziskave smo poročali v *Optical Materials Express*, 6 (2016), 961.

Razširili smo raziskave ferromagnetnih faz na suspenzije magnetnih nanoploščic v kiralnih nematičnih tekočih kristalih, imenovanih tudi holesterični tekoči kristali (HTK). V omejenih geometrijah holesterični tekoči kristali tvorijo bogato množico struktur in defektov. V omejenih sistemih površinsko sidranje tekočokristalnih molekul navadno vsiljuje homogeno orientacijo tekočega kristala, ki tekmuje z osnovno zvito strukturo neomejenega holesterika. V suspenziji magnetnih ploščic v holesteriku se, podobno kot v nematičnih suspenzijah, pojavi feromagnetno urejanje ploščic, ki povzročijo, da je suspenzija občutljiva tudi za majhna magnetna polja. Makroskopsko lahko tako fazo opišemo z dvema sklopljenima parametroma urejenosti: direktorjem, ki opisuje orientacijski red tekočega kristala, in magnetizacijo. Direktor je občutljiv za električno polje in želi biti zvit, medtem ko je magnetizacija občutljiva za majhna magnetna polja in njeno energijsko najugodnejše stanje je homogeno. Preučevali smo strukture, ki jih lahko induciramo z zunanjim poljem v tanki plasti take snovi. Za manipulacijo struktur smo uporabili različne kombinacije magnetnega in električnega polja. Rezultate naših študij smo predstavili na Mednarodni tekočokristalni konferenci ILCC 2016 v Kentu, OH, ZDA, in na 6. delavnici o tekočih kristalih za fotoniko (6<sup>th</sup> Workshop on Liquid Crystals for Photonics) v Ljubljani.

V sodelovanju z raziskovalci z Univerze v Boulderju, Kolorado, ZDA, smo odkrili, da suspenzija magnetnih nanoploščic v 1-butanolu pri dovolj velikih koncentracijah tvori feromagnetno fazo. Ta feromagnetni ferofluid, ki je občutljiv že za magnetno polje Zemlje, v odsotnosti zunanjega polja tvori značilne makroskopske magnetne domene, organizirane tako, da magnetni pretok v snovi tvori sklenjene zanke. O svojem odkritju smo poročali v reviji *Nature Communications*. (*Nature Communications*, 7 (2016), 10394).

### Sistematično smo raziskali tvorbo G4-žic iz oligonukleotidov DNK, bogatih z gvanozinom, na trdnih podlagah.



Slika 7: Nestabilnost na meji med feromagnetnim in izotropnim ferofluidom. Povzeto po *Nature Communications*, 7 (2016), 10394.

### Preučevali smo strukture, ki smo jih ustvarili s kombinacijo električnega in magnetnega polja v feromagnetnem kiralnem nematičnem tekočem kristalu.

### Odkrili smo, da je koncentrirana suspenzija magnetnih nanoploščic v 1-butanolu feromagnetni ferofluid.

### Nelinearna optika

V laboratoriju za nelinearno optiko študiramo nove materiale in njihovo interakcijo z lasersko svetlobo. V sodelovanju z North Carolina State University iz Raleigha v ZDA preizkušamo koncepte kompaktnih svetlobnih izvirov, ki uporabljajo nelinearno optiko za pretvorbo spektralnega območja sedanjih laserjev na področja, kjer laserskih izvirov še ni. Naloga projekta je izdelava optimalnih strukturiranih optičnih valovodov na safirni podlagi.

Načrtujemo in izdelujemo optične valovode AlGaIn v različnih geometrijah, ki omogočajo ujemanje faz pri podvojevanju frekvence svetlobe in imajo zato visok izkoristek. Študiramo ujemanje faz med različnimi valovnimi načini in še posebej v valovnih vodnikih z modulirano strukturo, ki omogoča kvazi ujemanje faz. AlIn je zanimiv material tudi za uporabo v frekvenčnem področju THz-valov.

### Biomedicinska optika

Nadaljevali smo razvoj novih biomedicinskih aplikacij na osnovi tehnike sunkovne fototermalne radiometrije (SFTR). Z združitvijo brezkontaktnih meritev lasersko induciranih tranzientov infrardečega sevanja in difuzne refleksijske spektroskopije (DRS) ter inverzne analize na osnovi numeričnega modela razširjanja svetlobe v močno sipajočih bioloških tkivih smo razvili edinstven postopek za neinvazivno določitev strukture in sestave človeške kože *in vivo*.

Enak eksperimentalni in analizni način (visokodimenzionalna nelinearna optimizacija), sklopljen z analitičnim modelom razvoja podplutbe v človeški koži, smo uporabili tudi za določitev koeficienta masne difuzije hemoglobina in karakterističnega časa njegove biokemijske razgradnje v naključno pridobljenih podplutbah (hematomih). Tako pridobljene informacije in razvita metodologija naj bi omogočili razvoj postopka za bolj natančno in zanesljivo določanje časa poškodbe v sodni medicini.

Študiji s posojeno medicinskega laserskega sistema podpira podjetje Fotona, d. o. o., Ljubljana.

Sodelovali smo pri razvoju kodopiranih inorganskih nanodelcev, ki izkazujejo fluorescenco z energijskim prenosom navzgor (angl. upconversion fluorescence), npr.  $\text{Yb}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}:\text{NaYF}_4$ . Z optimizacijo njihove velikosti in kvantnega izkoristka fluorescence bi imeli taki nanodelci izreden potencial za diagnostično slikanje v medicini in razvoj novih tehnik celično specifičnih terapij, predvsem raka. Analizirali smo njihove optične lastnosti v odvisnosti od postopka sinteze in dinamiko raztapljanja v vodnih okoljih v različnih razmerah, kar je kritično pomembno za zagotovitev njihove biokompatibilnosti in primernosti za biomedicinske aplikacije (sodelovanje z Odsekom za sintezo materialov IJS, Odsekom za neorgansko kemijo in tehnologijo IJS in Medicinsko univerzo v Gradcu, Avstrija).

Namensko razvit tridimenzionalni model optičnega transporta v močno sipajočih in heterogenih bioloških tkivih z metodo Monte Carlo smo uporabili v študiji vpliva predpostavljene fazne funkcije optičnega sipanja (npr. Henyey-Greenstein, modified Henyey-Greenstein, or Mie) na ekstrakcijo strukture in optičnih lastnosti kože pri hiperspektralnem slikanju z navadnimi postopki.

Naš tridimenzionalni model optičnega transporta v močno sipajočih in heterogenih bioloških tkivih z metodo Monte Carlo smo uporabili za simulacijo sodelovanja laserskih svetlobnih sunkov s krvnimi žilami z različno vsebnostjo posebnih nanostruktur različnih velikosti. Te nanostrukture so bile namensko izdelane iz rdečih krvničk in vsebujejo barvilo indocianin-zeleno (angl. indocyanine green) z absorpcijo na infrardečem področju in dovoljenjem ameriške agencije FDA za uporabo pri ljudeh. Namen projekta je razvoj biokompatibilnih in varnih nanostruktur za diagnostično slikanje pri živalih in ljudeh (sodelovanje s Kalifornijsko univerzo Riverside in Kalifornijsko univerzo Irvine, ZDA).

### Koloidni sistemi

Mikrofluidične raziskave na koloidnih sistemih smo izvajali v tesnem sodelovanju z Laboratorijem za eksperimentalno mehko snov na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in Odsekom za fiziko trdne snovi (F5). Meritve smo izvajali na magneto-optični pinceti in drugi laboratorijski opremi, ki jo razvijamo in izdelujemo za potrebe naših raziskav. Mikrofluidične raziskave mehke snovi so obsegale izdelavo hibridnih koloidnih delcev z lasersko litografijo, študij pojava magnetnih koloidnih vrtincev, preučevanje pojava vrtincev v mikrofluidičnih kanalčkih, optotermično črpalko submikrometrskih delcev in študij anomalne difuzije v anizotropnih tekočinah.

Laserska litografija je metoda, ki omogoča izredno hitro in natančno izdelavo hibridnih mikrostruktur. Prednosti te metode smo pokazali z izdelavo mikrometrskih delcev različnih velikosti, oblik in debelin, ki so vsebovali razne funkcionalizirane enote, na primer fluorescenčne kroglice ali superparamagnetne delce. Z delci različnih oblik lahko opazujemo raznovrstne koloidne pojave in preučujemo interakcije med njimi ter jih uporabimo v mikrofluidičnih napravah. Poleg tega smo končali raziskave interakcij superparamagnetnih delcev v vrtečem se

---

**Optični valovodi AlGaIn v različnih geometrijah omogočajo ujemanje faz za optično nelinearno pretvorbo iz vidnega spektra na UV-področje. Strukturirani valovodi omogočajo kvazi ujemanje faz z največjim prekrivanjem valovnih načinov.**

---



---

**S kombinirano uporabo sunkovne fototermalne radiometrije in difuzne refleksijske spektroskopije ter inverzno analizo na osnovi numeričnega modela razširjanja svetlobe v bioloških tkivih smo razvili unikaten postopek za določitev strukture in sestave človeške kože *in vivo*.**

---

zunanjem magnetnem polju. V odvisnosti od frekvence smo opazili različne velike strukture, kot na primer verige, trakove in vrtince. Rezultati raziskav so bili objavljeni v *Applied Physics Express* in *Langmuir*.

Sodelovanje z Inštitutom za biofiziko Medicinske fakultete v Ljubljani in skupino za mehko in delno urejeno snov Fakultete za matematiko in fiziko je temeljilo na obravnavi tokov v stranskih mikrofluidičnih kanalčkih. Podrobne eksperimentalne meritve, podprte s teoretično analizo in numeričnimi simulacijami, so pokazale obstoj vrtincev, ki nastanejo pri dovolj velikem razmerju dolžine proti širini kanalčka. Lega prvega vrtinca od začetka kraka pojema potenčno z naraščajočim razmerjem stranic. Pri podkritičnem razmerju stranic vrtinci ne nastanejo, hitrost tekočine pa pojema eksponentno z oddaljenostjo od začetka kraka. Rezultati raziskav so bili objavljeni v *Microfluidics and Nanofluidics*.

V okviru našega dela smo izdelali mikrofluidično mikročrpalko, ki temelji na principu termo-viskoznega črpanja tekočine. Zaradi lokalnih sprememb viskoznosti in lokalnega raztezanja snovi lahko hitro premikajoče se ogrevano območje vodi do razmeroma velikih tekočinskih tokov. Izdelali smo niz mikrogrelcev, razvili elektroniko za njihov nadzor in s sledenjem delcev pokazali učinkovitost delovanja take mikročrpalke. Spreminjajoče temperaturne gradientne smo uporabili tudi za manipulacijo posameznih mikrodelcev in sestavili tako imenovano opto-termično pinceto. Območje visoke temperature smo ustvarili z absorpcijo IR-laserja in pokazali delovanje na mikrometrskih in submikrometrskih delcih. Delo je opisano v uspešno opravljenem magistrskem delu Jošta Stergarja.

Preučevali smo tudi gibanje mikrometrskih kroglic v anizotropnih tekočinah, med katere spadajo tekoči kristali. Zaradi anizotropije snovi je difuzija delcev v takih snoveh odvisna od smeri gibanja. Tako lahko določimo difuzijski koeficient za gibanje vzdolž tekočerkristalnega direktorja in pravokotno nanj. Naši vzorci so bili nedavno odkriti feromagnetni tekoči kristali, pri katerih je difuzija še bolj kompleksna, saj lahko na fluktuacije, ki so ključne za difuzijo, vplivamo z magnetnim poljem. Izmerili smo odvisnost difuzijskih koeficientov od zunanjega magnetnega polja in pokazali, da v feromagnetnih tekočih kristalih nastane subdifuzija in splošno zmanjšanje difuzijskih koeficientov. Sklepamo, da je to posledica lokalnih heterogenosti vzorca. Raziskave so bile opravljene v okviru magistrskega dela Hane Majaron, ki je delo uspešno obranila.

### Najpomembnejše objave v 2016

1. Vaskivskiy, Igor, Mihailović, Ian, Brazovskii, Serguei, Gospodarič, Jan, Mertelj, Tomaž, Svetin, Damjan, Šutar, Petra, Mihailović, Dragan. Fast electronic resistance switching involving hidden charge density wave states. *Nature communications*, ISSN 2041-1723; 7 (2016), 11442-1-11442-5; doi: 10.1038/ncomms11442. [COBISS.SI-ID 29594919]
2. Madan, Ivan, Kušar, Primož, Baranov, Vladimir V., Lu-Dac, Mathieu, Kabanov, Viktor V., Mertelj, Tomaž, Mihailović, Dragan. Real-time measurement of the emergence of superconducting order in a high-temperature superconductor. *Physical review. B, Condensed matter and materials physics*, ISSN 1098-0121; 93 (2016) 22, 224520-1-224520-8; doi: 10.1103/PhysRevB.93.224520. [COBISS.SI-ID 29645351]
3. Ličen, Matjaž, Majaron, Boris, Noh, Junghyun, Schütz, C., Bergström, Lennart, Lagerwall, Jan P. F., Drevenšek Olenik, Irena. Correlation between structural properties and iridescent colors of cellulose nanocrystalline films. *Cellulose*, ISSN 0969-0239; 23 (2016) 6, 3601-3609, ilustr., doi: 10.1007/s10570-016-1066-z.
4. Troha, Tinkara, Drevenšek Olenik, Irena, Webba Da Silva, Mateus, Spindler, Lea. Surface-adsorbed long G-quadruplex nanowires formed by G:C linkages. *Langmuir*, ISSN 0743-7463; 32 (2016) 28, 7056-7063, ilustr., doi: 10.1021/acs.langmuir.6b01222
5. Ji, Zhichao, Zhang, Xinzhen, Shi, Bin, Li, Wei, Luo, Weiwei, Drevenšek Olenik, Irena, Wu, Qiang, Xu, Jingjun. Compartmentalized liquid crystal alignment induced by sparse polymer ribbons with surface relief gratings. *Optics letters*, ISSN 0146-9592, 2016, vol. 41, iss. 2, str. 336-339, ilustr., doi: 10.1364/OL.41.000336
6. Geng, Yong, Noh, Junghyun, Drevenšek Olenik, Irena, Rupp, Romano A., Lenzini, Gabriele, Lagerwall, Jan P. F. High-fidelity spherical cholesteric liquid crystal Bragg reflectors generating unclonable patterns for secure authentication. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322; 6 (2016), 26840, 9 str., ilustr., doi: 10.1038/srep26840.
7. Lisjak, Darja, Plohl, Olivija, Vidmar, Janja, Majaron, Boris, Ponikvar-Svet, Maja. Dissolution mechanism of upconverting A<sup>YF4</sup>:Yb,Tm (A = Na or K) nanoparticles in aqueous media. *Langmuir*, ISSN 0743-7463; 32 (2016) 32, 8222-8229; doi: 10.1021/acs.langmuir.6b02675. [COBISS.SI-ID 29679655]
8. Shuai, M., Mertelj, Alenka, Lisjak, Darja, Čopič, Martin, et al. Spontaneous liquid crystal and ferromagnetic ordering of colloidal magnetic nanoplate. *Nature communications*, ISSN 2041-1723; 7 (2016), 10394-1-10394-8, doi: 10.1038/ncomms10394. [COBISS.SI-ID 29253927]

## Najpomembnejše objave v letu 2015

1. Madan, Ivan, Kurosawa, T., Toda, Y., Oda, Migaku, Mertelj, Tomaž, Mihailović, Dragan. Evidence for carrier localization in the pseudogap state of cuprate superconductors from coherent quench experiments. *Nature communications*, ISSN 2041-1723, 6 (2015), 6958-1-6958-6, doi: 10.1038/ncomms7958. [COBISS.SI-ID 28758311]
2. Buh, Jože, Kabanov, Viktor V., Baranov, Vladimir V., Mrzel, Aleš, Kovič, Andrej, Mihailović, Dragan. Control of switching between metastable superconducting states in  $\delta$ -MoN nanowires. *Nature communications*, ISSN 2041-1723, 6 (2015), 10250-1-10250-6, doi: 10.1038/ncomms10250. [COBISS.SI-ID 29119015]
3. Shumilin, A. V., Kabanov, Viktor V.. Kinetic equations for hopping transport and spin relaxation in a random magnetic field. *Physical review. B, Condensed matter and materials physics*, ISSN 1098-0121, 92 (2015) 1, 041206-1-041206-15, doi: 10.1103/PhysRevB.92.014206. [COBISS.SI-ID 28747047]
4. Medle Rupnik, Peter, Lisjak, Darja, Čopič, Martin, Mertelj, Alenka. Ferromagnetic liquid crystals for magnetic field visualisation. *Liquid crystals*, ISSN 0267-8292, 42 (2015) 12, 1684-1688, doi: 10.1080/02678292.2015.1049570. [COBISS.SI-ID 28701223]
5. Vaskivskiy, Igor, Gospodarič, Jan, Brazovskii, Serguei, Svetin, Damjan, Šutar, Petra, Goreschnik, Evgeny A., Mihailović, Ian, Mertelj, Tomaž, Mihailović, Dragan. Controlling the metal-to-insulator relaxation of the metastable hidden quantum state in 1T-TaS<sub>2</sub>. *Science advances*, ISSN 2375-2548, 1 (2015) 6, e1500168-1-e1500168-6, doi: 10.1126/sciadv.1500168. [COBISS.SI-ID 28753959]
6. Pogrebna, Anna, Mertelj, Tomaž, Vujičić, Nataša, Cao, Guozhong, Xu, Z. A., Mihailović, Dragan. Coexistence of ferromagnetism and superconductivity in iron based pnictides : a time resolved magnetooptical study. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 5 (2015), 7754-1-7754-7, doi: 10.1038/srep07754. [COBISS.SI-ID 28287783]
7. Vidovič, Luka, Milanič, Matija, Majaron, Boris. Objective characterization of bruise evolution using photothermal depth profiling and Monte Carlo modeling. *Journal of biomedical optics*, ISSN 1083-3668, 20 (2015) 1, 017001-1-12, doi: 10.1117/1.JBO.20.1.017001. [COBISS.SI-ID 28243495]
8. Lisjak, Darja, Plohl, Olivija, Ponikvar - Svet, Maja, Majaron, Boris. Dissolution of upconverting fluoride nanoparticles in aqueous suspensions. *RSC advances*, ISSN 2046-2069, 5 (2015) 35, 27393-27397, doi: 10.1039/c5ra00902b. [COBISS.SI-ID 28445735]

## Najpomembnejše objave v letu 2014

1. Stojchevska, Ljupka, Vaskivskiy, Igor, Mertelj, Tomaž, Kušar, Primož, Svetin, Damjan, Brazovskii, Serguei, Mihailović, Dragan. Ultrafast switching to a stable hidden quantum state in an electronic crystal. *Science*, ISSN 0036-8075, 344 (2014) 6180, 177-180, doi: 10.1126/science.1241591. [COBISS.SI-ID 27627303]
2. Madan, Ivan, Kurosawa, T., Toda, Y., Oda, Migaku, Mertelj, Tomaž, Kušar, Primož, Mihailović, Dragan. Separating pairing from quantum phase coherence dynamics above the superconducting transition by femtosecond spectroscopy. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 4 (2014), 05656-1-05656-5, doi: 10.1038/srep05656. [COBISS.SI-ID 27876647]
3. Majkić, Aleksej, Gadermaier, Christoph, Čelić, Nevena, Topolovšek, Peter, Bratina, Gvido, Mihailović, Dragan. Mo<sub>6</sub>S<sub>9</sub>I<sub>x</sub> nanowires as additives for enhanced organic solar cell performance. *Solar energy materials and solar cells*, ISSN 0927-0248. [Print ed.], 127 (2014), 63-66. [COBISS.SI-ID 3306491]
4. Tašič, Blaž, Mrzel, Aleš, Huskić, Miroslav, Zhang, Xinzhen, Drevenšek Olenik, Irena. Alignment of MoS<sub>2</sub> nanotubes in a photopolymerizable liquid-crystalline material. *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, ISSN 1932-7447, 118 (2014) 45, 26396-26401, ilustr. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp508412w>, doi: 10.1021/jp508412w. [COBISS.SI-ID 2746468]
5. Čoga, Lucija, Masiero, Stefano, Drevenšek Olenik, Irena. Lamellar versus compact self-assembly of lipoguanosine derivatives in thin surface films. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*, ISSN 0927-7765. [Print ed.], 121 (2014), 114-121, ilustr. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927776514002732#>, doi: 10.1016/j.colsurfb.2014.05.038. [COBISS.SI-ID 2686564]
6. Mertelj, Alenka, Osterman, Natan, Lisjak, Darja, Čopič, Martin. Magneto-optic and converse magnetoelectric effects in a ferromagnetic liquid crystal. *Soft matter*, ISSN 1744-683X, 10 (2014) 45, 9065-9072, doi:10.1039/C4SM01625D. [COBISS.SI-ID 28078119]
7. Hessari, Nason Ma'ani, Spindler, Lea, Troha, Tinkara, Lam, Wan-Chi, Drevenšek Olenik, Irena, Webba Da Silva, Mateus. Programmed self-assembly of a quadruplex DNA nanowire. *Chemistry*, ISSN 0947-6539. [Print ed.], 20 (2014) 13, 3626-3630, ilustr. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201300692/full>, doi: 10.1002/chem.201300692. [COBISS.SI-ID 2644580]



8. Buh, Jože, Kovič, Andrej, Mrzel, Aleš, Jagličič, Zvonko, Jesih, Adolf, Mihailović, Dragan. Template synthesis of single-phase  $\delta_3$ -MoN superconducting nanowires. *Nanotechnology*, ISSN 0957-4484, 25 (2014) 2, 025601-1-025601-6, doi: 10.1088/0957-4484/25/2/025601. [COBISS.SI-ID 27331623]
9. Pogrebna, Anna, Vujčić, Nataša, Mertelj, Tomaž, Borzda, Tetiana, Cao, Guozhong, Xu, Z. A., Chu, Jiun-Haw, Fisher, Ian R., Mihailović, Dragan. Spectrally resolved femtosecond reflectivity relaxation dynamics in undoped spin-density wave 122-structure iron-based pnictides. *Physical review. B, Condensed matter and materials physics*, ISSN 1098-0121, 89 (2014) 16, 165131-1-165131-9, doi: 10.1103/PhysRevB.89.165131. [COBISS.SI-ID 27689767]

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Nonequilibrium Phenomena in Quantum Systems, Ambrož pod Krvavcem, Slovenija, organizatorji, 17.-21. 12. 2016
2. Flatlands beyond Graphene 2016, Bled, Slovenija, organizatorji, 4.-8. 7. 2016

### Patent

1. Xinzhen Zhang, Jingjun Xu, Wei Li, Irena Drevenšek Olenik, Wei Cui, Bin Shi, Zhenhua Wang, Qiang Wu, Yongfa Kong, Micro/nano region liquid crystal alignment method and system thereof based on laser direct writing, CN103995394 (B), Chinese Patent Office, 17. 8. 2016
2. Andrej Kovič, Adolf Jesih, Aleš Mrzel, Postopek za sintezo molibdenovih karbidov v obliki kvazi enodimenzionalnih struktur, SI24925 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 8. 2016
3. Igor Vaskivskiy, Dragan Mihailović, Ian Mihailović, Preklopni elementi na osnovi makroskopskih kvantnih stanj in metode njihovega delovanja, SI24776 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 1. 2016
4. Matjaž Lukač, Zdenko Vižintin, Boris Cencič, Method for lightening or eradicating pigments in human skin, US9254174 (B2), US Patent Office, 9. 2. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Kimberly-Clark - Razvoj LCD filtra v letu 2016  
Kimberly-clark  
prof. dr. Martin Čopič
2. Meritve spektra XANES/EXAFS; Podaljšanje obstoječega dela ter dokončanje analize podatkov in priprava in oddaja članka za objavo v priznani revij  
Areva Mining And Front-end Bg  
dr. Steven Daniel Conradson
3. 7. OP - MoWSeS; Nanoelektronika na osnovi dvodimenzionalnih dihalokofenidov  
Evropska komisija  
prof. dr. Christoph Gadermaier
4. 7. OP - TRAJECTORY, Koherentni trajektoriji skozi fazne prehode z zlomom simetrije  
Evropska komisija  
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
5. COST MP1205; Napredek v optofluidiki: integracija optičnega nadzora in fotonike z mikrofluidiko  
Cost Office  
dr. Natan Osterman
6. COST MP1302; Nanospektroskopija  
Cost Office  
prof. dr. Christoph Gadermaier
7. MPNS COST MP1201: Superprevodnost na nanolestvici: Nove funkcionalnosti na osnovi optimalnih omejitev kondenzata in polj - NanoSC - COST  
Cost Office  
prof. dr. Viktor Kabanov
8. COST BM 1205: Biomedicina in molekularne bioznanosti  
Cost Office  
prof. dr. Boris Majaron
9. H2020 - MagNem; Hidrodinamika feromagnetnih nematskih tekočih kristalov  
Evropska komisija  
doc. dr. Alenka Mertelj
10. Neutronski polarizatorji na osnovi kompozitov iz polimera in nanodelcev  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Martin Čopič
11. Evaluacija globinske karakterizacije tkiv in vivo s fototermalno radiometrijo z alternativnimi eksperimentalnimi tehnikami v razvoju  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Boris Majaron

12. Gojenje in karakterizacija funkcionalnih 2D materialov na osnovi grafena in dihalokofenidov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Tomaž Mertelj
13. Foto-stimulirani pojavi in dinamična stanja v bližini faznega prehoda  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Viktor Kabanov
14. JET Campaigns-JET1-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Natan Osterman
15. Medium Size Tokamak Campaigns-MST1-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Natan Osterman

## PROGRAMI

1. Teorija trdnih snovi in statistična fizika  
prof. dr. Janez Bonča
2. Teorija jedra, osnovnih delcev in polj  
prof. dr. Svetlana Fajfer
3. Svetloba in snov  
prof. dr. Martin Čopič
4. Medicinska fizika  
dr. Matija Milanič
5. Dinamika kompleksnih nanosnovi  
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović

## PROJEKTI

1. Termoforetsko vodenje, zbiranje in razvrščanje biomolekul v mikrofluidičnih napravah  
dr. Natan Osterman
2. Z epitaksijo z molekularnim žarkom do ultrahitrih spominskih naprav  
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
3. Optimizacijske strategije v bioloških in umetnih mikrofluidičnih sistemih  
dr. Mojca Vilfan
4. Zlom simetrije v realnem času  
prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović
5. Obsesvanje in analiza nano SiC vzorcev  
Miloš Borovšak, univ. dipl. fiz.



55. Gerasimenko Yaroslav, Nasretdinova Venera, Vaskivskiy Igor, Borovšak Miloš, Madan Ivan, Mertelj Tomaž, Gospodarič Jan (študent), Ravnik Jan (študent), Mihailović Dragan, GRC: Ultrafast Phenomena in Cooperative Systems, Lucca (Barga), Italija, 14.-19. 2. 2016 (8-krat poster, objavljeno predavanje)
56. Vega Mayoral Victor, Vella Daniele, International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials, Kirchberg in Tirol, Avstrija, 12.-21. 2. 2016 (2-krat poster)
57. Mihailović Dragan, Workshop on Imaging with Femtosecond Electron and X-ray pulses (IFEXS), Trst, Italija, 1.-3. 2. 2016 (javljeno predavanje)

58. Vilfan Mojca, Faculty of Engineering of the University of Porto, Porto, Portugalska, 9.-17. 1. 2016 (predavanje)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Ljupka Stojčevska Malbašić: Podoktorsko usposabljanje v University of Duisburg-Essen, Faculty of Physics, Duisburg, Nemčija, od 1. 6. 2016 dalje

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. dr. Steven Daniel Conradson, znanstveni svetnik
2. prof. dr. Martin Čopič\*, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
3. prof. dr. Irena Drevenšek Olenik\*, znanstveni svetnik
4. prof. dr. Christoph Gadermaier
5. prof. dr. Viktor Kabanov, znanstveni svetnik
6. dr. Matjaž Lukač\*
7. prof. dr. Boris Majaron
8. *dr. Marko Marinček\**, *odšel 1. 2. 2016*
9. doc. dr. Alenka Mertelj, pomočnik vodje odseka
10. doc. dr. Tomaž Mertelj
11. **prof. dr. Dragan Dragoljub Mihailović, znanstveni svetnik - vodja odseka**
12. dr. Matija Milanič
13. dr. Aleš Mrzel
14. dr. Natan Osterman\*
15. dr. Nerea Sebastián Ugarteche
16. doc. dr. Lea Spindler\*
17. dr. Mojca Vilfan
18. prof. dr. Marko Zgonik\*, znanstveni svetnik

### Podoktorski sodelavci

19. *dr. Jože Buh, odšel 1. 9. 2016*
20. dr. Luka Cmok
21. *dr. Jaroslav Gerasimenko, odšel 1. 9. 2016*
22. *dr. Ivan Madan, odšel 1. 10. 2016*
23. *dr. Venera Nasretdinova, odšla 1. 9. 2016*
24. dr. Andrej Petelin
25. dr. Peter Rodič
26. dr. Anastasia Samodurova
27. dr. Ljupka Stojčevska Malbašić
28. dr. Jure Strle
29. *dr. Igor Vaskivskiy, odšel 1. 9. 2016*

### Mlajši raziskovalci

30. *Miloš Borovšak, univ. dipl. fiz., odšel 1. 8. 2016*
31. Tetiana Borzda
32. Andrej Kranjec, univ. dipl. fiz.
33. Matjaž Ličen, mag. fiz.
34. Luca Moretti, Msc. in Ingegneria Fisica, Milano
35. Matej Prijatelj, univ. dipl. fiz.
36. Jan Ravnik, mag. fiz.
37. *Victor Vega Mayoral, Master Universitario, Španija, odšel 1. 10. 2016*
38. dr. Daniele Vella
39. Nina Verdel, mag. med. fiz.
40. dr. Luka Vidovič\*

### Strokovni sodelavci

41. Damjan Svetin, dipl. inž. fiz.
42. Petra Šutar, dipl. inž. kem. tehnol.

### Tehniški in administrativni sodelavci

43. Sabina Cintauer, dipl. ekon.
44. Martina Knavs, univ. dipl. arheol.
45. Janja Milivojević

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Agency for Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japonska
2. Paul Scherrer Institute, Zürich, Švica
3. Beckman Laser Institute and Medical Clinic, University of California at Irvine, Irvine, CA, ZDA
4. Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, ZDA
5. Cavendish Laboratory, Cambridge, Velika Britanija
6. College of the Holy and Undivided Trinity of Queen Elizabeth near Dublin, Physics Department, Dublin, Irska
7. Department of Physics, Zhejiang University, Hangzhou, Kitajska
8. Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Nemčija
9. École Normale Lyon, Lyon, Francija
10. Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica
11. Eidgenössische Technische Hochschule, Institute of Quantum Electronics, Zürich, Švica
12. Elettra-Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Bazovica, Trst, Italija
13. Faculty of Electrotechnics, University of Sarajevo, Sarajevo, Bosna in Hercegovina
14. Fotona, d. d., Ljubljana, Slovenija
15. Graduate School of Science, Department of Physics, Osaka, Japonska
16. Institute of Chemistry, Department of Physical Chemistry & Linz Institute of Organic Solar Cells, University of Linz, Linz, Avstrija
17. Institute of Physics, National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Kijev, Ukrajina
18. Institute Paris - sud, Pariz, Francija
19. Istituto per lo Studio di Materiali Nanostrutturali - sezione di Bologna, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Italija
20. Ioffe Physical-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Rusija
21. Kazan State University, Kazan, Rusija
22. Klinični center Ljubljana, Klinični oddelek za plastično kirurgijo in opeklino, Ljubljana, Slovenija
23. Kotelnikov Institute of RadioEngineering and Electronics RAS, Moskva, Rusija
24. Loughborough University, Loughborough, Velika Britanija
25. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, ZDA
26. Ludwig-Maximilians Universität, München, Nemčija
27. Nankai University, Tianjin, Kitajska
28. National Institute for Material Science, Tsukuba, Japonska
29. Oxford University, Dept. of Physics, Dept. of Inorganic Chemistry, Oxford, Velika Britanija
30. Physics and Mechatronics Engineering, Saarland University, Nemčija
31. Physics Faculty, National Taras Shevchenko University, Kijev, Ukrajina
32. Politehnična Univerza v Milanu, Milano, Italija
33. Prirodno-matematični fakultet, Sarajevo, Bosna in Hercegovina
34. Shanghai Jiao Tong University, Department of Physics, Shanghai, Kitajska
35. Sveučilište u Zagrebu, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška
36. Swiss Federal Institute of Technology, Institute of Quantum Electronics, Zürich, Švica
37. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija
38. Technische Universität Wien, Dunaj, Avstrija
39. TEDA Applied Physics School, Nankai University, Tianjin, Kitajska
40. Tokyo University, Japonska
41. Trinity College Dublin, Irska
42. Universität Karlsruhe, Institut für Physikalische Chemie, Karlsruhe, Nemčija
43. Universität Konstanz, Konstanz, Nemčija
44. Universität Wien, Institut für Materialphysik, Avstrija
45. University Louis Pasteur, Laboratoire des Matériaux, Strasbourg, Francija
46. University Paris Sud, Pariz, Francija
47. University of Bristol, Bristol, Velika Britanija
48. University of California at Los Angeles, Kalifornija, ZDA
49. University of Colorado, Boulder, CO, ZDA
50. University of Duisburg-Essen, Faculty of Physics, Duisburg, Nemčija
51. University of Loughborough, Loughborough, Velika Britanija
52. University of Tsukuba, Japonska
53. University of Zürich, Zürich, Švica
54. Weizman Institute, Izrael
55. Prirodno matematični fakultet, Departman za hemiju, Univerza v Novem Sadu, Srbija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Mohamed Alaasar, Marko Prehm, Tamba Maria-Gabriela, Nerea Sebastián Ugarteche, Alexey Eremin, Carsten Tschierske, "Development of polar order in the liquid crystal phases of a 4-cyanoresorcinol-based bent-core mesogen with fluorinated azobenzene wings", *ChemPhysChem (Internet)*, vol. 17, no. 2, str. 278-287, 2016. [COBISS.SI-ID 30015271]
- D. Alden *et al.* (16 avtorjev), "Fabrication and structural properties of AlN submicron periodic lateral polar structures and waveguides for UV-C applications", *Appl. phys. lett.*, vol. 108, no. 26, str. 261106-1-261106-5, 2016. [COBISS.SI-ID 2970724]
- Claudia Backes *et al.* (13 avtorjev), *et al.*, "Production of highly monolayer enriched dispersions of liquid-exfoliated nanosheets by liquid cascade centrifugation", *ACS nano*, vol. 10, no. 1, str. 1589-1601, 2016. [COBISS.SI-ID 29252391]
- Robles-Hernández Beatriz, Nerea Sebastián Ugarteche, Josep Salud, Sergio Diez-Berart, David A. Dunmur, Geoffrey R. Luckhurst, David O. López, Fuente M. Rosario de la, "Molecular dynamics of a binary mixture of twist-bend nematic liquid crystal dimers studied by dielectric spectroscopy", *Phys. rev., E*, vol. 93, no. 6, str. 062705-1-062705-7, 2016. [COBISS.SI-ID 30010663]
- Miloš Borovšak, Ljupka Stojchevska, Petra Šutar, Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, "Critical femtosecond relaxation dynamics of collective and single-particle excitations through the phase transitions in single crystals of  $\eta - \text{Mo}_4\text{O}_{11}$ ", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 12, str. 125123-1-125123-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29351463]
- Lucija Čoga, Lea Spindler, Stefano Masiero, Irena Drevenšek Olenik, "Molecular recognition of a lipophilic guanosine derivative in Langmuir films at the air-water interface", *Biochim. biophys. acta (G)*, 22 str. [COBISS.SI-ID 3041636]
- Nevena Čelić, Egon Pavlica, Miloš Borovšak, Jure Strle, Jože Buh, Janez Zavašnik, Gvido Bratina, Patrick Denk, Markus Scharber, Niyazi Serdar Sariciftic, Dragan Mihailović, "Factors determining large observed increases in power conversion efficiency of P3HT:PCBM solar cells embedded with  $\text{Mo}_6\text{S}_9-x\text{I}_x$  nanowire", *Synth. met.*, vol. 212, str. 105-112, 2016. [COBISS.SI-ID 29186855]
- Nikola Fistončić, Ivan Fistončić, Štefica Findri-Guštek, Iva Sorta Bilajac Turina, Ingrid Marton, Zdenko Vižintin, Marko Kazič, Irena Hreljac, Tadej Perhavec, Matjaž Lukač, "Minimally invasive, non-ablative Er:YAG laser treatment of stress urinary incontinence in women - a pilot study", *Lasers med. sci.*, vol. 31, no. 4, pp. 635-643, 2016. [COBISS.SI-ID 29297191]
- Yong Geng, JungHyun Noh, Irena Drevenšek Olenik, Romano A. Rupp, Gabriele Lenzi, Jan P. F. Lagerwall, "High-fidelity spherical cholesteric liquid crystal Bragg reflectors generating unclonable patterns for secure authentication", *Scientific reports*, vol. 6, art. no. 26840, 9 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2959460]
- Zhichao Ji, Xinzhang Zhang, Bin Shi, Wei Li, Weiwei Luo, Irena Drevenšek Olenik, Qiang Wu, Jingjun Xu, "Compartmentalized liquid crystal alignment induced by sparse polymer ribbons with surface relief gratings", *Opt. lett.*, vol. 41, iss. 2, str. 336-339, 2016. [COBISS.SI-ID 2915684]
- Blaž Kavčič, Gašper Kokot, Igor Poberaj, Dušan Babič, Natan Osterman, "One-pass manufacturing of multimaterial colloidal particles using optical recognition-enhanced laser direct imaging lithography", *Appl. phys. express*, vol. 9, str. 026501 -1-026501 -4, 2016. [COBISS.SI-ID 29246247]
- Ł. Kłopotowski, Claudia Backes, A. Mitioglu, Victor Vega Mayoral, Damien Hanlon, Jonathan N. Coleman, V. Y. Ivanov, D. K. Maude, P. Plochcka, "Revealing the nature of excitons in liquid exfoliated monolayer tungsten disulphide", *Nanotechnology (Bristol)*, vol. 27, no. 42, str. 425707-1-425701-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29778983]
- Matjaž Ličen, Boris Majaron, JungHyun Noh, C. Schütz, Lennart Bergström, Jan P. F. Lagerwall, Irena Drevenšek Olenik, "Correlation between structural properties and iridescent colors of cellulose nanocrystalline films", *Cellulose (Lond.)*, vol. 23, iss. 6, str. 3601-3609, 2016. [COBISS.SI-ID 2992228]
- Darja Lisjak, Olivija Plohl, Janja Vidmar, Boris Majaron, Maja Ponikvar-Svet, "Dissolution mechanism of upconverting  $\text{AYF}_4: \text{Yb}, \text{Tm}$  (A = Na or K) nanoparticles in aqueous media", *Langmuir*, vol. 32, no. 32, str. 8222-8229, 2016. [COBISS.SI-ID 29679655]
- David O. López, Robles-Hernández Beatriz, Josep Salud, Fuente M. Rosario de la, Nerea Sebastián Ugarteche, Sergio Diez-Berart, X. Jaen, David A. Dunmur, Geoffrey R. Luckhurst, "Miscibility studies of two twist-bend nematic liquid crystal dimers with different average molecular curvatures, A comparison between experimental data and predictions of a Landau mean-field theory for the  $\text{N}_{\text{TB}}^{\text{N}}$  phase transition", *PCCP. Phys. chem. chem. phys.*, vol. 18, no. 6, str. 4394-4404, 2016. [COBISS.SI-ID 30010919]
- Nejc Lukač, Matjaž Lukač, Matija Jezeršek, "QSP mode characteristics of 3rd generation ASP powered Er:YAG dental lasers", *LAHA*, vol. 2016, no. 1, str. 1-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29641255]
- Nejc Lukač, Tomaž Suhovršnik, Matjaž Lukač, Matija Jezeršek, "Ablation characteristics of quantum square pulse mode dental erbium laser", *J. biomed. opt.*, vol. 21, iss. 1, str. 1-10, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 14476059]
- Nejc Lukač, Jure Zdravec, Peter Gregorčič, Matjaž Lukač, Matija Jezeršek, "Wavelength dependence of photon-induced photoacoustic streaming technique for root canal irrigation", *J. biomed. opt.*, vol. 21, nr. 7, str. 1-10, Jul. 2016. [COBISS.SI-ID 14723867]
- Ivan Madan, Primož Kušar, Vladimir V. Baranov, Mathieu Lu-Dac, Viktor V. Kabanov, Tomaž Mertelj, Dragan Mihailović, "Real-time measurement of the emergence of superconducting order in a high-temperature superconductor", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 22, str. 224520-1-224520-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29645351]
- Ingrid Milošev, Peter Rodič, "Cerium chloride and acetate salts as corrosion inhibitors for aluminium alloy AA7075-T6 in sodium chloride solution", *Corrosion (Houst., Tex.)*, vol. 72, no. 8, str. 1021-1034, 2016. [COBISS.SI-ID 29450535]
- Tomaž Mohorič, Gašper Kokot, Natan Osterman, Alexey Snezhko, Andrej Vilfan, Dušan Babič, Jure Dobnikar, "Dynamic assembly of magnetic colloidal vortices", *Langmuir*, vol. 32, no. 20, str. 5094-5101, 2016. [COBISS.SI-ID 29511463]
- Robert A. Nawrocki, Egon Pavlica, Nevena Čelić, Dmitry Orlov, Matjaž Valant, Dragan Mihailović, Gvido Bratina, "Fabrication of poly(3-hexylthiophene) nanowires for high-mobility transistors", *Organic electronics*, vol. 30, str. 92-98, 2016. [COBISS.SI-ID 4099579]
- Aleš Omerzu, Miloš Borovšak, "Long-range correlated electron transport in M-DNA", *Chem. phys.*, vol. 478, str. 45-47, 2016. [COBISS.SI-ID 30082599]
- Natan Osterman, Jure Derganc, Daniel Svenšek, "Formation of vortices in long microcavities at low Reynolds number", *Microfluid. nanofluid.*, vol. 20, issue 2, art. no. 33, str. 1-10, 2016. [COBISS.SI-ID 2917732]
- Anna Pogrebna, Tomaž Mertelj, Guozhong Cao, Z. A. Xu, Dragan Mihailović, "Fluence-dependent femtosecond quasiparticle and  $\text{Eu}^{2+}$  spin relaxation dynamics in  $\text{EuFe}_2(\text{As}, \text{P})_2$ ", *Physical review. B*, vol. 94, no. 14, str. 144519-1-144519-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29911591]
- Matej Prijatelj, Mostafa A. Ellabban, Martin Fally, Valentina Domenici, Martin Čopič, Irena Drevenšek Olenik, "Peculiar behaviour of optical polarization gratings in light-sensitive liquid crystalline elastomers", *Opt. mater. express*, vol. 6, iss. 3, str. 961-970, 2016. [COBISS.SI-ID 2932324]
- Klementina Pušnik, Mojca Peterlin, Irena Kralj Cigič, Gregor Marolt, Ksenija Kogej, Alenka Mertelj, Sašo Gyergyek, Darko Makovec, "Adsorption of amino acids, aspartic acid, and lysine onto iron-oxide nanoparticles", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, iss. 26, str. 14372-14381, 2016. [COBISS.SI-ID 1537055939]
- Peter Rodič, Alenka Mertelj, Miloš Borovšak, Andreja Benčan, Dragan Mihailović, Barbara Malič, Ingrid Milošev, "Composition, structure and morphology of hybrid acrylate-based sol-gel coatings containing Si and Zr composed for protective applications", *Surf. coat. technol.*, vol. 286, str. 388-396, 2016. [COBISS.SI-ID 29132839]
- Peter Rodič, Ingrid Milošev, "Corrosion inhibition of pure aluminium and alloys AA2024-T3 and AA7075-T6 by cerium(III) and cerium(IV) salts", *J. Electrochem. Soc.*, vol. 163, no. 3, str. C85-C93, 2016. [COBISS.SI-ID 29113639]
- Josep Salud, David Orenco López, Nerea Sebastián Ugarteche, Maria Rosario de la Fuente, Sergio Diez-Berart, M. B. Ros, "Influence of the chain length on the nematic-to-isotropic phase transition for the odd members of a highly non-symmetric pyrene-based series of liquid crystal dimers: J. Salud ... [et al.]", *Liq. cryst.*, vol. 43, no. 1, str. 102-111, 2016. [COBISS.SI-ID 30017319]
- Nerea Sebastián Ugarteche *et al.* (13 avtorjev), "Mesophase structure and behaviour in bulk and restricted geometry of a dimeric compound exhibiting a nematic-nematic transition", *PCCP. Phys. chem. chem. phys.*, vol. 18, no. 28, str. 19299-19308, 2016. [COBISS.SI-ID 30010407]
- M. Shuai, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Martin Čopič, *et al.*, "Spontaneous liquid crystal and ferromagnetic ordering of colloidal magnetic

- nanoplate", *Nature communications*, vol. 7, str. 10394-1-10394-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29253927]
33. A. V. Shumilin, Vladimir V. Baranov, Viktor V. Kabanov, "Upper critical field in the model with finite range interaction between electron", *Physical review. B*, vol. 94, no. 17, str. 174506-1-174506-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29955367]
  34. Peter Topolovšek, Luka Cmok, Christoph Gadermaier, Miloš Borovšak, Janez Kovač, Aleš Mrzel, "Thiol click chemistry on gold-decorated MoS<sub>2</sub>: elastomer composites and structural phase transitions", *Nanoscale*, vol. 8, no. 19, str. 10016-10020, 2016. [COBISS.SI-ID 29499687]
  35. Tinkara Troha, Irena Drevenšek Olenik, Mateus Webba da Silva, Lea Spindler, "Surface-adsorbed long G-quadruplex nanowires formed by G:C linkages", *Langmuir*, vol. 32, iss. 28, str. 7056-7063, 2016. [COBISS.SI-ID 2971236]
  36. Tinkara Troha *et al.* (11 avtorjev), "UV second harmonic generation in AlN waveguides with modal phase matching", *Opt. mater. express*, vol. 6, iss. 6, 2014-2023, 2016. [COBISS.SI-ID 2958948]
  37. Igor Vaskivskiy, Ian Mihailović, Serguei Brazovskii, Jan Gospodarič, Tomaž Mertelj, Damjan Svetin, Petra Šutar, Dragan Mihailović, "Fast electronic resistance switching involving hidden charge density wave states", *Nature communications*, vol. 7, str. 11442 -1-11442 -5, 2016. [COBISS.SI-ID 29594919]
  38. Victor Vega Mayoral, Claudia Backes, Damien Hanlon, Umar Khan, Zahra Gholamvand, Maria O'Brien, Georg S. Duesberg, Christoph Gadermaier, Jonathan N. Coleman, "Photoluminescence from liquid-exfoliated WS<sub>2</sub> monomers in poly(vinyl alcohol) polymer composites", *Adv. funct. mater.*, vol. 26, issue 7, str.1028-1039, 2016. [COBISS.SI-ID 29292583]
  39. Victor Vega Mayoral *et al.* (12 avtorjev), "Exciton and charge carrier dynamics in few-layer WS<sub>2</sub>", *Nanoscale*, vol. 8, no. 10, str. 5428-5434, 2016. [COBISS.SI-ID 29332007]
  40. Damjan Vengust, Jan Ravnik, Aleš Mrzel, Mojca Vilfan, "Molybdenum carbide nanowires: facile synthesis, a new hybrid phase and their use as transparent electrodes", *RSC advances*, vol. 6, no. 93, str. 90806-90812, 2016. [COBISS.SI-ID 29785895]
  41. Gleb Varyasov, Katsuhiko Matsumoto, Rika Hagiwara, "Homoleptic octahedral coordination of CH<sub>3</sub>CN to Mg<sup>2+</sup> in the Mg[N(SO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]-CH<sub>3</sub>CN system", *Dalton trans. (2003)*, vol. 45, no. 7, str. 2810-2813, 2016. [COBISS.SI-ID 29261095]
  42. Eduard Westphal, Hugo Gallardo, Giovanni Finoto Caramori, Nerea Sebastián Ugarteche, Tamba Maria-Gabriela, Alexey Eremin, Susumu Kawachi, Marko Prehm, Carsten Tschierske, "Polar order and symmetry breaking at the boundary between bent-core and rodlike molecular forms: when 4-cyanoresorcinol meets the carbosilane end group", *Chemistry (Weinheim)*, vol. 22, no. 24, str. 8181-8197, 2016. [COBISS.SI-ID 30015015]
  43. Anna Zimina, Igor Vilfan, Daniel Vrbanič, Valeria Nicolosi, David Batchelor, Ralph Steininger, Dragan Mihailović, "Electronic structure of purified Mo<sub>6</sub>S<sub>(9-x)</sub>I<sub>x</sub> nanowires studied by X-ray spectroscopy", *J. electron spectrosc. relat. phenom.*, vol. 207, str. 29-33, 2016. [COBISS.SI-ID 29163559]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Claudio Giannetti, Massimo Capone, Daniele Fausti, Michele Fabrizio, Fulvio Parmigiani, Dragan Mihailović, "Ultrafast optical spectroscopy of strongly correlated materials and high-temperature superconductors: a non-equilibrium approach", *Adv. Phys.*, vol. 65, no. 2, str. 58-238, 2016. [COBISS.SI-ID 29650727]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

### (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Isabella Avigo, Igor Vaskivskiy, Manuel Ligges, Matthias Källäne, Kai Rossnagel, Ljupka Stojchevska, Dragan Mihailović, "Accessing and probing of the photo-induced hidden state in 1T - TaS<sub>2</sub> with time- and angle-resolved photoemission spectroscopy", V: *Spintronics IX: September 26, 2016, San Diego, California, United States*, (Proceedings of SPIE, vol. 9931), str. 99313V-1-1-99313V-8. [COBISS.SI-ID 30010151]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Aysen Kaya, Matejka Podlogar, Damjan Vengust, Damjan Svetin, Süleyman Kahraman, Aleksander Rečnik, Slavko Bernik, "Hydrothermal growth of doped ZnO films on amorphous substrates", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics,

- Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 37-42. [COBISS.SI-ID 29821735]
2. Matija Milanič, Boris Majaron, "Influence of the scattering phase function in numerical modeling of hyperspectral imaging", V: *Optical interactions with tissue and cells XXVII: 13-18 February, San Francisco California, United States*, (Proceedings of SPIE, vol. 9706), (Progress in biomedical optics and imagings, vol. 1, no. 1), str. 97060Z-1-97060Z-13. [COBISS.SI-ID 29376807]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Marko Zgonik, Martin Horvat, *Praktikum II*, Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, 2008-. [COBISS.SI-ID 2246500]
2. Martin Čopič, *Fizika II*, Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, 2007-. [COBISS.SI-ID 2068068]

## PATENT

1. Xinzhen Zhang, Jingjun Xu, Wei Li, Irena Drevenšek Olenik, Wei Cui, Bin Shi, Zhenhua Wang, Qiang Wu, Yongfa Kong, *Micro/nano region liquid crystal alignment method and system thereof based on laser direct writing*, CN103995394 (B), Chinese Patent Office, 17. 08. 2016. [COBISS.SI-ID 2864740]
2. Igor Vaskivskiy, Dragan Mihailović, Ian Mihailović, *Preklopni elementi na osnovi makroskopskih kvantnih stanj in metode njihovega delovanja*, SI24776 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 01. 2016. [COBISS.SI-ID 28439591]
3. Matjaž Lukač, Zdenko Vižintin, Boris Cenčič, *Method for lightening or eradicating pigments in human skin*, US9254174 (B2), US Patent Office, 09. 02. 2016. [COBISS.SI-ID 29297447]
4. Andrej Kovič, Adolf Jesih, Aleš Mrzel, *Postopek za sintezo molibdenovih karbidov v obliki kvazi enodimenzionalnih struktur*, SI24925 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 08. 2016. [COBISS.SI-ID 29347879]

## MENTORSTVO

1. Victor Vega Mayoral, *Fotofizika dihalkogenidov prehodnih kovin pridobljenih preko eksfoliacije v tekoči fazi*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Christoph Gadermaier). [COBISS.SI-ID 288574720]
2. Daniele Vella, *Fotofizika atomske tankih MoS<sub>2</sub> naprav*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Christoph Gadermaier). [COBISS.SI-ID 288458496]
3. Luka Cmok, *Dinamika nabreklih tekočokristalnih elastomerov*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Martin Čopič). [COBISS.SI-ID 3016292]
4. Nevena Čelič, *Vpliv MoSi nanožic na učinkovitost P3HT:PCBM sončnih celic*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Dragan D. Mihailović). [COBISS.SI-ID 2943844]
5. Sabina Hrašnan, *Vpliv hrupa na proizvodni in izobraževalni proces*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Nataša Vujica Herzog; somentor Lea Spindler). [COBISS.SI-ID 19766038]
6. Jan Fišer, *Formiranje in prenos kovinskih nanokapljič na substrat s femtosekundnimi laserskimi sunki*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Tomaž Mertelj). [COBISS.SI-ID 2972004]
7. Jan Gospodarič, *Široko-spektralni odziv skritega stanja v 1T-TaS<sub>2</sub>*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Tomaž Mertelj). [COBISS.SI-ID 3046756]
8. Hana Majaron, *Anizotropna difuzija kroglic v feromagnetnem tekočem kristalu*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Alenka Mertelj; somentor Mojca Vilfan). [COBISS.SI-ID 2950500]
9. Jan Ravnik, *Opazovanje faznega prehoda v skrito kvantno stanje na femtosekundni časovni skali*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Dragan D. Mihailović; somentor Igor Vaskivskiy). [COBISS.SI-ID 2998628]
10. Jošt Stergar, *Optoterična manipulacija posameznih submikronskih delcev*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Natan Osterman). [COBISS.SI-ID 2991716]
11. Peter Šušnjar, *Izvor ekstremne UV svetlobe na osnovi generacije višjih harmoničnih frekvenc v žlahtnih plinih*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Irena Drevenšek Olenik; somentor Thomas Udem). [COBISS.SI-ID 2990436]
12. Nina Verdel, *Silicijeva fotopomnoževalka kot senzor svetlobe Čerenkova pri pozitronski tomografiji*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Peter Križan; somentor Rok Dolenc). [COBISS.SI-ID 2987876]

### Glavna področja našega dela so:

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

Na področju reaktorske fizike smo raziskave nadaljevali predvsem v smeri razvoja novih metod za analizo raziskovalnih in močnostnih reaktorjev. Potekale so priprave na eksperimentalno kampanjo na reaktorju TRIGA v sodelovanju s kolegi s CEA – Cadarache, ki je načrtovana za leto 2017. V kampanji bomo preučevali fisisjske celice, v katerih bosta alternativna aktivna materiala neptunij in plutonij. Opravili smo preliminarne izračune odziva fisisjskih celic v odvisnosti od položaja v reaktorski sredici, položaja kontrolnih palic, vrste aktivnega materiala in uporabe transmisijskih filtrov (kadmij, gadolinij, bor). V sodelovanju s kolegi s CEA – Cadarache ter kolegi z Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij ter Odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev smo opravili eksperimentalno kampanjo, katere namen je bila karakterizacija gama-polj v reaktorju TRIGA z meritvami s termoluminescenčnimi ter optoluminescenčnimi detektorji (TLD, OSLD), RadFET-detektorji, s scintilacijskim spektrometrom ter fisisjskimi in ionizacijskimi celicami. Rezultati kampanje se bodo uporabili za validacijo izračunov Monte Carlo po dvokoračni metodi, ki jo razvijamo na odseku in omogoča izračun transporta promptnih in zakasnelih žarkov gama, ki nastanejo iz radioaktivnih fisisjskih ter aktivacijskih produktov v reaktorju. Za slednje smo eksperimentalno pokazali, da so pomemben delež celotne jakosti polja. Na področju teoretične reaktorske fizike smo razvili in predlagali metodo za izračun kotnega fluksa z metodo Monte Carlo ter raziskovali povezavo med spektrom nevtronov in spektrom nevtronskega fluksa. V sklopu mednarodnega projekta Razvoj silicijevega karbida za izboljšano varovanje mej in pristanišč, ki poteka v mednarodnem partnerstvu pod okriljem programa NATO Znanost za mir, smo začeli razvoj detektorjev nevtronov na osnovi SiC, ki bi bili uporabni za nadzor nad fisisjskim materialom.

V okviru mednarodnega sodelovanja v sklopu OECD/NEA (konsistentno tudi z evropskim projektom CHANDA) smo nadaljevali delo v delovni skupini WPEC SG-41, ki se ukvarja s preseki jeder  $^{241}\text{Am}$  in  $^{237}\text{Np}$ . V letu 2016 smo naredili analizo preseka za zajetje v  $^{241}\text{Am}$  in  $^{237}\text{Np}$  v termičnem delu in njenim vplivom na integralne parametre. Nadgradili smo metodologijo analize aktivacijskih meritev v reaktorskem spektru za ta primer ter za nizkoenergijske resonance in/ali vezana stanja v odvisnosti od spektralnega razmerja.

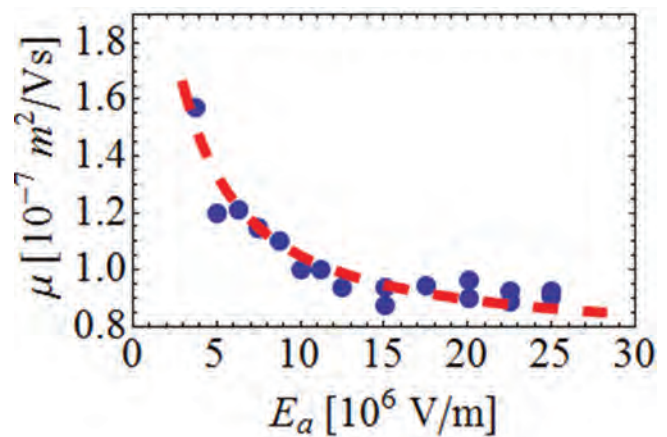
V sklopu evropskega projekta CHANDA smo sodelovali pri izboljšavi jedrskih podatkov za konceptni reaktor četrte generacije MYRRHA. Za materiale in reakcije, ki pomembno vplivajo na negotovosti integralnih parametrov in za katere bi izboljšanje jedrskih podatkov najbolj prispevalo k zmanjšanju omenjenih negotovosti, smo naredili primerjavo knjižnic evalviranih in eksperimentalnih podatkov. Knjižnice smo preizkusili tudi z drugimi integralnimi eksperimenti, ki imajo v občutljivostnih profilih podobnosti s konceptom MYRRHA. Priprava priporočil za reevalvacijo in izvedbo novih eksperimentov je sedaj v teku.

Tudi v letu 2016 smo podpirali obratovanje Nuklearne elektrarne Krško. Izvedli smo neodvisne projektne izračune za 29. cikel ter fizikalne preizkuse ob začetku obratovanja po končanem remontu. S programom MCNP smo ugotovili nevtronske dozne hitrosti na nekaj lokacijah v zadrževalnem hramu. S tem smo preverili učinkovitost relokacije elektronskih modulov DSM vibracijskega nadzora ventilacijskih enot. Z njihovo predstavitvijo se želi zmanjšati število okvar na modulih zaradi nevtronskega sevanja. Ugotovili smo, da je nevtronska dozna hitrost na novi lokaciji 20–40-krat manjša kot na starih lokacijah. Na osnovi pooblastila za področje sevalne in jedrske varnosti smo končali strokovno mnenje o opravljeni varnostni evalvaciji za 29. obratovalni cikel.

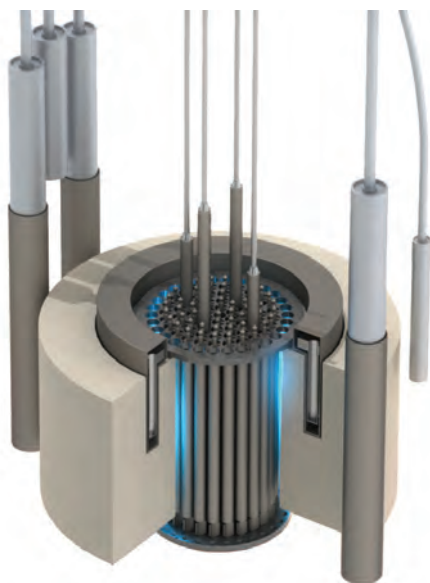


Vodja:

**doc. dr. Luka Snoj**



Slika 1: Primerjava izračuna negativne mobilnosti vrzeli (črtkano) za vrednost parametra efektivne mobilnosti vrzeli  $\mu_{\text{eff}} = 2,12 \times 10^{-7} \text{ m}^2/(\text{V s})$  ob linearno naraščajoči električni poljski jakosti na vmesni plasti elektroda-organski polprevodnik v odvisnosti od zunanje napetosti  $E_a$  z rezultati meritev, izvedenimi po metodi na čas preleta, na 8 300 nm debelem vzorcu organskega polprevodnika PTB7 (točke). Podatki so privzeti s slike 1(b) članka, objavljenega v Org. Electron., 22 (2015), 52, avtorjev R. Ebenhoch in drugih.



*Slika 2: Fotorealistična shema reaktorja TRIGA s prikazano sredico, grafitnim reflektorjem in zunajsvetlečnimi detektorji*

Na področju fizike plazme smo v letu 2016 nadaljevali sodelovanje pri dveh projektih pod okriljem konzorcija EUROfusion. V okviru projekta WP15-MST2-14 skupaj z avstrijskimi, italijanskimi in danskimi raziskovalci razvijamo novo sondno glavo za tri tokamake EUROfusion programa MST. Med letom so bili izdelani prototipi posameznih sklopov sondne glave in prvič uspešno preizkušeni v plazemskem okolju v linearni magnetizirani plazemski napravi (LMPD) v odsečnem plazemskem laboratoriju. V okviru projekta smo začeli pripravljati tudi osnove modela za izračun toplotne obremenitve sondne glave. Poleg tega smo ponovno sodelovali tudi pri meritvah na tokamaku ASDEX-U in tokamaku TCV v okviru eksperimenta EUROfusion WP15-MST1-AUG/TCV15-2.2-3, ki se ukvarja s filamentiranim transportom v SOL. Naša naloga je bila obdelava signalov iz Langmuirjevih sond. Skupaj s sodelavci Univerze St. Kliment Ohridski iz Sofije smo še naprej delovali na področju razvoja meritev plazemskih parametrov v močno magnetiziranih plazmah z uporabo Langmuirjevih sond. V LMPD smo izvedli tudi serijo meritev po metodi trojne Langmuirjeve sonde v močnem magnetnem polju, ki potrjujejo naša teoretična predvidevanja. Skupaj s Univerzo v Innsbrucku smo nadaljevali delo pri ionskih občutljivih sondah. Delo je potekalo pri izboljšani različici »bunker«-sonde, imenovane tudi »bullet«-sonda, kjer pa prvi rezultati za zdaj niso tako prepričljivi. Teorijsko delo smo nadaljevali pri razvoju enodimenzionalnega dvotekočnega modela plazme pred negativno elektrodo z upoštevanjem energijske enačbe tudi za ione, kar je pomemben korak k modeliranju fuzijsko relevantnih plazem. Čeprav so ioni ob nastanku mrzli, se je izkazalo, da se lahko znatno segrejejo med potjo, vendar maksimum temperature dosežejo še pred vstopom v plašč. Izračunali smo tudi prostorsko odvisnost politropskega koeficienta ionov. Produkt slednjega z izračunanim profilom ionske temperature nam tudi tu s svojim maksimumom označuje rob plazemskega plašča. Ujemanje

modela s kinetičnimi delničnimi simulacijami je dobro.

Na področju nevtronskih transportnih preračunov v fuzijskih reaktorjih smo sodelavci odseka F8 v sodelovanju s sodelavci s Centra za fuzijsko energijo v Culhamu iz Velike Britanije v letu 2016 sodelovali v pripravah na kalibracijo detektorjev na nevtrone z energijo 14 MeV. V sklopu teh priprav smo simulirali DT-generator nevtronov kot izvir nevtronov ter sodelovali pri analizi odzivov raznih detektorjev v njegovi okolici. DT-generator bo kot kalibracijski izvir uporabljen v kalibraciji tokamaka JET na začetku 2017. Za uspešno izvedbo kalibracije je treba dobro poznati karakteristike generatorja kot kalibracijskega izvira ter vpliv anizotropije le-tega na odziv detektorjev nevtronov. Računska podpora karakterizaciji generatorja in njegovi uporabi za kalibracijske namene je ključnega pomena za uspešno kalibracijo detektorjev s ciljno negotovostjo 10 %.

Pri parametričnem izviru nevtronov, ki se uporablja za opis plazemskega izvira nevtronov, smo v 2016 analizirali simulacijo TT (tritij + tritij) plazemskega izvira, ki bo uporabljen v TT-kampanji tokamaka JET. Nevtroni, ki nastanejo pri tej reakciji, so posebej zanimivi, saj ima reakcija tri pomembne kanale, po katerih nastajajo nevtroni z različnimi energijami, intenziteta posameznega kanala pa je slabo poznana. Določanje relativnih intenzitet teh treh kanalov bo tako pomemben rezultat TT-kampanje, sodelavci F8 pa smo vpleteni pri računski podpori eksperimentom. V 2016 smo tako začeli iskati primerne detektorje (predvsem aktivacijske folije), s katerimi bo mogoče med seboj razločevati različne vrhove reakcije TT.

Sodelavci odseka F8 smo opravili preračune nevtronskega polja v notranjosti torusa in vzdolž tangencialnega kanala KM6\_T. Izkazalo se je, da sta fluks in spekter na detektorjih v tem kanalu predvsem posledica direktnih plazemskih nevtronov in tistih, ki se sipajo v kolimatorju, veliko manj pa od nevtronov, sipanih skozi preostala vakuumska vrata. Sodelovanje poteka v okviru novega projekta Eurofusion v okviru H 2020.

V okviru Evropskega fuzijskega programa (projekt Fusion for Energy) smo sodelovali pri naslednjih aktivnostih:

- pri pripravi in analizi referenčnega eksperimenta, ki je vključeval obsevanje bloka bakra ( $60\text{ cm} \times 60\text{ cm} \times 70\text{ cm}$ ) z D-T-nevtroni z energijo 14 MeV. Namen je validacija nevtronskih presekov bakra.
- V reaktorju TRIGA smo obsevali in analizirali vzorce Mn za nadzor produkcije tritija;
- evalvirali in validirali smo nevtronske preseke železa;
- na osnovi referenčnih eksperimentov iz baze SINBAD smo validirali ftonske knjižnice;
- analizirali in validirali smo program MCUNED za modeliranje DT nevtronskega izvira.
- V letu 2016 smo začeli delo za reaktor ITER, kjer imamo nalogo preračunati vpliv pobeglih elektronov (angl. runaway electrons), in sicer za njihovo produkcijo žarkov gama ter morebiten vpliv na detekcijo sevanja žarkov gama iz plazme. Glavnina dela je bila namenjena modifikaciji računske kode MCNP, tako da smo s sedanjim modelom reaktorja ITER lahko preračunali tudi nesimetričen izvir pobeglih elektronov. Pri projektu ITER sodelujemo tudi pri načrtovanju atenuatorja za nevtrone, potrebnega za ščitenje detektorja trdih rentgenskih žarkov, pri čemer dajemo računsko podporo.

Nadaljevali smo raziskave na področju organskih polprevodnikov, kot so npr. organske svetleče diode (OLED, organic light-emitting diode), tranzistorji na poljski pojav (FET, field-effect transistor), fotodiode in

tudi sončne celice, ki sestavljajo vrsto zanimivih elektronskih naprav, kot jih že dandanes ponuja trg. Široko uporabo tovrstnih organskih polprevodnikov pa omejuje sorazmerno počasni transport nabojev (vrzeli ter elektronov) v njih. Ta pomanjkljivost se izraža v sorazmerno majhni gostoti električnega toka v pasivnih matričnih prikazovalnikih in preklopnih časih FET-tranzistorjev in zaradi občutne razlike hitrosti vrzeli v primerjavi z elektroni, zmanjšanje izkoristka organskih svetlečih diod (rekombinacije vrzeli z elektroni) in šibke gostote električnega toka v primeru sončnih celic (zaradi časovno zamaknjene potovanja na novo nastalih parov vrzeli in elektrona na pripadajočo elektrodo).

Izkaže se, da gostota naboja (v nekaterih primerih) z naraščajočim zunanjim električnim poljem upada, kar se izraža kot povečanje transparentnosti za transport naboja v polprevodniku. Na tej osnovi se ponuja domneva, da naraščajoča kristalinska urejenost vzorca spodbuja povečanje učinkovite mobilnosti naboja, kar ima za posledico učinkovitejšo injektiranje nabojev iz vmesne plasti v organski polprevodnik.

Na področju **medicinske fizike** smo nadaljevali raziskave na področjih, ki jim v zadnjem času namenimo največ pozornosti: analiza slik pozitronske emisijske tomografije (PET), slikovno vodeno zdravljenje raka in modeliranje.

Naredili smo študijo s kinetično analizo dinamičnih slik FLT PET, kjer je bilo 16 pasjih onkoloških bolnikov zdravljenih z radioterapijo in dinamično slikanih z FLT PET/CT pred radioterapijo in med njo. Zanimali so nas biomarkerji rezistence na zdravljenje z radioterapijo, pridobljeni s kinetično analizo FLT PET-slik. Ugotovili smo, da je višji FLT  $K_1$  (pred radioterapijo ali med njo) signifikantno povezan s slabim odzivom na zdravljenje. Podatki nakazujejo tudi na to, da ima vrednost žilnih parametrov oz. njihovo spreminjanje med zdravljenjem večjo napovedno moč od FLT transportnih parametrov. Rezultate bomo objavili v znanstveni reviji.

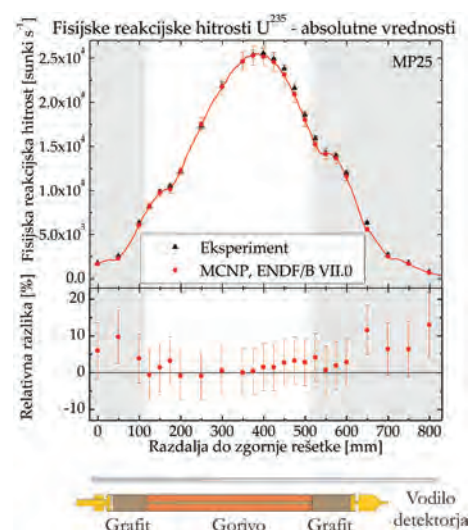
Nadaljevali smo modeliranje kombiniranega zdravljenja z imunoterapijo (protitelesa programirane celične smrti 1 (anti-PD-1)) in radioterapijo. Preliminarni rezultati kažejo, da bi izražena receptora tkivne skladnosti I (MHC-I) na tumorskih celicah lahko igrala pomembno vlogo pri odzivu tumorjev na omenjeno kombinirano zdravljenje. Rezultati modela tudi nakazujejo, da naj bi hipofrakcionirana radioterapija pri takem kombiniranem zdravljenju dala boljše rezultate od stereotaktične radioterapije (SBRT). Rezultati so bili predstavljeni na konferenci ameriškega združenja za raziskave raka (AACR), ki je potekala od 20. do 23. 10. 2016 v Bostonu (ZDA) pod naslovom **Tumor Immunology and Immunotherapy**, objavili pa jih bomo tudi v znanstveni reviji.

V sodelovanju z Onkološkim inštitutom Ljubljana začnemo prospektivno študijo, kjer bodo bolniki z metastatskim rakom pljuč po neuspešnih terapijah prve ali druge linije zdravljeni z imunoterapijo (anti-PD-1) in slikani z diagnostičnim CT in FDG PET/CT. Cilj raziskave je ugotoviti, ali radiomska analiza slik FDG PET/CT natančneje in hitreje od sedanjih standardov (irRC) napove odziv na zdravljenje z anti-PD-1 imunoterapijo.

Tako kot vsa leta, smo tudi v 2016 tesno sodelovali z Univerzo v Wisconsinu – Madison (ZDA).

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Popov, Tsviatko K., Dimitrova, Miglena, Ivanova, Pavlina, Kovačič, Jernej, Gyergyek, Tomaž, Dejarnac, Renaud, Stöckel, Jan, Pedrosa, M. A., López-Bruna, D., Hidalgo, C. Advances in Langmuir probe diagnostics of the plasma potential and electron-energy distribution function in magnetized plasma. Plasma sources science & technology, ISSN 0963-0252, 25 (2016), 1–18, ilustr. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0963-0252/25/3/033001?fromSearchPage=true>, doi: 10.1088/0963-0252/25/3/033001.
2. Gyergyek, Tomaž, Kovačič, Jernej. Ion temperature profiles in front of a negative planar electrode studied by a one-dimensional two-fluid model. Physics of plasmas, ISSN 1070-664X, 23 (2016) 6, 1–18, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1063/1.4953545>, doi: 10.1063/1.4953545.
3. Costea, Stefan, Fonda, Boris, Kovačič, Jernej, Gyergyek, Tomaž, Schneider, Bernd Sebastian, Schrittwieser, Roman, Ioniță, Codrina. Bunker probe : a plasma potential probe almost insensitive to its orientation with the magnetic field. Review of scientific instruments, ISSN 0034-6748, 87 (2016), 1–4, ilustr. <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/rsi/87/5/10.1063/1.4951688>, doi: 10.1063/1.4951688.
4. M. Koželj, B. Cvikel, The negative mobility: An outcome of the electric field at the hole-injecting metal/organic semiconductor interface that varies as a linear function of the applied bias, Thin Solid Films, 616 (2016), 786–792
5. Lengar, Igor, Čufar, Aljaž, Conroy, S., Batistoni, P., Popovichev, Sergei, Snoj, Luka, Syme, Brian, Vila, Rafael, Stankunas, Gediminas, et al, JET Contributors. Radiation damage and nuclear heating studies in selected functional materials during the JET DT campaign. Fusion engineering and design, ISSN 0920-3796. [Print ed.], 109 (2016), 1011–1015, doi: /10.1016/j.fusengdes.2016.01.033. [COBISS.SI-ID 29290279]



Slika 3: Primerjava med meritvami in izračuni aksialnih profilov fizijskih hitrosti v sredici reaktorja TRIGA. Profili so bili izmerjeni z miniaturnimi fizijskimi celicami. Skice gorivnega elementa, fizijske celice in vodila za instrumentacijo so prikazane na dnu.



## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Petindvajseta mednarodna konferenca "Nuclear Energy for New Europe" – NENE 2016, Portorož, Slovenija, 5.–8. 9. 2016
2. Konferenca mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F-8) Instituta »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija, 29. 2. 2016
3. 7 FP GENTLE Intersemestralni tečaj »Nuclear Data Processing and Use in Nuclear Applications«, EC-JRC, Geel, Belgija, 14.–18. 11. 2016

## Patent

1. P. E. Galavis, Bhudatt R. Paliwal, James E. Holden, Robert Jeraj, System and method for gradient assisted non-connected automatic region (GANAR) analysis, US9355447 (B2), US Patent and Trademark Office, 31. 5. 2016

## Nagrade in priznanja

1. Tanja Kaiba: Prešernova nagrada, Ljubljana, Slovenija, 6. 12. 2016, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, za delo Odziv fizijskih in ionizacijskih celic v reaktorju TRIGA na IJS
2. Bor Kos: nagrada za najboljši prispevek mladega avtorja, Portorož, Slovenija, Komisija za izbor najboljšega prispevka mladega avtorja na Mednarodni konferenci NENE 2016, Portorož, 5.–8. 9. 2016, za prispevek »Variance Reduction of Fusion and Fission Neutron Transport Problems using the ADVANTG Hybrid Code" v soavtorstvu z Ivanom A. Kodelijem
3. Luka Snoj: Ime meseca na radiu Val 202, junij 2016, Ljubljana, Slovenija; nagrado je podelila RTV Slovenija, radio Val 202.

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Razvoj na sevanje odpornih kamer  
Isec Industrial Security Ab  
doc. dr. Luka Snoj
2. Pregrevanje zabojskih za suho skladiščenje rabljenega goriva ob popolni zamašitvi ventilacijskih kanalov  
Areva GmbH  
dr. Marjan Kromar
3. 7. OP - CHANDA; Izzivi v jedrskih podatkih in rešitve  
Evropska komisija  
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
4. F4E-GRT-168.02; Izboljšava nuklearnih podatkov in razvoj metod - evalvacija nuklearnih podatkov  
Evropska komisija  
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
5. F4E-FPA-327 (PMS-DG): SG04; Idejna zasnova in specifikacije za vmesnik pri radialnem spektrometru žarkov gamma - diagnostika za ITER  
The European Joint Undertaking for the Development  
dr. Igor Lengar
6. F4E-FPA-395-02; Eksperimentalna meritev nastajanja plinov in TBM nuklearna instrumentacija  
The European Joint Undertaking for the Development  
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
7. Meritve integralnih parametrov za validacijo jedrskih dozimetrijskih presekov  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
8. Referenčni primer meritev in izračunov aktivacijskih hitrosti na reaktorju TRIGA Mark-II na IJS  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
dr. Vladimir Radulović
9. Strokovno izpopolnjevanje IAEA stipendista g. Mustafa Jaradat, JOR/14080; od 11.01.2016 do 10.03.2016  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
doc. dr. Luka Snoj
10. Strokovno izpopolnjevanje IAEA stipendista za g. Mahmoud Mohamed, EGY/12023; od 1. 8. do 30. 9. 2016  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
doc. dr. Luka Snoj
11. E-SiCure - Tehnološka priprava silicijevega karbida za izboljšano varnost na kopenskih in morskih mejnih prehodih  
Nato - North Atlantic Treaty Organisation  
doc. dr. Luka Snoj
12. H2020 - AIDA-2020; Napredne Evropske infrastrukture za detektorje na pospeševalnikih  
Evropska komisija  
dr. Vladimir Radulović
13. RU-FU, EUROFUSION; Raziskovalna enota - vodenje in administracija  
Evropska komisija  
doc. dr. Luka Snoj
14. Exploitation of DT Operation for ITER-JET3-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
doc. dr. Luka Snoj
15. Izobraževanje-ED-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
doc. dr. Luka Snoj
16. JET Enhancements-JET4-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Igor Lengar
17. Vpliv nevtronskega sevanja v fuzijskem reaktorju na produkcijo tritija, zajetje tritija in sevalne poškodbe v materialih v bližini plazme  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
18. Eksperimentalna metoda za realnočasovno korekcijo nevtronskega spektra z uporabo različnih fizijskih celic s primernimi fizijskimi materiali  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Gašper Žerovnik
19. Eksperimentalna validacija simulacij gama fluksa in merske metode v mešanem gama-nevtronskem polju pri visokih hitrostih doze s TLD, OSLD in ionizacijskimi celicami v reaktorju IJS TRIGA  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Luka Snoj
20. Računske metode za validacijo nuklearnih podatkov za potrebe jedrske varnosti in izboljšanje konceptov novih reaktorjev  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli

## PROGRAMA

1. Reaktorska fizika  
doc. dr. Luka Snoj
2. Medicinska fizika  
prof. dr. Robert Jeraj

## PROJEKTA

1. Razvoj metodologije za kalibracijo detektorjev nevtronov s 14.1 MeV izvorom nevtronov - primer uporabe na tokamaku JET  
doc. dr. Luka Snoj
2. Analiza poškodb in aktivacije materialov v velikih fuzijskih reaktorjih - aplikacija na reaktor JET  
dr. Igor Lengar

## VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Fizikalni testi na ničelni moči (Cikel 28)  
Nuklearna Elektrarna Krško  
dr. Marjan Kromar
2. Izdelava neodvisnega mnenja za projekt Mehanski razvoj jedrskega goriva  
Nuklearna Elektrarna Krško  
dr. Marjan Kromar

## OBISKI

1. Niklas Barringer, ISEC, Švedska, 12.-13. 1. 2016
2. Mustafa Jaradat, IAEA študent, Jordan Atomic Energy Commission, Amman, Jordanija, 11. 1.-10. 3. 2016
3. Stefan Costea, Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 25. 4.-6. 5. 2016
4. dr. Mitja Majerle, Nuclear Physics Institute, Rež, Češka, 16. 5. 2016
5. Mahmoud Mohamed, IAEA študent, Egyptian Nuclear and Radiological Regulatory Authority, Kairo, Egipt, 31. 7.-2. 10. 2016
6. dr. Simon Pinches, scientific coordinator, ITER Organization, Confinement & Modelling Section, St Paul lez Durance, Cedex, Francija, 7.-8. 9. 2016
7. prof. Gilles Bignani in dr. Christophe Destouches, CEA, Cadarache, Francija, 5.-8. 9. 2016
8. Fausto Franceschini, Westinghouse, Cranberry Township, Pensilvanija, ZDA, 5.-8. 9. 2016
9. prof. Helmuth Böck, TRIGA Reaktor, Dunaj, Avstrija, 5.-8. 9. 2016
10. Stefan Costea, Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 12. 9.-31. 10. 2016
11. Lars Öhlin, vodja inženiringa in Jan Gunnarsson, ISEC, Švedska, 13. 10. 2016
12. prof. Tsviatko K. Popov, Fakulteta za fiziko, Univerza St. Kliment Ohridski, Sofija, Bolgarija, 20.-30. 10. 2016
13. Shintaro Inoue, izmenjava EUJEP2, Tokyo Institute of Technology, School of Environment and Society, Transdisciplinary Science and Engineering - Nuclear Engineering, Tokio, Japonska, 21. 11. 2016-18. 2. 2017
14. Mael Le Guillou in Adrien Gruel, Komisarjat za alternativne energije in atomsko energijo - CEA, Cadarache, Francija, 28. 11.-2. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Aljaž Kolšek: Omejitve Rigorous-Two-Step metode za aktivacijo, 29. 3. 2016
2. Mitja Majerle, Nuclear Physics Institute, Rež, Češka: Laboratory of fast neutron generators of the Nuclear Physics Institute Rež, 16. 5. 2016
3. Juan Gabriel Kosteec: Modelling of JSI TRIGA with OpenMC, 15. 9. 2016
4. Damijan Valentinuzzi: Modeliranje odziva tumorjev na kombinirano zdravljenje z radio- in imunoterapijo, 14. 10. 2016
5. Aljaž Čufar: Predstavitev dveh predlogov projektov za EUROfusion Engineering Grant (EEG), 10. 11. 2016
6. Lojze Gačnik: Kalibracija in simulacija HPGe gama detektorjev, 15. 12. 2016
7. Luka Snoj: Referenčni eksperimenti v reaktorski fiziki, 19. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Klemen Ambrožič, Vladimir Radulović, Luka Snoj, delovni sestanek v okviru skupnega CEA projekta, CEA, Cadarache, Francija, 29. 2.-3. 3. 2016
2. Klemen Ambrožič, Luka Snoj, delovni sestanek v firmi ISEC o delu pri skupnem projektu, Hoganas - Helsingborg, Švedska, 4.-6. 4. 2016
3. Klemen Ambrožič, Luka Snoj, udeležba na dogodku »TEC Laboratory: Inauguration and RADHARD Symposium«, Seibersdorf, Avstrija, 7.-8. 6. 2016
4. Klemen Ambrožič, Luka Snoj, udeležba na konferenci ICRS 13 - RPSD 2016, Pariz, Francija, 2.-7. 10. 2016 (2)
5. Aljaž Čufar, Žiga Štancar, udeležba na delavnici MCUNED, Madrid, Španija, 11.-17. 1. 2016
6. Aljaž Čufar, Bor Kos, Ivan Aleksander Kodeli, Igor Lengar, udeležba na Xlth ITER Neutronics Meeting, Karlsruhe, Nemčija, 22.-27. 5. 2016 (4)
7. Aljaž Čufar, Žiga Štancar, udeležba na 6th International SERPENT User Group Meeting 2016, Milano, Italija, 26.-29. 9. 2016 (2)
8. Aljaž Čufar, udeležba na zagovoru predlogov podoktorskih projektov, EUROfusion, Garching, Nemčija, 15.-16. 11. 2016 (2)
9. Aljaž Čufar, Ivan Aleksander Kodeli, Igor Lengar, Luka Snoj, Žiga Štancar, udeležba na JET Monitoring Meeting v okviru projekta EUROfusion JET3, JET Culham, Abingdon, Velika Britanija, 27.11.-3. 12. 2016
10. Robert Jeraj, Urban Simončič, udeležba na konferenci ESTRO 35, Lingoto Fierre, Torino, Italija, 30. 4.-3. 5. 2016 (2)
11. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na WPRS-13 and Expert Group Meeting 2016, OECD Headquarters, Pariz, Francija, 14.-18. 2. 2016 (1)
12. Bor Kos, Ivan Aleksander Kodeli, Igor Lengar, Marjan Kromar, Vid Merljak, Luka Snoj, Žiga Štancar, udeležba na konferenci PHYSOR 2016, Sun Valley, Idaho, ZDA, 29. 4.-11. 5. 2016 (7)

13. Marjan Kromar, udeležba na »11th International Conference of the Croatian Nuclear Society 2016«, Zadar, Hrvaška, 5.-8. 6. 2016 (1)
14. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na sestankih UAM in SFR (OECD / NEA), Villigen, Švica, 31. 5.-3. 6. 2016
15. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na »International Conference ND2016«, Bruges, Belgija, 11.-16. 9. 2016 (1)
16. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na konferenci ICRS13 - RPSD 2016, CEA, Pariz, Francija, 1.-8. 10. 2016 (1)
17. Ivan Aleksander Kodeli, udeležba na sestanku za projekt IFF / JEFF, ENEA, Pariz, Francija, 30. 11.-5. 12. 2016
18. Ivan Aleksander Kodeli, delovni sestanek in spoznavni sestanek za Slo-CEA-projekt, Cadarache, Aix-en-Provence, Francija, 13.-16. 12. 2016
19. Vladimir Radulović, udeležba na 1st WEST Experiment Planning Meeting, IRFM, CEA, Cadarache, Francija, 17.-20. 4. 2016
20. Jernej Kovačič, udeležba na sestanku za projekt MST2-14 EUROfusion, Innsbruck, Avstrija, 2.-3. 10. 2016
21. Igor Lengar, udeležba na zasedanju Upravnega odbora European Joint Undertaking for ITER, Cadarache, Francija, 27. 6.-1. 7. 2016
22. Lucijan Plevnik, udeležba na WPEC SG Meeting - SG-39, Pariz, Francija, 9.-22. 5. 2016 (1)
23. Vladimir Radulović, udeležba z vabilom na »Second Research Coordination Meeting (RCM) on Benchmarks of Computational Tools against Experimental Data on Fuel Burnup and Material Activation for Utilization, Operation and Safety Analysis of Research Reactors«, IAEA, Dunaj, Avstrija, 17.-22. 7. 2016
24. Luka Snoj, udeležba na IAEA Technical Meeting - evalvacija rezultatov dela pri projektu SLO1006, Dunaj, Avstrija, 3.-5. 2. 2016
25. Luka Snoj, udeležba na konferenci RRFM - European Research Reactor Conference 2016, Berlin, Nemčija, 13.-17. 3. 2016 (2)
26. Luka Snoj, sestanek glede skupne prijave projekta v shemi H2020, Bratislava, Slovaška, 31. 3.-1. 4. 2016
27. Luka Snoj, Žiga Štancar, udeležba na ICSBEP / IRPhEP Annual Technical Review Meeting, Pariz, Francija, 17.-23. 4. 2016 (2)
28. Luka Snoj, Gašper Zerovnik, udeležba na generalni skupščini MAAE in podpis sporazuma ICERR med IJS in CEA, Dunaj, Avstrija, 25.-30. 9. 2016
29. Luka Snoj, udeležba na spoznavnem sestanku ob začetku novega NATO-projekta, Zagreb, Hrvaška, 20.-22. 9. 2016
30. Žiga Štancar, udeležba na »53<sup>rd</sup> Culham Plasma Physics Summer School«, JET - Culham Science Centre Abingdon - Oxfordshire, Culham - Abingdon, Velika Britanija, 17.-30. 7. 2016
31. Damijan Valentinuzzi, udeležba na konferenci - poletni šoli »Tumor Immunology and Immunotherapy«, Boston, ZDA, 15.-24. 10. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Klemen Ambrožič: Facultat de Fisica (ECM), Universitat de Barcelona, Barcelona, Španija, 24. 6.-3. 7. 2016 (udeležba na Training Course »Electron-Photon Transport Modelling with PENELOPE-2014 Physics, Code Structure and Operation«)
2. Klemen Ambrožič: Joint Research Centre - SCK CEN, Geel, Belgija, 13.-18. 11. 2016 (udeležba na delavnici »Nuclear Data Processing and Use in Nuclear Applications«)
3. Aljaž Čufar: Culham Science Centre - CSU JET, Abingdon, Culham, Velika Britanija, 7.-11. 2. 2016 (udeležba pri preračunih v podporo pripravam na karakterizacijo generatorja nevtronov, sodelovanje v okviru programa EUROfusion)
4. Aljaž Čufar: Culham Science Centre - CSU JET, Abingdon, Culham, Velika Britanija, 19.-25. 6. 2016 (udeležba pri preračunih v podporo pripravam JET-kalibracijo in karakterizacija DT-generatorja nevtronov, sodelovanje v okviru programa EUROfusion)
5. Bor Kos: Joint Research Centre Geel, Geel, Belgija, 24. 9.-23. 12. 2016 (strokovno izpopolnjevanje)
6. Jernej Kovačič: Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 29. 3.-1. 4. 2016 (sodelovanje v okviru bilateralnega slovensko-avstrijskega projekta)
7. Jernej Kovačič: EFDA, Garching, Nemčija, 21.-26. 2. 2016 (udeležba pri eksperimentu ASDEX v sklopu EUROfusion AUG15-2.2-3-kampanje)
8. Jernej Kovačič: Centre de Recherches en Physique des Plasmas (CRPP), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Swiss Plasma Center, Lausanne, Švica, 17.-26. 7. 2016 (udeležba na merilni kampanji na tokamaku TCV v sklopu eksperimenta TCV15-2.2-3 »Filamentary Transport in SOL«)
9. Jernej Kovačič: Univerza v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija, 16.-21. 10. 2016 (sodelovanje v okviru bilateralnega slovensko-avstrijskega projekta)
10. Igor Lengar, Culham Science Centre - CSU JET, Abingdon, Culham, Velika Britanija, 3.-9. 7. 2016 (delovni sestanki, delo pri problemu n/g-preračunov za diagnostiko GUS, delo pri projektu JW4 v okviru programa EUROfusion)

11. Luka Snoj: Instituto Peruano de Energia Nuclear (IPEN), Lima, Peru, 31. 7.–7. 8. 2016 (ekspertska misija v okviru IAEA Technical Cooperation Programme)
12. Luka Snoj: Jordan Nuclear Regulatory Commission, Amman, Jordanija, 11.–19. 11. 2016 (ekspertska misija v okviru MAAE)
13. Luka Snoj: Mednarodna agencija za atomsko energijo – MAAE, Dunaj, Avstrija, 29. 10.–5. 11. 2016 (predavanja na tečaju »Train-the-trainers workshop on sharing the experience by the European Research Reactors Initiative on Group Fellowship Training Course« v organizaciji MAAE)
14. Žiga Štancar: Uppsala Universitet, Uppsala, Švedska, 20.–26. 11. 2016 (izobraževalni obisk Univerze v Uppsali s povabilom)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Tomaž Gyergyek\*
2. prof. dr. Robert Jeraj, znanstveni svetnik
3. prof. dr. Ivan Aleksander Kodeli
4. dr. Marjan Kromar
5. dr. Igor Lengar
6. **doc. dr. Luka Snoj, vodja odseka**
7. prof. dr. Andrej Trkov, znanstveni svetnik
8. dr. Gašper Žerovnik

### Podoktorski sodelavci

9. *dr. Jure Beričič, odšel 29. 3. 2016*
10. dr. Dušan Čalič\*
11. dr. Jernej Kovačič
12. *dr. Lucijan Plevnik, odšel 1. 8. 2016*
13. dr. Vladimir Radulović
14. dr. Urban Simončič

### Mlajši raziskovalci

15. Klemen Ambrožič, mag. jed. teh.
16. Aljaž Čufar, univ. dipl. fiz.
17. Tanja Kaiba, mag. jed. teh.
18. Bor Kos, mag. jed. teh.
19. Vid Merljak, univ. dipl. fiz.
20. Žiga Štancar, mag. jed. teh.
21. Damijan Valentinuzzi, mag. med. fiz.

### Tehniški in administrativni sodelavci

22. Slavko Slavič, prof. mat.
23. Uršula Turšič, dipl. upr. org.
24. 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. Argonne National Laboratory, Illinois, ZDA
4. Atominstytut der Österreichischen Universitäten, Dunaj, Avstrija
5. Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO), Australija
6. Centro de Investigaciones Energeticas, Medioambientales y Technologicas – CIEMAT, Madrid, Španija
7. Commissariat a l'Energie Atomique, Francija
8. Culham Centre for Fusion Energy, Culham, Velika Britanija
9. DITO Lighting, Slovenija
10. Evropska komisija, Združeni raziskovalni center, Institut za transuranske elemente, Karlsruhe, Nemčija
11. European Consortium for the Development of Fusion Energy, Garching, Nemčija
12. Fakulteta jaderná a fyzikálné inženýrská, České vysoké učení technické v Praze, Praga, Češka Republika
13. Idaho National Laboratory, Idaho, ZDA
14. Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgija
15. Institute of Plasma Physics, Praga, Češka Republika
16. Istituto da Fisica Generale Applicata Dell'Universita di Milano, Milano, Italija
17. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
18. ISEC Nuclear Monitoring Systems, Švedska
19. Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Rusija
20. Karlova univerza v Pragi, Češka Republika
21. Kernforschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe, Nemčija
22. Laboratorio Nacional de Fusion – CIEMAT, Madrid, Španija
23. Medical College of Virginia, Richmond, ZDA
24. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava R Slovenije za jedrsko varnost, Ljubljana
25. National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST), Japonska
26. National Polytechnical University, Odesa, Ukrajina
27. National Nuclear Data Center, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, ZDA
28. Nuklearna elektrarna Krško
29. Nuclear Data Centre, ENEA, C. R. Ezio Clementel, Bologna, Italija
30. Nuclear Research Centre Saclay, Saclay, Francija
31. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, ZDA
32. OECD – Nuclear Energy Agency, Pariz, Francija
33. Paul Scherrer Institute, Villigen, Švica
34. Ruder Bošković Institute (RBI), Hrvaška
35. Universität Innsbruck, Institut für Ionen Physik und Angewandte Physik, Innsbruck, Avstrija
36. University of Aveiro (UA), Portugalska
37. University of Tokyo, Tokyo, Japonska
38. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, ZDA
39. Univerza "Alexandru-Ioan-Cuza", Iasi, Romunija
40. Univerza »Ovidius«, Konstanca, Romunija
41. Univerza St. Kliment Ohridski, Fakulteta za fiziko, Sofija, Bolgarija
42. Univerza Tarasa Shevchenka, Kijev, Ukrajina
43. Univerza v Novi Gorici
44. Univerza v Mariboru
45. Univerza v Ljubljani
46. Zavod za varstvo pri delu – ZVD, d. d., Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. V. Adhikarla, Robert Jeraj, "An imaging-based computational model for simulating angiogenesis and tumour oxygenation dynamics", *Phys. Med. Biol.*, vol. 61, no. 10, str. 3885-3902, 2016. [COBISS.SI-ID 3066724]
2. Stefan Costea, Boris Fonda, Jernej Kovačič, Tomaž Gyergyek, Bernd Sebastian Schneider, Roman Schrittwieser, Codrina Ionită, "Bunker probe: a plasma potential probe almost insensitive to its orientation with the magnetic field", *Rev. sci. instrum.*, vol. 87, no. 5, str. 1-4, 2016. [COBISS.SI-ID 11363156]
3. Aljaž Čufar, Igor Lengar, Ivan Aleksander Kodeli, Alberto Milocco, Patrick Sauvan, S. Conroy, Luka Snoj, "Comparison of DT neutron production codes MCUNED, ENEA-JSI source subroutine and DDT", *Fusion eng. des.*, vol. 109, str. 164-168, 2016. [COBISS.SI-ID 29366055]
4. Dušan Čalić, Andrej Trkov, Marjan Kromar, Luka Snoj, "Use of Effective Diffusion Homogenization method with the Monte Carlo code for light water reactor", *Ann. nucl. energy*, vol. 94, str. 392-398, 2016. [COBISS.SI-ID 29443879]
5. Dušan Čalić, Gašper Žerovnik, Andrej Trkov, Luka Snoj, "Validation of the Serpent 2 code on TRIGA Mark II benchmark experiments", *Appl. radiat. isotopes*, vol. 107, str. 165-170, 2016. [COBISS.SI-ID 28992295]
6. Tomaž Gyergyek, Jernej Kovačič, "Ion temperature profiles in front of a negative planar electrode studied by a one-dimensional two-fluid model", *Phys. plasmas*, vol. 23, no. 6, str. 1-18, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 11379540]
7. Tomaž Gyergyek, Jernej Kovačič, "Plazemski plašč v poševnem magnetnem polju", *Elektrotehniški vestnik*, letn. 83, št. 4, str. 162-176, 2016. [COBISS.SI-ID 11615316]
8. Stephanie A. Harmon, Michael J. Tuite, Robert Jeraj, "Molecular image-directed biopsies: improving clinical biopsy selection in patients with multiple tumors", *Phys. Med. Biol.*, vol. 61, no. 20, str. 7282-7299, 2016. [COBISS.SI-ID 3065956]
9. Mustafa K. Jaradat, Vladimir Radulović, Chang Je Park, Luka Snoj, Salih M. Alkhafaji, "Verification of MCNP6 model of the Jordan Research and Training Reactor (JTR) for calculations of neutronic parameters", *Ann. nucl. energy*, vol. 96, str. 96-103, 2016. [COBISS.SI-ID 29582119]
10. Ivan Aleksander Kodeli, K. Kondo, R.L. Perel, U. Fischer, "Cross-section sensitivity and uncertainty analysis of the FNG copper benchmark experiment", *Fusion eng. des.*, vol. 109-111, str. 1222-1226, 2016. [COBISS.SI-ID 29191975]
11. Matjaž Koželj, Bruno Cvjlik, "The negative mobility: An outcome of the electric field at the hole-injecting metal/organic semiconductor interface that varies as a linear function of the applied bias", *Thin solid films*, vol. 616, str. 786-792, 2016. [COBISS.SI-ID 29908775]
12. Marjan Kromar, Dušan Čalić, Bojan Kurinčič, "Analysis of the Krško NPP spent fuel storage criticality safety under hypothetical degraded conditions", *Journal of energy technology*, iss. 1, vol. 9, str. 11-27, apr. 2016. [COBISS.SI-ID 29519399]
13. Sara Leibfarth, Urban Simončič, David Mönnich, Stefan Welz, Holger Schmidt, Nina Schwenzer, Daniel Zips, Daniela Thorwarth, "Analysis of pairwise correlations in multi-parametric PET/MR data for biological tumor characterization and treatment individualization strategies", *Eur. j. nucl. med. mol. imaging*, vol. 43, no. 7, str. 1199-1208, 2016. [COBISS.SI-ID 29390631]
14. Igor Lengar, Aljaž Čufar, S. Conroy, P. Batistoni, Sergei Popovichev, Luka Snoj, Brian Syme, Rafael Vila, Gediminas Stankunas and JET Contributors, "Radiation damage and nuclear heating studies in selected functional materials during the JET DT campaign", *Fusion eng. des.*, vol. 109, str. 1011-1015, 2016. [COBISS.SI-ID 29290279]
15. Christie Lin *et al.* (15 avtorjev), "Repeatability of quantitative  $^{18}\text{F}$ -NaF PET: a multicenter study", *J Nucl Med (1978)*, vol. 57, no. 12, str. 1872-1879, 2016. [COBISS.SI-ID 3065700]
16. Lucijan Plevnik, "On a matrix trace inequality due to Ando, Hiai and Okubo", *Indian j. pur. appl. math.*, vol. 47, iss. 3, pp. 491-500, 2016. [COBISS.SI-ID 29400615]
17. Lucijan Plevnik, Gašper Žerovnik, "Computer code ENDSAM for random sampling and validation of the resonance parameters covariance matrices of some major nuclear data libraries", *Ann. nucl. energy*, vol. 94, str. 510-517, 2016. [COBISS.SI-ID 29462823]
18. Gregor Primc, Tomaž Gyergyek, Zlatko Kregar, Slobodan Milošević, Alenka Vesel, Miran Mozetič, "Gostota kisikovih atomov v plazemskem reaktorju s pomičnim rekombinatorjem", *Vakuumist*, letn. 36, št. 3, str. 4-14, 2016. [COBISS.SI-ID 30196263]
19. Vladimir Radulović, Andrej Trkov, Radojko Jaćimović, G. Gregoire, Christophe Destouches, "Use of boron nitride for neutron spectrum characterization and cross-section validation in the epithermal range through integral activation measurements", *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 840, str. 5-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29814055]
20. Matthew Scarpelli, Justine Yang Bruce, Lakeesha L. Carmichael, Jens C. Eickhoff, Jill M. Kolesar, Scott Perlman, Robert Jeraj, Glenn Liu, " $^{18}\text{F}$ -FLT PET/CT imaging in patients with advanced solid malignancies treated with axitinib on an intermittent dosing regimen", *Cancer Chemother Pharmacol*, vol. 78, iss. 6, str. 1245-1252, 2016. [COBISS.SI-ID 3065188]
21. A1 Collaboration, F. Schulz *et al.*, "Ground-state binding energy of  $^4\text{H}$  from high-resolution decay-pion spectroscopy", *Nucl. phys., Sect. A*, vol. 954, str. 149-160, 2016. [COBISS.SI-ID 2984804]
22. Luka Snoj, Igor Lengar, Aljaž Čufar, B. Syme, Sergei Popovichev, P. Batistoni, S. Conroy and JET contributors, "Neutronic analysis of JET external neutron monitor response", *Fusion eng. des.*, vol. 109, str. 99-103, 2016. [COBISS.SI-ID 29365799]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tsviatko K. Popov, Miglena Dimitrova, Pavlina Ivanova, Jernej Kovačič, Tomaž Gyergyek, Renaud Dejarnac, Jan Stöckel, M. A. Pedrosa, D. López-Bruna, C. Hidalgo, "Advances in Langmuir probe diagnostics of the plasma potential and electron-energy distribution function in magnetized plasma", *Plasma sources sci. technol.*, vol. 25, str. 1-18, 2016. [COBISS.SI-ID 11308116]

## STROKOVNI ČLANEK

1. Žiga Štancar, Vid Merljak, Aljaž Čufar, Jure Beričič, "3. konferenca mladih z odseka za reaktorsko fiziko - F8", *Jedre Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije*, 25. april, str. 11-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29527847]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Tomaž Gyergyek, Jernej Kovačič, "Sheath formation in an oblique magnetic field - some comments on length scales and source terms", V: *6th International Workshop & Summer School on Plasma Physics 2014 (IWSSPP'14)*, (Journal of physics. Conference series, vol. 768), IWSSPP'14, 30 June to 6 July 2014, Kiten, Bulgaria, str. 1-10. [COBISS.SI-ID 11604052]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Klemen Ambrožič, "Uporaba in karakterizacija RadFET-ov kot dozimetrov", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljanih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 17-22. [COBISS.SI-ID 29686823]
2. Klemen Ambrožič, Luka Snoj, "Delayed gamma ray modeling around activated JSI TRIGA fuel elements by R2S method", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, 9 str. [COBISS.SI-ID 29802535]
3. L. Barbot, Vladimir Radulović, Christophe Destouches, Jean-François Villard, V. Dewynter-Marty, F. Malouch, Franck Lopez, "Experimental validation of a Monte Carlo based toolbox for self-powered neutron and gamma detector simulation in the OSIRIS MTR", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, 10 str. [COBISS.SI-ID 29510695]
4. P. Batistoni, D. Campling, S. Conroy, D. Croft, T. Giegerich, T. Huddleston, X. Lefebvre, Igor Lengar, John S. Lilley, A. Peacock, M. Pillon, Sergei Popovichev, S. Reynolds, Rafael Vila, R. Villari, N. Bekris and JET Contributors, "Technological exploitation of Deuterium-Tritium operations at JET in support of ITER design, operation and safety", V:

- Proceedings*, (Fusion Engineering and Design, Vol. 109-111), Proceedings of the 12th International Symposium on Fusion Nuclear Technology-12 (ISFNT-12), 14-18 September 2015, Juju Island, South Korea, part A, str. 278-285, 2016. [COBISS.SI-ID 29702951]
5. Jure Beričič, "Določanje kotnega fluksa nevtronov s programom MCNP", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 45-48. [COBISS.SI-ID 29687591]
  6. Aljaž Čufar, "Karakterizacija DT generatorja nevtronov", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 27-30. [COBISS.SI-ID 29685031]
  7. Aljaž Čufar, P. Batistoni, Igor Lengar, Sergei Popovichev, Luka Snoj and JET Contributors, "Calculations to support JET neutron yield calibration: Effects of the neutron source anisotropy", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 9 str. [COBISS.SI-ID 29846311]
  8. Dušan Čalić, Andrej Trkov, "2-D reflector modelling for VENUS-2 MOX Core Benchmark", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 7 str. [COBISS.SI-ID 29804583]
  9. Dušan Čalić, Andrej Trkov, "Monte Carlo simulation on Krško NPP", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, 10 str. [COBISS.SI-ID 29503015]
  10. D. Fourmentel, Vladimir Radulović, L. Barbot, Jean-François Villard, Gašper Žerovnik, Luka Snoj, M. Tarchalski, K. Pytel, F. Malouch, "Delayed gamma measurements in different nuclear research reactors bringing out the importance of their contribution in gamma flux calculations", V: *Proceedings, 4th International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA)*, 20-24 April, 2015, Lisbon, *IEEE T. Nucl. Sci.*, vol. 63, iss. 6, pp. 2875-2879, 2016. [COBISS.SI-ID 29812775]
  11. A. T. Godfrey, Matthew Jesse, Shane Stimpson, B. S. Collins, T. M. Evans, Marjan Kromar, F. Franceschini, David Salazar, "VERA benchmarking results for Krško nuclear power plant cycle 1", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, 11 str. [COBISS.SI-ID 29515303]
  12. Tomaž Gyergyek, Jernej Kovačič, "Robni pogoji na robu plazemskega plašča v enodimenzionalnem dvotekočinskem modelu", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 195-198. [COBISS.SI-ID 11516244]
  13. Tomaž Gyergyek, Jernej Kovačič, "A self-consistent one-dimensional multi-fluid model of the plasma-wall transition in the presence of two species of negatively biased particles", V: *VEIT 2015*, (Journal of physics, vol. 700), 19th International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies (VEIT2015), 21-25 September 2015, Sozopol, Bulgaria, str. 1-5. [COBISS.SI-ID 11337044]
  14. Romain Henry, Iztok Tiselj, Luka Snoj, "Multi-physics simulation of the Triga reactor", V: *Annual Meeting of the American Nuclear Society, June 12-16, 2016, New Orleans, USA*, (Transactions of the American Nuclear Society, Vol. 114, 2016), str. 678-681. [COBISS.SI-ID 29652263]
  15. Anže Jazbec, Luka Snoj, "3D model of Jožef Stefan Institute TRIGA Mark II Reactor", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 7 str. [COBISS.SI-ID 29803303]
  16. Igor Jenčič, Luka Snoj, "The use of Ljubljana TRIGA reactor for training and public information", V: *Role of research reactors in providing support to nuclear power programmes*, Report of the IAEA Technical Meeting on "Role of Research Reactors in providing support to Nuclear Power Programmes", 21-24 June 2016, Vienna, str. 44. [COBISS.SI-ID 29909287]
  17. Tanja Kaiba, "Analiza spreminjanja nevtronskega fluksa in fisiske hitrosti s fisiskimi celicami v reaktorju TRIGA", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 9-12. [COBISS.SI-ID 29684519]
  18. Tanja Kaiba, Gašper Žerovnik, Luka Snoj, "Evaluation of criticality and reaction rate experimental benchmark in spherical geometry", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 13 str. [COBISS.SI-ID 29802791]
  19. Ivan Aleksander Kodeli, Manuele Aufiero, W. Zwermann, "Comparison of deterministic and Monte Carlo codes SUSD3D, SERPENT and XSUSA for Beta-effective sensitivity calculations", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, 10 str. [COBISS.SI-ID 29510951]
  20. Ivan Aleksander Kodeli, V. Mastrangelo, Evgeny Ivanov, Alexander Aures, W. Zwermann, Manuele Aufiero, Yannick Penelieu, Kostadin N. Ivanov, Enrico Sartori, "OECD/NEA intercomparison on deterministic and Monte Carlo cross-section sensitivity codes using SNEAK-7 benchmarks", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, 10 str. [COBISS.SI-ID 29511207]
  21. Ivan Aleksander Kodeli, Slavko Slavič, "Recent development and examples of the use of the Windows interface environment XSUN-2016 for transport and sensitivity-uncertainty analysis", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 12 str. [COBISS.SI-ID 29797415]
  22. Bor Kos, "Hibridne kode za transport delcev", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 59-64. [COBISS.SI-ID 29685543]
  23. Bor Kos, Ivan Aleksander Kodeli, "Variance reduction of fusion and fission neutron transport problems using the ADVANTG hybrid code", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 7 str. [COBISS.SI-ID 29797159]
  24. Bor Kos, Marjan Kromar, Žiga Štancar, Peter Klenovšek, Luka Snoj, "Neutron streaming analysis and shielding determination for the Krško nuclear power plant", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 8 str. [COBISS.SI-ID 29803815]
  25. Bor Kos, Luka Snoj, "On using Grasshopper add-on for CAD to MCNP conversion", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, 10 str. [COBISS.SI-ID 29502759]
  26. Domen Kotnik, Luka Snoj, "Validation of the ADVANTG on the ICSBEP shielding benchmarks", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 9 str. [COBISS.SI-ID 30260007]
  27. Marjan Kromar, Bojan Kurinčič, "Validation of the CORD - 2 system for the nuclear design calculations of the NPP Krško core", V: *Conference proceedings and book of abstracts: former "Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids"*, 11th International Conference of the Croatian Nuclear Society, June 05-08, 2016, Zadar, Croatia, 10 str. [COBISS.SI-ID 29572135]
  28. Igor Lengar, Vid Merljak, Marjan Kromar, Luka Snoj, "Control rod measurements by rod insertion using signal from multiple fission chambers at TRIGA reactor", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, The physics of reactor meeting, Unifying theory and experiment in the 21st century, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, Sun Valley, American Nuclear Society, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 29506087]
  29. Vid Merljak, "3D Cartesian TRIGA reactor model quality assessment by radial power distribution", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 6 str. [COBISS.SI-ID 29804839]
  30. Vid Merljak, "Simulacija metode vstavitve kontrolne palice s programom SKETCH-N", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 65-68. [COBISS.SI-ID 29685799]
  31. Vid Merljak, Marjan Kromar, Luka Snoj, Andrej Trkov, "Control rod insertion method analysis - dynamic vs. static reactivity", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, Sun Valley, American Nuclear Society, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 29502503]
  32. Lucijan Plevnik, "Korelacije in naključno vzorčenje jedrskih podatkov", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 39-44. [COBISS.SI-ID 29686055]
  33. Vladimir Radulović, "Jedrskie reakcije za meritve specifičnih področij nevtronskega spektra", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 3-7. [COBISS.SI-ID 29683495]
  34. Slavko Slavič, Andrej Trkov, Bojan Žefran, "DMReS, digital reactivity meter of the new generation", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 12 str. [COBISS.SI-ID 30416167]

35. Luka Snoj, Igor Lengar, Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Gašper Žerovnik, Aljaž Kolšek, Patrick Sauvan, Francisco Ogando, Javier Sanz, Andrej Trkov, "Feasibility study of installing a thermal to 14 MeV neutron converter into a research nuclear reactor", V: *Conference proceedings*, Berlin, 2016, 12 str. [COBISS.SI-ID 29487399]
36. Luka Snoj, Žiga Štancar, Vladimir Radulović, Tanja Kaiba, Igor Lengar, Gašper Žerovnik, Vid Merljak, Andrej Trkov, L. Barbot, D. Fourmentel, Christophe Destouches, Jean-François Villard, "Benchmark experiments at the TRIGA Mark II reactor", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, Sun Valley, American Nuclear Society, 2016, 12 str. [COBISS.SI-ID 29506855]
37. Žiga Štancar, "Modeliranje sredice Nuklearne elektrarne Krško za izračune Monte Carlo", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 53-54. [COBISS.SI-ID 29685287]
38. Žiga Štancar, Marjan Kromar, Bor Kos, Luka Snoj, "Construction of a Monte Carlo Benchmark pressurized water reactor core model", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 16 str. [COBISS.SI-ID 30260263]
39. Žiga Štancar, Luka Snoj, L. Barbot, "Evaluation of the effect of burn-up on neutron flux and reaction rate distributions in the TRIGA Mark II reactor", V: *PHYSOR 2016, The physics of reactor meeting*, May 1-5, 2016, Sun Valley, Idaho, Sun Valley, American Nuclear Society, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 29510439]
40. Damijan Valentinuzzi, "Radiomska analiza  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT odziva na radioterapijo in kemoterapijo pri pacientih s pljučnim rakom", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 49-50. [COBISS.SI-ID 29690407]
41. Andrej Žohar, Luka Snoj, "Analysis of the primary water activation in a typical PWR", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016*, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 29804327]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Jernej Jerman, Andrej Lešnjak, Luka Snoj, Borut Smodiš, "Inspection of the TRIGA reactor tank", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 30215463]
2. Borut Smodiš, Luka Snoj, "The JSI TRIGA Mark II reactor, Slovenia", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, str. 76-89. [COBISS.SI-ID 30215975]
3. Luka Snoj, "TRIGA research calculations, Specific technical areas", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, str. 11-22. [COBISS.SI-ID 30215719]

## STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Gašper Žerovnik, S. Kopecky, A.J.M. Plompen, P. Schillebeeckx, *Comparison of resonance integrals of cross sections from JEFF-3.2 library for some problematic reactions*, (EUR EN, 27802), Geel, European Commission, 2016. [COBISS.SI-ID 29443623]
2. Gašper Žerovnik, P. Romojaro, A. Stankovsky, L. Fiorito, Ivan Aleksander Kodeli, P. Schillebeeckx, F. Alvarez-Velarde, O. Cabellos, C. J. Diez, G. Van den Eynde, N. Garcia-Herranz, J. Heyse, Andrej Trkov, *Assessment of evaluations for MYRRHA*, (JRC Technical Reports, EUR 28240 EN), Luxembourg, European Commission, 2016. [COBISS.SI-ID 30026791]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Luka Snoj, *Core analysis and instrumentation for research reactors: Training Course "Safety evaluation of SAR and oversight for RR" JSI - Ljubljana, September 2 - 6, 2016*, Ljubljana, ITER, 2016. [COBISS.SI-ID 30139431]
2. Luka Snoj, *Safety Assessment on an experiment (void coefficient) including performing this experiment at the reactor: Training Course on "Requirements and safety evaluation of Research Reactors". Ljubljana, 05 - 09 December, 2016*, Ljubljana, ITER, 2016. [COBISS.SI-ID 30141479]
3. Luka Snoj, *Safety assessment, safety analysis, categorisation of modifications, graded approach: Training Course on "Requirements and safety evaluation of research reactors", Ljubljana, December 05 - 09, 2016*, Ljubljana, ITER, 2016. [COBISS.SI-ID 30140711]
4. Luka Snoj, *Typical research reactors: Training course on "Requirements and safety evaluation of research reactors", Ljubljana, December 05 - 09, 2016*, Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016. [COBISS.SI-ID 30143527]

## PATENT

1. P. E. Galavis, Bhudatt R. Paliwal, James E. Holden, Robert Jeraj, *System and method for gradient assisted non-connected automatic region (GANAR) analysis*, US9355447 (B2), US Patent and Trademark Office, 31. 05. 2016. [COBISS.SI-ID 2863460]

## MENTORSTVO

1. Dušan Čalič, *Preveritev in posodobitev izgorevanja goriva z uporabo ISOLib knjižnice v CORD-2 programu: doktorska disertacija (bolonjski študij)*, Maribor, 2016 (mentor Andrej Trkov). [COBISS.SI-ID 19753750]
2. Tanja Kaiba, *Odziv fizijskih in ionizacijskih celic v reaktorju TRIGA na IJS: magistrsko delo (bolonjski študij)*, Ljubljana, 2016 (mentor Luka Snoj; somentor Gašper Žerovnik). [COBISS.SI-ID 2990180]
3. Vanja Sandrin, *Uporaba  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT za ugotavljanje odziva na zdravljenje: magistrsko delo (bolonjski študij)*, Ljubljana, 2016 (mentor Robert Jeraj; somentorja Primož Strojjan, Urban Simončič). [COBISS.SI-ID 2955364]



# 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 narasli tako po zahtevnosti kakor tudi stroških do te mere, da se za njihovo izvedbo znanstveniki s celega 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 Mikuž**

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 iz Oddelka za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko, Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru svoje meritve v dveh mednarodnih središčih za fiziko delcev: v 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 (3 000 znanstvenikov, 174 institucij iz 38 držav),
- BELLE na asimetričnem trkalniku elektronov in pozitronov KEK-B v KEK, Tsukuba (409 znanstvenikov, 62 institucij iz 15 držav)

Na področju astrofizike delcev sodelujemo v kolaboraciji Pierre Auger (250 znanstvenikov, 94 institucij iz 17 držav), kjer blizu Malargue v Argentini v observatoriju za kozmične delce merimo najvišje energije na površini 3 000 km<sup>2</sup>. Raziskave na tem področju izvajamo skupaj s kolegi z Univerze v Novi Gorici.

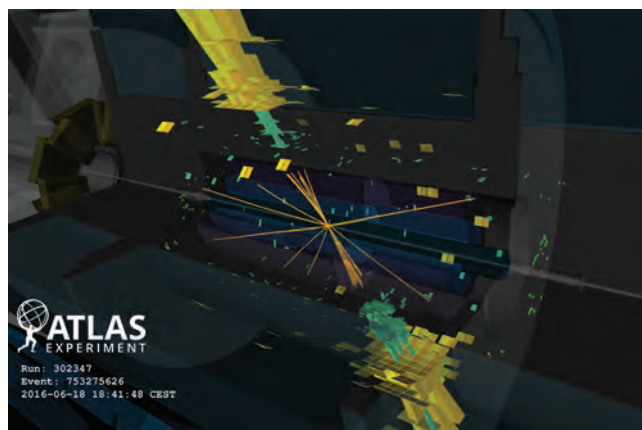
Podrobnejše poročilo po dejavnostih v letu 2016, pri čemer smo se osredinili na prispevek naših raziskovalcev:

## ATLAS pri Velikem hadronskem trkalniku (LHC) v CERN-u

V letu 2015 je v CERN-u znova začel delovati nadgrajeni Veliki hadronski trkalnik LHC in dosegel novo rekordno težiščno energijo trkov protonov 13 TeV, s čimer se je začelo obdobje delovanja »Run 2« LHC. V naslednjem letu 2016 je nato LHC presegel vsa pričakovanja in omogočil zajem doslej največje količine podatkov na eksperimentu ATLAS. Količina podatkov eksperimenta ATLAS o protonskih trkih pri 13 TeV (slika 1) je v letu 2016 desetkrat večja kot v letu 2015, kar je omogočilo najnatančnejše analize iskanja procesov nove fizike onkraj Standardnega modela s podatki iz Run 2 doslej. V analiziranih podatkih je bil statistično izključen precejšen nabor različnih teorij, obstaja pa nekaj indikacij na mogoča nova odkritja v fiziki osnovnih delcev [1, 2], a bo za potrditev potrebno zajeti in analizirati še večjo količino podatkov – tako bosta prihodnji dve leti polni izzivov in pričakovani prelomni dogodki. V letu 2016 je kolaboracija ATLAS objavila več kot 100 znanstvenih člankov v najuglednejših mednarodnih revijah, s čimer je število vseh objavljenih člankov kolaboracije naraslo na 600, v pripravi pa jih je še več kot sto.

Ljubljanska skupina pri eksperimentu ATLAS je vodilna pri načrtovanju, gradnji in pri obratovanju več manjših detektorjev, ki skrbijo za kontrolo in spremljanje obsevanja notranjega detektorja: ATLAS Beam Condition Monitor (BCM), Beam Loss Monitor (BLM), Radiation Monitor (RADMON) in Diamond Beam Monitor (DBM). BCM je namenjen spremljanju razmer v žarkih protonov Velikega hadronskega pospeševalnika (Large Hadron Collider, LHC) in opozarjanju pred potencialno nevarnimi situacijami. Med prvim obdobjem zajemanja podatkov je bil BCM glavni monitor luminoznosti spektrometra ATLAS. Po drugi strani je precej bolj preprost

**V letu 2016 je LHC presegel vsa pričakovanja in omogočil zajem največje količine podatkov pri eksperimentu ATLAS doslej.**



Slika 1: Prikaz dogodka trka dveh protonov pri težiščni energiji 13 TeV z največjo invariantno maso dveh pljuskov pri iskanju resonančnih procesov med podatki, zajetimi v letu 2016 (Event 753275626, Run 302347). Dva centralna pljuska imata invariantno maso 7,5 TeV.



**Kolaboracija ATLAS namerava v naslednjem desetletju nadgraditi detektor, da bo sposoben zajemati podatke tudi pri najvišji luminoznosti ( $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ ) trkalnika HL-LHC (High Luminosity LHC).**

sistem BLM namenjen samo varovanju notranjega detektorja spektrometra ATLAS pred potencialnimi nevarnimi razmerami. BLM je do sedaj nekajkrat sprožil in zaustavil žarke LHC in s tem preprečil morebitne poškodbe najboljčutljivejših notranjih delov spektrometra ATLAS. RADMON meri doze, ki jih prejmejo različni deli notranjega detektorja spektrometra ATLAS. Novi detektor DBM, ki smo ga sestavili med zadnjo zaustavitvijo in prvič uporabili v letu 2015, je sestavljen iz diamantnih pCVD-senzorjev in čipov z aktivnimi elementi velikosti  $250 \mu\text{m}^2 \times 50 \mu\text{m}^2$ . Razvoj sistema za zajemanje podatkov in analize podatkov detektorja DBM še vedno potekajo. Naloga DBM bo komplementarno merjenje luminoznosti obstoječih detektorjev. Z večanjem luminoznosti v naslednjih letih lahko postane DBM njen glavni monitor, ko bodo drugi detektorji blizu nasičenja.

**Belle in Belle II na asimetričnem trkalniku elektronov in pozitronov KEKB v KEK**

S podatki, zajetimi z detektorjem Belle na trkalniku elektronov in pozitronov KEKB v Tsukubi na Japonskem, ter podatki z bodočega detektorja Belle II sodelavci odseka izvajajo oz. bodo izvajali izjemno natančne meritve redkih procesov v svetu subatomskega delca. S primerjavo rezultatov meritev in teoretičnih napovedi lahko odkrivajo morebitne prispevke doslej neznanih delcev in procesov, enotno poimenovanih Nova fizika. Ti so med drugim odgovorni za to, da živimo v vesolju, v katerem snov (delci) popolnoma prevladuje nad antisnovjo (antidelci). Načinov iskanja Nove fizike, čemur so posvečeni napor v eksperimentalni fiziki osnovnih delcev zadnjih nekaj let, je več. Poleg t. i. energijskega obzorja, katerega predstavnik je detektor Atlas na LHC, obstaja tudi kozmološko obzorje, v okviru katerega se izvajajo različne astrofizikalne meritve, ter obzorje natančnosti, katerega predstavnik sta detektorja Belle in Belle II.

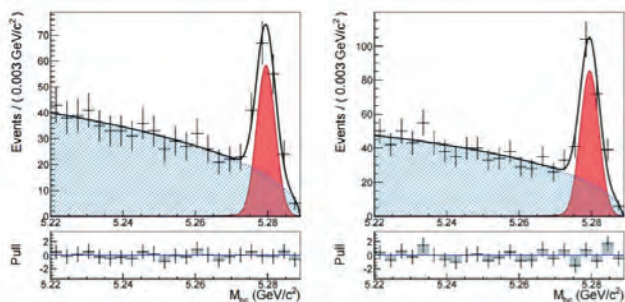
V letu 2016 so bili najodmevnejši rezultati raziskovalcev v mednarodni skupini Belle (542 raziskovalcev iz 89 inštitucij in 20 držav) meritev razvejitenega razmerja za razpade  $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$  ter meritev polarizacije mezona  $D^*$  v takih razpadih, in iskanje razpadov  $B \rightarrow K^* l^+ l^-$ , kjer je  $l$  elektron ali mion [3].

Obve vrsti razpadov si delita zanimivost, to je preverjanje leptonske univerzalnosti. Le-ta je ena najglobljih osnov Standardnega modela interakcij med osnovnimi delci, ki pravi, da nabiti leptoni ( $\tau$ ,  $\mu$ ,  $e$ ) na enak način občutijo eno od osnovnih sil, šibko interakcijo. Z omenjenimi meritvami je mogoče leptonsko univerzalnost preveriti. Rezultati meritev kažejo na določanje odklona od omenjene predpostavke Standardnega modela, a za zdaj še ne z zadostno statistično signifikanco. Če bi odklon potrdila na večjem vzorcu razpadov, ki ga bo mogoče pridobiti z detektorjem Belle II, bi bil to neizpodbiten dokaz za obstoj Nove fizike (slika 2)

Poleg tega smo v preteklem letu izvedli meritve razvejitenih razmerij radiativnih razpadov mezonov D in opravili prvo meritve kršitve simetrije CP pri teh razpadih [4]. Prvič smo opazili in izmerili razvejitveno razmerje razpadov  $D_0 \rightarrow \rho \gamma$  ter bistveno izboljšali natančnost izmerjenih razvejitenih razmerij  $D_0 \rightarrow \Phi \gamma$  in  $K(892)^* \rightarrow \gamma$ . Opravljene meritve omogočajo preizkuse izračunov dinamike dolgega dosegga na mreži, ki dominira pri teh razpadih. Prav tako smo prvič izvedli meritve kršitve simetrije CP pri omenjenih radiativnih razpadih mezonov D, ki pomenijo komplementarne meritve obstoječim meritvam v hadronskih ali leptonskih razpadih mezonov D. Meritev kršitve simetrije CP pri radiativnih razpadih je še posebej občutljiva za prispevke kromomagnetnih dipolnih operatorjev, ki niso del Standardnega modela. Opravljene meritve so v okviru natančnosti, ki je omejena z velikostjo vzorca, in v skladu z napovedmi Standardnega modela. Bolj natančne preizkuse bomo lahko opravili s podatki, zbranimi z detektorjem Belle II.

Pri izdelavi detektorskih komponent ter sestavi detektorja Belle II so sodelavci mednarodne skupine (več kot 700 znanstvenikov iz 96 inštitucij in 23 držav) v l. 2016 dosegli nekaj pomembnih mejnikov. Osrednja potovalna komora, namenjena detekciji sledi nabitih delcev, je bila z več kot 14 000 merilnimi žicami uspešno vgrajena v spektrometer.

V letu 2016 smo tudi uspešno končali sestavljanje enega najbolj delikatnih delov detektorja, tj. detektorja časa prehoda (time-of-propagation counter, TOP). Ta detektorski sklop je namenjen identifikaciji nabitih delcev z detekcijo Čerenkove svetlobe, ki jo zelo hitri delci sevajo v kremenovem steklu (slika 3).



Slika 2: Signal razpadov  $B \rightarrow K^* e^+ e^-$  (levo) in  $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$  desno [3]. Če oba signalna vrhova ne bi bila enaka, bi to nakazovalo kršitev leptonske univerzalnosti.

**Pri izdelavi detektorskih komponent ter sestavi detektorja Belle II so sodelavci mednarodne skupine (680 znanstvenikov iz 96 inštitucij in 23 držav) v l. 2016 dosegli nekaj pomembnih mejnikov.**



Slika 3: Namestitve kremenovih sevalnikov za detektor TOP

V tem času smo tudi začeli sestavljati detektor za identifikacijo v smeri naprej (Aerogel Ring Imaging Čerenkov counter, ARICH), za katerega smo razvili elektronski sklop za zajemanje podatkov, tiskana vezja pa so bila izdelana v Sloveniji.

### **Pierre Auger**

Observatorij Pierre Auger je bil zgrajen za zaznavanje 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 izvir, 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 3 000 km<sup>2</sup>, nahaja pa se v provinci Mendoza v Argentini.

Observatorij Pierre Auger uporablja dve komplementarni tehniki zaznave atmosferskih pljuskov. Na poti skozi atmosfero sekundarni delci vzbujajo molekule dušika. Pri relaksaciji le-ti izsevajo fluorescenčno svetlobo, ki jo zaznavamo z mrežo velikih teleskopov. Sekundarne delce, ki dosežejo Zemljo pa zaznavamo z mrežo Čerenkovih detektorjev z meritvijo 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 si dandanes razlagamo z interakcijo delcev z mikrovalovnim prasevanjem (s t. i. GZK-efektom) ter zaradi fotonske dezintegracije. Kljub temu pa je bilo pokazano, da GZK-efekt ne more biti edina razlaga, saj podatki nakazujejo težjo masno sestavo, kot bi jo pričakovali, zato razlogi za spektralni upad ostajajo nepojasneni.

---

**Kolaboracija Pierre Auger je izmerila strmo upadanje energijskega spektra nad  $10^{20}$  eV**

---

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 poskusi integracije LHC-rezultatov pri meritvah observatorija so pokazali na precejšnje razhajanje, saj je število mionov, ki jih dobimo pri Monte Carlo simulaciji, temelječi na dosedanjih meritvah, znatno nižje, kot jih zaznavamo, prav tako se tudi globina interakcijske točke v atmosferi odmika od pričakovane za poljubno smiselno kompozicijo kozmičnih žarkov.

Pomemben delež pri razumevanju kozmičnih žarkov nosi študij porazdelitve po vpadnih smereh. Čeprav anizotropija ostaja, pa se je treba zavedati, da izmerjeni podatki kažejo, da primarni delci najvišjih energij niso zgolj protoni, pač pa je med njimi znaten delež težkih, visoko nabitih jeder, zato je iskanje izvirov zaradi odklonov v kozmičnem magnetnem polju oteženo.

Kolaboracija Pierre Auger načrtuje nadgradnjo, ki bo ponudila vpogled v opisane probleme. Ključni element nadgradnje je namestitev scintilacijskih detektorjev na vsakega izmed 1 660 Čerenkovih detektorjev. Tako bo identifikacija primarnih delcev olajšana, saj z uporabo scintilacijskega polja dosežemo lažje razločevanje med elektromagnetno in mionsko komponento pljuska. Meritvam kompozicije pa bo pripomogla tudi nova bralna elektronika Čerenkovih detektorjev. Nadgradnja bo potekala od leta 2017 do 2019.

### **Center za distribuirano računanje**

SiNET Tier-2, distribuirani računski center, je s 5 200 jedri in shranjevalno kapaciteto 4 000 TB v letu 2016 nadaljeval podpora eksperimentom ATLAS, Pierre Auger in Belle II. Nadgradili smo lokalni sistem za dostop podatkov s tehnologijo CephFS, ki omogoča bistveno večjo prepustnost kot prejšnja rešitev, temelječa na NFS, in s tem omogoča bistveno hitrejšo obdelavo podatkov, ki dosega 2 00 TB/d. Razvili smo avtomatsko izvajanje nalog v kontejnerjih z uporabo tehnologij docker in singularity, kar bo v prihodnje omogočalo eksperimentom uporabo operacijskega sistema po želji uporabnika. Sedanja kapaciteta mednarodne povezave v omrežje LHCONe zaradi uspešnejšega delovanja pospeševalnika LHC od pričakovanega ne zadošča več, zato smo konec leta 2016 začeli priprave na povečanje kapacitete na 20 Gb/s. Kot konstitutivni član Slovenske nacionalne iniciative za grid SLING/NGI smo podpirali infrastrukturo SLING skupaj z Arnesom. Slovenska distribuirana infrastruktura vključuje sedem gruč z Instituta »Jožef Stefan«, Arnesa, Arctura ter Univerze v Novi Gorici, številne druge gruče so v fazi priključevanja z vizijo vzpostavitve zmogljive distribuirane računske infrastrukture v Sloveniji. SiNET je polnopravni član mednarodnih organizacij EGI/InSPIRE, wLCG in Nordugrid in je sodeloval pri številnih projektih za podporo in načrtovanje računske infrastrukture, kot tudi pri razvoju, distribuciji in vzpostavitvi distribuirane infrastrukture.

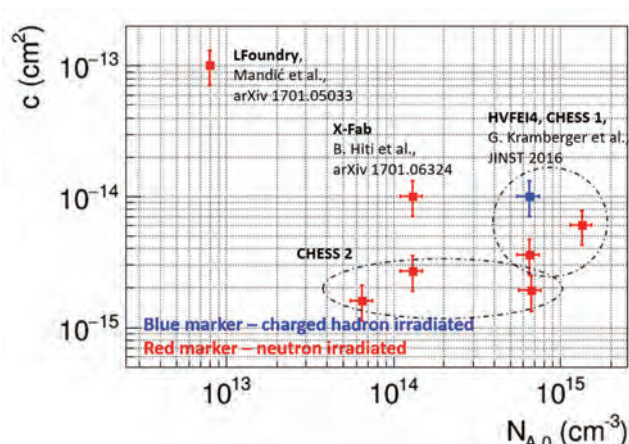
### **Razvoj detektorjev**

V 2016 smo nadaljevali študij detektorjev nabitih delcev, narejenih s tehnologijo HV-CMOS. Ker gre za tehnologijo CMOS, je mogoča dostopna izdelava senzorjev pri mnogo proizvajalcih v velikih serijah. Priključitev visoke napetosti (HV) na podlago omogoča učinkovito zbiranje naboja, saj

---

**Nadaljevali smo preučevanje diamantnih detektorjev in kot prvi dosegli delovanje detektorjev v načinu s pomnoževanjem naboja.**

---



Slika 4: Spreminjanje efektivne koncentracije primesi v senzorju CMOS s fluenco za različne koncentracije začetnih primesi. Meritve so narejene z metodo edge TCT.

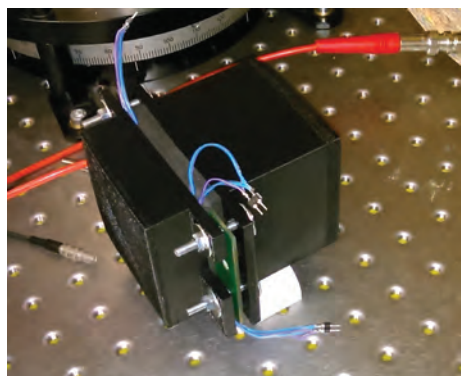
se z napetostjo povečuje aktivno področje. Velika prednost je integracija prve stopnje ojačevanje signala in obdelava signalov na samem senzorju. V letu 2016 smo izmerili lastnosti zbiranja naboja v velikem številu detektorjev po obsevanjih z nevtroni in protoni. Sistematično smo izmerili spreminjanje efektivne koncentracije primesi s fluenco za različne koncentracije začetnih primesi (slika 4). Meritve so zelo odmevne, saj smo praktično izmerili skoraj vse prototipne detektorje, namenjene uporabi pri nadgrajenem LHC.

V minulem letu smo se pridružili nadgradnji Visokozrnatega detektorja časa (HGTD) pri eksperimentu ATLAS. Prevezli smo vodilno vlogo pri študiju radiacijskih poškodb v silicijevih detektorjih z nizkim ojačanjem (LGAD), ki so najresnejši kandidati za uporabo. Natančno smo izmerili odvisnost pomnoževanja od fluence in pokazali, da lahko v tankih detektorjih radiacijske poškodbe kompenziramo z višjo napetostjo. Pokazali smo, da lahko s tankimi detektorji 50 m dosežemo zahtevano časovno ločljivost (okoli 26 ps za posamezen detektor) in ohranimo zadostno pomnoževanje za uspešno uporabo tudi po obsevanjih.

Nadaljevali smo preučevanje diamantnih detektorjev in kot prvi dosegli delovanje detektorjev v načinu s pomnoževanjem naboja [5]. Potrebna električna polja velikosti reda 100 V/ $\mu\text{m}$  smo dosegli s posebno konfiguracijo elektrod.

V letu 2016 smo intenzivno preizkušali sistem za večkanalno natančno branje dozimetrijskih senzorjev v medicini. V sodelovanju z reaktorskim centrom IJS uporabljamo sistem tudi za natančno dozimetrijo med obsevanji.

Nadaljevali smo razvoj nove metode za detekcijo žarkov gama pri pozitronski tomografiji (PET), eni izmed najbolj pomembnimi vrstami medicinskega slikanja. Če kot konverter žarkov gama uporabimo Čerenkov sevalnik namesto scintilatorja, lahko izredno natančno (80 ps FWHM) izmerimo razliko v časih preleta obeh žarkov gama. Tako lahko dobimo tridimenzionalni podatek o mestu nastanka žarkov gama, kar znatno skrajša čas pretvorbe signalov v sliko aktivnosti pri pacientu. Medtem ko smo to prvo meritev izvedli s fotopomnoževalko z mikrokanalno ploščo (MCP PMT) kot senzorjem za posamezne fotone, smo v letu 2016 nadaljevali študij možnosti, ki jih ponuja uporaba silicijevih fotopomnoževalk (SiPM), kompaktnih polprevodniških svetlobnih senzorjev, ki delujejo v magnetnem



Slika 5: Prototip detektorja anihilacijskih gama žarkov z izboljšano krajevno ločljivostjo

polju (kar je pomembno za multimodalno slikanje v kombinaciji z MR-aparatur) in so precej cenejše. Naše raziskave so pokazale, da lahko z uporabo enega samega Čerenkovovega fotona dosežemo resolucijo boljše od 200 ps FWHM, začeli pa smo tudi študij dogodkov z več zadetki. Razvili smo prototip detektorja anihilacijskih gama žarkov z izboljšano krajevno ločljivostjo, temelječo na kristalu LYSO, segmentiranem na celice s stranico 1,5 mm (slika 5). V okviru mednarodne kolaboracije CIMA z raziskovalci iz Državne univerze v Ohio (OSU), Univerze v Michiganu (UM), Univerze iz Valencije in IJS smo nadaljevali evalvacijo prototipa visokoločljivostnega PET-sistema s silicijevimi detektorji na OSU. Nadaljevali smo tudi analizo izmerjenih slik in rezultate objavili v članku ter sodelovali na konferenci IEEE NSS MIC v Strasbourgu, Francija.

V okviru evropskega projekta AIDA 2020 (Advanced European Infrastructures for Detectors at Accelerators) smo na Reaktorskem centru v Podgorici izvedli več kot 180 obsevanj z nevtroni za 22 institucij. Poudarek je bil na razvoju detektorjev za načrtovane nadgradnje detektorjev ATLAS, CMS in BELLE.

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. AAD, G. et al, ATLAS Collaboration. Observation of long-range elliptic azimuthal anisotropies in  $\sqrt{s} = 13$  and 2.76 TeV pp collisions with the ATLAS detector. Physical review letters, 116 (2016) 17, 172301-1-172301-20
2. AAD, G. et al, ATLAS Collaboration. Search for new phenomena in dijet mass and angular distributions from pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector. Physics letters. Section B, 754 (2016), 302-322
3. S. Wehle et al. (Belle Collaboration), Lepton-Flavor-Dependent Angular Analysis of  $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ , arXiv: 1612.05014, spreto za objavo v Phys. Rev. Lett.
4. T. Nanut et al. (Belle Collaboration), Observation of  $D_0 \rightarrow \rho^0 \gamma$  and Search for CP Violation in Radiative Charm Decays, Phys. Rev. Lett., 118 (2016), 051801
5. M. Muškinja, V. Cindro, A. Gorišek, H. Kagan, G. Kramberger, I. Mandić, M. Mikuž, S. Phan, D.S. Smith, M. Zavrtanik, Investigation of charge multiplication in single crystalline CVD diamond particle detectors, NIM A, 841 (2017), 162-169

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. The 9th International Workshop on Ring Imaging Cherenkov Detectors (RICH 2016), Bled, Slovenija, 5.–9. 9. 2016
2. 2nd TCT Workshop 2016, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija, 17.–18. 10. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST TD1401; Meritev časa z naprednimi scintilatorji  
Cost Office  
prof. dr. Peter Križan
2. COST CA16108 - VBScan; Koordinacija in strukturiranje dejavnosti o sipanju vektorskih bozonov  
Cost Office  
prof. dr. Borut Paul Kerševan
3. H2020 - JENNIFER; Evropsko-japonska mreža za eksperimentalne raziskave nevtrinov in kvarkov  
Evropska komisija  
prof. dr. Peter Križan
4. H2020 - AIDA-2020; Napredne Evropske infrastrukture za detektorje na pospeševalnikih  
Evropska komisija  
prof. dr. Marko Mikuž
5. Meritev redkih semileptonskih razpadov mezonov B in izgradnja detektorja Belle II  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Anže Zupanc
6. Razvoj novih detektorjev za medicinsko slikanje  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Marko Mikuž
7. Razvoj silicijevih in diamantnih polvodniških detektorjev za uporabo v poskusih v fiziki delcev in medicinski diagnostiki  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Vladimir Cindro
8. Študij lastnosti silicijevih detektorjev za uporabo tehnike tranzientnih tokov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Gregor Kramberger

## PROGRAMA

1. Eksperimentalna fizika osnovnih delcev  
prof. dr. Marko Mikuž

## OBISKI

1. Kazuho Kobayashi, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska, 30. 5.–15. 7. 2016
2. Mosee Mariotti, INFN, Padova, Italija, 19.–20. 5. 2016
3. Riccard Rand, INFN, Padova, Italija, 19.–20. 5. 2016
4. Marko Milovanović, DESY, Zeuthen, Nemčija, 20.–24. 6. 2016
5. Emanuell Callvaro, IFAE, Barcelona, Španija, 13.–24. 6. 2016
6. Maizura Binti Ibrahim, Waste Technology Development Center (Malaysian Nuclear Agency), Malezija, 14. 8.–30. 9. 2016
7. Mario del Mar Carulla iz »Centro Nacional de Microelectrónica (IMB-CNM-CSIC), Univ. Autónoma de Barcelona«, Barcelona, Španija, 21. 8.–13. 9. 2016
8. Sachi Tamechika, Tokyo Metropolitan University, Tokio, Japonska, 30. 9.–2. 11. 2016
9. Emanuell Callvaro, IFAE, Barcelona, Španija, 16.–20. 10. 2016
10. Dania Consuegra Rodriguez, mag. fiz., Univerza v Santa Cruzu, Bahia, Brazilija, 3. 11.–31. 12. 2016
11. Marko Milovanović, DESY, Zeuthen, Nemčija, 16.–19. 11. 2016
12. Nataša Savić, Max Planck Institut für Physik, München, Nemčija, 11.–15. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Marko Bračko, Belle II Computing & Software Workop, Seattle, ZDA, 15.–21. 5. 2016 (1)
2. Vladimir Cindro, Andrej Gorišek, 4th Beam Telescopes & Test Beams Workshop, Pariz, Francija, 2.–5. 2. 2016 (2)
3. Vladimir Cindro, Bojan Hiti, Marko Mikuž, Igor Mandić, ATLAS ITK Week, Valencia, Španija, 11.–16. 9. 2016 (2)
4. Andrej Filipčič, WLCG Collaboration Workop, Lizbona, Portugalska, 25.–30. 1. 2016

2. Astrofizika osnovnih delcev  
prof. dr. Marko Zavrtanik

## PROJEKTI

1. Diamantni detektor za luminoznost v spektrometru ATLAS  
prof. dr. Marko Mikuž
2. Iskanje mikroskopskih črnih lukenj s kozmičnimi žarki ekstremnih energij  
prof. dr. Marko Zavrtanik
3. Novi scintilacijski detektorji za precizijske eksperimente v fiziki osnovnih delcev  
prof. dr. Peter Križan
4. Zgodovina doktorskih disertacij slovenskih kandidatov v Avstro-ogrski monarhiji  
prof. dr. Boštjan Golob
5. Nove metode za detekcijo delcev s sevanjem Čerenkova  
prof. dr. Peter Križan
6. Razvoj sistema za sprotno merjenje doz v radioterapijah  
dr. Gregor Kramberger
7. Kolaboracija CERN RD-39  
prof. dr. Marko Mikuž
8. Kolaboracija CERN RD-50  
prof. dr. Marko Mikuž
9. Kolaboracija DELPHI  
prof. dr. Borut Paul Kerševan
10. Kolaboracija ATLAS  
prof. dr. Marko Mikuž
11. Kolaboracija CERN RD-42  
prof. dr. Marko Mikuž
12. Kolaboraciji Belle in Belle II  
prof. dr. Peter Križan
13. Načrtovanje, dobava in kontrola kakovosti fleksibilno-klasičnih hibridnih vezij  
prof. dr. Marko Mikuž
14. Konferenca »RICH 2016« - 9. konferenca za detektorje obročev Čerenkova; Bled, Slovenija, 5.-9.9.2016  
prof. dr. Peter Križan

5. Andrej Filipčič, Borut Paul Kerševan, Dejan Lesjak, Nordugrid Conference & Workshop, Kosice, Slovaška, 31. 5.–3. 6. 2016 (1)
6. Andrej Filipčič, Andrej Gorišek, Marko Mikuž, Borut Paul Kerševan, ATLAS Week, New York, ZDA, 25. 6.–2. 7. 2016
7. Andrej Filipčič, ATLAS computing workshop, New York, ZDA, 13.–16. 9. 2016
8. Andrej Filipčič, Borut Paul Kerševan, konferenca CHEP 2016, San Francisco, 7.–15. 10. 2016 (3)
9. Andrej Filipčič, ARC Brainstorming camp, Monor, Madžarska, 28. 11.–1. 12. 2016 (2)
10. Andrej Filipčič, ADC & US facilities workshop, New York, ZDA, 4.–9. 12. 2016
11. Andrej Filipčič, ATLAS Harvester Workshop, Bern, Švica, 12.–13. 12. 2016
12. Boštjan Golob, konferenca Theatre of Dreams: Beyond the LHCb Phase 1 Upgrade, Manchester, Velika Britanija, 6.–8. 4. 2016 (1)
13. Boštjan Golob, Heavy Flavour 2016 Workshop, Glasgow – Islay, Velika Britanija, 11.–15. 7. 2016 (1)
14. Boštjan Golob, Peter Križan, Tara Nanut, konferenca Flavour Physics with High-Luminosity Experiments, Muenchen, Nemčija, 23.–28. 10. 2016 (2)
15. Boštjan Golob, Matic Lubej, Anže Zupanc, konferenca Flavour Physics with High-Luminosity Experiments, München, Nemčija, 13.–18. 11. 2016 (1)
16. Andrej Gorišek, IPPOG Meeting, Krakow, Poljska, 19.–21. 5. 2016
17. Bojan Hiti, European School of Instrumentation in Particle & Astroparticle Physics, Archamps, Francija, 21. 2.–19. 3. 2016
18. Borut Paul Kerševan, Miha Muškinja, Grygorii Sokhrannyi, ATLAS Exotics Workshop, Grenoble, Francija, 13.–15. 4. 2016 (2)
19. Borut Paul Kerševan, konferenca Science of the Future, Moskva, Rusija, 17.–23. 9. 2016 (1)
20. Borut Paul Kerševan, Samo Korpar, Rok Pestotnik, Andrej Studen, konferenca IEEE/NSS 2016, Strasbourg, Francija, 29. 10.–4. 11. 2016 (4)
21. Gregor Kramberger, Igor Mandić, 11th Trento Workshop on Advanced Silicon Radiation Detectors, Pariz, Francija, 22.–25. 2. 2016 (2)
22. Gregor Kramberger, ATLAS Upgrade Week, Ženeva, Švica, 17.–19. 4. 2016
23. Gregor Kramberger, Marko Zavrtanik, konferenca RAD2016, Niš, Srbija, 22.–27. 5. 2016 (1)

24. Gregor Kramberger, Igor Mandić, Marko Mikuž, Marko Zavrtanik, 28th RD50 Workshop on Radiation hard semiconductor devices for very highluminosity colliders, Torino, Italija, 5.-8. 6. 2016 (2)
25. Gregor Kramberger, Summer School on Neutron Detectors and Related Applications, Riva del Garda, Italija, 29. 6.-2. 7. 2016 (1)
26. Gregor Kramberger, konferenca VERTEX2016, Elba, Italija, 25. 9.-1. 10. 2016 (1)
27. Gregor Kramberger, Igor Mandić, RD50 Workshop, Ženeva, Švica, 20.-23. 11. 2016 (2)
28. Peter Križan, Workshop on non-clinical research at MedAustron, Wiener Neustadt, Avstrija, 21.-22. 1. 2016 (1)
29. Peter Križan, 54th International Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio, Italija, 27.-30. 1. 2016 (1)
30. Peter Križan, konferenca Charm & Beauty Physics, Moskva, Rusija, 10.-18. 11. 2016 (1)
31. Samo Korpar, The next Vienna Conference on Instrumentation, Dunaj, Avstrija, 14.-19. 2. 2016 (1)
32. Samo Korpar, konferenca MEDAMI2016, Korzika, Francija, 3.-5. 5. 2016 (1)
33. Matic Lubej, konferenca 2016 K-Belle II Analysis Workshop, Seoul, Južna Koreja, 13.-18. 4. 2016 (2)
34. Matic Lubej, Belle II-Theory Interface Platform Workshop, Pittsburg, ZDA, 21.-27. 5. 2016 (1)
35. Matic Lubej, Miha Muškinja, Humboldt Kolleg conference From the Vacuum to the Universe, Kitzbuehel, Avstrija, 26. 6.-1. 7. 2016 (1)
36. Matic Lubej, Muškinja Miha, 2016 CERN School of Computing, Mol, Belgija, 28. 8.-10. 9. 2016
37. Matic Lubej, 9th International Workshop on the CKM Unitary Triangle, Kolkala, Mumbai, Indija, 27. 11.-3. 12. 2016 (1)
38. Marko Mikuž, konferenca ICHEP2016, Chicago, ZDA, 5.-11. 8. 2016
39. Tara Nanut, 28th Workshop in Particle Physics, Aosta Valley, La Thuile, Italija, 4.-13. 3. 2016 (1)
40. Tara Nanut, konferenca The XIIth International Conference on Heavy Quarks and Leptons, Idaho, ZDA, 22.-29. 5. 2016 (1)
41. Grygorii Sokhrannyi, XVIII LNF Spring School »Bruno Toushek« in Nuclear, Subnuclear and Astroparticle Physics, Frascati, Italija, 8.-13. 5. 2016 (1)
42. Anže Zupanc, »Belle II-Theory Interface Platform« Workshop, Pittsburg, ZDA, 21.-27. 5. 2016 (1)
43. Anže Zupanc, konferenca 2016 LHC Days in Split, Split, Hrvaška, 17.-25. 9. 2016 (1)
44. Anže Zupanc, Workshop »Flavour Physics with High-Luminosity Experiments, Garching, Nemčija, 6.-19. 11. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Jyoti Biswal Prakash, Marko Bračko, Jurij Eržen, Boštjan Golob, Samo Korpar, Peter Križan, Rok Pestotnik, Manca Mrvar, Tara Nanut, Marko Starič, Elevedin Tahirovič, Anže Zupanc : KEK, Tsukuba, Japonska (krajši obiski - delo na kolaboraciji Belle, B2GM meetingi skozi celo leto)
2. Vladimir Cindro, Andrej Filipičič, Andrej Gorišek, Bojan Hiti, Borut Paul Kerševan, Gregor Kramberger, Luka Kanjir, Dejan Lesjak, Boštjan Maček, Igor Mandić, Marko Mikuž, Miha Muškinja, Tadej Novak, Andrej Studen, Šfiligoj Tina, Grygorii Sokhrannyi, Marko Zavrtanik: CERN, Ženeva, Švica (krajši obiski - delo na kolaboracijah ATLAS, RD-42 in RD50)
3. Andrej Gorišek, Marko Mikuž, 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 Filipičič
4. prof. dr. Boštjan Golob\*, znanstveni svetnik
5. dr. Andrej Gorišek
6. prof. dr. Borut Paul Kerševan\*, znanstveni svetnik
7. prof. dr. Samo Korpar\*
8. dr. Gregor Kramberger
9. prof. dr. Peter Križan\*, znanstveni svetnik
10. dr. Boštjan Maček
11. doc. dr. Igor Mandić
12. **prof. dr. Marko Mikuž\***, znanstveni svetnik - vodja odseka
13. dr. Rok Pestotnik
14. doc. dr. Tomaž Podobnik\*
15. prof. dr. Marko Starič, znanstveni svetnik
16. prof. dr. Marko Zavrtanik
17. prof. dr. Danilo Zavrtanik\*, znanstveni svetnik
18. doc. dr. Anže Zupanc
19. doc. dr. Dejan Zontar\*

### Podoktorski sodelavci

20. dr. Jyoti Prakash Biswal, odšel 1. 11. 2016
21. dr. Andrej Studen

### Mlajši raziskovalci

22. Bojan Hiti, M.Sc. (Physik), Nemčija
23. Luka Kanjir, dipl. inž. fiz., R. Hrvaška
24. Matic Lubej, mag. fiz.
25. Manca Mrvar, mag. fiz.
26. Miha Muškinja, mag. fiz.

27. Tara Nanut, mag. fiz.
28. Tadej Novak, mag. fiz.
29. Grygorii Sokhrannyi, magistr-fizik, Ukrajina
30. Tina Šfiligoj, univ. dipl. fiz.
31. dr. Elvedin Tahirovič, odšel 1. 2. 2016

### Tehniški in administrativni sodelavci

32. Andreja Butina
33. Jurij Eržen
34. Dejan Lesjak
35. 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. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Azimuthal asymmetry in the risetime of the surface detector signals of the Pierre Auger Observatory", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 7, str. 072006-1-072006-16, 2016. [COBISS.SI-ID 4244731]
2. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Energy estimation of cosmic rays with the Engineering Radio Array of the Pierre Auger Observatory", *Phys. rev., D*, vol. 93, iss. 12, str. 122005-1-122005-15, 2016. [COBISS.SI-ID 4390651]
3. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Measurement of the radiation energy in the radio signal of extensive air showers as a universal estimator of cosmic-ray energy", *Phys. rev. Lett.*, vol. 116, iss. 24, str. 241101-1-241101-9, 2016. [COBISS.SI-ID 4390907]
4. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Nanosecond-level time synchronization of autonomous radio detector stations for extensive air showers", *Journal of instrumentation*, vol. 11, str. P01018-0- P01018-31, 2016. [COBISS.SI-ID 4142331]
5. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Prototype muon detectors for the AMIGA component of the Pierre Auger Observatory", *Journal of instrumentation*, vol. 11, str. P02012-0- 02012-26, Feb. 2016. [COBISS.SI-ID 4146683]
6. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Search for ultrarelativistic magnetic monopoles with the Pierre Auger Observatory", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 8, str. 082002-1-082002-12, 2016. [COBISS.SI-ID 4551675]
7. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Testing hadronic interactions at ultrahigh energies with air showers measured by the Pierre Auger Observatory", *Phys. rev. Lett.*, vol. 117, iss. 19, str. 192001-1-192001-9, 2016. [COBISS.SI-ID 4561403]
8. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Ultrahigh-energy neutrino follow-up of gravitational wave events GW150914 and GW151226 with the Pierre Auger Observatory", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 12, str. 122007-1-122007-10, 2016. [COBISS.SI-ID 4633083]
9. AUGER Collaboration, A. Aab *et al.*, "Evidence for a mixed mass composition at the 'ankle' in the cosmic-ray spectrum", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 762, str. 288-295, Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 4588283]
10. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Charged-particle distributions at low transverse momentum in  $\sqrt{s} = 13$  TeV  $pp$  interactions measured with the ATLAS detector at the LHC", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 9, str. 502-1-502-22, 2016. [COBISS.SI-ID 29965095]
11. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Charged-particle distributions in  $pp$  interactions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV measured with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 7, str. 392-1-392-29, 2016. [COBISS.SI-ID 29717031]
12. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Dark matter interpretations of ATLAS searches for the electroweak production of supersymmetric particles in  $\sqrt{s} = 8$  TeV proton-proton collisions", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 9, str. 175-1-175-43, 2016. [COBISS.SI-ID 29964071]
13. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Luminosity determination in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV using the ATLAS detector at the LHC", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 12, str. 653-1-653-54, 2016. [COBISS.SI-ID 30135847]
14. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of  $W^+W^-$  production in association with one jet in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 763, str. 114-133, 2016. [COBISS.SI-ID 29952551]
15. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of exclusive  $\gamma\gamma \rightarrow W^+W^-$  production and search for exclusive Higgs boson production in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV using the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 94, issue 3, str. 032011-1-032011-32, 2016. [COBISS.SI-ID 29956391]
16. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of jet activity in top quark events using the  $e\mu$  final state with two b-tagged jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 9, str. 074-1-074-61, 2016. [COBISS.SI-ID 29956647]
17. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "A measurement of material in the ATLAS tracker using secondary hadronic interactions in 7 TeV  $pp$  collisions", *Journal of instrumentation*, vol. 11, str. P11020-1-P11020-40, 2016. [COBISS.SI-ID 30136871]
18. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the  $b\bar{b}$  dijet cross section in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 12, str. 670-1-670-24, 2016. [COBISS.SI-ID 30135591]
19. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the  $W^\pm Z$  boson pair-production cross section in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 762, str. 1-22, 2016. [COBISS.SI-ID 29949223]
20. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the inelastic proton-proton cross section at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector at the LHC", *Phys. rev. Lett.*, vol. 117, no. 18, str. 182002-1-182002-19, 2016. [COBISS.SI-ID 29953319]
21. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the photon identification efficiencies with the ATLAS detector using LHC Run-1 data", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 12, str. 666-1-666-42, 2016. [COBISS.SI-ID 30135079]
22. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the relative width difference of the  $B^0 - \bar{B}^0$  system with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 6, str. 81-1-81-39, 2016. [COBISS.SI-ID 29718055]
23. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of top quark pair differential cross sections in the dilepton channel in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 7$  and 8 TeV with ATLAS", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 9, str. 092003-1-092003-33, 2016. [COBISS.SI-ID 29956135]
24. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for bottom squark pair production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 10, str. 526-1-526-47, 2016. [COBISS.SI-ID 29964839]
25. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for bottom squark pair production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 10, str. 547-1-547-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29964327]
26. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for dark matter produced in association with a hadronically decaying vector boson in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 763, str. 251-268, 2016. [COBISS.SI-ID 29952807]
27. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for Higgs and Z boson decays to  $\phi\gamma$  with the ATLAS detector", *Phys. rev. Lett.*, vol. 117, no. 11, str. 111802-1-111802-19970, 2016. [COBISS.SI-ID 29953575]
28. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for high-mass new phenomena in the dilepton final state using proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 761, str. 372-392, 2016. [COBISS.SI-ID 29953063]
29. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for minimal supersymmetric standard model Higgs bosons  $H/A$  and for a  $Z'$  boson in the  $\tau\tau$  final state produced in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 11, str. 585-1-585-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29966375]
30. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for new phenomena in different-flavour high-mass dilepton final states in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 10, str. 541-1-541-28, 2016. [COBISS.SI-ID 29966631]
31. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for new phenomena in events with a photon and missing transverse momentum in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 6, str. 59-1-59-41, 2016. [COBISS.SI-ID 29719591]
32. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for new phenomena in final states with an energetic jet and large missing transverse momentum in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV using the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 3, str. 032005-1-032005-32, 2016. [COBISS.SI-ID 29711399]
33. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for new resonances in events with one lepton and missing transverse momentum in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 762, str. 334-352, 2016. [COBISS.SI-ID 29949479]
34. 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", *Phys. rev., D*, vol. 94, issue 5, str. 052002-1- 052002-29, 2016. [COBISS.SI-ID 29954087]
35. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for resonances in diphoton events at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy*

- phys.*, vol. 2016, no. 9, str. 001-1-001-49, 2016. [COBISS.SI-ID 29957159]
36. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for scalar leptoquarks in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS experiment", *New journal of physics*, vol. 18, no. 9, str. 093016-1-093016-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29968935]
  37. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for squarks and gluinos in events with hadronically decaying tau leptons, jets and missing transverse momentum in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV recorded with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 12, str. 683-1-683-33, 2016. [COBISS.SI-ID 30135335]
  38. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for the Higgs boson produced in association with a  $W$  boson and decaying to four  $b$ -quarks via two spin-zero particles in  $pp$  collisions at 13 TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 11, str. 605-1-605-31, 2016. [COBISS.SI-ID 29964583]
  39. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for the Standard Model Higgs boson produced by vector-boson fusion and decaying to bottom quarks in  $\sqrt{s} = 8$  TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 11, str. 112-1-112-36, 2016. [COBISS.SI-ID 30136359]
  40. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for top squarks in final states with one isolated lepton, jets, and missing transverse momentum in  $\sqrt{s} = 13$  TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 5, str. 052009-1-052009-32, 2016. [COBISS.SI-ID 29955879]
  41. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Searches for heavy diboson resonances in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 9, str. 173-1-173-45, 2016. [COBISS.SI-ID 29956903]
  42. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Study of hard double-parton scattering in four-jet events in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS experiment", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 11, str. 110-1-110-51, 2016. [COBISS.SI-ID 30136615]
  43. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Study of the rare decays of  $B_s^0$  and  $B^0$  into muon pairs from data collected during the LHC Run 1 with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 10, str. 513-1-513-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29965863]
  44. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the  $t\bar{t}$  production cross-section using  $e\mu$  events with  $b$ -tagged jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 761, str. 136-157, 2016. [COBISS.SI-ID 29710119]
  45. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Measurement of the total cross section from elastic scattering in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 761, str. 158-178, 2016. [COBISS.SI-ID 29710631]
  46. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for charged Higgs bosons produced in association with a top quark and decaying via  $H^\pm \rightarrow \tau\nu$  using  $pp$  collision data recorded at  $\sqrt{s} = 13$  TeV by the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 759, str. 555-574, 2016. [COBISS.SI-ID 29709607]
  47. ATLAS Collaboration *et al.*, "Search for heavy long-lived charged R-hadrons with the ATLAS detector in  $3.2 fb^{-1}$  of proton-proton collision data at  $\sqrt{s} = 13$  TeV", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 760, str. 647-665, 2016. [COBISS.SI-ID 29710375]
  48. ATLAS Collaboration, M. Aaboud *et al.*, "Search for metastable heavy charged particles with large ionization energy loss in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV using the ATLAS experiment", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 11, str. 112015-1-112015-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29710887]
  49. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Charged-particle distributions in  $pp$  interactions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV measured with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 7, str. 403-1-403-32, 2016. [COBISS.SI-ID 29716775]
  50. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Charged-particle distributions in  $\sqrt{s} = 13$  TeV  $pp$  interactions measured with the ATLAS detector at the LHC970", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 758, str. 67-88, 2016. [COBISS.SI-ID 29564455]
  51. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the angular coefficients in  $Z$ -boson events using electron and muon pairs from data taken at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 8, str. 159-1-159-99, 2016. [COBISS.SI-ID 29963303]
  52. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the double-differential high-mass Drell-Yan cross section in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 8, str. 009-1-009-61, 2016. [COBISS.SI-ID 29719847]
  53. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of  $Z\gamma$  and  $Z\gamma\gamma$  production in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 11, str. 112002-1-112002-41, 2016. [COBISS.SI-ID 29569063]
  54. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Muon reconstruction performance of the ATLAS detector in proton-proton collision data at  $\sqrt{s} = 13$  TeV", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 292-1-292-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29563687]
  55. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for gluinos in events with an isolated lepton, jets and missing transverse momentum at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 10, str. 565-1-565-29, 2016. [COBISS.SI-ID 29965607]
  56. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for pair production of gluinos decaying via stop and sbottom in events with  $b$ -jets and large missing transverse momentum in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 3, str. 032003-1-032003-32, 2016. [COBISS.SI-ID 29715751]
  57. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for resonances in the mass distribution of jet pairs with one or two jets identified as  $b$ -jets in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 759, str. 229-246, 2016. [COBISS.SI-ID 29567783]
  58. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Transverse momentum, rapidity, and centrality dependence of inclusive charged-particle production in  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV  $p + Pb$  collisions measured by the ATLAS experiment", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 763, str. 313-336, 2016. [COBISS.SI-ID 29949735]
  59. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of  $W^\pm$  and  $Z$ -boson production cross sections in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 759, str. 601-621, 2016. [COBISS.SI-ID 29709351]
  60. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of the charge asymmetry in top-quark pair production in the dilepton final state at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 94, no. 3, str. 032006-1-032006-31, 2016. [COBISS.SI-ID 29711143]
  61. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Beam-induced and cosmic-ray backgrounds observed in the ATLAS detector during the LHC 2012 proton-proton running period", *Journal of instrumentation*, vol. 2016, no. 11, str. P05013-1-P05013-77, 2016. [COBISS.SI-ID 29572647]
  62. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of event-shape observables in  $Z \rightarrow \ell^+ \ell^-$  events in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector at the LHC", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 7, str. 375-1-375-40, 2016. [COBISS.SI-ID 29716519]
  63. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the charged-particle multiplicity inside jets from  $\sqrt{s} = 8$  TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 6, str. 322-1-322-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29716007]
  64. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Combination of searches for  $WW$ ,  $WZ$ , and  $ZZ$  resonances in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 755, str. 285-305, 2016. [COBISS.SI-ID 29564199]
  65. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Constraints on non-Standard Model Higgs boson interactions in an effective Lagrangian using differential cross sections measured in the  $H \rightarrow \gamma\gamma$  decay channel at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 753, str. 69-85, 2016. [COBISS.SI-ID 29214759]
  66. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Dijet production in  $\sqrt{s} = 7$  TeV  $pp$  collisions with large rapidity gaps at the ATLAS experiment", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 754, str. 214-234, 2016. [COBISS.SI-ID 29362471]
  67. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Evidence for single top-quark production in the  $s$ -channel in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector using the Matrix Element Method", *Phys. lett., Sect. B*, vol. 756, str. 228-246, 2016. [COBISS.SI-ID 29563943]
  68. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Identification of boosted, hadronically decaying  $W$  bosons and comparisons with ATLAS data taken at  $\sqrt{s} = 8$  TeV", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 3, str. 154-1-154-47, 2016. [COBISS.SI-ID 29562151]
  69. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Identification of high transverse momentum top quarks in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 6, str. 93-1-93-81, 2016. [COBISS.SI-ID 29717543]
  70. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of  $D^{*\pm}$ ,  $D^\pm$  and  $D_s^\pm$  meson production cross sections in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector", *Nucl. phys., Sect. B*, vol. 907, str. 717-763, 2016. [COBISS.SI-ID 29569831]
  71. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of fiducial differential cross sections of gluon-fusion production of Higgs bosons decaying to  $WW^* \rightarrow e\nu\mu\nu$  with the ATLAS detector at  $\sqrt{s} = 8$  TeV", *J. high energy*

- phys.*, vol. 2016, no. 8, str. 104-1-104-63, 2016. [COBISS.SI-ID 29717799]
72. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of jet charge in dijet events from  $\sqrt{s} = 8$  TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 5, str. 052003-1-052003-35, 2016. [COBISS.SI-ID 29361703]
  73. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the ZZ production cross section in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. rev. Lett.*, vol. 116, no. 10, str. 101801-1-101801-19, 2016. [COBISS.SI-ID 29363495]
  74. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the branching ratio  $\Gamma(\lambda_b^0 \rightarrow \phi(2S)\lambda^0)/\Gamma(\lambda_b^0 \rightarrow J/\psi\lambda^0)$  with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 751, str. 63-80, 2016. [COBISS.SI-ID 29028135]
  75. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the charge asymmetry in highly boosted top-quark pair production in  $\sqrt{s} = 8$  TeV  $pp$  collision data collected by the ATLAS experiment", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 756, str. 52-71, 2016. [COBISS.SI-ID 29363239]
  76. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the charge asymmetry in top-quark pair production in the lepton-plus-jets final state in  $pp$  collision data at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 2, str. 87-1-87-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29367335]
  77. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the correlation between the polar angles of leptons from top quark decays in the helicity basis at  $\sqrt{s} = 7$  TeV using the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 1, str. 012002-1-012002-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29215527]
  78. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the CP-violating phase  $\phi_s$  and the  $B_s^0$  meson decay width difference with  $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi$  decays in ATLAS", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 8, str. 147-1-147-44, 2016. [COBISS.SI-ID 29963815]
  79. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the dependence of transverse energy production at large pseudorapidity on the hard-scattering kinematics of proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV with ATLAS", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 756, str. 10-28, 2016. [COBISS.SI-ID 29362727]
  80. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the differential cross-section of highly boosted top quarks as a function of their transverse momentum in  $\sqrt{s} = 8$  TeV proton-proton collisions using the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 3, str. 032009-1-032009-34, 2016. [COBISS.SI-ID 29362215]
  81. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the differential cross-sections of prompt and non-prompt production of  $J/\psi$  and  $\psi(2S)$  in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 7$  and 8 TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 283-1-283-47, 2016. [COBISS.SI-ID 29562663]
  82. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the production cross-section of a single top quark in association with a  $W$  boson at 8 TeV with the ATLAS experiment", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 1, str. 64-1-64-48, 2016. [COBISS.SI-ID 29219623]
  83. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the transverse momentum and  $\phi_s^*$  distributions of Drell-Yan lepton pairs in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 291-1-291-61, 2016. [COBISS.SI-ID 29562407]
  84. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of total and differential  $W^+W^-$  production cross sections in proton-proton collision at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector and limits on anomalous triple-gauge-boson coupling", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 9, str. 029-1-029-79, 2016. [COBISS.SI-ID 29963559]
  85. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of  $W^\pm Z$  production cross sections in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector and limits on anomalous gauge boson self-couplings", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 9, str. 092004-1-092004-36, 2016. [COBISS.SI-ID 29568807]
  86. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of fiducial cross-sections for  $t\bar{t}$  production with one or two additional  $b$ -jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV using the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, issue 1, str. 11-1-11-37, 2016. [COBISS.SI-ID 29219879]
  87. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of four-lepton production in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 753, str. 552-572, 2016. [COBISS.SI-ID 29215015]
  88. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of the Higgs boson production and decay rates and constraints on its couplings from a combined ATLAS and CMS analysis of the LHC  $pp$  collision data at  $\sqrt{s} = 7$  and 8 TeV", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 8, str. 045-1-045-113, 2016. [COBISS.SI-ID 29720103]
  89. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of top-quark pair differential cross-sections in the lepton+jets channel in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV using the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 10, str. 538-1-538-39, 2016. [COBISS.SI-ID 29966119]
  90. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "A new method to distinguish hadronically decaying boosted  $Z$  bosons from  $W$  bosons using the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 238-1-238-33, 2016. [COBISS.SI-ID 29570087]
  91. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Observation of long-range elliptic azimuthal anisotropies in  $\sqrt{s} = 13$  and 2.76 TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *Phys. rev. Lett.*, vol. 116, no. 17, str. 172301-1-172301-20, 2016. [COBISS.SI-ID 29569575]
  92. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Performance of  $b$ -jet identification in the ATLAS experiment", *Journal of instrumentation*, vol. 2016, no. 11, str. P04008-1- P04008-123, 2016. [COBISS.SI-ID 29572391]
  93. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Probing lepton flavour violation via neutrinoless  $\tau \rightarrow 3\mu$  decays with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 232-1-232-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29563175]
  94. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Reconstruction of hadronic decay products of  $\tau$  leptons with the ATLAS experiment", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 295-1-295-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29562919]
  95. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for a high-mass Higgs boson decaying to a  $W$  boson pair in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 1, str. 32-1-32-66, 2016. [COBISS.SI-ID 29216807]
  96. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for an additional, heavy Higgs boson in the  $H \rightarrow ZZ$  decay channel at  $\sqrt{s} = 8$  TeV in  $pp$  collision data with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 1, str. 45-1-45-42, 2016. [COBISS.SI-ID 29366823]
  97. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "A search for an excited muon decaying to a muon and two jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *New journal of physics*, vol. 18, no. 7, str. 073021-1-073021-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29720359]
  98. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for anomalous couplings in the  $Wtb$  vertex from the measurement of double differential angular decay rates of single top quarks produced in the  $t$ -channel with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 4, str. 23-1-23-46, 2016. [COBISS.SI-ID 29570343]
  99. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for charged Higgs bosons in the  $H^\pm \rightarrow tb$  decay channel in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV using the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 4, str. 127-1-127-48, 2016. [COBISS.SI-ID 29570599]
  100. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for dark matter produced in association with a Higgs boson decaying to two bottom quarks in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 7, str. 072007-1-072007-33, 2016. [COBISS.SI-ID 29568295]
  101. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for direct top squark pair production in final states with two tau leptons in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 2, str. 81-1-81-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29367591]
  102. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for flavour-changing neutral current top-quark decays to  $qZ$  in  $pp$  collision data collected with the ATLAS detector at  $\sqrt{s} = 8$  TeV", *The European physical journal. C*, vol. 76, issue 1, str. 12-1-12-24, 2016. [COBISS.SI-ID 29220391]
  103. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for invisible decays of a Higgs boson using vector-boson fusion in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 1, str. 172-1-172-44, 2016. [COBISS.SI-ID 29364007]
  104. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for magnetic monopoles and stable particles with high electric charges in 8 TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *Phys. rev., D*, vol. 93, no. 5, str. 052009-1-052009-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29568039]
  105. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for new phenomena in dijet mass and angular distributions from  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 754, str. 302-322, 2016. [COBISS.SI-ID 29362983]
  106. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for new phenomena in events with at least three photons collected in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 4, str. 210-1-210-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29561639]
  107. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for new phenomena in final states with large jet multiplicities and missing transverse momentum with ATLAS using  $\sqrt{s} = 13$  TeV proton-proton collisions", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 757, str. 334-355, 2016. [COBISS.SI-ID 29567527]



108. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for new phenomena with photon+jet events in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 3, str. 041-1-041-37, 2016. [COBISS.SI-ID 29365031]
109. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "A search for prompt lepton-jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 2, str. 062-1-061-51, 2016. [COBISS.SI-ID 29364519]
110. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "A search for prompt lepton-jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 3, str. 026-1-026-38, 2016. [COBISS.SI-ID 29364775]
111. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for single production of a vector-like quark via a heavy gluon in the  $4b$  final state with the ATLAS detector in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 758, str. 294-268, 2016. [COBISS.SI-ID 29564711]
112. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for single production of vector-like quarks decaying into  $Wb$  in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 8, str. 442-1-442-26, 2016. [COBISS.SI-ID 293616263]
113. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for single top-quark production via flavour-changing neutral currents at 8 TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 2, str. 55-1-55-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29367079]
114. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for supersymmetry at  $\sqrt{s} = 13$  TeV in final states with jets and two same-sign leptons or three leptons with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 5, str. 259-1-259-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29563431]
115. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for the electroweak production of supersymmetric particles in  $\sqrt{s} = 8$  TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 5, str. 052002-1-052002-50, 2016. [COBISS.SI-ID 29361959]
116. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for the production of single vector-like and excited quarks in the  $Wt$  final state in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 2, str. 110-1-110-46, 2016. [COBISS.SI-ID 29364263]
117. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for the Standard Model Higgs boson decaying into  $b\bar{b}$  produced in association with top quarks decaying hadronically in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 5, str. 160-1-160-51, 2016. [COBISS.SI-ID 29571879]
118. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Search for the standard model Higgs boson produced in association with a vector boson and decaying into a tau pair in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 9, str. 092005-1-092005-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29568551]
119. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "A search for top squarks with  $R$ -parity-violating decays to all-hadronic final states with the ATLAS detector in  $\sqrt{s} = 8$  TeV proton-proton collisions", *J. high energy phys.*, vol. 2016, no. 6, str. 67-1-67-69, 2016. [COBISS.SI-ID 29717287]
120. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Searches for scalar leptoquarks in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, issue 1, str. 5-1-5-28, 2016. [COBISS.SI-ID 29220135]
121. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Test of CP invariance in vector-boson fusion production of the Higgs boson using the *Optimal Observable method in the ditau decay channel with the ATLAS detector*", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 12, str. 658-1-658-25, 2016. [COBISS.SI-ID 30133799]
122. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Centrality, rapidity, and transverse momentum dependence of isolated prompt photon production in lead-lead collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV measured with the ATLAS detector", *Phys. Rev., C*, vol. 93, no. 3, str. 034914-1-034914-28, 2016. [COBISS.SI-ID 29569319]
123. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurement of the centrality dependence of the charged-particle pseudorapidity distribution in proton-lead collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, no. 4, str. 199-1-199-30, 2016. [COBISS.SI-ID 29561895]
124. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Measurements of the Higgs boson production and decay rates and coupling strengths using  $pp$  collision data at  $\sqrt{s} = 7$  and 8 TeV in the ATLAS experiment", *The European physical journal. C*, vol. 76, issue 1, str. 6-1-6-51, 2016. [COBISS.SI-ID 29220903]
125. ATLAS Collaboration, G. Aad *et al.*, "Study of the  $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$  and  $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$  decays with the ATLAS detector", *The European physical journal. C*, vol. 76, issue 1, str. 4-1-4-24, 2016. [COBISS.SI-ID 29220647]
126. The IceCube, Pierre Auger and Telescope Array collaborations, M. G. Aartsen *et al.*, "Search for correlations between the arrival directions of IceCube neutrino events and ultrahigh-energy cosmic rays detected by the Pierre Auger Observatory and the Telescope Array", *Journal of cosmology and astroparticle physics*, vol. 2016, str. 1-33, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 4124923]
127. A. Affolder *et al.* (55 avtorjev), "Charge collection studies in irradiated HV-CMOS particle detectors", *Journal of instrumentation*, vol. 11, str. P04007-1-P04007-15, 2016. [COBISS.SI-ID 29432871]
128. Belle Collaboration, V. Bhardwaj *et al.*, "Inclusive and exclusive measurements of B decays to  $\chi_{c1}$  and  $\chi_{c2}$  at Belle", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 5, str. 052016-1-052016-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29841191]
129. K. Brzeziński *et al.* (11 avtorjev), "Experimental evaluation of the resolution improvement provided by a silicon PET probe", *Journal of instrumentation*, vol. 11, str. P09016-1-P09016-11, 2016. [COBISS.SI-ID 30056743]
130. Belle Collaboration, V. Chobanova *et al.*, "First observation of the decay  $B^0 \rightarrow \psi(2S)\pi^0$ ", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 3, str. 031101-1-031101-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29841447]
131. Nina Djurić, Janez Podobnik, Dejan Žontar, "Protokol preverjanja kakovosti za magnetno resonančni tomograf", *Bilten*, letn. 33, št. 2, str. 4-13, 2016. [COBISS.SI-ID 33047769]
132. Belle Collaboration, A. Garmash *et al.*, "Observation of  $Z_b(10610)$  and  $Z_b(10650)$  decaying to B mesons", *Phys. Rev. Lett.*, vol. 116, no. 21, str. 212001-1-212001-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29841959]
133. Belle Collaboration, R. Glattauer *et al.*, "Measurement of the decay  $B \rightarrow D\ell\nu_\ell$  in fully reconstructed events and determination of the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa matrix element  $|V_{cb}|$ ", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 3, str. 032006-1-032006-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29833767]
134. Belle Collaboration, P. Hamer *et al.*, "Search for  $B^0 \rightarrow \pi^-\tau^+\nu_\tau$  with hadronic tagging at Belle", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 3, str. 032007-1-032007-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29833511]
135. S. Iwata *et al.* (20 avtorjev), "Particle identification performance of the prototype aerogel RICH counter for the Belle II experiment", *Prog. theor. exp. phys.*, vol. 2016, art. no. 033H01, 16 str., 2016. [COBISS.SI-ID 2941284]
136. Belle Collaboration, Z. King *et al.*, "Search for the decay  $B^0 \rightarrow \phi\gamma$ ", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 11, str. 111101-1-111101-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29843751]
137. Belle Collaboration, M. Masuda *et al.*, "Study of  $\pi^0$  pair production in single-tag two-photon collisions", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 3, str. 032003-1-032003-34, 2016. [COBISS.SI-ID 29823271]
138. Belle Collaboration, K. Negishi *et al.*, "First model-independent Dalitz analysis of  $B^0 \rightarrow DK^{*0}$ ,  $D \rightarrow K_S^0\pi^+\pi^-$  decay", *Prog. theor. exp. phys.*, vol. 2016, str. 043C01-1-043C01-16, 2016. [COBISS.SI-ID 29823527]
139. Belle Collaboration, N. K. Nisar *et al.*, "Search for the rare decay  $D^0 \rightarrow \gamma\gamma$  at Belle", *Phys. Rev., D*, vol. 93, iss. 5, str. 051102-1-051102-7, 2016. [COBISS.SI-ID 2940772]
140. Belle Collaboration, B. Pal *et al.*, "Observation of the decay  $B_s^0 \rightarrow K^0\bar{K}^{*0}$ ", *Phys. Rev. Lett.*, vol. 116, no. 16, str. 161801-1-161801-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29840935]
141. Belle Collaboration, D. Santel *et al.*, "Measurements of the  $Y(10860)$  and  $Y(11020)$  resonances via  $\sigma(e^+e^- \rightarrow Y(nS)\pi^+\pi^-)$ ", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 1, str. 011101-1-011101-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29823015]
142. Belle Collaboration, Y. Sato *et al.*, "Measurement of the lepton forward-backward asymmetry in  $B \rightarrow X_s\ell^+\ell^-$  decays with a sum of exclusive modes", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 3, str. 032008-1-032008-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29822759]
143. Belle Collaboration, C. P. Shen *et al.*, "First observation of  $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}K^+K^-$  and search for exotic baryons in  $pK$  systems", *Phys. Rev., D*, vol. 93, no. 11, str. 112017-1-112017-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29844007]
144. Belle Collaboration, Marko Starič *et al.*, "Improved measurement of  $D^0 - \bar{D}^0$  mixing and search for CP violation in  $D^0 \rightarrow K^+K^-\pi^+\pi^-$  decays with the full Belle data set", *Phys. Lett., Sect. B*, vol. 753, str. 412-418, 2016. [COBISS.SI-ID 29823783]
145. Igor Šabič, Damjana Ključevšek, Martin Thaler, Dejan Žontar, "The effect of anti-scatter grid on radiation dose in chest radiography in children", *Pedijatr Danas*, vol. 12, no. 1, str. 75-80, 2016. [COBISS.SI-ID 29328423]
146. Belle Collaboration, P. Vanhoefer *et al.*, "Study of  $B^0 \rightarrow \rho^+\rho^-$  decays and implications for the CKM angle  $\phi_2$ ", *Phys. Rev., D*, vol. 93, iss. 3, str. 032010-1-032010-20, 2016. [COBISS.SI-ID 2941796]
147. Belle Collaboration, Shi-Bing Yang *et al.*, "First observation of doubly Cabibbo-suppressed decay of a charmed baryon:  $\Lambda_c^+ \rightarrow pK^+\pi^-$ ", *Phys.*

rev. lett., vol. 117, no. 1, str. 011801-1-011801-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29841703]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. AUGER Collaboration, Darko Veberič *et al.*, "Measurement of the muon content in air showers at the Pierre Auger Observatory", V: *XLV International Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD 2015), Munich, Germany, October 4-9, 2015*, (EPJ web of conferences, vol. 120), str. 04004-1-04004-6. [COBISS.SI-ID 4549627]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. M. Artuso *et al.* (128 avtorjev), "A 3D diamond detector for particle tracking", V: *Frontier Detectors for Frontier Physics: Proceedings of the 13th Pisa Meeting on Advanced Detectors*, La Biodola, Isola d'Elba, May 24-30, 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 824, pp. 402-405, 2016. [COBISS.SI-ID 29507879]
2. Andrej Gorišek, Vladimir Cindro, Gregor Kramberger, Igor Mandič, Marko Mikuž, Miha Muškinja, Marko Zavrtanik, "The edge transient-current technique (E-TCT) with high energy hadron beam", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 250-253, 2016. [COBISS.SI-ID 29385255]
3. Borut Grošičar, Gregor Črv, Vladimir Cindro, Kice Krsteski, "Embedded tehnologija v bivalnem prostoru", V: *Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov*, (Ventil, Posebna številka, 2016, okt.), str. 133-137. [COBISS.SI-ID 15119131]
4. Borut Grošičar, Tomaž Kompara, Vladimir Cindro, Jose Bernabeu Verdu, "Integracija elementov na osnovi poliamida in alu substrata CCL v bivanjsko okolje", V: *Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov*, (Ventil, Posebna številka, 2016, okt.), str. 123-128. [COBISS.SI-ID 15118619]
5. K. Hara *et al.* (101 avtor), "Charge collection and field profile studies of heavily irradiated strip sensors for the ATLAS inner tracker upgrade", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 181-188, 2016. [COBISS.SI-ID 29570855]
6. L. B. A. Hommels *et al.* (106 avtorjev), "Detailed studies of full-size ATLAS12 sensors", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 167-173, 2016. [COBISS.SI-ID 29508903]
7. B. T. Huffman *et al.* (59 avtorjev), "Radiation hardness of two CMOS prototypes for the ATLAS HL-LHC upgrade project", V: *Topical Workshop on Electronics for Particle Physics, September 2015 to 2 October 2015 Lisbon, Portugal*, (Journal of instrumentation, vol. 11, 2016), str. C02005-1-C02005-10. [COBISS.SI-ID 29433127]
8. Z. Liang *et al.* (58 avtorjev), "Study of built-in amplifier performance on HV-CMOS sensor for the ATLAS phase-II strip tracker upgrade", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 156-160, 2016. [COBISS.SI-ID 29507623]
9. M. Mikesikova *et al.* (97 avtorjev), "Study of surface properties of ATLAS12 strip sensors and their radiation resistance", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 197-206, 2016. [COBISS.SI-ID 29509159]
10. Aleš Moljk, Marko Mikuž, Jose Bernabeu Verdu, "Gibka vezja in ogrevalni sistemi za uporabo v objektih", V: *Zbornik recenziranih*

*znanstvenih prispevkov*, (Ventil, Posebna številka, 2016, okt.), str. 129-132. [COBISS.SI-ID 15118875]

11. R. Mori *et al.* (106 avtorjev), "Evaluation of the performance of irradiated silicon strip sensors for the forward detector of the ATLAS Inner Tracker Upgrade", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 207-212, 2016. [COBISS.SI-ID 29507367]
12. Hartmut F.-W. Sadrozinski *et al.* (33 avtorjev), "Ultra-fast silicon detectors (UFS)", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 18-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29509415]
13. Miguel Ullan *et al.* (99 avtorjev), "Embedded pitchadapters: a high-yield interconnection solution for strip sensors", V: *Proceedings of the 10th International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors*, Xi'an, China, 25-29 September 2015, *Nucl. instrum. methods phys res., Sect. A, Accel.*, vol. 831, pp. 221-228, 2016. [COBISS.SI-ID 29507111]

## OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Marko Bračko, "Selected recent results from Belle on hadron spectroscopy: Marko Bračko", V: *Proceedings to the Mini-Workshop Quarks, Hadrons, Matter, Bled, Slovenia, July 3-10, 2016*, (Blejske delavnice iz fizike, Letn. 17, št. 1), str. 38-43. [COBISS.SI-ID 30002215]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Aleš Mohorič, Tomaž Podobnik, *Navodila za Fizikalni praktikum pri predmetu Uvod v fiziko*, Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, 2010-. [COBISS.SI-ID 2216548]

## MENTORSTVO

1. Jyoti Prakash Biswal, *Meritev tvorbe ccc̄ pri anihilacijah elektronov in pozitronov*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Marko Bračko). [COBISS.SI-ID 2959204]
2. Elvedin Tahirović, *Detektor obročev Čerenkova s silicijevimi fotopomnoževalkami*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Pestotnik). [COBISS.SI-ID 2938212]
3. Barbara Krašovec, *Porazdeljeno računalništvo kot storitev v uporabo vmesne programske opreme ARC*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Mojca Cigliarič; somentor Andrej Filipičič). [COBISS.SI-ID 1537171395]
4. Miha Kovačič, *Analiza vpliva visokih doz na poškodbe kože pri interventnih posegih na Kliničnem inštitutu za radiologijo Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Dejan Žontar; somentor Nejc Mekiš). [COBISS.SI-ID 5207147]
5. Martin Lozar, *Sistem za verzioniranje dokumentov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Andrej Filipičič). [COBISS.SI-ID 4118011]
6. Anže Medved, *Karakterizacija čitalne elektronike za detektor obročev Čerenkova pri Belle II*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Rok Pestotnik). [COBISS.SI-ID 3006308]
7. Tadej Novak, *Zaznavanje nabitih delcev s pasovnimi silicijevimi detektorji pri preletu pod velikimi koti*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Marko Mikuž; somentor Gregor Kramberger). [COBISS.SI-ID 2994276]
8. Nina Verdel, *Silicijeva fotopomnoževalka kot senzor svetlobe Čerenkova pri pozitronski tomografiji*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Peter Križan; somentor Rok Dolenc). [COBISS.SI-ID 2987876]



# ODSEK ZA ANORGANSKO KEMIJO IN TEHNOLOGIJO

## K-1

**Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo je med vodilnimi skupinami v svetu na področju sinteze novih anorganskih spojin, ki vsebujejo fluor. Glavna raziskovalna področja so: sinteza novih koordinacijskih spojin, kemija žlahtnih plinov, kemija elementov glavnih skupin in sinteza novih anorganskih materialov s posebnimi lastnostmi. Znatno 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.**

V strukturni kemiji anorganskih fluoridov prevladujejo enostavni elektrostatski in geometrijski dejavniki, pri čemer je pri skoraj vse elementih prehoda prevladujoče koordinacijsko število šest z oktaedrično koordinacijo fluorovih ligandov okoli kovinskega centra. Namesto da bi bili izolirani, si lahko tako nastali oktaedri delijo F-ligande in tvorijo oligomerni ali polimerne zvrsti. Določitev kristalne strukture  $[\text{XeF}_5]_5[\text{Ti}_{10}\text{F}_{45}]^{5-}$  je razkrila obstoj največjega znanega oligomernega fluorido-kovinskega aniona  $[\text{Ti}_{10}\text{F}_{45}]^{5-}$ . Sestavljen je iz desetih  $\text{TiF}_6$ -oktaedrov, ki si delijo oglišča v obliki dvojne zvezde. O rezultatih študije sistema  $\text{XeF}_6/\text{TiF}_4$  sta v reviji *New J. Chem* poročala Z. Mazej in E. Goresnik (IJS). Prispevek je bil izbran za t. i. notranjo naslovnico letošnje septembrske številke te revije. Dodatne raziskave so bile opravljene na kationih 12. skupine periodnega sistema z Lewisovo kislino  $\text{TaF}_5$ . Reakcije v molskem razmerju 1 : 2 vodijo do nastanka spojin tipa  $\text{M}(\text{TaF}_6)_2$ , medtem ko presežek  $\text{TaF}_5$  vodi do nastanka anionov  $\text{Ta}_2\text{F}_{11}^-$ , ki povezujejo kovinske katione v 1D-strukturo.

V okviru raziskav nanostrukturiranih kovinskih fluoridov smo z modificirano napravo za pripravo teh materialov spremljali potek solvotermalnih procesov pod različnimi temperaturnimi režimi. Vpeljana metodologija omogoča boljši vpogled v razvoj morfologije osnovnih fluoridnih nanodelcev med procesiranjem, kar je osnova za nadaljnji razvoj in optimizacijo teh sinteznih postopkov. V sodelovanju z Odsekom za sintezo materialov (K-8) smo predlagali mehanizem raztapljanja fluoridnih nanodelcev  $\text{AYF}_4 \cdot \text{Yb}, \text{Tm}$  (A = Na ali K), ki izkazuje fluorescenco z energijsko pretvorbo navzgor, v vodnem mediju, v fosfatnem pufru pri temperaturah 37 °C oziroma 50 °C pa smo spremljali tudi degradacijo  $\text{NaYF}_4 \cdot \text{Yb}, \text{Tm}$ -nanodelcev, ki izkazujejo fluorescenco z energijsko pretvorbo navzgor.

Na področju raziskav trdnih kislin na osnovi  $\text{H}_3(\text{P}(\text{W}_3\text{O}_{10})_4)$  smo z delno ali popolno zamenjavo  $\text{H}^+$  v izhodni heteropolikislini z nekaterimi kovinskimi kationi (npr.  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  ali  $\text{Ga}^{3+}$ ) pripravili vrsto trdnih produktov ter preučevali njihovo kislost. Ti materiali se lahko uporabljajo kot (super)kisli katalizatorji pri tehnično zanimivi pretvorbi metana v višje ogljikovodike. Te raziskave potekajo v sodelovanju s Kemijskim inštitutom.

V sodelovanju z odsekoma K5 in K9 IJS ter drugimi raziskovalnimi organizacijami smo preučevali prevodnost domenskih sten feroelektričnega  $\text{BiFeO}_3$  in delo objavili v prestižni reviji *Nature Materials*.

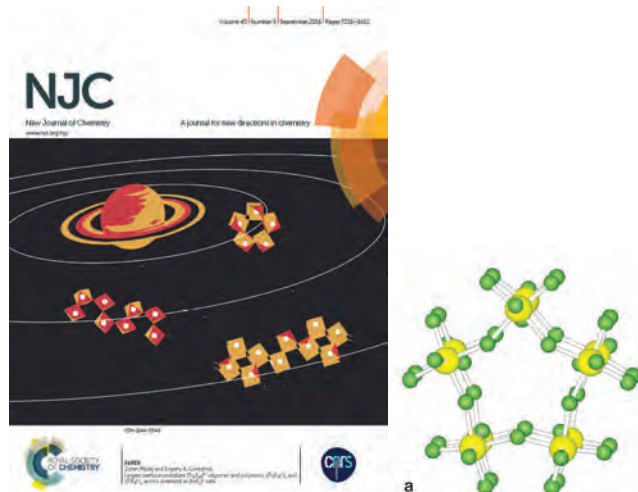
Iskanje nukleofilnega fluorirnega reagenta v organskih topilih nas je pripeljalo do reakcij N-heterocikličnega karbena (1,3-Bis(2,6-diisopropilfenil)-1,3-dihidro-2H-imidazol-2-ylidena;  $(\text{L}^{\text{Dipp}})$ ) z različnimi viri vodikovega fluorida ( $\text{Et}_3\text{N} \cdot 3\text{HF}$ , brezvoden vodikov fluorid in  $\text{KHF}_2$ ) v molskih razmerjih 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3. Izolirane soli  $[(\text{L}^{\text{Dipp}})\text{H}]^+[\text{F}]^-$ ,  $[(\text{L}^{\text{Dipp}})\text{H}]^+[(\text{HF})\text{F}]^-$  in  $[(\text{L}^{\text{Dipp}})\text{H}]^+[(\text{HF})_2\text{F}]^-$  kažejo take lastnosti.  $[(\text{L}^{\text{Dipp}})\text{H}]^+[\text{F}]^-$  kaže vse karakteristike prostega fluoridnega reagenta, poleg tega pa se lahko pripravi z dobrim izkoristkom in brez prisotnosti stranskih produktov. Raztapljanje bakra v mešanici  $\text{CBr}_4 - \text{DMSO}$  v prisotnosti heksametilentetramina (*hex*) vodi do nastanka  $\text{CuBr}(\text{hex})_2$  in  $\text{Cu}(\text{DMSO})_6 \cdot \text{Cu}_4\text{Br}_6$ -spojine. Z uporabo *dabco* (1,4-diaza-biciklo [2.2.2] oktan) namesto *hex*, smo pripravili spojino  $[\text{Cu}(\mu\text{-Br})_2(\text{H}^+\text{dabco})\text{Cu}(\mu\text{-Br})_2(\kappa\text{-S-DMSO})]_n$ . Reakcija  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  s kovinskim bakrom in ligandom *dabco* v DMSO vodi do nastanka koordinacijske spojine  $\text{Cu}_3\text{Cl}_3(\text{dabco})(\text{DMSO})$ .

Novi kompozitni materiali, sestavljeni iz  $\text{MoS}_2$  delcev, vključenih v matriko iz ogljika, so bili sintetizirani v enostopenjskem procesu s



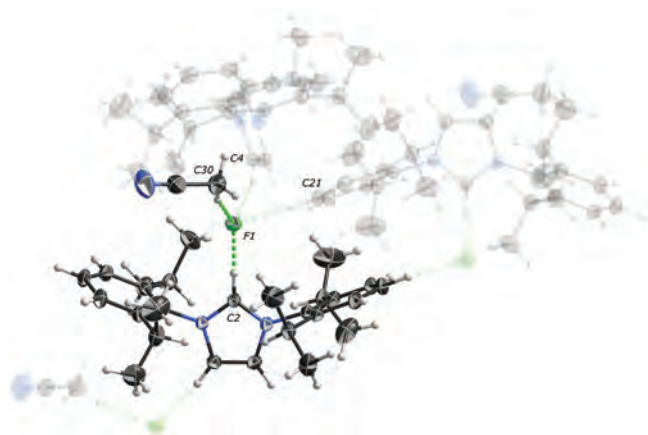
Vodja:

**doc. dr. Gašper Tavčar**



Slika 1: a) Največji znan oligomerni fluorido-kovinski anion  $[\text{Ti}_{10}\text{F}_{45}]^{5-}$ . Sestavljen je iz desetih  $\text{TiF}_6$ -oktaedrov, ki si delijo oglišča v obliki dvojne zvezde; b) Notranja naslovnica revije *New J. Chem.* št. 9, 2016 (naslovnico je oblikovala M. Mazej)

**Sintetizirali smo nov fluorirni reagent, pripravljen na osnovi N-heterocikličnega karbena.**



Slika 2: Struktura spojine  $[(L^{Dipp})H]^{+}[F]^{-}$

### Strokovno vodenje mednarodnega konzorcija za obsežno presojo sistema obvladovanja procesne varnosti pri naročniku iz industrije nafte in plina zunaj Slovenije

V tem letu smo strokovno vodili mednarodni projektni konzorcij pri svetovalnem projektu za industrijskega naročnika zunaj Slovenije. Šlo je za začetno presojo sistema vodenja procesne varnosti v zelo veliki organizaciji v industriji nafte in plina. Delo je bilo osnova za določitev prioritet za varnostne izboljšave v 2017 in naprej.

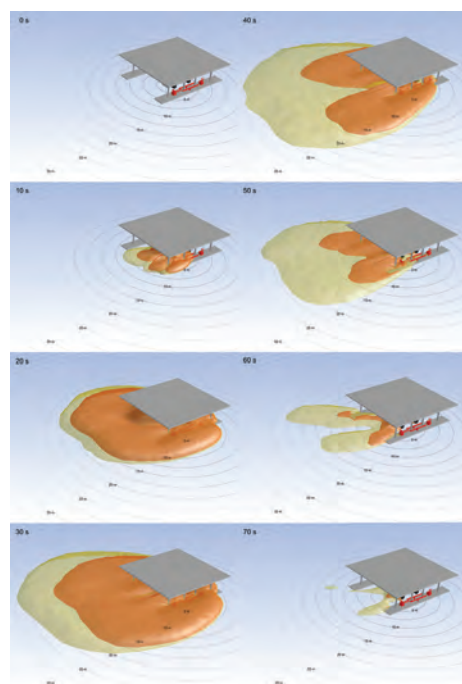
V tem letu smo bili člani skupine končnih uporabnikov EU 7. OP-projekta EDEN (End User Driven Demo for CBRNe), ki se je začel septembra 2013 in končal v tem letu. Pri projektu, ki se ukvarja z ocenjevanjem in pripravljenostjo na teroristična tveganja (vidik varovanja), smo sodelovali na osnovi naših izkušenj pri ocenjevanju tovrstne ogroženosti za industrijske/infrastrukturne dejavnosti.

V sodelovanju s partnerji smo izvedli supernadzor garantnih meritev za razžvepljavno napravo Bloka 6 (RDP B6) Termoelektrarne Šoštanj. Za revijo *Structural Chemistry* smo nadaljevali pisanje preglednih člankov, pri katerih je kratkemu povzetku članka dodan termokemijski komentar in predlagane mogočne smernice za nadaljnje raziskave.

Velja omeniti tudi aktivnosti 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. S prikazom kemijskih poskusov, ki jih izvajajo učenci in dijaki, smo sodelovali na 22. slovenskem festivalu znanosti v organizaciji Slovenske znanstvene fundacije. Atraktivne kemijske poskuse pa smo predstavili tudi na prireditvah Hokus pokus in festivalu LUPA. Del teh aktivnosti poteka s sodelovanjem pri projektu, ki ga poleg IJS financira tudi Mestna občina Ljubljana.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Zoran Mazej, Evgeny A. Goreshnik, Largest perfluorometallate  $[Ti_{10}F_{45}]^{5-}$  oligomer and polymeric  $([Ti_3F_{13}])_{\infty}$  and  $([TiF_5])_{\infty}$  anions prepared as  $[XeF_5]^+$  salts, *New J. Chem.*, 40 (2016), 7320–7325
2. Tadej Rojac, Andreja Benčan, Goran Dražič, Naonori Sakamoto, Hana Uršič, Boštjan Jančar, Gašper Tavčar, Maja Makarovič, Julian Walker, Barbara Malič, Dragan Damjanović, Domain-wall conduction in ferroelectric  $BiFeO_3$  controlled by accumulation of charged defects, *Nature materials*, (2016) 7, [v tisku]
3. Dominik Kurzydłowski, Tomasz Jaroń, Andrzej Ozarowski, Stephen Hill, Zvonko Jagličič, Yaroslav Filinchuk, Zoran Mazej, Wojciech Grochala, Local and cooperative Jahn-Teller effect and resultant magnetic properties of  $M_2AgF_4$  (M = Na-Cs) phases, *Inorg. Chem.*, 55 (2016), 11479–11489



Slika 3: Rezultati CFD-simulacije izpusta propana, trčenja in redčenja pod streho - animacija oblike oblaka po času. Oranžna in rumena barva predstavljata spodnjo (LFL) in pol spodnje (LFL/2) koncentracije vnetljivosti zmesi propan-zrak.

- Blaž Alič, Gašper Tavčar, „Reaction of N-heterocyclic carbene (NHC) with different HF sources and ratios : a free fluoride reagent based on imidazolium fluoride“, J. Fluorine Chem., 192 (2016), 141–146
- Marko Gerbec, „Safety change management - a new method for integrated management of organizational and technical changes“, Saf. sci., (2016) 10 [v tisku]
- Matic Lozinšek, Gary J. Schrobilgen, „The world of krypton revisited“, Nature Chem., 8 (2016), 732

## Patent

- Andrej Kovič, Adolf Jesih, Aleš Mrzel, Postopek za sintezo molibdenovih karbidov v obliki kvazi enodimenzionalnih struktur, SI24925 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 8. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

- Izvoz fluoriranih ogljikov  
dr. Zoran Mazej
- Pridobivanje tantalata in niobija iz rud  
Prg Ltd.  
doc. dr. Gašper Tavčar
7. OP - TOSCA; Celovito obvladovanje varnostno kritičnih dejavnosti  
Evropska komisija  
doc. dr. Marko Gerbec
7. OP - FluoCooChem; Fluorirani šibko koordinirajoči anioni za koordinacijsko kemijo nenavadnih ligandov  
Evropska komisija  
dr. Matic Lozinšek

## PROGRAM

- Anorganska kemija in tehnologija  
doc. dr. Gašper Tavčar

## OBISKI

- prof. dr. Wojciech Grochala, delovni obisk, Univerza v Varšavi, Varšava, Poljska, 7.–11. 10. 2016
- Kristiina Penttilä, Sanna Holappa, delovni obisk, Raahen Ammattiopisto, Raaha, Finska, 7.–9. 6. 2016
- Estela Herbst, študentska izmenjava, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brazilija, 10. 8.–10. 10. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Marko Gerbec, udeležba na zaključnem sestanku TOSCA, Bruselj, Belgija, 21.–22. 1. 2016
- Gašper Tavčar, delovni sestanek s podjetjem PRG, Skopje, Makedonija, 1.–3. 2. 2016
- Gašper Tavčar, Zoran Mazej, udeležba na konferenci 1st South African Fluorine Symposium, Capetown, Južna Afrika, 12.–19. 2. 2016 [2]
- Marko Gerbec, sestanek z EU-VRI / R-tech o projektu NIS, Stuttgart, Nemčija, 23. 2.–24. 2. 2016
- Matic Lozinšek, udeležba na 2016 Powder diffraction and Rietveld refinement school, Durham, Velika Britanija, 9.–16. 4. 2016
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd, Beograd, Srbija, 24.–25. 4. 2016
- Marko Gerbec, udeležba na letni skupščini EU-Vri in ETP safety security, Bruselj, Belgija, 12. 5.–13. 5. 2016
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd, Beograd, Srbija, 24.–25. 5. 2016

## PROJEKTA

- Neposredna pretvorba metana v višje ogljikovodike z uporabo super-kislinskih katalizatorjev  
doc. dr. Gašper Tavčar
- Implementacija Sistema upravljanja s procesno varnostjo v NIS d. d. - „PSMS“  
doc. dr. Marko Gerbec

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

- Supernadzor za izvedbo garancijskih meritev za razžveplano napravo Bloka 6  
Teš d. o. o.  
prof. dr. Maja Ponikvar-Svet

- Robert Kocjančič, sestanek v okviru bilaterale Slovenija – Italija Iterreg, Trst, Italija, 10. 6. 2016
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd, Beograd, Srbija, 12.–15. 6. 2016
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd, Beograd, Srbija, 19.–23. 6. 2016
- Evgeny Goresnik, udeležba na ROD European users meeting, Vroclav, Poljska, 19.–21. 6. 2016
- Robert Kocjančič, Sestanek v okviru bilaterale Slovenija – Italija Iterreg, Trst, Italija, 28. 6. 2016
- Gašper Tavčar, Zoran Mazej, Tomaž Skapin, Matic Lozinšek, 18. evropski simpozij o kemiji fluora, Kijev, Ukrajina, 6.–11. 8. 2016 [4]
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd, Beograd, Srbija, 3.–14. 7. 2016
- Robert Kocjančič, sestanek za projekta EnWIS in e-Mobility, Trst, Italija, 18. 7. 2016
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd in delo pri nalogi, Beograd, Srbija, 31. 7.–25. 8. 2016
- Robert Kocjančič, sestanek za projekta EnWIS in e-Mobility, Trst, Italija, 6. 9. 2016
- Matic Lozinšek, udeležba na 24th Croatian-Slovenian Crystallographic meeting, Bol, Hrvaška, 21.–25. 9. 2016 [1]
- David Levovnik, udeležba na seminarju DNV, Zagreb, Hrvaška, 25. 10. 2016
- Marko Gerbec, sestanek z NIS, d. d., Beograd, Beograd, Srbija, 25.–26. 10. 2016
- Gašper Tavčar, delovni sestanek s podjetjem PRG, Skopje, Makedonija, 9.–11. 11. 2016
- Gašper Tavčar, udeležba na simpoziju »Frontiers of Sustainable Synthesis«, Goettingen, Nemčija, 24.–26. 11. 2016
- Gašper Tavčar, delovni sestanek s podjetjem PRG, Skopje, Makedonija, 9.–10. 12. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- dr. Matic Lozinšek: delo pri projektu Marie Curie IOF - FluoCooChem, Univerza McMaster, Hamilton, Kanada, 1. 7. 2014–30. 6. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Marko Gerbec
2. doc. dr. Evgeny Goreschnik
3. dr. Adolf Jesih
4. doc. dr. Robert Kocjančič
5. dr. Matic Lozinšek
6. dr. Zoran Mazej
7. prof. dr. Maja Ponikvar-Svet
8. doc. dr. Tomaž Skapin
9. **doc. dr. Gašper Tavčar, vodja odseka**
10. dr. Melita Tramšek

### Mlajši raziskovalci

11. Blaž Alič, univ. dipl. kem.
12. David Levovnik, mag. inž. teh. var.
13. Dona Pavlovič, univ. dipl. kem.
14. *dr. Igor Shlyapnikov, odšel 30. 3. 2016*
15. Žiga Zupanek, univ. dipl. kem.

### Strokovni sodelavci

16. Peter Frkal, mag. ekoteh.
17. mag. Tine Oblak
18. mag. Tomaž Ogrin

### Tehniški in administrativni sodelavci

19. Pero Kolobarič
20. Robert Moravec
21. Mira Zupančič

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

### Domače

1. ACRONI, Jesenice
2. ARSO, Ljubljana
3. ESOTECH d. o. o., Velenje
4. Istrabenz Plini d. o. o., Koper
5. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana
6. Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti
7. Ministrstvo za obrambo
8. Ministrstvo za okolje in prostor
9. RACI, Ljubljana
10. Golea, Nova Gorica
11. Slovenska znanstvena fundacija, Ljubljana
12. Talum d. d., Kidričevo
13. GEORIS, Ljubljana
14. Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko, Ljubljana
15. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
16. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
17. Kemijski inštitut, Ljubljana

### Tuje

18. Andalusian Institute of Technology, Sevilla, Španija
19. Bergische Universitaet Wuppertal, Nemčija
20. Colorado State University, Fort Collins, Kolorado, ZDA
21. Humboldt-Universität zu Berlin, Nemčija
22. Georg-August-Universität, Göttingen, Nemčija
23. Moscow State University, Chemistry Department, Moskva, Rusija
24. Univerzitet Sv. Cirila i Metoda, Skopje, Makedonija
25. University of Maryland, Baltimore, ZDA
26. University of Warsaw, Poljska
27. Ivan Franko University, Lvov, Ukrajina
28. McMaster University, Hamilton, Kanada
29. Veissmann Francija, Faulquemont, Francija
30. Sortech, Halle, Nemčija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Blaž Alič, Gašper Tavčar, "Reaction of N-heterocyclic carbene (NHC) with different HF sources and ratios: a free fluoride reagent based on imidazolium fluoride", *J. fluorine chem.*, vol. 192, part A, str. 141-146, 2016. [COBISS.SI-ID 30189863]
2. Ermira Begu, Yaroslav Shlyapnikov, Andrej Stergaršek, Peter Frkal, Jože Kotnik, Milena Horvat, "A method for semi-continuous measurement of dissolved elemental mercury in industrial and natural waters", *Int. j. environ. anal. chem.*, vol. 96, iss. 7, pp. 609-626, 2016. [COBISS.SI-ID 29484839]
3. Tomasz Gilewski, Piotr J. Leszczyński, Armand Budzianowski, Zoran Mazej, Adam Grzelak, Tomasz Jaroń, Wojciech Grochala, "Ag<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> meets AgSO<sub>4</sub>: the second example of metal-ligand redox isomerism among inorganic systems", *Dalton trans. (2003)*, vol. 45, issue 45, str. 18202-18207, 2016. [COBISS.SI-ID 29940519]
4. Evgeny A. Goreschnik, Gleb Veryasov, D. I. Morozov, Yurii Slyvka, Bogdan Ardan, Marian G. Mys'kiv, "Solvated copper(I) hexafluorosilicate  $\pi$ -complexes based on [Cu<sub>2</sub>(amtd)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> (amtd = 2-allylamino-5-methyl-1,3,4-thiadiazole) dimer", *J. organomet. chem.*, vol. 810, str. 1-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29396775]
5. Dominik Kurzydłowski, Mariana Derzsi, Zoran Mazej, Wojciech Grochala, "Crystal, electronic, and magnetic structures of M<sub>2</sub>AgF<sub>4</sub> (M = Na-Cs) phases as viewed from the DFT+U method", *Dalton trans. (2003)*, vol. 45, no. 41, str. 16255-16261, 2016. [COBISS.SI-ID 29876007]
6. Dominik Kurzydłowski, Tomasz Jaroń, Andrzej Ozarowski, Stephen Hill, Zvonko Jagličić, Yaroslav Filinchuk, Zoran Mazej, Wojciech Grochala, "Local and cooperative Jahn-Teller effect and resultant magnetic properties of M<sub>2</sub>AgF<sub>4</sub> (M = Na-Cs) phases", *Inorg. chem.*, vol. 55, no. 21, str. 11479-11489, 2016. [COBISS.SI-ID 29923879]
7. Darja Lisjak, Olivija Plohl, Janja Vidmar, Boris Majaron, Maja Ponikvar-Svet, "Dissolution mechanism of upconverting AYF<sub>4</sub>: Yb, Tm (A = Na or K) nanoparticles in aqueous media", *Langmuir*, vol. 32, no. 32, str. 8222-8229, 2016. [COBISS.SI-ID 29679655]
8. Zoran Mazej, Evgeny A. Goreschnik, "Influence of the increasing size of the M<sup>2+</sup> cation on the crystal structures of XeF<sub>5</sub>M(SbF<sub>6</sub>)<sub>3</sub> (M = Ni, Mg, Cu, Zn, Co, Mn, Pd) and (XeF<sub>5</sub>)<sub>3</sub>[Hg(HF)<sub>2</sub>(SbF<sub>6</sub>)<sub>2</sub>]", *European Journal of Inorganic Chemistry*, vol. 2016, no. 20, str. 3356-3364, 2016. [COBISS.SI-ID 29635367]
9. Zoran Mazej, Evgeny A. Goreschnik, "Largest perfluorometallate [Ti<sub>10</sub>F<sub>45</sub>]<sup>5-</sup> oligomer and polymeric ([Ti<sub>3</sub>F<sub>13</sub>]<sup>-</sup>)<sub>∞</sub> and ([TiF<sub>5</sub>]<sup>-</sup>)<sub>∞</sub> anions prepared as [XeF<sub>5</sub>]<sup>+</sup> salts", *New j. chem. (1987)*, vol. 40, no. 9, str. 7320-7325, 2016. [COBISS.SI-ID 29704743]
10. Mykhaylo Monchak, Evgeny A. Goreschnik, Marian G. Mys'kiv, "Synthesis and crystal structure of N,N'-diallyl-N,N,N',N'-tetramethylethylenediammonium (dalltmen<sup>2+</sup>) compounds: (dalltmen)(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> and the copper(I) nitrate  $\pi$ -complex [(dalltmen)<sub>0.5</sub>Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]", *Chem. met. alloys*, vol. 9, str. 90-97, 2016. [COBISS.SI-ID 30100775]
11. Marijan Nečemer, Marko Gerbec, "Automated preparation of water samples for low-level gamma spectrometry", *Acta chim. slov. (Print ed.)*, vol. 63, no. 1, str. 204-212, 2016. [COBISS.SI-ID 29386023]
12. Piotr Potczyński, Tomasz Gilewski, Jakub Gawranczyński, Mariana Derzsi, Piotr J. Leszczyński, Wojciech Gadomski, Zoran Mazej, Rafał Jurczakowski, Wojciech Grochala, "Efficient electro-synthesis of Ag<sup>II</sup>SO<sub>4</sub>: a powerful oxidizer and narrow band gap semiconductor", *European Journal of Inorganic Chemistry*, vol. 2016, no. 35, str. 5401-5404, 2016. [COBISS.SI-ID 30053671]
13. Yurii Slyvka, Evgeny A. Goreschnik, Marian G. Mys'kiv, "Diverse coordination of CuX (X = Cl, Br) towards N-allylbenzotriazole", *Chem. met. alloys*, vol. 9, str. 61-65, 2016. [COBISS.SI-ID 30100519]
14. Yurii Slyvka, Evgeny A. Goreschnik, Nazariy Pokhodylo, O. V. Pavlyuk, Marian G. Mys'kiv, "Two related copper(I) [pi]-complexes based on 2-allyl-5-(2-pyridyl)-2H-tetrazole ligand: synthesis and structure of

[Cu(2-apyt)NO<sub>3</sub>] and [Cu(2-apyt)(H<sub>2</sub>O)](BF<sub>4</sub>) compound", *Acta chim. slov. (Print ed.)*, vol. 63, no. 2, str. 399-405, 2016. [COBISS.SI-ID 30101031]

15. Gašper Tavčar, Evgeny A. Goreschnik, "One dimensional group 12 metal undecafluoroditantalates", *J. fluorine chem.*, vol. 189, str. 33-38, 2016. [COBISS.SI-ID 29683751]
16. Melita Tramšek, Evgeny A. Goreschnik, Gašper Tavčar, "Oxidation of ruthenium and iridium metal by XeF<sub>2</sub> and crystal structure determination of [Xe<sub>2</sub>F<sub>3</sub>][RuF<sub>6</sub>] · XeF<sub>2</sub> and [Xe<sub>2</sub>F<sub>3</sub>][MF<sub>6</sub>](M = Ru, Ir)", *Acta chim. slov. (Print ed.)*, vol. 63, no. 2, str. 369-375, 2016. [COBISS.SI-ID 29616935]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Maja Ponikvar-Svet, Joel F. Liebman, "Interplay of thermochemistry and Structural Chemistry, the journal (Volume 26, 2015, issues 3-4) and the discipline", *Struct. chem.*, vol. 27, no. 6, str. 1869-1878, 2016. [COBISS.SI-ID 29902119]
2. Maja Ponikvar-Svet, Diana D. Zeiger, Joel F. Liebman, "Interplay of thermochemistry and Structural Chemistry, the journal (Volume 26, 2015, issues 1-2) and the discipline", *Struct. chem.*, vol. 27, no. 3, str. 1017-1026, 2016. [COBISS.SI-ID 29468967]

## KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Matic Lozinšek, Gary J. Schrobilgen, "The world of krypton revisited", *Nat. chem.*, vol. 8, no. 7, str. 732, 2016. [COBISS.SI-ID 29676327]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. M. Pontiggia, Marko Gerbec, J. Sužnik, M. Sbaouni, R. Lelong, "CFD simulation of a time varying release of LPG in geometrical complex environment", V: *Risk, reliability and safety: innovating theory and practice: 26th European Safety and Reliability Conference, ESREL 2016, September 25th-29th 2016, Glasgow, UK*, str. 181-186. [COBISS.SI-ID 29844519]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Zoran Mazej, Dominik Kurzydłowski, Wojciech Grochala, "Unique silver(II) fluorides: the emerging electronic and magnetic materials", V: *Photonic and electronic properties of fluoride materials*, (Progress in fluorine science series), Alain Tressaud, ur., Kenneth Poeppelmeier, ur., Amsterdam, Oxford, Cambridge, Elsevier, 2016, str. 231-260. [COBISS.SI-ID 29374247]

## PATENT

1. Andrej Kovič, Adolf Jesih, Aleš Mrzel, *Postopek za sintezo molibdenovih karbidov v obliki kvazi enodimenzionalnih struktur*, SI24925 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 08. 2016. [COBISS.SI-ID 29347879]

## MENTORSTVO

1. Igor Shlyapnikov, *Naraščajoča večdimenzionalnost hibridnih in alkalijskih fluoridotitanatov(IV): doktorska disertacija*, Ljubljana, 2016 (mentor Zoran Mazej). [COBISS.SI-ID 284628480]





**Odsek za fizikalno in organsko kemijo sestavlja Laboratorij za fizikalno kemijo in Laboratorij za organsko in bioorgansko kemijo. Na področju fizikalne kemije se ukvarjamo z eksperimentalnimi in teoretičnimi raziskavami elementarnih fizikalno-kemijskih procesov na površinah trdnih snovi in v atmosferskih procesih. Na področju organske kemije se posvečamo kemijskim procesom halogeniranih, predvsem fluoriranih, organskih molekul.**



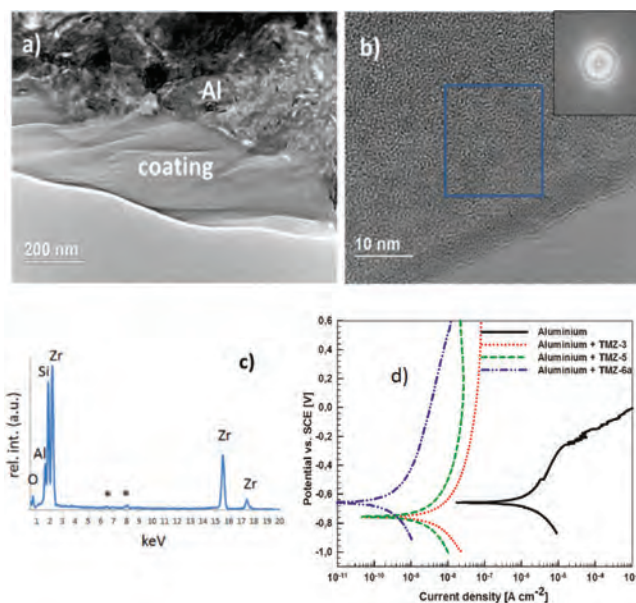
Vodja:  
**prof. dr. Ingrid Milošev**

Eksperimentalne raziskave na področju elektrokemije smo v letu 2016 nadaljevali na področju sodobne korozijske zaščite biomedicinskih in tehnoloških materialov.

Naše raziskave so bile usmerjene v funkcionalne lastnosti biomedicinskih materialov, zlatin na osnovi titana in kobalt-kroma, ki se uporabljajo za izdelavo kostnih in zobnih vsadkov. Za določitev mehanizma tvorbe sola smo sintezo fluoroapatita (FA) in fluorohidroksiapatita (FHA) spremljali z *in situ* infrardečo spektroskopijo. Prekurzor trietil fosfit po dodatku amonijevega fluorida hidrolizira v fosfat in kalcijev nitrat. Proces potem poteka pri povišani temperaturi in slabo bazičnem pH do tvorbe končnega sola. Odvisno od količine amonijevega fluorida se tvori FA ali FHA. Prevleke, ki jih pripravimo iz obeh solov, so goste in enakomerne, vsebujejo pa nanodelce. Mikrostruktura FHA- in FA-prevlek ustreza heksagonalnemu kalcijevemu fosfat fluorid, kot je pokazala rentgenska difrakcija. Obe prevleki izboljšata korozijsko obstojnost podlage CoCrMo v umetni slini Fusayama, ki simulira dentalne aplikacije. Prevleke so hidrofilne, kar je priporočljivo za diferenciacijo osteoblastov v tkivnem inženirstvu. Študija je pokazala, da fluoroapatitne in fluorohidroksiapatitne prevleke na podlagi CoCrMo povečujejo funkcionalno možnost osteointegracije.

V naslednji študiji smo se usmerili na sintezo plasti  $ZrO_2$  na cirkoniju z anodizacijo v fosforni kislini pri konstantnem potencialu 30 V in 40 V. Strukturo in sestavo plasti smo preučevali z vrstično elektronsko mikroskopijo, ramansko in rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo. Sestava oksida pri obeh potencialih ustreza monoklinskemu  $ZrO_2$ . Poleg Zr in O vsebujejo plasti, ki se tvorijo v fosforni kislini, tudi fosfor. Če vsebuje fosforna kislina še NaF, se tudi fluorid vgradi v oksidno plast. Anodizirane plasti izkazujejo med polarizacijo v umetni slini manjše gostote toka v primerjavi s cirkonijem, ki je prekrit z naravno oksidno plastjo. Anodizacija cirkonija pri 60 V v mešanici fosforne kisline in NaF je najbolj obetavna s stališča korozijske obstojnosti. Sledi še študija optimalne obdelave površine glede bioaktivnosti.

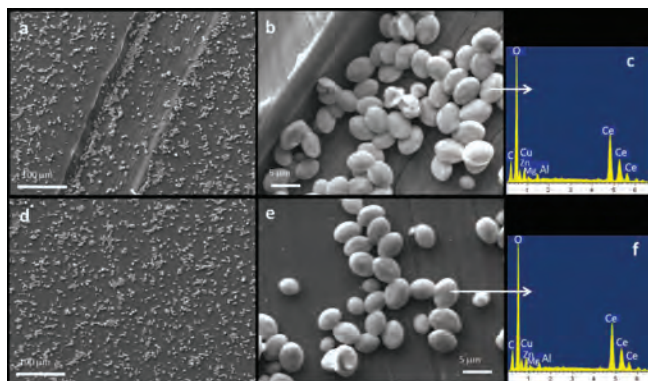
Sintetizirali smo sol-gel prevleke  $TiO_2$  in  $Ag-TiO_2$  in jih nanесли z metodo vrtenja na podlago iz titana za biomedicinske aplikacije. Sintezo smo izvedli v kisli mešanici  $TiCl_4$ , HCl in  $H_2O_2$ , pri čemer se tvori  $TiO_2$  s pretežno rutilno mikrostrukturo. Prevleke so goste in homogene. Dodatek  $AgNO_3$  v sintezni postopek ima za posledico tvorbo  $Ag-TiO_2$ . Nastanejo sferični nanodelci, ki so po celi površini prevleke. Delci srebra premaknejo absorpcijo  $TiO_2$  v območje vidne svetlobe, kot smo pokazali z UV/Vis-spektroskopijo. Prednost tega je, da se izognemo potrebi, da aktiviramo  $TiO_2$  z UV-svetlobo, da bi dosegli njegovo antibakterijsko delovanje. Elektrokemijske polarizacijske meritve prevlek v simulirani fiziološki raztopini potrjujejo njihove zaščitne lastnosti, kar se izkazuje v večji polarizacijski upornosti in manjši gostoti toka v primerjavi z neprekrilit titanom. Prisotnost srebra lahko potrdimo elektrokemijsko kot vrh pri 0,11 V glede na Ag/AgCl-elektrodo. Ta vrh izgine med podaljšano potopitvijo (120 h), kar nakazuje na sproščanje srebrnih nanodelcev. Slednji porces pa vpliva na strukturne in zaščitne lastnosti  $TiO_2$ -prevleke, ki ostaja visoko zaščitna z vrednostmi upornosti v območju  $M\Omega\text{ cm}^2$ , kot so potrdile elektrokemijske meritve. Antibakterijske lastnosti nanosenih prevlek smo raziskali v prisotnosti *Pseudomonas aeruginosa*, ki je bakterija, ki tvori bioplast. Na prevleki je adhezija bakterij manjša v



Slika 1: (a) Posnetek s transmisijskim elektronskim mikroskopom (BF-TEM) hibridne amorfnе sol-gel-prevleke TMZ-6a\* na aluminiju, (b) visokoločljivostni TEM-posnetek, (c) kemijska analiza, (d) potenciodinamske polarizacijske krivulje, posnete v raztopini, ki simulira razmere letala v zraku (Harrisonova raztopina 0,35 %  $(NH_4)_2SO_4$  + 0,05 % NaCl za aluminijevo podlago s prevlekami TMZ-3, TMZ-5 in TMZ-6a in brez njih.  $dE/dt = 1\text{ mV/s}$ ).

**Sol-gel-postopki so se izkazali kot obetavni način kreiranja novih materialov s funkcionalnimi lastnostmi, ki so potrebni za biomedicinske aplikacije: korozijska zaščita, možnost osteointegracije in antibakterijske lastnosti.**

**Cerijev acetat je odličen korozijski inhibitor za aluminijeve zlitine ne le zaradi svoje inhibicijske učinkovitosti, ampak zaradi možnosti samoobnove defektov na površini med potopitvijo v kloridni raztopini.**



Slika 2: Posnetek z vrstičnim elektronskim mikroskopom in kemijska analiza (SEM/EDS) površine aluminijeve zlitine AA7075-T6 po 72 h potopitvenega preizkusa v 0,1 M NaCl z dodatkom 3 mM Ce(Ac)<sub>2</sub>. Vzorci so bili potopljeni 24 h, nato je bila narejena poškodba s keramičnim nožem. Vzorci so bili potem potopljeni še 48 h. (a, b) SEM-posnetka raze, (d, e) SEM-posnetka na površini zunaj raze, (c, f) kemijska sestava potrjuje pristotnost cerijevega oksida.

**Pokazali smo, da so presenetljive privlačne interakcije med negativno nabitimi atomi kisika na površinah aluminija posledica elektrostatične stabilizacije, ki izhaja iz součinkovanja ionskih interakcij in geometrijskih učinkov.**

primerjavi z neprekrto podlago. Čeprav razlika ni statistično značilna, je analiza morfologije bakterij pokazala, da je njihova oblika spremenjena in da je prišlo do poškodb v notranosti celice. To potrjuje, da so prevleke, ki vsebujejo srebrne nanodelce, antibakterijsko aktivne, kar se izkazuje z morfološkimi spremembami in destrukcijo bakterijskih celic. Srebro v prevlekah TiO<sub>2</sub> ni citotoksično za celice človeških osteoblastov, kar odpira možnosti za uporabo v biomedicinskih aplikacijah.

Na področju tehnoloških materialov smo se osredinili predvsem na aluminijeve zlitine, ki se uporabljajo v različnih industrijskih panogah, zlasti v transportni industriji, kjer obstaja velika potreba za zmanjšanje mase vozil in posledičnim zmanjšanjem izpustov v okolje. Tradicionalne načine protikorozijske zaščite, kot so kromatne prevleke, več ne moremo uporabljati zaradi ekoloških omejitev. V zadnjem desetletju se raziskujejo različne alternative, med katerimi so najbolj pomembne sol-gel-prevleke, konverzijske prevleke in različni anorganski in organski inhibitorji. 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 zaščite, ampak tudi aktivne zaščite, pri čemer se prevleka po korozijski poškodbi samoobnavlja. Zlasti smo bili uspešni pri razvoju hibridnih sol-gel-prevlek, ki so pripravljene iz tetraetil ortosilikata (TEOS), 3-(trimetoksisilil)propil metakrilata (MAPTMS) in cirkonijevega(IV) propoksida (CTP). Razmerje med CTP in MAA pomembno vpliva na proces staranja, kar smo študirali z metodo dinamičnega sipanja svetlobe (angl. dynamic light scattering). Soli z manjšo vsebnostjo MAA in CTP se počasneje stabilizirajo, kar je želeno za kasnejši nanos. Prevleke so amorfne, kot smo pokazali s transmisijsko elektronsko mikroskopijo. Pri sintezi prihaja do vgradnje cirkonija v anorgansko-organski matriks in ne do tvorbe ZrO<sub>2</sub>-nanodelcev. Hidrofobne lastnosti prevlek se povečujejo z molskim deležem CTP in MAA. Dvokomponentna sol-gel-sinteza omogoča relativno enostaven postopek za tvorbo hibridnih prevlek z lastnostmi, ki jih lahko oblikujemo glede na sestavo in razmere pri staranju in sušenju. Dobljene lastnosti, amorfna struktura, homogenost, gostota in nizka omočljivost so osnova za protikorozijsko zaščito, ki smo jo preizkusili v simuliranih razmerah letala v zraku.

Naslednja alternativa kromatnim prevlekam so prevleke na osnovi soli redkih zemelj (cerij in lantan), ki se uporabljajo kot korozijski inhibitorji, dodani v raztopino, ali v obliki konverzijskih prevlek. Raziskali smo delovanje različnih cerijevih(III) soli - klorida, nitrata in acetata, in cerijevega(IV) sulfata v 0,1 M NaCl kot inhibitorjev za Al in aluminijeve zlitine AA2024-T3 in AA7075-T6. Čeprav je v vseh primerih zaščita zasnovana na tvorbi cerijevega hidroksida na katodnih mestih, je potek inhibicije odvisen od tipa aniona in od podlage, tj. sestave kovinskih vključkov v zlitini. Inhibicijska učinkovitost cerijevih(III) soli je največja na AA7075-T6, sledi na Al in najmanjša na AA2024-T3. To smo pripisali različni sestavi vključkov v posamezni zlitini in odvisnosti zaščite od tipa aniona in pH. Dodatek enake koncentracije različnih cerijevih(III) soli namreč ima za posledico različne pH-vrednosti, kar različno vpliva na stabilnost kovinskih vključkov in tudi okoliškega oksidnega matriksa. Cerijev(III) acetat je najbolj učinkovit inhibitor za vse tri materiale, sledita mu Ce(III) nitrat in klorid. To smo potrdili s povečanjem polarizacijske upornosti, zmanjšanjem korozijske gostote toka in povečanjem odpornosti za nukleacijo jamic na površini, tj. lokalni jamičasti koroziji. Dolgotrajni potopitveni preizkusi so potrdili dobro korozijsko obstojnost. Po dveh mesecih ni bilo opaziti korozijskih produktov, nasprotno od neprekrutih podlag, kjer so se korozijski produkti tvorili že po treh urah. Cerijev acetat je najbolj učinkovit inhibitor za Aa7075-T6 v kloridnem mediju, ne le zaradi visoke korozijske učinkovitosti, ampak tudi primerne cene in ker ni toksičen. Kar je najbolj pomembno, omogoča možnost samoobnove prevleke po poškodbi, kar je lastnost, ki jo nismo opazili pri cerijevem kloridu.

V letu 2016 smo začeli delo pri projektu COR\_ID v okviru M-ERA.NET (European Research Area). Poglavitni cilj projekta "Ciljano oblikovanje korozijsko odpornih prevlek za različne namene" (akronim COR\_ID) je oblikovanje in sinteza novih prevlek, ki bodo imele večjo korozijsko odpornost, daljšo trajnostno dobo in zmanjšano obremenitev za okolje v primerjavi sedanjimi prevlekami za aluminijeve zlitine. Uporabljen bo inovativen način integriranega računalniškega inženiringa materialov (ICME), ki obsega naslednja področja: večnivojsko modeliranje, večnivojsko kemijsko sintezo, eksperimentalno preizkušanje korozijske odpornosti in preverjanje tako načrtovanih prevlek. Projektne konzorcij, ki ga koordinira prof. dr. Ingrid Milošev, združuje raziskovalce iz Slovenije, Madžarske

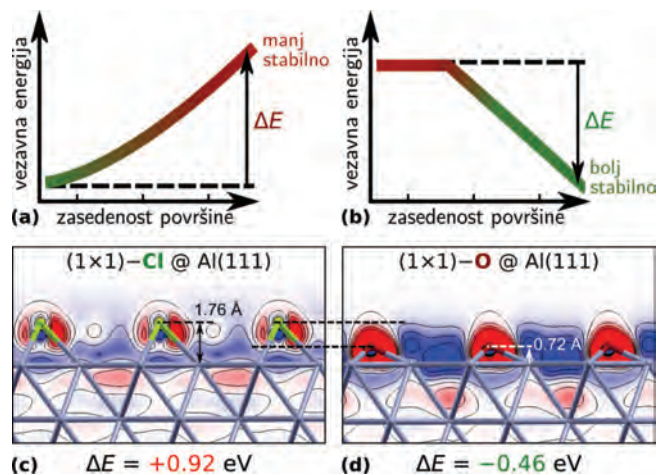
in Francije, in sicer iz Odseka za fizikalno in organsko kemijo Instituta "Jožef Stefan", podjetja Talum, d. d., Kidričevo (partner mag. Dejan Lorber), Chimie ParisTech (CNRS) iz Pariza (partner prof. dr. Philippe Marcus) in Univerze Eötvös Loránd iz Budimpešte (partner prof. dr. József Rábai). V okviru projekta bomo izvajali napredne temeljne raziskave in iskali visokotehnološke rešitve na aplikativnem nivoju.

V zadnjih nekaj letih smo z metodami molekulskega modeliranja v okviru teorije gostotnega funkcionala (angl. Density-Functional-Theory - DFT) preučevali organske inhibitorje korozije (gre za molekule, ki imajo sposobnost znatno upočasniti proces korozije). Naš glavni namen je pridobiti boljši vpogled v njihovo delovanje na molekulskem nivoju in tako izluščiti tiste osnovne molekulske značilnosti inhibitorjev, ki v največji meri določajo njihove inhibicijske sposobnosti. Preučili smo interakcijo več različnih azolnih molekul z reduciranimi in oksidiranimi površinami bakra; v manjšem obsegu pa tudi z reduciranimi površinami železa. V zadnjem letu pa smo se osredinili na modeliranje oksidacije površin aluminija. Oksidacija kovinskih površin se na splošno začne z disociacijo molekulskega reagenta. V primeru, ko je oksidant molekula kisika, to najprej vodi do nastanka kemisorbiranih atomov kisika. Znano je, da pride med adsorpcijo elektro negativnih atomov na površine bolj elektro pozitivnih kovin do prenosa elektronskega naboja, tako da kemisorbirani atomi postanejo negativno nabit, kar tipično privede do odbojnih lateralnih interakcij. Vendar se v primeru kemisorbiranega kisika na monokristalne površine aluminija zgodi ravno nasprotno, in lateralne interakcije med atomi kisika postanejo privlačne. Čeprav je bila ta anomalija opažena, pa v literaturi ni bilo nobenega dobrega pojasnila, zakaj se to zgodi. Pokazali smo, da so presenetljive privlačne interakcije med negativno nabitimi atomi kisika na monokristalnih površinah aluminija posledica elektrostatične stabilizacije, ki izhaja iz součinkovanja ionskih interakcij in geometrijskih učinkov. Namreč, pozitivni naboj površinskih Al-ionov je bistveno večji pri visoki ( $1 \times 1$ ) pokritosti površine s kisikovimi atomi kot pri nižjih pokritostih. Ta povečan naboj Al-ionov pa okrepi vezi med O in Al. Do neto učinka stabilizacije pa pride samo, kadar so adsorbirani atomi nameščeni dovolj blizu površine; torej obstaja kritična višina adsorbiranih atomov nad površino, pod katero so lateralne interakcije privlačne in nad katero so odbijajoče (slika 3). Opisani model ni specifičen le za kisik in aluminij in naši izračuni nakazujejo, da bi moral biti splošno uporaben pod pogojem, da je adsorpcijska vez dovolj ionska in da so adsorbirani atomi dovolj majhni, da lahko pridejo zadosti blizu površine kovine.

Študij vpliva molekule vode na reaktivnost HOSO-radikala je pokazal, da v procesu direktne abstrakcije H-atoma iz HOSO-radikala z  $\text{NO}_2$  najprej pride do tvorbe kompleksa radikal-voda, ki ob približevanju  $\text{NO}_2$  asociira v predreakcijski kompleks. Energijska pregrada migracije atoma H iz kisikovega atoma HOSO na kisikov atom  $\text{NO}_2$  postane praktično zanemarljiva, prisotnost naslednje molekule vode v reakciji pa ne vpliva več na njeno velikost, niti ne na sam mehanizem procesa. Rezultati tako dokazujejo, da ima odločilno vlogo na potek reakcije ena sama molekula vode, tako v troposferskih razmerah kot v razmerah izgorevanja fosilnih goriv ali ob vulkanskih izbruhih. Nadalje smo z raziskavami termodinamskih parametrov deaktivacije HOSO-radikala ter njegovih kompleksov z vodo in mravljično kislino v reakcijah z atomi vodika in s hidroksi radikali ugotovili, da je proces pretvorbe kompleksov v končne produkte manj eksotermen v primerjavi z deaktivacijo prostega radikala. Proste entalpije reakcij pa se na račun naraščajočega entropijskega prispevka praktično ne spremenijo.

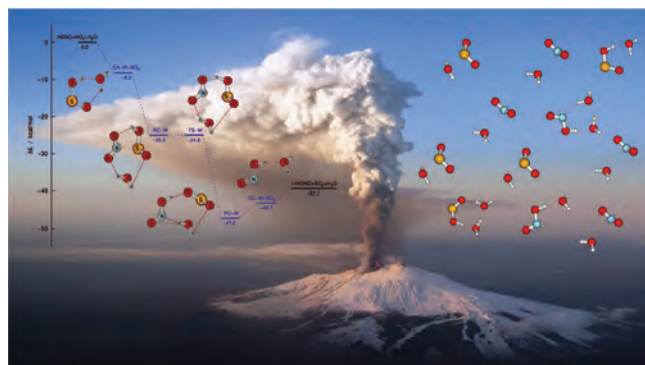
V okviru laboratorija za organsko in bioorgansko kemijo smo nadaljevali raziskave na področju transformacij organskih spojin v okolju prijaznejših reakcijskih razmer.

Pri raziskavah, kjer je poudarek na razvoju novih okolju bolj sprejemljivih metod za reakcije halogeniranja organskih molekul, smo razvili novo metodo direktne priprave vicinalnih halohidrinov ali vicinalnih halo metoksi alkanov iz terciarnih fenil substituiranih alkoholov po reakcijah z N-halo sukcinimidi v vodnem oziroma metanolnem reakcijskem mediju.



Slika 3: (a) Tipična odvisnost vezavne energije adsorbiranih atomov od zasedenosti površine, tj. vez adsorbat-površina postaja šibkejša z večanjem zasedenosti zaradi odbojnih lateralnih interakcij med adsorbiranimi atomi. Tako odvisnost izkazujejo atomi Cl na površini Al(111). V nasprotju s tem pa pri kemisorbiranih kisikovih atomov na površinah aluminija nastanejo privlačne lateralne interakcije med negativno nabitimi kisikovimi atomi; ta anomalna odvisnost vezavne energije od zasedenosti je prikazana na sliki (b). (Spodaj) Elektronska deformacijska gostota za kemisorbiran Cl (levo, c) in O (desno, d) na površini Al(111) pri visoki zasedenosti površine. Modra barva prikazuje primanjkljaj elektronov, rdeča pa presežek elektronov.

**Energijska pregrada za migracije vodikovega atoma iz HOSO-radikala na  $\text{NO}_2$  postane že v prisotnosti ene molekule vode zanemarljiva. Proces je zelo eksotermen in spontan tako v troposferskih razmerah kot pri izgorevanju fosilnih goriv ali ob vulkanskih izbruhih.**



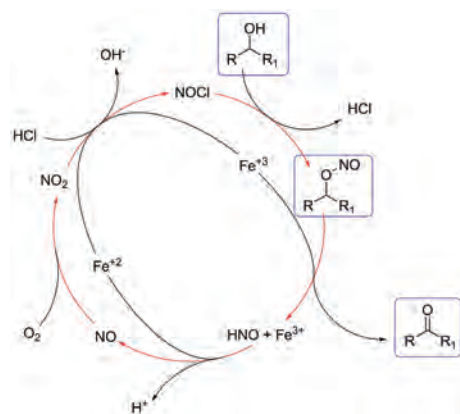
Slika 4: Transformacija radikala HOSO v radikal HONO ob prisotnosti vode

Razvili smo novo metodo uvedbe azidne in izotiocianatne funkcionalne skupine v organske molekule preko direktne nukleofilne substitucije hidroksilne skupine na benzilnih alkoholih, kjer imata tetrametilsilazid oziroma trimetilsilazotiocianat vlogo izvira nukleofila, katalitske količine molekulskega joda pa aktivatorja hidroksilne izstopajoče skupine. Reakcije je mogoče selektivno in učinkovito voditi brez uporabe topila, kar znatno izboljša njihov zeleni kemijski profil. Nadalje smo razvijali reakcijo pripajanja benzilnih alkoholov in fenil substituiranih alkenov, katalizirano z elementarnim jodom brez uporabe topil. Transformacijo, ki vodi do nastanka 1-fenil-2-benzil alkenov, kjer pride do tvorbe nove vezi ogljik-ogljik med benzilnim ogljikom na alkoholu in vicinalnim ogljikom fenil substituiranega alkena, smo aplicirali na široki izbiri benzilnih alkoholov in v nekaj primerih ustreznih alkenov.

Na področju oksidacijskih pretvorb organskih molekul smo odkrili, razvili in ovrednotili dve novi metodi aerobne oksidacije alkoholov. S kisikom nam je primarne benzilne alkohole uspelo selektivno oksidirati do aldehydov z odličnimi izkoristki pri sobni temperaturi z reakcijskim sistemom kisik/(kat.)HNO<sub>3</sub>/1,1,1,3,3,3-heksafluoropropan-2-ol (HFIP, topilo in templatni katalizator). Kisik je terminalni oksidant, HNO<sub>3</sub> deluje kot oksidant in vir dušikovih oksidov, aktivacija pa je dosežena preko 1,1,1,3,3,3-heksafluoropropan-2-ola, ki deluje kot templatni katalizator in kot topilo. Fluoriran alkohol poveča selektivnost, saj prepreči nadaljnjo oksidacijo do benzojeve kisline. Moč aktivacije dušikove kisline za aerobno oksidacijo preko fluoriranih alkoholov je tako velika, da ni bilo potrebe za uporabo navadnih kokatalizatorjev, kot so prehodne kovine in derivati TEMPO-ta. Z novim reakcijskim sistemom: kisik / FeCl<sub>3</sub> (kat.) / HNO<sub>3</sub> (kat.) / 1,1,1,3,3,3-heksafluoropropan-2-ol (HFIP, topilo in templatni katalizator) smo dosegli selektivno oksidacijo sekundarnih alkoholov, primarne hidroksilne skupine pa ostanejo pri transformaciji nedotaknjene. Predlagali smo tudi reakcijsko pot transformacije (slika 5).

V okviru sodelovanja v centru odličnosti CIPKeBiP in z visokotehnološkim podjetjem ACIES BIO smo nadaljevali sodelovanje pri usmerjeni sintezi gradnikov različnih potencialnih bioučinkovin, derivatov pantetinske kisline ter derivatov malonove kisline kot prekursorjev pri biosintezi poliketidov. Končali smo raziskavo novih reagentov za fosforiliranje alkoholov in njihovega preizkušanja na derivatih pantetinske kisline in izsledke objavili v vodilni reviji

na področju organske sinteze. Za podjetje ECOT, d. o. o., razvijamo nove izdelke na področju avtokozmetike. Vpeti smo v izobraževalni prostor v okviru Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, kjer sodelujemo v podiplomskem izobraževalnem procesu na področju zelene organske kemije, ter v okviru Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru na prvi in drugi bolonjski stopnji programa kemija.



Slika 5: Predlagana reakcijska pot aerobne oksidacije sekundarnih alkoholov z reakcijskim sistemom kisik/(kat.)FeCl<sub>3</sub>/(kat.)HNO<sub>3</sub>/heksafluoro izopropanol

**Sintetizirali smo sedem novih maskiranih analogov fosfopantotenatov, primernih za evalvacijo njihove potencialne bioaktivnosti v procesu intracelične sinteze koencima A.**

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. P. Rodič, A. Mertelj, M. Borovšak, A. Benčan, D. Mihailović, B. Malič, I. Milošev, Composition, structure and morphology of hybrid acrylate-based sol-gel coatings containing Si and Zr composed for protective applications, *Surf. Coat. Technol.*, 286 (2016), 388–396
2. D. Covaciu Romonti, J. Iskra, M. Bele, I. Demetrescu, I. Milošev, Elaboration and characterization of fluorohydroxyapatite and fluoroapatite sol-gel coatings on CoCrMo alloy, *J. Alloys Compds*, 665 (2016), 355–364
3. M. Poberžnik, A. Kokalj, Origin of surprising attractive interactions between electronegative oxygen adatoms on aluminium surfaces, *J. Phys. Chem. C*, 120 (2016), 25915–25922
4. S. Tušar, A. Lesar, Hydrogen bonding in the hydroxysulfinyl radical-formic acid-water system: a theoretical study, *J. Comput. Chem.*, 37 (2016), 1611–1625
5. J. Pahor, S. Stavber, A. Čusak, G. Kosec, H. Petković, A. Podgoršek, Toward the efficient synthesis of new phosphopantothenate derivatives by using chlorophosphate reagents, *Synthesis*, 48 (2016), 3763–7881

## Patent

1. Rok Zupet, Jernej Iskra, Miloš Ruzič, Anica Pečavar, Ivanka Kolenc, Jože Pucelj, Igor Plaper, A process for a preparation of marbofloxacin and intermediate thereof, EP2501680 (B1), European Patent Office, 10. 2. 2016. [COBISS.SI-ID 23722791]

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. EUSpec COST Action MP1306, EWinS 2016 and EUSpec Winter School on Core Level Spectroscopies, Ajdovščina, Slovenija, 1.–11. 2. 2016

- 4<sup>th</sup> CARISMA Meeting, CMST COST Action CM1205, Ljubljana, Slovenija, 21.–23. 3. 2016
- M-ERA.NET Project »COR\_ID«, uvodno srečanje, Ljubljana, Slovenija, 11.–12. 4. 2016
- M-ERA.NET Project »COIN DESC«, uvodno srečanje, Ljubljana, Slovenija, 27.–28. 10. 2016

## Nagrade in priznanja

- Ingrid Milošev: Preglova nagrada Kemijskega inštituta za izjemne dosežke na področju kemije
- Klara Čebular: nagrada za predstavitev posterja na 6th International IUPAC Conference on Green Chemistry, Benetke, Italija, september 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

- CARISMA; Katalitske poti za aktivacijo majhnih molekul; CMST COST akcija CM1205  
Cost Office  
prof. dr. Jernej Iskra
- EUSpec, COST MP1306; Sodobna orodja za spektroskopijo naprednih materialov:  
evropska platforma za modeliranje  
Cost Office  
doc. dr. Anton Kokalj
- Antimalarijski peroksidi od laboratorija do postelje: sinteza, kemija, antimalarijska  
aktivnosti in SAR študije novih funkcionaliziranih 1,2,4-trioksanov in  
1,2,4,5-tetraoksanov aktivnih na odporne seve parazita Plazmodija  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Jernej Iskra
- CECICORR - Molekularno modeliranje in eksperimentalna karakterizacija faznih mej  
relevantnih za korozijo: pasivni filmi in inhibitorji korozije  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Anton Kokalj
- Protikorozijska zaščita tehnološko pomembnih materialov na osnovi ekološko  
neoporečnih prevlek  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Ingrid Milošev
- Študij sinteze bioaktivnih furanov in njihov zaviralni vpliv v antimikrobnih hibridnih  
prevlekeh  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Jernej Iskra

## PROGRAMA

- Kemija za trajnostni razvoj  
prof. dr. Stojan Stavber
- Napredni materiali za nizkoogljično in trajnostno družbo  
prof. dr. Ingrid Milošev

## PROJEKTI

- Zaščita lahkih zlitin na osnovi aluminija kot materialov prihodnosti za transportno  
industrijo  
prof. dr. Ingrid Milošev
- Razvoj polimerov z molekularnimi odtisi in njihova uporaba na področju okoljske in  
bio-analitike  
prof. dr. Jernej Iskra
- Nova tehnologija za pridobivanje novih poliketidnih vodnic s kemijsko reaktivnimi  
skupinami  
prof. dr. Stojan Stavber
- COR\_ID: Ciljano oblikovanje korozijsko odpornih prevlek za različne namene  
prof. dr. Ingrid Milošev
- Manjše usluge  
prof. dr. Ingrid Milošev

## OBISKI

- prof. dr. Lorenzo Fedrizzi, University of Udine, Italija, 18. 5. 2016
- Gregor Ekart, dodiplomski študent, Imperial College London, Anglija, 4. 7.–8. 9. 2016
- Dominique Costa, Chemie Paris Tech, Ecole nationale superieure de chimie de Paris,  
Paris, Francija, 19.–23. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- Peter Rodič, Corrosion protection of aluminium and its alloys with thin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film  
grown by atomic layer deposition, odsečni seminar, 3. 3. 2016
- Dunja Gustinčič, Hidrosilicija površin Cu<sub>2</sub>O(111) in modeliranje oksidne plasti na  
površini bakra, odsečni seminar, 5. 4. 2016
- Gavril Šekularac, Microbiologically influenced corrosion of Al alloys and stainless  
steel, odsečni seminar, 5. 5. 2016
- Katarina Starkl Rener, Sinteza nesimetričnih tetraoksanov in vrednotenje njihove  
biološke aktivnosti, odsečni seminar, 17. 5. 2016
- Klara Čebular, Iodine as a mild catalyst for cross-coupling and azidation reactions,  
odsečni seminar, 30. 8. 2016
- Urša Tiringner, Predpriprava aluminijevih zlitin 7075 in 2024, odsečni seminar, 8. 9. 2016
- Gregor Ekart, Effect of cleaning agent on corrosion properties of AA2024 and AA7075,  
odsečni seminar, 9. 9. 2016
- Štefan Možina, Activation of nitric acid in fluorinated alcohols for nitration and  
oxidation, odsečni seminar, 16. 9. 2016
- Simona Tušar, Modeliranje reakcij radikalov ob prisotnosti vode in kislin v atmosferi,  
odsečni seminar, 12. 10. 2016
- Dominique Costa, DFT Modelling of Corrosion Inhibition by Organic Molecules:  
Carboxylates as inhibitors of aluminium corrosion, odsečni seminar, 21. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Dunja Gustinčič, Anton Kokalj: EUSpec COST Action MP1306: EWinS 2016 and EUSpec  
Winter School on Core Level Spectroscopies, Ajdovščina, Slovenija, 1.–11. 2. 2016 (2)
- Ingrid Milošev: XI. Susret mladih kemijskih inženjera, Zagreb, Hrvaška, 18.–19. 2. 2016 (1)
- Jernej Iskra, Štefan Možina: 4th CARISMA Meeting, Ljubljana, Slovenija, 21.–23. 3. 2016 (2)
- Klara Čebular, Dunja Gustinčič, Štefan Možina, Jerca Pahor, Simona Tušar, Barbara  
Volarič: 10. Dan mladih raziskovalcev KMBO, Ljubljana, Slovenija, 31.–31. 3. 2016 (6)
- Anton Kokalj: 3rd Ljubljana–Udine Catalysis Colloquium, Ljubljana, Slovenija,  
10. 5. 2016 (1)
- Njomza Ajvazi, Klara Čebular, Štefan Možina, Jerca Pahor: 8. študentska konferenca  
Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefan, Ljubljana, Slovenija, 31. 5.–1. 6. 2016 (4)
- Ingrid Milošev: 17th EFORT Congress, Ženeva, Švica, 1.–3. 6. 2016 (2)
- Urša Tiringner: 16th Joint Vacuum Conference and 14th European Vacuum Conference  
and 23rd Croatian-Slovenian Vacuum Meeting, Portorož, Slovenija, 6.–10. 6. 2016 (1)
- Ingrid Milošev: 6. raziskovalni dan Ortopedske bolnišnice Valdortra in 3. srečanje  
Vertebrološkega združenja Slovenije, Ankaran, Slovenija, 17. 6. 2016 (2)
- Ingrid Milošev: Corrosion – Aqueous Gordon Research Conference, New London, NH,  
ZDA, 10.–15. 7. 2016 (1)
- Matic Poberžnik: CAMD Summer School Electronic Structure Theory and Materials  
Design, Lingby, Danska, 14.–19. 8. 2016 (1)
- Klara Čebular, Štefan Možina: 6th International IUPAC Conference on Green Chemistry,  
Benetke, Italija, 4.–8. 9. 2016 (2)
- Klara Čebular, Štefan Možina, Peter Rodič, Stojan Stavber: 22. Slovenski kemijski dnevi,  
Portorož, Slovenija, 28.–30. 9. 2016 (3)
- Matic Poberžnik, Anton Kokalj: 13th International Conference of Fundamental and  
Applied Aspects of Physical Chemistry and International Meeting on Material Science  
and Energy Related Applications, Beograd, Srbija, 29.–30. 9. 2016 (3)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Barbara Volarič: Friedrich-Alexander University, Institute for Surface Science and Corrosion, Erlangen, Nemčija, 19. 9. 2015–21. 1. 2016 (raziskovalno delo v okviru doktorskega dela)
- Urša Tiringier: Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC), Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid, Španija, 23. 1.–25. 5. 2016 (raziskovalno delo v okviru doktorskega dela)
- Matic Poberžnik: Chimie ParisTech, Ecole nationale supérieure de chimie de Paris, Laboratory of Physical Chemistry of Surfaces, Pariz, Francija, 15. 1.–17. 6. 2016 (raziskovalno delo v okviru doktorskega dela)
- Peter Rodič: The Ohio State University, College of Engineering, Department of Material Science and Engineering, Columbus, ZDA, 2.–30. 10. 2016 (raziskovalno delo v okviru bilateralnega sodelovanja)
- Anton Kokalj, Matic Poberžnik: Chimie ParisTech, Ecole nationale supérieure de chimie de Paris, Laboratory of Physical Chemistry of Surfaces, Pariz, Francija, 21.–25. 11. 2016 (raziskovalno delo v okviru bilateralnega sodelovanja)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

- prof. dr. Jernej Iskra\*
- doc. dr. Anton Kokalj
- dr. Antonija Lesar
- prof. dr. Ingrid Milošev, znanstveni svetnik - vodja odseka**
- prof. dr. Stojan Stavber, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine

### Podoktorski sodelavci

- dr. Tina Bakarič
- dr. Peter Rodič

### Mlajši raziskovalci

- Dunja Gustinčič, univ. dipl. kem.
- dr. Jerca Pahor, odšla 1. 8. 2016*
- Matic Poberžnik, univ. dipl. kem.
- Griša Grigorij Prinčič, mag. biokem.
- dr. Katarina Starčič Renar, odšla 1. 6. 2016*
- Gavrilo Šekularac, Graduate Eng. of Technology, Srbija
- Urša Tiringier, mag. kem.
- dr. Simona Tušar, odšla 1. 6. 2016*
- Barbara Volarič, univ. dipl. inž. kem. tehnol.

### Strokovni sodelavci

- Barbara Kapun, dipl. inž. kem. tehnol.

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
- Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
- Univerza v Novi Gorici, Laboratorij za raziskavo materialov
- Ortopedska bolnišnica Valdoltra, Ankaran
- Kemijski inštitut, Ljubljana
- Kmetijski inštitut, Ljubljana
- Ecot, d. o. o., Ljubljana
- Semenarna, d. d., Ljubljana
- Center odličnosti CIPKeBiP, Ljubljana
- ACIES BIO, Ljubljana
- University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Zagreb, Hrvaška
- Institut »Ruder Bošković«, Zagreb, Hrvaška
- INFM DEMOCRITOS National Simulation Center, Trst, Italija
- SISSA/ISAS – International School for Advanced Studies, Trst, Italija
- CNR, Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari, Milano, Italija
- University of Genova, Genova, Italija
- Nanosystem Research Institute @ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japonska
- Faculty of Pure and Applied Science, University of Tsukuba, Tsukuba, Japonska
- University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Srbija
- University of Erlangen-Nürnberg, Institut für Organische Chemie, Erlangen, Nemčija
- Institute of Ecological Chemistry, GSF-National-Research-Center, Neuherberg, Nemčija
- Gymnasium Ganderkesee, Ganderkesee, Nemčija
- Romanian Academy, Institute of Physical Chemistry "Ilie Murgulescu", Bukarešta, Romunija
- Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, Francija
- University of Ioannina, Ioannina, Grčija
- Institute of Advanced Chemistry of Catalonia, Barcelona, Španija
- University of North Florida, Jacksonville, ZDA
- University Babeş-Bolyai, Cluj-Napoca, Romunija
- National University of Mar del Plata, INTEMA, Conicet, Mar del Plata, Argentina

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Njomza Ajvazi, Stojan Stavber, "Direct halogenation of alcohols with halosilanes under catalyst- and organic solvent-free reaction conditions", *Tetrahedron lett.*, vol. 57, no. 22, str. 2430-2433, 2016. [COBISS.SI-ID 29450791]
- Njomza Ajvazi, Stojan Stavber, "Transformation of tertiary benzyl alcohols into the vicinal halo-substituted derivatives using N-halosuccinimides", *Molecules (Basel)*, vol. 21, no. 1, str. 1325-1-1325-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29811239]
- Nicoleta Cotelan, Mitja Rak, Marjan Bele, Andrej Cör, Liana Maria Murean, Ingrid Milošev, "Sol-gel synthesis, characterization and properties of TiO<sub>2</sub> and Ag – TiO<sub>2</sub> coatings on titanium substrate", *Surf. coat. technol.*, vol. 307, part A, str. 790-799, 2016. [COBISS.SI-ID 29991975]
- D. Covaciu Romonti, Jernej Iskra, Marjan Bele, Ioana Demetrescu, Ingrid Milošev, "Elaboration and characterization of fluorohydroxyapatite and fluoroapatite sol-gel coatings on CoCrMo alloy", *J. alloys compd.*, vol. 665, str. 355-364, 2016. [COBISS.SI-ID 29240871]
- Daniela Covaciu Romonti, Ingrid Milošev, Ioana Demetrescu, "Effect of sodium fluoride on the stability of dental alloys in artificial saliva", *Rev. chim. (Bucur.)*, vol. 67, iss. 6, str. 1097-1103, 2016. [COBISS.SI-ID 29669927]
- Antonija Lesar, Simona Tušar, "Water mediated hydrogen abstraction mechanism in the radical reaction between HOSO and NO<sub>2</sub>", *Chem. Phys. Lett.*, vol. 651, str. 209-215, 2016. [COBISS.SI-ID 29450279]
- Ingrid Milošev, Nataša Kovačević, Anton Kokalj, "Effect of mercapto and methyl groups on the efficiency of imidazole and benzimidazole-based inhibitors of iron corrosion", *Acta chim. slov. (Print ed.)*, vol. 63, no. 3, str. 544-559, 2016. [COBISS.SI-ID 29784871]
- Ingrid Milošev, Peter Rodič, "Cerium chloride and acetate salts as corrosion inhibitors for aluminium alloy AA7075-T6 in sodium chloride solution", *Corrosion (Houston, Tex.)*, vol. 72, no. 8, str. 1021-1034, 2016. [COBISS.SI-ID 29450535]
- Jerca Pahor, Stojan Stavber, Alen Čusak, Gregor Kosec, Hrvoje Petković, Ajda Podgoršek, "Toward the efficient synthesis of new phosphopantothenate derivatives by using chlorophosphate reagents", *Synthesis (Stuttg.)*, vol. 48, no. 21, str. 3763-3772, 2016. [COBISS.SI-ID 4655736]
- Andraž Pavlišič, Primož Jovanovič, Vid Simon Šelih, Martin Šala, Marjan Bele, Goran Dražič, Iztok Arčon, Samo B. Hočevar, Anton Kokalj, Nejc Hodnik, Miran Gaberšek, "Atomically resolved dealloying of structurally ordered Pt nanoalloy as an oxygen reduction reaction electrocatalyst", *ACS catal.*, vol. 6, iss. 8, str. 5530-5534, Aug. 2016. [COBISS.SI-ID 5951258]
- Matic Poberžnik, Anton Kokalj, "Origin of surprising attractive interactions between electronegative oxygen adatoms on aluminum surfaces", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, no. 45, str. 25915-25922, 2016. [COBISS.SI-ID 29992743]
- Matic Poberžnik, Miha Purg, Matej Repič, Janez Mavri, Robert Vianello, "Empirical valence bond simulations of the hydride-transfer step in the monoamine oxidase A catalyzed metabolism of noradrenaline", *J. phys. chem., B Condens. mater. surf. interfaces biophys.*, vol. 120, iss. 44, str. 11419-11427, Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 6044186]
- Matej Ravber, Darja Pečar, Andreja Goršek, Jernej Iskra, Željko Knez, Mojca Škerget, "Hydrothermal degradation of rutin: identification of degradation products and kinetics study", *J. agric. food chem.*, vol. 64, iss. 48, pp. 9196-9202, 2016. [COBISS.SI-ID 29993767]
- Peter Rodič, Alenka Mertelj, Miloš Borovšak, Andreja Benčan, Dragan Mihailović, Barbara Malič, Ingrid Milošev, "Composition, structure and morphology of hybrid acrylate-based sol-gel coatings containing Si and Zr composed for protective applications", *Surf. coat. technol.*, vol. 286, str. 388-396, 2016. [COBISS.SI-ID 29132839]
- Peter Rodič, Ingrid Milošev, "Corrosion inhibition of pure aluminium and alloys AA2024-T3 and AA7075-T6 by cerium(III) and cerium(IV) salts", *J. Electrochem. Soc.*, vol. 163, no. 3, str. C85-C93, 2016. [COBISS.SI-ID 29113639]
- Daniela E. Romonti, Andrea Gomez Sanchez, Ingrid Milošev, Ioana Demetrescu, Silvia Ceréa, "Effect of anodization on the surface characteristics and electrochemical behaviour of zirconium in artificial saliva", *Mater. sci. eng., C, Biomim. mater., sens. syst.*, vol. 62, str. 458-466, 2016. [COBISS.SI-ID 29347623]
- Rihard Trebše, Anže Mihelič, Vesna Levašič, Andrej Cör, Ingrid Milošev, "Results of revision of total hip arthroplasty for alumina ceramic-on-ceramic bearing fracture", *Hip int.*, vol. 26, no. 3, str. 237-243, 2016. [COBISS.SI-ID 29452071]
- Simona Tušar, Antonija Lesar, "Hydrogen bonding in the hydroxysulfinyl radical-formic acid-water system: a theoretical study", *J. comput. chem.*, vol. 37, no. 17, str. 1611-1625, 2016. [COBISS.SI-ID 29450023]
- Gregor Žerjav, Ingrid Milošev, "Corrosion protection of brasses and zinc in simulated urban rain. Part II. The combination of inhibitors benzotriazole and 2-mercaptobenzimidazole with stearic acid", *Mater. corros. (1995)*, vol. 67, no. 1, str. 92-103, 2016. [COBISS.SI-ID 28689447]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Katarina Starkl, Jernej Iskra, Igor Križaj, "Understanding malarial toxins", *Toxicon (Oxford)*, vol. 119, str. 319-329, 2016. [COBISS.SI-ID 29631271]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Njomza Ajvazi, Stojan Stavber, "New method for C-O and C-N bond formation catalysed by N-halo compounds under green reaction conditions", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 205-215. [COBISS.SI-ID 29528871]
- Klara Čebular, Monika A. Horvat, Stojan Stavber, "Metal - free azidation of alcohols catalysed by molecular iodine", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 13-19. [COBISS.SI-ID 29529639]
- Klara Čebular, Stojan Stavber, "Molecular iodine as a mild catalyst for cross - coupling of alkenes and alcohols", V: *Zbornik referatov in povzetkov*, 22. Slovenski kemijski dnevi, Portorož, 28.-30. september 2016, 6 str. [COBISS.SI-ID 29812263]
- Tjaša Gornik, Anja Krajnc, Amadeja Koler, Marko Turnšek, Ester Heath, Jernej Iskra, Peter Krajnc, Karel Ježabek, Tina Kosjek, "Implementing molecularly imprinted polymer (MIP) in the analytical method for determining sertraline residues in aqueous environment", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 39-45. [COBISS.SI-ID 29532711]
- Štefan Možina, Stojan Stavber, Jernej Iskra, "Mimicking nature - iron catalysed oxidation of alcohols", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 69-75. [COBISS.SI-ID 29529127]
- Jerca Pahor, Ajda Podgoršek, Alen Čusak, Gregor Kosec, Hrvoje Petković, Stojan Stavber, "Razvoj metod za pripravo aciloksialkilnih predzdravil fosfatov ter uporaba topil, primernih za farmacevtsko industrijo", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 81-90. [COBISS.SI-ID 29529383]
- Mojca Škerget, Darja Pečar, Andreja Goršek, Jernej Iskra, Matej Ravber, Željko Knez, "Kinetika razpada kvercetin rutinozida v subkritični vodi", V: *Zbornik referatov in povzetkov*, 22. Slovenski kemijski dnevi, Portorož, 28.-30. september 2016, 4 str. [COBISS.SI-ID 29811495]
- Monika Žnidaršič, Črtomir Podlipnik, Ingrid Milošev, "The effect of benzene ring and mercapto group in imidazoles on the corrosion inhibition of copper alloy with 10% zinc", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 273-277. [COBISS.SI-ID 29546279]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Jernej Iskra, "Synthesis by substitution of hydrogen: (update 2015)", V: *Science of synthesis: Houben-Weyl methods of molecular transformations*, (Knowledge updates, 2015/2), Klaus Banert, Stuttgart,



- New York, Georg Thieme Verlag, 2016, str. 375-386. [COBISS.SI-ID 29137703]
2. Jernej Iskra, "Synthesis by substitution of hydrogen: (update 2015)", V: *Science of synthesis: Houben-Weyl methods of molecular transformations*, (Knowledge updates, 2015/2), Klaus Banert, Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag, 2016, str. 387-390. [COBISS.SI-ID 29137959]
  3. Jernej Iskra, Shaun S. Murphree, "Synthesis by substitution of hydrogen: (update 2015)", V: *Science of synthesis: Houben-Weyl methods of molecular transformations*, (Knowledge updates, 2015/2), Klaus Banert, Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag, 2016, str. 359-373. [COBISS.SI-ID 29137447]
  4. Ingrid Milošev, "Surface treatments of titanium with antibacterial agents for implant applications", V: *Biomedical and pharmaceutical applications of electrochemistry*, (Modern aspects of electrochemistry, 60), Stojan S. Djokić, ur., Cham, Springer, [2016], str. 1-87. [COBISS.SI-ID 29784615]

## PATENT

1. Rok Zupet, Jernej Iskra, Miloš Ružič, Anica Pečavar, Ivanka Kolenc, Jože Pucelj, Igor Plaper, *A process for a preparation of marbofloxacin and*

*intermediate thereof*, EP2501680 (B1), European Patent Office, 10. 02. 2016. [COBISS.SI-ID 23722791]

## MENTORSTVO

1. Njomza Ajvazi, *N-halo organske spojine kot katalizatorji ali reagenti za vsestranske transformacije alkoholov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Stojan Stavber). [COBISS.SI-ID 29618727]
2. Jerca Pahor, *Novi pristopi k sintezi predzdravil fosfatov in fosforilirani derivati pantotenske kisline*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Ajda Podgoršek Berke; somentor Stojan Stavber). [COBISS.SI-ID 29721383]
3. Katarina Starkl Renar, *Študija sinteze nesimetričnih tetraoksanov in vrednotenje njihove potencialne biološke aktivnosti*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Jernej Iskra). [COBISS.SI-ID 284866048]
4. Simona Tušar, *Modeliranje reakcij radikalov ob prisotnosti vode in kislin v atmosferi*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Antonija Lesar; somentor Tomaž Urbič). [COBISS.SI-ID 287248128]

**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 makronivoju. Raziskujemo tudi osnove procesov za pripravo senzorjev tlaka, keramičnih mikroelektromehanskih sistemov (MEMS) in fleksibilne elektronike.**

V okviru raziskav okolju prijaznih piezoelektrikov brez svinca smo posebno pozornost namenili alkalijskim niobatom. V sodelovanju s Kemijskim inštitutom v Ljubljani, Univerzo v Ljubljani, Univerzo v Novi Gorici, Univerzo za montanistiko v Leobnu, Avstrija, in Univerzo v Milanu, Italija, smo na primeru s stroncijem dopirane keramike  $K_{0,5}Na_{0,5}NbO_3$  (KNN) razložili mehanizem zaviranja rasti zrn v perovskitni keramiki zaradi dodatka aliovalentnega dopanta. Dokazali smo, da se v visoko dopirani keramiki tvori sekundarna faza, v kateri se segregirajo kationske vrzeli, ki nastanejo kot posledica dopiranja s stroncijem. Hkrati narašča delež nizkokotnih mej med zrni, slednje pa povzroča izrazito zmanjšanje zrn v alkalijskem niobatu. Prav tako smo z metodo termične analize in *in-situ* visokotemperaturne rentgenske analize študirali vpliv stroncija na potek sinteze KNN in dokazali, da Sr na potek sinteze KNN v trdnem stanju nima pomembnejšega vpliva. Ključen parameter, ki vpliva na temperaturni režim sinteze KNN, je porazdelitev velikosti delcev reagenta  $Nb_2O_5$ .

V sklopu raziskav piezoelektrične keramike, ki vsebuje svinec, smo z mikroskopom na atomsko silo s piezoelektričnim modulom raziskali feroelektrično domensko strukturo keramike  $Pb(Sc_{0,5}Nb_{0,5})O_3$ , pripravljene iz mehanokemijsko aktiviranega prahu. Pri sobni temperaturi smo v keramiki opazili kompleksno strukturo mikrometrskih domen, pri povišani temperaturi (90 °C) pa so poleg omenjenih domen opazne tudi nanometrskedomene, kar ustreza prehodu materiala iz feroelektrične v relaksorsko fazo pri  $\approx 98$  °C.

Nadalje smo študirali vpliv kristalne strukture na makroskopski feroelektrični odziv romboedrične keramike  $Pb(Zr,Ti)O_3$  (PZT). Dokazali smo, da so značilne dvojne histerezne zanke posledica defektov, ki vključujejo vrzeli na kisikovih mestih v kristalni rešetki in ne nagibanje kisikovih oktaedrov, kot je bilo predlagano v literaturi.

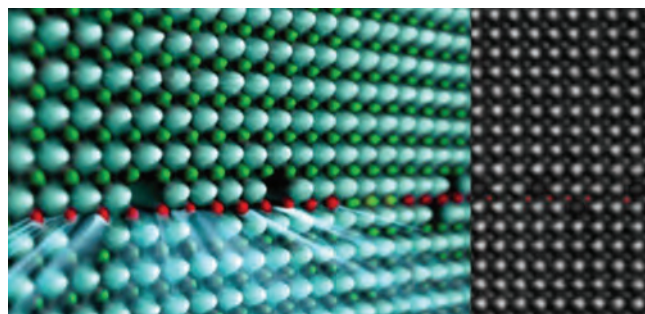
V okviru projekta 7 OP EU CERAMPOL smo v sodelovanju z raziskovalnim partnerjem HIPOT-RR izdelali inovativen sistem za čiščenje odpadnih vod, ki temelji na vibriranju porozne keramične membrane pod vplivom piezoelektrika  $Pb(Zr,Ti)O_3$ , integriranega na membrano. Razmere delovanja sistema smo optimizirali s kombinacijo računalniškega modeliranja in meritev vibracij sistema v širokem frekvenčnem območju, s preizkusi v realnih razmerah obratovanja pa smo potrdili, da je čiščenje vod z vibracijskim sistemom učinkovito. S partnerji projekta LEITAT iz Španije smo vložili PCT patentno prijavo.

V okviru raziskav multiferoične keramike  $BiFeO_3$  smo v sodelovanju s kolegi iz Odseka za raziskave sodobnih materialov, Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo, Kemijskega inštituta v Ljubljani, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Švica, in Univerze Shizuoka, Japonska, študirali mehanizem prevodnosti domen v feroelektričnem  $BiFeO_3$ . Raziskava je bila objavljena v Nature Materials, najuglednejši reviji na področju materialov s faktorjem vpliva 38,89 za leto 2015, kar jo uvršča med najvplivnejše znanstvene revije (slika 1).

Ena glavnih ovir za uporabo piezoelektričnih trdnih raztopin na osnovi  $BiFeO_3$  pri visokih temperaturah je njihova visoka električno prevodnost. Na primeru  $BiFeO_3$ - $SrTiO_3$  smo poročali, da lahko s žganjem v različnih atmosferah vplivamo na prevodnost keramike. Kot alternativni način za



Vodja:  
**prof. dr. Barbara Malič**



Slika 1: Umetniška predstavitev točkovnih defektov na domenski steni (akademski slikar Mito Gegič) ter slika bizmutovih (večjih) in železovih (manjših) atomskih kolon, posneta z vrstičnim presevnim elektronskim mikroskopom

**Raziskovalke in raziskovalci Instituta "Jožef Stefan" in Kemijskega inštituta smo v sodelovanju s kolegoma iz Japonske in Švice prvi nedvoumno dokazali prisotnost točkastih defektov na domenskih stenah v feroelektričnem bizmutovem feritu  $BiFeO_3$ . Razložili smo mehanizem električne prevodnosti domenskih sten v  $BiFeO_3$  in tako prispevali manjkajoči člen pri razlagi prevodnosti domenskih sten v feroelektrikih. Pomembnost raziskave se izraža z objavo v prestižni reviji Nature Materials.**

**Sodelavci Instituta "Jožef Stefan" smo s sodelavcema iz Poljske in Koreje pripravili multikalorični material  $0,8\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0,2\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$ . Delo je prva eksperimentalna potrditev soobstoja električnega in magnetnega vzbujanja kaloričnega odziva v relaksorskem feroelektriku in odpira nove možnosti na področju kaloričnega hlajenja. Članek je bil objavljen v reviji Scientific Reports.**

odpravo prvotno visoke prevodnosti keramike ter tudi za stabilizacijo zmanjšane prevodnosti pri kasnejših žganjih keramike v zraku in uporabi pod visokimi električnimi polji smo predlagali dopiranje keramike z manganom.

Elektrokalični (EK) pojav je pretvorba električne energije v toploto in je v literaturi navadno definiran kot adiabatna in reverzibilna sprememba temperature v polarnem materialu pod vplivom zunanega električnega polja. V sodelovanju z Odsekom za fiziko trdne snovi in Laboratorijem za hlajenje in daljinsko energetiko, Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, smo analizirali energijsko učinkovitost EK hladilnega sistema, pri čemer smo se osredinili na vpliv regeneracije električne energije

in histereznih izgub, ki jih izkazujejo obravnavani EK-materiali. Energijska učinkovitost materiala z velikimi histereznimi izgubami, v našem primeru trdne raztopine  $100(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 100x\text{PbTiO}_3$  (PMN -  $100x$  PT) s sestavami v bližini morfotropne fazne meje, kot PMN-35PT, je izrazito manjša od relaksorskih sestav, bogatih s PMN. Na osnovi analiz smo pokazali, da EK-materiali z nizkimi histereznimi izgubami, na primer PMN -  $100x$  PT z  $x \leq 0,1$ , in z visoko stopnjo regeneracije električne energije so osnova za učinkovit EK hladilni sistem.

Amplitude električnega polja, ki so primerne za doseganje EK temperaturnih sprememb ( $\Delta T$ ), primernih za uporabo v hladilni tehniki, to je okrog 2 K, so blizu dielektrične trdnosti EK volumenske keramike, značilne vrednosti pa so okrog 100 kV/cm. Da bi znižali napetost, s katere dosežemo izbrano EK  $\Delta T$ , smo s tehnologijo nalivanja in laminacije v sodelovanju s podjetjem KEKO-Oprema, Žužemberk, pripravili večplastne elemente relaksorskega feroelektrika  $0,9\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0,1\text{PbTiO}_3$  (PMN-10PT) z notranjimi platinskimi elektrodami, pri čemer je bila debelina posamezne keramične plasti okrog 60  $\mu\text{m}$ . EK-pojav smo izmerili z direktno metodo v visokoločljivostnem kalorimetru. Temperaturne spremembe ( $\Delta T$ ) večplastnih vzorcev smo ugotovili pri električnih poljih do 100 kV/cm v temperaturnem območju 55–105 °C. Največja pomerjena vrednost  $\Delta T$  je bila 2,26 K pri 100 kV/cm in pri temperaturi 105 °C. Rezultat se dobro ujema z vrednostmi, izmerjenimi na volumenski keramiki primerljive mase in dimenzij, vendar smo ga dosegli pri nekajkrat nižji delovni napetosti, s čimer smo napravili korak več do možnosti uporabe EK-keramike v hladilni tehniki.

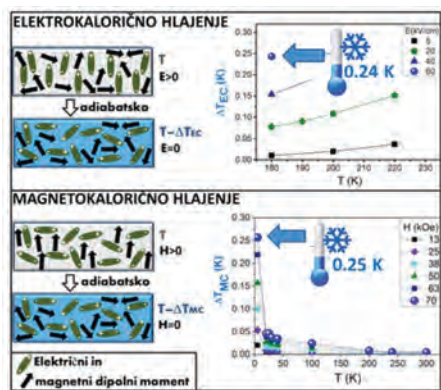
Z metodo končnih elementov smo modelirali delovanje EK-hladilnika za morebitno uporabo v mikroelektroniki. Bistveni deli hladilnika so ročice na osnovi PMN-10PT, ki se pod vplivom električnega polja istočasno upogibajo in izkazujejo EK-spremembo temperature. Rezultati modeliranja so potrdili, da s toplotnimi stiki med ročicami ustvarimo temperaturni gradient, kar je obetaven rezultat hladilne zmogljivosti predlagane strukture.

Pripravili smo multikalorični keramični material  $0,8\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0,2\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$ , ki izkazuje tako elektrokalično kot tudi magnetokalorično temperaturno spremembo. Delo je prva eksperimentalna potrditev soobstoja električnega in magnetnega vzbujanja kaloričnega odziva v relaksorskem feroelektriku in odpira nove možnosti na področju kaloričnega hlajenja (slika 2).

V okviru projekta M-ERA.NET PiezoMEMS smo s projektnimi partnerji iz Romunije in Poljske nadaljevali raziskave feroelektričnih tankih plasti na osnovi okolju prijaznih perovskitov za uporabo v piezoelektričnem zbiranju energije. Raziskovali smo vpliv donorskega dopiranja plasti  $\text{K}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{NbO}_3$  na mikrostrukturo ter fero- in piezoelektrični odziv tankih plasti.

V sodelovanju z raziskovalci iz LETI, Grenoble, Francija, Fakultete za fiziko, Univerze v Vilni, Litva, in Xi'an Jiaotong Univerze, Xi'an, Kitajska, ter Odsekom za fiziko trdne snovi IJS smo preučevali dielektrične lastnosti tankih plasti  $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$  (BST) z debelinami od 90 nm do 600 nm s pretežno stebričasto mikrostrukturo. Dielektričnost, izmerjena pri sobni temperaturi, izkazuje nemonotono odvisnost od debeline plasti, kar je posledica prispevkov mikrostrukture in napetosti, ki so v plasteh zaradi neujemanja termičnih raztezkov plasti in podlage. Dielektričnost plasti z debelino 170 nm in velikostjo zrn 75 nm je 1 180 pri 5 kHz, kar je med najvišjimi objavljenimi vrednostmi za plasti BST s podobno mikrostrukturo.

Z razumevanjem in obvladovanjem kemijskih interakcij med debelo plastjo in podlago ter poznanjem termičnih razteznostnih koeficientov smo z metodo sitotiska uspešno pripravili več 10  $\mu\text{m}$  debele plasti bizmutovega ferita  $\text{BiFeO}_3$  s primerno fazno sestavo in mikrostrukturo. Bizmutov ferit je težko polarizirati, saj zahteva uporabo visokega zunanega električnega polja. Kot alternativni način polarizacije debelih plasti bizmutovega ferita



Slika 2: Multikalorične lastnosti materiala  $0,8\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0,2\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$



Slika 3: Porazdelitev kristalografskih orientacij v stebričastih zrnih z izraženo domensko strukturo v debeli plasti  $\text{BiFeO}_3$

smo predlagali sintranje plasti nad feroelektričnim-paraelektričnim faznim prehodom. Dokazali smo namreč, da se v plasteh pri ohlajanju preko faznega prehoda pojavi gradient tlačnih napetosti, ki vodi do samopolariziranja debelih plasti. Slednje izkazujejo značilno mikrostrukturo s stebričastimi zrni (slika 3).

Raziskujemo pripravo **debelih plasti** okolju prijaznih piezoelektrikov na osnovi  $K_{0,5}Na_{0,5}NbO_3$  na kovinskih podlagah z metodo **elektroforetskega nanosa**.

Z metodo **brizgalnega tiskanja** smo pripravili debeloplastne strukture na osnovi  $Pb(Zr,Ti)O_3$ . Keramični prah smo dispergirali v vodi, suspenziji pa prilagodili viskoznost in površinsko napetost tako, da je bila primerna za tiskanje. Pripravili smo niz struktur s linijami širine  $\approx 80 \mu m$  in enakomernim, nekaj mikrometrskim razmikom med linijami. Po žganju pri  $850^\circ C$  so  $20 \mu m$  debele strukture izkazovale dielektričnost 1 100 in dielektrične izgube 0,057, kar je primerljivo z lastnostmi plasti, pripravljenimi s sitotiskom.

Z brizgalnim tiskanjem smo oblikovali **nanostrukture dielektrika** z veliko dielektričnostjo ( $\epsilon$ ) na osnovi tantal-aluminij-silicijevega oksida na podlagah stekla s prevodno plastjo indij-kositrovega oksida kot komponente za **prozorno elektroniko**. Viskoznost in površinsko napetost organskih tekočin za tiskanje (črnil) na osnovi topila eter-alkohola smo prilagodili z dodatkom močno viskoznih topil, kot sta glicerol in 1,3-propandiol. S primerno kombinacijo vseh treh topil v črnilu smo se izognili pojavu odebeljenega roba tiskanih nanostruktur, to je, pojavu kavnega madeža. Pripravili smo kondenzatorje z enakomerno debelino 45 nm z dobrimi funkcijskimi lastnostmi ( $\epsilon \approx 15$ ,  $\tan \delta \approx 0,034$  pri 100 kHz). Raziskave so potekale v sodelovanju z Odsekom za tanke plasti in površine in Odsekom za fiziko trdne snovi (slika 4).

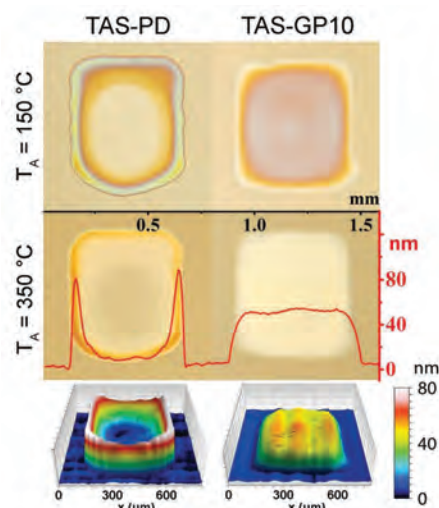
V okviru raziskav **polprevodnih materialov p-tipa** smo raziskali mehanizem nastanka nanokristaliničnega prahu  $Co_3O_4$  z metodo sežigalne sinteze iz raztopin kobaltovega nitrata in glicina. Z uravnavanjem reakcijskih razmer in s substehiometričnim deležem glicina smo pripravili enofazni  $Co_3O_4$ . Prah vsebuje aglomerate v obliki cvetače iz mehko vezanih nanokristalitov in ima veliko specifično površino ( $64,4 m^2/g$ ). V sodelovanju z raziskovalci iz Univerze Eberhard Karls v Tübingenu, Nemčija, smo iz prahu s postopkom kapljičnega nanašanja pripravili debeloplastne senzorje. Senzor, ki je bil žgan pri temperaturi  $600^\circ C$ , je odlično zaznaval aceton pri nizki delovni temperaturi  $150^\circ C$  v vlažnem okolju. Senzor bi bil primeren za ugotavljanje sladkorne bolezni v izdihanem zraku (slika 5).

Nadaljevali smo preiskave materiala **LTCC** (keramika z nizko temperaturo žganja, ang. Low-Temperature Co-Fired Ceramics) in preučevanjem tehnoloških postopkov za izdelavo keramičnih tridimenzionalnih struktur za mikroelektromehanske (MEMS) in kemijske mikrosisteme. Tradicionalno sodelovanje z raziskovalnima partnerjema HIPOT-RR in CO NAMASTE se je nadaljevalo pri vseh raziskovalnih nalogah, vezanih na uporabo LTCC in debeloplastne tehnologije pri razvoju in izdelavi izdelkov. Primer so mikrofluidni elementi za elektrokemične senzorje in keramična ohišja za piezoelektrične elemente, ki smo jih preučevali za projekta **INTcerSEN in PiezoMEMS**, oba iz programa **M-ERA.NET**, in senzorji tlaka, izdelani kot demonstracijski izdelki iz LTCC-folij, ki jih razvijajo v podjetju KEKO Oprema.

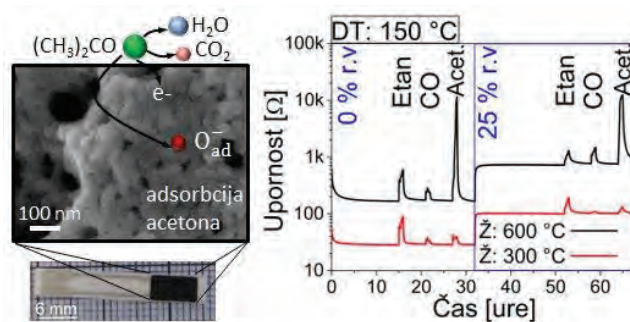
V sodelovanju s podjetjem **ETI Elektroelement**, d. d., smo preučevali postopke za izdelavo neporoznega kordieritnega materiala, ki ga uporabljajo za izdelke, izpostavljene velikim temperaturnim spremembam v kratkih časovnih intervalih. Material je primeren za velikoserijsko proizvodnjo na avtomatiziranih linijah.

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Rojac, Tadej, Benčan, Andreja, Dražič, Goran, Sakamoto, Naonori, Uršič, Hana, Jančar, Boštjan, Tavčar, Gašper, Makarovič, Maja, Walker, Julian, Malič, Barbara, Damjanovič, Dragan. Domain-wall conduction in ferroelectric  $BiFeO_3$  controlled by accumulation of charged defects. Nature materials, ISSN 1476-1122, [in press] 2016, 7 str., doi: 10.1038/nmat4799. [COBISS.SI-ID 29936679]



Slika 4: Posnetki z optičnim mikroskopom in profili sušenih ( $150^\circ C$ ) in toplotno obdelanih ( $350^\circ C$ ) tankoplastnih kondenzatorjev na osnovi tantal-aluminij-silicijevega oksida (TAS), oblikovanih z brizgalnim tiskanjem. Strukture, natisnjene s črnilom na osnovi topila 1,3-propandiol (PD), so izkazovale izrazit višji rob, čemur smo se izognili z novo sestavo črnila na osnovi mešanice topil PD in glicerola (GP10). Natisnili smo strukture z enakomerno debelino okrog 40 nm.



Slika 5: Slika površine senzorsko aktivnega nanosa  $Co_3O_4$  s shematskim prikazom adsorpcije acetona, posneta z vrstičnim elektronskim mikroskopom (levo). Enosmerni tokovni odziv upornosti senzorjev, žganih pri  $300^\circ C$  in  $600^\circ C$  med izpostavljanjem etanolu (Etan), ogljikovemu monoksidu (CO) in acetonu (Acet) pri delovni temperaturi  $150^\circ C$  v suhem in vlažnem okolju (desno). Sodelovanje z Univerzo v Tübingenu.

**Sodavca Odseka Danjela Kušcer in Janez Holc sta skupaj s kolegicami iz podjetja ETI, d. d., prejemnika srebrnega priznanje za inovacijo »Neporozni kordieritni material C410 za elektrotehniko«, ki ga je junija 2016 podelila Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje.**

2. Khomyakova, Evgeniya, Šadl, Matej, Uršič, Hana, Daniels, John, Malič, Barbara, Benčan, Andreja, Damjanovič, Dragan, Rojac, Tadej. Self-poling of BiFeO<sub>3</sub> thick films. ACS applied materials & interfaces, ISSN 1944-8244. [Print ed.], 8 (2016,) 30, 19626–19634, doi: 10.1021/acsami.6b05885. [COBISS.SI-ID 29643559]
3. Uršič, Hana, Bobnar, Vid, Malič, Barbara, Filipič, Cene, Vrabelj, Marko, Drnovšek, Silvo, Younghun, Jo., Wencka, Magdalena, Kutnjak, Zdravko. A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration. Scientific reports, ISSN 2045-2322, 6 (2016), 26629-1–26629-5, doi: 10.1038/srep26629. [COBISS.SI-ID 29513767]
4. Matavž, Aleksander, Frunzã, Raluca-Camelia, Drnovšek, Aljaž, Bobnar, Vid, Malič, Barbara. Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition. Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices, ISSN 2050-7526. [Print ed.], 4 (2016) 24, 5634–5641, doi: 10.1039/C6TC01090C. [COBISS.SI-ID 29491239]
5. Kuščer, Danjela, Bernardo, Mara, Santo-Zarnik, Marina, Malič, Barbara. Patterning of lead-zirconate-titanate thick-film structures by electrophoretic deposition from ethanol-based dispersions. Journal of the European ceramic society, ISSN 0955-2219. [Print ed.], 36 (2016) 2, 291–297, doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2015.08.033. [COBISS.SI-ID 28830759]

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. MIDEM 2016: 52<sup>nd</sup> International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, Ankaran Slovenija, 28.–30. 9. 2016
2. COST TO-BE Fall Meeting 2016, Ljubljana, 28.–30. 9. 2016

### Nagrade in priznanja

1. Darko Belavič: Zaslužni član Elektrotehniške zveze Slovenije, Ljubljana, 5. 2016. Predlagatelj: Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale MIDEM
2. Ines Bantan, Joži Prašnikar, Helena Razpotnik iz ETI, d. d., Danjela Kuščer, Janez Holc, iz IJS K-5: Srebrno priznanje za inovacijo »Neporozni kordieritni material C410 za elektrotehniko«, Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje, 8. 6. 2016
3. Lovro Fulanovič: SHAPING VI, Student poster award winner (nagrada za najboljši poster), Montpellier, Francija, 20. 7. 2016
4. Andraž Bradeško: Best poster award (nagrada za najboljši poster), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), ISAF/ECAPD/PFM Conference 2016 – IEEE, Darmstadt, Nemčija, 21.–25. 8. 2016
5. Tomaž Kos, Tadej Rojac (somentor): Prešernova nagrada Fakultete za elektrotehniko, Ljubljana, 6. 12. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Izdelava študije izvedljivosti in izdelavo večplastnih LTCC PCB struktur  
Ctr Carinthian Tech Research Ag  
prof. dr. Barbara Malič
2. Izdelava ohišja za LTCC SAW komponento in plošče  
Ctr Carinthian Tech Research Ag  
prof. dr. Barbara Malič
3. 7. OP - CERAMPOL; Keramčine in polimerne membrane za odstranjevanje težkih kovin in strupenih organskih spojin v vodi  
Evropska komisija  
doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
4. COST MP1308; Na poti k oksidni keramiki (TO-BE)  
Cost Office  
dr. Katarina Vojisavljevič
5. Heterogenost kompleksnih oksidov: kemijska homogenost, strukturne spremembe na atomskem nivoju ter obstoj polarnih nano-področij  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
6. Izdelava in modeliranje integriranih piezoelektričnih struktur za visokfrekvenčne ultrazvočne pretvornike  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
7. Piezoelektrične plasti za mikroelektromehanske sisteme na osnovi okolju prijaznih perovskitnih materialov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Barbara Malič

## PROGRAM

1. Elektronska keramika, nano, 2D in 3D strukture  
prof. dr. Barbara Malič

## PROJEKTI

1. Nanostrukture za visokoučinkovite fotonapetostne generatorje  
prof. dr. Barbara Malič
2. Novi elektrokalični materiali za novo ekološko prijazno dielektrično tehnologijo hlajenja  
prof. dr. Barbara Malič
3. Multifunkcijski materiali za aktuatorske in hladilne naprave  
doc. dr. Tadej Rojac
4. Analiza nehomogenosti fotonapetostnih gradnikov in vpliv na zmogljivost sončnih elektrarn tekem življenjske dobe  
prof. dr. Barbara Malič
5. Napetostno nastavljivi feroelektrični plastni kondenzatorji za prilagodljive mikrovalovne antene  
prof. dr. Barbara Malič
6. Učinkoviti piezoelektrični materiali za senzorje in aktuatorje v visokotemperaturnih aplikacijah  
doc. dr. Tadej Rojac
7. Mikro-elektromehanski in elektrokalični plastni elementi  
prof. dr. Barbara Malič
8. Napredna elektrokalična pretvorba energij  
prof. dr. Barbara Malič

9. INTCERSEN: Integrirani elektrokemični senzori s keramičnimi mikrofluidnimi strukturami  
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
10. PiezoMEMS: Piezoelektrični MEMS elementi za učinkovito zbiranje energije  
prof. dr. Barbara Malič

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Razvoj LTCC materiala in prevodnih past, ki so kompatibilne z LTCC materialom, s poudarkom na primerni adheziji prevodnega materiala z LTCC ter usklajenim zgoščevanjem obeh materialov  
Keko - Oprema, d. o. o., Žužemberk  
prof. dr. Barbara Malič

## OBISKI

1. Hugo Mercier, Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija, 1. 1.-8. 10. 2016
2. mag. Stjepan Golubić, Visoka tehniška škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvaška, 18. 1. 2016
3. Alen Britvić, Visoka tehniška škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvaška, 18. 1.-18. 4. 2016
4. dr. Carmen Galassi, Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici (ISTEC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); Faenza, Italija, 16.-18. 3. 2016
5. prof. Franck Levassort, Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija, 16.-18. 3. 2016
6. Alexandre-Benoît Bourgoin, Université de Limoges, Limoges, Francija, 2. 4.-31. 7. 2016
7. Dragana Vasiljević, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, 3.-23. 4. 2016
8. Jelena Vukmirović, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, 3.-23. 4. 2016
9. prof. Hisao Suzuki, Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Hamamatsu, Japonska, 16.-18. 4. 2016
10. prof. Jacob L. Jones, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, 19.-22. 6. 2016
11. dr. Vincenzo Buscaglia, Consiglio Nazionale delle Ricerche - IENI, Genova, Italija, 20.-22. 6. 2016
12. prof. Tomoya Ohno, Department of Materials Science, Kitami Institute of Technology; Kitami, Japonska, 30. 6.-1. 7. 2016
13. prof. Naonori Sakamoto, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska, 30. 6.-8. 7. 2016
14. Mateusz Firynowicz, Politechnika Poznańska, Poznań, Poljska, 4. 7.-10. 10. 2016
15. Anna Włodarkiewicz, Politechnika Poznańska, Poznań, Poljska, 13. 7.-22. 9. 2016
16. prof. Klaus Reichmann, Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija, 20. 7. 2016
17. Dong Hou, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, 29. 8.-3. 9. 2016
18. Reyhan Eşiyok, Yıldız Teknik Üniversitesi - Istanbul, Istanbul, Turčija, 1. 9.-26. 11., 2016
19. dr. Theodor Schneller, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, IWE II, RWTH Aachen, Aachen, Nemčija, 18.-20. 9. 2016
20. Mihael Štefić, Visoka tehniška škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvaška, 26. 9.-23. 12. 2016
21. prof. Anatoliy Panich, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Rusija, 24. 10. 2016
22. dr. Julian Walker, Pennsylvania State University, ZDA, 27.-28. 10. 2016
23. Agnieszka Monika Paszkowska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Poljska, 24. 10.-31. 12. 2016
24. Karolina Szymanek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Poljska, 24. 10.-31. 12. 2016
25. dr. Denis Alikin, Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija, 5.-18. 11. 2016
26. prof. Sverre Magnus Selbach, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norveška, 23.-25. 11. 2016
27. Krunoslav Kušcer, Visoka tehniška škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvaška, 19.-31. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. Barbara Malič, Problems associated with the mechanochemical synthesis of (1-x)Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-xPbTiO<sub>3</sub> (PMN-100xPT), 4. 3. 2016
2. Tina Bakarić, Processing of porous Pb(Zr<sub>0.53</sub>Ti<sub>0.47</sub>)O<sub>3</sub> ceramics with a designed microstructure and patterning of thick films by inkjet printing, 10. 3. 2016
3. dr. Carmen Galassi, Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici (ISTEC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); Faenza, Italija, Recent achievements on ferroelectric, antiferroelectric and multiferroic materials at CNR-ISTEC Faenza, 18. 3. 2016
4. prof. Franck Levassort, Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija, From KN single crystal functional characterization to in vivo skin imaging, 18. 3. 2016
5. dr. Hana Uršič Nemevšek, Domain structure and local electrical conduction of ferroelectric ceramics and films, 30. 3. 2016
6. dr. Kostja Makarovič, From Institute to industry after PhD -Tape casting from the perspective of the industry, 1. 4. 2016
7. prof. Hisao Suzuki, Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Hamamatsu, Japonska, Nanostructure Control of Porous Silicon by Chemical Processing, 18. 4. 2016
8. doc. Danjela Kušcer, Theoretical and practical aspects of colloidal processing, 22. 4. 2016
9. Andraž Bradeško, Origin and properties of the electrocaloric effect in ceramic materials, 20. 5. 2016
10. dr. Mojca Otoničar, Structural characterisation of tunable perovskite materials by electron diffraction analyses, 2. 6. 2016
11. doc. Tadej Rojac, Measurements of dielectric and piezoelectric properties of ferroelectrics using charge amplifier and fiber-optic sensor, 9. 6. 2016
12. Jitka Hreščak, Synthesis and characterization of undoped and strontium-doped potassium sodium niobate ceramics, 15. 6. 2016

13. dr. Vincenzo Buscaglia, Consiglio Nazionale delle Ricerche - IENI, Genova, Italija, Phase transitions and crystal structure in the BaCe<sub>3</sub>Ti<sub>(1-x)</sub>O<sub>3</sub> system, 20. 6. 2016
14. prof. Jacob L. Jones, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, Seeing the unseen: Local atomic disorder of ferroelectric oxides from pair distribution functions and local structure response to electric fields, 22. 6. 2016
15. prof. Tomoya Ohno, Department of Materials Science, Kitami Institute of Technology; Kitami, Japonska, Preparation of Strain-free piezoelectric thin film on a Si wafer, 1. 7. 2016
16. prof. Naonori Sakamoto, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska, Ionic polishing for nano structure observation of Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> thin film by cross sectional atomic force microscopy, 6. 7. 2016
17. Lovro Fulanović, Multilayer 0.9Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-0.1PbTiO<sub>3</sub> Elements for Future Electrocaloric Cooling, 15. 7. 2016
18. Marko Vrabelj, Investigations of the Electrocaloric Effect in the Polycrystalline 0.9Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-0.1PbTiO<sub>3</sub> Relaxor Ferroelectric, 21. 9. 2016
19. Tanja Pečnik, Microstructure and dielectric properties of solution-derived (Ba,Sr)TiO<sub>3</sub> thin films, 13. 9. 2016
20. dr. Theodor Schneller, RWTH Aachen, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik II, Aachen, Nemčija, Compositional and nanostructure engineered thin film materials for energy devices prepared by chemical solution deposition, 19. 9. 2016
21. Hugo Mercier, Processing of ceramic thick films by electrophoretic deposition, 21. 9. 2016
22. Tomaž Kos, Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov, 6. 10. 2016
23. Maja Makarovič, Synthesis, structural and functional characterization of ferroelectric solid solutions based on bismuth ferrite, 21. 10. 2016
24. dr. Mirela Dragomir, A new synthetic approach to SiC-based nanomaterials, 25. 10. 2016
25. dr. Julian Walker, Pennsylvania State University, Reliability of PiezoMEMS, 28. 10. 2016
26. dr. Denis Alikin, Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija, Strain-based scanning probe microscopy in ferroelectric and ionic conductors materials, 10. 11. 2016
27. Evgeniya Khomyakova, Integration of screen-printed bismuth ferrite thick films onto ceramic and metal substrates, 17. 11. 2016
28. prof. Sverre Magnus Selbach, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norveška, Local structure of ferroelectrics by X-ray and neutron total scattering, 23. 11. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Barbara Malič, Tadej Rojac, The American Ceramic Society, Electronic Materials and Applications 2016 (EMA 2016), Orlando, Florida ZDA, 20.-22. 1. 2016 (3)
2. Hana Uršič Nemevšek, EMN Ceramics Meeting 2016, Hong Kong, Kitajska, 25.-28. 1. 2016 (1)
3. Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Maja Makarovič, 10. Dan mladih raziskovalcev KMBO. Ljubljana. Slovenija, 31. 3. 2016 (3)
4. Hana Uršič Nemevšek, The American Ceramic Society, Materials Challenges in Alternative & Renewable Energy 2016 (MCARE 2016), Clearwater, Florida, ZDA, 17.-21. 4. 2016 (1)
5. Tadej Rojac, EMN Croatia Meeting 2016, Dubrovnik, Hrvaška, 4.-7. 5. 2016 (1)
6. Katarina Vojisavljević, Electroceramics XV, Limoges, Francija, 27.-29. 6. 2016 (1)
7. Lovro Fulanović, Danjela Kušcer Hrovatin, Shaping VI: 6<sup>th</sup> International Conference on Shaping of Advanced Ceramics, Montpellier, Francija, 18.-20. 7. 2016, (3)
8. Andreja Benčan Golob, Microscopy Society of America, Microscopy & Microanalysis 2016 Meeting, Columbus, Ohio, ZDA, 24.-28. 7. 2016 (1)
9. Barbara Malič, Solid State Studies in Ceramics, Gordon Research Conference, South Hadley, ZDA, 31. 7.-5. 8. 2016 (1)
10. Andreja Benčan Golob, Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Evgeniya Khomyakova, Barbara Malič, Tadej Rojac, Hana Uršič, Marko Vrabelj, Technische Universität Darmstadt IEEE, 2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Applications of Polar Dielectrics & Workshop on Piezoelectric Force Microscopy (ISAF/ECAPD/PPM), Darmstadt, Nemčija, 21.-25. 8. 2016 (11)
11. Barbara Malič, International Conference of Physical Chemistry - ROMPHYSICHEM 16, Galati, Romunija, 21.-23. 9. 2016 (1)
12. Mirela Dragomir, 24<sup>th</sup> Croatian-Slovenian Crystallographic Meeting (CSCM24), Bol, Hrvaška, 21.-25. 9. 2016
13. Darko Belavič, 40<sup>th</sup> International Microelectronics and Packaging IMAPS Poland Conference, Wałbrzych, Poljska, 25.-28. 9. 2016 (2)

14. Andreja Benčan Golob, Danjela Kuščer, Maja Makarovič, Barbara Malič, Hugo Mercier, Mojca Otoničar, MIDEM 2016, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Biosensors and Microfluidics, Ankaran, 28.-30. 9. 2016 (5)
15. Mirela Dragomir, Evgeniya Khomyakova, Barbara Malič, Tanja Pečnik, Katarina Vojisavljevič, COST TO-BE Fall Meeting 2016, Ljubljana, 28.-30. 9. 2016 (3)
16. Andraž Bradeško, Lovro Fulanovič, 24. Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah (24. ICM&T), Portorož, 28.-30. 9. 2016 (2)
17. Hana Uršič, EPE 2016, International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, Iasi, Romunija, 20.-22. 10. 2016 (2)

18. Andreja Benčan Golob, 2016 EMN Meeting on Perovskites, Solar Cells and Hydrogen Energy. The conference, Xiamen, Kitajska, 1.-5. 12. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin, Université François-Rabelais de Tours, laboratorij GREMAN UMR7347 CNRS, Tours, Francija, 10. 10.-31. 12. 2016
2. Lovro Fulanovič, Technische Universität Darmstadt, Nonmetallic-Inorganic Materials, Darmstadt, Nemčija, 9. 10.-9. 12. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Andreja Benčan Golob
2. doc. dr. Goran Dražič\*
3. doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
4. **prof. dr. Barbara Malič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
5. doc. dr. Tadej Rojac
6. doc. dr. Hana Uršič Nemeššek
7. dr. Katarina Vojisavljevič

### Podoktorski sodelavci

8. dr. Mirela Dragomir
9. dr. Kostja Makarovič\*
10. dr. Mojca Otoničar
11. dr. Tanja Pečnik
12. dr. Marko Vrabelj

### Mlajši raziskovalci

13. Andraž Bradeško, mag. nan.
14. Lovro Fulanovič, mag. ing. mech., R Hrvaska
15. *dr. Jitka Hreščak, 1. 10. 2016 razporeditev v odsek CEMM*
16. dr. Evgeniya Khomyakova
17. Uroš Prah, mag. kem.

### Strokovni sodelavci

18. Darko Belavič, univ. dipl. inž. el.
19. Silvo Drnovšek, dipl. inž. kem. tehnol.
20. Brigita Kmet, dipl. inž. kem. tehnol.
21. Maja Makarovič, mag. nanoznanosti in nanotehnologij

### Tehniški in administrativni sodelavci

22. Tina Ručigaj Korošec, univ. dipl. soc.
23. Matejka Šmit, dipl. soc. del.

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Academia Română, Institutul de Chimie Fizică Ilie Murgulescu, Bukarešta, Romunija
2. Akademie věd České republiky, Fyzikální Ústav AV ČR, Praga, Češka
3. Center odličnosti NAMASTE, Ljubljana, Slovenija
4. Center odličnosti VESOLJE, Ljubljana, Slovenija
5. Consiglio Nazionale delle Ricerche - IENI Genova, Italija
6. CTR Carinthian Tech Research AG, Beljak, Avstrija
7. Das Materials Center Leoben (MCL), Leoben, Avstrija
8. Department of Materials Science, Kitami Institute of Technology; Department of Materials Science, Kitami, Japonska
9. Domel, d. d., Železniki, Slovenija
10. École Centrale Paris, Pariz, Francija
11. École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, Laboratoire de Céramique, Département des Matériaux, Lausanne, Švica
12. ETI Elektroelement, d. d., Izlake, Slovenija
13. Fakulteta elektrotehnike a komunikacijskih tehnologij, Ústav fyziky [UFYZ], Brno, Češka
14. Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija
15. Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nemčija
16. G. I. P. Ultrasons, Blois, Francija, Ljubljana, Slovenija

17. Hidria AET, d. o. o., Tolmin, Slovenija
18. HIPOT-RR, d. o. o., Otočec, Slovenija
19. Institut za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu, Odsek za nauku o materijalima (IMSI UB), Beograd, Srbija
20. Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid, Španija
21. Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, Poznań, Poljska
22. Instytut Tele- i Radiotechniczny, Varšava, Poljska
23. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije - IMT, Ljubljana, Slovenija
24. Inštitut za tekstilstvo, Laboratorij za barvanje, barvno metriko in ekologijo plemenitenja, Maribor, Slovenija
25. Iskra Sistemi, PE Kondenzatorji, Semič, Slovenija
26. Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici (ISTEC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Faenza, Italija
27. KEKON, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
28. KEKO-Oprema, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
29. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
30. Montanuniversität Leoben, Institut für Struktur- und Funktionskeramik, Leoben, Avstrija
31. National Institute for Materials Physics, Magurele, Romunija
32. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norveška
33. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, ZDA
34. Obrtno podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
35. Oulun yliopisto, Mikroelektronikan ja materiaalfysiikan laboratoriot, Oulu, Finska
36. Pennsylvania State University, ZDA
37. Politehnika Poznańska, Poznań, Poljska
38. Politehnika Wroclawska, Wroclaw, Poljska
39. Polska Akademia Nauk, Politehnika Warszawska, Varšava, Poljska
40. Razvojni center RC eNeM Novi Materiali, d. o. o., Izlake, Slovenija
41. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen- RWTH, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik - IWE II, Aachen, Nemčija
42. Shizuoka University, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Hamamatsu, Japonska
43. Sincrotrone Trieste S. C. p. A., Bazovica, Italija
44. Southern Federal University, Rostov-on-Don, Rusija
45. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija
46. Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija
47. Universitat de Barcelona, Departament d'Enginyeria Electrònica, Barcelona, Španija
48. Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”, Iasi, Romunija
49. Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti, Centrul de Electronica Tehnologica si Tehnici de Interconectare -CETTI, Bukarešta, Romunija
50. Université de Limoges, Sciences des Procédés Ceramiques et de Traitements de Surface, Limoges, Francija
51. Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija
52. University of New South Wales, Sydney, Avstralija
53. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, Slovenija
54. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
55. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
56. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
57. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija
58. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica, Slovenija
59. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija
60. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Poljska
61. Visoka Tehniška Škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvaska
62. Xi'an Jiaotong University, Electronic Materials Research Laboratory, Key Lab of the Ministry of Education of China, Xi'an, Kitajska
63. Yildiz Teknik Üniversitesi - İstanbul, Istanbul, Turčija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Anže Abram, Andreja Eršte, Goran Dražič, Vid Bobnar, "Structural and dielectric properties of hydrothermally prepared boehmite coatings on an aluminium foil", *J. mater. sci., Mater. electron.*, vol. 27, no. 10, str. 10221-10225, 2016. [COBISS.SI-ID 29566759]
- Moom Sinn Aw, Goran Dražič, Petar Djinović, Albin Pintar, "Transition metal pairs on ceria-promoted, ordered mesoporous alumina as catalysts for the CO<sub>2</sub> reforming reaction of methane", *Catalysis science & technology*, vol. 6, iss. 11, str. 3797-3805, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5837594]
- Tina Bakarič, Barbara Malič, Danjela Kuščer, "Lead-zirconate-titanate-based thick-film structures prepared by piezoelectric inkjet printing of aqueous suspensions", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 16, str. 4031-4037, 2016. [COBISS.SI-ID 29643815]
- Tina Bakarič, Tadej Rojac, Andre-Pierre Abellard, Barbara Malič, Franck Levassort, Danjela Kuščer, "Effect of pore size and porosity on piezoelectric and acoustic properties of Pb(Zr<sub>0.53</sub>Ti<sub>0.47</sub>)O<sub>3</sub> ceramics", *Advances in applied ceramics*, vol. 115, no. 2, str. 66-71, 2016. [COBISS.SI-ID 28833063]
- Barbara Bertoncelj, Katarina Vojisavljević, Janez Rihteršič, Gregor Trefalt, Miroslav Huskić, Ema Žagar, Barbara Malič, "A Voronoi-diagram analysis of the microstructures in bulk-molding compounds and its correlation with the mechanical properties", *Express polym. lett.*, vol. 10, no. 6, str. 493-505, 2016. [COBISS.SI-ID 29399847]
- Klemen Bohinc, Goran Dražič, Anže Abram, Mojca Jevšnik, Barbara Jeršek, Damijan Nipič, Marija Kurinčič, Peter Raspor, "Metal surface characteristics dictate bacterial adhesion capacity", *Int. j. adhes. adhes.*, vol. 68, str. 39-46, July 2016. [COBISS.SI-ID 4983403]
- Sabina Božič Abram, Jana Aupič, Goran Dražič, Helena Gradišar, Roman Jerala, "Coiled-coil forming peptides for the induction of silver nanoparticles", *Biochem. biophys. res. commun.*, vol. 472, iss. 3, str. 566-571, 8. Apr. 2016. [COBISS.SI-ID 5888026]
- Andraž Bradeško, Đani Juričić, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Coupling of the electrocaloric and electromechanical effects for solid-state refrigeration", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 14, str. 143508-1-143508-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29824039]
- Elena Buixaderas, Viktor Bovtun, Martin Kempa, Dmitri Nuzhnyy, Maxim Savinov, Přemysl Vaněk, Ivan Gregora, Barbara Malič, "Lattice dynamics and domain wall oscillations of morphotropic Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> ceramics", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 94, no. 5, str. 054315-1-054315-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29704487]
- Tihomir Car, Nikolina Nekić, Marko Jerčinović, Krešimir Salamon, Iva Bogdanović-Radović, Ida Delač Marion, Jasna Dasović, Goran Dražič, Mile Ivanda, Sigrid Bernstorff, Branko Pivac, Marko Kralj, Nikola Radić, Maja Buljan, "Closely packed Ge quantum dots in ITO matrix: influence of Ge crystallization on optical and electrical properties", *Materials research express*, vol. 3, no. 6, 065003-1-065003-10, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5920794]
- Mirela Dragomir, Matjaž Valant, Mattia Fanetti, Yuriy Mozharivskiy, "A facile chemical method for the synthesis of 3C-SiC nanoflakes", *RSC advances*, iss. 26, str. 21795-21801, 2016. [COBISS.SI-ID 4157179]
- Andreja Eršte, Lovro Fulanović, Lucija Čoga, M. Lin, Y. Thakur, Qiming M. Zhang, Vid Bobnar, "Stable dielectric response of low-loss aromatic polythiourea thin films on Pt/SiO<sub>2</sub> substrate", *Journal of advanced dielectrics*, vol. 6, no. 1, str. 1650003-1-1650003-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29391911]
- Tanja Jurkin, Martina Guliš, Goran Dražič, Marijan Gotič, "Synthesis of gold nanoparticles under highly oxidizing conditions", *Gold bull. (Internet)*, vol. 49, iss. 1, str. 21-33, Sep. 2016. [COBISS.SI-ID 5885978]
- Tanja Jurkin, Goran Štefanič, Goran Dražič, Marijan Gotič, "Synthesis route to δ - FeOOH nanodiscs", *Mater. lett.*, vol. 173, str. 55-59, 15. Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5885722]
- Stanislav Kamba, E. Simon, Volodymyr Skoromets, Viktor Bovtun, Martin Kempa, J. Pokorný, Maxim Savinov, Jurij Koruza, Barbara Malič, "Broad-band dielectric response of 0.5Ba(Ti<sub>0.8</sub>Zr<sub>0.2</sub>)O<sub>3</sub>-0.5(Ba<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>)TiO<sub>3</sub> piezoceramics: soft and central mode behaviour", *Phase transit.*, vol. 89, iss. 7-8, pp. 785-793, 2016. [COBISS.SI-ID 29608743]
- Renata Kaplan, Boštjan Erjavec, Goran Dražič, Jože Grdadolnik, Albin Pintar, "Simple synthesis of anatase/rutile/brookite TiO<sub>2</sub> nanocomposite with superior mineralization potential for photocatalytic degradation of water pollutant", *Appl. catal., B Environ.*, vol. 181, str. 465-474, Feb. 2016. [COBISS.SI-ID 5753626]
- Evgeniya Khomyakova, Jernej Pavlič, Maja Makarovič, Hana Uršič, Julian Walker, Vladimir Shur, Tadej Rojac, Barbara Malič, Andreja Benčan, "Screen-printed BiFeO<sub>3</sub> thick films on noble metal foils", *Ferroelectrics*, vol. 496, no. 1, str. 196-203, 2016. [COBISS.SI-ID 29437735]
- Evgeniya Khomyakova, Matej Šadl, Hana Uršič, John Daniels, Barbara Malič, Andreja Benčan, Dragan Damjanović, Tadej Rojac, "Self-poling of BiFeO<sub>3</sub> thick films", *ACS appl. mater. interfaces*, vol. 8, no. 30, str. 19626-19634, 2016. [COBISS.SI-ID 29643559]
- Jurij Koruza, Pedro Groszewicz, Hergen Breitzke, Gerd Buntkowsky, Tadej Rojac, Barbara Malič, "Grain-size-induced ferroelectricity in NaNbO<sub>3</sub>", *Acta mater.*, vol. 126, str. 77-85, 2016. [COBISS.SI-ID 30099495]
- Davor Kovačević, Rok Pratkanar, Karmen Godič Torkar, Jasmina Salopek, Goran Dražič, Anže Abram, Klemen Bohinc, "Influence of polyelectrolyte multilayer properties on bacterial adhesion capacity", *Polymers (Basel)*, vol. 8, no. 10, str. 345-1-345-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29783591]
- Marija Kurinčič, Barbara Jeršek, Anja Klančnik, Sonja Smole Možina, Rok Fink, Goran Dražič, Peter Raspor, Klemen Bohinc, "Effects of natural antimicrobials on bacterial cell hydrophobicity, adhesion, and zeta potential", *Arh. hig. rada toksikol.*, vol. 67, str. 39-45, 2016. [COBISS.SI-ID 4640632]
- Danjela Kuščer, Mara Bernardo, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, "Patterning of lead-zirconate-titanate thick-film structures by electrophoretic deposition from ethanol-based dispersions", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 2, str. 291-297, 2016. [COBISS.SI-ID 28830759]
- Maja Makarovič, Julian Walker, Evgeniya Khomyakova, Andreja Benčan, Barbara Malič, Tadej Rojac, "Control of electrical conductivity in 0.7BiFeO<sub>3</sub> - 0.3SrTiO<sub>3</sub> ferroelectric ceramics via thermal treatment in nitrogen atmosphere and Mn doping", *Inf. MIDEEM*, vol. 46, no. 3, str. 154-159, 2106. [COBISS.SI-ID 29810471]
- Katja Makovšek, Irena Ramšak, Barbara Malič, Vid Bobnar, Danjela Kuščer, "Processing of steatite ceramic with a low dielectric constant and low dielectric losses", *Inf. MIDEEM*, vol. 46, no. 2, str. 100-105, 2016. [COBISS.SI-ID 29682215]
- Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Vid Bobnar, Barbara Malič, "Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition", *J. mater. chem. C*, vol. 4, no. 24, str. 5634-5641, 2016. [COBISS.SI-ID 29491239]
- Mina M. Medić, Marija Vasić, Aleksandra R. Zarubica, Lidija V. Trandafilović, Goran Dražič, Miroslav D. Dramićanin, Jovan Nedeljković, "Enhanced photoredox chemistry in surface-modified Mg<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub> nanoparticles with bidentate benzene derivatives", *RSC advances*, vol. 6, iss. 97, str. 94780-94786, 2016. [COBISS.SI-ID 6015514]
- Mojca Otoničar, Angelika Reichmann, Klaus Reichmann, "Electric field-induced changes of domain structure and properties in La-doped PZT-from ferroelectrics towards relaxors", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, iss. 10, str. 2495-2504, 2016. [COBISS.SI-ID 29398823]
- Andraž Pavlišič, Primož Jovanovič, Vid Simon Šelih, Martin Šala, Marjan Bele, Goran Dražič, Iztok Arčon, Samo B. Hočevar, Anton Kokalj, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Atomically resolved dealloying of structurally ordered Pt nanoalloy as an oxygen reduction reaction electrocatalyst", *ACS catal.*, vol. 6, iss. 8, str. 5530-5534, Aug. 2016. [COBISS.SI-ID 5951258]
- Tanja Pečnik, Andreja Eršte, Aleksander Matavž, Vid Bobnar, Maksim Ivanov, Juras Banys, Feng Xiang, Hong Wang, Barbara Malič, Sebastjan Glinšek, "Dielectric dynamics of the polycrystalline Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> thin films", *Europhys. lett.*, vol. 114, no. 4, str. 47009-1-47009-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29596199]
- Tanja Pečnik, Sebastjan Glinšek, Brigita Kmet, Barbara Malič, "Solution-derived Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> thin-film capacitors in metal-insulator-metal configuration", *Inf. MIDEEM*, vol. 46, no. 3, str.136-141, 2016. [COBISS.SI-ID 29942311]
- Peter Rodič, Alenka Mertelj, Miloš Borovšak, Andreja Benčan, Dragan Mihailović, Barbara Malič, Ingrid Milošev, "Composition, structure and



- morphology of hybrid acrylate-based sol-gel coatings containing Si and Zr composed for protective applications", *Surf. coat. technol.*, vol. 286, str. 388-396, 2016. [COBISS.SI-ID 29132839]
32. Tadej Rojac, Silvo Drnovšek, Andreja Benčan, Barbara Malič, Dragan Damjanovič, "Role of charged defects on the electrical and electromechanical properties of rhombohedral  $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$  with oxygen octahedra tilts", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 1, str. 014102-1-014102-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29234983]
  33. Tadej Rojac, Maja Makarovič, Julian Walker, Hana Uršič, Dragan Damjanovič, Tomaž Kos, "Piezoelectric response of  $\text{BiFeO}_3$  ceramics at elevated temperatures", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 4, str. 042904-1-042904-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29646119]
  34. Blanca del Rosal, Alberto Pérez-Delgado, Elisa Carrasco, Dragana J. Jovanović, Miroslav D. Dramićanin, Goran Dražić, Ángeles Juarranz de la Fuente, Francisco Sanz-Rodríguez, Daniel Jaque, "Neodymium-based stoichiometric ultrasmall nanoparticles for multifunctional deep-tissue photothermal therapy", *Adv. opt. mater.*, vol. 4, iss. 5, str. 782-789, May 2016. [COBISS.SI-ID 5886234]
  35. Slavica M. Savič, Gordana Stojanović, D. Vasiljevič, Katarina Vojisavljevič, Aleksandra Dapčević, A. Radojković, Sanja Pršič, Goran Branković, "Nanoindentation study of nickel manganite ceramics obtained by a complex polymerization method", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 10, str. 12276-12282, 2106. [COBISS.SI-ID 30119975]
  36. Erika Švara Fabjan, Mojca Otoničar, Miran Gaberšček, Andrijana Sever Škapin, "Surface protection of an organic pigment based on a modification using a mixed-micelle system", *Dyes pigm.*, vol. 127, str. 100-109, Apr. 2016. [COBISS.SI-ID 2163559]
  37. Hana Uršič, Vid Bobnar, Barbara Malič, Cene Filipič, Marko Vrabelj, Silvo Drnovšek, Jo. Younghun, Magdalena Wencka, Zdravko Kutnjak, "A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration", *Scientific reports*, vol. 6, str. 26629-1-26629-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29513767]
  38. Hana Uršič, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, "Complex domain structure in polycrystalline  $\text{Pb}(\text{Sc}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$ ", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, str. 115304-1-115304-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29301543]
  39. Hana Uršič, Lovro Fulanovič, Marko Vrabelj, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, "Electrocaloric properties of  $0.7\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.3\text{PbTiO}_3$  ceramics with different grain sizes", *Advances in applied ceramics*, vol. 115, no. 2, str. 77-80, 2016. [COBISS.SI-ID 29193767]
  40. Marko Vrabelj, Hana Uršič, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Silvo Drnovšek, Andreja Benčan, Vid Bobnar, Lovro Fulanovič, Barbara Malič, "Large electrocaloric effect in grain-size-engineered  $0.9\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.1\text{PbTiO}_3$ ", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, iss. 1, str. 75-80, 2016. [COBISS.SI-ID 28945447]
  41. Julian Walker, Hana Uršič, Andreja Benčan, Barbara Malič, Hugh Simons, Ian Reaney, Giuseppe Viola, Nagarajan Valanoor, Tadej Rojac, "Temperature dependent piezoelectric response and strain-electric-field hysteresis of rare-earth modified bismuth ferrite ceramics", *J. mater. chem. C*, vol. 4, iss. 33, pp. 7859-7868, 2016. [COBISS.SI-ID 29663783]
  42. Julian Walker *et al.* (11 avtorjev), "Dual strain mechanisms in a lead-free morphotropic phase boundary ferroelectric", *Scientific reports*, vol. 6, str. 19630-1-19630-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29234727]
2. Andreja Benčan, Hana Uršič, Evgeniya Khomyakova, Silvo Drnovšek, Ionel-Florinel Mercioniu, Kostja Makarovič, Darko Belavič, Christian Schreiner, Ramona Ciobanu, P. Fanjul Bolado, Barbara Malič, "Screen-printed  $\text{Pb}(\text{Mg,Nb})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  thick films on LTCC substrates", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 47-51. [COBISS.SI-ID 29810727]
  3. Barbara Bertonec, Katarina Vojisavljevič, Janez Rihtaršič, Gregor Trefalt, Barbara Malič, "Microstructural analysis of Bulk Molding Compounds and correlation with the flexural strength", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 3-12. [COBISS.SI-ID 29531943]
  4. Klemen Bohinc, Ágota Deák, Karmen Godič Torkar, Goran Dražić, Anže Abram, László Janovák, Imre Dékány, "Bacterial adhesion to material surfaces covered by thin films", V: *EURADH 2016 [and] Adhesion '16*, 11th European Adhesion Conference and 13th International Triennial Conference on the Science and Technology of Adhesion and Adhesives, 21 - 23 September 2016, Glasgow, UK, str. 54-57. [COBISS.SI-ID 5107819]
  5. Alja Kupec, Klemen Breskvar, Mitjan Kalin, "Changes in dimensional stability and mass of polymer gears due to water absorption", V: *Zbornik predavanj posvetovanja o tribologiji, mazivih in tehnični diagnostiki*, SLOTRIB 2016, Ljubljana, Slovenija, 17. november 2016, f. 137-144. [COBISS.SI-ID 15106843]
  6. Stefan-Cristian Macovei, Ilas Tudor Alexandru, Drobotă Mihai, Darko Belavič, "Electrochemical techniques used to characterize electrochemical cells", V: *Proceedings of the of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, October 20-22, 2016, Iasi, Romania*, 6 str. [COBISS.SI-ID 29938727]
  7. Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Inkjet printing of thin metal-oxide structures from sol-gel-precursor inks", V: *2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Application of Polar Dielectrics, (ISAF/ECAPD/PFM), 21-25 August 2016 Darmstadt, Germany*. [COBISS.SI-ID 29820967]
  8. Antonio Petošič, Marko Horvat, Marko Budimir, Nikola Pavlovič, Tadej Rojac, Barbara Malič, Silvo Drnovšek, "Electromechanical characterization of piezoceramic elements around resonance frequencies at high excitation levels and different thermodynamic conditions", V: *2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Application of Polar Dielectrics, (ISAF/ECAPD/PFM), 21-25 August 2016 Darmstadt, Germany*, 4 str.. [COBISS.SI-ID 29700903]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Klemen Bohinc, Mojca Jevšnik, Rok Fink, Goran Dražić, Peter Raspor, "Surface characteristics dictate microbial adhesion ability", V: *Biological and pharmaceutical applications of nanomaterials*, Polina Prokopovich, ur., Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis, 2016, str. 193-213. [COBISS.SI-ID 4880235]
2. Angelja Kjara Surca, Boris Orel, Goran Dražić, Philippe Colombar, "Vibrational spectroscopy and analytical electron microscopy studies of Fe-V-O and In-V-O thin films", V: *Nanostructured materials*, Heinrich Hofmann, ur., Wien, New York, Springer, cop. 2002, str. 153-172. [COBISS.SI-ID 6047514]
3. Gregor Trefalt, Bosiljka Tadić, Barbara Malič, "Modeling of colloidal suspensions for the synthesis of the ferroelectric oxides with complex chemical composition", V: *Nanoscale ferroelectrics and multiferroics: key processing and characterization issues, and nanoscale effects. Vol. I and II*, Miguel Algueró, J. Marti Gregg, ur., Liliana Mitoseriu, ur., New York, Wiley, 2016, str. 100-117. [COBISS.SI-ID 29453351]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Hana Uršič, Evgeniya Khomyakova, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, Andreja Benčan, Kostja Makarovič, Darko Belavič, Ionel-Florinel Mercioniu, Cristina Schreiner, Romeo Ciobanu, P. Fanjul Bolado, "Screen-printed  $\text{Pb}(\text{Mg,Nb})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  thick films on ceramic substrates for sensor application", V: *Proceedings of the of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, October 20-22, 2016, Iasi, Romania*, 4 str. [COBISS.SI-ID 29902887]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Darko Belavič, Marjan Hodnik, Marina Santo-Zarnik, Hana Uršič, Andraž Bradeško, Barbara Malič, Andreja Benčan, Kostja Makarovič, P. Fanjul Bolado, Ionel-Florinel Mercioniu, Romeo Ciobanu, Cristina Schreiner, "LTCC-based ceramic microsystems with integrated fluidic elements and sensors", V: *Proceedings of the of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, October 20-22, 2016, Iasi, Romania*, 5 str. [COBISS.SI-ID 29902631]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Tadej Rojac, *Mechanochemistry: history, definitions and applications*, Ljubljana, Mednarodna podiplomske šole Jožefa Stefana, apr. 2016. [COBISS.SI-ID 29416743]
2. Tadej Rojac, *Piezoelectric materials: principles and applications*, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola, 2016. [COBISS.SI-ID 30092583]

## PATENTNA PRIJAVA

1. Irena Ramšak, Marija Razpotnik, Katja Makovšek, Danjela Kuščer, Silvo Drnovšek, Janez Holc, *Steatite ceramics with improved electrocal properties and a method for the production thereof*, WO2016093771 (A1), European Patent Office, 16. 06. 2016. [COBISS.SI-ID 28229159]
2. Barbara Malič, Hana Uršič, Marija Kosec, Silvo Drnovšek, Jena Čilenšek, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Uroš Flisar, Andrej Kitanovski, Marko Ožbolt, Uroš Plaznik, Alojz Poredoš, Urban Tomc, Jaka Tušek, *Method for electrocaloric energy conversion*, US2016187034 (A1), US Patent Office, 30. 06. 2016. [COBISS.SI-ID 29642791]
3. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, *Photocatalytic reactor*, WO2016034253 (A1), WIPO International Bureau, 10. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 28389159]

## PATENT

1. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, *REAKTOR*, SI24802 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 28389159]

## MENTORSTVO

1. Tina Bakarič, *Priprava porozne keramike  $Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3$  z načrtovano mikrostrukturo in oblikovanje debelih plasti z brizgalnim tiskanjem*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Danjela Kuščer Hrovatin; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 284326400]

2. Jovana M. Čirković, *Strukturna i dielektrična karakterizacija barijum-stroncijum-titanata sintetisanog hidrotermalno potpomognutim modifikovanim Pećinijevim postupkom*: doktorska disertacija, Beograd, 2016 (mentor Katarina Vojisavljević; somentor Nikola Cvjetičanin). [COBISS.SI-ID 29387303]
3. Jitka Hreščak, *Sinteza in karakterizacija nedopirane in s stroncijem dopirane keramike na osnovi kalijevega natrijevega niobata*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Andreja Benčan Golob; somentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 29949991]
4. Evgeniya Khomyakova, *Integracija debelih plasti bizmutovega ferita na keramične in kovinske podlage z metodo sitotiska*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Andreja Benčan Golob; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 287708160]
5. Tanja Pečnik, *Mikrostruktura in dielektrične lastnosti tankih plasti  $(Ba,Sr)TiO_3$ , pripravljenih s sintezo v raztopini*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 30138663]
6. Marko Vrabelj, *Raziskave elektrokaličnega pojava v polikristaliničnem relaksorskem feroelektriku  $0.9Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - 0.1PbTiO_3$* : doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 30138919]
7. Maja Makarovič, *Sinteza, strukturna ter funkcijska karakterizacija feroelektričnih trdnih raztopin na osnovi bizmutovega ferita*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Tadej Rojac; somentor Andreja Benčan Golob). [COBISS.SI-ID 29933863]
8. Tomaž Kos, *Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Gregor Klančar; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 11627860]



**Velika prednost Odseka za nanostrukturne materiale je interdisciplinarnost njegovih sodelavcev, ki omogoča usmerjenost raziskav v razvoj in študij zelo različnih tehnološko zanimivih materialov s posebnimi fizikalnimi lastnostmi na različnih področjih: kovin in intermetalnih kompleksnih zlitin, keramičnih materialov, biomaterialov in mineralov kot naravno dediščino. Skupni imenovalec pri raziskavah tako različnih materialov so njihova priprava ter preiskave mikro- in nanostrukture, kemijske sestave in fizikalnih lastnosti. Naše raziskave vključujejo tudi modeliranje. Odsek razpolaga z vrhunsko raziskovalno opremo za pripravo vzorcev, meritve fizikalnih lastnosti ter optično in elektronsko mikroskopijo.**

## Magnetni materiali

Uspešno smo končali evropski projekt MagDrive, ki smo ga tudi koordinirali. Raziskave pri projektu so bile usmerjene v razvoj novih načinov inženiringa mikrostrukture, kar je zelo izboljšalo končne magnetne lastnosti magnetov na osnovi lahkih redkih zemelj. Posebej to velja za koercitivnost, ki je ključnega pomena pri delovanju motorja v električnih vozilih, kjer temperatura delovanja preseže 100 °C. Zelo pomembno pri tem projektu je bilo tudi dejstvo, da so bili magneti kot produkti oblikovanja za recikliranje in s poudarkom na zmanjšani porabi redke zemlje ter tako preprečevanja oksidacije na mejah med zrni.

Pri evropskem projektu REProMag, katerega cilj je razviti inovativno tehnologijo, ki bo omogočila ekonomsko učinkovito proizvodnjo magnetov končnih dimenzij, kompleksnih struktur in geometrij, je bistvo celotnega procesa, da se v celotnem poteku ne ustvari odpadni material. Že z dosedanjimi rezultati smo dokazali, da je mogoče uspešno pripraviti trajne magnetne iz recikliranega magnetnega materiala. Problem oksidacije neodima (Nd), do katere pride med postopkom recikliranja, smo rešili z inovativno idejo, to je, da recikliranemu prahu dodamo nekaj masnih deležev  $NdH_2$ , ki omogoča sintranje v tekoči fazi. V zadnjem letu projekta je naš cilj izdelati kompleksne strukture s postopkom MIM (Metal Injection Molding) in s 3D-tiskanjem v magnetnem polju, da bi dosegli usmerjene magnetne zelene vzorce pred sintranjem, kar bi dodatno povečalo trajno magnetizacijo ( $B_r$ ).

V okviru evropske mreže H2020-MSCA-ITN-2015 DEMETER smo v enem delu projekta usmerjen v izdelavo visokoenergijskih Nd-Fe-B-magnetov na osnovi recikliranih prahov. Redke zemlje, še posebej težke redke zemlje, so na vrhu svetovne lestvice kritičnih surovin, zato je močan poudarek pri sedanjih in prihodnjih raziskavah v svetu recikliranje takih magnetov in izdelavi novih z optimalno ohranitvijo magnetnih lastnosti. To je tudi glavna tematika projekta, v okviru katerega trije sodelavci izvajajo doktorska dela. Dosedanji rezultati so zelo spodbudni. S sodobno tehniko sintranja z električnim tokom (Spark Plasma Sintering – SPS) smo že izdelali sorazmerno kvalitetne trajne magnetne Nd-Fe-B iz recikliranih prahov, dobljenih po HDDR (hidrogeniranje-disproporcionacija-dekrepitacija-rekombinacija)-postopku. Sintranja v plazmi omogoča zgoščevanje brez pretirane rasti zrn, kar je odločilnega pomena pri procesiranju magnetov z visoko koercitivnostjo. Uspelo nam je izdelati magnetne z lastnostmi:  $H_c = 1\,120$  kA/m, ki presegajo lastnosti osnovnega prahu. Z nadaljnjo termično obdelavo nam je uspelo koercitivnost še povečati na  $H_c = 1\,190$  kA/m, kar smo pripisali prerazporeditvi z Nd bogate faze med zrni matrične faze  $Nd_2Fe_{14}B$ . Posvetili smo se tudi raziskavam s presevnim elektronskim mikroskopom reprocesiranih magnetov na osnovi Nd-Fe-B, kjer smo vzpostavili sistem za prenašanje vzorcev za mikroskopske preiskave v atmosferi brez kisika. Pokazali smo, da je mogoče koncentracijo kisika v prenašalni komori v 10 min zmanjšati pod  $5 \times 10^{-6}$ , kar je odločilnega pomena za nadaljnje eksaktne preiskave vzorcev na nanonivoju. V okviru istega projekta smo tudi uspešno nanесли depozite  $NdFe_{12-x}N_x$  iz ionskih tekočin na osnovi 1-etil-3-metilimidazola dicianamida v zaščitni atmosferi Ar. Vsebnost kisika v končnem produktu je bila pod mejo detekcije metode EDS, kar nakazuje na velik potencial teh spojin za prihodnje trdomagnetne materiale.

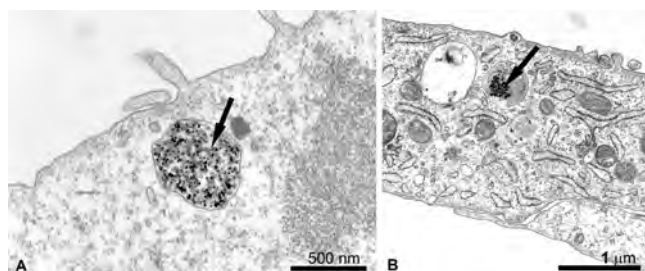
## Kompleksne intermetalne zlitine

Glavni cilj mednarodnega laboratorija LIA (PACS2), ki povezuje CNRS in IJS, je doseči razumevanje mehanizmov, ki omogočajo kompleksnost v kovinskih zlitinah. Študirali smo magnetno strukturo v monokristalu sestave  $Cu_{84}Gd_7Ca_7$ , ki smo ga naredili z vlečenjem po metodi Czochralski.



Vodja:

**prof. dr. Spomenka Kobe**



Slika 1: Sprejemanje hibridnih nanodelcev v rakavih urotelijskih celicah in vitro (A in B). (Posnetek TEM, narejen na Institutu za biologijo celice Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani pod vodstvom Mateje Erdani Kreft in Sama Hudoklina)

Čeprav se Ca in Gd ne mešata, smo ugotovili, na katerih atomskih mestih sta Gd in Ca naključno porazdeljena, in v celoti določili kristalno strukturo. Določili smo naključno anizotropijo feromagnetne strukture in njeno vedenje pod kritično temperaturo 24 K. V tem delu sodelujemo s kolegi z Odseka za fiziko trdne snovi. Intenzivno smo študirali kristalizacijsko pot kovinskega stekla, izdelanega z metodo hitrega kaljenja litine (melt-spinning)  $Al_{62}Cu_{25}Fe_{13}$ , ki sicer vodi do stabilnega kvazikristala, v kateri pa smo Al zamenjevali z drugo trivalentno kovino, kot sta Ce in Gd. Redka zemlja uniči aperiodičnost v kvazikristalu in podpira nastanek steklaste faze. Iz amorfnih prahov nam je s postopkom sintranja v plazmi (SPS) uspelo pripraviti kompakten vzorec. Identificirali smo kristalizacijske produkte, študij reakcijske kinetike pa še poteka. Sistem, ki ga študiramo kot potencialno možnost za odkritje nove kvazikristalne zlitine, je Al-Cr-Sc. Cr in Sc se ne mešata in do sedaj v strokovni sferi temu sistemu še ni bilo namenjeno dovolj pozornosti. Prvi smo odkrili ternarno spojino, ki pa jo še podrobneje preiskujemo. Spominja na fazo  $\gamma$ -brass (medenina), znano za Al-Cr in podobne sisteme. Opazili smo superstrukture z velikimi mrežnimi parametri in kompleksne mrežne defekte, ki jih podrobno preiskujejo eksperti za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo. V enem delu raziskav na tem področju nam je uspelo izdelati zlitino  $Cu_5(Ca, Gd)$  s katalitskimi lastnostmi tik nad sobno temperaturo.

### Strukturni materiali

Napredek pri razvoju fuzijskih elektrarn je tesno povezan z razpoložljivostjo primernih materialov za strukturne dele, ki so izpostavljeni ekstremnim razmeram v reaktorski komori, tj. nevtronom, zelo visokim temperaturam oz. toplotnemu toku, termičnim šokom, eroziji itd., hkrati pa morajo zadoščati zahtevam po visoki toplotni prevodnosti, nizki aktivaciji itd. Za najbolj toplotno obremenjeni del **fuzijskega reaktorja, divertor**, kjer je predvidena visoka delovna temperatura, je bila predvidena uporaba volframa, ki pa ima dve večji pomanjkljivosti: pri nižjih temperaturah postane krhek, nad pribl. 1 000 °C pa zaradi rekristalizacije in pretirane rasti zrn močno pade njegova trdnost. Pri projektu EUROfusion zato delovna skupina »High-Heat-Flux-Materials«, katere del smo tudi sodelavci

Odseka za nanostrukturne materiale, usmerja svoje raziskave predvsem v razvoj kompozitov na osnovi volframa. Naša skupina prvo pomanjkljivost rešuje z dodatkom dolgih SiC-vlaken z volframskim jedrom (v sodelovanju z angleškim podjetjem TISICS Ltd.). Drugo slabost volframa, drastično poslabšanje trdnosti pri visokih temperaturah, rešujemo z izboljšanjem lastnosti matrice z vključitvijo  $W_2C$ -delcev. Pri tem je glavni cilj omejiti rast volframskih zrn v območju delovnih temperatur, ob tem da se druge lastnosti (npr. toplotna prevodnost, žilavost, nizka aktivacija) ne smejo bistveno poslabšati. V preteklem letu nam je uspelo optimizirati razmere za zgoščevanje kompozitov ter izbrati najprimernejši prekurzor in njegovo količino za *in-situ* sintezo  $W_2C$ -delcev. Pokazali smo tudi, da dodatek  $W_2C$ -delcev uspešno zavira rast W-zrn tudi pri temperaturah višjih od 1 000 °C (delovna temperatura).

**V sklopu nacionalnega projekta »Bio-odzivni sistemi na osnovi magneto-optično sklopljenih nanomaterialov za inovativno zdravljenje kožnih rakavih obolenj« smo nadaljevali študije in vitro na treh celičnih linijah. Normalne, predrakave (RT4) in rakave (T24) uroteljske celice smo izpostavili suspenzijam hibridnih nanodelcev na osnovi  $FePt-SiO_2-Au$ , ki smo jih predhodno funkcionalizirali s polietilenglikolom. Normalne celice sprejmejo le 1 % nanodelcev, predrakave in rakave pa več kot 10 % nanodelcev iz osnovne suspenzije in pri tem ostanejo žive (> 90 %). Po obsevanju z laserjem valovne dolžine 810 nm (NIR) je preživetje celic RT4 in T24 le še 50-odstotno. Tako smo pokazali, da je s hibridnimi magneto-optično aktivnimi nanodelci mogoče učinkovito izvajati fototermijo na predrakavih in rakavih celicah (slika 1).**

### Materiali za zdravje in čisto okolje

Nadaljevali smo sintezo ter fizikalno-kemijsko in biološko karakterizacijo kompozitnih celičnih nosilcev na osnovi fibroina za celično zdravljenje osteohondralnih poškodb. Raziskave so potekale v sklopu COST-akcije NEWGEN ("New generation biomimetic and customized implants for bone engineering") in nam je s HRTEM-analizo uspelo razložiti vpliv ionov  $Ca^{2+}$ , ki se v primeru kompozita izlužujejo iz anorganskega osteostimulativnega dela na sekundarno strukturo fibroina. Predvsem se tu spreminja velikost domen, ki jih tvorijo beta-ravnine, te pa posledično spreminjajo končne lastnosti celičnega nosilca (sodelovanje z odsekom B2 in Veterinarsko fakulteto). V sodelovanju s podjetjem Animacel, d. o. o., smo znanje, pridobljeno pri sintezi fibroinskih nosilcev, razširili in prenesli na pripravo tankih plasti **in obližev za celično zdravljenje** večjih kožnih poškodb. Razvili in preizkusili smo fibroinske plasti z modificiranimi površinami, pri čemer smo na površino s konjugacijo pripeli biološke molekule za boljšo adhezijo celic. Nekaj plasti je že bilo uporabljenih pri poskusnem **zdravljenju** večjih kožnih/podkožnih poškodb pri živalih.

V sodelovanju z Univerzo v Beogradu smo razvili in optimizirali novo metodo za pripravo gradientnih dvofaznih celičnih nosilcev na osnovi gelanskega gumija z dodatkom bioaktivnega stekla. Z dobljenimi rezultati



Slika 2: Gelanski gumi hidrogel, tiskan v 3D

smo potrdili možnost uporabe tehnike elektroforetskega nanosa za pripravo biorazgradljivih nosilcev z gradientno koncentracijo bioaktivnega stekla za zdravljenje osteohondralnih poškodb.

Za pripravo celičnih nosilcev smo uvedli tudi 3D-tiskanje (slika 2). S spremljanjem reoloških lastnosti smo razvili temperaturno odvisno biočrnilo kompozitne sestave (gelanski gumi, fibroin in kalcij). Začeli smo tudi razvoj 3D-tiskalnika, ki bi omogočil tiskanje nosilcev z uporabo praškastega hidroksiapatita.

V okviru projekta ISOFood smo razvili kolorimetrični preizkus za detekcijo  $\text{TiO}_2$ -nanodelcev v hrani. Že znano kolorimetrično metodo smo specifično prilagodili detekciji  $\text{TiO}_2$ -nanodelcev, pri tem smo določili vpliv različnih parametrov, kot so surfaktanti, kristaliničnost  $\text{TiO}_2$  in pufrske raztopine, na natančnost spektrofotometrične detekcije.

V okviru projekta "Analiza možnih škodljivih učinkov nanodelcev in spremljajočih mehanizmov – od fizikalno-kemijske ter *in vitro* karakterizacije do aktivacije prirojenega imunskega sistema" smo analizirali fizikalne in kemijske lastnosti različnih nanodelcev, ki so že v industrijski proizvodnji in uporabi. Glavni cilj je bil določiti koloidne lastnosti delcev ter izluževanje ionov iz delcev v fizioloških razmerah. Rezultati, ki smo jih dobili v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko, nam bodo pomagali razumeti odziv celic na preizkušane materiale.

V sodelovanju z raziskovalci Katedre za stomatološko protetiko (MF-UL) smo reševali nekatere probleme izdelave keramičnih zobno-protetičnih konstrukcij iz keramike 3Y-TZP, cementiranja in vedenja v kliničnih razmerah (*in vivo*). V reviji *Dental Materials* smo objavili članek, ki obravnava kompleksno povezavo med peskanjem in staranjem ter trdnostjo keramike 3Y-TZP. Pokazali smo, da je finostrnata keramika manj dovzeta za staranje, hkrati pa smo tudi ugotovili, da je grobostrnata keramiko mogoče s peskanjem površinsko utrditi, kar se med drugim izraža tudi v izboljšani odpornosti proti staranju.

V sklopu podjetniškega pospeševalnika Climate-KIC, v katerega smo bili vključeni v preteklem letu, smo navezali stik z različnimi podjetji, ki potrebujejo rešitve za učinkovito čiščenje odpadnih voda z organskimi onesnaževali. Analizo razgradnje njihovih odpadnih voda načrtujemo po prvih preizkušanjih nove naprave na razgradnji modelnih organskih molekul, kot sta kofein in fenol, ki smo ju že uspešno mineralizirali v preteklosti.

Razvili in izdelali smo senzorski element na osnovi niklja za zaznavanje različnih organskih analitov, oz. formaldehida kot vzorčnega primera. **Elektrokatalitično** aktivnost s KOH modificiranih Ni-elektrod (Ni-OOH) smo preverili z elektrokemijskimi eksperimenti in pokazali odzivnost za širok spekter vhodnih koncentracij analita z mejo detekcije 0,001 mol/l. Pokazali smo, da je porozen nikljev nanos kar 7-krat bolj učinkovit od homogenega, predvsem zaradi velike specifične površine, kot tudi večje energije površinskih Ni atomov, ki vplivajo na končno elektrokemijsko učinkovitost. Metoda omogoča enostavno in poceni ugotavljanje onesnaženja v realnem okolju.

Študirali smo tudi modificiranje površinskih lastnosti kovinskih materialov s površinsko obdelavo. Pokazali smo, da to metodo lahko uporabimo za široko paleto materialov in produktov. Raziskali smo možnosti uporabe hidro- in solvotermične sinteze za pripravo funkcionalnih prevlek na aluminiju in cinku z novimi lastnostmi, kot so samočistilnost, superhidrofilnost, superhidrofobnost, fotokatalitičnost, ter z izboljšanimi dielektričnimi lastnostmi. Nove lastnosti smo dosegli s pripravo nano- in mikrometrskih plasti titanovega dioksida ( $\text{TiO}_2$ ), cinkovega oksida (ZnO) in aluminijevega oksihidroksida – bemita ( $\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$ ).

### Tehnična in funkcijska keramika

V sodelovanju z raziskovalci z Materials Science Institute of Madrid smo razvili tehnično **elektroprevodno keramiko**, utrjeno s celuloznimi nanovlakni ter skupaj vložili patentno prijavo v Veliki Britaniji. Dielektrično keramiko, kot sta cirkonijev ( $\text{ZrO}_2$ ) in aluminijev oksid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), navadno spremenimo v električno prevodno z uporabo ogljikovih nanocev ali grafena. Koloidna nestabilnost suspenzij in posledična segregacija vodita do nehomogenosti in slabših lastnosti dielektrične keramike. Zaradi omenjenih slabosti smo se odločili za dodatek majhnega deleža celulozних nanovlaken. Ker so ta vlakna močno hidrofilna, smo kot rezultat dobili izredno homogene keramične suspenzije. Vnesena vlakna so tudi prispevala k izboljšani trdnosti zelenih oblikovancev. Med sintranjem so se celulozna nanovlakna pretvorila v ogljikova in tako v gosti keramični matrici preprečila neželena rast zrn in prispevala k povečanju električne prevodnosti  $\text{ZrO}_2$  in  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

S postopkom zgoščevanja v SPS-peči smo naredili prosojno, **samotrjeno, mulitno keramiko** z anizotropnimi zrni. Ustrezna kombinacija dodatkov silicijevega in itrijevega oksida je skupaj s specifikko peči SPS botrovala izboljššanemu zgoščevanju in anizotropni rasti zrn pri nizkem tlaku ter nizki temperaturi sintranja. Tako smo združili nasprotujoči si zahtevi pri doseganju goste keramike z anizotropnimi zrni. Dobili smo material z dobrimi mehanskimi lastnostmi in povečano prosojnostjo. Delo je bilo objavljeno v *Journal of the American Ceramic Society*,

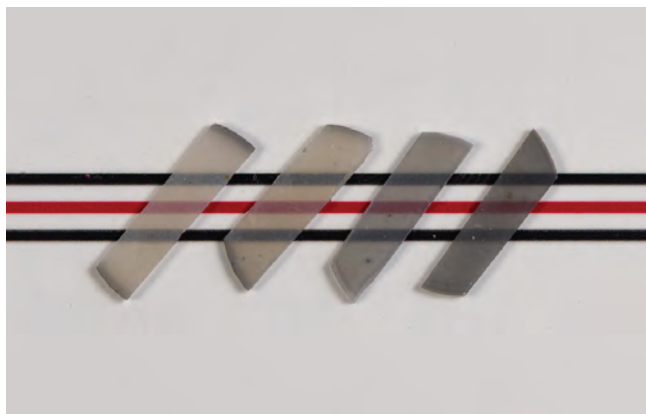
---

**Razvili smo inovativno napravo, ki učinkovito čisti zrak ali vodo s fotokatalizo, in sicer pri razmeroma zelo velikih pretokih vode. Glavni del naprave je fotokatalitično aktiven material, ki ga sintetiziramo s procesom anodne oksidacije. Za izdelavo večje naprave smo ta proces prilagodili tako, da nam omogoča enostavno pripravo fotokatalitično aktivnih nanocev titanovega dioksida na posebni obliki kovinskega titana.**

---

poster, ki smo ga predstavili na mednarodni konferenci v Daytona Beachu, Florida (**41st International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites**), pa je bil med 129 kandidati izbran za najboljšega (slika 3).

Na področju **termoelektrikov** smo študirali nanostrukturo in termoelektrične lastnosti n-tipa termoelektrika na osnovi  $\text{Sr}(\text{Ti},\text{Nb})\text{O}_3$ , ki ima značilno perovskitno strukturo. Z dodatkom SrO in CaO smo v material vnesli tridimenzionalno mrežo Ruddlesden-Popperjevih ploskovnih napak vzdolž {001} ravnin osnovnega perovskitnega materiala. Z vnosom ploskovnih napak smo povečali fononsko sipanje v materialu, posledično znižali termično prevodnost materiala in povišali faktor kvalitete ZT termoelektričnega materiala. Študirali smo tudi vpliv sinteze



Slika 3: Transparentna mulitna keramika

na razvoj mikrostrukture in s tem na termoelektrične lastnosti keramike tipa p na osnovi spojine  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  in keramike tipa n na osnovi homolognih faz  $\text{Zn}_k\text{In}_2\text{O}_{k+3}$  ( $k = 5, 11, 18$ ). Termoelektrične lastnosti keramike  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  smo bistveno izboljšali z optimalno stopnjo usmerjene mikrostrukture. V sistemu  $\text{ZnO-In}_2\text{O}_3$  smo določili mehanizem nastajanja homolognih faz  $\text{Zn}_k\text{In}_2\text{O}_{k+3}$  in pojasnili razvoj mikrostrukture ter vpliv na končne termoelektrične lastnosti keramike.

Pri študiju razvoja kristalov ZnO v znaprej določeno morfologijo smo ugotavljali vpliv postopka hidrotermalne sinteze na razvoj kristalov. Raznoliko morfologijo oborjenih kristalov smo povezali z razlikami v prehodnih kristalizacijskih procesih med obarjanjem. S spreminjanjem pH suspenzije po precipitaciji smo dosegli kontrolo nad morfologijo ZnO in pokazali, kako lahko rastejo identični kristali različnih oblik in velikosti. Prvi smo poročali, kako ZnO-ploščice rastejo pri določenem razmerju  $\text{Zn}^{2+}/\text{OH}^-$  vzdolž bazalnih ravnin in ene od prizmatskih ravnin, da tako nastanejo sferoliti z zelo veliko površino. Pojasnili smo tudi, kako sferične

hierarhične strukture iz ploščatih ali paličastih kristalov ZnO nastajajo v procesu samourejanja. Nadaljevali smo tudi študij hidrotermalne sinteze **transparentnih prevodnih plasti ZnO**, ki so dobra alternativa plastem ITO (Indium-Tin-Oxide) pri LCD-zaslonih, zaslonih na dotik in fotovoltaičnih panelih. Študirali in pojasnili smo vpliv dopiranja z Al na hidrotermalno rast in razvoj mikrostrukture plasti.

V okviru sodelovanja z raziskovalno skupino z Univerze Sabanci v Istanbulu v Turčiji smo uspešno izpeljali več študij, povezanih s strukturno-kemijskimi lastnostmi **funkcijske oksidne keramike**. Raziskovali smo fosforescenčni material nove generacije, ki je sposoben oddajati svetlobo v osemurnem časovnem intervalu po vzbujanju. Potrdili smo, da dodajanje bora v stroncijeve aluminatne močno podaljša čas fosforescence. Druga študija je povezana z eksperimenti hitrega sintranja pri **kalij-natrij niobati (KNN) keramiki**. Teoretična gostota 94 % je bila dosežena v 30 s v električnem polju 250 V/cm pri temperaturi 990 °C, torej v grobem pri 100 °C nižjih temperaturah sintranja in precej hitreje kot v klasičnih razmerah sintranja. Natančne mikrostrukturne in kemijske preiskave vzorcev so pokazale nehomogeno porazdelitev Na in K v obliki strukture jedro-ovoj v posameznih kristalnih zrnih, kjer je K bolj prisoten v ovojih, Na pa v jedrih zrn (slika 4).

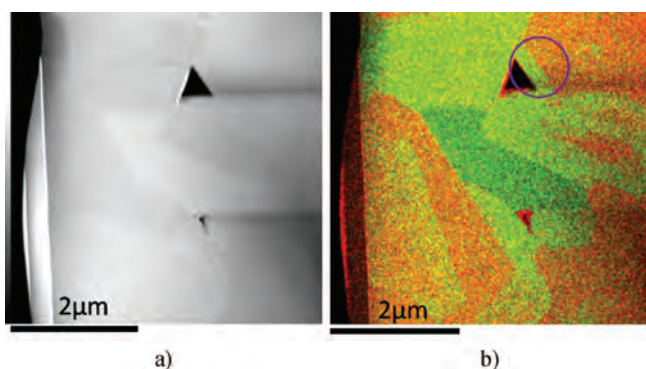
Ukvarjali smo se tudi s strukturnimi in elektronskimi lastnostmi  $\text{TiO}_2$  (anataza), dopiranega z Li, K in Nb pod mejo topnosti dopantov in nad njo.

Rezultati XRD-analiz so pokazali, da je bil fazni prehod anataza v rutil kot funkcija temperature zavrt kot posledica vgrajevanja kalija in niobija, pospešen pa z vgrajevanjem litija.

Teoretični del naših raziskav je bil predvsem usmerjen v študij vpliva podlage na potencialno tehnološko zanimive lastnosti **borofena** – enoatomske plasti atomov bora, podobne grafenu.

### Minerali

Na področju raziskav **dvojčenja, epitaksij in faznih transformacij v mineralih** smo študirali dvojčenje v **pirit** ( $\text{FeS}_2$ ) z lokacije Katarina pri Ljubljani, kjer se poleg posamičnih piritnih kristalov pojavljajo tudi interpenetracijski dvojčki pirita. Z metodami visokoločljivostne preseвне elektronske mikroskopije smo raziskali dvojčične meje in vključke v samem piritu. Ugotovili smo, da so na meji med vključki in piritom ujeti ostanki tekoče faze, ki je obogatena s Pb in Cu. Analiza samih dvojčičnih mej pa je pokazala, da je nastanek interpenetracijskih dvojčkov posledica kompleksnega 3D-zraščanja primarnih {110} dvojčkov, ki so obogateni z bakrom, ter sekundarnih {100} mej, ki so kemijsko nespremenjene. Rezultati kažejo, da je mehanizem nastanka dvojčkov v piritu kemijsko inducirano dvojčenje. Članek s to tematiko je objavljen v reviji *Mineralogical Magazine*.



Slika 4: Eksperiment hitrega sintranja: a) STEM-ADF-posnetek, b) STEM-EDX-mapa elementarne sestave: razporeditev K in Na (K: zelen, Na: rdeč)

Pojasnili smo mehanizem samourejanja rutilnih mezokristalov v razmerah hidrotermalne sinteze, ki vodi v nastanek hierarhičnih nanostruktur na osnovi rutila, ki izkazujejo odlične lastnosti na področju fotoelektrokemijske proizvodnje vodika, in izboljšano učinkovitost pri pretvorbi sončne energije. Pokazali smo, da nastanejo kompleksno razvejene strukture zaradi orientiranega pripenjanja rutilnih domen vzdolž dveh nizkoenergijskih ravnin {110} in {101}, kar vodi v nastanek paralelno in dvojčično urejenih domen. Pri povišani temperaturi se elektromagnetna polja rutilnih domen sklopijo tako, da se domene uredijo vzdolž njihove daljše osi. Stik je v prvi fazi rahel, ko pa se razdalja med kristalnima domenama krajša, se domeni perfektno poravnata vzdolž ravnine z najnižjo energijo. Naša študija je kot prva nakazala prisotnost elektromagnetnih polj, ki prenašajo strukturno informacijo v okolico in povzročajo nastanek orientiranih zraščanj kristalov. Članek je objavljen v prestižni reviji *Scientific Reports* (IF (2015) = 5,228).

V sodelovanju s kolegi iz Novosibirska smo študirali pogoje, ki vodijo do perfektnega zraščanja dveh kali berila v večji monokristal pod pogoji hidrotermalne sinteze. V naši skupini smo opravili analizo tako zraščene vzorca presevno elektronsko mikroskopijo, ki je pokazala, da se na kontaktu nahajajo žepi amorfne materiala, bogatega s silicijem, ki kompenzirajo majhno razliko v kotu med nasprotno rastočima domenama (slika 5).

### Analitska elektronska mikroskopija

Za mikrostrukturno karakterizacijo sodobnih materialov smo uporabili napredno visokoločljivostno vrstično elektronsko mikroskopijo (FEGSEM) ter analitske metode energijsko-disperzijske in valovno-disperzijske spektroskopije rentgenskih žarkov (EDS, WDS) za kvalitativno in kvantitativno elementno analizo. Z uporabo difrakcije povratno sipanih elektronov (EBSD) smo preiskovali kristalografske značilnosti materialov: kristaliničnost, orientacijo faz in teksturo.

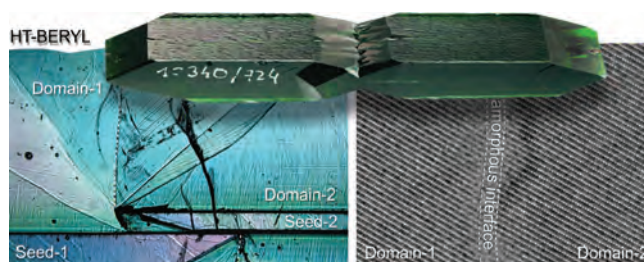
Metode FEGSEM, EDS, WDS in EBSD smo modificirali in optimizirali ob upoštevanju posebnosti posameznih materialov s ciljem, da dosežemo najbolj natančne analitske rezultate. Preiskovali smo raznovrstne inovativne materiale, kot so keramični termoelektriki, kompleksne kovinske in kvazikristalne zlitine, magnetni materiali, abrazivi in fosforescenčna keramika.

Z analizami EBSD smo potrdili prisotnost in določili tip dvojčkov v termoelektrikih na osnovi polikristaliničnega  $\text{SnO}_2$ . Preiskovali smo vpliv toplotne obdelave na mikrostrukturo in fazno sestavo kompleksnih kovinskih zlitin na osnovi Al-Cr-Sc. Z izpopolnjeno kvantitativno analizo WDS smo natančno določili majhne koncentracije dopantov redkih zemelj Dy in Eu v fosforescenčni keramiki na osnovi  $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ .

V letu 2016 smo končali evropski projekt ESTEEM2, ki je edini metodološki projekt s področja elektronske mikroskopije v EU. V okviru projekta smo izvajali različne tehnike elektronske mikroskopije, kot so spektroskopija izgub energije elektronov (EELS), visokoločljivostna vrstična presevna elektronska mikroskopija (STEM, HAADF-STEM), elektronska holografija in mehanska priprava vzorcev za presevno elektronsko mikroskopijo. Raziskovalna skupina Odseka za nanostrukturne materiale je z delom svojega raziskovalnega in razvojnega programa močno povezana z delovanjem Centra za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM) v okviru nacionalnega Centra za elektronsko mikroskopijo in analizo površin (CEMAP).

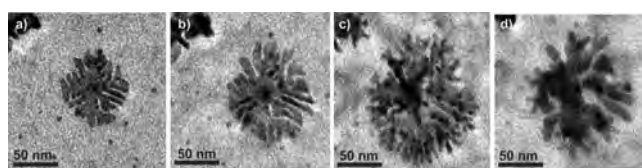
### Sodelovanje z industrijo

Po naročilu smo izdelovali visokotemperaturno laboratorijsko keramiko za Lithoz GmbH, Dunaj, Hidria Rotomatiko, Spodnja Idrija, ESAL, d. o. o., in Brno Universtiy of Technology, Brno. Prav tako smo za industrijske partnerje in druge raziskovalne institucije izvajali analize različnih materialov. Sodelovali smo s podjetji: Domel, Železniki, Akrapovič, Ivančna Gorica, Ustna medicina, Ljubljana, Silkem, Kidričevo in Errantech, Hangzhou. Za industrijskega partnerja SwatyComet smo v okviru projekta "Mikrostrukturne preiskave abrazivnih materialov" opravili analize sodobnih kompozitnih abrazivov, ki so namenjeni za razvoj in izdelavo izboljšanih rezalnih in brusilnih orodij z bistveno podaljšanim časom delovanja. Za partnerja RC eNeM iz Zagorja smo razvijali mikrovaristorski prah za kompozite z nelinearno upornostjo.



Slika 5: Popolno zraščanje dveh kali berila (Seed-1 in Seed-2) v hidrotermalnih razmerah in njuno zraščanje v večji monokristal

**Z dinamično mikroskopijo smo se usmerili v študij nukleacije in zgodnje rasti  $\text{TiO}_2$  in itrijevih nanodelcev. S tehniko presevne elektronske mikroskopije in situ v tekočinah nam je med segrevanjem raztopine v celici uspelo v obliki videozapisa posneti spremembe v elektronskih uklonskih vzorcih med celotnim procesom nukleacije in zgodnje rasti nanokristalov, kar nam omogoča natančno rekonstrukcijo celotnega procesa s stališča nastanka in spreminjanja kristalnih faz (slika 6).**



Slika 6: Sekvenca rasti dendritskih nanodelcev v raztopini, opazovana s tehniko in situ presevne elektronske mikroskopije v tekočinah



### ***Izobraževanje in promocija znanosti***

Več sodelavcev odseka je vpetih v izobraževalni proces na ljubljanski univerzi (FKKT, NTF, FMF) in Univerzi v Mariboru ter na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana.

Sodelavci odseka so že četrto leto sodelovali pri aktivnostih promocije znanosti v sklopu projekta Znanost na cesti, ki poteka pod okriljem društva SATENA. Organizirali so dva cikla poljudnoznanstvenih predavanj, znanstveni »slam«, okroglo mizo in objavljali znanstveni blog ter natečaje.

### **Organizacija konferenc, kongresov in srečanj**

1. Simpozij: Design and Recycling of Rare-Earth (RE) Permanent Magnet (PM) Motors and Generators in Hybrid and Full Electric Vehicles – DEMETER, Ljubljana, 11. 3. 2016
2. EMAS 2016 - 12<sup>th</sup> Regional Workshop on Electron Probe Microanalysis of Materials Today - Practical Aspects, Bagnols-sur-Cèze, Francija, 8.-11. 5. 2016 (članstvo v odboru European Microbeam Analysis Society)
3. 24. mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah – 24. ICM&T, 28.-30. 9. 2016, Portorož (so-organizatorji)
4. C-MAC Days 2016, Bratislava, Slovaška, 21.-23. 11. 2016 (članstvo v Science Board and General Assembly in European Integrated Center for the Development of New Metallic Alloys and Compounds (C-MAC))

### **Patent**

1. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, REAKTOR, SI24802 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 3. 2016

### **Nagrade in priznanja**

1. **Luka Suhadolnik**, nagrada za 3. najboljši govorni prispevek na 24. mednarodni konferenci o materialih in tehnologijah, Portorož, Slovenija, 28.-30. 9. 2016. Naslov nagrajenega prispevka: Optimization of Photoelectrocatalytic Activity of TiO<sub>2</sub>-based Microreactor (soavtorji: Andrej Pohar, Blaž Likozar in Miran Čeh)
2. **Ana Gantar**, Nataša Drnovšek, Rok Kocen, Saša Novak, posebna nagrada za inovacijo za gospodarstvo »SilkPatch – Inovativna rešitev za kronične kožne rane«, 9<sup>th</sup> International Technology Transfer Conference & Innovation Day 2016, Brdo pri Kranju, 21. 9. 2016
3. **Nina Kostevšek**, nagrada za najboljše predavanje mladih raziskovalcev na 2<sup>nd</sup> International Symposium on Nanoparticles-Nanomaterials and Applications (ISN2A-2016), Lizbona, Portugalska, 8.-21. 1. 2016. Naslov prispevka: „Multimodal hybrid FePt/SiO<sub>2</sub>/Au nanoparticles for nanomedical applications: new synthesis approach for improved magnetic and optical properties“ (soavtorji: Sašo Šturm, Igor Serša, Ana Sepe, Matjaz Spreitzer, Spomenka Kobe, Kristina Žužek Rožman)

## **MEDNARODNI PROJEKTI**

1. Selektivno taljenje z laserjem in sintranje v plazmi magnetov na osnovi redkih zemelj za uporabo v električnih napravah  
Abb Switzerland Ltd  
prof. dr. Spomenka Kobe
2. PurBox - Prototip fotoelektrokatalitičnega reaktorja  
Provanis School of International  
Luka Suhadolnik, univ. dipl. inž. metal. in mater.
3. 7. OP - ESTEEM 2; Razvoj znanosti in tehnologije v povezavi z evropsko elektronsko mikroskopijo  
Evropska komisija  
prof. dr. Miran Čeh
4. 7. OP - MAG-DRIVE; Novi trajni magneti za uporabo v pogonu električnih vozil  
Evropska komisija  
doc. dr. Matej Andrej Komelj
5. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik  
Evropska komisija  
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
6. COST MP1301 NEWGEN; Nova generacija biomimetskih in prilagojenih vsadkov za kostno inženirstvo  
Cost Office  
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
7. COST ES1205; Prehod inženirskih nanomaterialov iz odpadnih voda in hudournikov v reke  
Cost Office  
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
8. H2020 - REProMag; Surovinsko učinkovita proizvodnja za magnetne na osnovi redkih zemelj  
Evropska komisija  
dr. Benjamin Podmiljšak
9. 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  
Evropska komisija  
doc. dr. Kristina Žužek Rožman
10. H2020, EUROFUSION; Materials-PPPT-FU: WC and SiC reinforced Tungsten  
Evropska komisija  
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
11. H2020, EUROFUSION; Izobraževanje-ED-FU  
Evropska komisija  
prof. dr. Saša Novak Krmpotič
12. Napredne metode in tehnologije za procesiranje nove generacije varitorske keramike na osnovi ZnO  
Chinese Academy of Sciences, Šanghaj  
prof. dr. Slavko Bernik

13. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev  
National Nuclear Research Center, Azerbajdžan  
dr. Aljaž Iveković
14. Kvantitativna analiza, določitev prisotnosti manjšinskih faz in parametrov osnovne celice v vzorcih sintranih s SPS z XRD na sinhrotronu  
Jecs Trust  
dr. Petra Jenuš Brdnik
15. Analiza kinetike degradacije sistemov za napredno doziranje zdravil na osnovi poroznega biostekla (v obliki prevlek ali 3D ogrodij) z metodami elektronske mikroskopije v povezavi z regeneracijo trdnih tkiv pri zdravljenju zlomov zaradi osteoporoze  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-IN/15-17-015  
doc. dr. Nina Daneu
16. Neposredne (in-situ) preiskave nukleacije in fotokatalitske aktivnosti nanodelcev s pomočjo dinamične presečne elektronske mikroskopije v tekočinah  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-JP/15-17-001  
prof. dr. Sašo Šturm
17. Raziskave topotaksialnih reakcij v mineralih s strukturo rutilnega in korundnega tipa na atomarnem nivoju  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-US/15-16-065  
doc. dr. Nina Daneu
18. OD do 3D nanostrukture ZnO za uporabo v optiki, elektroniki in energetiki  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-RS/16-17-053  
dr. Matejka Podlogar
19. Sinteza jedro/lupina prahu spinela MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> za transparentne oklepe in IR uporabe - CSMASP  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-TR/16-18-003  
prof. dr. Slavko Bernik
20. Procesiranje visokozmogljive biokeramike iz cirkonijevega oksida za dentalne aplikacije  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-HR/16-17-035  
doc. dr. Andraž Kocjan
21. Raziskave dvojčenja in topotaksialnih relacij pri sulfidnih mineralih  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-HR/16-17-029  
prof. dr. Aleksander Rečnik
22. Kristalna in elektronska struktura faz v kvazi enodimenzionalnem NbS<sub>3</sub>  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-RU/16-18-048  
prof. dr. Sašo Šturm
23. Kristalografija, dvojčenje in fazne transformacije mineralov aragonitnega strukturnega tipa (CaCO<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub>, PbCO<sub>3</sub>)  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-RU/16-18-004  
prof. dr. Aleksander Rečnik
24. Strukturni in mikrostrukturni inženiring termoelektrične keramike na osnovi ZnO (SMEZ)  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, BI-FR/15-16-PROTEUS-007  
prof. dr. Slavko Bernik

## PROGRAMA

1. Inženirska in bio-keramika  
doc. dr. Andraž Kocjan
2. Nanostrukturni materiali  
prof. dr. Spomenka Kobe

## PROJEKTI

1. Raziskave začetnih stopenj faznih transformacij v mineralih  
doc. dr. Nina Daneu
2. Študij strukture in kemijske sestave površin in ploskev z visokoločljivostno vrstično presečno elektronsko mikroskopijo na atomskem nivoju  
prof. dr. Aleksander Rečnik
3. Bio-odzivni sistemi na osnovi magnetno-optičnih sklopljenih nanomaterialov za inovativno zdravljenje kožnih rakavih obolenj  
prof. dr. Sašo Šturm
4. Visoko-zmogljive nanostrukturirane prevleke - preboj za koncentratorske sončne elektrarne  
doc. dr. Andraž Kocjan
5. Od sinteze kovinskih oksidov do prototipa nanosenzorjev vlage in kisika  
dr. Kristina Žagar Soderžnik
6. Visoko koercitivni permanentni magneti Nd-Fe-B z minimalnim dodatkom težkih redkih zemelj  
dr. Marko Soderžnik

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Izdelava mikro varistorskega prahu za kompozite z nelinearno upornostjo  
Razvojni center eNeM Novi Materiali, d. o. o.  
prof. dr. Slavko Bernik
2. Raziskava in razvoj dentalnih materialov  
Ustna medicina, d. o. o.  
dr. Nataša Drnovšek, doc. dr. Andraž Kocjan
3. Mikrostrukturne raziskave abrazivnih vzorcev  
SWATYCOMET, Maribor  
dr. Zoran Samardžija

## OBISKI

1. dr. Cristina Echevarria-Bonet, Institute for Energy Technology (IFE), Physic Department, Kjeller, Norveška, 30. 1.-7. 2. 2016
2. Nerea Gonzales, Marta Navarro, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Španija, 16. 2.-14. 5. 2016
3. prof. Mihály Pósfai, Univerza v Veszprému, Veszprém, Madžarska, 18.-22. 2. 2016
4. prof. István Dódon, dr. Ildikó Cora, Erzi Dodony, Eötvös Loránd University, Budimpešta, Madžarska, 18.-22. 2. 2016
5. dr. Milivoj Plodinec, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 25.-27. 2. 2016
6. prof. dr. Cleva Ow Yang, Sabanci Üniversitesi, Istanbul, Turčija, 6.-10. 3. 2016
7. dr. Milivoj Plodinec, dr. Irena Kereković, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 14.-26. 3. 2016
8. dr. Julian Ledieu, Joris Kadok, Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 25.-29. 3. 2016
9. prof. dr. Kazuhiro Hono, National Institute for Materials Science (NIMS), Tsukuba, Japonska, 7.-9. 5. 2016
10. dr. Elinor Grace Castle, Queen Mary University of London - QMUL, London, Velika Britanija, 13. 5.-4. 6. 2016
11. dr. Goran Štefanić, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 17.-18. 5. 2016
12. dr. Magnus H. Sørby, Institute for Energy Technology, Physics Department, Kjeller, Norveška, 25.-28. 5. 2016
13. dr. Richard Wheeler, Edinburgh Scientific, Edinburgh, Škotska, 28. 5.-1. 6. 2016
14. dr. Goran Branković, Marina Vuković, Vesna Ribić, Institut za multidisciplinarna istraživanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija, 1.-8. 6. 2016
15. dr. Bernd Wicklein, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid - ICM, Madrid, Španija, 13.-24. 6. 2016
16. dr. Emilie Gaudry, Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 8.-15. 7. 2016
17. Fabian Burkhardt, Hochschule Aalen, Engelsbrand, Nemčija, 1. 8. 2016-28. 1. 2017
18. dr. Mauro Alini, AO Foundation, Davos, Švica, 24.-25. 8. 2016
19. dr. Yuki Kimura, dr. Jun Kawano, Tomoya Yamazaki, University of Hokaido, Hokaido, Japonska, 24.-27. 8. 2016

20. dr. Pavel Gavryushkin, Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Novosibirsk, Rusija, 2.-19. 9. 2016
21. prof. dr. Makoto Shiojiri, Kyoto Institute of Technology, Kyoto, Japonska, 4.-7. 9. 2016
22. dr. Richard Wheeler, Edinburgh Scientific, Edinburgh, Škotska, 4.-9. 9. 2016
23. dr. Matej Baláž, Ústav geotechniky, Slovenská akadémia vied, Košice, Slovaška, 10.-16. 9. 2016
24. dr. Ulrike Wolff, Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstofforschung, Dresden, Nemčija, 3. 10.-31. 12. 2016
25. prof. dr. Peter A. van Aken, Stuttgart Center for Electron Microscopy - STEM, Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, Nemčija, 11.-13. 10. 2016
26. Sayanthan Ray, Central Glass and Ceramic Research Institute - CSIR, Kolkata, Indija, 20. 10.-20. 11. 2016
27. dr. Richard Wheeler, Edinburgh Scientific, Edinburgh, Škotska, 23.-28. 10. 2016
28. Jovana Zvicer, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija, 29. 10.-4. 12. 2016
29. dr. Simon Reinhard, ABB Corporate Research Center, Baden-Dättwil, Švica, 9. 11. 2016
30. dr. Andrea Čobić, prof. Vladimir Bermanec, dr. Snježana Mikulić Pavlaković, mag. Marin Soufek, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 10. 11. 2016
31. Vesna Ribić, Institut za multidisciplinarna istraživanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija 16. 11.-16. 12. 2016
32. dr. Goran Branković, Marina Vuković, Institut za multidisciplinarna istraživanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija 16.-23. 11. 2016
33. prof. dr. Mehmet Ali Gulgun, Sabanci Üniversitesi, Istanbul, Turčija, 23.-25. 11. 2016
34. dr. Andrea Čobić, dr. Snježana Mikulić Pavlaković, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 24.-29. 11. 2016
35. prof. dr. Emmanuel Guilmeau, Cédric Bourges, Laboratoire CRISMAT, Caen, Francija, 28.-30. 11. 2016
36. doc. dr. İsmail Özgür Özer, Anadolu Üniversitesi, Oddelek za materiale in inženirstvo, Eskişehir, Turčija, 7.-11. 12. 2016
37. dr. Julian Ledieu, dr. Vincent Fournée, dr. Marie-Cécile de Weerd, Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 12.-15. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- dr. Cristina Echevarria-Bonet, Institute for Energy Technology (IFE), Physic Department, Kjeller, Norveška: Thermoelectric materials: nanostructuring for improving the energy efficiency of thermoelectric generators and heat-pumps, 3. 2. 2016
- dr. Nina Kostevšek, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Single- and „multi-core“ FePt nanoparticles: from controlled synthesis via bio-functionalization to MRI applications, 10. 2. 2016
- dr. Petra Jenuš Brdnik, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Preparation of Sr-ferrite-based magnets with a top-down approach followed by SPS, 29. 2. 2016
- dr. Ana Gantar, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Bioactive glass-based composite scaffolds for tissue engineering applications, 14. 3. 2016
- dr. Elinor Grace Castle, Queen Mary University of London – QMUL, London, Velika Britanija: Processing of magnetic materials by novel Flash Spark Plasma Sintering method, 23. 5. 2016
- dr. Magnus H. Sørby, Institute for Energy Technology, Physics Department, Kjeller, Norveška: Rietveld refinements principles and practice, 26. 5. 2016
- dr. Bernd Wicklein, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid – ICMM, Madrid, Španija: Nanocellulose: Functionalization and Self-assembly into Functional Materials, 14. 6. 2016
- Mojca Presečnik, univ. dipl. inž. geol., Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Microstructural and thermoelectric characteristics of  $WO_3$ -doped  $Ca_3Co_4O_{14}$ , 4. 7. 2016
- dr. Mauro Alini, AO Foundation, Davos, Švica: Regenerative approaches for musculoskeletal tissues at AO Research Institute, 25. 8. 2016
- Luka Suhadolnik, univ. dipl. inž. metal. in mater., Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Design and characterization of a continuous flow photoelectrocatalytic coil-type microreactor, 12. 9. 2016
- Anas Eldosouky, Magneti, d. d., Ljubljana: Processing and (nano)magnetism of SmCo (1:5 and 2:17) magnets: emphasis on microstructure and final properties, 19. 9. 2016
- Sara Tominc, univ. dipl. inž. kem. tehnol., Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Twin-assisted microstructure development in  $Nb_2O_5$ -doped  $SnO_2$ -CoO ceramics for varistors applications, 27. 9. 2016
- Tomaž Tomše, univ. dipl. kem., Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: New approaches for production of permanent magnets with localized coercivity, 27. 9. 2016
- Luka Kelhar, mag. nan., Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana: Phase transformations that change the magnetic properties of metallic glasses, 30. 9. 2016
- dr. Matej Baláž, Ústav geotechniky, Slovenská akadémia vied, Košice, Slovaška: Mechanochemistry: Green and effective tool for the synthesis of materials and for broadening their application potential, 13. 10. 2016
- Cédric Bourges, Laboratoire CRISMAT, Caen, Francija: Process, structural analysis and thermoelectric properties of ternary/quaternary Cu-based sulfides, 29. 11. 2016
- prof. dr. Sašo Šturm, Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Webinar: In Situ TEM - The New Frontier for Liquid Chemistry, 7. 12. 2016
- doc. dr. İsmail Özgür Özer, Univerza Anadolu, Oddelek za materiale in inženirstvo, Eskişehir, Turčija: Prevention of Grain Boundary Microcracking in Spark Plasma Sintered Transparent  $MgAl_2O_4$  Ceramics, 8. 12. 2016
- Miran Čeh, Sestanek za pripravo projekta Design Study, Toulouse, Francija, 19.–21. 12. 2016
- Miran Čeh, Sestanek ESFRI PSE SWG, Bruselj, Belgija, 29.–30. 12. 2016
- Nina Daneu, The 2016 MRS Spring Meeting, Phoenix, Arizona, ZDA, 28. 3.–1. 4. 2016 (1)
- Nataša Drnovšek, Martina Lorenzetti, World Biomaterials Congress, Montreal, Kanada, 17.–22. 5. 2016 (4)
- Nataša Drnovšek, 9. mednarodna konferenca o prenosu tehnologij, Brdo pri Kranju, 21. 9. 2016
- Nataša Drnovšek, Rok Kocen, CREA ICT Business Conference, Milano, Italija, 25.–28. 10. 2016 (2)
- Jean-Marie Dubois, Spomenka Kobe, TMS 2016, 145<sup>th</sup> Annual Meeting & Exhibition, Nashville, ZDA, 14.–18. 2. 2016 (2)
- Jean-Marie Dubois, 20<sup>th</sup> International Vacuum Congress IVC-20, Busan, Južna Koreja, 21.–26. 8. 2016 (1)
- Jean-Marie Dubois, Spomenka Kobe, Sestanek za prijavo projekta Teaming SEPH, Bruselj, Belgija, 14.–15. 10. 2016
- Jean-Marie Dubois, Spomenka Kobe, Andraž Kocjan, Sašo Šturm, Kristina Žužek Rožman, 2016 Sustainable Industrial Processing Summit and Exhibition, SIPS 2016, Sanya, Hainan, Kitajska, 6.–10. 11. 2016 (5)
- Ana Gantar, Innovate and Match – Research to Business, Bologna, Italija, 9.–10. 6. 2016
- Ana Gantar, Rok Kocen, Poletna šola CREA 2016, How to build a start-up, Ljubljana, 19.–22. 7. 2016
- Ana Gantar, Luka Suhadolnik, HighTech XL Impact Days Adria, Ljubljana, 30. 9. 2016
- Awais Ikram, Muhammad Farhan Mehmood, Xuan Xu, Kristina Žužek Rožman, DEMETER Summer School, Leuven, Belgija, 21.–26. 8. 2016
- Petra Jenuš Brdnik, Sada Novak Krmptič, Eurofusion Project monitoring meeting, Frascati, Italija, 19.–21. 6. 2016
- Petra Jenuš Brdnik, TEDx Maribor, Maribor, 22. 6. 2016 (1)
- Petra Jenuš Brdnik, Saša Novak Brdnik, 29<sup>th</sup> Symposium on Fusion Technology – SOFT 2016, Češka, Praga, 5.–9. 9. 2016 (2)
- Petra Jenuš Brdnik, 6<sup>th</sup> Annual World Congress of Nanoscience & Technology, Singapur, Singapur, 26.–28. 10. 2016 (1)
- Petra Jenuš Brdnik, Saša Novak Krmptič, Eurofusion Project monitoring meeting, Garching, Nemčija, 8.–9. 11. 2016
- Petra Jenuš Brdnik, Saša Novak Krmptič, Letni sestanek slovenske fizijske asociacije, Dol pri Ljubljani, 8. 12. 2016
- Petra Jenuš Brdnik, Podpis sporazuma Slovenija – Cern, Cern, Švica, 15.–16. 12. 2016
- Luka Kelhar, 16<sup>th</sup> International Conference on Liquid and Amorphous Metals (LAM-16), Bonn, Nemčija, 4.–9. 9. 2016
- Spomenka Kobe, ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 18.–22. 1. 2016
- Spomenka Kobe, ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 13.–18. 3. 2016
- Spomenka Kobe, Info Day on the Spreading excellence and Widening participation of Calls in Horizon 2020, Bruselj, Belgija, 7.–8. 4. 2016
- Spomenka Kobe, Industrial Technologies 2016, Amsterdam, Nizozemska, 23.–24. 6. 2016 (1)
- Spomenka Kobe, International Conference on Nanoscience and Technology – ICN+T 2016, Busan, Južna Koreja, 20.–28. 8. 2016 (1)
- Spomenka Kobe, IX International Scientific Conference - Contemporary Materials, Banja Luka, Bosna in Hercegovina, 4.–5. 9. 2016 (1)
- Spomenka Kobe, ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 4.–9. 12. 2016
- Rok Kocen, European Society of Biomechanics (ESB), Lyon, Francija, 9.–14. 7. 2016
- Rok Kocen, 24<sup>th</sup> Annual Meeting of the European Orthopaedic Research Society, EORS 2016, Bologna, Italija, 14.–16. 9. 2016 (1)
- Andraž Kocjan, Sestanek Young Ceramist Research Network, Mons, Belgija, 9.–12. 6. 2016
- Andraž Kocjan, Sestanek ECeRS Board, Istanbul, Turčija, 7.–8. 7. 2016
- Andraž Kocjan, Young Ceramists Board Meeting, Faenza, Italija, 6.–8. 10. 2016
- Andraž Kocjan, Fractography of Advanced Ceramics V „Fractography from the MACRO to the NANOScale“, Smolenice, Slovaška, 9.–12. 10. 2016 (1)
- Matej Andrej Komelj, Transport Research Arena Conference 2016 (TRA 2016), Varšava, Poljska, 17.–19. 4. 2016 (1)
- Matej Andrej Komelj, Martin Topole, Sestanek projekta MAG-Drive, Beograd, Srbija, 22. 4. 2016
- Matej Andrej Komelj, Simpozij Kolloquium Ruheland Manfred Fahnle: „Electron-phonon coupling and exchange-correlation effects in H<sub>3</sub>S superconductor under high pressure“, Stuttgart, Nemčija, 17.–18. 9. 2016 (1)
- Matej Andrej Komelj, Martin Topole, Sestanek projekta MAG-Drive, Neustadt, Nemčija, 20.–22. 9. 2016
- Nina Kostevšek, International Symposium on Nanoparticles-Nanomaterials and Applications, ISN2A2016, 17.–24. 1. 2016 (1)
- Nina Kostevšek, ISSON16 Summer School NN16 Conference, Solun, Grčija, 1.–15. 7. 2016 (1)
- Martina Lorenzetti, Course in Health Risk Assessment: Principles and Applications, Stockholm, Švedska, 13.–19. 3. 2016
- Martina Lorenzetti, 14<sup>th</sup> International Symposium on Functionally Graded Materials - ISFGMS 2016, Bayreuth, Nemčija, 18.–21. 9. 2016 (1)
- Martina Lorenzetti, NanoTECH 2016, Dubai, Združeni Arabski Emirati, 4.–7. 12. 2016 (1)
- Saša Novak Krmptič, sestanek projekta COST Newgen, Aveiro, Portugalska, 16.–19. 3. 2016
- Saša Novak Krmptič, letni sestanek FuseCOM, Budimpešta, Madžarska, 27. 6.–1. 7. 2016
- Saša Novak Krmptič, ocenjevanje projektov NANO2021, Oslo, Norveška, 10.–11. 9. 2016
- Saša Novak Krmptič, 8. posvet kemijska varnost za vse, Izola, 23. 11. 2016
- Matejka Podlogar, Delavnica za usklajitev usmeritev skupne strategije partnerstva TECES, Ljubljana, 9. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Bojan Ambrožič, Delavnica »In Situ electron microscopy solutions«, Manchester, Velika Britanija, 24.–28. 5. 2016
- Bojan Ambrožič, Miran Čeh, Sašo Šturm, The 16<sup>th</sup> European Microscopy Congress, EMC2016, Lyon, Francija, 28. 8.–2. 9. 2016 (3)
- Slavko Bernik, The 35<sup>th</sup> International Conference and the 1<sup>st</sup> Asian Conference on Thermoelectrics - ICT/ACT 2016, Wuhan, Kitajska, 29. 5.–2. 6. 2016 (1)
- Slavko Bernik, Sara Tominc, Electroceramics XV, Limoges, Francija, 27.–29. 6. 2016 (2)
- Slavko Bernik, Marja Jerič, Matejka Podlogar, MIDEM 2016 – 52<sup>nd</sup> International Conference on Microelectronics, Devices and Materials, Ankarana, 28.–30. 9. 2016 (1)
- Miran Čeh, Electronic Materials and Applications 2016, EMA2016, Orlando, Florida, ZDA, 19.–22. 1. 2016 (1)
- Miran Čeh, Sestanek projekta ESTEEM2, Düsseldorf, Nemčija, 28. 2.–2. 3. 2016
- Miran Čeh, Sašo Šturm, 11<sup>th</sup> Asia-Pacific Microscopy Conference - APMC11, Phuket, Tajska, 23.–27. 5. 2016 (2)
- Miran Čeh, Sestanek upravnega odbora EMAS, Porto, Portugalska, 22.–26. 6. 2016
- Miran Čeh, Sestanek projekta ESTEEM2, Pariz, Francija, 14.–16. 9. 2016
- Miran Čeh, The 2016 E-MRS Fall Meeting, Varšava, Poljska, 19.–22. 9. 2016 (1)
- Miran Čeh, Awais Ikram, Petra Jenuš Brdnik, Luka Kelhar, Muhammad Farhan Mehmood, Luka Suhadolnik, Sašo Šturm, Sara Tominc, Špela Trafela, Xuan Xu, 24 International Conference on Materials and Technology, ICM&T 2016, Portorož, Slovenija, 28.–30. 9. 2016 (9)
- Miran Čeh, Sestanek upravnega odbora EMAS, Porto, Portugalska, 2.–4. 12. 2016

63. Benjamin Podmiljšak, Advances in Magnetics - AIM, Bormio, Italija, 14.-16. 3. 2016 (1)
64. Benjamin Podmiljšak, Sestanek projekta REProMag, Hannover, Nemčija, 6.-8. 7. 2016
65. Benjamin Podmiljšak, Thermag 2016, Torino, Italija, 11.-14. 9. 2016 (1)
66. Aleksander Rečnik, Sestanek projekta ESTEEM2, Dusseldorf, Nemčija, 28. 2.-2. 3. 2016
67. Luka Suhadolnik, Seminar »Čiščenje odpadnih voda v bioloških čistilnih napravah in primeri iz prakse«, Ljubljana, 11. 10. 2016
68. Luka Suhadolnik, Sejem Ecomondo, Rimini, Italija, 8.-10. 11. 2016
69. Sašo Šturm, Ocenjevanje projektov H2020, Bruselj, Belgija, 19.-23. 6. 2016
70. Špela Trafela, Xuan Xu, 1st e-MINDS Training School, Brno, Češka Republika, 10.-16. 4. 2016 (1)
71. Xuan Xu, Kristina Žužek Rožman, Sestanek projekta DEMETER, Leuven, Belgija, 31. 1.-3. 2. 2016
72. Kristina Žužek Rožman, 13<sup>th</sup> Joint MMM-Intermag Conference, San Diego, ZDA, 11.-15. 1. 2016 (1)
73. Kristina Žužek Rožman, NanoFIS 2016, Gradec, Avstrija, 27.-29. 6. 2016 (1)
74. Kristina Žužek Rožman, Ocenjevanje projektov za Research Council of Norway, Oslo, Norveška, 6.-7. 9. 2016
75. Kristina Žužek Rožman, Ocenjevanje projektov COFUND, Bruselj, Belgija, 11.-16. 12. 2016
3. Nina Daneu: Central Glass and Ceramic Research Institute, Kolkata, Indija, 12.-17. 12. 2016 (bilateralno sodelovanje)
4. Petra Jenuš Brdnik: ESRF (SNBL - Swiss-Norwegian beamline), Grenoble, Francija, 4.-12. 4. 2016 (meritve)
5. Luka Kelhar: Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 19. 6.-2. 7. 2016
6. Luka Kelhar: Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 11.-24. 9. 2016
7. Luka Kelhar: Université de Lorraine, Institut de Chimie Physique et Matériaux (ICPM), Metz, Francija, 22. 9. 2016, 18. 10. 2016
8. Luka Kelhar: Institut Jean Lamour, Nancy, Francija, 4. 10.-10. 12. 2016
9. Andraž Kocjan: Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 30. 6.-1. 7. 2016
10. Nina Kostevšek: University of East Anglia, School of Pharmacy, Norwich, Velika Britanija, 16. 9. 2016-17. 5. 2017 (podoktorsko izobraževanje)
11. Matejka Podlogar, Aleksander Rečnik: Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd, Srbija, 3.-9. 10. 2016
12. Zoran Samardžija: TESCANA Orsay Holding, Brno, Češka, 12.-14. 1. 2016
13. Zoran Samardžija: Tovarna FEI, Brno, Češka Republika, 17.-19. 2. 2016
14. Zoran Samardžija: JEOL Ltd., Pariz, Francija, 21.-23. 3. 2016
15. Zoran Samardžija: Demo center Zeiss, Oberkochen, Nemčija, 20.-22. 4. 2016
16. Zoran Samardžija: Tovarna FEI, Brno, Češka Republika, 7.-9. 6. 2016
17. Marko Soderžnik: National Institute for Materials Sciences - NIMS, Tsukuba, Japonska, 28. 11. 2015-1. 12. 2016
18. Luka Suhadolnik: University of California, Riverside, ZDA, 23. 3.-31. 5. 2016
19. Sašo Šturm: Univerza Sabanci, Istanbul, Turčija, 22. 2.-25. 3. 2016
20. Sašo Šturm: Université de Lorraine, Nancy, Francija, 28. 6.-1. 7. 2016
21. Sašo Šturm: University of Hokaido, Nagoya, Japonska, 16.-24. 10. 2016 (bilateralno sodelovanje)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Bojan Ambrožič: Univerza Sapporo, Sapporo, Japonska, 27. 11.-16. 12. 2016 (bilateralno sodelovanje)
2. Slavko Bernik, Matejka Podlogar: CRISMAT Lab., Caen, Francija, 12.-14. 12. 2016 (bilateralno sodelovanje)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Slavko Bernik, znanstveni svetnik
2. prof. dr. Miran Čeh, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
3. doc. dr. Nina Daneu
4. prof. dr. Jean Marie Dubois, Docteur d'État es Sciences Physiques, Francija, znanstveni svetnik
5. **prof. dr. Spomenka Kobe, znanstveni svetnik - vodja odseka**
6. doc. dr. Andraž Kocjan
7. doc. dr. Matej Andrej Komelj
8. prof. dr. Saša Novak Krmpotič, znanstveni svetnik
9. dr. Benjamin Podmiljšak
10. prof. dr. Aleksander Rečnik, znanstveni svetnik
11. dr. Zoran Samardžija
12. prof. dr. Sašo Šturm
13. dr. Kristina Žagar Soderžnik
14. doc. dr. Kristina Žužek Rožman

### Podoktorski sodelavci

15. dr. Nataša Drnovšek
16. dr. Ana Gantar
17. *dr. Aljaž Iveković, začasna prekinitev 1. 3. 2016*
18. dr. Petra Jenuš Brdnik
19. *dr. Martina Lorenzetti, odšla 21. 12. 2016*
20. *dr. Darja Pečko, odšla 1. 3. 2016*
21. dr. Matejka Podlogar
22. dr. Marko Soderžnik

### Mlajši raziskovalci

23. Anže Abram, univ. dipl. inž. metal. in mater.
24. Bojan Ambrožič, mag. inž. geol.
25. Sandra Drev, univ. dipl. inž. geol.
26. Hermina Hudelja, mag. kem.
27. Awais Ikram, Msc. in Nanotechnology and Materials Eng., Pakistan
28. *dr. Marja Jerič, odšla 1. 11. 2016*
29. Vanja Jordan, univ. dipl. inž. kem. inž.
30. Luka Kelhar, mag. nan.
31. Rok Kocen, Master, Belgija
32. Matej Kocen, mag. kem.
33. Nina Kostevšek, univ. dipl. kem.
34. *Mateja Košir, univ. dipl. inž. geol., odšla 1. 12. 2016*
35. Ana Lazar, univ. dipl. inž. metal. in mater.
36. Muhammad Farhan Mehmood, Msc. in Materials and Surface Eng., Pakistan
37. Luka Suhadolnik, univ. dipl. inž. metal. in mater.
38. Sara Tominc, univ. dipl. inž. kem. tehnol.
39. Tomaž Tomše, univ. dipl. kem.
40. Špela Trafela, mag. kem.
41. Xuan Xu, Master of Engineering, Kitajska

### Strokovni sodelavci

42. *dr. Jana Ferčič, odšla 1. 7. 2016*
43. Sanja Fidler, univ. dipl. kom., strokovni sekretar odseka
44. *Martin Topole, univ. dipl. inž. kem. inž., odšel 1. 10. 2016*

### Tehniški in administrativni sodelavci

45. Teja Dukić
46. Darko Eterović
47. *Mojca Hren, odšla 21. 12. 2016*
48. Tomislav Pustotnik

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ABB Switzerland, Baden-Dättwil, Švica
2. Akron, d. o. o., Medvode
3. Akademija znanosti Češke republike, Institut za teoretično in uporabno mehaniko, Oddelek za biomehaniko, Praga, Češka republika
4. Anadolu University, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir, Turčija
5. Animacel biotehnologija, d. o. o., »Spin-out« Veterinarske fakultete v Ljubljani, Ljubljana
6. BIA Separations, d. o. o., Ljubljana
7. Center for Electrochemical Technologies - CIDETEC, New Materials Department, Donostia-San Sebastian, Španija
8. Central Glass and Ceramic Research Institute, Kolkata, Indija
9. Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales, CEMES-CNRS, Toulouse, Francija
10. Cinkarna, Metalurško kemična industrija Celje, d. d., Celje
11. College of William and Mary, Williamsburg, ZDA
12. Colorado School of Mines, Metallurgical and Materials Engineering Department, Golden, Colorado, ZDA
13. Energetika Ljubljana, d. o. o., Ljubljana
14. Ernst Ruska - Centre for Microscopy and Spectroscopy, Jülich, Nemčija
15. ETI Elektroelement, d. d., Izlake
16. Gorenje, gospodinjinski aparati, d. d., Velenje
17. Hungarian Academy of Sciences, Institute for Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research, Budimpešta, Madžarska
18. Institut für Anorganische Chemie, Universität Bonn, Bonn, Nemčija
19. Institut für Festkörper und Werkstofforschung - IFW, Dresden, Nemčija
20. Institut Jean Lamour, Ecole des Mines de Nancy, Francija
21. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
22. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije - IMT, Ljubljana
23. Institut za multidisciplinarno studije, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija
24. Institut za nuklearne nauke »Vinča«, Beograd, Srbija
25. Institute for Energy Technology, Kjeller, Norveška
26. IOM-CNR Laboratorio TASC, Trst, Italija
27. International Center for Theoretical Physics - ICTP, Trst, Italija
28. Iskra Zaščite, d. o. o., Ljubljana
29. Jeol Ltd., Tokyo, Japonska
30. Jeol USA, Inc., Boston, MA, ZDA
31. Keko Varicon, Žužemberk (Podlogar)
32. Kemijski inštitut, Ljubljana
33. Kolektor, d. o. o., Idrija
34. Kolektor Magma, d. o. o., Ljubljana
35. Kolektor Nanotesla Institut, d. o. o., Ljubljana
36. Laboratoire CRISMAT/ENSICAEN, Caen, Francija
37. LTH Castings, d. o. o., Škofja Loka

38. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
39. Magneti, d. d., Ljubljana, Ljubljana
40. Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Nemčija
41. Mustafa Kemal University, Arts & Science Faculty, Physics Department, Hatay, Turčija
42. National Institute for Materials Physics - NIMP, Bukarešta, Romunija
43. National Institute of Standards and Technology - NIST, Surface and Microanalysis Science Division, Gaithersburg, Maryland, ZDA
44. Nuclear Research and Consultancy Group - NRG, Petten, Nizozemska
45. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana
46. Razvojni center eNeM Novi materiali, d. o. o., Zagorje ob Savi
47. Rudnik svinca in cinka Mežica v zapiranju, d. o. o., Mežica
48. Rudnik živega srebra Idrija v zapiranju, d. o. o., Idrija
49. Sabanci Üniversitesi, Istanbul, Turčija (Miran, Saso)
50. Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai, Kitajska
51. Slovaška akademija znanosti, Košice, Slovaška
52. Soboljev inštitut za geologijo in mineralogijo, Sibirskaja veja ruske akademije znanosti, Novosibirsk, Rusija
53. SWATYCOMET, d. o. o., Maribor
54. Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Izrael
55. Technische Universiteit Delft, Technische Natuurwetenschappen, Kavli Institute of Nanoscience, Delft, Nizozemska
56. Technische Universität Dresden, Institute of Structure Physics, Triebenberg Laboratory, Dresden, Nemčija
57. Technische Universität Graz, Zentrum für Elektronenmikroskopie, Gradec, Avstrija
58. TIK Kobarid, Proizvodnja medicinskih pripomočkov, Kobarid
59. Turistični rudnik in muzej »Podzemlje Pece«, d. o. o., Mežica
60. Universidad de Cadiz, Facultad de Ciencias, Puerto Real Cadiz, Španija
61. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, Španija
62. Universität Wien, Department of Lithospheric Research, Dunaj, Avstrija
63. Université de Montpellier, Géosciences Montpellier, Montpellier, Francija
64. Université Paris Sud, Laboratoire de Physique des solides, Orsay, Francija
65. Universiteit Antwerpen, Antwerpen, Belgija
66. University of Birmingham, School of Metallurgy and Materials, Birmingham, Velika Britanija
67. University of Cambridge, Department of Materials Science and Metallurgy, Cambridge, Velika Britanija
68. University of Oxford, Department of Materials, Oxford, Velika Britanija
69. Univerza v Pannonia, Veszprém, Madžarska
70. University of Science and Technology - AGH-UST, Interfaculty Laboratory for Electron Microscopy, Krakov, Poljska
71. University of Sheffield, Department of Electronic and Electrical Engineering & Kroto Centre for High Resolution Imaging and Analysis, Sheffield, Velika Britanija
72. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
73. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
74. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Katedra za farmacevtsko tehnologijo, Ljubljana
75. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
76. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana
77. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Tribologija in površinska nanotehnologija - TINT, Ljubljana
78. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana
79. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor
80. Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Srbija
81. VARS, d. o. o., Ljubljana
82. Zavod za gradbeništvo, Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Somayeh Abdi, Matthias Bönisch, Steffen Oswald, Mohsen Samadi Khoshkhou, Wolfgang Gruner, Martina Lorenzetti, Ulrike Wolff, Mariana Calin, Jürgen Eckert, Annett Gebert, "Thermal oxidation behavior of glass-forming Ti-Zr-(Nb)-Si alloys", *J. mater. res.*, vol. 31, no. 9, str. 1264-1274, 2016. [COBISS.SI-ID 29519655]
2. Anže Abram, Andreja Eršte, Goran Dražić, Vid Bobnar, "Structural and dielectric properties of hydrothermally prepared boehmite coatings on an aluminium foil", *J. mater. sci., Mater. electron.*, vol. 27, no. 10, str. 10221-10225, 2016. [COBISS.SI-ID 29566759]
3. Guliz Inan Akmehelet, Sašo Šturm, Laura Bocher, Mathhieu Kociak, Bojan Ambrožič, Cleva Ow-Yang, "Structure and luminescence in long persistence Eu, Dy, and B codoped strontium aluminate phosphors: the boron effect", *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 99, iss. 6, str. 2175-2180, 2016. [COBISS.SI-ID 29341479]
4. Muhammad Shahid Arshad, Mariana P. Proenca, Špela Trafela, Volker Neu, Ulrike Wolff, Sven Stienen, Manuel Vazques, Spomenka Kobe, Kristina Žužek Rožman, "The role of the crystal orientation (c-axis) on switching field distribution and the magnetic domain configuration in electrodeposited hcp Co-Pt nanowires", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 18, str. 1-13, May 2016. [COBISS.SI-ID 5897754]
5. Slavko Bernik, Mateja Košir, Emmanuel Guilmeau, "Microstructure and thermoelectric characteristics of (ZnO)<sub>k</sub>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- based ceramics (k = 5 and 11)", *Zašt. mater.*, vol. 57, no. 2, str. 318-345, 2016. [COBISS.SI-ID 29581351]
6. Klemen Bohinc, Goran Dražić, Anže Abram, Mojca Jevšnik, Barbara Jeršek, Damijan Nipič, Marija Kurinčič, Peter Raspor, "Metal surface characteristics dictate bacterial adhesion capacity", *Int. j. adhes. adhes.*, vol. 68, str. 39-46, July 2016. [COBISS.SI-ID 4983403]
7. Danielle Cavalcante Guedes de Lima, Tibério Andrade Dos Passos, Marie-Cecile De Weerd, Samuel Kenzari, Rodinei Gomes Medeiros, Severino Jackson Guedes De Lima, Jean-Marie Dubois, "Indirect assessment of the surface energy of the Al-Cu-Fe quasicrystal", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, no. 8, str. 4070-4078, 2016. [COBISS.SI-ID 29291047]
8. Gulcan Corapcioglu, Mehmet Ali Gülgün, Kim Kisslinger, Sašo Šturm, Shikhar K. Jha, Rishi Raj, "Microstructure and microchemistry of flash sintered K<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>NbO<sub>3</sub>", *J. Ceram. Soc. Jpn.*, vol. 124, no. 4, str. 321-328, 2016. [COBISS.SI-ID 29474855]
9. Jasna Cotič, Peter Jevnikar, Andraž Kocjan, Tomaž Kosmač, "Complexity of the relationships between the sintering-temperature-dependent grain size, airborne-particle abrasion, ageing and strength of 3Y-TZP ceramics", *Dent Mater.*, vol. 32, iss. 4, str. 510-518, Apr. 2016. [COBISS.SI-ID 29163303]
10. Aleš Dakskobler, Andraž Kocjan, Paul Bowen, "Predicting the yield stress of paraffin-wax suspensions", *Powder technol.*, vol. 291, str. 1-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29085479]
11. Nataša Drnovšek, Rok Kocen, Ana Gantar, Marinka Drobnič-Košorok, Adrijana Leonardi, Igor Križaj, Aleksander Rečnik, Saša Novak, "Size of silk fibroin β-sheet domains affected by Ca<sup>2+</sup>", *J. mater. chem. B*, vol. 4, iss. 40, pp. 6597-6608, 2016. [COBISS.SI-ID 29771303]
12. Ana Gantar, Nataša Drnovšek, Pablo Casuso, Adrián Pérez-San Vicente, Javier Rodriguez, Damien Dupin, Saša Novak, Irada Loinaz, "Injectable and self-healing dynamic hydrogel containing bioactive glass nanoparticles as a potential biomaterial for bone regeneration", *RSC advances*, vol. 6, no. 73, str. 69156-69166, 2016. [COBISS.SI-ID 29648679]
13. Petra Jenuš, Martin Topole, Paul J. McGuinness, Cecilia Granados-Miralles, Marian Stingaciu, Mogens Christensen, Spomenka Kobe, Kristina Žužek Rožman, "Ferrite-based exchange-coupled hard-soft magnets fabricated by spark plasma sintering", *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 99, iss. 6, str. 1927-1934, 2016. [COBISS.SI-ID 29371943]
14. Marja Jerič, Johannes de Boor, Boštjan Jančar, Miran Čeh, "An enhanced thermoelectric figure of merit for Sr(Ti<sub>0.8</sub>Nb<sub>0.2</sub>)O<sub>3</sub> based on a Ruddlesden-Popper-polytype-induced microstructure", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 5, str. 1177-1182, 2016. [COBISS.SI-ID 29222183]
15. Marja Jerič, Johannes de Boor, Janez Zavašnik, Miran Čeh, "Lowering the thermal conductivity of Sr(Ti<sub>0.8</sub>Nb<sub>0.2</sub>)O<sub>3</sub> by SrO and CaO doping microstructure and thermoelectric properties: microstructure and thermoelectric properties", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, no. 16, str. 7660-7668, 2016. [COBISS.SI-ID 29555495]
16. Vanja Jordan, Uroš Javornik, Janez Plavec, Aleš Podgornik, Aleksander Rečnik, "Self-assembly of multilevel branched rutile-type TiO<sub>2</sub> structures via oriented lateral and twin attachment", *Scientific reports*, vol. 6, str. 24216-1-24216-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29423143]
17. Tjaša Kanduč, Zoran Samardžija, Nataša Mori, Andreja Jerebic, Ines Levačič, Miha Kračun, Johanna A. Robinson, Stojan Žigon, Željko Blažeka, David Kocman, "Hydrogeochemical and isotopic characterization of Pesnica River, Slovenia", *Geologija*, vol. 59, št. 2, str. 179-192, 2016. [COBISS.SI-ID 30052903]

18. Luka Kelhar, Jana Bezjak, Pascal Boulet, Marjeta Maček, Sašo Šturm, Martin Lamut, Boštjan Markoli, Spomenka Kobe, Jean-Marie Dubois, "Stabilisation of Ce-Cu-Fe amorphous alloys by addition of Al", *Philos. mag.* (2003), vol. 96, iss. 30, pp. 3143-3185, 2016. [COBISS.SI-ID 29735719]
19. Luka Kelhar, Janez Zavašnik, Paul J. McGuinness, Spomenka Kobe, "The impact of processing parameters on the properties of Zn-bonded Nd-Fe-B magnet", *J. magn. magn. mater.*, vol. 419, str. 171-175, 2016. [COBISS.SI-ID 29611559]
20. Andraž Kocjan, Marko Češnovar, Damjan Vengust, Tomaž Kosmač, Aleš Dakskobler, "Translucent yttria- and silica-doped mullite ceramics with anisotropic grains produced by spark plasma sintering", *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 99, iss. 9, pp. 3090-3069, 2016. [COBISS.SI-ID 29511719]
21. Nina Kostevšek *et al.* (13 avtorjev), "The one-step synthesis and surface functionalization of dumbbell-like gold-iron oxide nanoparticles: a chitosan-based nanotheranostic system", *Chem. commun. (Lond., 1996)*, vol. 52, issue 2, str. 378-381, 2016. [COBISS.SI-ID 29014055]
22. Davor Kovačević, Rok Pratnekar, Karmen Godič Torkar, Jasmina Salopek, Goran Dražič, Anže Abram, Klemen Bohinc, "Influence of polyelectrolyte multilayer properties on bacterial adhesion capacity", *Polymers (Basel)*, vol. 8, no. 10, str. 345-1-345-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29783591]
23. Mitja Krnel, Stanislav Vrtnik, Primož Koželj, Andraž Kocjan, Zvonko Jagličič, Pascal Boulet, Marie-Cecile De Weerd, Jean-Marie Dubois, Janez Dolinšek, "Random-anisotropy ferromagnetic state in the  $\text{Cu}_5\text{Gd}_{0.54}\text{Ca}_{0.42}$  intermetallic compound", *Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 9, str. 094202-1-094202-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29348135]
24. Daniel Kytýř, Tomáš Doktor, Marcel Adorna, Michaela Neuhauserova, Jan Šleichrt, Nela Fenclová, Ana Gantar, Saša Novak, "Deformation behaviour of gellan gum based scaffold subjected to compression loading", *Appl. mech. mater.*, vol. 821, str. 665-670, 2016. [COBISS.SI-ID 29192999]
25. Martina Lorenzetti, Ekaterina Gongadze, Mukta Vishwanath Kulkarni, Ita Junkar, Aleš Igljič, "Electrokinetic properties of  $\text{TiO}_2$  nanotubular surfaces", *Nanoscale research letters*, vol. 11, str. 378-1-378-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29777447]
26. Ivana Marković, Svetlana Nestorović, Boštjan Markoli, Milena Premović, Sašo Šturm, "Anneal hardening in cold rolled PM Cu-Au alloy", *Mater. sci. eng., A Struct. mater.: prop. microstruct. process.*, vol. 658, str. 393-399, March 2016. [COBISS.SI-ID 1599583]
27. Branko Matović, Fatima Živić, Slobodan Mitrović, Dragan Pršič, Vesna Maksimović, Tatjana Volkov Husović, Ravi Kumar, Nina Daneu, "Ultra-high pressure densification and properties of nanostructured SiC", *Mater. lett.*, vol. 164, str. 68-71, 2016. [COBISS.SI-ID 29070631]
28. Iztok Naglič, Semjon Ilič, Boštjan Markoli, Matej Dolenc, Blaž Leskovar, Žan Filipič, Matej Perhoč, Jakob Kraner, Matej Bizjak, Božo Skela, Luka Kelhar, Špela Kozole, David Gerčar, Teja Ramšak, "Modifikacija zlitine  $\text{AlSi7Mg}$  lite v peščeno formo", *Livar. vestn.*, vol. 63, no. 1, str. 37-47, 2016. [COBISS.SI-ID 1605215]
29. Saša Novak, Martina Lorenzetti, Anja Drame, Janja Vidmar, Janez Ščančar, Metka Filipič, "Diversity of  $\text{TiO}_2$  nanopowders' characteristics relevant to toxicity testing", *J. nanopart. res.*, vol. 18, str. 130-1-130-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29495079]
30. Matejka Podlogar, Aleksander Rečnik, Gurkan Yilmazoglu, İsmail Özgür Özer, Matjaž Mazaj, Ender Suvaci, Slavko Bernik, "The role of hydrothermal pathways in the evolution of the morphology of ZnO crystals", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 14, str. 15358-15366, 2016. [COBISS.SI-ID 29665575]
31. Mojca Presečnik, Slavko Bernik, "Influence of a mechano-chemical treatment on the synthesis and characteristics of p-type thermoelectric  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ ", *J. alloys compd.*, vol. 686, str. 708-716, 2016. [COBISS.SI-ID 29558055]
32. Mojca Presečnik, Slavko Bernik, "Microstructural and thermoelectric properties of  $\text{WO}_3$ -doped  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  ceramics", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 14, str. 16103-16108, 2016. [COBISS.SI-ID 29644071]
33. Mojca Presečnik, J. de Boor, Slavko Bernik, "Synthesis of single-phase  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  ceramics and their processing for a microstructure-enhanced thermoelectric performance", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 6, str. 7315-7327, 2016. [COBISS.SI-ID 29264935]
34. Aleksander Rečnik, Janez Zavašnik, Lei Jin, Andrea Čobič, Nina Daneu, "On the origin of "iron-cross" twins of pyrite from Mt. Katarina, Slovenia", *Mineralogical Magazine*, vol. 80, no. 6, pp. 937-948, 2016. [COBISS.SI-ID 29763879]
35. Marko Soderžnik, Matic Korent, Kristina Žagar, Matthias Katter, Kaan Üstüner, Spomenka Kobe, "High-coercivity Nd-Fe-B magnets obtained with the electrophoretic deposition of submicron  $\text{TbF}_3$  followed by the grain-boundary diffusion process", *Acta mater.*, vol. 115, str. 278-284, 2016. [COBISS.SI-ID 29734183]
36. Urška Stankovič Elesini, Mirjam Leskovšek, Slavko Bernik, Boštjan Šumiga, Raša Urbas, "Influence of co-current spray drying conditions on agglomeration of melamine-formaldehyde microcapsules", *Dry. technol.*, vol. 34, no. 12, str. 1510-1520, 2016. [COBISS.SI-ID 29313831]
37. Nadežda Stankovič, Aleksander Rečnik, Nina Daneu, "Topotaxial reactions during oxidation of ilmenite single crystal", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, iss. 2, str. 958-968, 2016. [COBISS.SI-ID 28879143]
38. Luka Suhadolnik, Ivan Jerman, Amadej Kujan, Kristina Žagar, Matic Krivec, Miran Čeh, "Morphological, optical and electrical characterization of titania-nanotubes-based dye-sensitized solar cells", *Sol. energy*, vol. 127, str. 232-238, 2016. [COBISS.SI-ID 29281575]
39. Luka Suhadolnik, Andrej Pohar, Blaž Likozar, Miran Čeh, "Mechanism and kinetics of phenol photocatalytic, electrocatalytic and photoelectrocatalytic degradation in a  $\text{TiO}_2$ -nanotube fixed-bed microreactor", *Chem. eng. j. (1996)*, vol. 303, str. 292-301, 2016. [COBISS.SI-ID 29555239]
40. Nikola Tasič, Zorica Marinković Stanojević, Zorica Branković, Uroš Lacnjevac, Vesna Ribić, Milan Žunić, Tatjana Novaković, Matejka Podlogar, Goran Branković, "Mesoporous films prepared from synthesized  $\text{TiO}_2$  nanoparticles and their application in dye-sensitized solar cells (DSSCs)", *Electrochim. acta*, vol. 210, str. 606-614, 2016. [COBISS.SI-ID 29612583]
41. Tian Tian, Lihong Cheng, Liaoying Zheng, Juanjuan Xing, Hui Gu, Slavko Bernik, Zeng Huarong, Wei Ruan, Kunyu Zhao, Guorong Li, "Defect engineering for a markedly increased electrical conductivity and power factor in doped ZnO ceramic", *Acta mater.*, vol. 119, str. 136-144, 2016. [COBISS.SI-ID 29681191]
42. Janja Vidmar, Radmila Milačič, Viviana Golja, Saša Novak, Janez Ščančar, "Optimization of the procedure for efficient dispersion of titanium dioxide nanoparticles in aqueous samples", *Analytical methods*, vol. 8, no. 5, str. 1194-1201, 2016. [COBISS.SI-ID 29148199]
43. Miloš Vittori, Vesna Šrot, Kristina Žagar, Birgit Bussmann, Peter van Aken, Miran Čeh, Jasna Štrus, "Axially aligned organic fibers and amorphous calcium phosphate form the claws of a terrestrial isopod (Crustacea)", *J. Struct Biol.*, vol. 195, iss. 2, str. 227-237, 2016. [COBISS.SI-ID 3927887]
44. Jonathan P. Winterstein, Meltem Sezen, Aleksander Rečnik, C. Barry Carter, "Electron microscopy observations of the spinel-forming reaction using MgO nanocubes on  $\text{Al}_2\text{O}_3$  substrates", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, no. 1, str. 144-157, 2016. [COBISS.SI-ID 28814631]
45. Melike Melike Yildizhan, Sašo Šturm, Mehmet Ali Gülgün, "Structural and electronic modifications on  $\text{TiO}_2$  anatase by Li, K or Nb doping below and above the solubility limit", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, no. 12, str. 5912-5923, 2016. [COBISS.SI-ID 29475367]
46. Maša Zalaznik, Mitjan Kalin, Saša Novak, "Influence of the processing temperature on the tribological and mechanical properties of poly-ether-ether-ketone (PEEK) polymer", *Tribol. int.*, vol. 94, str. 92-97, Feb. 2016. [COBISS.SI-ID 28829735]
47. Maša Zalaznik, Mitjan Kalin, Saša Novak, Gregor Jakša, "Effect of the type, size and concentration of solid lubricants on the tribological properties of the polymer PEEK", *Wear*, vol. 364-365, str. 31-39, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 14846235]
48. Maša Zalaznik, Saša Novak, Miroslav Huskić, Mitjan Kalin, "Tribological behaviour of a PEEK polymer containing solid  $\text{MoS}_2$  lubricants", *Lubr. sci.*, vol. 28, iss. 1, str. 27-42, 2016. [COBISS.SI-ID 14032667]
49. Kristina Žagar, Andraž Kocjan, Spomenka Kobe, "Magnetic and microstructural investigation of high-coercivity net-shape Nd-Fe-B-type magnets produced from spark-plasma-sintered melt-spun ribbons blended with  $\text{DyF}_3$ ", *J. magn. magn. mater.*, vol. 403, str. 90-96, 2016. [COBISS.SI-ID 29176871]

## STROKOVNI ČLANEK

1. Gerhard Niedermayr, Fritz Dohr, Aleksander Rečnik, "Mineralien aus den Alpenen Klüften des Zentralbosnischen Schiefergebirges im Bereich von Busovaca", *Miner.-Welt*, vol. 27, no. 3, str. 62-88, 2016. [COBISS.SI-ID 29465383]
2. Aleksander Rečnik, Vesna Šrot, Breda Mirtič, Nina Daneu, "Ein interessantes Fluorit-Vorkommen in der Nähe des Berges Blegoš in Slowenien", *Miner.-Welt*, vol. 27, no. 2, str. 34-45, 2016. [COBISS.SI-ID 29465127]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Blaž Leskovar, Iztok Naglič, Zoran Samardžija, Boštjan Markoli, "Influence of modification of Al-Mn-based alloy on ability to form quasicrystals", V: *Innovation: the foundation of competitive casting production: proceedings book*, 15th International Foundrymen Conference, Opatija, May 11th-13th, 2016, str. 25-34. [COBISS.SI-ID 1609055]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Klemen Bohinc, Ágota Deák, Karmen Godič Torkar, Goran Dražič, Anže Abram, László Janovák, Imre Dékány, "Bacterial adhesion to material surfaces covered by thin films", V: *EURADH 2016 [and] Adhesion '16*, 11th European Adhesion Conference and 13th International Triennial Conference on the Science and Technology of Adhesion and Adhesives, 21 - 23 September 2016, Glasgow, UK, str. 54-57. [COBISS.SI-ID 5107819]
2. Marja Jerič, Johannes de Boor, Miran Čeh, "High-temperature thermoelectric materials based on SrTiO<sub>3</sub>", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 11-15. [COBISS.SI-ID 29821991]
3. Aysen Kaya, Matejka Podlogar, Damjan Vengust, Damjan Svetin, Süleyman Kahraman, Aleksander Rečnik, Slavko Bernik, "Hydrothermal growth of doped ZnO films on amorphous substrates", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 37-42. [COBISS.SI-ID 29821735]
4. Matej Komelj, "Development of permanent magnets for electric vehicles", V: *Moving forward: innovative solutions for tomorrow's mobility*, 6th European Transport Research Conference, TRA 2016, 18-21 April 2016, Warsaw, Poland, 8 str. [COBISS.SI-ID 29466663]
5. Mateja Košir, Etienne Savary, Sylvain Marinel, Emmanuel Guilmeau, Slavko Bernik, "Preparation of (ZnO)<sub>k</sub> · In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thermoelectric ceramics by microwave sintering", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 16-21. [COBISS.SI-ID 29821479]
6. Ivana Kumpová, D. Vavřík, T. Fila, Petr Koudelka, I. Jandajsek, J. Jakůbek, Daniel Kytýř, Petr Zlámal, M. Vopálenký, Ana Gantar, "High resolution micro-CT of low attenuating organic materials using large area photon-counting detector", V: *Proceedings of the 17th International Workshop on Radiation Imaging Detectors (IWORID2015) June 28-July 2, 2015, Hamburg, Germany*, (Journal of instrumentation, vol. 11, 2016), str. C02003-1-C02003-8. [COBISS.SI-ID 29614887]
7. Branko Matović, Dušan Bučevac, Vladimir Urbanović, Nadežda Stanković, Nina Daneu, Tatjana Volkov Husović, Biljana Babić, "Monolithic nanocrystalline SiC ceramics", V: *Engineering Ceramics 2015 Materials for Better Life, 10-14 May 2015, Smolenice, Slovakia*, (Journal of the European Ceramic Society, vol. 36, iss. 12, 2016), str. 3005-3010. [COBISS.SI-ID 29020455]
8. Emina Požega, Pantelija Nikolić, Slavko Bernik, Lidija Gomidželović, Djordje Veljović, Stevan Vujatović, Milan Radovanović, "Hall

measurements of BiSbTeSe single crystal doped with Zr. Part 1.", V: *Proceedings*, 48th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2016, Bor, Serbia, September 28 - October 01, 2016, str. 192-195. [COBISS.SI-ID 29865767]

9. Emina Požega, Pantelija Nikolić, Slavko Bernik, Lidija Gomidželović, Djordje Veljović, Stevan Vujatović, Milan Radovanović, "Hall measurements of BiSbTeSe single crystal doped with Zr. Part 2.", V: *Proceedings*, 48th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2016, Bor, Serbia, September 28 - October 01, 2016, str. 196-199. [COBISS.SI-ID 29866023]
10. Zoran Samardžija, "Electron probe microanalysis of the dopant concentrations in complex perovskite ferroelectrics", V: *Proceedings of the 14th European Workshop on Modern Developments and Applications in Microbeam Analysis (EMAS 2015), Portorož*, (IOP conference series, Materials science and engineering, Vol. 109), str. 012015-1-012015-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29283111]

## PATENTNA PRIJAVA

1. Andraž Kocjan, Bernd Wicklein, Eduardo Ruiz-Hitzky, *Electroconductive reinforced engineering ceramics and preparation therefore*, GB 1618594.4, Intellectual Property Office, 04. 11. 2016. [COBISS.SI-ID 29926439]
2. Simon Reinhard, Jacim Jacimovic, Darren Tremelling, Felix Greuter, Erik Johansson, Tomaž Tomše, *Magnet having regions of different magnetic properties and method for forming such a magnet*, WO2016023961 (A1), WIPO International Bureau, 18. 02. 2016. [COBISS.SI-ID 30230823]
3. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, *Photocatalytic reactor*, WO2016034253 (A1), WIPO International Bureau, 10. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 28389159]

## PATENT

1. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, *REAKTOR*, SI24802 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 28389159]

## MENTORSTVO

1. Ana Gantar, *Kompozitna ogrodja z bioaktivnim steklom za uporabo v tkivnem inženirstvu*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Saša Novak Krmpotič). [COBISS.SI-ID 286251776]
2. Marja Jerič, *Termoelektrični materiali na osnovi dopiranih stroncijevih titanatov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Miran Čeh). [COBISS.SI-ID 287525376]
3. Nina Kostevšek, *Sinteza hibridnih nanodelcev s kombiniranim magneto-fototermičnim učinkom za medicinske aplikacije*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Kristina Žužek Rožman). [COBISS.SI-ID 287036160]
4. Mojca Presečnik, *Mikrostrukturne in termoelektrične lastnosti keramike tipa p v sistemu Ca-Co-O*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Slavko Bernik). [COBISS.SI-ID 288307712]
5. Rok Rudež, *Razvoj debeloplastne oksidne elektronske keramike*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Slavko Bernik). [COBISS.SI-ID 288456448]
6. Nadežda Stanković, *Kemijski in strukturni vidiki transformacije ilmenita v rutil in hematit*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Nina Daneu; somentor Aleksander Rečnik). [COBISS.SI-ID 284144896]

**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 ter fluorescentni materiali.**

V letu 2016 je bilo težišče raziskovalnega dela odseka usmerjeno na področja več pomembnih skupin materialov: tj. materialov, ki temeljijo na magnetnih nanodelcih, večnamenskih nanokompozitov, fluorescentnih nanodelcev ter materialov s pozitivnim temperaturnim koeficientom upornosti.

Poudarek pri raziskavah materialov na osnovi nanodelcev je bil na obvladovanju njihovih površinskih lastnosti. Obvladovanje površinskih lastnosti je ključno tako za samo uporabo nanodelcev kot tudi za njihovo spajanje v kompozitne materiale. Površinske lastnosti nanodelcev spreminjamo z vezavo različnih funkcionalizacijskih molekul na površino nanodelcev. Tako površino nanodelcev označimo s specifičnimi funkcionalnimi skupinami, ki omogočajo nadaljnjo (bio)konjugacijo različnih molekul za izbrano uporabo. Površinski sloj organskih molekul določa električni naboj na nanodelcih in interakcije med nanodelci v tekočem mediju in, v veliki meri, tudi interakcijo nanodelcev z biološkimi sistemi. V letu 2016 so bile raziskave usmerjene predvsem v zagotavljanje koloidne stabilnosti nanodelcev v fizioloških raztopinah. Za preizkušanje v biomedicini je treba preprečiti aglomeracijo nanodelcev v medijih pri nevtralnem pH in z visoko ionsko jakostjo. Nanodelci ne smejo izkazovati velikega površinskega naboja, zato je treba suspenzijo stabilizirati sterično, z vezavo večjih hidrofilnih molekul, kot so polietilen glikol (PEG), polisaharidi ali polipeptidi. Plast molekul mora biti na površino nanodelcev vezana kovalentno, da se med uporabo ne desorbira ali izmenja z drugimi molekulami v mediju. Površine oksidnih materialov so kemijsko precej inertne in v splošnem ne omogočajo kovalentne vezave organskih molekul. Pred kovalentno vezavo molekul na površino nanodelce prevlečemo s tanko plastjo amorfnega silicijevega oksida, t. i. silike. Silika na površini nanodelcev zagotovi silanolne funkcionalne skupine -Si-OH, ki lahko kovalentno reagirajo z molekulami, kot so silani. Raziskali smo različne strategije kovalentne vezave molekul PEG, karboksimetil dekstrana in dekstrana različnih molekularskih mas na površino različnih nanodelcev. Posebno velik izziv za pripravo stabilnih suspenzij v fizioloških medijih so nanoploščice barjevega heksaferita ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ), saj se zaradi svojih trdomagnetnih lastnosti dodatno aglomerirajo zaradi interakcij dipol-dipol. Koloidno povsem stabilne suspenzije takih nanoploščic v fosfatnem pufru PBS smo pripravili z vezavo polisaharida dekstrana. Na površino heksaferitnih nanoploščic, prekritih s siliko in funkcionaliziranih z glicidoksiopropil silanom (GLYMO), smo dekstran vezali z reakcijo med epoksidnimi skupinami GLYMO na površini nanodelcev s hidroksilnimi skupinami dekstrana.

Del raziskav je bil namenjen tudi možnosti sinteze polipeptidnih prevlek na površini nanodelcev. Polipeptid smo sintetizirali s kovalentnim zamreženjem aminokislin, adsorbiranih na površini nanodelcev. Kot smo pokazali v predhodnih raziskavah, se aminokislina adsorbirajo na površino nanodelcev v obliki molekularskih skupkov (asociatov) v zelo velikih površinskih koncentracijah (več deset molekul na  $1 \text{ nm}^2$ ). Molekule adsorbiranih aminokislin v skupku se med seboj povezujejo z relativno šibkimi vodikovimi in elektrostatskimi vezmi in zato je plast adsorbiranih molekul na površini zelo občutljiva za zunanje razmere. Da bi pripravili kompaktno polipeptidno plast na površini nanodelcev, smo nanje adsorbirali dve različni aminokislini: aspartamsko kislino ( $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)COOH}$ ) in lizin ( $\text{H}_2\text{N-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH(NH}_2\text{)COOH}$ ). Molekule obeh aminokislin v adsorbirani plasti smo med seboj povezali s kovalentnimi peptidnimi vezmi ob uporabi aktivacije karboksilnih skupin s karbodiimidom EDC in njihovo reakcijo z amino-skupinami sosednje molekule.

Na področju funkcionalizacije magnetnih nanodelcev s polipeptidi smo začeli sodelovati tudi z raziskovalci Univerze v Trstu. Intenzivno sodelujemo pri razvoju postopkov vezave aminokislin in krajših peptidov na magnetne delce. Začetne raziskave so bile usmerjene v vezavo lipofilnih aminokislin, kot je fenilalanin, na površino delcev. Tako funkcionalizirani magnetni delci so primerni za nadaljnje urejanje s peptidnimi superstrukturami v uporabne kompozitne materiale. Začeli pa smo tudi že razvoj postopkov vezave hidrofilnih aminokislin z namenom priprave koloidno stabilnih suspenzij magnetnih nanodelcev v bioloških medijih.



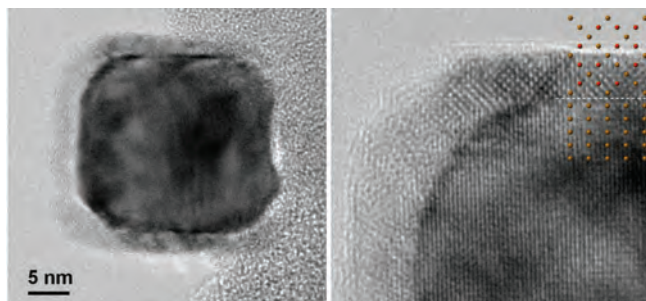
Vodja:

**prof. dr. Darko Makovec**

**Sinteza različnih katalizatorjev, ki imajo katalitske nanodelce Ru, nanosene na nosilce z visoko specifično površino. Nosilci vsebujejo v matrici iz silicijevega oksida, ogljika ali aluminijevega oksida dispergirane magnetne nanodelce, ki omogočajo magnetno izločanje katalizatorja iz reakcijske mešanice po uporabi.**



## Razvili smo metodo za sintezo nanodelcev kovinskega železa, ki so proti hitri oksidaciji na zraku zaščiteni s tanko plastjo magnetita.



Slika 1: Nanodelci kovinskega železa s površinsko zaščitno prevleko iz železovega oksida magnetita. Magnetit raste epitaksialno na površini železa.

V letu 2016 smo se veliko ukvarjali tudi s samo sintezo nanodelcev. V ospredju so bili kovinski nanodelci železa. Kovinsko železo izkazuje mnogo večjo nasičeno magnetizacijo  $M_s$  od oksidnih magnetnih materialov, ki se navadno uporabljajo v obliki nanodelcev. Medtem ko ima železov oksid maghemit  $M_s$  okoli 80 A m<sup>2</sup>/kg, ima kovinsko železo magnetizacijo več kot 220 A m<sup>2</sup>/kg. Problem nanodelcev iz nežlahtnih kovin pa je njihova zelo velika reaktivnost, ki privede do trenutne oksidacije ob stiku z zrakom. Za zagotavljanje obstojnosti na zraku se navadno nanodelce železa zaščiti s kristalinično prevleko iz ogljika. Za sintezo nanodelcev železa in njihovo sočasno pasivacijo se večinoma uporabljajo metode pirolize v parni fazi, ki pa so relativno zelo drage. Mi smo razvili ceneno metodo za pripravo nanodelcev kovinskega železa, ki temelji na segrevanju posebno načrtovanih nanodelcev železovega oksidohidroksida v redukcijski atmosferi. Nanodelci se s časom sicer počasi oksidirajo, pri tem pa na površini epitaksialno raste plast oksida magnetita (M) ((100)<sub>Fe</sub> || (10-1)<sub>M</sub>, (010)<sub>Fe</sub> || (010)<sub>M</sub>, [001]<sub>Fe</sub> || [101]<sub>M</sub>), ki deluje kot zaščitni sloj pred nadaljnjo oksidacijo (slika 1). Pri povišani temperaturi se nanodelec kljub pasivaciji popolnoma oksidira. Ker raste plast magnetita na površini nanodelca kovine z difuzijo

atomov železa navzven, nastane v centru delca praznina. V primernih razmerah oksidacije dobimo tako votle, oglate nanodelce magnetnega železovega oksida.

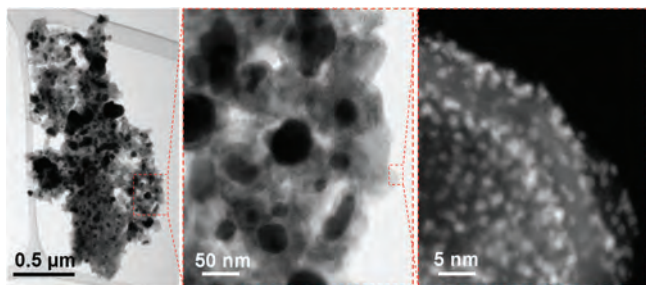
S sintezo, funkcionalizacijo in karakterizacijo nanodelcev smo se vključevali tudi v raziskave nanotoksikologije v sodelovanju z Biotehniško fakulteto Univerze v Ljubljani.

Pomemben del raziskav je bil namenjen preizkusom uporabe skupkov superparamagnetnih nanodelcev železovega oksida (superparamagnetnih nanoskupkov) v magnetni separaciji. V ta namen navadno uporabljamo komercialno dostopne superparamagnetne nanoskupke, ki jih proizvaja odcepljeno podjetje IJS Nanos Sci. (<http://nanos-sci.com/>). Okrogel nanoskupke v svojem jedru združuje okoli 100 nanodelcev. Zaradi povečanega volumna deluje na nanoskupke v gradientu magnetnega polja mnogo večja sila kot na posamezen superparamagnetni nanodelec. Velika magnetna sila omogoča, da lahko nanodelce izločimo iz suspenzije, medtem ko posameznih superparamagnetnih nanodelcev zaradi prešibke sile ne moremo magnetno izločiti. Jedro nanoskupka je prekrito s plastjo amorfne silicijevega oksida (silike), ki omogoča učinkovito kovalentno vezavo različnih funkcionalizacijskih molekul na njihovo površino. Da bi lahko nanoskupkom sledili z metodami, temelječimi na fluorescenčni mikroskopiji, v plast silicijevega oksida vgradimo fluorescentne molekule.

Tipičen primer uporabe je imobilizacija (bio)katalizatorjev na superparamagnetne nanoskupke, ki omogoča magnetno izločanje katalizatorja iz medija po katalitski reakciji. V sodelovanju z raziskovalci z Univerzitat Autònoma de Barcelona (Španija) smo raziskovali različne načine priprave magnetno izločljivih nanobiokatalizatorjev z biokonjugacijo encimov kloroperoksidaze in aldolaze na funkcionalizirane superparamagnetne nanoskupke. Nanobiokatalizatorje naši partnerji preizkušajo v večencimskih, stereoselektivnih sintezah aminopoliolov in iminociklitolov, pomembnih snovi v farmaciji in prehranski industriji.

Superparamagnetne nanoskupke uporabljamo tudi kot nosilce za katalizatorje iz žlahtnih kovin, kot je rutenij. V sodelovanju s kolegi s Kemijskega inštituta preučujemo možnost uporabe magnetno izločljivih katalizatorjev na osnovi rutenija v reakcijah hidrogeniranja in deoksigenacije. Ker se je v predhodnih raziskavah izkazalo, da skupki superparamagnetnih nanodelcev železovega oksida, prevlečeni s siliko, niso primerni nosilci za imobilizacijo

rutenijevega katalizatorja za omenjene reakcije, smo razvili skupke magnetnih nanodelcev, prekritih s plastjo ogljika (slika 2). Plast ogljika na magnetnih nanodelcih nastane s hidrotermalno pretvorbo ogljikovih hidratov in dodatno pirolizo produkta v inertni atmosferi. S temperaturo pirolize lahko vplivamo na delež grafita, na količino kisikovih funkcionalnih skupin na površini in na delež defektov v grafitni strukturi. Nanodelce rutenija nanesimo na površinsko plast ogljika z redukcijo Ru-prekurzorja z izopropanolom pri povišani temperaturi. S koncentracijo prekurzorja in temperaturo redukcije lahko vplivamo na povprečno velikost nastalih nanodelcev Ru. Pripravljeni katalizatorji izkazujejo primerljivo katalitsko učinkovitost kot komercialni, iz reakcijske mešanice pa jih lahko po uporabi magnetno izločimo in ponovno uporabimo, lahko pa jih tudi segrevamo z uporabo izmeničnega magnetnega polja. V sodelovanju s kolegi iz Odseka za nanostrukturirane materiale IJS smo razvili tudi enostaven postopek priprave skupkov superparamagnetnih nanodelcev, prekritih s plastjo



Slika 2: Slike magnetno izločljivega katalizatorja, posnete s vrstično-presevnim elektronskim mikroskopom (STEM) pri naraščajoči povečavi. Katalizator vsebuje magnetne delce kovinskega železa, prevlečene s plastjo grafitnega ogljika, na kateri so nanoseni majhni katalitski nanodelci Ru. Skrajno leva in srednja slika sta posnetka v svetlem polju (BF), slika na desni pa posnetek v temnem polju (HAADF).

AlOOH in  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Oba tipa plasti izkazujeta veliko specifično površino. Na plasti  $\text{Al}_2\text{O}_3$  smo uspešno pripravili nanodelce  $\text{Ru}(\text{OH})_3$ . S kolegi s Katedre za organsko kemijo Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani preučujemo možnost njihove uporabe za kataliziranje reakcij oksidacije farmacevtsko zanimivih organskih molekul.

Izkoriščanje relativno velike magnetne sile, ki deluje na superparamagnetne nanoskupke v gradientu magnetnega polja, nam odpira številne zanimive možnosti njihove uporabe. Na področju medicine to lastnost izkoriščamo predvsem pri magnetnem dostavljanju zdravilnih učinkovin in transfekciji z magnetnim poljem (magnetofekcija). Pri projektu magnetnega dostavljanja zdravilnih učinkovin smo v preteklem letu nadaljevali raziskave v sodelovanju s Fakulteto za farmacijo Univerze v Ljubljani. Razvijali smo magnetne nanoskupke, prevlečene s porozno siliko, kjer smo del nanodelcev železovega oksida v notranjosti skupka raztopili v kislini. Tako smo pripravili dostavni sistem, ki ohrani zadovoljivo magnetno odzivnost in hkrati omogoča polnjenje ter prilagajeno sproščanje zdravilne učinkovine skozi porozno lupino silike. Kot zdravilno učinkovino za polnjenje votlih magnetnih nanoskupkov smo izbrali potencialno protitumorsko učinkovino orlistat. Gre za zelo lipofilno učinkovino, ki je prav zaradi svojih fizikalno-kemijskih lastnosti zelo težavna za pripravo klasičnih polimernih ali lipidnih dostavnih sistemov in drugih farmacevtskih formulacij. Izjemna robustnost našega votlega anorganskega dostavnega sistema omogoča polnjenje z orlistatom v različnih topilih. V raziskavi, ki je v teku, smo kot prvo izbrali uporabili etanol z različnimi koncentracijami tetradekanola. Značilnost tetradekanola je, da ima fazni prehod trdnotekoče pri temperaturi med okoli  $38\text{ }^\circ\text{C}$  in  $40\text{ }^\circ\text{C}$  in da je priznan kot varna spojina. Raziskave, začete v preteklem letu, potekajo v smeri priprave dostavnega sistema s kontroliranim sproščanjem, kjer sproščanje orlistata iz trdnega tetradekanola v notranjosti nanoskupka kontroliramo s spremembo temperature. Spremembo temperature in posledično sproščanje učinkovine iz magnetnega dostavnega sistema na tarčnem mestu v telesu se potencialno lahko doseže s sproščanjem toplote ob vzbujanju preostalih magnetnih nanodelcev v notranjosti votlega nanoskupka z izmeničnim magnetnim poljem (magnetna hipertermija).

Nadaljevali smo raziskave, namenjene magnetnemu urejanju superparamagnetnih nanoskupkov v suspenziji v obstojne verigam podobne strukture, nanoverige. Razvoj je temeljil na magnetnem urejanju nanoskupkov z različno debelino silike. Študijo smo načrtovali tako, da smo najprej magnetno uredili nanoskupke s tanjšo prevleko silike in nato tem kratkim verigam v magnetnem polju dodali nanoskupke z debelejšo plastjo silike. Tako so se nanoskupki z debelejšo plastjo silike postavili na en ali oba konca magnetno vzpostavljene verige. Takšne nanoverige smo utrdili z dodatno tanko plastjo silike. V kislini smo raztopili majhne magnetne nanodelce le v nanoskupkih s tanko prevleko silike. Tako smo razvili nove nanoverige, ki so sestavljene iz votlih lupin silike in superparamagnetnih nanoskupkov z debelejšo plastjo silike in so osnova nadaljnjemu razvoju naprednih magnetnih dostavnih sistemov.

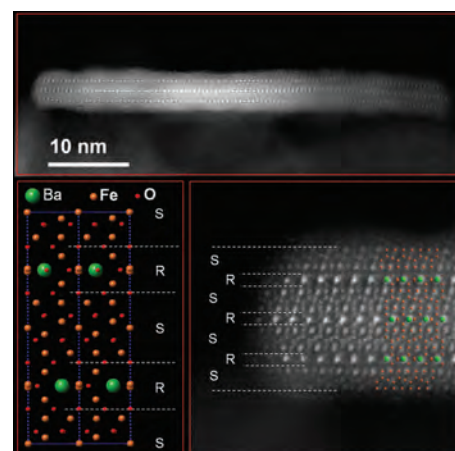
V raziskavah, ki jih vodijo na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani (Inštitut za biologijo celice), smo uporabili magnetne nanoskupke, ki smo jih označili z dvema fluorescentnima barviloma, s fluoresceinom in rodaminom. V okviru projekta smo označevali tunnelske membranske nanocevice, ki jih vzpostavljajo rakave celice sečnega mehurja za medsebojno izmenjavo informacij preko prenosa genskega materiala in drugih gradnikov celice. Prvi del projekta je bil namenjen razvoju majhnih nanoskupkov velikosti 70–80 nm, kar je zgornja meja velikosti pri označevanju urotelijskih nanocev. V okviru raziskave smo razvijali nanoskupke z vezanim ligandom za ciljanje rakavih urotelijskih celic.

Z raziskovalci Univerze na Cipru (Nikozija, Ciper) smo začeli razvijati polimerna nanovlakna, v katera vgrajujemo magnetne nanoskupke. S kalcinacijo takšnih kompozitnih nanovlaknen bi lahko pripravili nanokompozite, uporabne kot anodni material v Li-ionskih baterijah. V okviru drugega projekta pa uporabljamo magnetne nanoskupke, označene s fluoresceinom, za razvoj novih materialov za senzorje plinov.

Nadaljevali smo tudi raziskave nanokompozitov, ki vsebujejo magnetne nanodelce v polimerni matrici polimetil metakrilata. Na podlagi pridobljenega znanja o pripravi polimernih nanokompozitov smo pripravili magnetne nanodelce, ki imajo na površini vezane polimerne verige s stranskimi skupinami iz molekul tekočega kristala 5CB. Razvili smo postopek, pri katerem vezemo monomer metil metakrilat na površino magnetnih nanodelcev. Med polimerizacijo akrilatnega monomera s 5CB-molekulo v prisotnosti nanodelcev rastejo polimerne verige tudi s površine nanodelcev. Mešanice nanodelcev in tekočega kristala preučujejo kolegi z Odseka za kompleksne snovi IJS.

Pomemben del raziskav je bil namenjen nanoploščicam  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ . Del raziskav je bil posvečen določitvi njihove kristalne strukture. Kristalno strukturo heksaferita si ponazorimo kot zlog dveh strukturnih blokov, ki se izmenjujeta v  $c$ -smeri njegove heksagonalne celice: heksagonalnega bloka »R«, ki vsebuje ione  $\text{Ba}^{2+}$  ( $(\text{BaFe}_3^3\text{O}^{2-}_{11})^{2-}$ ), in kubičnega bloka »S« ( $(\text{Fe}^3\text{O}^2\text{O}^2\text{O}^2)^{2+}$ ). Rast nanodelcev heksaferita je omejena v  $c$ -smeri strukture. S primernim hidrotermalnim

### Z vrstično-presevnim elektronskim mikroskopom z atomsko ločljivostjo smo ugotovili ravnotežno strukturo nanoploščic barijevega heksaferita.



Slika 3: Slika STEM HAADF heksaferitne nanoploščice, posneta z elektronskim mikroskopom ARM. Slika spodaj prikazuje strukturo heksaferita v orientaciji [10-10]. Na povečani sliki spodaj so označene kolone, zasedene z atomi Ba, in kolone atomov železa.

**Fluorescentnih fluoridni nanodelci, zanimivi kot alternativni biološki označevalci, se znatno in relativno hitro raztapljajo v vodnih medijih, predvsem v prisotnosti fosfatov. Raztapljanje lahko znatno zmanjšamo z amfifilno prevleko iz dveh zamreženih polimerov.**

postopkom lahko sintetiziramo heksagonalne nanoploščice, ki so široke okoli 50 nm, vendar pa le nekaj nanometrov debele. Predvsem zaradi zelo majhne dimenzije nanoploščic v  $c$ -smeri kristalne strukture, ki ustreza njihovi majhni debelini, izkazujejo nanoploščice specifično strukturo. Struktura heksaferitnih nanoploščic je bila pred leti pomembna tema naših raziskav, vendar podrobne strukture kljub uporabi mnogih tehnik (visokoločljivostna elektronska mikroskopija HRTEM, rentgenska difraktometrija XRD, rentgenska absorpcijska spektroskopija EXAFS,

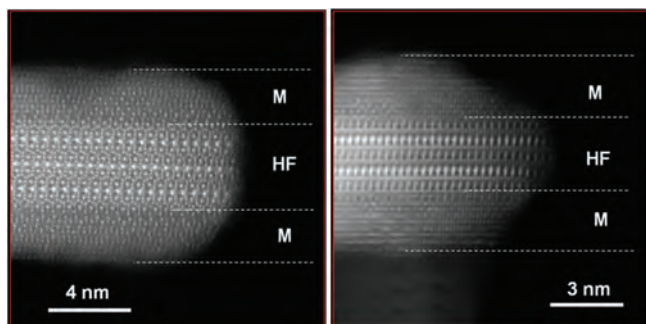
Mosbauerjeva spektroskopija itd.) nam ni uspelo določiti. Šele uporaba novega vrstično-presevnega elektronskega mikroskopa z atomsko ločljivostjo (ARM) v letu 2016 nam je omogočila podrobnejšo določitev strukture. Izkazalo se je, da izkazujejo nanoploščice zelo uniformno strukturo. Večina nanoploščic vsebuje le dva heksagonalna strukturna bloka »R«, redkeje vsebujejo tri bloke »R«, vedno pa se na površini struktura zaključuje s kubičnim blokom »S« (slika 3). Nanoploščice, ki vsebujejo dva bloka »R«, so tako debele 3,0 nm, ploščice s tremi bloki »R« pa 4,2 nm. Zelo redko najdemo tudi debelejšee nanoploščice, ki vsebujejo štiri ali več blokov »R«.

Struktura heksaferitnih nanoploščic se izraža v njihovi edinstveni magnetni lastnosti, ki so določene predvsem z zelo veliko, enosno magnetno anizotropijo z lahko osjo magnetizacije, pravokotno na ploščico. Ta lastnost omogoča zelo učinkovito usmerjanje nanoploščic z magnetnim poljem in je bila ključna za razvoj povsem novih materialov, kot so na primer feromagnetne tekočine, mehki magneto-elektriki ali magneto-optični kompoziti, prav tako pa na tej osnovi razvijamo tudi povsem nove vrste uporabe nanoploščic v medicini.

Slabost heksaferitnih nanoploščic je v njihovi relativno nizki nasičeni magnetizaciji  $M_s$ . Heksaferit, kot tipičen trdo magnetni material, izkazuje relativno nizko  $M_s$ , 72 A m<sup>2</sup>/kg, že, če je v obliki volumenskega materiala, v obliki nanoploščic pa se pri njem magnetizacija še bistveno zmanjša. Z dolgoletnimi sistematičnimi raziskavami nam je uspelo magnetizacijo heksaferitnih nanoploščic povečati na uporabne vrednosti nad 30 A m<sup>2</sup>/kg, vendar bi določene vrste uporabe zahtevale še višje vrednosti magnetizacije. To lahko dosežemo s prekrivanjem nanoploščic s plastjo železovega oksida maghemita ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ki izkazuje mehkomagnetne lastnosti z relativno visoko nasičeno magnetizacijo. Če so lastnosti obeh magnetnih materialov v kompozitni nanoploščici med seboj magnetno sklopljene, se taka nanoploščica magneti enakomerno, kot če bi bila narejena iz enega materiala. Heksaferitno jedro ji zagotavlja želena veliko enosno magnetno anizotropijo, površinska plast maghemita pa močno poveča magnetizacijo. Spreminjanje debeline plasti pa omogoča tudi zelo podrobno prilagoditev oblike magnetne histereze kompozitne nanoploščice specifičnim zahtevam posamezne vrste uporabe.

Magnetno plast maghemita naneseemo na jedrne heksaferitne nanoploščice v vodni suspenziji s preprostim obarjanjem železovih ionov iz vodne raztopine. Plast nastane s heterogeno nukleacijo produktov obarjanja na površini jedrnih nanodelcev. Ključna je kontrola prenasajenja produktov obarjanja, ki jo dosežemo z vezavo železovih (III) ionov v kompleks s sečnino, ki nam omogoča njihovo kontrolirano sproščanje v reakcijsko mešanico s termično razgradnjo kompleksa. Raziskave v letu 2016 so bile posvečene predvsem prilagoditvi postopka, ki omogoča podrobno kontrolo debeline maghemitne plasti na jedrnih nanoploščicah. Debelino plasti lahko do določene mere povečamo preprosto z višanjem koncentracije železovih prekurzorjev, za nanos debelejših plasti na površino jedrnih nanoploščic pa je treba postopek nanosa ponoviti večkrat. Strukturne lastnosti sintetiziranih kompozitnih nanoploščic smo podrobno raziskali z uporabo mikroskopa ARM. Izkazalo se je, da lahko z našo metodo sintetiziramo nanoploščice z izjemno kontrolo in ponovljivostjo. Sintetizirane kompozitne nanoploščice so izkazovale enakomerno strukturo, ki je v veliki meri določena že z zelo enakomerno strukturo jedrnih heksaferitnih nanoploščic. Maghemit s spinelno strukturo raste epitaksialno izključno na bazalnih površinah jedrne heksaferitne nanoploščice (slika 4). Plasti maghemita so enakomerni debele, na posameznem jedru je debelina plasti na obeh površinah enaka na nivoju nekaj atomskih plasti. Tudi med različnimi kompozitnimi nanodelci v posameznem vzorcu se debelina plasti spreminja minimalno.

Nadaljevali smo tudi raziskave uporabe heksaferitnih nanoploščic ter njihovo vgradnjo v tekoče kristale (sodelovanje z Odsekom za kompleksne snovi IJS). V ta namen smo se ukvarjali predvsem s spreminjanjem površinske kemije ploščic, in sicer je bil namen pripraviti hidrofobne ploščice, ki bi jih lažje v večjih koncentracijah vgradili v tekoče kristale in pri jih s tem povečali magnetni odziv. Obenem smo sodelovali (Odsek za kompleksne snovi IJS in Univerza v Koloradu) pri razvoju feromagnetnih tekočin v izotropni fazi, kjer so se pokazale podobne lastnosti kot pri feromagnetnih tekočih kristalih z zelo veliko občutljivostjo za magnetno polje. Izkazalo se je, da take suspenzije nanoploščic zaznajo že zemeljsko magnetno polje.



*Slika 4: Posnetka HAADF STEM kompozitnih nanoploščic. Posamezna nanoploščica je sestavljena iz heksaferitnega jedra (HF) med dvema plastema maghemita (M). Heksaferitno jedro na levi sliki vsebuje tri plasti ionov Ba<sup>2+</sup> (orientacija jedra [10-10]<sub>HF</sub>), na desni sliki pa le dve plasti ionov Ba<sup>2+</sup> (orientacija jedra [11-20]<sub>HF</sub>).*

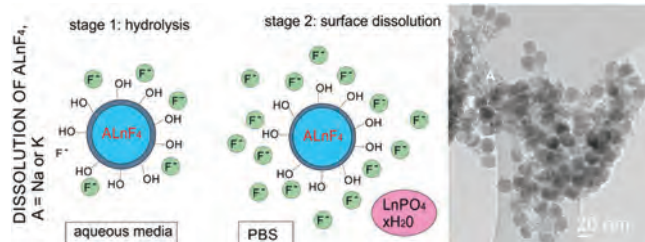
Vzporedno sodelujemo tudi pri razvoju novih magnetnih senzorjev (sodelovanje s Fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru) z optimizacijo suspenzij magnetnih nanoploščic.

Nadaljevali smo raziskave na področju fluorescentnih nanodelcev. Fluorescentni nanodelci z energijsko pretvorbo navzgor so zanimivi za izdelavo različnih optičnih elementov in tudi kot mogoči alternativni bioznačevalci v medicinski diagnostiki na osnovi slikanja. Na tem področju smo nadaljevali študijo kemijske stabilnosti fluorescentnih nanodelcev na osnovi fluoridnih matric, dopiranih z lantanidi, ter razvoj primernih zaščitnih prevlek. Stabilnost (kemijska in koloidna) nanodelcev v vodi je namreč osnovni pogoj za njihovo uporabo v biomedicini. Pokazali smo, da se fluoridni nanodelci različnih sestav (binarni in ternarni) v vodi delno raztapljajo, zato je njihova uporaba v biomedicini dvomljiva. Študij raztapljanja izvajamo v sodelovanju z Odsekom za anorgansko kemijo in tehnologijo IJS. Predpostavili in dokazali smo mehanizem raztapljanja pri nanodelcih  $AYF_4$  ( $A = K$  ali  $Na$ ), dopiranih z  $Yb^{3+}$  in  $Tm^{3+}$  (slika 5). Izkazalo se je namreč, da se ti delno raztapljajo v vodi, kar je posledica disociacije površine. Ta poteče v nekaj minutah, nadaljnje raztapljanje pa je počasno. Po drugi strani pa se fluoridni nanodelci znatno raztapljajo v fosfatnem pufru, kar je posledica sočasnega nastajanja zelo slabo topnih lantanidnih fosfatov, ki je gonilna sila procesa. Zaradi prisotnosti fosfatov v celicah (nukleinske kisline, ATP, celične membrane) je uporaba fluoridnih fluorescentnih nanodelcev *in vivo* neprimerna. Da bi omogočili uporabo nanodelcev v medicini, smo preizkusili več zaščitnih prevlek, ki bi raztapljanje preprečile. Med različnimi prevlekami je raztapljanje najbolj učinkovito zavrta amfifilna prevleka iz oktadecen anhidrida polimaleinske kisline (PMAO), zamreženega z bis(heksametilen) triaminom (BHMT). Pokazali smo, da je zamreženje pogoj za učinkovito zaščito. Hkrati je prevleka PMAO-BHMT omogočila koloidno stabilnost nanodelcev v vodi in v fosfatnem pufru ter pozitivno vplivala na intenziteto fluorescence nanodelcev.

Končali smo tudi študij vpliva raztapljanja fluoridnih fluorescentnih nanodelcev z energijsko pretvorbo navzgor na optične lastnosti v sodelovanju z Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM), Berlin, Nemčija, ter Odsekom za tehnologijo površin in optoelektroniko IJS. Pokazali smo, da se zaradi spremembe površinske kemije nanodelcev, kot posledice raztapljanja, znatno zmanjša čas fluorescence  $Tm^{3+}$ . Rezultati teh raziskav so osnova za razvoj nove nedestruktivne analitske metode za ugotavljanje sprememb kemijske sestave površine fluorescentnih nanodelcev z energijsko pretvorbo navzgor. Namreč, pri nanodelcih, katerih površina je velika v primerjavi z njihovim volumnom, kemijska sestava površine znatno vpliva na njihove optične lastnosti.

Na področju osnovnih raziskav nastanka pozitivnega temperaturnega koeficienta upornosti (PTK) v keramiki  $BaTiO_3$  smo pokazali, da je mogoče pripraviti PTK-upore tudi brez donorskega dopiranja keramike  $BaTiO_3$ , in sicer kot kompozit iz prevodne in neprevodne faze. Zaradi dimenzijskih sprememb v neprevodni fazi pri Curiejevi temperaturi  $BaTiO_3$  pride do prekinitve povezav v prevodni fazi in s tem do PTK-anomalije. Na enak način nam je uspelo pripraviti PTK-upore s Curiejevo temperaturo  $180\text{ }^\circ\text{C}$  in uporabno nizko, hladno specifično upornostjo v feroelektrični keramiki na osnovi sistema  $BaTiO_3 - Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO_3$ . Novo razviti material se od materialov na trgu odlikuje po tem, da ne vsebuje strupenega svinca.

Izjemno strmo temperaturno odvisnost električne upornosti smo izmerili v kompozitu, sestavljenem iz prevodne kovine in neprevodne feroelektrične keramike  $BaTiO_3$ . Tako strma temperaturna karakteristika uporov PTK v literaturi še ni bila objavljena.



Slika 5: Shematska predstavitev mehanizma raztapljanja fluoridnih fluorescentnih nanodelcev in slika TEM nanodelcev ter amorfnih fosfatnih matric (označene z A), ki je produkt raztapljanja.

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Pušnik, Klementina, Peterlin, Mojca, Kralj Cigić, Irena, Marolt, Gregor, Kogej, Ksenija, Mertelj, Alenka, Gyergyek, Sašo, Makovec, Darko. Adsorption of amino acids, aspartic acid, and lysine onto iron-oxide nanoparticles. The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces, 120 (2016), 14372–14381
2. Gyergyek, Sašo, Makovec, Darko, Jagodič, Marko, Drogenik, Mihael, Schenk, Kurt, Jordan, Olivier, Kovač, Janez, Dražič, Goran, Hofmann, Heinrich. Hydrothermal growth of iron oxide NPs with a uniform size distribution for magnetically induced hyperthermia : structural, colloidal and magnetic properties. Journal of alloys and compounds, 694 (2017), 261–271
3. Lisjak, Darja, Plohl, Olivija, Vidmar, Janja, Majaron, Boris, Ponikvar-Svet, Maja. Dissolution mechanism of upconverting  $AYF_4$ : Yb, Tm ( $A = Na$  or  $K$ ) nanoparticles in aqueous media. Langmuir, 32 (2016), 8222–8229

## Patent

1. Peter Dušak, Marin Berovič, Darko Makovec, Postopek za uravnavanje mlečnokislinske fermentacije pri proizvodnji vina z magnetnim izločanjem bakterij, SI24998 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 30. 11. 2016

## Nagrade in priznanja

1. Blaž Belec, 3. mesto za najboljšo ustno predstavitev na 8. Študentski konferenci MPŠ, 31. 5.–1. 6. 2016, Ljubljana. Nagrado je podelilo društvo SATENA – znanost pred mikrofonom; delo: Building thick spinel iron oxide layer onto the hexaferrite core nanoparticles using multiple co-precipitation of iron ions.
2. Blaž Belec, 1. nagrada za najboljši prispevek na 8. Študentski konferenci MPŠ, 31. 5. 2016, Ljubljana. Delo: Building thick spinel iron oxide layer onto the hexaferrite core nanoparticles using multiple co-precipitation of iron ions.
3. Tanja Goršak, nagrada za najboljšo predstavitev: »Znanost pred mikrofonom«, Ljubljana, 8. Študentska konferenca, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana 31. 5.–1. 6. 2016, Ljubljana. Delo: The formation of silica coatings on barium hexaferrite nanoparticles and functionalization with 3-aminopropyl silane.

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. COST IC1208; Povezovanje naprav in materialov: izzivi novih naprav v informacijskih in komunikacijskih tehnologijah  
Cost Office  
prof. dr. Darko Makovec
2. COST TD1402 - RADIOMAG; Večnamenski nanodelci za magnetno hipertermijo in zdravljenja s posrednim sevanjem  
Cost Office  
prof. dr. Darko Makovec
3. Evropska mreža „upkonverzije“ od načrtovanja fotonih „upkonverzijskih“ nanomaterialov do njihove uporabe v biomedicini  
Cost Office  
prof. dr. Darja Lisjak

## PROJEKTA

1. Nanoteranostiki na osnovi magnetno odzivnih materialov  
dr. Slavko Kralj
2. Tunelske membranske nanocevke za inovativno zdravljenje raka sečnega mehurja  
dr. Slavko Kralj

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Razvoj in validacija metode TEM za analizo velikosti anorganskega hedra končnega produkta ferikarbonsimaltoze, meritve in analiza 50 vzorcev  
Lek d. d.  
prof. dr. Darko Makovec

## PROGRAM

1. Sodobni magnetni in večnamenski materiali  
prof. dr. Darko Makovec

## OBISK

1. Jan Kotouček, Brno University of Technology, Češka, 1. 8.–9. 9. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Darja Lisjak, ISN2A 2016, Caparica, 18.–21. 1. 2016, Portugalska (1)

2. Tanja Goršak, 10th Young researchers' day, Ljubljana, 31. 3. 2016 (1)
3. Sašo Gyergyek, ECOST-MEETING, Atene, 6. 4.–8. 4. 2016, Grčija (1)
4. Blaž Belec, Tanja Goršak, 8. ŠTUDENTSKA KONFERENCA MEDNARODNE PODIPLOMSKE ŠOLE JOŽEFA STEFANA, Ljubljana, 31. 5.–1. 6. 2016 (2)
5. Igor Zajc, 6th International Congress on Ceramics, Dresden, 21.–25. 8. 2016, Nemčija (1)
6. Slavko Kralj, ERC Grantees Conference 2016, Zandvoort, 31. 8.–2. 9. 2016, Nizozemska (1)
7. Blaž Belec, Tanja Goršak, Darja Lisjak, SKD 2016, Portorož, 28.–30. 9. 2016 (3)
8. Blaž Belec, The 9th Edition of the Symposium with International Participation, Timișoara, 27.–29. 4. 2016, Romunija (1)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. dr. Sašo Gyergyek
2. prof. dr. Darja Lisjak
3. **prof. dr. Darko Makovec, znanstveni svetnik vodja odseka**
4. dr. Igor Zajc, strokovni sekretar odseka

### Podoktorski sodelavci

5. dr. Slavko Kralj

### Mlajši raziskovalci

6. Blaž Belec, univ. dipl. inž. kem. tehnol.
7. Tanja Goršak, mag. ind. farm.
8. *dr. Olivija Plohl, odšla 20. 6. 2016*
9. *dr. Klementina Pušnik, odšla 19. 5. 2016*

### Tehniški in administrativni sodelavci

10. Bernarda Anželak, univ. dipl. inž. kem. inž.

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Cinkarna, d. d., Celje
2. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica
3. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zurich, Švica
4. Institute of Nuclear Sciences, Vinča, Srbija
5. Institute of Physics ASCR, Praga, Češka
6. InoVine, d. o. o.
7. Kemijski inštitut, Ljubljana
8. Lek, d. d., Mengeš
9. Nanos Scientifcae, Ljubljana
10. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Španija
11. University of Cyprus, Nicosia, Ciper
12. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
13. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Ljubljana
14. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
15. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Ljubljana
16. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor
17. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
18. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Španija
19. Univerza v Novi Gorici
20. University Paris, Nanomaterials group in the CSPBAT Laboratory, Pariz, Francija
21. University of Sydney, Key Centre for Polymers and Colloids, Sydney, Avstralija

22. Université de Strasbourg, Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg, Strasbourg, Francija
23. Technische Universität Dresden, Nemčija
24. VTT Chemical Research Centre of Finland Espoo & Tampere, Tampere, Finska
25. Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
26. Bar-Ilan University, Ramat-Gan, Izrael
27. Institut Catala de Nanociencia i Nanotecnologia, Barcelona, Španija
28. Università di Trieste, Trst, Italija
29. Optacore, d. o. o., Ljubljana
30. Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung (BAM), Berlin, Nemčija
31. Medical University of Graz, Gradec, Avstrija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Branka Babić-Stojić, Vukoman Jokanović, Dušan Milivojević, Miroslav Požek, Zvonko Jagličić, Darko Makovec, Katarina Arsić, Verica Paunović, "Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles stabilized by hydrothermally modified dextrose for positive contrast magnetic resonance imaging", *J. magn. mater.*, vol. 403, str. 118-126, 2016. [COBISS.SI-ID 29161255]
2. Alenka Bunderšek, Boštjan Japelj, Branka Mušič, Nevenka Rajnar, Sašo Gyergyek, Rok Kostanjšek, Peter Krajnc, "Influence of Al(OH)<sub>3</sub> nanoparticles on the mechanical and fire resistance properties of poly(methyl methacrylate) nanocomposites", *Polym. compos.*, vol. 37, iss. 6, str. 1659-1666, June 2016. [COBISS.SI-ID 18344470]
3. George Cordoyiannis, Sašo Gyergyek, Brigita Rožič, Samo Kralj, Zdravko Kutnjak, George Nounesis, "The effect of magnetic nanoparticles upon the smectic-A to smectic-C\* phase transition", *Liq. Cryst.*, vol. 43, no. 3, str. 314-319, 2016. [COBISS.SI-ID 29057319]
4. Peter Dušak, Mojca Benčina, Martina Turk, Dejan Bavčar, Tatjana Košmerl, Marin Berovič, Darko Makovec, "Application of magneto-responsive *Oenococcus oeni* for the malolactic fermentation in wine", *Biochem. eng. j.*, vol. 110, str. 134-142, 15 June 2016. [COBISS.SI-ID 4977768]
5. T. B. Ivetić, Marin Tadić, Marko Jagodič, Sašo Gyergyek, G. R. Štrbac, S. R. Lukić -Petrović, "Structure and magnetic properties of Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> nanocomposite synthesized using combustion assisted sol-gel method", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 16, str. 18312-18317, 2016. [COBISS.SI-ID 30245927]
6. Lazar Kopanja, Slavko Kralj, Dragiša Žunić, Boris Lončar, Marin Tadić, "Core-shell superparamagnetic iron oxide nanoparticle (SPION) clusters: TEM micrograph analysis, particle design and shape analysis", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 9, str. 10976-10984, 2016. [COBISS.SI-ID 29460519]
7. Lazar Kopanja, Dragiša Žunić, Boris Lončar, Sašo Gyergyek, Marin Tadić, "Quantifying shapes of nanoparticles using modified circularity and ellipticity measures", *Measurement (Lond.)*, vol. 92, str. 252-263, 2016. [COBISS.SI-ID 29840679]
8. Matjaž Kristl, Sašo Gyergyek, Nataša Srt, Irena Ban, "Mechanochemical route for the preparation of nanosized aluminium and gallium sulfide and selenide", *Mater. manuf. process.*, vol. 31, iss. 12, str. 1608-1612, 2016. [COBISS.SI-ID 19274774]
9. Mukta Vishwanath Kulkarni, Anca Mazare, Jung Park, Ekaterina Gongadze, Manuela Sonja Killian, Slavko Kralj, Klaus von der Mark, Aleš Igljč, Patrik Schmuki, "Protein interactions with layers of TiO<sub>2</sub> nanotube and nanopore arrays: morphology and surface charge influence", *Acta biomaterialia*, vol. 45, str. 357-366, Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 29709095]
10. Darja Lisjak, Mitja Bukovec, Klementina Zupan, "Suppression of the exaggerated growth of barium ferrite nanoparticles from solution using a partial substitution of Sc<sub>3+</sub> for Fe<sub>3+</sub>", *J. nanopart. res.*, vol. 18, no. 2, str. 44-1-44-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29290535]
11. Darja Lisjak, Olivija Plohl, Janja Vidmar, Boris Majaron, Maja Ponikvar-Svet, "Dissolution mechanism of upconverting AYF<sub>4</sub>: Yb, Tm (A = Na or K) nanoparticles in aqueous media", *Langmuir*, vol. 32, no. 32, str. 8222-8229, 2016. [COBISS.SI-ID 29679655]
12. Darinka Primc, Blaž Belec, Darko Makovec, "Synthesis of composite nanoparticles using co-precipitation of a magnetic iron-oxide shell onto core nanoparticles", *J. nanopart. res.*, vol. 18, no. 3, str. 64-1-64-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29326119]
13. Klementina Pušnik, Tanja Goršak, Mihael Drogenik, Darko Makovec, "Synthesis of aqueous suspensions of magnetic nanoparticles with the co-precipitation of iron ions in the presence of aspartic acid", *J. magn. mater.*, vol. 413, str. 65-75, 2016. [COBISS.SI-ID 29670439]
14. Klementina Pušnik, Mojca Peterlin, Irena Kralj Cigić, Gregor Marolt, Ksenija Kogej, Alenka Mertelj, Sašo Gyergyek, Darko Makovec, "Adsorption of amino acids, aspartic acid, and lysine onto iron-oxide nanoparticles", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, iss. 26, str. 14372-14381, 2016. [COBISS.SI-ID 1537055939]
15. Katarina Rajapakse, Damjana Drobne, Damijana Kastelec, Ksenija Kogej, Darko Makovec, C. Gallampois, Hanna Amelina, Gabriela Danielsson, Lijana Fanelj, Romana Marinšek-Logar, Susana Cristobal, "Proteomic analyses of early response of unicellular eukaryotic microorganism *Tetrahymena thermophila* exposed to TiO<sub>2</sub> particles", *Nanotoxicology*, vol. 10, no. 5, str. 542-556, 2016. [COBISS.SI-ID 1536618947]
16. Tea Romih, Anita Jemec, Monika Kos, Samo B. Hočevar, Slavko Kralj, Darko Makovec, Damjana Drobne, "The role of PVP in the bioavailability of Ag from the PVP-stabilized Ag nanoparticle suspension", *Environ. pollut. (1987)*, vol. 218, str. 957-964, Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 3969103]
17. M. Shuai, Alenka Mertelj, Darja Lisjak, Martin Čopič, et al., "Spontaneous liquid crystal and ferromagnetic ordering of colloidal magnetic nanoplate", *Nature communications*, vol. 7, str. 10394-1- 10394-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29253927]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Slavko Kralj, Tanja Potrč, Petra Kocbek, Silvia Marchesan, Darko Makovec, "Design and fabrication of magnetically responsive nanocarriers for drug delivery", *Curr. med. chem.*, vol. 23, str. 1-16, 2016. [COBISS.SI-ID 4149873]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Blaž Belec, Darko Makovec, "Building thick spinel iron oxide layer onto the hexaferrite core nanoparticles using multiple co-precipitation of iron ions", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 215-226. [COBISS.SI-ID 29530151]
2. Tanja Goršak, Slavko Kralj, Darko Makovec, Darja Lisjak, "The formation of silica coatings on barium hexaferrite nanoparticles and functionalization with 3-aminopropyl silane", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 227-238. [COBISS.SI-ID 29545511]

## PATENT

1. Peter Dušak, Marin Berovič, Darko Makovec, *Postopek za uravnavanje mlečnokislinske fermentacije pri proizvodnji vina z magnetnim izločanjem bakterij*, SI24998 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 30. 11. 2016. [COBISS.SI-ID 28600615]

## MENTORSTVO

1. Olivija Plohl, *Raztapljanje fluoridnih nanodelcev z energijsko pretvorbo navzgor v vodnih suspenzijah ter njihova zaščita z amfilinimi prevlekami*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Darja Lisjak). [COBISS.SI-ID 287642368]
2. Klementina Pušnik, *Uravnavanje lastnosti vodnih suspenzij nanodelcev železovega oksida z aminokislinami*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Darko Makovec). [COBISS.SI-ID 287126016]
3. Mojca Peterlin, *Določanje aminokislin adsorbiranih na površini nanodelcev železovega oksida (γ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): magistrsko delo (bolonjski študij)*, Ljubljana, 2016 (mentor Irena Kralj Cigić; somentor Darko Makovec). [COBISS.SI-ID 1536984771]



# 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 atomskem in mikrostrukturnem nivoju. 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 različne elektronske aplikacije, ii) novih materialov z izboljšanimi antibakterijskimi in fotokatalitskimi lastnostmi in iii) novih materialov za učinkovito pretvorbo energije.*

## Funkcionalni oksidi za elektronske aplikacije

V sklopu študija mehanizmov kontroliranja velikosti feroelektričnih perovskitnih delcev z anizotropno obliko ploščic so raziskave prednostno potekale na dveh področjih. V prvem delu je bil poudarek na kontroli morfologije  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  in  $\text{Bi}_{3,8}\text{Nd}_{0,2}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  nanoploščic (velikost  $\approx 100$  nm, debelina  $\approx 10$  nm) v hidrotermalni razmerah. Prve so bile osnova (t. i. templat) za nadaljnjo pretvorbo v perovskitne ( $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ) nanodelce z obliko ploščic oz. blokov, medtem ko smo druge pripravili zaradi študija njihovega vedenja v tekočem kristalu. V drugem delu smo se ukvarjali s študijem mehanizmov topokemijske pretvorbe iz ploščic  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  v  $\text{BaTiO}_3$  in  $\text{SrTiO}_3$  v staljeni soli in v hidrotermalnih razmerah za ploščice velikosti  $1 \mu\text{m}$  kot tudi za ploščice manjših dimenzij (nanoploščice). Pri topokemijski pretvorbi nanoploščic  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  v  $\text{BaTiO}_3$ , ki poteka v staljeni soli, je bil poudarek na ohranjanju nanodimenzij nastalega  $\text{BaTiO}_3$  pri segrevanju do višjih temperatur, ki so potrebne za povečanje tetragonalnosti in posledično feroelektričnosti. Za upočasnitev rasti delcev  $\text{BaTiO}_3$  zaradi Ostwaldovega zorenja smo izkoristili dejstvo, da sta tako raztapljanje in rast pri delcih z ravnimi in gladkimi ploskvami počasnejši kot pri delcih nepravilnih oblik oziroma z veliko ukrivljenostjo površine.

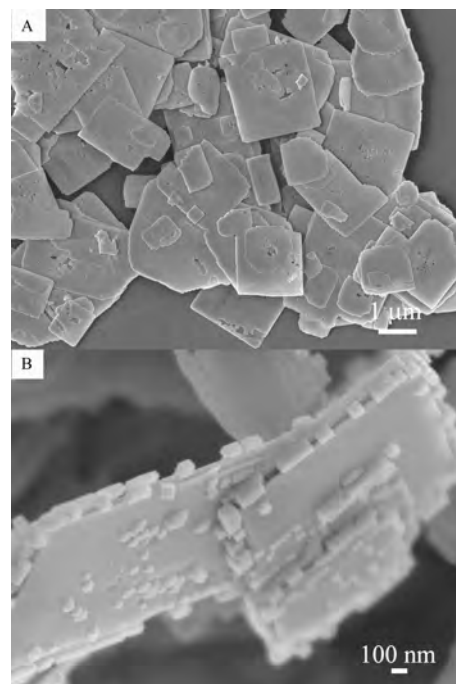
Pretvorba iz plastovite Aurilliusove faze  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  v perovskit  $\text{SrTiO}_3$  in  $\text{BaTiO}_3$  v hidrotermalnih razmerah še ni opisana v literaturi. Dosedanji rezultati nakazujejo, da je mogoče na osnovi poznanja osnovnih zakonitosti rasti delcev in s kontroliranjem sinteznih razmer do določene stopnje vplivati na prevladujoči mehanizem rasti in usmerjati potek reakcije v smer želene morfologije delcev (slika 1). Za ohranitev anizotropne oblike ploščic  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  je pomembno, da rast perovskita na le-teh poteka po mehanizmu rasti plast za plastjo (mehanizem Frank-van der Merve). Domnevamo, da bo kontroliranje rasti po tem mehanizmu ključno za pripravo kompozitnih ploščic  $\text{BaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ , za katere se pričakuje, da izkazujejo povečane feroelektrične lastnosti zaradi kristalnih napetosti, ki so posledica majhnega neujemanja v velikosti osnovne celice. To vpliva tudi na smer feroelektrične polarizacije, ki naj bi bila v primeru  $\text{BaTiO}_3$  na (100) orientirani ploščici  $\text{SrTiO}_3$  pravokotna na večjo ploskev. Ker se na tako ohrani feroelektričnost do manjših dimenzij in ker je to zelena smer za številne aplikacije, se pričakuje, da bodo takšne ploščice zelo uporabne, med drugim tudi za izdelavo elektromehanskih naprav z nanodimenzijami.

Integracija epitaksialnih kompleksnih oksidov s Si je neprecenljiva priložnost za oblikovanje novih naprav za zaznavanje ter izvajanje logičnih operacij, pri čemer je oboje združeno na enem samem čipu. Z uporabo pulznega laserskega nanašanja (PLD) smo pripravili epitaksialne ultratanke (3–4 nm) plasti  $\text{SrTiO}_3$  (STO) na Si(001), s čimer smo prikazali možnosti te tehnike za rast predlóg za integracijo kompleksnih oksidov s Si. Naš postopek zajema rast 1/2 monoatomske (ML) pufrske plasti Sr na rekonstruirani površini Si(001) z uporabo PLD-ja, nanos STO-ja v inertni Ar-atmosferi ter faze oksidacije in kristalizacije STO-ja (slika 2). Optimizacija nanosa STO-ja, oksidacija in parametri kristalizacije so se izkazali kot ključni parametri za izboljšanje kakovosti plasti. Ugotovili smo, da zmanjšanje termičnega prispevka med fazo kristalizacije poveča ostrino spoja, vendar je potrebna minimalna temperatura za ustrezno zgoščevanje plasti STO. Pokritost 2 ML pred vsako fazo kristalizacije in oksidacije je bila določena kot optimalno ravnovesje med kritično debelino, minimizacijo termičnega prispevka in ustrezno pokritostjo pufrske plasti, ki preprečuje reakcije s površino Sr/Si. Ti rezultati so prispevali k izboljšanju splošnega znanja in razumevanja spojev med kovinskimi oksidi in silicijem ter so trden temelj za rast visokokakovostnih tankih predlóg STO-ja na Si, pripravljenih s PLD-jem.



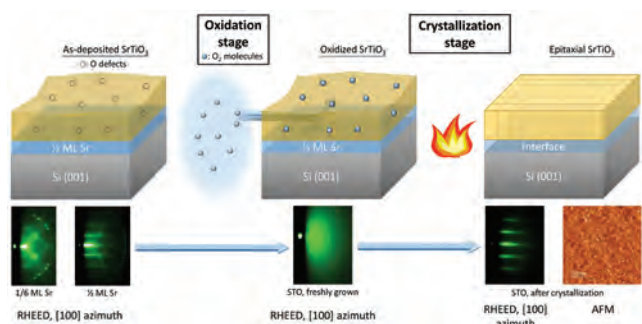
Vodja:

**prof. dr. Danilo Suvorov**



Slika 1: Topokemijska pretvorba ploščic  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  v  $\text{SrTiO}_3$  v bazičnih hidrotermalnih razmerah s prevladujočo rastjo, podobno a) Frank-van der Mervejevi rasti (plast na plast) in b) Volmer-Weberjevi rasti (tvorba otokov)





Slika 2: Grafični prikaz procesa rasti STO. STO je pripravljen na površini 1/2 ML Sr/Si, rast pa vključuje PLD-nanos STO, njegovo oksidacijo ter fazo kristalizacije. Procesi so bili prilagojeni v smeri zmanjšanja reakcije s podlago ter povečanja kristaliničnosti STO-plasti. Pod shemo so prikazane RHEED-slike za nanos pufrske plasti Sr (levo), sveže nanosen STO (sredina) in kristaliziran STO (desno), skupaj z AFM-sliko plasti, dobljene po končni fazi procesa.

S PLD-tehniko smo pripravljali tudi tanke plasti  $\text{Pb}[\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}]\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  (PMN-PT) na monokristalnih podlagah  $\text{SrTiO}_3$  (STO). PMN-PT izkazuje odlične piezoelektrične lastnosti, vendar le ob odsotnosti piroklorne faze, ki sicer nastaja zaradi izgube svinca med sintezo. Z optimizacijo razmer pri nanašanju ter z uporabo tarč s pribitkom PbO smo pripravili enofazne PMN-PT-plasti. Iz cepitve (00l)-vrhov pri rentgenski difrakciji je razvidno, da procesni tlak

močno vpliva na domensko strukturo plasti, kar smo potrdili z visokoločljivostno presevno elektronsko mikroskopijo. V naslednji stopnji smo med STO in PMN-PT nanosli tankoplastno elektrodo ( $\text{SrRuO}_3$  ali  $\text{LaNiO}_3$ ). Ugotovili smo, da ima elektrodna plast (predvsem  $\text{LaNiO}_3$ ) izrazit vpliv na nadaljnjo rast plasti PMN-PT, stabilizira namreč nastanek perovskitne faze.

Na področju raziskav faznih ravnotežij v ternarnih oksidnih sistemih, kjer se tvorijo nove spojine oziroma trdne raztopine z izraženimi električnimi lastnostmi, smo ugotovili fazno ravnotežje v sistemu  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  pri 790 °C. Vzorce smo pripravljali po mokri metodi iz vodotopnih soli, da bi zagotovili čim boljše homogenost izhodnih sestav. V sistemu smo potrdili tvorbo ternarne spojine  $\text{Bi}_2\text{Fe}_2\text{Al}_2\text{O}_9$  in identificirali več trdnih raztopin. V sistemu se tvori tudi multiferoik  $\text{BiFeO}_3$ , ki je v ravnotežju s silenitno spojino, ki nastaja v sistemu  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ .

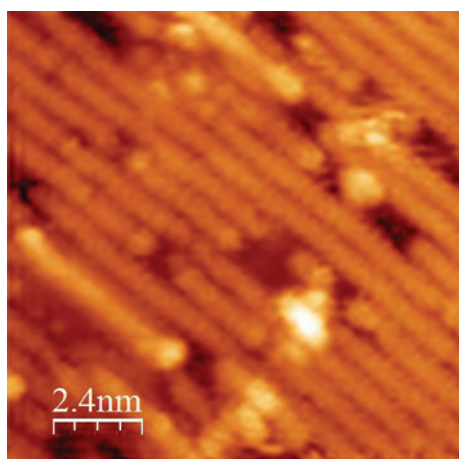
### Antibakterijski in fotokatalitski materiali

Raziskovalno delo skupine za biomateriale je vključevalo delo na področjih razvoja inovativnih antimikrobnih prevlek, razvoja novih antimikrobnih biomaterialov in inovativnih tehnik krioprezervacije.

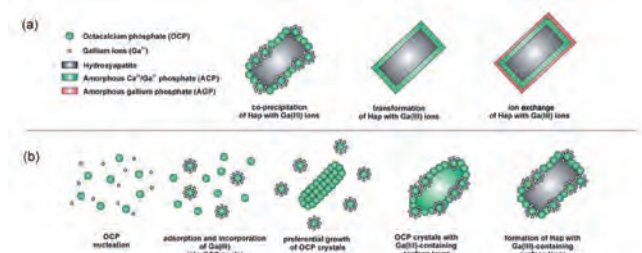
Razvili smo inovativno kompozitno prevleko, sestavljeno iz 1D nanostrukturiranega MgO in polimerne matrice PLGA. Zaznali smo prisotnost močnih medfaznih interakcij med MgO-delci in polimerno matrico PLGA. Kompozitna prevleka Mg/PLGA je preprečila kolonizacijo bakterij *S. epidermidis*, istočasno pa ni povzročila nobenih morfoloških sprememb vezanih rdečih krvničk. Na podlagi teh opažanj smo ugotovili, da stabilizacija MgO v polimerni matrici PLGA poveča njihovo »terapevtsko okno«.

Nadaljevali smo raziskave nanokompozitnih materialov na osnovi galija, zlata in hidroksiapatita. Nanokompozit iz Ga-nanodelcev in hidroksiapatita smo primerjali z nanokompozitom iz Ag-nanodelcev in hidroksiapatita. Pokazali smo, da je novi nanokompozit na osnovi galija učinkovitejši proti

*Pseudomonas aeruginosa* ter manj toksičen proti fibroblastoma L929 in IMR-90 (sliki 4 in 5). Raziskali smo tudi vpliv velikosti Ga-nanodelcev, širine porazdelitve velikosti ter vsebnosti Ga v nanokompozitu na antibakterijsko aktivnost in citotoksičnost nanokompozita ter optimizirali njegovo sintezo. Zelo ozko porazdelitve velikosti smo dobili z uporabo oleinske kisline kot površinsko aktivne snovi in termične dekompozicije za sintezo Ga-nanodelcev. Nanokompoziti s takimi Ga-nanodelci so imeli močnejši antibakterijski učinek, a tudi večjo toksičnost za L929-celice kot nanokompoziti, pripravljene z ultrazvočno emulzifikacijo brez površinsko aktivne snovi. Na podlagi naših odkritij glede vgrajevanja ionov  $\text{Ga}^{3+}$  v hidroksiapatit smo pripravili optimiziran nanokompozit iz funkcionaliziranih Au-nanodelcev in hidroksiapatita z vgrajenim Ga(III), ki



Slika 3: Nizkotemperaturna STM-slika nezasedenih elektronskih stanj površine Sr/Si(001), ki izkazuje značilno rekonstrukcijo ( $2 \times 1$ ). Tunelski tok je v sliki zasedenih elektronskih stanj povezan s Si-vezmi, ki se vežejo z Sr-atomi, ki sedijo med posameznimi verigami Si-dimerov ( $T = 60$  K,  $U = -3$  V,  $I = 200$  pA).



Slika 4: a) Shematski prikaz strukture Hap(Ga), pridobljenega s koprecipitacijo, transformacijo in ionsko izmenjavo z ioni  $\text{Ga}^{3+}$ , in b) mehanizem tvorbe nanokristalov Hap(Ga) s koprecipitacijo

učinkovito ustavi rast bakterij *P. aeruginosa*, *E. coli* in *S. epidermidisa* ter ima nizko toksičnost za L929-fibroblaste. Poleg tega smo prišli še do zelo zanimivih ugotovitev o mehanizmu in optimizaciji tvorbe funkcionaliziranih Au-nanolupin z Ga-jedrom ter odkrili možnosti njihove stabilizacije. Rezultati tega področja, ki smo jih objavili v treh raziskovalnih člankih, so bili v letu 2016 izbrani kot ilustracija naslovne strani revije *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*.

Raziskavo na področju novih biomaterialov, ki združujejo antimikrobne in magnetne lastnosti smo začeli v okviru bilateralnega projekta s Srbijo. Na tem področju smo razvili nove postopke za sintezo kompozitov, ki združujejo funkcionalizirane nanodelce zlata (Au-arginin) in feritne nanodelce ( $MFe_2O_4$ ,  $M = Zn^{2+}, Co^{3+}, Cu^{2+}$ ). Pokazali smo, da novi kompoziti vsebujejo močno antimikrobno delovanje (proti *E. coli* in *S. epidermisi*), ki ga omogoča funkcionalizirano zlato) ter magnetne lastnosti, ki jim zagotavljajo feritni nanodelci. Kljub nanovelikosti (delci Au 20 nm s feritnimi nanodelci 5 nm na površini) smo pokazali, da narejeni kompozitni delci ne povzročajo poškodb krvnih celic, ter s tem potrdili, da so zelo perspektivni za nadaljnje raziskave za uporabo v biomedicini.

Novo področje inovativnih tehnik krioprezervacije se nanaša na razvoj biomimetičnih anorganskih nanodelcev kalcijevega hidroksiapatita (HAp) za dostavo bioaktivnih učinkovin v celice. Usmerili smo se na aplikativno področje krioprezervacije celic v krvni transfuziji in razvite nanodelce uporabili za dostavo naravnega krioprotektanta trehaloze v citoplazmo eritrocitov, ki nimajo aktivne endocitoze. Pri tem smo študirali, kako lastnosti nanodelcev vplivajo na učinkovitost dostave trehaloze in na mehanizme interakcij med nanodelci in celično membrano. Raziskave so pokazale, da so HAp-nanodelci učinkoviti nosilci za dostavo trehaloze, kar posledično omogoča visoko preživetje eritrocitov po zamrzovanju in taljenju. S tega področja smo prijavi raziskovalni projekt Marie Curie, ki je bil od Evropske komisije odlikovan s pečatom »Seal of Excellence«.

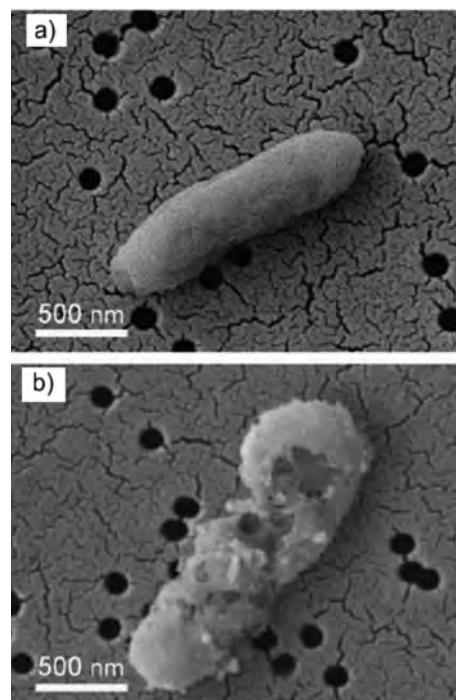
### Materiali za učinkovito pretvorbo energije

V okviru raziskav novih materialov za pretvorbo energije smo raziskovali spojine s plastno kristalno strukturo, ki izkazujejo lastnosti v skladu s konceptom "fononsko steklo, elektronski kristal" in so zato zanimive za razvoj novih termoelektričnih materialov. Pri raziskavah materialov na osnovi titanovega disulfida smo razvili postopek, ki omogoča sintezo visokostehiometrične spojine in posledično omogoča pripravo različnih interkaliranih volumenskih materialov z izboljšanimi električnimi in toplotnimi transportnimi lastnostmi. Optimizirali smo visokotlačno sintranje s pulzirajočim električnim tokom, s čimer smo sintetizirali visokoteksturiran termoelektrični material z redom velikosti nižjo toplotno prevodnostjo. Pri raziskavah materialov na osnovi plastnih kobaltatov smo ugotovili, da spreminjanje atmosfere v temperaturnem območju predvidene uporabe povzroči spremembe v kristalni strukturi. Ugotovitve prispevajo k novim dognanjem na področju kristalne kemije plastnih termoelektričnih materialov.

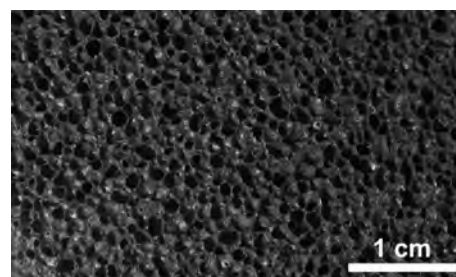
Na področju raziskav materialov za pretvorbo energije smo raziskovali tudi spremembe kristalne strukture in domenske teksture, ki jih povzročijo zunanje mehanske sile in električno polje. Pri raziskavah piezokeramike brez svinca smo uporabili *in-situ* rentgensko praškovo difrakcijo in *in-situ* presevno elektronsko mikroskopijo ter ugotovili, da so povzročene spremembe odvisne od začetnega stanja materiala. Raziskave prispevajo k razumevanju sklapanja med strukturnimi spremembami, kar je ključno za razvoj novih okolju prijaznih piezomaterialov.

### Toplotnoizolacijski materiali

V raziskavah smo se osredinili na razvoj izolacijskih materialov z izboljšanimi toplotno-izolacijskimi lastnostmi, izboljšano temperaturno in časovno obstojnostjo in/ali izboljšanim trajnostnim vidikom. Raziskovali smo mehanizem penjenja za različna odpadna stekla in identificirali dodatke, ki omogočajo kontrolo in prilagajanje procesa penjenja pri pripravi penjenega stekla. Tako smo v zelo podobnih procesnih razmerah pripravili penjeno steklo iz odpadnega stekla zaslonov katodnih elektronov, okenskega in embalažnega stekla, kot tudi njihovih mešanic (slika 6). Zmanjšana odvisnost procesa penjenja od sestave stekla je velik prispevek tako na znanstvenem kot na aplikativnem področju. Penjeno steklo z visokim deležem embalažnega stekla je odprto porozno in je uporabno za zvočno izolacijo. Zaprto porozne pene pa so uporabne kot konstrukcijski toplotnoizolacijski material s popolnoma stabilnimi lastnostmi v celotni trajnostni dobi objekta. Toplotna prevodnost penjenega stekla, pripravljenega iz zaslonkega stekla (slika 7) je nižja kot v primeru produktov iz okenskega ali embalažnega stekla. Najnižje vrednosti toplotne prevodnosti so 39–40 mW/(m K). Izmerili smo tudi toplotno prevodnost trdne faze evakuiranega vzorca z odprtimi porami in pokazali, da je prispevek matrice stekla k skupni toplotni prevodnosti okoli 50 %.



Slika 5: Morfologija bakterij: a) SEM-posnetek bakterije *P. aeruginosa* MW1 po 24 urah inkubacije v rastnem mediju s hidroksiapatitom (0,5 mg/ml) in b) SEM-posnetek bakterije *P. aeruginosa* MW1 po 24 urah inkubacije v rastnem mediju z Ga@HAp (0,1 mg/ml)



Slika 6: Mikrostruktura penjenega stekla s poroznostjo 95 %, ki je bil pripravljen iz odpadnega stekla oken



Slika 7: Slika prerezov penjenih stekel, pripravljenih iz prahov zaslonkega stekla različnih velikosti. Gostota vzorca, pripravljena iz steklenega prahu 13 μm, je 120 kg/m<sup>3</sup>.

### ENPIEZO

V okviru M-ERA.NET projekta ENPIEZO razvijamo naprave za zbiranje energije (ang. energy-harvesting devices, EH-naprave), ki temeljijo na piezoelektričnih tankih plasteh. S tem bi iz odpadnih vibracij zagotovili vir električne energije na odročnih mestih. V sklopu projekta ugotavljamo razmere za pulzno lasersko nanašanje visokokakovostnih epitaksialnih tankih plasti  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  (PMN-PT) na Si z natančnim načrtovanjem vmesnih plasti. Gre za prvo tovrstno študijo, ki združuje laboratorijski nivo z industrijskim. Na našem laboratorijskem sistemu smo podrobno preučevali urejenost s Sr rekonstruirane površine Si ter optimizirali ključne parametre rasti  $\text{SrTiO}_3$  (STO) na Si. Ločeno smo na monokristalnih podlagah STO optimizirali rast tankih plasti PMN-PT, nakar smo začeli integracijo omenjenih sistemov. V okviru projekta preučujemo tudi pripravo polikristaliničnih plasti PMN-PT z aerosolnim nanašanjem na podlage iz nerjavnega jekla. V preteklem letu je bilo prav tako končano matematično modeliranje piezoelektričnih pretvornikov. Vzporedno je potekala raziskava različnih potencialnih aplikacij za pretvornike.

### EPCOS

Za industrijskega partnerja EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija smo v preteklem letu izvajali projekt »Naprave za shranjevanje energije na osnovi tankih plasti PLZT in Cu-elektrod«. Pripravili smo tanke plasti PLZT z uporabo laboratorijskega in industrijskega sistema za pulzno lasersko nanašanje. Na silicijevih podlagah s premerom 150 mm smo uspešno kontrolirali kemijsko homogenost vseh prisotnih elementov, pa tudi debelino plasti vzdolž podlage. Na osnovi rezultatov projekta se bodo nadalje razvijale napredne naprave za shranjevanje energije v elektronskih aplikacijah.

### SCOPES

V okviru SCOPES-projekta, ki je trilateralno sodelovanje med Srbijo, Slovenijo in Švico, smo razvili nove postopke za tvorbo poroznih struktur, ki so primerne kot nosilci matičnih celic in so uporabne v tkivnem inženirstvu. Tovrstne strukture vključujejo polimerno matrico (narejeno iz vrste novih biorazgradljivih in biokompatibilnih polimerov, ki smo jih razvili skupaj s partnerjem TMF iz Srbije) ter anorganske nanodelce na osnovi dopiranega apatita, ki vključuje ione, kot so  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$  in  $\text{Sr}^{2+}$ . V prvi fazi preizkušanja materialov (ki je bilo narejeno na ETH v okviru sodelovanja s partnerjem iz Švice) smo pokazali, da prisotnost ionov močno vpliva na različne stopnje celičnega življenjskega cikla matičnih celic ter pospešuje njihovo diferenciacijo in rast.

### CleanTechBlock II

Pri projektu CleanTechBlock II – Energetsko varčen fasadni element razvijamo nov gradbeni element z izboljšano izolacijsko sredico iz penjenega stekla in lupino iz glinenega zidaka. Cilj projekta je demonstracija razvitega postopka priprave penjenega stekla na večjem merilu (velikost 1 : 1) ter priprava in preizkušanje toplotnih lastnosti prototipa stene iz novih gradbenih elementov.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Jakob Koenig, Rasmus R. Petersen, Yuanzheng Yue, „Influence of the glass particle size on the foaming process and physical characteristics of foam glasses“, *J. non-cryst. solids*, 447 (2016), 190–197, doi: 10.1016/j.jnoncrysol.2016.05.021. [COBISS.SI-ID 29779751]
2. Lei Li, Matjaž Spreitzer, Danilo Suvorov, „The microstructure, dielectric abnormalities, polar order and microwave dielectric properties of  $\text{Ag}(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_x)\text{O}_3$  ( $x = 0-0.8$ ) ceramics“, *J. Eur. Ceram. Soc.*, 36 (2016) 14, 3347–3354, doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2016.05.017. [COBISS.SI-ID 29547815]
3. Vojka Žunič, Mario Kurtjak, Danilo Suvorov, „Bifunctional bridging linker-assisted synthesis and characterization of  $\text{TiO}_2/\text{Au}$  nanocomposites“, *J. nanopart. res.*, 18 (2016) 11, 336-1–336-11. [COBISS.SI-ID 30255655]
4. Zoran Jovanović, Matjaž Spreitzer, Urška Gabor, Danilo Suvorov, „Control of SrO buffer-layer formation on Si(001) using the pulsed-laser deposition technique“, *RSC advances*, 6 (2016) 85, 82150–82156, doi: 10.1039/c6ra16311d. [COBISS.SI-ID 29705255]
5. Mario Kurtjak, Marija Vukomanović, Andraž Krajnc, Lovro Kramer, Boris Turk, Danilo Suvorov, „Designing Ga(III)-containing hydroxyapatite with antibacterial activity“, *RSC advances*, 6 (2016) 114, 112839–112852, <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2016/ra/c6ra23424k>, doi: 10.1039/C6RA23424K. [COBISS.SI-ID 6069274]
6. Nemanja Aničić, Marija Vukomanović, Danilo Suvorov, „The nano-texturing of MgO microrods for antibacterial applications“, *RSC advances*, 6 (2016) 104, 102657–102664, doi: 10.1039/C6RA23058J. [COBISS.SI-ID 29913895]

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Delovni sestanek partnerjev mednarodnega projekta M.ERA-NET »ENPIEZO: Enabling technology for high-quality piezoMEMS«, Taipei, Tajvan, 21.–28. 2. 2016 (soorganizatorji)
2. Delovni sestanek partnerjev mednarodnega projekta »EUDP Clean TechBlock II«, Aalborg, Danska, 29. 2.–4. 3. 2016 (soorganizatorji)
3. Delovni sestanek partnerjev mednarodnega projekta M.ERA-NET »HarvEnPiez: Innovative nano-materials and architectures for integrated piezoelectric energy harvesting application«, Ljubljana, 25.–26. 8. 2016
4. Delovni sestanek partnerjev mednarodnega projekta M.ERA-NET »ENPIEZO: Enabling technology for high-quality piezoMEMS«, Oslo, Norveška, 31. 8.–3. 9. 2016 (soorganizatorji)
5. COST TO-BE (Towards Oxide - Based Electronics) Fall Meeting 2016, Ljubljana, 28.–30. 9. 2016
6. 24. Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah, Portorož, 28.–30. 9. 2016 (soorganizatorji)

## Nagrade in priznanja

1. Urška Gabor: Nagrada za najboljšo govorno predstavitev v sekciji mladih raziskovalcev na 24. Mednarodni konferenci o materialih in tehnologijah, Portorož, Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, naslov prispevka: „Different approaches to avoiding lead deficiency in PMN-PT thin films“
2. Martin Štefanič: Pečat odličnosti, Bruselj, Belgija, Evropska komisija, predlog projekta NanoDryCell: Nanoparticle-assisted desiccation of mesenchymal stem cells for the “off-the-shelf” allogeneic cell therapy

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Naprave za shranjevanje energije na osnovi tankih plasti PLZT in Cu elektrod  
Epcos Ohg  
prof. dr. Danilo Suvorov, doc. dr. Matjaž Spreitzer
2. Preiskave zlitin in sorodnih spojin  
Urban Mining Company  
prof. dr. Danilo Suvorov, doc. dr. Srečo Škapin
3. Raziskovanje spojin na osnovi redkih zemelj  
Urban Mining Company  
prof. dr. Danilo Suvorov, doc. dr. Srečo Škapin
4. COST MP1308; Na poti k oksidni keramiki (TO-BE)  
Cost Office  
doc. dr. Matjaž Spreitzer
5. Delavnica v sklopu akcije COST 1308 TO BE, Ljubljana, Slovenija, 28.-30.9.2016  
Cost Office  
doc. dr. Matjaž Spreitzer
6. Zlato/Feritni nanokompoziti: antimikrobne in magnetne lastnosti za uporabo v biomedicini  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; ddr. Marija Vukomanović
7. Termoelektrični materiali na osnovi plastnih kristalnih struktur  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS; doc. dr. Boštjan Jančar

## PROGRAM

1. Sodobni anorganski materiali in nanotehnologije  
prof. dr. Danilo Suvorov

## OBISKI

1. Jelena Mitrić, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija, 21. 11.–25. 12. 2016
2. dr. Zoran Jovanović, dr. Sonja Jovanović, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija, 18. 11.–23. 12. 2016
3. prof. dr. Xiang Ming Chen, Institute of Materials Physics, School of Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Kitajska, 26.–31. 8. 2016
4. dr. Ioana Vlaicu, dr. Raluca Negrea, National Institute of Materials Physics, Bukarešta, Romunija, 25.–26. 8. 2016
5. dr. Olga Plopa, Intellecto Iasi SRL, Iasi, Romunija, 25.–26. 8. 2016
6. dr. Eugene Kotomin, University of Latvia, Riga, Latvija, 25.–26. 8. 2016
7. dr. Sonja Jovanović, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija, 24. 7.–21. 8. 2016
8. dr. Manfred Schweininger, dr. Kerstin Schmoltner, TDK EPCOS, Deutschlandsberg, Avstrija, 24. 6. 2016

## PROJEKTI

1. Načrtovanje strukturnih in mikrostrukturnih značilnosti v naprednih dielektrikih in feroelektrikih s perovskitno in perovskitom-podobno kristalno strukturo  
prof. dr. Danilo Suvorov
2. Rast visoko-kvalitetnih piezoelektričnih tankih plasti na siliciju z uporabo pulznega laserskega nanašanja  
doc. dr. Matjaž Spreitzer
3. Razvoj heterogenih katalizatorjev za oksidativno dehidrogenacijo propana z ogljikovim dioksidom  
doc. dr. Matjaž Spreitzer
4. SCOPES; Pametne porozne strukture uporabne v regeneraciji tkiva  
ddr. Marija Vukomanović
5. Energetsko varčen fasadni element  
dr. Jakob König
6. ENPIEZO: Tehnologija za pripravo visokokvalitetnih piezoMEMS naprav  
doc. dr. Matjaž Spreitzer

## VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Razvoj in karakterizacija vlaken mineralne volne  
Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka  
prof. dr. Danilo Suvorov, dr. Jakob König
2. PBE Silent in PBE Varioface  
Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka  
prof. dr. Danilo Suvorov, dr. Jakob König

9. dr. Maja Đekić, Amra Salčinović, University of Sarajevo, Sarajevo, BiH, 19.–29. 6. 2016
10. prof. dr. Yuanzheng Yue, dr. Rasmus R. Petersen, Martin B. Østergaard, Aalborg University & Jacob H. Bendtsen, Peter Matzen, Gråsten Brickwork, Danska, 15. 6. 2016
11. dr. Kerstin Schmoltner, TDK EPCOS, Deutschlandsberg, Avstrija, 1.–2. 6. 2016
12. dr. Bratislav Antić, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija, 20.–23. 4. 2016
13. dr. Sonja Jovanović, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija, 12.–25. 4. 2016
14. dr. Chao-Ting Chen, National Taiwan University, Taipei, Tajvan, 20.–27. 3. 2016

## Gostujoči raziskovalci

15. dr. Jyoti Prosad Guha, Missouri University of Science and Technology, Rolla, ZDA, 26. 6.–23. 9. 2016
16. dr. Daniel Diaz Fernandez, Universidad Autónoma de Madrid, Španija, 1. 10. 2015–30. 9. 2017

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Tjaša Parkelj, mag. fiz.: STM Study of Superconductor Thin Films on a Metal, 15. 1. 2017
2. Mario Kurtjak, univ. dipl. kem.: Nanocomposite of Ga(III)-containing hydroxyapatite and functionalized gold nanoparticles for antibacterial protection, 18. 8. 2016
3. prof. dr. Xiang Ming Chen, Institute of Materials Physics in the School of Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Modification of BiFeO<sub>3</sub> Multiferroic Ceramics, 29. 8. 2016
4. Urška Gabor, mag. kem.: Growth studies of pulsed-laser deposited Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-PbTiO<sub>3</sub> thin films for energy harvesting applications, 15. 9. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Nemanja Aničić, Urška Gabor, Mario Kurtjak, Tilen Sever: 10th Young researchers' day, Ljubljana, 31. 3. 2016 (4)
2. Danilo Suvorov: 60<sup>th</sup> Brazilian Congress on Ceramics, Águas de Lindóia, Brazilija, 15.-18. 5. 2016 (1)
3. Marija Vukomanović: 10th World Biomaterials Congress, Montréal, Kanada, 17.-22. 5. 2016 (1)

4. Jakob König, Marjeta Maček, Danilo Suvorov: Electroceramics XV, Limoges, Francija, 27.-29. 6. 2016 (1)
5. Danilo Suvorov: Microwave Materials and their Applications Conference (MMA 2016), Seoul, Koreja, 3.-6. 7. 2016 (1)
6. Urška Gabor: International Symposium on Applications of Ferroelectrics (ISAF), European Conference on the Applications of Polar Dielectrics (ECAPD), Workshop on Piezoresponse Force Microscopy (PMF), Darmstadt, Nemčija, 21.-25. 8. 2016 (1)
7. Nemanja Aničić, Danilo Suvorov, Marija Vukomanović: YUCOMAT 2016, Herceg Novi, Crna gora, 4.-8. 9. 2016 (3)
8. Matjaž Spreitzer: MRS Fall Meeting 2016, Varšava, Poljska, 19.-22. 9. 2016 (1)
9. Tilen Sever: 14<sup>th</sup> European Conference on Thermoelectrics, ECT 2016, Lizbona, Portugalska, 20.-23. 9. 2016 (1)
10. Danilo Suvorov: Advanced Ceramics and Application IV Conference, Beograd, Srbija, 21. - 23. 9. 2016 (1)
11. Urška Gabor, Tjaša Parkelj, Tilen Sever: 24. Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah, Portorož, 28.-30. 9. 2016 (3)
12. Daniel D. Fernandez, Urška Gabor, Marjeta Maček, Tjaša Parkelj: COST TO-BE Fall Meeting, Ljubljana, 28.-30. 9. 2016 (4)
13. Danilo Suvorov: MS&T 2016, Salt Lake City, Utah, ZDA, 23.-27. 10. 2016 (1)
14. Danilo Suvorov: International Conference on Technologically Advanced Materials (ICTAM), New Delhi, Indija, 7.-11. 11. 2016 (1)
15. Danilo Suvorov: The 10th Asian Meeting on Electroceramics (AMEC-2016), Taipei, Tajvan 4.-7. 12. 2016 (1)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Boštjan Jančar
2. dr. Jakob König
3. dr. Špela Kunej
4. dr. Marjeta Maček Kržmanc
5. dr. Matjaž Spreitzer
6. **prof. dr. Danilo Suvorov, znanstveni svetnik - vodja odseka**
7. doc. dr. Srečo Davor Škapin
8. dr. Marija Vukomanović

### Podoktorski sodelavci

9. *dr. Mojca Ottoničar, 1. 5. 2016 razporeditev v odsek K5*
10. dr. Martin Štefanič
11. *dr. Vojka Žunič, odšla 1. 4. 2016*

### Mlajši raziskovalci

12. Nemanja Aničić, univ. dipl. inž. kem. tehnol.
13. Alja Čontala, mag. kem.
14. Urška Gabor, mag. kem.
15. *Mario Kurtjak, univ. dipl. kem., odšel 1. 9. 2016*
16. Tjaša Parkelj, mag. fiz.
17. Tilen Sever, univ. dipl. inž. kem. inž.

### Strokovni sodelavci

18. David Fabijan, dipl. inž. fiz.
19. *dr. Jana Ferčič, odšla 1. 7. 2016*
20. Damjan Vengust, dipl. inž. fiz.

### Tehniški in administrativni sodelavci

21. Vesna Butinar, mag. posl. ved
22. *mag. Maja Šimaga, 1. 12. 2016 razporeditev v odsek B3*
23. Silvo Zupancič

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Boise State University, Boise, ZDA
2. Centro de Investigaciones en Solidos, Buenos Aires, Brazilija
3. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Švedska
4. COSYLAB, Laboratorij za kontrolne sisteme, d. d., Ljubljana
5. EPCOS TDK OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
6. ENEL, Ingegneria e Ricerca, Rim, Italija
7. Gamma Meccanica, Bibiano, Italija
8. Gorenje, d. d., Velenje
9. Heraklith, Ferndorf, Avstrija
10. Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška
11. Institute of Technical Sciences of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Beograd, Srbija
12. Kemijski inštitut, Ljubljana
13. Knauf Insulation, d. o. o., Industrija termičnih izolacij, Škofja Loka
14. Korea Institute of Science and Technology-KIST, Seoul, Koreja
15. Korea Institute of Materials Science, KIMS, Changwong, Koreja
16. National Institute of Standards and Technology - NIST, Ceramics Division, Gaithersburg, Maryland, ZDA
17. National Taiwan University, Taipei City, Tajvan
18. Paroc, Pargas, Finska
19. Rudarsko-Geološko-Naftni fakultet, Zagreb, Hrvaška
20. Sao Paulo State University, Araraquara, Brazilija
21. South China University of Technology, Kitajska
22. Stanford University, Palo Alto, ZDA
23. Steklarna Rogaška, d. d., Rogaška Slatina
24. Stiftelsen SINTEF, Trondheim, Norveška
25. TAB Tovarna akumulatorskih baterij, d. d., Mežica
26. Tokyo Institute of Science, Tokio, Japonska
27. Trimco, d. d., Trebnje
28. Universite de Limoges, Limoges, Francija
29. University of Manchester, Institute of Science and Technology - UMIST, Manchester, Velika Britanija
30. Materials Science Centre, Manchester, Velika Britanija
31. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana
32. Urban Mining Company, Wilmington, ZDA
33. V. I. Vernadskii Institute of General and Inorganic Chemistry NAS of Ukraine, Kijev, Ukrajina
34. Zhejiang University, Hangzhou, Kitajska

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Nemanja Aničić, Marija Vukomanović, Danilo Suvorov, "The nano-texturing of MgO microrods for antibacterial applications", *RSC advances*, vol. 6, iss. 104, str. 102657-102664, 2016. [COBISS.SI-ID 29913895]
2. Marja Jerič, Johannes de Boor, Boštjan Jančar, Miran Čeh, "An enhanced thermoelectric figure of merit for  $\text{Sr}(\text{Ti}_{0.8}\text{Nb}_{0.2})\text{O}_3$  based on a Ruddlesden-Popper-polytype-induced microstructure", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 5, str. 1177-1182, 2016. [COBISS.SI-ID 29222183]
3. Zoran Jovanović, Matjaž Spreitzer, Urška Gabor, Danilo Suvorov, "Control of SrO buffer-layer formation on Si(001) using the pulsed-laser deposition technique", *RSC advances*, vol. 6, issue 85, str. 82150-82156, 2016. [COBISS.SI-ID 29705255]
4. Luka Kelhar, Jana Bezjak, Pascal Boulet, Marjeta Maček, Sašo Šturm, Martin Lamut, Boštjan Markoli, Spomenka Kobe, Jean-Marie Dubois, "Stabilisation of Ce-Cu-Fe amorphous alloys by addition of Al", *Philos. mag. (2003)*, vol. 96, iss. 30, pp. 3143-3185, 2016. [COBISS.SI-ID 29735719]
5. Andraž Kocjan, Marko Češnovar, Damjan Vengust, Tomaž Kosmač, Aleš Dakskobler, "Translucent yttria- and silica-doped mullite ceramics with anisotropic grains produced by spark plasma sintering", *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 99, iss. 9, pp. 3090-3069, 2016. [COBISS.SI-ID 29511719]
6. Jakob Koenig, Rasmus R. Petersen, Yuanzheng Yue, "Influence of the glass particle size on the foaming process and physical characteristics of foam glasses", *J. non-cryst. solids*, vol. 447, str. 190-197, 2016. [COBISS.SI-ID 29779751]
7. Mario Kurtjak, Marija Vukomanović, Andraž Krajnc, Lovro Kramer, Boris Turk, Danilo Suvorov, "Designing Ga(III)-containing hydroxyapatite with antibacterial activity", *RSC advances*, vol. 6, iss. 114, str. 112839-112852, 2016. [COBISS.SI-ID 6069274]
8. Mario Kurtjak, Marija Vukomanović, Lovro Kramer, Danilo Suvorov, "Biocompatible nano-gallium/hydroxyapatite nanocomposite with antimicrobial activity", *J. mater. sci., Mater. med.*, vol. 27, iss. 11, art. 170, 2016. [COBISS.SI-ID 29863463]
9. Lei Li, Matjaž Spreitzer, Danilo Suvorov, "The microstructure, dielectric abnormalities, polar order and microwave dielectric properties of  $\text{Ag}(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_x)\text{O}_3$  ( $x = 0-0.8$ ) ceramics", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 14, str. 3347-3354, 2016. [COBISS.SI-ID 29547815]
10. Lei Li, Matjaž Spreitzer, Danilo Suvorov, Xiang Ming Chen, "Unique dielectric tunability of  $\text{Pb}_{0.99}[(\text{Zr}_{0.6}\text{Sn}_{0.4})_{0.94}\text{Ti}_{0.06}]_{0.98}\text{Nb}_{0.02}\text{O}_3$  antiferroelectric ceramics", *J. appl. phys.*, vol. 120, no. 7, str. 074109-1-074109-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29691943]
11. Smilja Marković, Vladimir Rajić, Ana Stanković, Ljiljana Veselinović, Jelena Belošević Čavor, Katarina Batalović, Nadica Abazović, Srečo D. Škapin, Dragan Uskoković, "Effect of PEO molecular weight on sunlight induced photocatalytic activity of ZnO/PEO composites", *Sol. energy*, vol. 127, str. 124-135, 2016. [COBISS.SI-ID 30128679]
12. Sami Myllymäki, Marjeta Maček, Marcin Sloma, J. Juuti, M. Nelo, Merja Teirikangas, Małgorzata Jakubowska, Danilo Suvorov, Heli Jantunen, "Microwave properties of sphere-, flake-, and disc-shaped  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  nanoparticle inks for high-frequency applications on printed electronics", *J. magn. magn. mater.*, vol. 419, str. 218-224, 2016. [COBISS.SI-ID 29610023]
13. Mojca Otoničar, Angelika Reichmann, Klaus Reichmann, "Electric field-induced changes of domain structure and properties in La-doped PZT-from ferroelectrics towards relaxors", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, iss. 10, str. 2495-2504, 2016. [COBISS.SI-ID 29398823]
14. Rasmus R. Petersen, Jakob Koenig, Yuanzheng Yue, "Evaluation of foaming behavior of glass melts by high-temperature microscopy", *Int. j. appl. glass sci.*, vol. 7, no. 4, str. 524-531, 2016. [COBISS.SI-ID 29779495]
15. Zoran Stojanović, Nenad Ignjatović, Victoria Wu, Vojka Žunič, Ljiljana Veselinović, Srečo D. Škapin, Miroslav Miljković, Vuk Uskoković, Dragan Uskoković, "Hydrothermally processed 1D hydroxyapatite: mechanism of formation and biocompatibility studies", *Mater. sci. eng., C, Biomim. mater., sens. syst.*, vol. 68, str. 746-757, 2016. [COBISS.SI-ID 30128423]
16. Martin Štefanič, Xiang Zhang, "Novel method for fabrication of samples for cell testing of bioceramics in granular form", *J. Appl. Biomater. Functional Mater.*, vol. 14, iss. 4, pp. e395-e501, 2016. [COBISS.SI-ID 29661991]
17. Erika Švara Fabjan, Mojca Otoničar, Miran Gaberšček, Andriana Sever Škapin, "Surface protection of an organic pigment based on a modification using a mixed-micelle system", *Dyes pigm.*, vol. 127, str. 100-109, Apr. 2016. [COBISS.SI-ID 2163559]
18. M. Tuhkala, Marjeta Maček, T. Siponkoski, J. Juuti, Merja Teirikangas, Danilo Suvorov, Heli Jantunen, "The effect of  $\text{BaTiO}_3$  particle shape on complex permittivity of  $0.98\text{MgTiO}_3 - 0.02\text{BaTiO}_3$  composite powders at GHz frequencies", *Mater. res. bull.*, vol. 76, str. 300-304, 2016. [COBISS.SI-ID 29222695]
19. Ana Varlec, Denis Arčon, Srečo D. Škapin, Maja Remškar, "Oxygen deficiency in  $\text{MoO}_3$  polycrystalline nanowires and nanotubes", *Mater. chem. phys.*, vol. 170, str. 154-161, 2016. [COBISS.SI-ID 29165351]
20. Damjan Vengust, Jan Ravnik, Aleš Mrzel, Mojca Vilfan, "Molybdenum carbide nanowires: facile synthesis, a new hybrid phase and their use as transparent electrodes", *RSC advances*, vol. 6, no. 93, str. 90806-90812, 2016. [COBISS.SI-ID 29785895]
21. Vojka Žunič, Mario Kurtjak, Danilo Suvorov, "Bifunctional bridging linker-assisted synthesis and characterization of  $\text{TiO}_2/\text{Au}$  nanocomposites", *J. nanopart. res.*, vol. 18, no. 11, str. 336-1-336-11, 2016. [COBISS.SI-ID 30255655]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Aysen Kaya, Matejka Podlogar, Damjan Vengust, Damjan Svetin, Süleyman Kahraman, Aleksander Rečnik, Slavko Bernik, "Hydrothermal growth of doped ZnO films on amorphous substrates", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 37-42. [COBISS.SI-ID 29821735]



# ODSEK ZA BIOKEMIJO, MOLEKULARNO IN STRUKTURNO BIOLOGIJO

## B-1

***Raziskave članov Odseka so pretežno usmerjene v študij fiziološke vloge proteaz v normalnih in fizioloških razmerah, mehanizmov njihovega delovanja in regulacije ter v študij njihovih lastnosti in strukture. Del aktivnosti pa je namenjen tudi razvoju orodij, ki nam omogočajo razumeti delovanje proteaz in drugih encimov ter njihovo spremljanje in manipulacijo v razmerah in vivo.***

Raziskave proteaz so v zadnjem desetletju doživele izreden razmah, kar je povezano predvsem z razvojem novih tehnologij, kot sta kvantitativna proteomika in *in vivo* vizualizacija ter obširna uporaba modelov *in vivo*. To je vodilo do identifikacije fizioloških podlag proteaz in do spremembe načina dojemanja proteaz kot encimov, ki razgrajujejo proteine, do encimov, ki so izredno pomembne signalne molekule. Njihova aktivnost je zelo natančno regulirana, pri čemer med najpomembnejše načine regulacije spadata aktivacija prekurzorjev in inhibicija z endogenimi proteinskimi inhibitorji. Kakršne koli motnje pri tej regulaciji pa lahko sprožijo nastanek bolezni, kot so npr. avtoimuna, nevrološka in kardiovaskularna obolenja ter rak in osteoporozo. Kljub temu signalne poti proteaz danes še vedno le delno razumemo. Tako poznamo le manjši delež fizioloških podlag manjšega števila proteaz, medtem ko njihove fiziološke regulacije še vedno ne razumemo dobro.

Tudi v lanskem letu smo nadaljevali razvoj proteomskih načinov, namenjenih ugotavljanju specifičnosti proteaz in identifikaciji njihovih fizioloških podlag. Tako smo razvili novo metodo, ki temelji na proteolizi v gelu, ki omogoča zelo hitro ugotavljanje specifičnosti proteaz in ki smo jo že uspešno preizkusili na več proteazah vključno s tripsinom in več katepsini. Poleg tega smo v sodelovanju z dr. O. Schillingom (Univerza v Freiburgu) razvili izboljšano metodo za identifikacijo podlag proteaz, ki temelji na pripravi peptidnih knjižnic z endopeptidazno razgradnjo proteoma brez kemijskih modifikacij primarnih aminov pred tretiranjem s preučevano proteazo. Po inkubaciji s preizkusno proteazo pa tretirano in kontrolno knjižnico peptidov diferencno izotopsko označimo in analiziramo s tekočinsko kromatografijo in tandemsko masno spektrometrijo. Metodo smo validirali s tripsinom in kaspazo 3, poleg tega pa smo ugotovili še specifičnosti proteaze, ki jo kodira humani retrovirus in klamidijski proteazi soroden aktivnostni faktor. Ugotovili smo tudi profile ADAMTS-metaloproteaz 4, 5 in 15, za katere smo potrdili kanonični profil z glutamatom na P1 in glicinom na mestu P3'.

Potem ko smo pokazali, da lahko cisteinski katepsini odcepijo zunjacične domene transmembranskih proteinov, kar je eden glavnih mehanizmov pri reguliranju celičnega signaliziranja, smo v sodelovanju z dr. Dennisom Thielejem (Duke University) identificirali novo *in vivo* podlago katepsinov B in L, ki ga odcepita s površine celic in/ali endosomov. Ta protein je Ctr1, visokoafinitetni transporter Cu (+) ionov na plazemski membrani in v endosomih, ki obstaja kot celoten protein in v skrajšani obliki kot ektodomena brez z metioninom in histidinom bogatih vezavnih domen za kovinske ione, ki pa ima zmanjšano aktivnost kot transporter ionov Cu (+). Poleg tega so nas povabil, da napišemo pregledni članek s pregledom sedanjih proteomskih in degradomskih načinov ter izzivov, s katerimi se srečujemo pri identifikaciji podlag proteaz in njihove specifičnosti s poudarkom na terminomskih strategijah, ki združujejo peptidno označevanje in obogatitev.

Del raziskav je bil tudi usmerjen v delo z majhnimi molekulami in sondami. Pri tem smo se med drugim usmerili v proteazo legumain, ki je med drugim povezana s številnimi boleznimi vključno z vnetji, aterosklerozo in rakom. V sodelovanju z dr. M. Dragom (Univerza v Wrocławu) smo najprej uporabili t. i. hibridno kombinatorično knjižnico podlag, da smo dobili fluorogene podlage in biotinilirane inhibitorje z Asp na poziciji P1, ki so ciljali legumain. Ker smo tako dobili tudi sonde, ki so jih prepoznale kaspaze, smo vpeljali novo metodo, t. i. knjižnico podlag z obratno selekcijo, ki je popolnoma izključila kaspaze. Tako smo potem dobili sonde, ki so bile visoko specifične za legumain, ki smo jih uspešno validirali tudi v celicah. Ta način ponuja kar nekaj prednosti pri načrtovanju specifičnih sond za proteaze, pri katerih je težko doseči selektivnost s klasičnimi načini profiliranja.

Nadaljevali smo tudi delo na ciljanih dostavnih sistemih. Tako smo razvili več DARPIN-ov, ki specifično prepoznajo katepsin B in ki imajo potencial za neinvazivno diagnostiko in teranostiko. Poleg tega smo sodelovali tudi z dr. G. Blum (Hebrew University, Jeruzalem) pri razvoju reaktivnih prenašalcev zdravil s poudarkom na samozdružljivih tetrapeptidih z difenilalaninskim motivom, ki delujejo kot podlage katepsinov. Pokazali smo, da katepsin B razgradi takšno tetrapeptidno podlago v obliki nanovlaken in tako sprostijo večino vezanega kemoterapevtika doxorubicina. Nadalje smo pokazali, da takšno podlago razgradijo tudi tumorski lizati, kar kaže na potencial, da bi takšne tetrapeptidne podlage, ki lahko tvorijo nanostrukture, lahko uporabili kot platformo za ciljano dostavo zdravil pri patologijah, kjer so aktivnosti proteaz zelo povišane.



Vodja:

**prof. dr. Boris Turk**



Usmerili smo se tudi v raziskave katepsina K, ki je glavna tarča za zdravljenje osteoporoze. Katepsin K vsebuje alosterično mesto, ki je bilo odkrito nedavno in ki smo ga okarakterizirali. Pokazali smo, da se ena od spojin, ki smo jih preizkusili, veže na to mesto in tako deluje kot specifičen inhibitor, ki delno prepreči razgradnjo kolagena. Alosterično mesto smo nato okarakterizirali še z usmerjeno mutagenozo in potrdili, da je alosterično mesto dejansko vključeno v regulacijo kolenolitske aktivnosti katepsina K.

Del raziskav je bil usmerjen tudi v karakterizacijo katepsina L. Dobro poznanje specifičnosti te proteaze je tako pomembno tudi za ugotavljanje njegove fiziološke vloge ter tudi pri razvoju zdravil. V ta namen smo pripravili predvidoma neaktivno mutanto encima in jo kristalizirali. Kristalna struktura encima, ugotovljena pri 0,14 nm (1,4 Å), je nepričakovano pokazala, da je bila molekula kompleksa v kristalu cepljena, pri čemer se je cepljena regija ujela v aktivno mesto sosednje molekule encima. Tako smo pokazali, da ima katalitska mutanta zelo nizko katalitsko aktivnost, kar je zelo nenavadno za katepsine in ima lahko tudi bolj daljnosežne posledice.

Pri našem delu smo preučevali tudi vlogo inhibitorjev proteaz. Eden od teh je t. i. p41 varianta z MHC, razreda II povezanega šaperona, ki jo imenujemo tudi invariantna veriga p41 (Ii). Ta protein vsebuje aminokislinsko zaporedje, imenovano fragment p41, ki spada med inhibitorje proteaz tiropinskega tipa. Ugotovili smo, da fragment p41, ki eksogeno vstopa v endocitski sistem tarčnih humanih nezrelih dendritičnih celic, lahko inhibira aktivnost cisteinskih

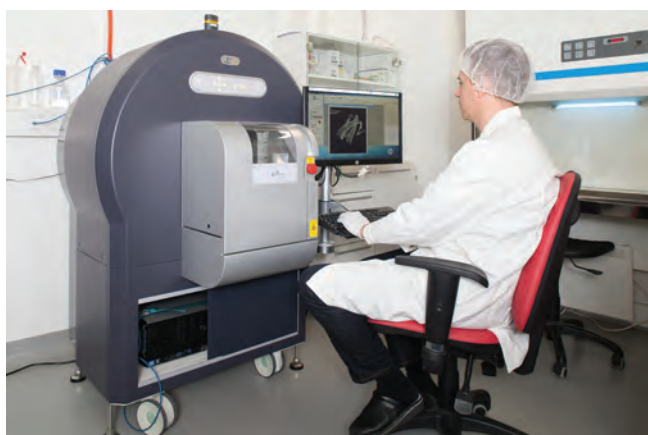
katepsinov. Poleg tega smo pokazali, da ta fragment p41 zmanjša tudi izločanje interleukina-12 med zorenjem tako tretiranih dendritičnih celic. Ta spoznanja kažejo na to, da ima inhibitor imunomodulatorni potencial. Poleg tega pa smo pokazali, da ima izbitje gena za cistatin C pri mišjem modelu raka prsne žleze vpliv na razvoj tumorjev.

Posebej pomemben pa je članek, za katerega je V. Turk dobil povabilo skupaj z J. Neefjesom in E. Unanuejem. V članku, ki je bil objavljen v najpomembnejši reviji s področja imunologije, *Annu. Rev. Immunol.*, so avtorji opisali MHC-molekule razreda II, ki imajo ključno vlogo pri regulaciji imunskega odziva, vključno pri številnih avtoimunih boleznih in drugih patologijah in s tem povezano proteolizo. Proteoliza namreč določa peptidom, ki se predstavi na MHC II molekulah, vključno s kriptičnimi peptidi, modificiranimi peptidi ter drugimi peptidi, ki so pomembni pri avtoimunskem odzivu. Obenem so avtorji pokazali, da molekule MHC II nimajo samo variabilne aminokislinske sestave, ampak tudi različno vlogo v biologiji, kar ima pomembne posledice tako pri zdravju kot pri boleznih.

Pomemben pregled o vlogi katepsinov in njihovi regulaciji v nevronskega sistema, ki je bil objavljen v posebni številki ene najpomembnejših revij v nevrologiji, *Aging Res. Rev.*, posvečeni lizosomskemu sistemu, pa so prispevali V. Stoka in sodelavci.

Del raziskav pa je bil povezan tudi z drugimi encimi ali pa z našo ekspertizo na področju masne spektrometrije in strukturne biologije. V sodelovanju s kolegi z Kemijskega inštituta (dr. M. Novič) smo uporabili *in silico* napovedna orodja za določitev vezavnih regij za podlage in ligande (inhibitorje) na avtolizinu E, bakteriolitičnem encimu, ki ima pomembno vlogo pri delitvi in rasti bakterijskih celic in je zato obetavna tarča za zdravljenje. S kombinacijo več metod smo napovedali več aminokislinskih preostankov, ki naj bi vezali ligande. Inhibitorne molekule, ki bi se vezale na te preostanke s primerno afiniteto, pa bi lahko postale nova antibakterijska sredstva. V sodelovanju s kolegi iz AciesBio (dr. G. Kosec) in Nacionalnega inštituta za biologijo (dr. K. Gruden), pa smo opravili integrirano študijo genomske, transkriptomске in proteomске razlik med sevoma divjega tipa in industrijskega visokoproduktivnega tipa *S. erythraea*, da bi pojasnili mehanizme, povezane s povišano produkcijo antibiotika eritromicina. Med obema sevoma smo identificirali 165 mutacij, ki so vodile do razlik v izražanju genov in proteinsko zastopanostjo ter so bile najbolj izražene v začetnih fazah produkcije eritromicina. Med encimi, ki so bili povišano izraženi v visokoprodukcijskem sevu, so bili najbolj izraženi tisti, ki so povezani z biosintezo eritromicina, metabolizmom razvejenih aminokislinskih preostankov, medtem ko je bilo izražanje encimov, povezanih s Krebsovim ciklom in popraviljem DNA, znižano. Poleg tega smo s sistematično analizo podatkov pokazali na pomembne korelacije v profilih izražanja genov za biosintezo eritromicina, drugih klastrov genov za biosintezo ter nekaj do sedaj še neznanih regulatornih genov. Na osnovi teh informacij smo nadalje potrdili, da lahko s povišanim izražanjem več genov, ki so povezani z metabolizmom aminokislinskih preostankov prispevamo k povečanju izkoristka proizvodnje eritromicina in tako tudi potrdili naše rezultate, pridobljene z načinom sistemske biologije. Ker je delo dejansko potekalo v industrijsko relevantnih razmerah, pa ta način pokaže na njegovo uporabnost kot strategijo za hitro povečanje produkcije sekundarnih metabolitov v industrijskem okolju.

Naš odsek je v zadnjem času, tudi s pomočjo Centra odličnosti za integrirane načine v kemiji in biologiji proteinov (CIPKEBIP), vzpostavil več tehnoloških platform, ki so edinstvene v Sloveniji in vključujejo platformo za strukturno biologijo, proteomsko platformo in platformo za vizualizacijo *in vivo*, ki temelji na sistemu IVIS



Slika 1: Quantum FX micro CT-naprava (Perkin Elmer) omogoča neinvazivno CT-snemanje malih glodalcev v predkliničnih raziskavah.

Spectrum in na Qunatum FX mikro CT-tomografu, ki smo ga instalirali v letu 2016. Vse tri platforme so odprte za zunanje sodelovanje, v okviru katerega smo že objavili nekaj člankov.

Sodelovali smo tudi pri EU FP7-projektu Alexander ter bili vključeni tudi v slovenski Center odličnosti za integrirane pristope v kemiji in biologiji proteinov (CIPKEBIP), ki ga tudi koordiniramo. Poleg tega imamo številno mednarodno sodelovanje z odličnimi skupinami s celega sveta, med drugim iz Belgije, Nemčije, Francije, Švedske, Švice, Velike Britanije, ZDA, Avstralije, Madžarske in Japonske, kar se izraža tudi v skupnih objavah.

Poleg tega je B. Turk skupaj z dr. F. X. Avilesom (Avtonomna univerza v Barceloni) v Barceloni organiziral mednarodni simpozij iz serije B-debate z naslovom "Imaging for Life: From Molecules to Diagnostics and Therapy" (Slikanje za življenje: od molekul do diagnostike in terapije). Več članov skupine pa je imelo vabljen predavanja na mednarodnih znanstvenih srečanjih in tujih univerzah.

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Stoka V., Turk V., Turk B. Lysosomal cathepsins and their regulation in aging and neurodegeneration. *Ageing Res Rev.*, 32 (2016), 22–37, doi: 10.1016/j.arr.2016.04.010
2. Unanue ER., Turk V., Neeffjes J. Variations in MHC Class II Antigen Processing and Presentation in Health and Disease. *Annu Rev Immunol.*, 34 (2016), 265–297, doi: 10.1146/annurev-immunol-041015-055420
3. Sosnowski P., Turk D. Caught in the act: the crystal structure of cleaved cathepsin L bound to the active site of Cathepsin L. *FEBS Lett.*, 590 (2016), 1253–1261, doi: 10.1002/1873-3468.12140
4. Novinec M., Rebernik M., Lenarčič B. An allosteric site enables fine-tuning of cathepsin K by diverse effectors. *FEBS Lett.*, 590 (2016), 4507–4518, doi: 10.1002/1873-3468.12495

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 32<sup>nd</sup> Winter School on Proteases and their Inhibitors, Tiers, Italija, 24.–28. 2. 2016, soorganizatorji
2. IUBMB Symposium on Proteinases, Inhibitors and Biological Control, Portorož, Slovenija, 17.–21. 9. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Dobava DPPI encima in plačilo licenčne Prozymex A/s  
prof. dr. Dušan Turk
2. 7. OP - ALEXANDER; Dostavni sistemi za zdravila na osnovi nanodelcev, ki prihajajo preko mukusa  
Evropska komisija  
doc. dr. Olga Vasiljeva
3. COST BM1307; Evropska mreža za integracijo raziskav na intracelularnih proteoliznih poteh pri zdravju in boleznih (PROTEOSTASIS)  
Cost Office  
prof. ddr. Boris Turk
4. COST OC-2015; Trans-avtofagija; evropska mreža multidisciplinarnih raziskav in prenosa znanja iz avtofagije  
Cost Office  
prof. dr. Eva Žerovnik
5. COST CA 15203; Mapiranje mitohondrijev: Evolucija-Starost-Spol-Življenjski stil-Okolje  
Cost Office  
doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
6. COST CA15124; NEUBIAS - Nova mreža evropskih analitikov bioloških slik za napredek pri zajemanju slik v bioznanostih  
Cost Office  
doc. dr. Tina Zavašnik Bergant
7. COST CA15214; Integrativna akcija za multidisciplinarno študije celičnih strukturnih mrež  
Cost Office  
doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
8. MD simulacija začetnih stopenj oligomerizacije amiloidogenega proteina stefina B; kompleks oligomer stefina B z A-beta  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Eva Žerovnik
9. Vzpostavitev povezave med kristalografskim programom MAIN in integrativno platformo za modeliranje IMP  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Dušan Turk

10. Vpliv anti-oksiantov na agregacijo proteinov; in vitro študij amiloidne fibrilacije na modelu človeškega stefina B in beta2 - mikroglobulina  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Eva Žerovnik

## PROGRAMA

1. Strukturna biologija  
prof. dr. Dušan Turk
2. Proteoliza in njena regulacija  
prof. ddr. Boris Turk

## PROJEKTI

1. Nitroksolin in njegovi derivati kot nova protitumorska zdravila  
doc. dr. Olga Vasiljeva
2. Vloga cisteinskih katepsinov pri z vnetji povezanih boleznih  
prof. ddr. Boris Turk
3. Strukturni vpogled v metabolizem joda  
dr. Ajda Taler-Verčič
4. Vpogled v interakcije med proteini, vpletenimi v odnos krompirja in virusa krompirja Y  
prof. dr. Dušan Turk
5. Vloga cisteinskih proteaz v procesu kancerogeneze  
prof. dr. Marko Fonovič
6. Proteaze pri vnetjih in celični smrti  
prof. ddr. Boris Turk
7. Vloga mikro RNA-21 in katepsinov pri zakasnelem prekonicioniranju za akutno odpoved ledvic  
prof. ddr. Boris Turk
8. 15. mednarodni simpozij o inhibitorjih, proteinaza in biološki kontroli v Portorožu, Slovenija, 17. 9.-21. 9. 2016  
prof. ddr. Boris Turk
9. In vivo študije protitumorske aktivnosti in toksičnosti nanostruktur na osnovi Al-hidroksila  
prof. ddr. Boris Turk

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

- Izvajanje masno spektroskopskih analiz  
Krka, Tovarna zdravil, d. d.  
prof. ddr. Boris Turk

## OBISKI

- Andrey Kadin, Shemyakin and Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Science, Moskva, Rusija, 1. 1.-31. 7. 2016 (štipendist IJS)
- prof. dr. Igor Weber, Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška, 28. 2.-12. 3. 2016
- prof. dr. Peter Hamar, Semmelweis University, Department of Pathophysiology, Budimpešta, Madžarska, 16.-18. 4. 2016
- dr. Vitalie Rotari, Chisinau, Moldavija, 1.- 4. 6. 2016
- Samra Hasanbašić, Univerzitet Tuzla, Bosna in Hercegovina, 4. 7.-3. 8. 2016 (bilateralna izmenjava)
- Alma Jahić, Univerzitet Tuzla, Bosna in Hercegovina, 5. 9.-4. 10. 2016 (bilateralna izmenjava)
- prof. dr. Selma Berbić, Univerzitet Tuzla, Bosna in Hercegovina, 10.-14. 10. 2016
- prof. dr. Carlos Lopez Otin, Departamento de Bioquímica y Biología molecular, IUOPA, Universidad de Oviedo, Španija, 16. 9. 2016
- prof. dr. Hiroshi Nakanishi in prof. dr. Wu Zhou, Department of Pharmacology and Aging Science, Faculty of Dental Science, Kyushu University, Fukuoka, Japonska, 21.-22. 9. 2016
- prof. dr. Ozaki Yasuhiko, Department of Obstetrics and Gynecology, Nagoya City University, Graduate School of medical Sciences, Nagoya, Japonska, 22. 9. 2016
- prof. dr. Goto Shinobu, Nagoya City Hospital, Department of Obstetrics and Gynecology, Nagoya, Japonska, 22. 9. 2016
- prof. dr. Dieter Bromme in Panwar Preety, The University of British Columbia, Vancouver, Kanada, 22. 9. 2016
- prof. dr. Henry Chapman, Universitat Hamburg, Nemčija, 25.-27. 10. 2016
- prof. dr. Kazuo Umezawa, Department of Molecular Target Medicine Screening, School of Medicine, Aichi Medical University, Nagakute, Japonska, 16.-18. 11. 2016
- Bratovš Andreja, Hočevar Katarina, Vizovišek Matej, 33rd Winter School on Proteases and inhibitors 2016, Tiers, Italija, 24.-28. 2. 2016 (2)
- Butinar Miha, Boris Turk, 7. OP Alexander, Palma de Malorca, Španija, 9.-12. 3. 2016
- Butinar Miha, Taler - Verčič Ajda, 9. mednarodna konferenca o prenosu tehnologij in dan inovativnosti 2016, Brdo, 21. 9. 2016
- Butinar Miha, Institut Universitaire de Technologie, Université d'Auvergne, Lyon, Francija, 23.-24. 11. 2016
- Fonović Marko, Turk Boris, Vidmar Robert, Proteolytic Enzymes & Their Inhibitors, Trondheim, Norveška, 26. 6.- 1. 7. 2016 (2)
- Nežka Kavčič, International Technology Transfer Conference, Zhengzhou, 12.-14. 11. 2016; China (Beijing) International Technology Transfer Convention and International Forum on Wide Bandgap Semiconductors China in Beijing, 14.-17. 11. 2016; 2016 Tianjin Summit and International Cooperation Conference on Industrial Technology Innovation, 17.-19. 11. 2016, Kitajska, 25. 2.-1. 3. 2016
- Nataša Kopitar - Jerala, Conference on Molecular Mechanisms of Inflammation, Trondheim, Norveška, 29. 5.- 5. 6. 2016
- Nataša Kopitar - Jerala, 12<sup>th</sup> International Congress of ICELL Biology, Praga, Češka Republika, 20.-25. 7. 2016
- Nataša Kopitar - Jerala, COST Meeting, Bruselj, Belgija, 11.-12. 9. 2016
- Nataša Kopitar - Jerala, COST Meeting, Bruselj, Belgija, 18.-19. 10. 2016
- Lovro Kramer, FEBS Advanced course: Ligand-binding Theory and Practice, Nove Hrade, Češka Republika, 3.-11. 7. 2016
- Sara Pintar, FEBS Criatalization Course 7, Nove Hrade, Češka Republika, 26. 6.-2. 7. 2016
- Boris Turk, Berlin, Nemčija, 23.- 24. 6. 2016
- Boris Turk, ECDO, Barcelona, Španija, 28. 9.-1. 10. 2016 (1)
- Boris Turk, Annual Meeting of the Croatian Immunological Society, Ogulin, Hrvaška, 14.-15. 10. 2016 (1)
- Boris Turk, COST, Lizbona, Portugalska, 2.-5. 11. 2016
- Boris Turk, Imaging for Life., From Molecules to Diagnostics Therapy, Barcelona, Španija, 7.-10.11. 2016 (1)
- Boris Turk, EMBC Meeting, Heidelberg, Nemčija, 27.-29. 11. 2016
- Dušan Turk, ACA Meeting, Hyderabad, Indija, 4.-9. 3. 2016
- Dušan Turk, Institute for Research in Biomedicine and Institut de Biologia Molecular, Barcelona, Španija, 4.-9. 6. 2016
- Dušan Turk, University of California, National Cancer Institute, San Francisco, Baltimore, Maryland, ZDA, 15. 11.-6. 12. 2016
- Matej Vizovišek, Computational Analysis of Protein-protein interactions, Budimpešta, Madžarska, 29. 5.-5. 6. 2016
- Eva Žerovnik, COST Transautophagy comitee meeting, Bruselj, Belgija, 21.-24. 4. 2016
- Eva Žerovnik, RBC 2016, Trst, Italija, 25.-28. 8. 2016
- Eva Žerovnik, COST Meeting of Transautophagy, Varšava, Poljska, 5.-8. 10. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

Na odseku imamo redne tedenske seminarje, na katerih raziskovalci poročajo o svojem delu. Poleg tega smo organizirali še naslednja predavanja:

- prof. dr. Igor Weber, Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška: Quantitative imaging of Rac1 activity in highly motile cells with a fluorescently labelled GTPase-binding domain from DPAKA kinase, 10. 3. 2016
- prof. dr. Peter Hamar, Semmelweis University, Department of Pathophysiology, Budimpešta, Madžarska: The role of micro RNA-21 and cathepsins in delayed preconditioning to acute kidney injury, 17. 4. 2016
- prof. dr. Kazuo Umezawa, Aichi Medical University, Nagakute, Japonska: Macromolecular Diffractive Imaging using Disordered Crystals, 26. 10. 2016
- dr. Vitalie Rotari, Chisinau, Moldavija: Rastlinske asparagin endopeptidaze, 2. 6. 2017

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Božič Janja, Bratovš Andreja, Butinar Miha, Dolenc Iztok, Fonović Marko, Grozdanič Marija, Hočevar Katarina, Kavčič Nežka, Kopitar Jerala Nataša, Krajnc Aleksander, Lovro Kramer, Orehek Maja, Sobotič Barbara, Stoka Veronika, Turk Boris, Turk Dušan, Turk Vito, Tušar Livija, Vidmar Robert, Zavašnik Bergant Tina, Završnik Janja, Žerovnik Eva, IUBMB Symposium on Proteinases, Inhibitors and Biological Control, Portorož, Slovenija, 17.-21. 9. 2016 (6)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Hočevar Katarina, Jagiellonian University, Krakov, Poljska, 19. 6.-16. 9. 2016 (raziskovalno delo, izmenjava)
- Urška Repnik, University of Oslo, Norveška, 1. 1.- 13. 10. 2016, (raziskovalno delo, podoktorsko izpopolnjevanje)
- Sobotič Barbara, Lund University, Malmo, Švedska (raziskovalno delo) 2. 10.- 18. 12. 2016
- Matej Vizovišek, Department of Bioengineering and Therapeutic Sciences, Department of Pharmaceutical Chemistry California, San Francisco, ZDA, 13. 8.-23. 10. 2016 (strokovno izpopolnjevanje)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

- dr. Iztok Dolenc
- prof. dr. Marko Fonović
- doc. dr. Nataša Kopitar - Jerala
- prof. dr. Brigita Lenarčič\*, znanstveni svetnik
- doc. dr. Urška Repnik, *odšla 14. 10. 2016*
- prof. dr. Veronika Stoka
- Andrej Šali, doktor znanosti, znanstveni svetnik
- prof. ddr. Boris Turk, znanstveni svetnik - vodja odseka**
- prof. dr. Dušan Turk, znanstveni svetnik - vodja centra
- doc. dr. Livija Tušar

- doc. dr. Olga Vasiljeva
- doc. dr. Tina Zavašnik Bergant
- prof. dr. Eva Žerovnik

### Podoktorski sodelavci

- dr. Miha Butinar
- dr. Maruša Hafner Česen
- dr. Nataša Lindič
- dr. Katarina Pegan, *odšla 1. 5. 2016*
- dr. Jure Pražnikar\*
- dr. Vida Puizdar
- dr. Jelena Rajković, *začasna prekinitev 1. 6. 2016*
- dr. Barbara Sobotič
- dr. Ajda Taler-Verčič
- dr. Aleksandra Usenik

24. dr. Matej Vizovišek

**Mlajši raziskovalci**

25. Monika Biasizzo, mag. biokem.

26. Katja Bidovec, univ. dipl. biol., odšla 9. 6. 2016

27. Janja Božič, mag. biotehnol.

28. Andreja Bratovš, mag. biokem.

29. Marija Grozdanič, master fizik. kemije, R Srbija

30. Katarina Hočevar, univ. dipl. kem.

31. Aleksander Krajnc, mag. biokem.

32. Lovro Kramer, univ. dipl. kem.

33. Jure Loboda, mag. farm.

34. Sabina Olt, mag. biotehnol., 1. 5. 2016 razporeditev v odsek B2

35. Sara Pintar, univ. dipl. biokem.

36. Mojca Trstenjak Prebanda, univ. dipl. kem.

37. dr. Robert Vidmar

38. Janja Završnik, dr. vet. med.

**Strokovni sodelavci**

39. Marjeta Arnolj, univ. dipl. biokem.

40. Andreja Sekirnik, univ. dipl. kem.

41. Ivica Štefe, univ. dipl. kem.

**Tehniški in administrativni sodelavci**

42. Maja Orehek, univ. dipl. etn. in antr. kult.

43. Dejan Pelko

44. Polonca Pirš Kovačič

45. Gregor Pretnar, odšel 1. 5. 2016

46. Barbara Vrtačnik

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 Investigacion Principe Felipe, Valencia, Španija
4. Commissariat a l'Energie Atomique, Gif l'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, Tokyo, 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, Kitajska
18. University of Zurich, Zürich, Švica
19. Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Valles, Španija
20. University of Lund, Lund, Švedska

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Martin L. Biniossek *et al.* (13 avtorjev), "Identification of protease specificity by combining proteome-derived peptide libraries and quantitative proteomics", *Molecular & cellular proteomics*, vol. 15, str. 2515-2524, 2016. [COBISS.SI-ID 29487655]
2. Lachlan W. Casey *et al.* (13 avtorjev), "The CC domain structure from the wheat stem rust resistance protein Sr33 challenges paradigms for dimerization in plant NLR proteins", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 113, no. 45, str. 12856-12861, 2016. [COBISS.SI-ID 29922087]
3. Sara Drmota Prebil, Urška Slapšak, Miha Pavšič, Gregor Ilc, Vid Puž, Euripedes de Almeida Ribeiro, Dorothea Anrather, Markus Hartl, Lars Backman, Janez Plavec, Brigita Lenarčič, Kristina Djinović Carugo, "Structure and calcium-binding studies of calmodulin-like domain of human non-muscle  $\alpha$ -actinin-1", *Scientific reports*, vol. 6, str. 1-13, 2016. [COBISS.SI-ID 1536987587]
4. Javier Fernandez-Martinez *et al.* (17 avtorjev), "Structure and function of the nuclear pore complex cytoplasmic mRNA export platform", *Cell (Cambridge)*, issue 5, vol. 167, str. 1215-1228, 2016. [COBISS.SI-ID 29973543]
5. Katarina Karničar, Igor Drobnak, Marko Petek, Vasilka Magdevska, Jaka Horvat, Robert Vidmar, Špela Baebler, Ana Rotter, Polona Jamnik, Štefan Fujs, Boris Turk, Marko Fonovič, Kristina Gruden, Gregor Kosec, Hrvoje Petković, "Integrated omics approaches provide strategies for rapid erythromycin yield increase in *Saccharopolyspora erythraea*", *Microb Cell Fact.*, vol. 15, no. 93, str. 1/17-17/17, 2016. [COBISS.SI-ID 4655992]
6. Mario Kurtjak, Marija Vukomanović, Andraž Krajnc, Lovro Kramer, Boris Turk, Danilo Suvorov, "Designing Ga(III)-containing hydroxyapatite with antibacterial activity", *RSC advances*, vol. 6, iss. 114, str. 112839-112852, 2016. [COBISS.SI-ID 6069274]
7. Mario Kurtjak, Marija Vukomanović, Lovro Kramer, Danilo Suvorov, "Biocompatible nano-gallium/hydroxyapatite nanocomposite with antimicrobial activity", *J. mater. sci., Mater. med.*, vol. 27, iss. 11, art. 170, 2016. [COBISS.SI-ID 29863463]
8. Melanie Niemer, Ulrich Mehofer, Maria Verdianz, Andreas Porodko, Philipp Schähns, Daniel Kracher, Brigita Lenarčič, Marko Novinec, Lukas Mach, "Nicotiana benthamiana cathepsin B displays distinct enzymatic features which differ from its human relative and aleurain-like protease", *Biochimie (Paris)*, vol. 122, str. 119-125, 2016. [COBISS.SI-ID 1536412867]
9. Marko Novinec, Mateja Rebernik, Brigita Lenarčič, "An allosteric site enables fine-tuning of cathepsin K by diverse effectors", *FEBS lett.*, vol. 590, iss. 24, str. 4507-4518, 2016. [COBISS.SI-ID 1537326787]
10. Helena Ohrvik, Brandon Logeman, Boris Turk, Thomas Reinheckel, Dennis J. Thiele, "Cathepsin protease controls copper and cisplatin accumulation via cleavage of the Ctr1 metal-binding ectodomain", *J Biol Chem*, vol. 291, str. 13905-13916, 2016. [COBISS.SI-ID 29706535]
11. Melanie Paireder, Ulrich Mehofer, Stefan Tholen, Andreas Porodko, Philipp Schähns, Daniel Maresch, Martin L. Biniossek, Ranier van der Hoorn Hoorn, Brigita Lenarčič, Marko Novinec, Oliver Schilling, Lukas Mach, "The death enzyme CP14 is a unique papain-like cysteine proteinase with a pronounced S2 subsite selectivity", *Arch. biochem. biophys.*, vol. 603, str. 110-117, 2016. [COBISS.SI-ID 1536989123]
12. Marcin Poreba *et al.* (11 avtorjev), "Counter selection substrate library strategy for developing specific protease substrates and probes", *Chemistry & Biology*, vol. 23, issue 8, str. 1023-1035, 2016. [COBISS.SI-ID 29705767]
13. Urška Potočar, Samo Hudoklin, Mateja Erdani-Kreft, Janja Završnik, Krešimir Božikov, Mirjam Fröhlich, "Adipose-derived stem cells respond to increased osmolarities", *PLoS one*, vol. 11, iss. 10, str. 1-18, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 32865497]
14. Urška Repnik, Maruša Hafner Česen, Boris Turk, "The use of lysosomotropic dyes to exclude lysosomal membrane permeabilization", *Cold Spring Harb. protoc.*, 2016, iss. 5, prot087106. [COBISS.SI-ID 29487143]
15. Urška Repnik, Maruša Hafner Česen, Boris Turk, "Measuring cysteine cathepsin activity to detect lysosomal membrane permeabilization", *Cold Spring Harb. protoc.*, 2016, iss. 5, prot087114. [COBISS.SI-ID 29486631]
16. Urška Repnik, Maruša Hafner Česen, Boris Turk, "Strategies for assaying lysosomal membrane permeabilization", *Cold Spring Harb. protoc.*, 2016, iss. 6, top077479. [COBISS.SI-ID 29706023]
17. Urška Repnik, Maruša Hafner Česen, Boris Turk, "Studying lysosomal membrane permeabilization by analyzing the release of preloaded BSA-gold particles into the cytosol", *Cold Spring Harb. protoc.*, 2016, iss. 6, prot087122. [COBISS.SI-ID 29706279]

18. Piotr Sosnowski, Dušan Turk, "Caught in the act: the crystal structure of cleaved cathepsin L bound to the active site of Cathepsin L", *FEBS lett.*, vol. 590, no. 8, str. 1253-1261, 2016. [COBISS.SI-ID 29921831]
19. Tanja Špec, Sebastijan Peljhan, Jana Vidič, Nika Lendero Krajnc, Marko Fonovič, Črtomir Tavzes, Polonca Ropret, "CIM [registered sign] monolith chromatography-enhanced ELISA Detection of proteins in Artists' paints: Ovalbumin as a case study", *Mirochem. j.*, vol. 127, str. 102-112, 2016. [COBISS.SI-ID 513602347]
20. Tjaša Tibaut, Jure Borišek, Marjana Novič, Dušan Turk, "Comparison of in silico tools for binding site prediction applied for structure-based design of autolysin inhibitors", *SAR QSAR environ. res.*, vol. 27, iss. 7, str. 573-587, 2016. [COBISS.SI-ID 5973786]
21. Livija Tušar, Irena Leonida Kropf, Avreljija Cencič, "Impact of salt reduction on the number of microorganisms and a sensory analysis for Kranjska sausages during their shelf-life", *Agricultura*, vol. 13, no. 1-2, str. 33-47, 2016. [COBISS.SI-ID 4217388]
22. Kenneth R. Wong, Elizabeth Memendez, Charles S. Craik, Michael C. Kavanaugh, Olga Vasiljeva, "In vivo imaging of protease activity by Probody therapeutic activation", *Biochimie (Paris)*, vol. 122, str. 62-67, 2016. [COBISS.SI-ID 29406503]
23. Tina Zavašnik-Bergant, Martina Bergant Marušič, "Exogenous Thyropin from p41 Invariant chain diminishes cysteine protease activity and affects IL-12 secretion during maturation of human dendritic cells", *PLoS one*, vol. 11, no. 3, str. 0150815-1-0150815-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29352999]
24. Janez Žibert, Jure Cedilnik, Jure Pražnikar, "Particulate matter (PM10) patterns in Europe: an exploratory data analysis using non-negative matrix factorization", *Atmos. environ. (1994)*, vol. 132, str. 217-228, 2016. [COBISS.SI-ID 1538229188]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Daniel J. Klionsky *et al.* (1998 avtorjev), "Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy", *Autophagy*, vol. 12, no. 1, str. 1-240, 2016. [COBISS.SI-ID 29300519]
2. Veronika Stoka, Vito Turk, Boris Turk, "Lysosomal cathepsins and their regulation in aging and neurodegeneration", *Ageing research reviews*, vol. 32, pp. 22-37, 2016. [COBISS.SI-ID 29464615]
3. Matej Vizovišek, Robert Vidmar, Marko Fonovič, Boris Turk, "Current trends and challenges in proteomic identification of protease substrates", *Biochimie (Paris)*, vol. 122, str. 77-87, 2016. [COBISS.SI-ID 29060647]
4. Eva Žerovnik, Nataša Kopitar-Jerala, R. Layfield, "Recent developments in treating Alzheimer's disease", *Journal of Alzheimer's disease & Parkinsonism*, vol. 6, no. 2, art. 1000220, 2016. [COBISS.SI-ID 29410087]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Maša Bošnjak, Urška Kamenšek, Aleš Sedlar, Maja Čemažar, Janja Završnik, Boris Turk, Céline Bouquet, Gregor Serša, "Antimetastatic potential in mice after gene therapy with plasmid AMEP", V: *1st World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Fields in Biology, Medicine and Food & Environmental Technologies (WC 2015): Portorož, Slovenia, September 6-10, 2015*, (IFMBE proceedings, vol. 53), str. 219-222. [COBISS.SI-ID 2121851]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Maruša Hafner Česen, Veronika Stoka, Boris Turk, "Role of lysosomes in intracellular degradation", V: *Encyclopedia of cell biology*, (Molecular cell biology, volume 1), San Diego, Elsevier, 2016, str. 612-620. [COBISS.SI-ID 29301287]

## MENTORSTVO

1. Nina Frančič, *Sol-gel nanos z encimom His<sub>6</sub>-OPH za detekcijo organofosfatov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Aleksandra Lobnik; somentor Brigita Lenarčič). [COBISS.SI-ID 284547840]
2. Piotr Sosnowski, *Strukturni vpogled v substratno specifičnost katepsinov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Dušan Turk). [COBISS.SI-ID 29971239]
3. Robert Vidmar, *Proteomska karakterizacija legumaina in njegovih fizioloških substratov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Marko Fonovič). [COBISS.SI-ID 288310272]
4. Monika Biasizzo, *Vpliv cistatina C na aktivacijo inflamasa v mišjih makrofagih, pridobljenih iz kostnega mozga*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Boris Turk). [COBISS.SI-ID 1537123267]
5. Klara Brusar, *Spremembe v vsebnosti nitratov pri kulinarični obdelavi krompirja*: magistrsko delo (bolonjski študij), Maribor, 2016 (mentor Tomaž Langerholc; somentor Livija Tušar). [COBISS.SI-ID 4265260]
6. Griša Prinčič, *Načrtovanje in sinteza za EpCAM specifičnih malih molekul*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Brigita Lenarčič; somentor Jurij Svete). [COBISS.SI-ID 1537150147]
7. Nina Strah, *Vpliv butilhidroksianizola na signalne poti, sprožene s citokinom TNF-alfa na celični liniji človeškega adenokarcinoma debelega črevesa*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Bojan Doljak; somentor Boris Turk). [COBISS.SI-ID 4208497]

**Raziskovalci Odseka za molekularne in biomedicinske znanosti se ukvarjamo predvsem s temeljnimi raziskavami na področju proteinske biokemije, molekulske 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

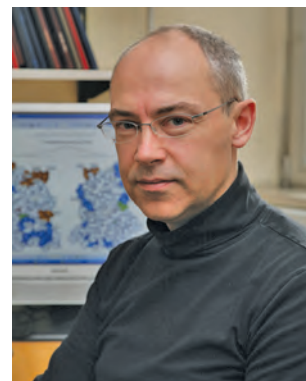
Pomembno raziskovalno tematiko na področju toksinologije so raziskave molekularnih mehanizmov toksičnega delovanja sekretornih fosfolipaz A<sub>2</sub> (sPLA<sub>2</sub>) iz živalskih strupov. Še posebej nas zanima njihova presinaptična nevrotoksičnost. Znanje, ki ga pridobimo s študijem delovanja toksičnih sPLA<sub>2</sub>, nam je v veliko pomoč pri raziskavah patofizioloških vlog ortolognih sPLA<sub>2</sub> pri sesalcih, npr. njihova vloga v neurodegenerativnih boleznih, kot je Alzheimerjeva.

Amoditoksin A (AtxA) je nevrotoksična sPLA<sub>2</sub> iz strupa modrasa (*Vipera ammodytes ammodytes*). V letu 2016 smo nadaljevali študij vloge fosfolipazne aktivnosti pri nevrotoksičnosti AtxA. Pripravili smo večjo količino rekombinantne, encimsko neaktivne mutante AtxA(D49S) in jo karakterizirali.

Proces nevrotoksičnosti AtxA smo raziskovali z modelno celično linijo PC12. Mitochondriji so tisti organeli v celici, ki jih AtxA močno prizadene. Odkrili smo, da se AtxA v mitochondrijih specifično veže na citokrom-c-oksidozo (CCOX), in sicer na njeno katalitično podenoto II, interakcijo med tema dvema proteinoma pa nam je uspelo potrditi tudi *in vivo*. Še več, pokazali smo, da AtxA, kot tudi encimsko neaktivna mutanta AtxA(D49S), inhibirata oksidacijo citokroma-c v mitochondrijih izoliranih celic PC12 in tako prikazali fiziološki učinek vezave AtxA na CCOX. Preverili smo tudi vpliv obeh različic sPLA<sub>2</sub> na mitohondrijski membranski potencial. Medtem ko je AtxA le-tega porušil, ga AtxA(D49S) ni. Učinek na mitohondrijski membranski potencial je torej, nasprotno od učinka na CCOX, odvisen od fosfolipazne aktivnosti. Znano je, da se v mitohondriju nahaja endogena sPLA<sub>2</sub> istega strukturnega tipa (IIA) kot AtxA. Njena vloga v tem organelu je še nepoznana. Naši rezultati nakazujejo, da bi bil lahko ta endogeni encim preko interakcije s CCOX udeležen v regulaciji celičnega dihanja. Posledično bi lahko deregulacija njegove funkcije odsevala v nastanku različnih neurodegenerativnih bolezni, pri katerih je okvarjeno delovanje mitohondrijev.

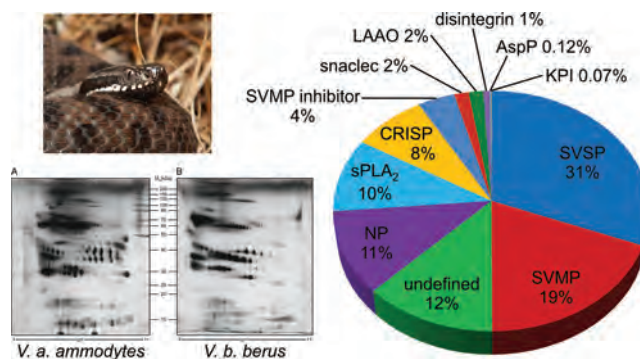
V letu 2016 smo nadaljevali sistematično analizo komponent modrasovega in gadovega strupa, s t. i. proteomiko strupov oziroma venomiko. Prvo izčrpno analizo proteomskih rezultatov gadovega strupa, zelo pomembno za načrtovanje strategij terapije ob zastrupitvi s tem strupom (slika 1), nam je uspelo objaviti v ugledni reviji *Journal of Proteomics* (Z. Latinović et al., *J. Proteomics*, 146 (2016), 34–47). Precej časa smo v minulem letu namenili tudi pripravi publikacije do sedaj najbolj popolne analize modrasovega strupa, ki bo predvidoma objavljena v prihodnjem letu. V sklop sistematične analize modrasovega strupa spada tudi identifikacija kardiotoksičnih komponent strupa. V sodelovanju s kolegi z Infekcijske klinike Univerzitetnega medicinskega centra v Splitu in z Odsekom za farmakologijo Medicinske fakultete v Mostarju smo izvedli in objavili analizo učinkov vseh frakcij modrasovega strupa na izoliranem podganjem srcu (S. Karabuva et al., *Toxicon*, 121 (2016), 98–104). Ugotovili smo, da ima najmočnejši vpliv na srce frakcija strupa, v kateri se nahajajo sPLA<sub>2</sub>. V nadaljevanju bomo pripravili vse komponente te frakcije v čisti obliki, poiskali tisto, ki je kardiotoksična, in detajlno opisali njene učinke na srce.

Intenzivno smo se posvečali tudi proteinom iz modrasovega strupa, ki vplivajo na proces strjevanja krvi – hemostazo, še posebej dvema: homologu serinske proteaze z antikoagulantno aktivnostjo (VaaSPH-1) in serinski proteazi s prokoagulantno, FVIIa-podobno aktivnostjo (SP-10). V preteklem letu smo podrobneje karakterizirali molekulske značilnosti obeh molekul. Določili smo celotno nukleotidno zaporedje cDNA za VaaSPH-1, tako da nam je poznano tudi popolno aminokislinsko zaporedje te molekule. Začeli smo razvijati postopek pridobivanja rekombinantnega VaaSPH-1 v sesalskih celicah. V primeru molekule SP-10 celotne strukture še ne poznamo. Zaenkrat nam še ni uspelo izolirati njenega zapisa cDNA v celoti.



Vodja:

**prof. dr. Igor Krizaj**



**Slika 1: Primerjalna venomika dveh medicinsko najbolj pomembnih evropskih kač. Analizirali smo strupni proteom navadnega gada, *Vipera berus berus* (*V. b. berus*) (na sliki desno), najbolj široko razprostranjene strupene kače v Evropi (zgoraj levo), in ga primerjali s strupnim proteomom modrasa, *Vipera ammodytes ammodytes* (*V. a. ammodytes*), najbolj strupene kače v Evropi, tudi z dvodimenzionalno gelsko elektroforezo (na sliki levo spodaj). Tako smo pojasnili, zakaj zastrupitev z gadovim strupom lahko učinkovito zdravimo z modrasovim protistrupom, zastrupitev z modrasovim strupom pa ne vselej z gadovim protistrupom.**

V sodelovanju z dr. Manjunatho R. Kinijem, priznanim strokovnjakom za hemostazo z Univerze v Singapurju, smo v preteklem letu naredili pomemben korak naprej tudi pri analizi molekulskega mehanizma delovanja tako ene kot druge molekule. Obe molekuli imata zelo posebne lastnosti in sta zato zelo zanimivi za nadaljnji razvoj v smeri medicinske uporabe: VaaSPH-1, kot močan inhibitor procesa strjevanja krvi, ki nima encimske aktivnosti, in SP-10, ki je prva znana serinska proteaza iz kačjega strupa, ki specifično aktivira FX.

Napisali smo prvi članek o disintegrinih iz modrasovega strupa in ga poslali v objavo. Disintegrini so polipeptidi, ki se vežejo na integrinske molekule in s tem ovirajo njihovo funkcijo. Modrasovi disintegrini upočasnijo migracijo rakavih celic in preprečijo njihovo širjenje. Izražajo torej antimetastatski potencial, kar odpira možnost njihovega razvoja v smeri zdravljenja proti raku.

Po nekajmesečni prekinitvi smo se v letu 2016 ponovno začeli ukvarjati z molekulami CRISP (iz angleščine, "Cysteine Rich Secretary Proteins") iz modrasovega strupa. Molekule CRISP iz kačjih strupov povzročijo npr. paralizo perifernih gladkih mišic in hipotermijo, tako da inhibirajo delovanje nekaterih vrst ionskih kanalčkov. Fiziološki učinek modrasovih CRISP še ni poznan in ga bomo skušali v nadaljevanju raziskovalnega dela ugotoviti.

V letu 2016 smo začeli izvajati slovensko-hrvaški bilateralni raziskovalni projekt. Rezultat sodelovanja s kolegi imunologi na Univerzi v Zagrebu in z zdravniki s Centra za klinično toksikologijo in farmakologijo Univerzitetnega kliničnega centra (UKC) v Ljubljani je objava dveh del. V prvem smo, prvič na primeru dejanskega pacienta, opisali učinkovitost komercialnega protistrupa proti evropskim viperidam (Viperfav™). Ključna ugotovitev dela je, da

odmerek tega protistrupa, ki ga priporočajo za zdravljenje zastrupitev s strupom laškega ali pa navadnega gada, v primeru resne zastrupitve z modrasovim strupom, verjetno ne bo dovolj (T. Kurtović et al., *Toxins*, 8 (2016), 244), zato priporočamo ustrezen nadzor poteka zdravljenja. V drugem delu, ki je bilo sprejeto v tisk (M. Brvar et al., *Clinical Toxicology*), pa opisujemo potek zdravljenja pacientov, zastrupljenih z modrasovim strupom, s protistrupom proti strupu navadnega gada (ViperaTAB®). Ugotavljamo, da zdravljenje s paraspecifičnim protistrupom sicer omili otekanje in začasno izboljša sistemske učinke zastrupitve z znižanjem vsebnosti strupnih komponent v krvi pacientov, vendar ne tudi tistih z nevrotoksičnim delovanjem.

V minulem letu smo s predstavitvami za splošno javnost intenzivno poskrbeli tudi za popularizacijo področja našega dela. Na povabilo društva Satena je I. Križaj v javnem predavanju v okviru akcije Znanost na cesti predstavil področje toksinologije in naše najpomembnejše raziskovalne dosežke. Predavanje z naslovom "Živalski strupi: Od smrtonosnega k zdravilnemu", je bilo zelo dobro obiskano in odmevno (slika 2), dostopno pa je tudi na portalu Videlectures.net ([http://videlectures.net/znanostnacesti\\_krizaj\\_zivalski\\_strupi/](http://videlectures.net/znanostnacesti_krizaj_zivalski_strupi/)). Sodelovali smo pri pripravi in izvedbi poljudnoznanstvene televizijske oddaje Ugriznimo znanost z naslovom: "Živalski strupi - smrtonosni in uporabni" (<http://4d.rtvsl.si/arhiv/ugriznimo-znanost/174441881>). Prav tako smo našo dejavnost predstavili v pogovoru o živalskih strupih na nacionalnem radiu v oddaji Frekvenca X (<http://4d.rtvsl.si/arhiv/frekvenca-x/174442156>) in v intervjuju za Slovensko tiskovno agencijo (<http://znanost.sta.si/2318140/z-zivalskimi-strupi-do-zdravljenja-bolezni-pri-ljudih>).



Slika 2: Javno o znanosti v Kavarni Union. Prof. Igor Križaj med predavanjem z naslovom "Živalski strupi: Od smrtonosnega k zdravilnemu", v Kavarni Union v Ljubljani. Dogodek, ki mu je prisostvovalo več kot 200 ljudi, je bil organiziran v sklopu projekta "Znanost na cesti" Slovenskega akademijskega tehniško-naravoslovnega društva SATENA.

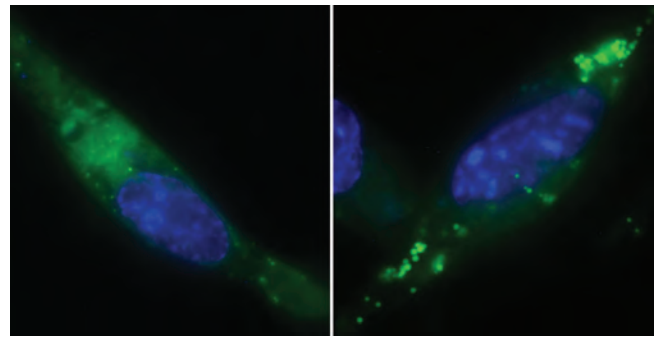
**Živalski strupi so bogat vir novih učinkovin in molekularnih orodij za izboljšanje zdravja ljudi in živali.**

### Lipidni metabolizem in signalizacija

Rakave celice kažejo spremembe v metabolizmu, ki jim omogočajo neomejeno delitev in preživetje v stresnih razmerah. Poleg odvisnosti številnih tipov raka od glukoze in glutamina so okvare v presnovi lipidov ena izmed bistvenih metaboličnih sprememb pri raku. Povečana vsebnost prostih maščobnih kislin (MK), do katere lahko pride zaradi povečane sinteze *de novo* v rakavih celicah ali zaradi povečanega vnosa iz eksogenih virov, je nujno potrebna za gradnjo membran in sintezo signalnih molekul in s tem za rast tumorja. Prav zato je omejevanje količin MK, ki so na razpolago rakavim celicam, eden izmed mogočih načinov za preprečevanje proliferacije celic raka. Tumorske celice so odvisne od sprememb v lipolizi, oksidaciji MK, hidrolizi in reacilaciji membranskih fosfolipidov ter od vnosa MK iz krvnega obtoka v celico. Dodatno so novejšje študije pokazale, da pri številnih vrstah raka pride tudi do kopičenja nevtralnih lipidov v obliki citosolnih lipidnih kapljic. Odkrivanje bistvenih povezav med lipidnim metabolizmom in preživetjem rakavih celic je obetavna strategija za razvoj novi terapevtikov.

Lipidne kapljice so novo priznani organeli, sestavljeni iz jedra nevtralnih lipidov (triacilgliceroli in holesterolni estri), prekritega z enojnim slojem fosfolipidov in z lipidnimi kapljicami povezanimi proteini. Vse bolj postaja jasno,

da lipidne kapljice niso le pasivna zaloga energije, temveč platforma, ki povezuje celično signalizacijo in presnovo, kontrolo kvalitete proteinov, replikacijo virusov in imunski sistem. Malo pa je znanega o vlogi lipidnih kapljic pri raku. sPLA<sub>2</sub> so lipolitični encimi, ki hidrolizirajo membranske fosfolipide, pri čemer sproščajo proste MK in lizofosfolipide. Aktivnost sPLA<sub>2</sub> vodi k sproščanju mešanice mono- in polinenasičenih MK, vključno z omega-6 in omega-3 MK. Pred kratkim smo opisali nov mehanizem delovanja sPLA<sub>2</sub> pri raku, ki prvič doslej povezuje hidrolizo membran, spremembe v presnovi lipidov in preživetje celic raka dojke. Ugotovili smo, da sPLA<sub>2</sub> stimulira nastanek lipidnih kapljic, obenem pa spodbudi proliferacijo in prepreči celično smrt pri presnovnem stresu. Naši še neobjavljeni rezultati kažejo, da imajo lipidne kapljice tudi antioksidativne lastnosti, saj smo ugotovili, da njihova prisotnost zniža oksidativni stres pri celicah, izpostavljenih stradanju ali velikim količinam polinenasičenih MK, ki so znane po svoji občutljivosti za oksidacijo. Še več, preprečevanje razgradnje lipidnih kapljic s tarčnim znižanjem izražanja ključne lipaze (slika 3) je privedlo do znižanja oksidativnega stresa, kar kaže na to, da lipidne kapljice lahko služijo kot antioksidativna shramba za občutljive polinenasičene MK, ki so tako zaščitene pred oksidacijo. Postaja torej vse bolj jasno, da imajo lipidne kapljice pomembno vlogo pri uravnavanju preživetja rakavih celic tako pri stresu, induciranjem s odtegotvanjem hranil, kot pri lipotoksičnem, oksidativnem stresu. Omenjene lastnosti bomo poskusili uporabiti za specifično ciljanje rakavih celic, še posebej tistih oblik, ki imajo visoko odpornost proti oksidativni in presnovni stresu.



*Slika 3: Znižanje ravni izražanja lipaze, odgovorne za razgradnjo lipidnih kapljic, vodi k znižanju lipolize in posledičnemu povečanju velikosti in števila lipidnih kapljic. Na levi so prikazane kontrolne rakave celice, na desni pa tiste, pri katerih smo znižali izražanje lipaze. Na fotografijah, zajetih z mikroskopom Zeiss AxioObserver Z1, je z zeleno označen fluorescenčni signal barvila BODIPY 493/503, ki specifično obarva lipidne kapljice v celici, z modro pa celična jedra, ki smo jih pobarvali z barvilom DAPI.*

**Lipidne kapljice so organeli z antioksidativno vlogo, ki povečujejo odpornost rakavih celic proti stresnim razmeram.**

### Visokozmogljivostna genetika in funkcijska genomika pri kvasovki

#### *Saccharomyces cerevisiae*

Analiza poligenjskih lastnosti je eno najhitreje razvijajočih se področij v genetiki. Identifikacija vzročnih alelov za te lastnosti, ki pomenijo veliko večino vseh, postaja vsaj pri modelnih organizmih, kot je običajna kvasovka, že skoraj rutinska. Uporaba dognanj tega področja obeta znaten napredek v biomedicini in v biotehnologiji, pri razvoju novih celičnih tovarn (J. P. Meijnen et al., *Biotechnol. Biofuels*, 9 (2016), 5). Za učinkovito izrabo pridobljenega znanja je predvsem potrebno uporabiti čim bolj natančne metode za urejanje genoma, s katerimi identificirane vzročne alele vnesemo v tarčne celice. V ta namen smo v naši raziskovalni skupini razvili lasten protokol za uporabo metode CRISPR/Cas9 pri urejanju genoma običajne kvasovke. S tem načinom lahko hitro in učinkovito sestavljamo nove kombinacije alelov ter tako pridobivamo seve z želenimi lastnostmi. Metodo CRISPR/Cas9 za urejanje genoma s pridom uporabljamo pri razvoju sevov z različno vsebnostjo nevtralnih lipidov.

V letu 2016 smo naredili tudi pomemben napredek na področju razvoja promotorjev za natančno uravnavanje izražanja genov – lastnih in heterolognih – v celicah običajne kvasovke. Promotorji so ključni člen nabora orodij sintezne biologije, zato smo optimizirali metode za natančno določanje jakosti in variabilnosti izražanja knjižnic konstitutivnih promotorjev.

Objavljen je bil tudi članek, ki opisuje najbolj dovršeno metodo za fenotipizacijo mikroorganizmov v velikem obsegu (M. Zackrisson et al., *G3*, 6 (2016), 3003–3014). Ogradnje te metode, ki temelji na izjemno hitri in natančni analizi morfologije kolonij mikroorganizmov (slika 4), je bilo postavljeno na Institutu »Jožef Stefan« (IJS), v sodelovanju s skupino s Švedske pa je ta metoda postala od eden ključnih elementov pri preučevanju poligenjskih lastnosti.



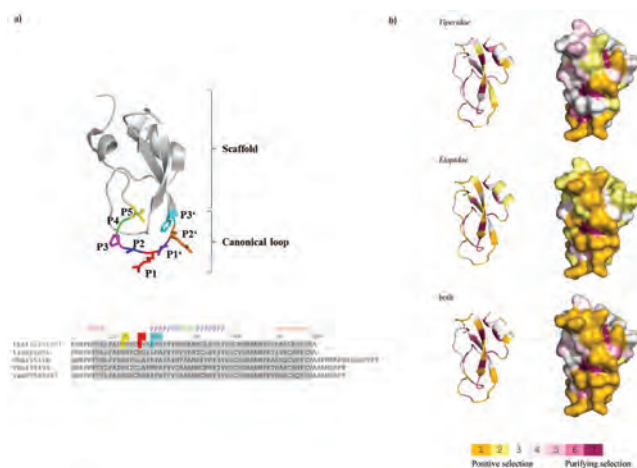
*Slika 4: Analiza morfologije kolonij mikroorganizmov za metodo Scan-o-matic. (A) Presečna slika kolonije. (B) Slika kolonije s strani. (C) Računska rekonstrukcija morfologije kolonije.*

**Analiza poligenjskih lastnosti v kvasovki za razvoj biomedicine in biotehnologije**

#### Analiza genomov

Največja skupina peptidaz je družina serinskih peptidaz S1. Kunitz/BPTI-inhibitorji so njihovi specifični inhibitorji. Kunitzova domena ima kompaktno tridimenzionalno (3D) strukturo z dvema inhibitornimama zankama za inhibicijo S1-peptidaz. Analizirali smo delovanje mestnospecifične pozitivne selekcije ter njen vpliv na strukturno in funkcionalno pomembne dele Kunitz/BPTI-družine iz kačjega strupa (V. Župunski & D. Kordiš, *Sci. Rep.*, 6 (2016), 37054). Z različnimi modeli smo dokazali prisotnost številnih mestnospecifičnih pozitivno izbranih kodonov oz. aminokislin, ki lahko obsegajo od 30 % do 50 % Kunitzove domene. S kartiranjem pozitivno izbranih aminokislin





Slika 5: Pozitivno izbrane aminokisliline na tridimenzionalnem modelu proteina tekstilinina. a) Struktura tekstilinina-1 (3BYB) prikazuje kanonično inhibitorno zanko in proteinsko ogrodje. b) Pozitivno izbrane aminokisliline v strukturi tekstilinina-1 (3BYB) so obarvane oranžno ( $PP = 0,99$ ) in rumeno ( $PP > 0,95$ ). Slika je povzeta iz članka V. Župunski & D. Kordiš, *Sci. Rep.*, 6 (2016), 37054.

**Pozitivna selekcija spremeni elektrostatski potencial na površini Kunitz/BPTI-proteinov in lahko pomembno vpliva na natančno usmerjanje teh inhibitorjev v aktivno mesto družine S1 serinskih peptidaz.**

na 3D-modelu Kunitz/BPTI-inhibitorjev smo dokazali, da so locirane ne le v strukturno najbolj pomembnem delu molekule, v inhibitornih zankah 1 in 2, ampak tudi v Kunitzovem ogrodju (slika 5). Zamenjave aminokislilin so locirane izključno na površini molekule, večina zamenjav pa povzroči spremembo naboja. Posledica teh zamenjav je sprememba elektrostatskega potenciala na površini Kunitz/BPTI-proteinov in lahko pomembno vpliva na natančno usmerjanje teh inhibitorjev v aktivno mesto družine S1 serinskih peptidaz. Prisotnost multigenjskih družin Kunitz/BPTI-inhibitorjev pri strupenih kačah lahko razložimo s tarčno orientirano kompeticijo, ker lahko število S1-peptidaz v vretenčarjih doseže več sto predstavnikov. Ker pa so Kunitz/BPTI široko spektralni inhibitorji, se lahko tako funkcionalno diverzificirajo, da inhibirajo številne in raznolike S1-peptidaze v svojem plenu. Primerjava Kunitz/BPTI-inhibitorjev iz strupenih kač s klopnimi in vampirjevimi (netopir) je dokazala, da je močno in široko razširjeno delovanje mestnospecifične pozitivne selekcije le pri strupenih kačah.

Antimikrobni peptidi (AMP) so najstarejše obrambne komponente prirojenega imunskega sistema. Številne družine antimikrobnih peptidov so pri prokariotih in evkariontih, največjo raznolikost pa najdemo pri vretenčarjih. Zaradi svoje sposobnosti inhibicije rasti bakterij, gliv in virusov se AMP uporabljajo za razvoj novih antibiotikov in imunoregulatornih spojin. Evolucija antimikrobnih peptidov pri vretenčarjih in njihovih prednikov še ni bila popolnoma pojasnjena, za kar je kriva predvsem zmeda, ki obstaja v genomskih in proteomskih podatkovnih bazah. Naredili smo genomsko in transkriptomsko analizo razširjenosti vseh družin antimikrobnih peptidov pri vretenčarjih. Z uporabo številnih podatkovnih baz smo naredili analizo razširjenosti družin AMP pri vretenčarjih, od najstarejših obloustk do kopenskih vretenčarjev. Ugotovili smo, da imajo vretenčarji poleg številnih vrstnospecifičnih družin AMP tudi več skupnih

družin AMP. Pokazali smo, da je v predniku vretenčarjev obstajalo že več družin AMP, ki so se obdržale več sto milijonov let, evolucijsko mlajše družine AMP pa so nastale večkrat in neodvisno. Pridobili smo nov pogled na nastanek in evolucijo družin AMP ter funkcionalno diverzifikacijo posameznih družin AMP pri različnih skupinah vretenčarjev.

### Druga področja

V letu 2016 smo sodelovali tudi pri nekaterih raziskavah, ki vsebinsko ne spadajo med osnovna raziskovalna področja odseka.

V okviru programske skupine smo se s kolegi z Biotehniške fakultete (BF) Univerze v Ljubljani (UL) posvečali analizi toksina Cdt ("cytolethal dystending toxin") iz bakterije *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, ki povzroča resno obliko parodontalne bolezni. Potrdili smo prisotnost skrajšane oblike podenote B tega trimernega toksina (CdtB) na proteinskem nivoju tudi pri bolnikih s parodontalno boleznijo, kar utegne voditi do novih spoznanj o tej bolezni in poteku njenega zdravljenja (D. Obradović et al., *PLoS One*, 11 (2016), e0159231). Prav tako smo skupaj z njimi analizirali vpliv OlyA-mCherry, fluorescenčnega derivata ostreolizina A iz gobe ostrigarja (*Pleurotus ostreatus*), na pasje ledvične celice Madin-Darby. Ugotovili smo, da z vezavo na membranske nanodomene, bogate s holesterolom in sfingomielinom, derivat inducira tvorbo mešičkov v zunajcelični prostor. Pri detajlni karakterizaciji nastalih mešičkov, potencialno zanimivega modela za biofizikalne in biokemijske raziskave celičnih membran ter sistema za neinvazivno vzorčenje citosola iz celic, je bila naša naloga določiti njihovo proteinsko sestavo (M. Skočaj et al., *Biochim. Biophys. Acta - Biomembranes*, 1858 (2016), 2882–2893).

Pri ciljnem raziskovalnem projektu (CRP) "Določitev molekularnih parametrov za ohranjanje kranjske čebele", ki ga vodijo na Oddelku za zootehniko BF UL, sodelujemo kot partner. V letu 2016 smo nadaljevali izvajanje primerjalne proteomske analize hemolimfe, matičnega mlečka in strupa krajevskih različic kranjske čebele (*Apis mellifera carnica*). Pri projektu sodelujemo tudi z bioinformacijsko analizo. Dosedanje izsledke smo preliminarno predstavili v publikaciji (J. Božič et al., *Acta Agricult. Slov.*, Suppl. 5 (2016), 18–27).

Kolegom z Medicinske fakultete UL smo uspešno priskočili na pomoč z našim poznanjem tehnik priprave fluorescenčno označenih ligandov za uporabo v celični biologiji. Delo opisuje vnos proteina S100B iz zunajceličnega prostora v gojene astrocite in predlaga nov način za odstranjevanje tega toksičnega proteina iz ekstracelularnega prostora v astrocite tudi *in vivo* (E. Lasič et al., *J. Neurochem.*, 139 (2016), 309–323).

Kolegom z Odseka za nanostrukturne materiale IJS (K7) smo priskočili na pomoč z masno spektroskopsko analizo proteinske sestave pripravka fibroina iz svile, enega najbolj obetavnih naravnih podpornih materialov za

uporabo pri regeneraciji tkiv. Pogoj za varno uporabo v medicinske namene je namreč priprava fibroina brez sledov proteina sericina, ki je močno imunogen. Uspešnost postopka za pripravo medicinsko uporabnega fibroina iz svile nam je uspelo zanesljivo potrditi (N. Drnovšek et al., *J. Mater. Chem. B*, 4 (2016), 6597–6608). Kolegi z Odseka za fizikalno in organsko kemijo IJS (K3) se ukvarjajo s sintezo novih protimalarijskih učinkovin. Skupaj smo pripravili pregledni članek na temo malarijskih toksinov, v katerem smo predlagali tudi najbolj obetavne smeri v iskanju novih spojin z delovanjem proti malarijskim toksinom (K. Starkl Renar et al., *Toxicon*, 119 (2016), 319–329).

S kolegi s Fakultete za elektrotehniko z UL smo s strukturno identifikacijo sodelovali pri analizi sestave proteinskega plašča (korone) nanodelcev, pripravljenih v različnih disperzijskih medijih. Ker proteinska korona v glavnem določa patofiziološke lastnosti nanodelcev v bioloških sistemih, je poznanje njene točno definirane priprave ključnega pomena za varno uporabo nanodelcev v medicini. Publikacija o tem, kako je proteinska sestava korone uporabljenih nanodelcev odvisna od postopka priprave nanodelcev, je bila sprejeta v tisk (K. Strojman et al., *PLoS One*).

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

- Župunski, V. and Kordiš, D.: Strong and widespread action of site-specific positive selection in the snake venom Kunitz/BPTI protein family. *Sci. Rep.*, 6 (2016), 37054
- Latinović, Z., Leonardi, A., Šribar, J., Sajevec, T., Žužek, M. C., Frangež, R., Halassy, B., Trampuš-Bakija, A., Pungerčar, J. and Križaj, I.: Venomics of *Vipera berus berus* to explain differences in pathology elicited by *Vipera ammodytes ammodytes* envenomation: Therapeutic implications. *J. Proteomics*, 146 (2016), 34–47
- Kurtović, T., Brvar, M., Grenc, D., Lang Balija, M., Križaj, I. and Halassy, B.: A single dose of Viperfav™ may be inadequate for *Vipera ammodytes* snake bite: A case report and pharmacokinetic evaluation. *Toxins*, 8 (2016), 244
- Skočaj, M., Yu, Y., Grundner, M., Resnik, N., Bedina Zavec, A., Leonardi, A., Križaj, I., Guella, G., Maček, P., Erdani-Kreft, M., Frangež, R., Veranič, P. and Sepčič, K.: Characterisation of plasmalemmal shedding of vesicles induced by the cholesterol sphingomyelin binding protein, ostreolysin A-mCherry. *Biochim. Biophys. Acta – Biomembranes*, 1858 (2016), 2882–2893
- Obradović, D., Gašperšič, R., Caserman, S., Leonardi, A., Jamnik, M., Podlesek, Z., Seme, K., Anderluh, G., Križaj, I., Maček, P. and Butala, M.: A cytolethal distending toxin variant from *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* with an aberrant CdtB that lacks the conserved catalytic histidine 160. *PLoS One*, 11 (2016), e0159231

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

- Minisimpozij programske skupine »Toksini in biomembrane«, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani in Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, 22. 11.–23. 11. 2016
10. Dan mladih raziskovalcev KMBO (Kemija, Materiali, Biokemija, Okolje), Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, 31. 3. 2016

## MEDNARODNA PROJEKTA

7. OP - YeSVitE; Kvasovke za trajnostno vinogradništvo in vinarstvo  
Evropska komisija  
prof. dr. Uroš Petrovič
- Antivenomika za dvig učinkovitosti specifične in paraspecifične seroterapije zastrupitve s strupi kač iz družine viperid  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Igor Križaj

## PROGRAM

- Toksini in biomembrane  
prof. dr. Igor Križaj

## PROJEKTI

- Termoforetsko vodenje, zbiranje in razvrščanje biomolekul v mikrofluidičnih napravah  
prof. dr. Igor Križaj

- Integrativne raziskave evolucije spolnega dimorfizma  
prof. dr. Dušan Kordiš
- Uporaba egerolizinskih proteinov za detekcijo in zatiranje škodljivcev  
prof. dr. Igor Križaj
- Genetsko ozadje odpornosti na mastitis  
prof. dr. Igor Križaj
- Analiza možnih škodljivih učinkov nanodelcev in spremljajočih mehanizmov - od fizikalno-kemijske in vitro karakterizacije do aktivacije prirojenega imunskega sistema  
prof. dr. Igor Križaj
- Medsebojni vplivi med lipidnim in osrednjim ogljikovim metabolizmom  
prof. dr. Uroš Petrovič
- Zamenjave bisfenola A: prehajanje materialov v stiku z živili, kroženje in izpostavljenost ljudi  
doc. dr. Toni Petan
- Napredne metode odstranjevanja in spremljanja onesnažil, ki so na prioriteten seznamu Vodne direktive  
prof. dr. Igor Križaj
- Določitev molekularnih parametrov za ohranjanje kranjske čebele  
prof. dr. Igor Križaj

## OBISKI

1. Federica Valdetara, Univerza v Milanu, Milano, Italija, 16. 1.–18. 3. 2016 in 1. 7.–16. 7. 2016
2. dr. Beata Halassy, Center za raziskave in prenos znanja v biotehnologiji, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 8. 6. 2016
3. dr. Tihana Kurtović, Center za raziskave in prenos znanja v biotehnologiji, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 8. 6. 2016
4. dr. Maja Lang Balija, Center za raziskave in prenos znanja v biotehnologiji, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška, 8. 6. 2016
5. Merve Yilmazer, Univerza v Istanbulu, Istanbul, Turčija, 19. 10. 2016–17. 2. 2017

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Eva Jarc (IJS): Lipid droplets – key regulators of metabolic and signalling changes in cancer / Lipidne kapljice – regulatorji metabolnih in signalnih sprememb pri raku, 20. 10. 2016
2. Mojca Ogrizović (IJS): Regulation of lipid metabolism and neutral lipid accumulation in yeast *Saccharomyces cerevisiae* droplets / Uravnavanje lipidnega metabolizma in kopičenje nevtralnih lipidov pri kvasovki *Saccharomyces cerevisiae*, 24. 3. 2016
3. Zorica Latinović (IJS): Novel hemostatically active proteins from *Vipera ammodytes ammodytes* venom: an anticoagulant serine protease homologue and a procoagulant FVIIa-like serine protease / Nova hemostatsko aktivna proteina iz modrasovega strupa: antikoagulantni homolog serinske proteaze in prokoagulantna serinska proteaza, podobna FVIIa, 16. 6. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Eva Jarc: Dan biomolekularnih znanosti, Biomolekularec.si, Medicinska fakulteta, Ljubljana, 22. 9. 2016 (1)
2. Eva Jarc, Minca Klobčar, Mojca Ogrizović: 10. Dan mladih raziskovalcev KMBO (Kemija, Materiali, Biokemija, Okolje), Institut »Jožef Stefan«, 31. 3. 2016 (3)
3. Dušan Kordiš: 20<sup>th</sup> Evolutionary Biology Meeting, Marseille, Francija, 20. 9.–23. 9. 2016 (1)
4. Igor Križaj: Znanost na cesti, Ljubljana, 28. 10. 2016 (1)
5. Adrijana Leonardi: 2<sup>nd</sup> International Conference on Current Trends in Mass Spectrometry, Chicago, ZDA, 20. 7.–22. 7. 2016 (1)
6. Mojca Ogrizović: International Synthetic and System Biology Summer School, Volterra, Italija, 8.–14. 7. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Zorica Latinović: Department of Biological Sciences, National University of Singapur, Singapur, 29. 1.–31. 5. 2016 (štipendija Javnega sklada Republike Slovenije za razvoj kadrov in štipendije, za raziskovalno sodelovanje doktorskih študentov v tujini)
2. Miha Škalič: Terrence Donnelly Centre for Cellular and Biomolecular Research, University of Toronto, Toronto, Kanada, 4. 3.–29. 5. 2016 (raziskovalno delo v okviru 7. OP – YeSVItE: Kvasovke za trajno vinogradništvo in vinarstvo)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Dušan Kordiš
2. **prof. dr. Igor Križaj, znanstveni svetnik - vodja odseka**
3. dr. Adrijana Leonardi
4. prof. dr. Uroš Petrovič\*
5. prof. dr. Jože Pungerčar

### Podoktorski sodelavci

6. doc. dr. Toni Petan
7. dr. Jernej Šribar

### Mlajši raziskovalci

8. Eva Jarc, mag. lab. biomed.
9. *Minca Klobčar, univ. dipl. biokem., odšla 15. 8. 2016*
10. Mojca Ogrizović, univ. dipl. mikr.
11. Sabina Ott, mag. biotehnol.

### Strokovni sodelavci

12. *Miha Škalič, mag. biotehnol., odšel 7. 6. 2016*

### Tehniški in administrativni sodelavci

13. Igor Koprivec
14. mag. Maja Šimaga
15. *Darja Žunič Kotar, upokojevec 1. 6. 2016*

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Commissariat a l'Energie Atomique-Saclay, Saclay, Francija
2. The Centre National de la Recherche Scientifique, Gif-sur-Yvette, Francija
3. Federation of European Biochemical Societies (FEBS)
4. Institute für Molekulare Biowissenschaften, Karl-Franzens-Universität, Gradec, Avstrija
5. Institute for Wine Biotechnology Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Južna Afrika
6. Institut Pasteur, Pariz, Francija
7. Kemijski inštitut, Ljubljana
8. Klinička bolnica Split, Hrvaška
9. Lek, d. d., Ljubljana
10. Sofia University »St. Kliment Ohridski«, Sofia, Bolgarija
11. University of California, San Francisco, Združene države Amerike
12. University of Frankfurt, Frankfurt, Nemčija
13. University of Leuven, Leuven, Belgija
14. University of Milan, Institute of Endocrinology, Milano, Italija
15. University of Strathclyde, Glasgow, Škotska, Velika Britanija
16. University of Toronto, Terrence Donnelly Centre for Cellular and Biomolecular Research, Toronto, Kanada
17. University of Utrecht, Utrecht, Nizozemska
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 Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
22. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta
23. Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta
24. Univerza v Zagrebu, Centar za istraživanje i prijenos znanja u biotehnologiji, Zagreb, Hrvaška
25. Univerza v Zagrebu, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Zagreb, Hrvaška
26. Univerzitetni klinični center, Pediatrična klinika, Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Nataša Drnovšek, Rok Kocen, Ana Gantar, Marinka Drobnič-Košorok, Adrijana Leonardi, Igor Križaj, Aleksander Rečnik, Saša Novak, "Size of silk fibroin  $\beta$ -sheet domains affected by  $\text{Ca}^{2+}$ ", *J. mater. chem. B*, vol. 4, iss. 40, pp. 6597-6608, 2016. [COBISS.SI-ID 29771303]
2. Svjetlana Karabuva, Ivica Brizić, Zorica Latinović, Adrijana Leonardi, Igor Križaj, Boris Lukšić, "Cardiotoxic effects of the *Vipera ammodytes ammodytes* venom fractions in the isolated perfused rat heart", *Toxicon (Oxford)*, vol. 121, str. 98-104, 2016. [COBISS.SI-ID 29742375]
3. Tihana Kurtović, Miran Brvar, Damjan Grenc, Maja Lang Balija, Igor Križaj, Beata Halassy, "A single dose of Viperfav™ may be inadequate for *Vipera ammodytes* snake bite: a case report and pharmacokinetic evaluation", *Toxins (Basel)*, vol. 8, no. 8, str. 244-1-244-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29680935]
4. Eva Lasič, Fabiana Galland, Nina Vardjan, Jernej Šribar, Igor Križaj, Marina Concli Leite, Robert Zorec, Matjaž Stenovc, "Time-dependent uptake and trafficking of vesicles capturing extracellular S100B in cultured rat astrocyte", *J. neurochem.*, vol. 139, iss. 2, str. 309-323, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 29664039]
5. Zorica Latinović, Adrijana Leonardi, Jernej Šribar, Tamara Sajevec, Monika C. Žužek, Robert Frangež, Beata Halassy, Alenka Trampuš-Bakija, Jože Pungerčar, Igor Križaj, "Venomics of *Vipera berus berus* to explain differences in pathology elicited by *Vipera ammodytes ammodytes* envenomation: Therapeutic implications", *Journal of proteomics*, vol. 146, str. 34-47, 2016. [COBISS.SI-ID 4166522]
6. Jean-Paul Meijnen, Paola Randazzo, María R. Foulquié-Moreno, Joost van den Brink, Paul Vandecruys, Marija Stojiljkovic, Françoise Dumortier, Polona Zalar, Teun Boekhout, Nina Gunde-Cimerman, Janez Kokošar, Miha Štajdohar, Tomaž Curk, Uroš Petrovič, Johan M. Thevelein, "Polygenic analysis and targeted improvement of the complex trait of high acetic acid tolerance in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*", *Biotechnol. biofuels*, vol. 9, str. 1-18, 2016. [COBISS.SI-ID 29140775]
7. Davor Obradović, Rok Gašperšič, Simon Caserman, Adrijana Leonardi, Maja Jamnik, Zdravko Podlessek, Katja Seme, Gregor Anderluh, Igor Križaj, Peter Maček, Matej Butala, "A cytolethal distending toxin variant from *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* with an aberrant CdtB that lacks the conserved catalytic histidine 160", *PLoS one*, vol. 11, iss. 7, str. 1-16, 2016. [COBISS.SI-ID 3944783]
8. Matej Skočaj, Yang Yu, Maja Grundner, Nataša Resnik, Apolonija Bedina Zavec, Adrijana Leonardi, Igor Križaj, Graziano Guella, Peter Maček, Mateja Erdani-Kreft, Robert Frangež, Peter Veranič, Kristina Sepčić, "Characterisation of plasmalemmal shedding of vesicles induced by the cholesterol/ sphingomyelin binding protein, ostreolysin A-mCherry", *Biochim. biophys. acta, Biomembr.*, vol. 1858, no. 11, str. 2882-2893, 2016. [COBISS.SI-ID 3971151]
9. Martin Zackrisson *et al.* (14 avtorjev), "Scan-o-matic: High-resolution microbial phenomics at a massive scale", *G3 (Bethesda Md.)*, vol. 6, no. 9, str. 3003-3014, 2016. [COBISS.SI-ID 29609255]

10. Vera Župunski, Dušan Kordiš, "Strong and widespread action of site-specific positive selection in the snake venom Kunitz/BPTI protein family", *Scientific reports*, vol. 6, str. 37054-1-37054-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29935911]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Katarina Starkl, Jernej Iskra, Igor Križaj, "Understanding malarial toxins", *Toxicon (Oxford)*, vol. 119, str. 319-329, 2016. [COBISS.SI-ID 29631271]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

### (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Janko Božič, Dušan Kordiš, Igor Križaj, Adrijana Leonardi, Robert Močnik, Mitja Nakrst, Peter Podgoršek, Janez Prešern, Simona Sušnik Bajec, Minja Zorc, Jelena Zurc, Peter Dovč, "Novel aspects in characterisation of Carniolan honey bee (*Apis mellifera carnica*, Pollmann 1879)", V: *Technology driven animal production*, (Acta agriculturae slovenica, Supplement, 2016, 5), 24th International Symposium Animal Science Days, Ptuj, September 21st-23rd, 2016, str. 18-25. [COBISS.SI-ID 29771815]

## UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK

### Z RECENZIJU

1. Nataša Debeljak, Simon Horvat, Peter Juvan, Rok Košir, Tanja Kunej, Uroš Petrovič, Tadeja Režen, Damjana Rozman, Jure Ačimovič (urednik), *Funkcijska genomika: praktikum*, 2. izd., Ljubljana, Medicinska fakulteta, 2016. [COBISS.SI-ID 281716736]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Eva Jarc, Ruža Pandel Mikuš (urednik), Branka Založnik (urednik), *Prepoznajte anemijo zaradi pomanjkanja železa*, Ljubljana, Lek, 2016. [COBISS.SI-ID 5031019]

## MENTORSTVO

1. Urša Kresal, *Metabolizem in transport maščobnih kislin pri delovanju sekretornih fosfolipaz A<sub>2</sub> v celicah raka dojke*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Jože Pungerčar; somentor Toni Petan). [COBISS.SI-ID 3846479]
2. Petra Malavašič, *Fosfolipaze A<sub>2</sub> in spremembe v razgradnji, sintezi in skladiščenju lipidov v rakavih celicah*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Igor Križaj). [COBISS.SI-ID 1536950211]



***Na Odseku za biotehnologijo z uporabo modernih biotehnoloških metod preučujemo 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 in prispevati k izboljšanju zdravja ljudi in okolja, v katerem živimo. Naše raziskovalno delo je še posebej usmerjeno v preučevanje procesov pri napredovanju raka in imunskem odzivu, neurodegenerativnih procesih, mehanizmih delovanja gljiv, odgovoru rastlin na stres in iskanju novih biotehnoloških načinov in produktov.***



Vodja:  
**prof. dr. Janko Kos**

Gobe so obetajoč vir bioaktivnih proteinov in biopesticidov, saj vsebujejo zelo raznolike snovi, s katerimi se tudi same bojujejo proti škodljivcem, zajedavcem in patogenim organizmom. Med njimi so zelo pomembni obrambni proteini, in sicer lektini in inhibitorji proteaz, ki izkazujejo močno in specifično insekticidno in/ali nematocidno aktivnost. S filogenetsko analizo smo pokazali, da so ti proteini široko zastopani pri višjih glivah, zaprtotrošnjah in prostotrošnjah. Ti proteinski toksini imajo potencialno uporabo v veterinarski in humani medicini ter pri zaščiti poljščin. Opisali smo tudi zdravilne lastnosti gob iz rodu livk (*Clitocybe sp.*) in lektinov iz poprhnjene livke (*Clitocybe nebularis*), ki izkazujejo protitumorske, imunomodulatorne, antioksidativne in protimikrobne aktivnosti.

Iskanje novih protibakterijskih učinkovin iz gob na modelu karantenske rastlinske patogene bakterije *Ralstonia solanacearum* v sodelovanju z Nacionalnim inštitutom za biologijo nas je pripeljalo do izolacije L-aminokislinskih oksidaz. Zanimivo je, da so ti encimi, ki delujejo protibakterijsko in so bili predhodno opisani predvsem iz kačjih strupov, prisotni v strupenih gobah (npr. zelena mušnica, *Amanita phalloides*) in presenetljivo tudi v užitnih gobah (npr. martinovka ali pozna livka, *Clitocybe geotropa*).

Na področju raziskav o vpletenosti proteaz pri odzivu rastlin na sušo smo pokazali, da se pri navadnem fižolu zaradi pomanjkanja vode v različno starih listih v procesu sušenja aktivnosti posameznih peptidaz razlikujejo in s tem nakazali nepoznano dodatno kompleksnost odziva rastlin na sušo.

Na področju glikobiologije smo v letu 2016 nadaljevali raziskave učinkov lektinov iz gob na različne celične linije s poudarkom na imunskih celicah. Za lektin iz poprhnjene livke, CNL, smo potrdili izključno citotoksičnost za levkemične limfocite T Jurkat in pokazali, da sproži celično smrt z vezavo na receptor v plazemski membrani.

Na področju raziskav vloge proteoliznih encimov pri regulaciji citotoksičnega delovanja imunskih celic smo se osredinili na delovanje katepsinov C in H, saj sta ta dva encima glavni konvertazi progranocina B, ki v tarčnih celicah sproži procese celične smrti. Katepsina C in H sta v sekretornih veziklih kontrolirana z endogenim inhibitorjem cistatinom F. Z uporabo mutant cistatina F smo ugotovili njegove najpomembnejše tarče, vpletene v citotoksično delovanje naravnih celic ubijalk (NK-celice) in potrdili njegov vpliv na zmanjšanje njihove citotoksičnosti. Pri preučevanju vpliva cistatina F na delovanje citotoksičnih limfocitov T smo postavili model citotoksičnih limfocitov T z zmanjšano citotoksičnostjo, pri katerem preučujemo mehanizme, ki vodijo v zmanjšano citotoksičnost po stiku s tumorskimi celicami. Pokazali smo, da je nivo cistatina F v celicah z zmanjšano citotoksičnostjo povišan. Z barvanjem proteina LAMP1 in uporabo pretočne citometrije smo potrdili, da proces izločanja citotoksičnih granul v našem modelu citotoksičnih limfocitov T ni moteno.

Na področju molekulske nevrobiologije smo v letu 2016 v uglednih revijah objavili tri članke s tematiko bolezni frontotemporalne demence (FTD) in amiotrofične lateralne skleroze (ALS). V najbolj odmevni objavi smo v sodelovanju z velikim mednarodnim konzorcijem poročali o novih genih oz. genskih regijah, ki so povezane z nastankom ALS. Objava v reviji *Nature Genetics* je bila deležna precejšnjega odziva v tuji in tudi domači javnosti. Ob objavi smo imeli več televizijskih, radijskih in časopisnih prilog oziroma intervjujev. V drugem članku smo se osredinili na vpliv pomanjkanja proteina TDP-43 na celični proteom (Prpar Mihevc et al.,

**Odkrili smo nove gene, povezane z amitrofično lateralno sklerozo.**



*Slika 1: Zelena mušnica je vir številnih bioaktivnih učinkovin vključno z antibiotiki in inhibitorji tripsina.*

**Dokazali smo, da agregacija proteina TDP-43 povzroči izgubo njegove funkcije.**

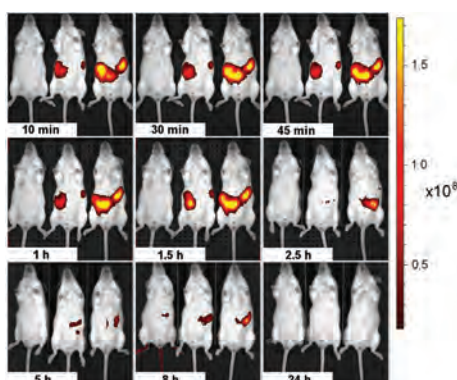
**Podrobno in kritično smo opisali dosedanje razumevanje vloge jedrnega transporta pri boleznih ALS in FTD.**

**Pokazali smo, da L aminokislinska oksidaza, izolirana iz zelene mušnice (*Amanita phalloides*) ali pozne livke (*Clitocybe geotropa*), povzroči od kaspaz odvisno apoptozo**

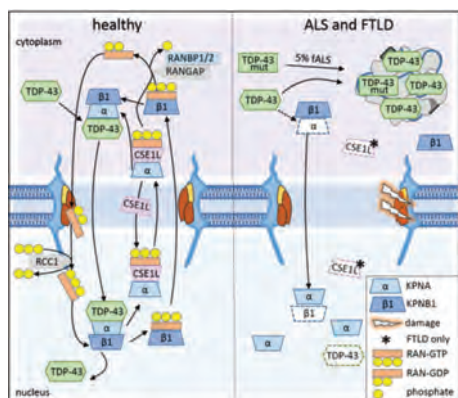
**Pripravili smo funkcionalno rekombinantno B podenoto toksina šiga, Stx1B, in jo izrazili na površini mlečnokislinske bakterije *Lactococcus lactis***



Slika 2: 3D-struktura človeškega cistatina Fz oranžno označenimi mutacijami



Slika 3: Reprezentativni primer 24-urne vizualizacije miši, ki jim bodisi nismo aplicirali bakterij (levo, kontrola), ali pa smo jim aplicirali  $2,5 \times 10^{10}$  bakterij (sredina) oz.  $5,0 \times 10^{10}$  bakterij (desno) *L. lactis*, ki so izražale IRFP713. Barvna skala označuje radiantno učinkovitost.



*Scientific Reports*). V sodelovnjui s skupino iz ICGEB iz Trsta smo ugotovili, da agregacija TDP-43 vodi v podobno pomanjkanje določenih proteinov kakor utišanje oziroma izguba TDP-43. Rezultate o jedrnem transportu proteina TDP-43 pri ALS smo objavili tudi v preglednem članku v prestižni reviji *Brain*.

Infekcije z bakterijami, ki tvorijo šiga toksin, kot npr. enterohemoragična *Escherichia coli* in *Shigella dysenteriae*, so resen zdravstveni problem. Sedaj ne obstaja specifična in selektivna terapija za paciente, obolele s temi infekcijami, kar ustvarja potrebo za razvoj novih načinov zdravljenja. V bakteriji *Escherichia coli* smo pripravili funkcionalno rekombinantno B podenoto toksina šiga, Stx1B, in jo v sodelovanju z našimi češkimi partnerji uporabili kot tarčo za selekcijo različic proteina ABD iz visoko kompleksne kombinatorne knjižnice na podlagi ABD-ogrodja. Izselekcionalirali smo 17 različic ABD v 5 ciklih predstavitve na ribosomih in jih poimenovali S1B-ji. Dva najobetavnejša S1B-ja (S1B22 in S1B26) smo podrobneje ovrednotili z ELISA, površinsko plazmonsko resonanco, in termoforezo. Vežavna afiniteta za Stx1B je bila z obema metodama določena v območju 1  $\mu$ M. Dodatek S1B-jev k HeLa-celicam je popolnoma spremenil subcelularno razporeditev proteina Stx1B in preprečil njegov vstop v Golgijev aparat, najverjetneje preko interakcije z retrogradnim transportom. Vse S1B-je smo uspešno predstavili na površini mlečnokislinske bakterije *Lactococcus lactis* preko fuzije s signalnim peptidom za izločanje Usp45 in peptidoglikan vezavno C-terminalno domeno proteina AcmA. Vežavo Stx1B s spremenjenimi laktokoknimi celicami smo potrdili z uporabo pretočne citometrije in ELISA s celimi celicami. Pripravljene mlečnokislinske bakterije so varne in potencialno uporabne za odstranjevanje toksina šiga iz človeškega črevesja. Polega tega so novi vezalci Stx1B na osnovi ABD-ogrodja uporabni za temeljne raziskave infekcij s toksinom šiga, po nadaljnji optimizaciji pa bi bili primerni tudi za *in vitro* diagnostiko.

Raziskovalni rezultati članov Odseka za biotehnologijo so bili v letu 2016 objavljeni v 24 člankih v revijah z dejavnikom vpliva in v poglavju v znanstveni knjigi; vložene so bile tudi tri patentne prijave. Pridobili smo dva ARRS-projekta, projekt za mladega raziskovalca, dva bilateralna mednarodna projekta in EU-projekt 'Carbohydrate Metrology', CSA – Coordination & Support Action, Horizon 2020. Dve mladi raziskovalki sta končali doktorsko usposabljanje. Vodja odseka prof. dr. Janko Kos je postal član Evropske akademije znanosti in umetnosti. Mlada raziskovalka Ana Bajc Česnik se je eno leto usposabljala v laboratoriju prof. dr. Clevelanda v San Diegu, ZDA. Člani odseka so bili zelo aktivni tudi na pedagoškem področju, saj so sodelovali kot predavatelji ali mentorji diplomantom, magistrantom in doktorantom na univerzah v Sloveniji in tujini.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Prpar Mihevc, Sonja, Darovic, Simona, Kovanda, Anja, Bajc Česnik, Ana, Župunski, Vera, Rogelj, Boris. Nuclear trafficking in amyotrophic lateral sclerosis and frontotemporal lobar degeneration. *Brain*, ISSN 0006-8950, [in press] 2016, 14 str., doi: 10.1093/brain/aww197. COBISS.SI-ID 29663527, IF 10,1
2. Rheenen, Wouter Van, Shatunov, Aleksey, Dekker, Annelot M., McLaughlin, Russell L., Diekstra, Frank P., Pulit, Sara L., Van Der Spek, Rick A. A., Vösa, Urmo, De Jong, Simone, Robinson, Matthew R., Rogelj, Boris, Vrabec, Katarina, Ravnik-Glavč, Metka, Koritnik, Blaž, Zidar, Janez, Leonardis, Lea, Dolenc-Grošelj, Leja, et al. Genome-wide association analyses identify new risk variants and the genetic architecture of amyotrophic lateral sclerosis. *Nature genetics*, 48 (2016) 9, 1043–1048, [COBISS.SI-ID 3106220], IF 31,6
3. Mckinnon, Brett D., Kocbek, Vida, Nirgianakis, Kostantinos, Bersinger, Nick A., Mueller, Michael D. Kinase signalling pathways in endometriosis: potential targets for non-hormonal therapeutics. *Human reproduction update*, ISSN 1355-4786, [in press] 2016, 22 str., doi: 10.1093/humupd/dmv060. [COBISS.SI-ID 29436455], IF 11,2

Slika 4: Shema jedrnega transporta TDP-43 v zdravih posameznikih in v obolelih z ALS-TDP in FTLT-TDP. TDP-43 se prenese v jedro preko klasične poti vnosa. V primerih ALS-TDP in FTLT-TDP je TDP-43 napačno lokaliziran v citoplazemskih vključkih. Znižan nivo CSE1L v FTLT-TDP in izguba jedrnega KPNB1 pri ALS-TDP nakazuje, da je to posledica okvarjenega jedrnega transporta. Proteini z znižanimi količinami so označeni črtkano. (povzeto po Prpar Mihevc in sod., *Brain* 2016).

## Patent

1. Tadej Rejc, Uroš Petrič, Jana Debeljak, Toni Bremec, Polonca Ferk, Mojca Lunder, Irena Roškar, Borut Štrukelj, Samo Kreft, Zmes naravnih polifenolov iz lesa bele jelke za zmanjšanje postprandialne glukoze, SI24984 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 30. 11. 2016

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 10. Dan mladih raziskovalcev KMBO (Kemija, Materiali, Biokemija, Okolje), Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, 31. 3. 2016
2. Dan biomolekularnih znanosti – Biomolekularec 2016, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 22. 9. 2016
3. Delovno srečanje sodelavcev raziskovalnega programa »Farmacevtska biotehnologija: znanje za zdravje« z Odseka za biotehnologijo, Institut »Jožef Stefan« in Katedre za farmaceutsko biologijo, Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 1. 12. 2016

## MEDNARODNA PROJEKTA

1. Funkcionalna in strukturna analiza lektinov iz gob  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Jerica Sabotič
2. Vloga transkripcijskega faktorja C/EBP alfa pri regulaciji ekspresije cistatina F  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Janko Kos

## PROGRAM

1. Farmacevtska biotehnologija: znanost za zdravje  
prof. dr. Janko Kos

## PROJEKTI

1. Napake v regulaciji izražanja TDP-43 pri amiotrini lateralni sklerozi in frontotemoralni lobarni degeneraciji  
prof. dr. Boris Rogelj

2. Nitroksolin in njegovi derivati kot nova protitumorska zdravila  
prof. dr. Janko Kos
3. Post-transkripcijske regulacijske mreže v nevrodegenerativnih boleznih  
prof. dr. Boris Rogelj
4. Genetika in farmakogenomika kronične vnetne črevesne bolezni in genetsko povezanih kroničnih imunskih bolezni  
prof. dr. Boris Rogelj
5. Patogeni mehanizem podaljšanih heksanukleotidnih ponovitev v genu C9orf72 pri nevrodegeneraciji  
prof. dr. Boris Rogelj
6. Vloga inhibitorjev cisteinskih proteaz v citotoksičnem delovanju naravnih celic ubijalk na tumorske celice  
prof. dr. Janko Kos
7. Proteinsko načrtovanje rekombinantnih probiotičnih mlečnokislinskih bakterij za zdravljenje sindroma vnetega črevesa  
prof. dr. Borut Štrukelj
8. Molekularni mehanizmi atrofije skeletnih mišic: pomen za staranje, mišične bolezni in bivanje v vesolju  
dr. Anja Kovanda

## OBISKI

1. dr. Tibor Hortobagy, Oddelek za neuropatologijo, Univerza v Debrecenu, Debrecen, Madžarska, 24.-25. 5. 2016
2. prof. dr. Daniel H. Wreschner, Univerza v Tel Avivu, Tel Aviv, Izrael, 4. 7. 2016
3. dr. Adeleta Softić, Fakulteta za farmacijo, Univerza v Tuzli, Tuzla, Bosna in Hercegovina, 21.-31. 8. 2016
4. Esmeralda Dautović, mag. farm., Fakulteta za farmacijo, Univerza v Tuzli, Tuzla, Bosna in Hercegovina, 21. 8.-22. 11. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Tibor Hortobagy, Univerza v Debrecenu, Madžarska, Pathology and current molecular classification of ALS/FTD, 25. 5. 2016
2. prof. dr. Daniel H. Wreschner, Univerza v Tel Avivu, Tel Aviv, Izrael, A new secreted protein expressed from the unknown and nameless gene C4orf48 acts as an angiogenic factor and comprises a novel signal peptide motif that marks several important secreted growth factors, 4. 7. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Aleš Berlec, Katja Škrlec: International Scientific Conference on Probiotics and Prebiotics - IPC2016, Budimpešta, Madžarska, 21.-23. 6. 2016 (2)

2. Simona Darovic, Mateja Prunk, Petra Zadavec: 10. Dan mladih raziskovalcev KMBO (Kemija, Materiali, Biokemija, Okolje), Institut »Jožef Stefan«, 31. 3. 2016 (3)
3. Simona Darovic, Boris Rogelj: ENCALS - European Network to Cure ALS Conference, Milano, Italija, 19.-21. 5. 2016 (2)
4. Špela Konjar, Janko Kos, Milica Perišić Nanut, Mateja Prunk: XV<sup>th</sup> International Symposium on Proteases, Inhibitors and Biological Control, Portorož, 17.-21. 9. 2016 (4)
5. Janko Kos: GlycoBiotec 2016, Bruselj, Belgija, 18.-19. 2. 2016
6. Janko Kos: Cancer Stem Cells (CSCs): Impact on Treatment, Obergurgl, Avstrija, 7.-11. 12. 2016 (1)
7. Janko Kos, Mateja Prunk: Kongres HDBMB - The Croatian Society of Biochemistry and Molecular Biology, Split, Hrvaška, 1.-4. 6. 2016 (2)
8. Milica Perišić Nanut: EMBO | EMBL Symposium: Tumour Microenvironment and Signalling, Heidelberg, Nemčija, 3.-6. 4. 2016 (1)
9. Mateja Prunk: EMBO Conference Cellular signalling and Cancer therapy, Cavtat - Dubrovnik, Hrvaška, 27.-31. 5. 2016 (1)
10. Sonja Prpar Mihevc, Boris Rogelj: 10<sup>th</sup> International Conference on Frontotemporal Dementias, München, Nemčija, 31. 8.-2. 9. 2016 (2)
11. Katja Škrlec: Dan biomolekularnih znanosti - Biomolekularec 2016, Medicinska fakulteta, Ljubljana, 22. 9. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Ana Bajc Česnik, University of California, Ludwig Cancer Research, San Diego, Združene države Amerike, 1. 1.-27. 5. 2016 (delo v okviru doktorskega študija)
2. Aleš Berlec, University of Natural Resources and Life Sciences, Dunaj, Avstrija, 1.-28. 1. 2016 (podoktorsko izpopolnjevanje)



## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Aleš Berlec
2. **prof. dr. Janko Kos\***, znanstveni svetnik - vodja odseka
3. prof. dr. Boris Rogelj
4. dr. Jerica Sabotič
5. prof. dr. Borut Štrukelj\*, znanstveni svetnik

### Podoktorski sodelavci

6. dr. Vida Kocbek
7. dr. Špela Konjar
8. dr. Anja Kovanda
9. dr. Milica Perišić Nanut
10. dr. Sonja Prpar Mihevc
11. dr. Anja Pucer Janež
12. dr. Petra Zadravec, odšla 1. 8. 2016

### Mlajši raziskovalci

13. Ana Bajc Česnik, univ. dipl. biokem.
14. dr. Simona Darovic, odšla 1. 6. 2016
15. Mirjana Malnar, mag. biokem.
16. Mateja Prunk, mag. lab. biokem.
17. Katja Škrlec, mag. farm.

### Tehniški in administrativni sodelavci

18. mag. Maja Šimaga
19. Darja Žunič Kotar, upokojitev 1. 6. 2016

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## 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
8. Kmetijski inštitut, Ljubljana
9. Lek, d. d., Ljubljana
10. Ludwig Maximilian University, Munich, Nemčija
11. Medical School Duluth, Department of Physiology and Pharmacology, Duluth, Združene države Amerike
12. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
13. Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, Švica
14. Univerza v Beogradu, Fakulteta za biologijo, Beograd, Srbija
15. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
16. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
17. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor
18. Univerzitet u Tuzli, Farmaceutski fakultet, Tuzla, Bosna in Hercegovina
19. Univerzitet u Tuzli, Medicinski fakultet, Tuzla, Bosna in Hercegovina
20. University of Bristol, School of Biological Sciences, Bristol, Velika Britanija
21. University of California, Los Angeles, Združene države Amerike
22. University of California, Ludwig Cancer Research, San Diego, Združene države Amerike
23. University of »Kyyev-Mohyla Academy«, Kijev, Ukrajina
24. University of London, Velika Britanija
25. University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Dunaj, Avstrija
26. University of Padova, Padova, Italija
27. University of Pittsburg, Združene države Amerike
28. University of Zurich, Institute of Plant Biology, Zollikerstr, Švica
29. Zavod Biomedicinska razvojno-inovativna skupina, Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Maruška Budič, Blaž Cigič, Maja Šoštarič, Jerica Sabotič, Vladimir Meglič, Janko Kos, Marjetka Kidrič, "The response of aminopeptidases of *Phaseolus vulgaris* to drought depends on the developmental stage of the leaves", *Plant physiol. biochem. (Paris)*, vol. 109, str. 326-336, 2016. [COBISS.SI-ID 29951271]
2. Jana Debeljak, Polonca Ferik, Miro Čokolič, Andrej Zavratnik, Eva Tavčar Benkovič, Samo Kreft, Borut Štrukelj, "Randomised, double blind, cross-over, placebo and active controlled human pharmacodynamic study on the influence of silver fir wood extract (Belinal) on post-prandial glycemic response", *Pharmazie*, vol. 71, no. 10, str. 566-569, 2016. [COBISS.SI-ID 4217969]
3. Gorazd Drevenšek, Mojca Lunder, Eva Tavčar Benkovič, Borut Štrukelj, Samo Kreft, "Cardioprotective effects of silver fir (*Abies alba*) extract in ischemic-reperfused isolated rat hearts", *Food & nutrition research*, vol. 60, str. 1-7, oct. 2016. [COBISS.SI-ID 4217713]
4. Jana Erjavec, Maja Ravnikar, Jože Brzin, Tine Grebenc, Andrej Blejec, Mateja Želko-Gosak, Jerica Sabotič, Janko Kos, Tanja Dreo, "Antibacterial activity of wild mushroom extracts on bacterial wilt pathogen *Ralstonia solanacearum*", *Plant dis.*, vol. 100, iss. 2, str. 453-464, 2016. [COBISS.SI-ID 4259494]
5. Giovanni Grandi, Michael D. Mueller, Andrea Papadia, Vida Kocbek, Nick A. Bersinger, Felice Petraglia, Angelo Cagnacci, Brett D. McKinnon, "Inflammation influences steroid hormone receptors targeted by progestins in endometrial stromal cells from women with endometriosis", *J. reprod. immunol.*, vol. 117, str. 30-38, 2016. [COBISS.SI-ID 29636391]
6. Vida Kocbek, Giovanni Grandi, Fabian Blank, Carlos Wotzkow, Nick A. Bersinger, Michael D. Mueller, Satoru Kyo, Brett D. McKinnon, "TNF $\alpha$ -induced IKK $\beta$  complex activation influences epithelial, but not stromal cell survival in endometriosis", *Mol. hum. reprod.*, vol. 22, no. 11, str. 768-777, 2016. [COBISS.SI-ID 29827367]
7. Urban Košak, Boris Brus, Damijan Knez, Roman Šink, Simon Žakelj, Jurij Trontelj, Anja Pišlar, Jasna Šlenc, Martina Gobec, Marko Živin, Larisa Tratnjek, Martina Perše, Kinga Sašat, Adrian Podkowa, Barbara Filipek, Florian Nachon, Xavier Brazzolotto, Anna Więkowska, Barbara Malawska, Jure Stojan, Irena Mlinarič-Raščan, Janko Kos, Nicolas Coquelle, Jacques-Philippe Colletier, Stanislav Gobec, "Development of an in-vivo active reversible butyrylcholinesterase inhibitor", *Scientific reports*, vol. 6, str. 1-16, Dec. 2016. [COBISS.SI-ID 4263537]
8. Jernej Luzar, Peter Molek, Mira Šilar, Peter Korošec, Mitja Košnik, Borut Štrukelj, Mojca Lunder, "Identification and characterization of major cat allergen Fel d 1 mimotopes on filamentous phage carriers", *Mol. immunol.*, vol. 71, str. 176-183, Mar. 2016. [COBISS.SI-ID 4026225]
9. Brett D. McKinnon, Vida Kocbek, Kostantinos Nirgianakis, Nick A. Bersinger, Michael D. Mueller, "Kinase signalling pathways in endometriosis: potential targets for non-hormonal therapeutics", *Hum. reprod. updat.*, vol. 22, no. 3, str. 382-403, 2016. [COBISS.SI-ID 29436455]
10. Ana Mitrović, Jakob Kljun, Izidor Sosič, Stanislav Gobec, Iztok Turel, Janko Kos, "Clioquinol-ruthenium complex impairs tumour cell invasion by inhibiting cathepsin B activity", *Dalton trans. (2003)*, vol. 45, iss. 42, str. 16913-16921, 2016. [COBISS.SI-ID 4164977]
11. Ana Mitrović, Bojana Mirkovič, Izidor Sosič, Stanislav Gobec, Janko Kos, "Inhibition of endopeptidase and exopeptidase activity of cathepsin B impairs extracellular matrix degradation and tumour invasion", *Biol. Chem.*, vol. 397, issue 2, str. 165-174, 2016. [COBISS.SI-ID 3979633]
12. Anja Pišlar, Jerica Sabotič, Jasna Šlenc, Jože Brzin, Janko Kos, "Cytotoxic L-amino-acid oxidases from *Amanita phalloides* and *Clitocybe geotropa* induce caspase-dependent apoptosis", *Cell death discovery*, vol. 7, iss. 2, 2016. [COBISS.SI-ID 4043889]
13. Sonja Prpar Mihevc, Marco Baralle, Emanuele Buratti, Boris Rogelj, "TDP-43 aggregation mirrors TDP-43 knockdown, affecting the expression levels of a common set of proteins", *Scientific reports*, vol. 6, str. 33996-1-33996-9, 2016. [COBISS.SI-ID 30000935]

14. Wouter van Rheenen *et al.* (177 avtorjev), "Genome-wide association analyses identify new risk variants and the genetic architecture of amyotrophic lateral sclerosis", *Nat Genet*, vol. 48, no. 9, str. 1043-1048, Sept. 2016. [COBISS.SI-ID 3106220]
15. Petra Zadravec, Lucie Marečková, Hana Petroková, Vesna Hodnik, Milica Perišić, Gregor Anderluh, Borut Štrukelj, Petr Malý, Aleš Berlec, "Development of recombinant *Lactococcus lactis* displaying albumin-binding domain variants against Shiga toxin 1 B subunit", *PLoS one*, vol. 11, no. 9, str. 0162625-1-0162625-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29735975]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Jernej Luzar, Borut Štrukelj, Mojca Lunder, "Phage display peptide libraries in molecular allergology: from epitope mapping to mimotope-based immunotherapy", *Allergy (Cph.)*, vol. 71, iss. 11, str. 1526-1532, 2016. [COBISS.SI-ID 4144497]
2. Jure Pohleven, Janko Kos, Jerica Sabotič, "Medicinal properties of the genus *Clitocybe* and of lectins from the clouded funnel cap mushroom, *C. nebularis* (Agaricomycetes): a review", *Int. j. medic. mushrooms*, vol. 18, no. 11, str. 965-975, 2106. [COBISS.SI-ID 30116135]
3. Sonja Prpar Mihevc, Simona Darovic, Anja Kovanda, Ana Bajc Česnik, Vera Župunski, Boris Rogelj, "Nuclear trafficking in amyotrophic lateral sclerosis and frontotemporal lobar degeneration", *Brain*, vol. 140, issue 1, str. 13-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29663527]
4. Jerica Sabotič, Robin Ohm, Markus Künzler, "Entomotoxic and nematotoxic lectins and protease inhibitors from fungal fruiting bodies", *Appl. microbiol. biotechnol.*, vol. 100, noll. 1, str. 91-111, 2016. [COBISS.SI-ID 29593127]
5. Borut Štrukelj, "Potencialni učinki kanabinoidov", *Farm. vestn. (Tisk. izd.)*, letn. 67, št. 2-3, str. 69-73, 2016. [COBISS.SI-ID 4081009]
6. Miha Vodnik, Borut Štrukelj, Mojca Lunder, "Ghrelin receptor ligands reaching clinical trials: from peptides to peptidomimetics; from agonists to antagonists", *Horm. Metab. Res.*, vol. 48, no. 1, str. 1-15, 2016. [COBISS.SI-ID 3976305]

## KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

1. Irena Roškar, Borut Štrukelj, Mojca Lunder, "Screening of phenolic compounds reveals inhibitory activity of nordihydroguaiaretic acid against three enzymes involved in the regulation of blood glucose level", *Plant foods hum. nutr. (Dordrecht)*, vol. 71, iss. 1, str. 88-89, 2016. [COBISS.SI-ID 4028273]

## STROKOVNI ČLANEK

1. Borut Štrukelj, Urša Brenčič, Polona Jamnik, Tjaša Danevčič, Martina Štampar, Tanja Tesovnik, Jana Murovec, Gašper Grubelnik, "Gensko spremenjeni organizmi - v kmetijstvu, industriji in medicini", *Gea*, let. 26, str. 14-21, feb. 2016. [COBISS.SI-ID 4633720]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Jelena M. Janjic, Aleš Berlec, Christina Bagia, Lu S. Liu, Irene Jerič, Michael Gach, Bratislav M. Janjic, Borut Štrukelj, "NIR and MR imaging supported hydrogel based delivery system for anti-TNF alpha probiotic therapy of IBD", V: *Reporters, Markers, Dyes, Nanoparticles, and Molecular Probes for Biomedical Applications VIII: 15-16 February 2016, San Francisco, California, United States*, (Proceedings of SPIE, vol. 9723), [Progress in biomedical optics and imagins, vol. 17, no. 35], str. 972309-1-972309-10. [COBISS.SI-ID 29736487]
2. Maja Zakošek, Janko Mrkun, Breda Jakovac-Strajn, Katarina Pavšič Vrtač, Janko Kos, Anja Pišlar, Alenka Nemeč Svete, Petra Zrimšek, "Biomarkerji v semenski plazmi kot faktorji napovedi kakovosti kratkotrajno hranjenega merjaščevega semena", V: *6. Slovenski veterinarski kongres 2016: Portorož, 2. -3. December 2016*, (Slovenian veterinary research, Vol. 53, suppl. 17, 2016), str. 106-109. [COBISS.SI-ID 4236922]

## OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Borut Štrukelj, "Zdravilne rastline z analgetičnim delovanjem: miti in resnice", V: *Bolečina: zbornik predavanj: zdravstveni TIM 2016, 12 -14 april 2016*, str. 41-42. [COBISS.SI-ID 4077169]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Jerica Sabotič, Janko Kos, "Fungal protease inhibitors", V: *Fungal metabolites*, (Reference Series in Phytochemistry), J. M. Merillon, ur., K. G. Ramawat, ur., Berlin, Springer, 2016, 33 str.. [COBISS.SI-ID 4266609]

## PATENT

1. Tadej Rejc, Uroš Petrič, Jana Debeljak, Toni Bremec, Polonca Ferk, Mojca Lunder, Irena Roškar, Borut Štrukelj, Samo Kreft, *Zmes naravnih polifenolov iz lesa bele jelke za zmanjšanje postprandialne glukoze*, SI24984 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 30. 11. 2016. [COBISS.SI-ID 3895153]

## MENTORSTVO

1. Simona Darovic, *Spremembe proteina FUS in njegova vloga pri nevrodegenerativnih boleznih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Boris Rogelj). [COBISS.SI-ID 3822356]
2. Petra Zadravec, *Razvoj gensko spremenjenih mlečnokislinskih bakterij s sposobnostjo vezave toksina šiga*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Aleš Berlec). [COBISS.SI-ID 285216512]
3. Valter Bergant, *Karakterizacija prisotnosti heterogenega jedrnega ribonukleoproteina H v citoplazemskih stresnih granulah*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Boris Rogelj). [COBISS.SI-ID 1537259203]
4. Melisa Fazlič, *Vloga in lokalizacija gama-enolaze v celični liniji raka debelega črevesa Caco-2*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janko Kos; somentor Tjaša Vižin). [COBISS.SI-ID 4148081]
5. Tanja Jakoš, *Novi zaviralci cisteinske peptidaze katepsina X*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janko Kos; somentor Urša Pečar Fonovič). [COBISS.SI-ID 4150129]
6. Božena Kesič, *Izolacija in karakterizacija mutant cistatina F*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janko Kos; somentor Milica Perišić Nanut). [COBISS.SI-ID 4115825]
7. Sabina Kolar, *Diferenciacijo človeških pluripotentnih matičnih celic spremlja jedrna akumulacija proteina LIN28A*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Boris Rogelj). [COBISS.SI-ID 1537231811]
8. Jure Loboda, *Proteinska in morfološka analiza veziklov, izločenih iz humanih mikroglij*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janko Kos; somentor Metka Lenassi). [COBISS.SI-ID 4086129]
9. Mirjana Malnar, *Karakterizacija proteina L1 ORF1p v sesalskih celicah*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Boris Rogelj). [COBISS.SI-ID 1537134275]
10. Polona Megušar, *Karakterizacija protimikrobne in protiadhezivne delovanja vodnih izvlečkov iz višjih gliv*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Anja Klančnik; somentor Jerica Sabotič). [COBISS.SI-ID 4705912]
11. Klara Tereza Novoselc, *Spremembe izražanja izbranih proteinov v mišičnem tkivu pri mišični neaktivnosti*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Boris Rogelj; somentor Anja Kovanda). [COBISS.SI-ID 1537231299]
12. Maja Oven, *Vrednotenje L-aminooksidaz kot induktorjev apoptoze*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Janko Kos; somentor Anja Pišlar). [COBISS.SI-ID 4177777]



*Na Odseku za znanosti o okolju iščemo odgovore na vprašanja o osnovnih mehanizmih delovanja narave – od celice do geoloških sistemov, interakcijah med njimi in odzivu na dejavnosti človeka. Sodelujemo pa tudi pri razvoju tehničnih rešitev okoljskih problemov in upravljanja okolja. Naše raziskave so interdisciplinarne in multidisciplinarne ter potekajo v več sklopih, kot so Analizna kemija okolja, Kroženje snovi in elementov v okolju, Sistemska mikrobna ekologija, Okolje in zdravje, Okoljske tehnologije, Ocena vplivov na okolje in ocena tveganja ter Nadzorne meritve v okolju.*

*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

Na področju speciacijske analize smo objavili pregledni članek o uporabi monolitne kromatografije v speciacijski analizi biomolekul s kovinskimi ioni, v katerem smo poudarili velik potencial, ki ga ima monolitna kromatografija na področju metalomike. Napisali smo tudi poglavje v knjigi o analiznih metodah za speciacijo kroma, aluminija in kositra v okoljskih in bioloških vzorcih.

Razvili smo analizni postopek za kvantifikacijo tributil kositra (TBT) v naravnih vodah na koncentracijskih nivojih, ki jih zahteva Vodna direktiva. Udeležili smo se tudi medlaboratorijskega primerjalnega preizkusa za določitev TBT v vzorcih vode.

Razvili smo enostavno analizno metodo za določitev šest polibrominiranih difenil etrov v vzorcih odpadnega blata s plinsko kromatografijo in masno spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo (GC-ICP-MS). Metoda je občutljiva in zanesljiva ter zahteva minimalno pripravo vzorcev.

Razvili smo novo metodo hitrega razkroja vzorcev z uporabo litijeve boratne fuzije. Omenjena metodologija je bila uporabljena za določitev aktinidov v trdnih vzorcih in omogoča popoln razkroj trdnih vzorcev brez trdnega preostanka po razkroju. To omogoča zanesljivo določanje aktinidov v matrikah, ki jih je težko razkrojiti.

Po nakupu Nu Plasma II multikolektorskega masnega spektrometra z induktivno sklopljeno plazmo (MC-ICP-MS) smo razvili metode za določanje izotopskih razmerij Hg, Pb in Sr v različnih okoljskih in bioloških matrikah. Uporaba izotopskih razmerij v okoljskih študijah dopolnjuje informacijo o koncentraciji in speciaciji določenega elementa in je močno orodje pri različnih aplikacijah, kot na primer pri sledenju usode onesnažila v okolju, njegovih biogeokemijskih pretvorb ali na primer sledenja porekla vzorcev hrane.

Na področju analize organskih spojin smo večino raziskav namenili preučevanju kroženja ostankov zdravilnih učinkovin, sredstev za osebno nego in nekaterih industrijskih kemikalij, ki povzročajo motnje v hormonskem sistemu, v okoljskih in odpadnih vodah ter sedimentih s poudarkom na izboljšanjem vzorčenju in ekstrakciji. Analizirali smo nekatera uspavala in antidepresive, citostatike in njihove komercialno dostopne metabolite ter industrijske kemikalije, ki povzročajo motnje v hormonskem sistemu. Na področju raziskav, ki vključujejo citostatike, smo razvili vrsto analiznih postopkov za določanje starševskih spojin (ciklofosamid, ifosamid, metotreksat, imatinib, vinkristin in etopozid) in njihovih komercialno dostopnih metabolitov v odpadnih in okoljskih vodah. Preučevali smo tudi njihovo prisotnost v bolnišničnih in komunalnih čistilnih napravah ter pripadajočih površinskih vodah. Prisotnost teh spojin smo dokazali v odpadnih vodah bolnišnic, kjer izvajajo kemoterapijo s temi učinkovinami, ter v vtokih in nekaterih iztokih iz komunalnih čistilnih naprav. Nobene od preučevanih spojin nismo zasledili v površinskih vodah. Z novo razvito metodo smo določali citostatik bleomicin v vzorcih seruma in tumorskega tkiva miši in onkoloških pacientov, ki smo jih dobili iz Onkološkega inštituta v Ljubljani. Izsledke raziskav smo objavili v publikacijah v revijah z visokim faktorjem vpliva.

Poleg citostatikov smo razvili tudi analizno metodo za določanje sertralina, zdravila za zdravljenje depresije in nekaterih drugih psihičnih motenj ter njegovih metabolitov/ transformacijskih produktov (norsertalin, sertralin keton in sertralin imin). V sodelovanju s Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru smo razvili



Vodja:

**prof. dr. Milena Horvat**

**Preučevali smo usodo nanodelcev ničvalentnega železa (FeNPs), železovega oksida (FeONPs) in železovega (II, III) oksida (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> NPs) po aplikaciji v kontaminiranih okoljskih vodah. Študija pomembno prispeva k poznanju mehanizmov in kinetike usedanja FeNPs in s tem njihove odstranitve iz remediirane vode, ki je nujna za preprečitev negativnih vplivov NPs na živa bitja.**

polimere z molekulskimi odtisi (MIPe), ki jih želimo uporabiti kot nosilce za ekstrakcijo sertralina. Osredinili smo se na reševanje težave kontinuiranega odpuščanja sertralina, ki se uporablja kot šablona pri sintezi ter izbiri MIP z najboljšim MIP-efektom za vezavo metabolita nosertralina. Na področju analize industrijskih kemikalij smo razvili in validirali analizo metodo za določanje bisfenola A (BPA) in njegovih nadomestkov v pitni in odpadni vodi ter v vzorcih hrane (med) in materialov, ki pridejo v stik z živili. Analizno metodo smo tudi preskusili na seriji vzorcev medu in materialov, ki pridejo v stik z medom in odpadnimi vodami. Istočasno smo tudi razvili analizo metodo za določanje diklofenaka in treh estrogenov na osnovi ekstrakcije na trdnem nosilcu z diski in GC-MS z namenom doseči meje kvantifikacije, kot jih določa Vodna direktiva, ter analizo metodo za hkratno določanje 48 predstavnikov zdravilnih učinkovin, sredstev za osebno nego in industrijskih kemikalij. Obe metodi smo aplicirali na vrsti odpadnih in okoljskih vodnih vzorcev.

Na področju netarčnih analiz smo nadaljevali identifikacijo transformacijskih produktov citostatikov (ciklofosamid, ifosfamid, metotreksat) in v sodelovanju s Curtin University iz Perth (Avstralija) in CSIC, Barcelona (Španija) identificirali številne nove razgradne produkte z uporabo sofisticirane instrumentacije, kot je npr. LTQ Orbitrap XL masni spektrometer. Opravili smo tudi poskus aerobne biotransformacije antidepressivov sertralina, bupropiona, antimikotika ketokonazola ter treh bisfenolov (bisfenol Z, S in C2). Obdelava podatkov netarčnih analiz nastalih transformacijskih produktov, ki smo jih posneli v sodelovanju z Univerzo v Antwerpnu, Antwerpen, Belgija, in EAWAG-om v Dübendorfu, Švica, so sedaj v teku. V sodelovanju s Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani pa smo številne identificirane transformacijske produkte sintetizirali in jih uporabili kot standarde pri raziskovanju.

V okviru projekta EMPIR MeTra smo razvili metodo za kvantitativno določanje elementarnega Hg v razbitih fluorescenčnih žarnicah. Razvili smo tudi metodo za določanje MeHg z ločitvijo Hg-ditionatov na kromatografski koloni in kvantifikaciji z uporabo atomske fluorescence hladnih par.

V okviru ključne interkomparacije (KC) K-127 »Elementi v tleh«, ki jo O2 organizira skupaj s CENAM iz Mehike, smo zbrali podatke in jih obdelali v končnem poročilu. Sodelovali smo pri interkomparaciji KC CCQM-K140 Carbon Stable Isotope Ratio Delta Values in Honey ter pri medlaboratorijskih primerjavah na področju živil: FIT-PTS, ki jih organizira trikrat letno EUROFINS. V okviru projekta MASSTWIN smo skupaj s Fondazione Edmund Mach (FEM) organizirali enodnevno usposabljanje z naslovom "Metrology in isotope ratio measurements: traceability, uncertainty and comparability", ki se ga je udeležilo več kot štirideset udeležencev iz devetih držav. Sodelovali smo tudi pri medlaboratorijskih primerjavah WEPA, IAEA, NPL, BfS, GEOTRACES in MRI. Pri preizkusu IAEA (WICO 2016) smo dosegli odličen rezultat pri vseh analiziranih vzorcih.

### Biogeokemijsko kroženje snovi in elementov

V sklopu raziskav vodnega cikla smo začeli izvajati skupni slovensko-madžarski raziskovalni projekt o porazdelitvi izotopov kisika in vodika v padavinah na transektu Jadransko morje-Panonska nižina. Opravili smo analizo vrzeli v podatkovni bazi o izotopski sestavi padavin v Sloveniji (SLONIP) in v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani razširili sedanjo mrežo opazovalnih postaj s šestimi novimi mesti na področju osrednje Slovenije. Podatke bomo uporabili v skupni raziskavi hidrološkega odziva nehomogenih povodij Ljubljanske. Podatke o prostorski porazdelitvi izotopov v padavinah sicer uporabljamo v številnih raziskavah s področja hidrogeologije, upravljanja voda, določanja geografskega porekla hrane itd. Hidrogeokemijske raziskave smo sicer nadaljevali na slovenskih rekah in v podzemni vodi njihovih povodij (Sava, Krka, Ljubljanska, Pesnica, Radovna, Savica). Raziskovali smo tudi napajanje razpoklinskih kraških vodonosnikov v osrednji Sloveniji. Stabilne izotope smo uporabili tudi pri analizi kroženja hranil, napajanja podzemne vode in povezave rabe tal s kakovostjo podzemne in površinske vode v osrednji Sloveniji. V sodelovanju s kolegi z Instituta Ruder Bošković iz Hrvaške smo določili hidrodinamiko kraških izvirov v dolini Trabaque v Španiji na osnovi izotopske analize vode in recentnega ter starega lehnjaka. Izdelali smo hidrološki model prelivnih izvirov, pri katerih smo simulirali izotopsko sestavo kisika v lehnjaku in jo primerjali z izmerjenimi vrednostmi. Raziskovali smo tudi precipitacijo avtigenega kalcita in pirta v recentnem sedimentu kraškega

jezera Kutli, ki je kriptodepresija v delti Neretve (Hrvaška). Z izotopskimi analizami in elektronsko mikroskopijo smo povezali habitus precipitativ z zgodnjediagenetskimi procesi in okoljskimi parametri.

Z interpolacijo prostorskih podatkov o koncentraciji in izotopski sestavi premogovnega plina ter indeksa CDMI (Carbon Dioxide Index) na odkopnem čelu v globini 500 m in z upoštevanjem geoloških struktur smo izdelali prostorski model porazdelitve premogovnega plina v velenjskem premogovnem bazenu. Uporabili smo podatke, ki smo jih pridobili v sodelovanju s Premogovnikom Velenje, d. d., pri skupnih aplikativnih projektih od leta 2000 do danes.

---

**Matematični model za določanje izvira padavin na osnovi linearne kombinacije  $\delta^2\text{H}$  in  $\delta^{18}\text{O}$  vrednosti ter količine padavin v povezavi s cirkulacijo zračnih mas, ki smo ga razvili in predstavili v letu 2015, je Javna agencija za raziskovalno dejavnost R Slovenije izbrala kot odličen dosežek leta 2016 na področju hidrogeologije.**

---

Po razvoju metod za določanje **izotopskih razmerij Hg** z uporabo MC-ICP-MS smo določili izotopsko sestavo in ovrednotili izotopsko frakcionacijo Hg v tleh in različnih rudah iz Idrijskega rudnika živega srebra, procesirani rudi, samorodnem elementarnem  $\text{Hg}^0_{(L)}$ , ki je v rudniku in bližnji reki Idrijci, in elementarnem  $\text{Hg}^0$ , proizvedenem v Idriji. Preliminarni rezultati kažejo na zelo variabilno izotopsko sestavo Hg v vzorcih, kar nakazuje na bogato zgodovino biogeokemijskih transformacij Hg v Idriji.

V EU-projektu **GLOBAQUA** so raziskave osredinjene na porečje reke Save in uporabo izotopov v treh komplementarnih sklopih: (1) pri določanju vira ( $\delta^{18}\text{O}$  in  $\delta^2\text{H}$ ) in oceni zadrževalnega časa ( $^3\text{H}$  in  $^3\text{H}/^3\text{He}$ ) podzemne vode Ljubljanskega polja, ki je pomemben vir pitne vode za Ljubljano in okolico; (2) pri določitvi izvira onesnaženja z nitrati v reki Savi; in (3) pri modeliranju povezave med površinsko in podzemno vodo. Razvijamo dva modela – hidrološki model infiltracije površinske vode in visoko ločljivi prostorski in časovni model toka Save, pri čemer si pomagamo s programskimi paketi WaSiM, MIKE11 in FEFLOW. Z uporabo stabilnih izotopov N in O v nitratu in z mikrobiološkimi sledilci smo določili izvire nitratov in onesnaženja s fekalijami vzdolž reke Save. V okviru projekta smo organizirali tudi usposabljanje na temo uporabe stabilnih izotopov lahkih elementov v hidroloških in klimatskih študijah.

Nadaljevali smo **raziskave v Pisanem rovu v Postojnski jami** in v tleh nad jamo. Rezultati kažejo, da je glavni parameter, ki vpliva na prezračevanje jame, predvsem razlika med temperaturama zunanega in jamskega zraka. Te temperaturne razlike omogočajo obdobje mirovanja jamskega zraka v poletnem času, zaradi česar se začne  $\text{CO}_2$  v jami kopičiti. Pozimi pa omogočajo njeno prezračevanje. Rezultati analize razmerij stabilnih izotopov ogljika kažejo, da je jamski  $\text{CO}_2$  mešanica atmosferskega  $\text{CO}_2$  ter tistega, ki izvira iz organske snovi, značilne za tla, razvita pod vegetacijo fotosintetskega tipa C3. Med obdobjem prezračevanja nam je uspelo zaznati vpliv jamskega  $\text{CO}_2$  v tleh. Takrat je po naših ocenah jamski  $\text{CO}_2$  prispeval 80 % k talnemu.

Uporaba **stabilnih izotopov ogljika in sledenje izvira  $\text{CO}_2$**  ima tudi aplikativni potencial na drugih raziskovalnih področjih, na primer pri detekciji uhajanja plinov z območja zajemanja in shranjevanja ogljika (CCS; Carbon Capture and Storage). V sodelovanju z Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale – OGS iz Trsta, Italija, smo izvedli mikrokozmski eksperiment v kontroliranih razmerah (svetloba, temperatura, pH, slanost in  $\text{pCO}_2$ ). Poizkus je bil izveden tako, da smo vpihovali  $\text{CO}_2$  z različno izotopsko sestavo in ugotavljali njegov vpliv na vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  raztopljenega anorganskega ogljika (DIC) in vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  kultiviranih vrst fitoplanktona. Analize poskusa so še v teku.

Stabilne izotope C in N smo uporabili tudi pri raziskavah **paleoklimatskih sprememb Ljubljanskega barja**. Raziskave potekajo v sodelovanju z ZRC SAZU. Naše rezultate smo primerjali z rezultati drugih najdišč v različnih regijah Slovenije in Evrope, da bi bolje razumeli intenzivnost, časovni in prostorski okvir okoljskih procesov v zadnjih 15 000 letih in nastanek današnje kulturne krajine.

### Mikrobna sistemska ekologija

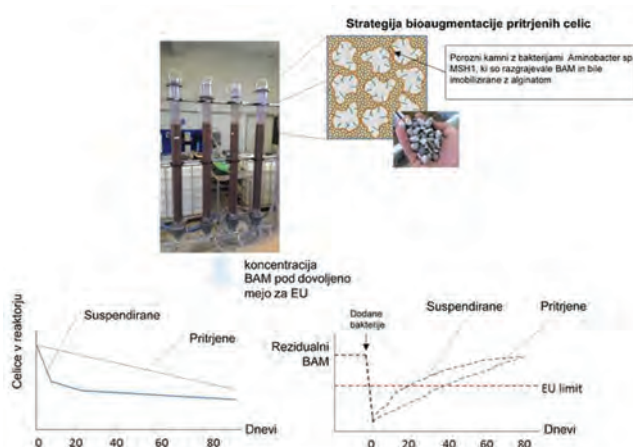
Raziskave mikrobne sistemske ekologije so osredinjene na interakcijo mikroorganizmov s površino, in sicer na kolonizacijo površine in na kompleksne bio-fizikalno-kemijske procese med mikrobi in površino. Bionadzor človeka pa je osredinjen na raziskovanje bioloških in kemijskih procesov, ki povečajo izpostavljenost določene človeške subpopulacije toksičnim snovem. Oba sklopa raziskav temeljita na molekularno-bioloških, kemijsko-analitskih in nanotehnoških metodah.

Na področju raziskav mikrobne sistemske ekologije v sodelovanju z medicinsko (MFMUM) in strojno fakulteto (SFMUM) Univerze v Mariboru ter Fakulteto za farmacijo (FFA) Univerze v Ljubljani smo v letu 2016 začeli izvajati bazičen ARRS financiran projekt z namenom, da bi ugotovili elektrostatske interakcije bakterijskih celic s površinami in določili efekte, ki vplivajo na njihovo fiziologijo. Za dodatno podporo temu projektu smo vzpostavili mednarodno povezavo med Državno univerzo v Saratovem (SSU) v Ruski federaciji in Univerzo Queen Mary iz Londona, kjer smo z letošnjim letom določili vplive polielektrolitov na zmanjšanje hitrosti delitve bakterij z opazovanjem na ravni posameznih celic.

To metodo elektrostatske vezave bakterijskih celic na izbrane površine smo uporabili pri nekaterih projektih, ki so se izvajali letos: v sodelovanju z MFMUM in SFMUM smo razvili posebne oblike, v katere smo vključili koristne bakterije z uporabo elektrostatske vezave z namenom preprečevanja nastanka razjed na stopalih diabetikov, ter v sodelovanju s FFA in Univerzitetnim kliničnim centrom iz Ljubljane posebne aktivne sol-gel-materiale, ki vključujejo elektrostatsko vezane koristne bakterije z namenom zdravljenja in preprečevanja nastanka periodontalne bolezni. S to metodo in v sodelovanju z raziskovalci iz Belgije, Danske in Nizozemske smo razvili strategijo čiščenja pitne



Slika 1: Vzorčenje na reki Savi; Srbija, september 2016



Slika 2: Aplikativna rešitev uporabe pritrjenih celic bakterij za razgradnjo ksenobiotikov, kot je predstavljen primer reziduala pesticidov BAM

**Dokazali smo, da HCN producirajoče bakterije ne delujejo proti patogenim bakterijam, kot so do sedaj mislili, ampak da omogočajo večjo dostopnost P za rastline, ker sproščen HCN kompleksira Fe in s tem preprečuje ponovno precipitacijo P.**

vode, onesnažene z 2,6-diklorobezamidom (BAM) z uporabo bakterij, ki so sposobne razgradnje BAM (slika 1). S tem načinom smo povečali obstojnost delovanja filtra in hkrati tudi zmanjšali stroške. Publikacija na podlagi izsledkov te raziskave je bila konec leta 2016 sprejeta v objavo v eni izmed vodilnih revij na področju, tj. reviji *Environmental Science and Technology*. Na podlagi razvitega načina elektrostatske vezave smo bili vključeni v mednarodni konzorcij pri prijavi na 1. stopnjo razpisa H2020 pod tematiko "Architected/Advanced Material Concepts for Intelligent Bulk Material Structures" z namenom, da bi razvili samoceljni beton z biokalcinacijo.

V letu 2016 smo prišli tudi do pomembnega odkritja na področju raziskav fiziologije pritrjenih bakterij na površinah korenin. Dokazali smo, da HCN producirajoče bakterije ne delujejo proti patogenim bakterijam, kot so do sedaj mislili, ampak da omogočajo večjo dostopnost P za rastline, ker sproščen HCN kompleksira Fe in s tem preprečuje ponovno precipitacijo P. Izsledke smo objavili v prestižni reviji *Frontiers in Microbiology* (slika 2).

### Okolje in zdravje

Na področju bionadzora človeka smo konec leta 2016 končali projekt CROME-LIFE+ (Okoljsko-zdravstvena mreža na Mediteranu), ki so ga vodili partnerji z Univerze v Solunu, Grčija (AUTH). Pri projektu smo z aplikacijo napredne metodologije za iskanje povezav med okoljskimi stresorji (v glavnem onesnažila iz okolja), presnovo, gensko predispozicijo ter subkliničnimi ali kliničnimi učinki na zdravje uporabili podatke iz preteklih projektov, kot sta PHIME in slovenski humani bionadzor (HBM). Nadaljevali smo tudi spremljanje otrok, ki so bili rekrutirani v sklopu projekta PHIME,

in sicer smo ponovno ocenili izpostavljenost potencialno nevrotoksičnim in drugim (pol)kovinam ter v sodelovanju s psihologi na Pediatrični kliniki njihov kognitivni razvoj. Obdelava obstoječih podatkov in podatkov, pridobljenih v projektu CHROME, je za sedaj pokazala negativno povezavo med izpostavitvijo živemu srebru v prenatalnem obdobju in kognitivnim razvojem pri 18 mesecih starosti glede na prisotnost določenega tipa genske variante apolipoproteina E pri otrocih, kar kaže na pomembnost genetske komponente pri odzivu na okolje.

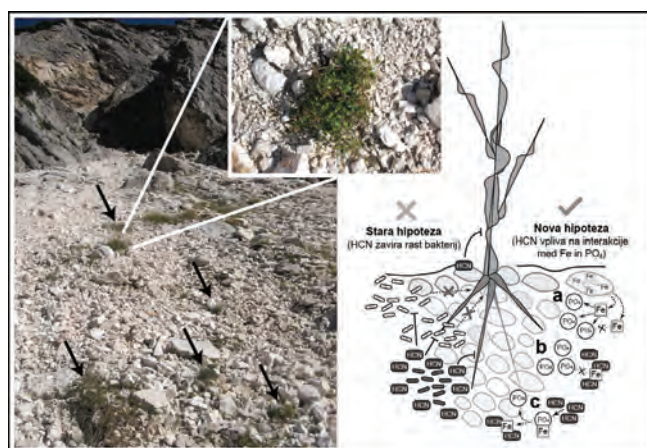
Na podlagi obstoječih podatkov poklicno neizpostavljene populacije iz slovenskega humanega biomonitoringa smo ovrednotili pomen izbire pravega biomarkerja (matrice) za ocenjevanje izpostavljenosti kovinam, predvsem kadmiju, in kritično ovrednotili kazalce ledvičnih poškodb pri nizkih izpostavitvah kovinam v tovrstnih študijah. Prav tako smo preučili povezave med kovinami, tako esencialnimi kot potencialno toksičnimi, ter rojstno maso, seveda z upoštevanjem vseh dejavnikov in življenjskih navad, ki sicer vplivajo nanjo.

HEALS je evropski projekt 7. okvirnega programa in je po ciljih in metodologiji podoben projektu CROME. V letu 2016 smo delali pri harmonizaciji protokola med sodelujočimi državami ter pripravili in na komisijo za medicinsko etiko oddali predlog nove študije, v kateri bomo rekrutirali novorojenčke, tako dvojčke kot enojčke, da bi ugotovili vlogo epi(genetskih), presnovnih in drugih sprememb v odzivu na okoljske stresorje v tem najboljčutljivešem obdobju življenja. Rekrutiranje nove študijske populacije se bo začelo v začetku leta 2017.

Za Svetovno zdravstveno organizacijo – WHO, Regionalni urad za Evropo, smo v sklopu konvencije Minamata pripravili in izvedli metodološko delavnico (Merilni nadzor izpostavitve ljudi živemu srebru in okoljske koncentracije) za nacionalne koordinatorje ter laboratorijske analitike sodelujočih držav.

S 1. oktobrom 2016 smo začeli izvajanje ciljnega raziskovalnega projekta (Izpostavljenost otrok in mladostnikov izbranim kemikalijam preko življenjskega okolja), ki ga koordiniramo. Cilj tega projekta je ovrednotenje izpostavljenosti izbranim kemikalijam pri otrocih in mladostnikih v izbranih regijah. Pripravili smo pregled kemikalij, na podlagi katerega bomo, glede na postavljena merila, izbrali najbolj relevantne.

V stanovanjski hiši na Krasu z visoko koncentracijo radona v zraku (pozimi do 16 kBq m<sup>-3</sup>) smo raziskovali gibanje radona po hiši in iskali



Slika 3: V oligotrofnih okoljih, kjer je vir hranil surova podlaga, bakterije, ki proizvajajo HCN, pomembno vplivajo na interakcije med železom in fosfatom ter s tem posredno na dostopnost fosfata za rastline.

glavni izvir radona. Glede na nenavadno visoko koncentracijo radona poleti (v enotedenski odsotnosti stanovalcev je bila ta  $20 \text{ kBq m}^{-3}$ ) smo prišli do sklepa, da shramba brez betonske plošče ni glavni izvir radona, temveč da ta prihaja v nepodkleteno kuhinjo in dnevno sobo v pritličju iz kraške razpoke ali celo skrite kraške jame pod hišo. Glede na razširjenost kraškega sveta pri nas, je gotovo takšnih primerov še več.

Meritve **nanodelcev velikosti od 10 nm do 1 100 nm**, ki smo jih v okviru bilateralnega sodelovanja s Srbijo izvedli pozimi v nekaj stanovanjskih hišah, v katerih za ogrevanje uporabljajo peči na trda goriva, so pokazale, da se pri kurjenju v prostoru tvorijo v glavnem delci manjši od 100 nm in da je bila povprečna hitrost tvorbe vseh delcev v našem merilnem območju od  $1,1 \times 10^{10} \text{ min}^{-1}$  do  $1,5 \times 10^{11} \text{ min}^{-1}$ . To je skoraj primerljivo s kajenjem cigarete, pri katerem se je sprostil število delcev do  $2,4 \times 10^{11} \text{ min}^{-1}$ , so bili pa ti bistveno večji (200 nm).

Na področju biomedicinskih raziskav smo v sodelovanju z drugimi odseki na IJS preučevali tudi pH in vsebnost kovin v **sklepni tekočini artritičnih sklepov in sklepov s kovinskimi vsadki**.

Preučevali smo citotoksično in genotoksično aktivnost Cr(III)-EDTA, Cr(VI) in Cr(III)-nitrata v celični liniji humanega hepatoma (HepG2) ter kako kontaminanti na koncentracijskih nivojih, ki ne kažejo citotoksičnih učinkov, vplivajo na poškodovanje DNA. Preživeljivost celic se je znižala le, ko smo dodali Cr(VI) v koncentracijah večjih od  $1,0 \text{ mg ml}^{-1}$ . Ugotovili smo, da Cr(VI)  $0,2 \text{ mg ml}^{-1}$  in Cr(III)  $1,0 \text{ mg ml}^{-1}$  sprožita poškodbe DNA, medtem ko teh učinkov pri izpostavitvi Cr(III)-EDTA nismo opazili.

S sodelavci z Onkološkega inštituta v Ljubljani smo preučevali vpliv magnetnega polja na učinkovitost terapije plazmidnega DNA na melanomu B16F10 *in vivo*. Sintetizirali smo citotoksični kompleks trans-platin(II) s 3-hidroksimetilpiridinom in njegovo strukturo določili z rentgensko spektrometrijo ter ocenili biološko aktivnost novega kompleksa. Študirali smo tudi učinkovitost elektrokoterapije s pulzirajočim elektromagnetnim poljem na mišji melanom B16F10 *in vivo*.

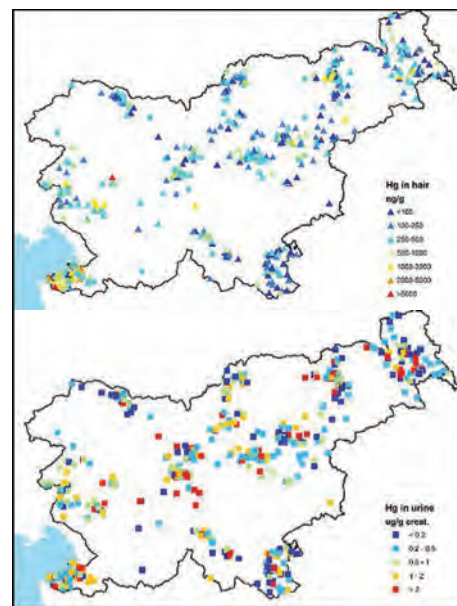
V sodelovanju z Univerzitetnim kliničnim centrom, Ljubljana, smo nadaljevali raziskavo metabolizma **arzena pri pacientih z akutno promielocitno levkemijo**, zdravljenih z arzenovim trioksidom. Naši rezultati kažejo na možnost nenapovedljivih izjem v metabolizmu posameznih pacientov, ki so pomembne z vidika prilagajanja individualne doze. Predvidevamo, da so vzroki predvsem v součinkovanju dodatnih bolezenskih stanj in/ali dodatnih zdravil ter v manjši meri v genetiki. Vzporedno smo metabolite arzena in polimorfizme izbranih genov (*AsMT*, *SeIP*, ...) spremljali pri splošni populaciji s prehranskim vnosom arzena (nosečnice, morska hrana).

Na področju speciacije arzena smo preučevali tudi **metabolizem arzena pri rastlinah** ter se vključili v razvoj nove metode za določanje celotnega arzena v trdnih vzorcih z uporabo laserske ablacije in atomske fluorescenčne spektrometrije.

### Hrana in dejavnosti ERA katedre ISO-FOOD

ERA katedra ISO-FOOD – Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik, je bila ustanovljena leta 2014.

V sodelovanju z Biotehniško fakulteto, Inštitutom za hmeljarstvo in pivovarstvo ter slovenskimi mlekarnami razvijamo robustne indikatorje za določanje **geografskega porekla** in razlikovanje načinov pridelave (konvencionalna, ekološka, hidroponska) zelenjave, sadja, hmelja, žita in mleka. S kombinacijo izotopske sestave bioaktivnih elementov v vzorcih s slovenskega trga na izbranih ekoloških kmetijah in v rastlinah, vzgojenih v lončnih in poljskih poskusih, smo dobili obetavne rezultate s kombinacijo izotopskih in elementnih odtisov. Pri tem smo upoštevali tri skupine parametrov – stabilne izotope (C, N, O, S) v celotnih vzorcih ali ekstraktih posameznih komponent (npr. proteini v mleku, destilati sokov), makro- in mikroelemente (P, S, Cl, K, Ca, Si, Ti, Zn, Br, Rb in Sr) in elemente redkih zemelj (La, Pr, Nd, Dy). V nekaterih primerih smo si pomagali tudi s fizikalno-kemijskimi parametri, kot so antioksidacijski potencial, fenoli, vitamin C, karotenoidi, amonij, nitrat in nitrit. S tem smo dosegli dobre rezultate pri določanju geografskega porekla, medtem ko je možnost razlikovanja med konvencionalno in ekološko pridelano zelenjavo bolj zahtevna, saj je v precejšnji meri odvisna tudi od vrste zelenjave. Pri obdelavi podatkov smo si pomagali z linearno diskriminantno analizo in tako določili najpomembnejše parametre za razlikovanje vzorcev različnega porekla. Od leta 2012 dalje dopolnjujemo bazo podatkov o pristem slovenskem mleku,



Slika 4: Porazdelitev Hg v (a) vzorcih las pri slovenski populaciji kaže na povišane koncentracije pri ljudeh, ki pogosteje uživajo morsko hrano, in (b) v urinu kot odziv uporabe amalgamskih zalivk.

**Razvili smo strategijo na podlagi elektrostatske imobilizacije bakterij, ki so sposobne razgradnje 2,6-diklorobenzamida (BAM), za čiščenje onesnažene pitne vode.**

**Pokazali smo pomembnost genetske variabilnosti apolipoproteina E pri preučevanju povezave med kognitivnim razvojem otrok in izpostavljenostjo nizkim koncentracijam živega srebra, kakršni smo priča pri slovenski populaciji.**



---

## Prispevek k odločanju o podaljšanju obratovalne dobe NE Krško do leta 2043.

---

na osnovi katerih smo izdelali statistični model za identifikacijo slovenskega mleka. Model smo preizkusili na 30 vzorcih mleka na slovenskem trgu, ki izhajajo iz različnih evropskih držav. Slovenska mleka se statistično ločijo od drugih vrst mleka, pri čemer so najbolj vplivni parametri:  $\delta^{18}\text{O}$ , Sr, K

in Ca. Nadalje smo v okviru programa pametne specializacije "Funkcionalna živila prihodnosti" začeli vpeljevati in preizkušati metode za določitev arom iz sadnih in zelenjavnih destilatov. Delo vključuje optimizacijo metod za detekcijo aktivnih komponent z GC-MS-SPME in preliminarno preizkuse izbranih analitskih sistemov ter metod. Raziskave potekajo v sodelovanju s Frutarom Etolom.

V laboratorijskih razmerah smo ovrednotili **prenos urana, torija, radija in svinca v redkvici, ohrovtnu in rukoli iz tal**, onesnaženih s hidrometalurško jalovino. Za poskus smo uporabili različno onesnažena tla v različnih rastnih razmerah. Rezultati kažejo na linearno korelacijo med vsebnostjo radionuklidov v tleh in rastlinah, kakor tudi med vsebnostjo radionuklidov v rastlinah in pedološkimi parametri, medtem ko kontaminacija ni imela efekta na fotokemijski izkoristek in vsebnost fotokemijskih pigmentov v izbranih rastlinah.

Na področju **raziskav nanodelcev** smo sodelovali z Odsekom za nanostrukturne materiale in Odsekom za fiziko kompleksne snovi IJS. Raziskovali smo lastnosti nanodelcev, ki jih lahko najdemo v hrani, interakcije med organskimi substancami in nanodelci, aktiviranimi s svetlobo, ter potencial za prenos snovi iz nanodelcev v hrani v človeška tkiva.

V decembru smo organizirali delavnico z naslovom: "Isotopic techniques in food characterization", kamor smo povabili sedem priznanih strokovnjakov s področja uporabe stabilnih izotopov pri določanju pristnosti in sledljivosti živil. Obravnavali smo metrologijo, izdelavo in uporabo referenčnih materialov, uporabo različnih instrumentalnih tehnik določanja stabilnih izotopov, statistične obdelave podatkov in izdelavo modelov ter specifičnih kart "isoscares" sistema sledljivosti. Delavnice se je udeležilo več kot štirideset udeležencev iz devetih držav.

### Okoljske tehnologije

Na področju čiščenja odpadnih vod smo izvedli vrsto poskusov **foto- in biorazgradnje sertralina**, kjer smo preučevali vpliv pH in spojin, ki delujejo kot vir prostih radikalov (riboflavin, rose bengal in antrakinson-2-sulfonska kislina). Pri nadomestkih bisfenola A smo začeli adaptacijo biomase na reaktorjih s pritrjeno in suspendirano biomaso na 18 nadomestkov BPA.

Izvedli smo kemijsko karakterizacijo sedimentov iz bazenov v Luki Koper. Rezultati so pokazali, da je zaradi ogromne množine izkopanih sedimentov njihova uporaba najbolj perspektivna v gradbeništvu, in sicer pri gradnji nabrežin.

Kritično smo ocenili **izlužitvene preizkuse**, s katerimi ocenjujemo dolgoročne okoljske vplive gradbenih kompozitov, ki vsebujejo odpadne materiale. Predlagali smo nove izlužitvene preizkuse, ki temeljijo na difuziji in raztapljanju kontaminantov, kot izlužitvena sredstva pa uporabo sintetične površinske in morske vode.

Ko želimo natančno določiti koncentracijo nanodelcev (NPs)  $\text{TiO}_2$ , je zelo pomembno, da uporabimo take načine priprave vzorcev, ki zagotavljajo, da NPs ostanejo med analiznim postopkom dispergirani v raztopini. Za disperzijo smo uporabili različne mehanske in ultrazvočne postopke v kombinaciji z različnimi disperzijskimi sredstvi. Rezultati so pokazali, da razmere v okolju (prisotnost naravne organske snovi, ionska moč) pomembno vplivajo na učinkovitost disperzije in stabilnost  $\text{TiO}_2$  NPs, kar pomeni, da je treba za vsako okoljsko matrico uporabiti specifičen način dispergiranja delcev.

**Nanodelce železa (FeNPs)** pogosto uporabljamo pri remediaciji kontaminiranih vod. Če FeNPs ostanejo v teh vodah po izvedenem remediacijskem postopku, lahko povzročijo škodljive vplive na okolje. Časovno smo sledili usedanju FeNPs v Milli-Q-vodi, gozdni izvirski vodi in izcedni vodi iz odlagališč odpadkov. Rezultati so pokazali, da je usedanje FeNPs in s tem njihovo odstranjevanje iz vod odvisno od karakteristik vzorca in načina disperzije NPs. Ko smo za disperzijo uporabili mešanje, so se FeNPs hitro usedli v vseh tipih preučevanih vzorcev vod. Bolj počasno je bilo usedanje delcev, ko smo za disperzijsko sredstvo uporabili TMAH. Tak način disperzije je lahko nevarnost za vodno okolje v vodah z nizko ionsko močjo.

V sodelovanju z drugimi odseki na IJS smo preiskovali mehanizme raztapljanja  $\text{AYF}_4:\text{Yb},\text{Tm}$  (A = Na or K) nanodelcev v vodnem mediju.

### Upravljanje okolja, ocena vplivov na okolje in ocena tveganja

S septembrom 2016 se je končal CITI-SENSE, EU-projekt, namenjen preizkušanju in razvoju t. i. **Citizens' observatories (CO)** na področju kvalitete zraka v devetih evropskih mestih vključno z Ljubljano. V projekt so bili vključeni širša javnost, šole in stroka, in sicer tako, da so gostili senzorske naprave ter zagotavljali povratne informacije o orodjih in aplikacijah, razvitih pri projektu. Za potrebe ozaveščanja na področju problematike kvalitete zraka in novih senzorskih tehnologij so bili organizirani različni informativni dnevi, delavnice ter aktivnost v naravi in centru mesta.

V letu 2016 smo začeli delo pri 4-letnem H2020-projektu ICARUS – Integrirani načini za omejevanje onesnaževanja zraka in podnebni sprememb v urbanih okoljih ter 2-letnem ARRS-projektu Potencialne snovi za vključitev na kandidatsko listo zakonodaje REACH v okviru Ciljnega raziskovalnega programa 2016. Za Steklarno Hrastnik, d. o. o., smo izdelali drugo fazo ocene ustreznosti območij za postavitev skladišč utekočinjenega naftnega plina, za NE Krško pa mnenje o potrebnosti izvedbe postopka presoje vplivov na okolje za podaljšanje obratovanja do leta 2043.

---

**V okviru EU-projekta MASSTWIN smo začeli usposabljanje naše sodelavce na področju uporabe naprednih tehnik masne spektrometrije in z njo povezanih metod.**

---

### Nadzorne meritve v okolju

V sodelovanju s hrvaško Agencijo za okolje smo v letu 2016 začeli izvajati merilni nadzor organokositrovih spojin in polibrominiranih difenil etrov v morskih in rečnih vodah. Opravljali smo nadzorne meritve naravnih radionuklidov v okolju nekdanjega rudnika Žirovski Vrh ter nadaljevali določanje stroncija in tritija v okoljskih vzorcih iz okolice Nuklearne elektrarne Krško in drugih lokacij ter določanje tritija in  $^{14}\text{C}$  v plinskih efluentih Nuklearne elektrarne Krško. Stroncij in tritij smo tudi določali pri nadzornih meritvah pitne vode v Republiki Sloveniji in življenjskega okolja v Republiki Sloveniji. Uporabljene metode za določanje stroncija, tritija in  $^{14}\text{C}$  so akreditirane pri SA z akreditacijsko listino št. LP-090.

Center za masno spektrometrijo (CMS) z masnospektrometričnimi meritvami sodeluje pri številnih raziskovalnih programih in projektih s področja kemije okolja, kemije za trajnostni razvoj, sintezne in farmacevtske kemije, biokemije, medicine in drugih naravoslovnih področij, katerih nosilci so raziskovalne skupine na IJS, Kemijskem inštitutu, Nacionalnem inštitutu za biologijo, Univerzi v Ljubljani, Mariboru in Novi Gorici, Centrih odličnosti En-fist, CIPKeBiP, Namaste idr.

Z visoko ločljivim tandemskim masnim spektrometrom QToF Premier, LC-MS in GC-MS analizami smo tako identificirali in določali strukturo organskih spojin, organo-kovinskih kompleksov, biopolimerov in podobnih spojin. Raziskovali smo nove sintetizirane organske spojine, zdravilne učinkovine, proteine, lipide in podobne organske in biomolekule, keramične materiale, prehranska dopolnila in dodatke živilom, spremljali onesnažila v okolju ipd.

Primer take raziskave v sodelovanju s Fakulteto za farmacijo Univerze v Ljubljani in Kemijskim inštitutom je bil objavljen v prestižni znanstveni reviji *Angewandte Chemie*, kjer je pojasnjeno delovanje novega tipa spojin za tarčna zdravila za selektivno zaviranje imunoproteasoma. S tem bi izboljšali zdravljenje avtoimunskih in rakavih bolezni. Sklopitev tekočinske kromatografije in masne spektrometrije smo uporabili za karakterizacijo organskih kislin v kompleksnih spojinah z nikljem v rastlinah za bioremediacijo okolja, za analizo zmesi derivatov maščobnih kislin, lipidov in holesterola v bioloških membranah, citostatika bleomicina v krvnem serumu in tumorskem tkivu, kvantitativni določitvi kanabinooidov v preparatih iz medicinske konoplje in številnih drugih MS-analizah.

V okviru Odseka za znanosti o okolju deluje tudi mobilni kemijski laboratorij ELME (ekološki laboratorij z mobilno enoto), ki je organizirana kot intervencijska enota v sistemu Civilne zaščite in reševanja za posredovanje ob ekoloških nesrečah z nevarnimi snovmi. Enota kemijskega mobilnega laboratorija ELME je v letu 2016 na terenu posredovala štirikrat zaradi onesnaženja okolja in ogrožanja prebivalstva z nevarnimi snovmi. Novo vozilo mobilni kemijski laboratorij ELME je v stalni pripravljenosti za posredovanje ob ekoloških nesrečah z nevarnimi snovmi, rabi pa se tudi za vzorčenje vode, zraka in tal iz okolja.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. K. Peeters, G. Lespes, T. Zuliani, J. Ščančar, R. Milačič. The fate of iron nanoparticles in environmental waters treated with nanoscale zero-valent iron, FeONPs and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>NPs. *Water Research*, 94 (2016), 315–327
2. P. Novak, T. Zuliani, R. Milačič, J. Ščančar. Development of an analytical method for the determination of polybrominated diphenyl ethers in sewage sludge by the use of gas chromatography coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 915 (2016), 27–35
3. T. Kosjek, A. Krajnc, T. Gornik, D. Žigon, A. Grošel, G. Serša, M. Čemažar. Identification and quantification of bleomycin in serum and tumor tissue by liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry. *Talanta*, 160 (2016), 164–171
4. M. Zdanowicz, E.M. Krümmel, A.J. Poulain, E. Yumivhoze, J. Chen, M. Štok, M. Scheer, H. Hintelmann. Historical variations of mercury stable isotope ratios in Arctic glacier firn and ice cores. *Global biogeochemical cycles*, 30 (2016), 1324–1347
5. A. Bratkič, M. Vahčić, J. Kotnik, K. Obu, E. Begu, M. E. Woodward, M. Horvat. Mercury presence and speciation in the South Atlantic Ocean along the 40° S transect. *Global biogeochemical cycles*, ISSN 1944-9224, 30 (2016), 105–119

6. A. B. Kobal, J. SnojTratnik, D. Maze, V. Fajon, D. Gibičar, A. Miklavčič, D. Kocman, J. Kotnik, A. Briški, J. Osredkar, M. Krsnik, M. Prezelj, Č. Knap, B. Križaj, L. Liang, M. Horvat, Exposure to mercury in susceptible population groups living in the former mercury mining town of Idrija, Slovenia, *Environmental Research*, 2016, v tisku
7. K. Bat, K. Eler, D. Mazej, B. Mozetič Vodopivec, I. Mulič, P. Kump, N. Ogrinc. Isotopic and elemental characterisation of Slovenian apple juice according to geographical origin: preliminary results. *Food chemistry*, 203 (2016), 86–94
8. B. Horemans, B. Raes, J. Vandermaesen, Y. Simanjuntak, H. Brocatus, J. T'Syen, J. Degryse, J. Boonen, J. Wittebol, A. Lapanje, S. R. Sørensen. D. Springael. Biocarriers improve bioaugmentation efficiency of a rapid sand filter for the treatment of 2, 6-dichlorobenzamide (BAM)-contaminated drinking water. *Environmental science & technology*, v tisku, 2016, 28 str.
9. T. Rijavec, A. Lapanje. Hydrogen cyanide in the rhizosphere: not suppressing plant pathogens, but rather regulating availability of phosphate. *Frontiers in microbiology*, v tisku, 2016, 45 str.
10. B. Kontić, M. Bohanec, D. Kontić, N. Trdin, M. Matko. Improving appraisal of sustainability of energy options - a view from Slovenia, *Energy Policy*, 90 (2016), 154–171

## Patent

1. Aleš Lapanje, Postopek impregnacije in pritrditve mikroorganizmov v porozne materiale, SI24910 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 07. 2016

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. WHO Training workshop for national coordinators and laboratory analysts in the frame of the UNEP/WHO project "Development of a Plan for Global Monitoring of Human Exposure to and Environmental Concentrations of Mercury, Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 8.-12. 2. 2016
2. MASSTWIN, uvodni sestanek; Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 29.-30. 3. 2016
3. ERA-Chair ISO-FOOD Workshop on speciation of trace elements: Mercury speciation in food and the global mercury cycle; Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 4.-6. 4. 2016
4. ERA-Chair ISO-FOOD Summer School: Radionuclides in food; Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 6.-10. 6. 2016
5. GLOBAQUA training course »The use of stable isotopes in investigations of hydrological processes and climate change«, Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 10.-13. 10. 2016
6. CROME-LIFE Inter-regional Workshop, Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 24-25. 11. 2016
7. MASSTWIN Group training »Metrology in measurements of stable isotopes of light elements: traceability, uncertainty and comparability«, Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 7. 12. 2016
8. ERA-Chair ISO-FOOD Exploratory Workshop »Isotopic techniques in food characterisation«, Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 8.-9. 12. 2016
9. 14RPT-03-ENVCRM Project, »EMPIR; ENVCRM-Matrični referenčni materiali za okoljske analize«, Reaktorski center Podgorica, Ljubljana, 13.-14. 12. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Analiza kovin TBT in DBT v sedimentih, školjkah in ribah  
prof. dr. Janez Ščančar
2. Analize vzorcev mahov iz Švice v okviru ICP-Vegetation programa  
Fub Ag  
doc. dr. Zvonka Jeran
3. 7. OP - CITI-SENSE; Razvoj na senzorjih temelječih mestnih opazovalnic za izboljšanje kakovosti življenja v mestih  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
4. 7. OP - HEALS; Povezava med okoljem in zdravjem pri velikih populacijskih preiskavah  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
5. 7. OP - GLOBAQUA; Upravljanje z vodami ob pomanjkanju vodnih virov in sočasnem delovanju različnih negativnih dejavnikov na vodni ekosistem  
Evropska komisija  
prof. dr. Radmila Milačič
6. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
7. LIFE12 ENV/ - CROME-LIFE; Okoljsko-zdravstvena mreža na Mediteranu  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
8. MeTra; EMRP - Sledljivost meritev živega srebra  
Euramet E. v.  
prof. dr. Milena Horvat
9. EMPIR; ENVCRM - Matrični referenčni materiali za okoljske analize  
Euramet E. v.  
prof. dr. Milena Horvat
10. STAWA; Proti boljši oceni ekološkega statusa vodnih teles v Svskem bazenu  
Eurovienna - Eu-consulting & -management GmbH  
prof. dr. Radmila Milačič
11. COST ES1403 - Izzivi in priložnosti pri ponovni uporabi odpadne vode (NEREUS)  
Cost Office  
prof. dr. Ester Heath

12. LIFE RusalCA-Remediacija vod iz malih čistilnih naprav z nano delci in ponovna uporaba očiščene vode ter blata iz procesa čiščenja  
Evropska komisija  
prof. dr. Janez Ščančar
13. 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
14. Študija stabilnosti ERM-EF411, ERM-EF412 in ERM-EF413  
Institute for Reference Materials and Measurements  
dr. Radojko Jačimović
15. Strokovno izpopolnjevanje za go. Delali Tulasi (Gana), 01.01.-31.01.2016  
Ictp - Centro Internazionale Di Fisica Teorica  
prof. dr. Milena Horvat
16. Preverjanje stabilnosti certificiranega referenčnega materiala ERM-CZ120  
Institute for Reference Materials and Measurements  
doc. dr. Tea Zuliani
17. Študija stabilnosti ERM-EC590 in ERM-EC591  
Institute for Reference Materials and Measurements  
dr. Radojko Jačimović
18. Razvoj modulov za usposabljanje na področju živega srebra in implementacije konvencije Minamata v zdravstvenem sektorju  
World Health Organization  
prof. dr. Milena Horvat
19. BCR-679 belo zelje in ERM-CD281 ržena trava  
Institute for Reference Materials and Measurements  
prof. dr. Milena Horvat
20. Preverjanje stabilnosti certificiranega referenčnega materiala BCR-185R (bovine liver)  
Institute for Reference Materials and Measurements  
doc. dr. Tea Zuliani
21. Preverjanje usposobljenosti laboratorijev za določanje živega srebra v okviru pilotne raziskave o Hg  
World Health Organization  
prof. dr. Milena Horvat
22. Strokovno izpopolnjevanje za g. Dalerjon Khojiboev (Tajikistan), 25.4.2016 - 27.7.2016  
Ictp - Centro Internazionale Di Fisica Teorica  
prof. dr. Ljudmila Benedik
23. Študija stabilnosti ERM-EC680m in ERM-EC681m  
Evropska komisija  
dr. Radojko Jačimović
24. Strokovno izpopolnjevanje za g. Kyrlyo Korychenskyi (Ukrajina), 10.9.2016 - 9.12.2016  
Ictp - Centro Internazionale Di Fisica Teorica  
prof. dr. Borut Smodiš
25. Strokovno izpopolnjevanje za go. Delali Tulasi (Gana), 17.9.2016 - 16.1.2017  
Ictp - Centro Internazionale Di Fisica Teorica  
prof. dr. Milena Horvat
26. IAEA strokovno izpopolnjevanje za g. Faisal J H H A Alabasey (KUW/16016), 17.10.2016-16.11.2016, IAEA projekt: Izboljšanje zmogljivosti nadzornih meritev okolja na nacionalnem nivoju (KUW7005)  
IAEA - International Atomic Energy Agency  
prof. dr. Janja Vaupotič
27. H2020 - ERA-PLANET; Evropska mreža za opazovanje našega spreminjajočega planeta  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
28. H2020 - ICARUS; Integrirani pristopi za zmanjševanje onesnaževanja zraka v urbanih okoljih z učinki na podnebne spremembe  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
29. H2020 - MASSTWIN; Krepitev znanstvene odličnosti na področju raziskav okolja, zdravja in hrane ob podpori masne spektrometrije in sorodnih tehnik  
Evropska komisija  
prof. dr. Milena Horvat
30. Ocena izpostavljenosti in vplivov na zdravje kot posledica onesnaženja zraka in Hg kontaminacije na obremenjenih območjih v Indiji in Sloveniji: primerjalna študija  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Milena Horvat
31. Uporaba novih metod pri določanju starosti mlajših podzemnih vod v Sloveniji  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Nives Ogrinc
32. Sledenje organskim onesnažilom in njihovim učinkom v vodi  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Ester Heath
33. Umetni radionuklidi v reki Savi in njihov čezmejni vpliv  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Marko Štok
34. Monitoring in kartiranje onesnaženosti zraka ter orodja za oceno izpostavljenosti izbranim onesnažilom v Sloveniji in Srbiji  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. David Kocman
35. Porazdelitev elementov v sledovih med vodo, suspenzirano snovjo in sedimenti v reki Savi  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Janez Ščančar
36. Ocena prisotnosti novih organskih onesnažil v reki Savi  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Ester Heath
37. Vpliv elektrostatske modifikacije površine bakterijskih celic na njihovo fiziologijo: Rast, delitev, ekspresija  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Aleš Lapanje
38. Promocija slovenske znanosti in Slovenije v okviru „Division of Chemistry and Environment“ v sklopu „European Association for Chemical and Molecular Sciences“  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Milena Horvat

## 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. Razvoj polimerov z molekularnimi odtisi in njihova uporaba na področju okoljske in bio-analitike  
doc. dr. Tina Kosjek
2. Rastlinstvo in hidrologija Ljubljanskega barja nekoč, danes in jutri - posledica sukcesije, človekovega vpliva ali klimatskih nihanj?  
prof. dr. Nives Ogrinc
3. Modeliranje hidrološkega odziva nehomogenih povodij  
prof. dr. Sonja Lojen
4. Elektrostatska imobilizacija bakterij in vpliv na njihovo fiziologijo  
prof. dr. Milena Horvat
5. Vpliv selena in joda na gojenje kmetijskih rastlin  
prof. dr. Vekoslava Stibilj
6. Zamenjave bisfenola A: prehajanje materialov v stiku z živili, kroženje in izpostavljenost ljudi  
prof. dr. Ester Heath
7. Prostorska porazdelitev izotopske sestave padavin v Evropi s poudarkom na območju med Jadranskim morjem in Panonsko nižino  
dr. Polona Vreča
8. Primerjalna študija ekosistemskih storitev in upravljanja v kontrastnih rečnih sistemih Slovenije  
dr. David Kocman
9. In-situ remediacija onesnažene zemljine na področju stare Cinkarne  
prof. dr. Janez Ščančar
10. Napredne metode odstranjevanja in spremljanja onesnažil, ki so na prioriteten seznamu Vodne direktive  
prof. dr. Ester Heath
11. Optimizacija in validacija novih indikatorskih sistemov v kompleksnih okoljskih matrikah  
prof. dr. Milena Horvat
12. Ocena možnosti geološkega zajemanja CO<sub>2</sub> v nizko zrelih premogih: Velenjski bazen, Slovenija kot naravni analog  
dr. Tjaša Kanduč
13. Ostanke zdravilnih učinkovin in sredstev za osebno nego v okolju: prisotnost, viri, čiščenje in učinki  
prof. dr. Ester Heath
14. Vrednotenje parametrov kakovosti in varnosti vrtnin iz različnih sistemov pridelave v Sloveniji in iz tujine za oblikovanje nacionalne sheme kakovosti zelenjave  
prof. dr. Nives Ogrinc
15. Vrednotenje parametrov kakovosti in varnosti vrtnin iz različnih sistemov pridelave v Sloveniji in iz tujine za oblikovanje nacionalne sheme kakovosti zelenjave  
prof. dr. Nives Ogrinc
16. Izpostavljenost otrok in mladostnikov izbranim kemikalijam preko življenjskega okolja  
prof. dr. Milena Horvat
17. Potencialne snovi za vključitev na kandidatno listo zakonodaje REACH  
dr. Davor Kontić
18. In situ imobilizacija onesnaženih zemljin z uporabo naprednih nanotehnologij in njihova predelava v urbana tla  
prof. dr. Radmila Milačić
19. In situ imobilizacija onesnaženih zemljin z uporabo naprednih nanotehnologij in njihovapredelava v urbana tla  
prof. dr. Radmila Milačić

20. Nacionalni implementacijski načrt Konvencije Minamata o živem srebru za Slovenijo  
dr. David Kocman
21. F4F: Funkcionalna živila prihodnosti  
prof. dr. Nives Ogrinc
22. EMRP; MeTRA - Sledljivost meritev živega srebra  
prof. dr. Milena Horvat
23. Servisne usluge; Določitev izotopske sestave ogljika v vzorcih sladkorja  
prof. dr. Nives Ogrinc
24. Razne analize  
prof. dr. Sonja Lojen
25. Meritve radioaktivnosti in preverjanje fizikalnih lastnosti praznih filtrov, ki se uporabljajo v svetovni mreži zračnih črpalk IMS  
prof. dr. Ljudmila Benedik
26. Manjše usluge v letih od 2007 do 2016  
prof. dr. Milena Horvat
27. Določanje elementne sestave v vzorcih iz okolja s k0-INAA  
dr. Radojko Jačimović
28. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev  
dr. Radojko Jačimović
29. Uporaba stabilnih izotopov pri raziskavah hidroloških procesov in klimatskih sprememb  
prof. dr. Nives Ogrinc

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. L1-5451: Ocena možnosti geološkega zajemanja CO<sub>2</sub> v nizko zrelih premogih: Velenski bazen, Slovenija kot naravni analog  
Premogovnik Velenje, d. d.  
dr. Tjaša Kanduč
2. Meritve plinastih efluentov v 2015, 2016 in 2017  
Nuklearna Elektrarna Krško, d. o. o.  
dr. Marko Štok
3. Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v RS za leto 2015  
Ministrstvo za okolje in prostor  
dr. Marko Štok
4. Obratovalni monitoring radioaktivnosti za NEK v 2016 in 2017  
Nuklearna Elektrarna Krško, d. o. o.  
dr. Marko Štok
5. Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji za leto 2016  
Ministrstvo za okolje in prostor  
dr. Marko Štok
6. Monitoring radioaktivnosti pitne vode za leti 2016 in 2017  
Ministrstvo za zdravje  
dr. Marko Štok

## OBISKI

1. dr. Sergio Ribeiro Guevara, Centro Atomico Bariloche, Comision Nacional de Energia Atomica, Bariloche, Argentina, 17. 1.-6. 2. 2016
2. Jarmila Makovinska, Emilia Elexova Miškova, Water research Institute, Bratislava, Slovaška, 9.-12. 2. 2016
3. Stefan Andus, Marija Ilić, Nikola Marinković, Đurad Milošević, Miroslava Mitrović, Boris Novaković, Miroslav Očadilnik, Momir Paunović, Marina Piria, Nataša Popović, Predrag Simonović, Jelena Đuknić, Jelena Vičanović, Institut za biološka istraživanja »Siniša Stanković«, Beograd, Srbija, 9.-12. 2. 2016
4. dr. Dominika Saniewska, Department of Marine Chemistry and Environmental Protection, Institute of Oceanography, University of Gdańsk, Gdańsk, Poljska, 29. 2.-25. 3. 2016
5. Diana Babi, Tekran® Instruments Corporation, Toronto, Kanada, 10.-14. 3. 2016
6. dr. Bourquin Maurice Henri Césa Eric, Elzibeta Marta Nowak, CERN, Ženeva, Švica, 21.-23. 3. 2016
7. prof. dr. Akagi Hirokatsu, International Mercury Laboratory Inc., Minamata, Kumamoto, Japonska, 15. 4.-12. 5. 2016, Minamata, Japonska
8. dr. Arne Jernelöv, nekdanji direktor International Institute of Applied Systems Analysis in Vienna, Dunaj, Avstrija, 28. 4.-1. 5. 2016
9. Dalerjon Khojiboev, Department of Ecology, Faculty of Metallurgy, Mining-Metallurgical Institute of Tajikistan, Sogd region, Chkalovsk, Tadžikistan, 25. 4.-30. 7. 2016
10. Theo Bulteau, Université François Rabelais – Département Géosciences-Environnement – Faculté des Sciences et Techniques, Tours, Francija, 27. 4.-31. 8. 2016
11. Elisa Petranich, Department of Mathematics & Geosciences (DMG), Trst, Italija, 15. 5.-10. 6. 2016
12. dr. Dimitra Lambropoulou, Univerza v Solunu, Grčija, 25. 5. 2016
13. dr. Miren Lopez deAlda, CSIC, Barcelona, Španija, 20. 4. 2016
14. Tolongutov Baigabyl, State Regulation Center on Environment Protection and Ecosafety of the SAEPF of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kirgizija; Mademinov Muradyl, Dzhogorku Kenesh of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kirgizija; Zhutanov Almaz, Dzhogorku Kenesh of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kirgizija; Kozhogulov Bakytbek, Project Research Organization Ken-Too, Kyrgyz Republic, Bishkek, Kirgizija; Isakov Ilias, Khaidarkan Mercury Plant, Kyrgyz Republic, Batken region, Aidarken, Kirgizija; Razakov Zhenish, Representative of Government in Batken region, Kyrgyz Republic, Batken, Kirgizija; Saitov Azamat, Sharapov Zakir, Aidarken city hall, Kyrgyz Republic, Batken region, Aidarken, Kirgizija; Timur Dosmambetov, State Regulation Center on Environment Protection and Ecosafety of the SAEPF of Kyrgyz Republic, Kirgizija; Satyvaldiev Asylbek, Government Office of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kirgizija; Dzhuraev Saidolimzhon, Dzhogorku Kenesh of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kirgizija; Davis Kenneth, United Nations Environment Programme, Chemicals and Waste Branch, Ženeva, Švica, 4. 5. 2016
15. prof. dr. Ivana Ivančev Tumbas, Aleksandra Tubić, Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija, 2.-3. 6. 2016
16. Mauro Paolini, Fondazione Edmund Mach Research and Innovation Centre – Department Food Quality and Nutrition Stable Isotope and Traceability, S. Michele all'Adige, Italija, 1.-30. 9. 2016
17. Kyrlyo Korychenskyi, Ukrainian Hydrometeorological Institute (UHMI), Kijev, Ukrajina, 10. 9.-12. 12. 2016
18. Nataša Sarap, Institut za nuklearne nauke Vinca, Laboratorija za zaščito od zračenja i zaščito životne sredine, Vinča, Srbija, 5.-15. 9. 2016
19. dr. Maria Bonsignore, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR), (Institute for Coastal Marine Environment), Fraz. Campobello di Mazara, Tp, Italija, 16. 9.-5. 10. 2016
20. dr. Neda Vdović, Nevenka Mikac, Irena Jurina Tokić, Maja Ivanić, Mavro Lučić in Niko Bačić, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvatska, 23. 9. 2016

21. prof. dr. Ivana Ivančev Tumbas, Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija, 23. 9.-2. 10. 2016
22. Minja Bogunović, Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija, 26. 9.-7. 10. 2016
23. Yelizaveta Melnik, Oddelek za tehnologijo redkih, razpršenih in radioaktivnih elementov, Državna politehniška univerza iz Tomska, Tomsk, Ruska federacija, 7.-30. 10. 2016
24. prof. dr. Gabriel J Bowen, Geology & Geophysics Department, University of Utah, Združene države Amerike, 10.-13. 10. 2016
25. Zoltán Kern, István Fórizs, György Czuppon, Tamás Mona, Hungarian Academy of Sciences, Budimpešta, Madžarska, 10.-11. 10. 2016
26. dr. Maria Angela Menezes, CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brazilija, 15.-31. 10. 2016
27. Faisal J H H A Alabasey, Radiation Protection Department, Ministry of Health, Kuvajt, Kuvajt, 17. 10.-16. 11. 2016
28. Delali Tulasi, University of Ghana, School of Nuclear and Allied Sciences, Legon, Accra, Gana, 17.-31. 12. 2016
29. dr. Lata Gawade, CSIR-National Institute of Oceanography, Dona Paula-Goa, Indija, 2.-4. 11. 2016
30. prof. dr. Arndt Schimmelmann, Indiana University, Department of Geological Sciences, ZDA, 5.-11. 12. 2016
31. dr. Lesley Chesson, IsoForensics Inc., ZDA, 6.-11. 12. 2016
32. prof. dr. Milena Jovašević Stojanović, mag. Ivan Lazović, 12.-15. 12. 2016, dr. Miloš Davidović, mag. Dušan Topalović, 12.-16. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Cornelia Chilian: Polytechnique Montreal, Montreal, Kanada: The SLOWPOKE-2 reactor at Polytechnique Montreal: 40 years expertise in Nuclear Engineering and Neutron Activation Analysis, 2. 9. 2016
2. dr. Miloš Davidović: Land use regression for particulate matter mapping: data collection techniques, choice of predictor variables and possibilities for validation and improvement of maps, 12. 12. 2016
3. prof. dr. Milena Jovašević - Stojanović: Review of testing of low-cost pm monitors in laboratory and field conditions, 12. 12. 2016
4. prof. dr. Milena Jovašević - Stojanović: Participation in international cooperation related to air pollution and exposure assessment – experiences and future plans, 12. 12. 2016
5. Kyrlyo Korychenskyi: Introduction with case studies of UHMI. Speciation and mobility of uranium in abandoned tailings at the former uranium production legacy site Pridneprovsky Chemical Plant in Ukraine, 7. 10. 2016
6. Aleš Lapanje, dr., Tomaž Rijavec, dr.: Microchaosmos – ali je mogoče razumeti več dimenzijske kompleksne interakcije v mikrobnih ekoloških, 19. 10. 2016
7. mag. Ivan Lazović: Impact of urban heat island on energy efficient in buildings and outdoor thermal comfort in complex urban environment, 12. 12. 2016
8. Borut Smodiš, prof. dr.: Nevtronska aktivacijska analiza - pomembno analitsko orodje pri raziskavah okolja
9. Nives Ogrinc, prof. dr.: Application of compound specific isotope analysis in environmental and food research, 25. 5. 2016
10. mag. Dušan Topalović: Artificial intelligence models for calibration of low-cost electrochemical sensors in high-density air pollution monitoring networks, 12. 12. 2016
11. Janja Vaupotič, prof. dr.: Dozimetrija radona, 1. 12. 2016
12. Tea Žulini, dr.: Uporaba stabilnih izotopov težjih elementov pri preverjanju varnosti hrane, 17. 11. 2016
13. Anže Županič, dr.: Sistemska ekotoksikologija: od mehanizmov toksičnosti do monitoringa in ocen tveganja, 21. 11. 2016

# UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Ljudmila Benedik, Lojze Gačnik, konferenca »RANC-2016–1<sup>st</sup> International Conference on Radioanalytical and Nuclear Chemistry«, Budimpešta, Madžarska, 9.–16. 4. 2016 (2P)
- Ljudmila Benedik, konferenca ICRM-LLRMT, Low-Level Radioactivity Measurement Techniques 2016, Seattle, ZDA, 23. 9.–2. 10. 2016 (P)
- Ljudmila Benedik, II International Conference on Radioecological Concentration Processes, Sevilla, Španija, 6.–9. 11. 2016 (P)
- Ingrid Falnoga, Milena Horvat, Anja Stajniko, Nizozemska, 5.–8. 10. 2016
- Ingrid Falnoga, AGU Fall Meeting, San Francisco, ZDA, 10.–18. 12. 2016
- David John Heath, sejem Analytica 2016, München, Nemčija, 12. 5. 2016
- David John Heath, »Food Safety & Analysis Congress«, 6.–7. 9. 2016, Cambridge, VB
- David John Heath konferenca 1<sup>st</sup> Food Chemistry Conference on Shaping the Future of Food Quality, Health and Safety, 30. 10.–1. 11. 2016, Amsterdam, Nizozemska
- Ester Heath, EEA sestanek, Kopenhagen, Danska, 10.–12. 2. 2016
- Ester Heath, NEREUS COST Projekt; The 4<sup>th</sup> MC and WG meeting, Luqa, Malta, 15.–18. 3. 2016
- Ester Heath, Milena Horvat, David Kocman, Tina Kosjek, Aleš Lapanje, Radmila Milačić, Nives Ogrinc, Janja Snoj Tratnik, obisk centra Recetox, Brno, Češka, 17.–18. 8. 2016
- Ester Heath, 6<sup>th</sup> EuChemS Congress, Sevilla, Španija, 9.–16. 9. 2016
- Ester Heath, NEREUS project meeting, Sarajevo, Bosna in Hercegovina, 18.–21. 9. 2016
- Ester Heath, obisk Instituta Rudjer Bošković v Zagrebu, Hrvaška, 2. 12. 2016
- Ester Heath, obisk Univerze v Novem Sadu, Srbija, 14.–16. 12. 2016
- Ester Heath, udeležba na 11<sup>th</sup> RME conference: Food, feed warter analysis, Amsterdam, Nizozemska, 6.–10. 11. 2016
- Ester Heath, obisk Univerze v Antwerpnu, Belgija (dr. Covaci, MassTwin), 25.–28. 11. 2016
- Milena Horvat, 5<sup>th</sup> Steering group meeting–European Human Biomonitoring Initiative, Bruselj, Belgija, 24.–26. 1. 2016
- Milena Horvat, uvodni sestanek za novi EU-projekt ERA-Planet, EURAMET Workshop for Designated Institutes, Bruselj, Belgija, Kopenhagen, Danska, 15.–19. 2. 2016
- Milena Horvat, The 7<sup>th</sup> meeting of the UNEP Global Mercury Partnership Advisory Group, Amman, Jordanija, 5.–10. 3. 2016
- Milena Horvat, Vanja Usenik, Twinning Coordinators Day, Bruselj, Belgija, 14. 3. 2016
- Milena Horvat, sestanek za projekt CROME, Solun, Grčija, 30. 3.–1. 4. 2016
- Milena Horvat, David Kocman, UNEP GMA 2018, Ženeva, Švica, 13.–15. 4. 2016
- Milena Horvat, ICARUS, uvodni sestanek, Solun, Grčija, 1.–3. 6. 2016
- Milena Horvat, konferenca ISES (Heals), Utrecht, Nizozemska, 9.–13. 10. 2016
- Milena Horvat, Hg Proficiency testing results: Svetovanje in pomoč pri izvedbi humanega biomonitoringa v okviru programa WHO/UNEP, Chennai, Indija, 25.–30. 10. 2016
- Milena Horvat, David Kocman, UNEP Mercury Emissions and Releases Workshop, Kopenhagen, Danska, 8.–11. 11. 2016
- Milena Horvat, Frankfurt po Frankfurtu: Zelena prestolnica Evrope 2016, O kemikalijah, človeku in okolju, Ljubljana, Slovenija, 14. 11. 2016 (P)
- Milena Horvat, EMPIR Review Conference 2016, Environment, Rotterdam, Nizozemska, 16.–18. 11. 2016
- Milena Horvat, David Kocman, obisk v okviru bilaterale BH-N/15-17-013, New Delhi, Indija, 27. 11.–2. 12. 2016
- Milena Horvat, Janja Snoj Tratnik, CROME-LIFE+ »Cross-Mediterranean network for environment and health«, Atene, Grčija, 18.–21. 12. 2016
- Radojko Jačimović, sestanek Euramet, Geel, Belgija, 1.–6. 2. 2016
- Radojko Jačimović, ekspertna misija v CDTN/CNEN, Papemig, Belo Horizonte, Brazilija, 27. 3.–25. 6. 2016
- Marta Jagodic, Anja Stajniko, 2<sup>nd</sup> International Conference on Human Biomonitoring, Berlin 2016 (Science and policy for a healthy future), Berlin, Nemčija, 17.–20. 4. 2016
- Marta Jagodic, Janja Snoj Tratnik, »8<sup>th</sup> International Conference On Children's Health And The Environment«, Barcelona, Španija, 13.–17. 9. 2016
- Ana Jerše, Ana Kroflič, Jožef Stefan International Postgraduate School Student Conference, Ljubljana, Slovenija, 31. 5.–1. 6. 2016 (poster, P)
- Ana Jerše, Ana Kroflič, Marko Štok, Doris Potočnik, Dušan Žigon, 22. Slovenski kemijski dnevi, Ljubljana, Slovenija 28.–30. 9. 2016 (3P)
- Ana Jerše, First Food Chemistry Conference, Amsterdam, Nizozemska, 30. 10.–1. 11. 2016 (poster)
- Ana Jerše, Ana Kroflič, 10. Dan mladih raziskovalcev, Ljubljana, Slovenija, 31. 3. 2016 (2 postra)
- Tjaša Kanduč, mednarodna konferenca EGU »European Geosciences Union, General Assembly 2016«, Dunaj, Avstrija, 18.–22. 4. 2016 (3P)
- David Kocman, CITI-SENSE, projektni sestanek, Oslo, Norveška, 14.–17. 2. 2016
- David Kocman, Johanna Amalia Robinson, obisk v okviru projekta CITI-SENSE in sestanek s partnerjem pri projektu UBIMET ter prevzem senzorskih enot za merjenje kvalitete zraka in baterije, Dunaj, Avstrija, 4. 5. 2016
- Milena Horvat, David Kocman, Branko Kontić, Davor Kontić, ICARUS, uvodni sestanek, Solun, Grčija, 1.–3. 6. 2016
- David Kocman, Johanna Amalia Robinson, CITI-SENSE meeting, Praga, Češka Republika, 22.–26. 8. 2016
- David Kocman, UNEP Mercury Emissions and Releases Workshop, Kopenhagen, Danska, 8.–11. 11. 2016
- David Kocman, ICARUS Stakeholder Engagement Event, Atene, Grčija, 2.–5. 11. 2016
- Tina Kosjek, konferenca NonTarget 2016, Ascona, Švica, 29. 5.–3. 6. 2016
- Jože Kotnik, predstavitev dela in analiz z instrumentom Lumex, Ulaanbataar, Mongolija, 25. 6.–2. 7. 2016
- Ana Kovačič, obisk Univerze v Antwerpnu, Belgija (dr. Covaci, MASSTWIN), 25.–28. 11. 2016
- Bor Krajnc, Nives Ogrinc, Doris Potočnik, Caffè Scientifico – Seminari di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trst, Italija, 23. 2. 2016
- Bor Krajnc, Enimal ecology and traceability, S. Michele all'Adige (TN), Italija, 4.–9. 9. 2016
- Ana Kroflič, IPSSC, Ljubljana, Slovenija, 31. 5.–1. 6. 2016 (poster)
- Ana Kroflič, konferenca YISAC 2016, Novi Sad, Srbija, 27. 6.–1. 7. 2016 (P)
- Aleš Lapanje, ogled lab., delo pri projektih, Saratov, Ruska federacija, 6. 5.–19. 6. 2016
- Aleš Lapanje, udeležba na konferenci ISP, Moskva, 27.–30. 6. 2016
- Aleš Lapanje, udeležba na mednarodni šoli »Nanostructured Materials« in delavnici »VII Nanoworkshop« 10.–15. 5. 2016
- Aleš Lapanje, izvedba poskusov meritve respiracije mikrobov, Amsterdam, Nizozemska, 4.–9. 7. 2016 (P)
- Aleš Lapanje, konferenca »ESOF2016«, Manchester, Velika Britanija, 24.–27. 7. 2016
- Aleš Lapanje, obisk laboratorijev, delo pri projektih, Saransk, Saratov, Ruska federacija, 12. 9.–2. 10. 2016
- Aleš Lapanje, udeležba na simpoziju »Saratov Fall meeting 2016«, Saratov, Ruska federacija, 27.–30. 9. 2016
- Sonja Lojen, delovni sestanek (projekt NanoMIN), Zagreb, Hrvaška, 29. 2.–1. 3. 2016 (VP)
- Sonja Lojen, konferenca »JESIUM2016«, Ghent, Belgija, 4.–9. 9. 2016
- Sonja Lojen, EC Science Communication Event, zastopanje projektov ISO-FOOD in MASSTWIN, Manchester, Velika Britanija, 23.–25. 7. 2016
- Sonja Lojen, priprava skupnega projekta (EU Marie Curie ITN), Amsterdam, Nizozemska, 10.–11. 7. 2016
- Sonja Lojen, delovni sestanek projekta NanoMin, Zagreb, Hrvaška, 15.–16. 12. 2016
- Anja Mahne Opatič, »19<sup>th</sup> Nitrogen workshop- Efficient use of different sources of nitrogen in agriculture- from theory to practise«, Skara, Švedska, 26.–29. 6. 2016
- Anja Mahne Opatič, Tea Zuliani, »IMEKOFOODS 2016«, Benevento, Italija, 1.–6. 10. 2016
- Darja Mazej, Janja Snoj Tratnik, Interregional workshop: CROME-LIFE+ »Cross-mediterranean network for environment and health«, Rim, Italija, 20.–21. 4. 2016
- Darja Mazej, Petra Novak, Janez Ščančar, Zdenka Šlejkovec, Janja Vidmar, Tea Zuliani, konferenca »13<sup>th</sup> European Workshop on Laser Ablation (EWLA2016)«, Ljubljana, Slovenija, 12. 7. 2016
- Radmila Milačić, Nives Ogrinc, Janez Ščančar, Janja Vidmar, Tea Zuliani, 1<sup>st</sup> Globaqua International Conference: »Managing the Effects of Multiplestressors on Aquatic Ecosystemsunder Water Scarcity«, Freising, Nemčija, 11. 1.–12. 1. 2016
- Radmila Milačić, Janja Vidmar, Tea Zuliani, GLOBAQUA Sampling Meeting, Barcelona, Španija, 4.–5. 4. 2016
- Radmila Milačić, Janez Ščančar, Tea Zuliani, bilateralni sestanek na Rudjer Bošković pri dr. Nedi Vidović, Zagreb, Hrvaška, 15. 6. 2016
- Radmila Milačić, Steering Committee meeting Globaqua, Barcelona, Španija, 22. 9. 2016
- Radmila Milačić, Janez Ščančar, član komisije za zagovor doktorske disertacije (Christopher Ash) in pogovori o sodelovanju, Praga, Češka, 26.–27. 9. 2016
- Radmila Milačić, Tea Zuliani, GT3: Isotope ratio measurements by MC ICP MS in GT4: Advances in the use and application of LA ICP MS methods (group trainings within Masstwin project), Pau, Francija, 30. 11.–4. 12. 2016
- Petra Novak, ID ICP MS, Berlin, Nemčija, 21.–26. 2. 2016
- Nives Ogrinc, Doris Potočnik, udeležba na zagovoru doktorata Fabia Pola, San Giobbe, Italija, 15. 2. 2016
- Nives Ogrinc, The second meeting of the ETP 'Food for Life' SWGs, Bruselj, Belgija, 11.–13. 3. 2016
- Nives Ogrinc, obisk v okviru projekta Masstwin, S. Michele all'Adige (TN), Italija, 15.–21. 5. 2016
- Nives Ogrinc, ISEAC-39, Environmental & Food Monitoring, Hamburg, Nemčija, 18.–22. 7. 2016
- Nives Ogrinc, High Level Conference »On Food Authenticity And Integrity«, Bruselj, Belgija, 24.–26. 6. 2016
- Nives Ogrinc, 2<sup>nd</sup> RCM on Accessible Technologies for the Verification of Origin of Dairy Products as an Example Control System to Enhance Global Trade and Food Safety, Rabat, Maroko, 3.–7. 10. 2016
- Nives Ogrinc, K4-TM-52133/16ME13923 - Technical Meeting on the Development of IAEA Stable Isotope Reference Products, Dunaj, Avstrija, 20.–26. 11. 2016
- Nives Ogrinc, v okviru projekta ECCSEL: »The application of stable isotopes to monitor CO<sub>2</sub> at offshore CCS sites«, Trst, Italija, 8.–12. 11. 2016
- Nives Ogrinc, Bilateral research day: Italy-Slovenia on the role of research in the society, Trst, Italija, 15. 11. 2016
- Majda Pavlin, Konferenca »ICHMET 2016« 18<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment, Ghent, Bruselj, 11.–15. 9. 2016
- Johanna Amalia Robinson, Študijska izmenjava med MPŠ in NILU; sestanek CITI-SENSE, Kjeller, Oslo, Norveška, 29. 1.–31. 3. 2016
- Johanna Amalia Robinson, »First International Smart Cities in Smart Regions 2016 Conference«, Lahti, Finska, 7.–14. 5. 2016
- Janja Snoj Tratnik, »HBM4EU Meeting«, Bruselj, Belgija, 8. 9. 2016
- Anja Stajniko, seminar Genimoka 2016, Ljubljana, 8. 6. 2016
- Marko Štok, obisk v okviru bilaterale BI-RS/16-17-029; Umetni radionuklidi v reki Savi, Vinča, Srbija, 18.–22. 7. 2016

92. Miha Trdin, konferenca NRC9, Helsinki, Finska, 28. 8.–2. 9. 2016
93. Miha Trdin, IAEA Regional Workshop on Soil and Vegetation Sampling, Karlsruhe, Nemčija, 24.–29. 7. 2016
94. Janja Vaupotič, IAEA Technical Co-Operation Expert Mission, Podgorica, Črna gora, 13.–16. 3. 2016
95. Janja Vaupotič, konferenca »Terrestrial Radionuclides in Environment – International Conference on Environmental Protection«, Veszprém, Madžarska, 16.–20. 5. 2016
96. Janja Vaupotič, konferenca »International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research«, Niš, Srbija, 22.–31. 5. 2016
97. Janja Vaupotič, Advanced Nuclear Seminar, Veszprém, Madžarska, 11.–12. 12. 2016
98. Polona Vreča, strokovni posvet »Raziskave s področja geodezije in geofizike«, Ljubljana, Slovenija, 28. 1. 2016
99. Polona Vreča, konferenca »IWIC VII–7<sup>th</sup> International Workshop on Ice Caves«, Postojna, Slovenija, 16.–21. 5. 2016
100. Polona Vreča, delavnica »Raziskovanje gora v Obzorju 2020«, Ljubljana, Slovenija, 10. 5. 2016
101. Tea Zuliani, vzorčenje vode v okviru projekta Globaqua, Beograd, Srbija, 4.–9. 9. 2016

102. Igor Živković, SETAC Europe 26<sup>th</sup> Annual Meeting, Nantes, Francija, 21.–27. 5. 2016
103. Igor Živković, European Geoscience Union, General Assembly 2016, Dunaj Avstrija, 18.–22. 4. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Ana Kroflič: Helmholtz Zentrum München, Research Unit Analytical BioGeoChemistry pri prof. dr. Bernhard Michalke, München, Nemčija, 11. 9.–10. 10. 2016 (pridobiti izkušnje z velikostno izključitveno kromatografijo ter drugimi tehnikami (ionska izmenjevalna in afinitetna kromatografija) za določitev selenovih spojin)
2. Aleš Lapanje: Mordavijska državna univerza, imenovana po Ogarevu, Saransk in Saratovska državna univerza imenovana po Černiševskem, Saratov, Ruska federacija, 12. 9.–2. 10. 2016 (raziskave vpliva in uporaba elektrostatske imobilizacije bakterij za biotehnoško in medicinsko uporabo)
3. Aleš Lapanje: Saratovska državna univerza, imenovana po Černiševskem, Saratov, Ruska federacija, 6. 5.–19. 6. 2016, (raziskovanje vplivov polielektrolitov na fiziologijo bakterij)

## 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 Jačimovič
7. doc. dr. Zvonka Jeran
8. dr. David Kocman
9. doc. dr. Branko Kontić
10. doc. dr. Tina Kosjek
11. dr. Jože Kotnik
12. dr. Aleš Lapanje
13. prof. dr. Sonja Lojen, vodja raziskovalne skupine
14. dr. Darja Mazej
15. prof. dr. Radmila Milačič, 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. 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. dr. Marjeta Česen
26. dr. Tjaša Kanduč
27. dr. Davor Kontić
28. dr. Kelly Peeters
29. dr. Tomaž Rijavec
30. dr. Miha Trdin

### Mlajši raziskovalci

31. Ana Jerše, univ. dipl. kem.
32. Ana Kovačič, mag. kem.
33. Ana Kroflič, univ. dipl. kem.
34. Petra Novak, univ. dipl. kem.
35. Majda Pavlin, univ. dipl. kem.
36. *dr. Petra Planinšek, odsla 5. 1. 2016*
37. Doris Potočnik, univ. dipl. kem.
38. Johanna Amalia Robinson, mag. ekotehnol.
39. Janja Snoj Tratnik, univ. dipl. biol.
40. Anja Stajniko, mag. mol. biol.
41. Vanja Usenik, Bolonjski študij II. stopnja
42. Janja Vidmar, univ. dipl. kem.
43. Igor Živković, mag. kem.

### Strokovni sodelavci

44. Vesna Fajon, dipl. var. inž.

### Tehniški in administrativni sodelavci

45. Damjana Nikovski, dipl. org. menedž.
46. *Janja Smrke, upokojitel 19. 12. 2016*
47. Barbara Svetek, inž. kem. tehnol.
48. Zdenka Trkov, inž. kem. tehnol.
49. Stojan Žigon

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Academia Sinica, Peking, LR Kitajska
2. AFNOR, Association Française de Normalisation, La Plaine Saint-Denis Cedex, Francija
3. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), Ministrstvo za okolje in kmetijstvo
4. Agencija za radioaktivne odpadke, Ljubljana
5. Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazahstan
6. Aristotle University of Thessaloniki, Solun, Grčija
7. Atomic Energy Commission of Syria, Damask, Sirija
8. BAM, Federal Institute for Material Research and Testing, Berlin, Nemčija
9. Butan Plin, d. d., Ljubljana, Slovenija
10. CDTN/CNEN (Nuclear Technology Development Centre/Brazilian Commission for Nuclear Energy), Belo Horizonte, Brazilija
11. Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik
12. Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN), Rabat, Moroko
13. CIREH, Centre for International Rural and Environmental Health, University of Iowa, ZDA
14. CNR Institute for Biomedical Technology, University of Padova, Italija
15. Comenius University, Bratislava, Slovaška
16. CSIC, Barcelona, Španija
17. Delft University of Technology, Interfaculty Reactor Institute (IRI), Laboratory for Radiochemistry, Nizozemska
18. Department of Cell Biology and Neuroscience, Istituto Superiore di Sanità, Rim, Italija
19. Department of Hydrology and water Resources, University of Arizona, Tucson, Arizona, ZDA
20. Drake University, Des Moines, Iowa, ZDA
21. EAWAG, Dübendorf, Švica
22. ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Rim, Italija
23. ERICO Velenje, Inštitut za ekološke raziskave, Velenje
24. ESOTECH, d. d., Velenje
25. Faculty of Geography, M. V. Lomonosov Moscow State University, Ruska federacija
26. Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Italija
27. Food and Environmental Research Agency, York, VB
28. Fructal, d. o. o., Ajdovščina
29. Fruitarom ETOL, Celje
30. GEN energija, d. o. o., Krško
31. Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana
32. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana
33. Gorska reševalna zveza Slovenije
34. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana
35. Guizhou Science Academy, Guiyang, LR Kitajska
36. Hahn-Meitner Institut, Berlin, Nemčija
37. Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, Krakov, Poljska
38. HGEM, d. o. o., Zaloška 143, Ljubljana, Slovenija
39. Hirosaki University, Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki, Japonska
40. Hokkaido University, Faculty of Engineering, Sapporo, Japonska
41. IEI, d. o. o., Inštitut za ekološki inženiring, Maribor
42. IREH – International Institute for Rural and Environmental Health, Bratislava, Slovaška
43. IMZT – Inštitut za mikrobiološke znanosti in tehnologije, d. o. o., Domžale
44. INIA, Madrid, Španija
45. Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška
46. Institute for Geological and Geochemical Research, Hungarian Academy of Sciences, Madžarska
47. Institute of Chemistry, Faculty of Science, "SS. Cyril and Methodius" University, Skopje, Makedonija
48. Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA-CSIC), Barcelona, Katalonija, Španija

49. Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Varšava, Poljska
50. Institute of Physics, Beograd, Srbija
51. Institute of Preventive and Clinical Medicine, Bratislava, Slovaška
52. International Atomic Energy Agency (IAEA), Dunaj, Avstrija
53. IOS – Inštitut za okoljevarstvo in senzorje, Maribor
54. IPEN-CNEN/SP (Nuclear and Energy Research Institute – Brazilian Commission for Nuclear Energy, Sao Paulo), Sao Paulo, Brazilija
55. IRGO - Institut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje, Ljubljana
56. ISPRA, JRC, Rim, Italija
57. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Section of Catania, Italija
58. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sezione di Palermo, Italija
59. Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trst, Italija
60. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Gruzija
61. Javno podjetje Vodovod-kanalizacija, Ljubljana
62. Joanneum Research, Laboratory Centre for Isotope Hydrology and Environmental Analytics, Gradec, Avstrija
63. Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), Geel, Belgija
64. Karl Franzens Universitaet Graz, Gradec, Avstrija
65. Kemijski inštitut, Ljubljana
66. Kmetijski inštitut Slovenije
67. Komunala Novo mesto
68. Komunala Velenje
69. Krka, Novo mesto
70. KTH Royal Institute of Technology, Land & Water Resources Engineering, VB
71. Laboratorio de Radioisotopos Eduardo Penna Franca, Instituto de Biofisica Carlos Chagas Filho, Centro de Ciencias da Saude, UFRJ, Rio de Janeiro, Brazilija
72. Ljubljanske mlekarne, d. o. o., Ljubljana
73. Maastricht University, Maastricht, Nizozemska
74. Masaryk University, Brno, Češka
75. Mendel University in Brno, Department of Agricultural, Food and Environmental Engineering, Češka Republika
76. Mlekarna Celeia, d. o. o., Celje
77. Mlekarna Planika, d. o. o., Kobarid
78. N. P. Ogarev's Mordovian State University, Ruska federacija
79. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, Piran
80. Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija
81. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Maribor, Slovenija
82. National Institute for Minamata Disease, Kogashima, Japonska
83. National Institute of Environmental Studies, Tsukuba, Japonska
84. National Institute of Radiological Sciences, Inage, Chiba, Japonska
85. National Institute of Standards and Technology (NIST) Gaithersburg, ZDA
86. Nmi Van Swinden Laboratorium B. V., Delft, Nizozemska
87. Nuklearna elektrarna Krško
88. Odessa National Polytechnic University, Department of Theoretical and Experimental Nuclear Physics, Odessa, Ukrajina
89. Onkološki inštitut, Ljubljana
90. Pomurske mlekarne, d. o. o., Murska Sobota
91. Premogovnik Velenje, d. d., Velenje
92. QuantiSci Ltd., Henley on Thames, Velika Britanija
93. RECETOX Research Centre for Toxic Compounds in the Environment, Brno, Češka
94. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Trst, Italija
95. Rudnik Mežica, d. o. o., Mežica
96. Rudnik Žirovski Vrh
97. Saratovski gosudarstveni universitet imeni N. G. Černiševskogo, SGU, Ruska federacija
98. Seconda Università degli Studi di Napoli, Napoli, Italija
99. Slovenska akreditacija
100. Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana
101. Snaga, d. o. o., Ljubljana
102. Steklarna Hrastnik, d. o. o., Hrastnik
103. Termoelektrarna Šoštanj
104. Termoelektrarna-Toplarna Ljubljana
105. The South African Nuclear Energy Corporation (NESCA) Research & Development, Južna Afrika
106. The University of Texas, El Paso, ZDA
107. Tomsk Polytechnic University, Ruska federacija
108. Trent University, Peterborough, Kanada
109. UMIST Manchester, Velika Britanija
110. United Nations Environment Programme (UNEP), Ženeva, Švica
111. Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Patologia e Medicina Sperimentale e Clinica, Videm, Italija
112. Université catholique de Louvain, Groupe de Recherche en Physiologie végétale (GRPV), Louvain-la-Neuve, Belgija
113. Université Pierre et Marie Curie, Pariz, Francija
114. University of Antwerp, Antwerpen, Belgija
115. University of Applied Science of Southern Switzerland (SUSPI), Treviso, Švica
116. University of Lausanne, Institute of Mineralogy and Petrography, Lausanne, Švica
117. University of Leoben, Leoben, Avstrija
118. University of Lisbon, Lizbona, Portugalska
119. University of Mining and Metallurgy, Krakov, Poljska
120. University of Munich, Department of Geography, München, Nemčija
121. University of Padova, Padova, Italija
122. University of Pannonia, Veszprém, Madžarska
123. University of Pau, Pau, Francija
124. University of Udine, Unit of Hygiene and Epidemiology, School of Medicine, Italija
125. University of Utah, Salt Lake City, ZDA
126. University of Wrocław, Poljska
127. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
128. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
129. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
130. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
131. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
132. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
133. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za zdravstvene vede
134. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta
135. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo
136. Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta
137. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Fakulteta za strojništvo
138. Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija
139. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
140. Univerzitetni klinični center, Ljubljana, Slovenija
141. Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Ministrstvo za okolje in prostor
142. Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, Ministrstvo za zdravje
143. Urad Republike Slovenije za meroslovje, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo
144. Vinča Institute of Nuclear Sciences, Beograd, Srbija
145. Wageningen University, Wageningen, Nizozemska
146. Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana
147. Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije
148. ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje Krasa, Postojna
149. Žito, d. o. o., Ljubljana



# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Enrica Alasonati *et al.* (11 avtorjev), "Towards tributyltin quantification in natural water at the environmental quality standard level required by the water framework directive", *Talanta (Oxford)*, vol. 160, str. 499-511, 2016. [COBISS.SI-ID 29669671]
- Marina Arcagni, Andrea Rizzo, Romina Juncos, Majda Pavlin, Linda Campbell, Maria Arribére, Milena Horvat, Sergio Ribeiro Guevara, "Mercury and selenium in the food web of Lake Nahuel Huapi, Patagonia, Argentina", *Chemosphere (Oxford)*, vol. 166, str. 163-173, 2016. [COBISS.SI-ID 29911335]
- Karmen Bat, Klemen Eler, Darja Mazej, Branka Mozetič Vodopivec, Ines Mulič, Peter Kump, Nives Ogrinc, "Isotopic and elemental characterisation of Slovenian apple juice according to geographical origin: preliminary results", *Food chem.*, vol. 203, str. 86-94, 2016. [COBISS.SI-ID 4143099]
- Ermira Begu, Yaroslav Shlyapnikov, Andrej Stergaršek, Peter Frkal, Jože Kotnik, Milena Horvat, "A method for semi-continuous measurement of dissolved elemental mercury in industrial and natural waters", *Int. j. environ. anal. chem.*, vol. 96, iss. 7, pp. 609-626, 2016. [COBISS.SI-ID 29484839]
- Ljudmila Benedik, "Evaluation of procedures for Ra-226 determination in samples with high barium concentration by alpha-particle spectrometry", *Appl. radiat. isotopes*, vol. 109, str. 210-213, 2016. [COBISS.SI-ID 29313575]
- Arne Bratkič, Mitja Vahčić, Jože Kotnik, Kristina Obu, Ermira Begu, E. Malcolm S. Woodward, Milena Horvat, "Mercury presence and speciation in the South Atlantic Ocean along the 4023S transect", *Glob. biogeochem. cycles*, vol. 30, iss. 2, str. 105-119, 2016. [COBISS.SI-ID 29172263]
- Mihael Brenčič, Polona Vreča, "Hydrogeological and isotope mapping of the karstic River Savica in NW Slovenia", *Environmental earth sciences*, vol. 75, nol. 8, str. 651-1-651-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29424935]
- Ivana Capan, Ž. Pastuović, R. Siegele, Radojko Jačimović, "Vacancy-related defects in n-type Si implanted with a rarefied microbeam of accelerated heavy ions in the MeV range", *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms*, vol. 372, str. 156-160, 2016. [COBISS.SI-ID 29625383]
- Marjeta Česen, Tina Eleršek, Matjaž Novak, Bojana Žegura, Tina Kosjek, Metka Filipič, Ester Heath, "Ecotoxicity and genotoxicity of cyclophosphamide, ifosfamide, their metabolites/transformation products and their mixtures", *Environ. pollut. (1987)*, vol. 210, str. 192-201, 2016. [COBISS.SI-ID 3706959]
- Marjeta Česen, Tina Kosjek, Francesco Busetti, Boris Kompare, Ester Heath, "Human metabolites and transformation products of cyclophosphamide and ifosfamide: analysis, occurrence and formation during abiotic treatments", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, iss. 11, str. 11209-11223, 2016. [COBISS.SI-ID 29316903]
- Marjeta Česen, Dimitra A. Lambropoulou, Maria Laimou-Geraniou, Tina Kosjek, Urška Blaznik, David John Heath, Ester Heath, "Determination of bisphenols and related compounds in honey and their migration from selected food contact materials", *J. agric. food chem.*, vol. 664, iss. 46, pp. 8866-8875, 2016. [COBISS.SI-ID 29937191]
- Romina Daga, Sergio Ribeiro Guevara, Majda Pavlin, Andrea Rizzo, Sonja Lojen, Polona Vreča, Milena Horvat, Maria Arribére, "Historical records of mercury in southern latitudes over 1600 years: Lake Futalaufquen, Northern Patagonia", *Sci. total environ.*, vol. 553, str. 541-550, 2016. [COBISS.SI-ID 29376295]
- Tadej Dolenc, Todor Serafimovski, Sonja Lojen, Matej Dolenc, Goran Tasev, Sabina Kramar, Nastja Rogan Šmuc, Petra Vrhovnik, "Environmental characterization of lake ecosystems located in Serbo-Macedonian massif (FYRM)", V: *Biomaterialization: from fundamentals to biomaterials & environmental issues*, (Key Engineering Materials, Vol. 672), Frédéric Marin, ur., Pfaffikon, Trans Tech Publications, 2016, vol. 672, str. 295-311, 2016. [COBISS.SI-ID 1215582]
- Matevž Dular, Tjaša Griessler Bulc, Ion Gutiérrez-Aguirre, Ester Heath, Tina Kosjek, Aleksandra Krivograd-Klemenčič, Martina Oder, Martin Petkovšek, Nejc Rački, Maja Ravnikar, Andrej Šarc, Brane Širok, Mojca Zupanc, Miha Žitnik, Boris Kompare, "Use of hydrodynamic cavitation in (waste)water treatment", *Ultrason. sonochem.*, vol. 29, str. 577-588, 2016. [COBISS.SI-ID 3649871]
- Tina Eleršek, Sara Milavec, Maša Korošec, Polona Brezovšek, Noelia Negreira, Božo Žonja, Miren Lopez de Alda, Damià Barceló, Ester Heath, Janez Ščančar, Metka Filipič, "Toxicity of the mixture of selected antineoplastic drugs against aquatic primary producers", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, iss. 15, 14780-14790, 2016. [COBISS.SI-ID 3722063]
- Jadran Faganeli, Ingrid Falnoga, Ljudmila Benedik, Zvonka Jeran, Katja Klun, "Accumulation of 210Po in coastal waters (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea)", *J. environ. radioact.*, str. 1-7, jul. 2016. [COBISS.SI-ID 3966031]
- Sabina Grabner, Barbara Modec, Nataša Bukovec, Peter Bukovec, Maja Čemažar, Simona Kranjc, Gregor Serša, Janez Ščančar, "Cytotoxic transplatinum(II) complex with 3-hydroxymethylpyridine: synthesis, x-ray structure and biological activity evaluation", *J. inorg. biochem.*, str. 1-44. [COBISS.SI-ID 1536902851]
- Aleš Grošelj, Mojca Kržan, Tina Kosjek, Maša Bošnjak, Gregor Serša, Maja Čemažar, "Bleomycin pharmacokinetics of bolus bleomycin dose in elderly cancer patients treated with electrochemotherapy", *Cancer Chemother Pharmacol*, vol. 77, no. 5, str. 939-947, 2016. [COBISS.SI-ID 32555993]
- Mae Sexauer Gustin *et al.* (15 avtorjev), "Importance of integration and implementation of emerging and future mercury research into the Minamata convention", *Environ. sci. technol.*, vol. 50, iss. 6, pp. 2767-2770, 2016. [COBISS.SI-ID 29328935]
- Ester Heath, Marjeta Česen, Janez Ščančar, Srdjan Novaković, Vesna Mislej, Marjetka Stražar, Tina Kosjek, *et al.*, "First inter-laboratory comparison exercise for the determination of anticancer drugs in aqueous samples", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, no. 15, str. 14692-14704, 2016. [COBISS.SI-ID 28748839]
- Benjamin Horemans *et al.* (12 avtorjev), "Biocarriers improve bioaugmentation efficiency of a rapid sand filter for the treatment of 2,6-dichlorobenzamide (BAM)-contaminated drinking water", *Environ. sci. technol.*, vol. 51, issue 3, str. 1616-1625, 2016. [COBISS.SI-ID 30114087]
- Marina Isidori, Margherita Lavorgna, Chiara Russo, Michael Kundi, Bojana Žegura, Matjaž Novak, Metka Filipič, Miroslav Mišik, Siegfried Knasmueller, Miren Lopez de Alda, Damià Barceló, Božo Žonja, Marjeta Česen, Janez Ščančar, Tina Kosjek, Ester Heath, "Chemical and toxicological characterisation of anticancer drugs in hospital and municipal wastewaters from Slovenia and Spain", *Environ. pollut. (1987)*, vol. 219, str. 275-287, 2016. [COBISS.SI-ID 4085071]
- Jácint Jónás, Zoltán Sas, Janja Vaupotič, Erika Kocsis, János Somlai, Tibor Kovács, "Thoron emanation and exhalation of Slovenian soils determined by a PIC detector-equipped radon monitor", *Nukleonika (Wyd. pol.)*, vol. 61, no. 3, str. 379-384, 2016. [COBISS.SI-ID 29736743]
- Tjaša Kanduč, Nataša Mori, Ajda Koceli, Timotej Verbovšek, "Hydrogeochemistry and isotope geochemistry of Velenje Basin groundwater", *Geologija*, 59, št. 1, str. 7-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29666855]
- Tjaša Kanduč, Zoran Samardžija, Nataša Mori, Andreja Jerebic, Ines Levačič, Miha Kračun, Johanna A. Robinson, Stojan Žigon, Željko Blažeka, David Kocman, "Hydrogeochemical and isotopic characterization of Pesnica River, Slovenia", *Geologija*, vol. 59, št. 2, str. 179-192, 2016. [COBISS.SI-ID 30052903]
- Tjaša Kanduč, Simon Zavšek, Sergej Jamnikar, Timotej Verbovšek, "Spatial distribution and origin of coalbed gases at the working faces of the Velenje Coal Basin, Slovenia, since the year 2000", *RMZ-mater. geoenviron.*, vol. 63, str. 213-225, 2016. [COBISS.SI-ID 30102823]
- Dafina Kikaj, Zvonka Jeran, Meleq Bahtijari, Peter Stegnar, "Radon in soil gas in Kosovo", *J. environ. radioact.*, vol. 164, str. 245-252, 2016. [COBISS.SI-ID 29762599]
- Anja Klančnik, Nataša Toplak, Minka Kovač, Nives Ogrinc, Barbara Jeršek, "Robust PCR-based method for quantification of bovine milk in cheeses made of caprine and ovine milk", *Int. j. dairy technol.*, vol. 69, iss. 4, str. 540-549, Nov. 2016. [COBISS.SI-ID 4557176]
- Stoimir Kolarević *et al.* (17 avtorjev), "Evaluation of genotoxic pressure along the Sava river", *PLoS one*, vol. 11, no. 9, str. 0162450-1-0162450-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29782823]
- Predrag Kolarž, Janja Vaupotič, Ivan Kopal, Predrag Ujić, Zora S. Žunić, "Air ion and aerosol study in rural dwellings", *J. aerosol sci.*, vol. 95, str. 118-134, 2016. [COBISS.SI-ID 29317159]

31. Branko Kontić, "Effects of the revised EIA Directive on practice in Slovenia", *UVP-Rep.*, vol. 30, no. 2, str. 101-105, 2016. [COBISS.SI-ID 29665063]
32. Branko Kontić, Marko Bohanec, Davor Kontić, Nejc Trdin, Maruša Matko, "Improving appraisal of sustainability of energy options - a view from Slovenia", *Energy policy*, vol. 90, str. 154-171, 2016. [COBISS.SI-ID 29133863]
33. Tina Kosjek, Anja Krajnc, Tjaša Gornik, Dušan Žigon, Aleš Grošelj, Gregor Serša, Maja Čemažar, "Identification and quantification of bleomycin in serum and tumor tissue by liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry", *Talanta (Oxford)*, vol. 160, str. 164-171. [COBISS.SI-ID 29600039]
34. Tina Kosjek, Noelia Negreira, Ester Heath, Miren Lopez de Alda, Damià Barceló, "Biodegradability of the anticancer drug etoposide and identification of the transformation products", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, iss. 15, pp. 14706-14717, 2016. [COBISS.SI-ID 29521959]
35. Kristina Kotnik, Tina Kosjek, Bojana Žegura, Metka Filipič, Ester Heath, "Photolytic fate and genotoxicity of benzophenone-derived compounds and their photodegradation mixtures in the aqueous environment", *Chemosphere (Oxford)*, vol. 147, str. 114-123, 2016. [COBISS.SI-ID 29138983]
36. Bor Krajnc, Ryoko Fujiyoshi, Janja Vaupotič, Hikaru Amano, Yosuke Sakuta, Asta Gregorič, Nives Ogrinc, "Using <sup>222</sup>Rn and carbon isotopes <sup>12</sup>C, <sup>13</sup>C and <sup>14</sup>C to determine CO<sub>2</sub> sources in forest soils developed on contrasting geology in Slovenia", *Environmental earth sciences*, vol. 75, no. 3, str. 1068-1-1068-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29631015]
37. Simona Kranjc, Matej Kranjc, Janez Ščančar, Jure Jelenc, Gregor Serša, Damijan Miklavčič, "Electrochemotherapy by pulsed electromagnetic field treatment (PEMF) in mouse melanoma B16F10 in vivo", *Radiol. oncol. (Ljublj.)*, vol. 50, no. 1, str. 39-48, III, Mar. 2016. [COBISS.SI-ID 11277652]
38. Ana Kroflič, Mateja Germ, Špela Mechora, Vekoslava Stibilj, "Selenium and its compounds in aquatic plant *Veronica anagallis-aquatica*", *Chemosphere (Oxford)*, vol. 151, str. 296-302, 2016. [COBISS.SI-ID 29373223]
39. Davor Kubalek, Gregor Serša, Marko Štrok, Ljudmila Benedik, Zvonka Jeran, "Radioactivity of cigarettes and the importance of <sup>210</sup>Po and thorium isotopes for radiation dose assessment due to smoking", *J. environ. radioact.*, vol. 155/156, str. 97-104, 2016. [COBISS.SI-ID 29322535]
40. A.S. Leal, Ivana Marques Marzano, E. C. Pereira Maia, Radojko Jačimović, "Investigation of the potential antitumor radioactive complex of platinum(II) with tetracycline", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, str. 85-89, 2016. [COBISS.SI-ID 29624103]
41. Ekaterina Lengert, Alexey Yashchenok, Vsevolod Atkin, Aleš Lapanje, Dmitry A. Gorin, Gleb B. Sukhorukov, Bogdan V. Parakhonskiy, "Hollow silver alginate microspheres for drug delivery and surface enhanced Raman scattering detection", *RSC advances*, vol. 6, iss. 24, str. 20447-20452, 2016. [COBISS.SI-ID 29584679]
42. Gaëtane Lespes, Tea Zuliani, Dirk Schaumlöffel, "Need for revisiting the terminology about speciation", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, no. 15, str. 15767-15770, 2016. [COBISS.SI-ID 29650983]
43. Darja Lisjak, Olivija Plohl, Janja Vidmar, Boris Majaron, Maja Ponikvar-Svet, "Dissolution mechanism of upconverting AYF<sub>4</sub>:Yb,Tm (A = Na or K) nanoparticles in aqueous media", *Langmuir*, vol. 32, no. 32, str. 8222-8229, 2016. [COBISS.SI-ID 29679655]
44. Maruša Matko, Mojca Golobič, Branko Kontić, "Integration of extreme weather event risk assessment into spatial planning of electric power infrastructure", *Urbani izziv (Tisk. izd.)*, let. 27, št. 1, str. 95-112, 2016. [COBISS.SI-ID 29596711]
45. Maruša Matko, Mojca Golobič, Branko Kontić, "Vključevanje rezultatov ocene tveganja zaradi izrednih vremenskih dogodkov v prostorsko načrtovanje elektroenergetske infrastrukture", *Urbani izziv (Tisk. izd.)*, letn. 27, št. 1, str. 9-26, 95-112, jun. 2016. [COBISS.SI-ID 29596455]
46. Ilona Matveyeva, Radojko Jačimović, Petra Planinšek, Borut Smodiš, Mukhambetkali Burkitbayev, "Uptake of uranium, thorium and radium isotopes by plants growing in dam impoundment Tasotkel and the Lower Shu region (Kazakhstan)", *Radiochim. Acta*, vol. 104, iss. 1, str. 51-57, 2016. [COBISS.SI-ID 29006375]
47. Špela Mechora, Tjaša Kanduč, "Environmental assessment of freshwater ecosystems of the Sava River watershed and Cerkniško Lake, Slovenia, using the bioindicator species *Fontinalis antipyretica*: insights from stable isotopes and selected elements", *Isot. environ. health stud.*, vol. 52, iss. 3, str. 239-257, 2016. [COBISS.SI-ID 29171751]
48. Mirjana Mihailović et al. (16 avtorjev), "Biochemical indicators and biomarkers in chub (*Squalius cephalus* L.) from the Sava River", *Sci. total environ.*, vol. 540, str. 368-376, 2016. [COBISS.SI-ID 28736551]
49. Gazmend Nafezi, Janja Vaupotič, Margarita Kuqali, Asta Gregorič, Gëzim Hodolli, Dafina Kikaj, Zenun Mulaj, Meleq Bahtijari, "Exposure to radon in dwellings in the Pristina region in the vicinity of two lignite-fired power plants", *J. chem. biol. phys. sci.*, vol. 6, no. 1, str. 71-79, 2016. [COBISS.SI-ID 29140007]
50. Marijan Nečemer, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, "Discrimination between Slovenian cow, goat and sheep milk and cheese according to geographical origin using a combination of elemental content and stable isotope data", *J. food compos. anal.*, vol. 52, str. 16-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29648423]
51. Petra Novak, Tea Zuliani, Radmila Milačič, Janez Ščančar, "Development of an analytical method for the determination of polybrominated diphenyl ethers in sewage sludge by the use of gas chromatography coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry", *Anal. chim. acta*, vol. 915, str. 27-35, 2016. [COBISS.SI-ID 29312039]
52. Saša Novak, Martina Lorenzetti, Anja Drame, Janja Vidmar, Janez Ščančar, Metka Filipič, "Diversity of TiO<sub>2</sub> nanopowders' characteristics relevant to toxicity testing", *J. nanopart. res.*, vol. 18, str. 130-1-130-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29495079]
53. Breda Novotnik, Janez Ščančar, Radmila Milačič, Metka Filipič, Bojana Žegura, "Cytotoxic and genotoxic potential of Cr(VI), Cr(III)-nitrate and Cr(III)-EDTA complex in human hepatoma (HepG2) cells", *Chemosphere (Oxford)*, vol. 154, str. 124-131, 2016. [COBISS.SI-ID 3833679]
54. Nives Ogrinc, Tjaša Kanduč, Bor Krajnc, Urša Vilhar, Primož Simončič, Lixin Jin, "Inorganic and organic carbon dynamics in forested soils developed on contrasting geology in Slovenia - a stable isotope approach", *Journal of soils and sediments*, vol. 16, no. 2, str. 382-395, 2016. [COBISS.SI-ID 28859175]
55. Momir Paunović et al. (12 avtorjev), "Steps towards integrated water management in the Sava River basin", *Water Res. Manag.*, vol. 6, no. 1, str. 3-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29410343]
56. Dijana Pavičič Hamer, Delko Barišič, Brigita Šimunac, Branko Petrinc, Marko Štrok, "<sup>137</sup>Cs distribution in the northern Adriatic Sea", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, iss. 3, pp. 997-998, 2016. [COBISS.SI-ID 29271591]
57. Kelly Peeters, Gaëtane Lespes, Tea Zuliani, Janez Ščančar, Radmila Milačič, "The fate of iron nanoparticles in environmental waters treated with nanoscale zero-valent iron, FeONPs and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(NPs)", *Water res. (Oxford)*, vol. 94, str. 315-327, 2016. [COBISS.SI-ID 29324583]
58. Petra Planinšek, Borut Smodiš, Ljudmila Benedik, "Simultaneous determination and uptake assessment of selected radionuclides in plants grown in substrate contaminated with U-mill tailings", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, no. 1, str. 351-365, 2016. [COBISS.SI-ID 29521447]
59. Stefaan Pommé, Ljudmila Benedik, "On the <sup>209</sup>Po half-life error and its confirmation: an answer to the critique", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, no. 2, str. 931-940, 2016. [COBISS.SI-ID 29637415]
60. Doris Potočnik, Marijan Nečemer, Darja Mazej, Radojko Jačimović, Nives Ogrinc, "Multi-elemental-composition of Slovenian milk: analytical approach and geographical origin determination", *Acta IMEKO*, vol. 5, no. 1, str. 15-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29459495]
61. Tanja Potočnik, Nives Ogrinc, Doris Potočnik, Iztok Jože Košir, "Fatty acid composition and  $\delta^{13}C$  isotopic ratio characterisation of pumpkin seed oil", *J. food compos. anal.*, vol. 53, str. 85-90, 2016. [COBISS.SI-ID 29835559]
62. E. S. Prikhozhenko, Vsevolod Atkin, Bogdan V. Parakhonskiy, I. A. Rybkin, Aleš Lapanje, Gleb B. Sukhorukov, Dmitry A. Gorin, Alexey Yashchenok, "New post-processing method of preparing nanofibrous SERS substrates with a high density of silver nanoparticles", *RSC advances*, vol. 6, no. 87, str. 84505-84511, 2016. [COBISS.SI-ID 29948199]
63. Lara Prosen, Samo Hudoklin, Maja Čemažar, Monika Štimac, Urša Lampreht Tratar, Maja Ota, Janez Ščančar, Rok Romih, Gregor Serša, "Magnetic field contributes to the cellular uptake for effective therapy with magnetofection using plasmid DNA encoding against Mcam in B16F10 melanoma in vivo", *Nanomedicine (Lond.)*, vol. 11, no. 6, str. 627-641, 2016. [COBISS.SI-ID 32548569]
64. Vladimir Radulović, Andrej Trkov, Radojko Jačimović, G. Gregoire, Christophe Destouches, "Use of boron nitride for neutron spectrum characterization and cross-section validation in the epithermal range through integral activation measurements", *Nucl. instrum. methods phys. res. Sect. A, Accel.*, vol. 840, str. 5-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29814055]
65. Sebastijan Rep, Marko Hočvar, Janja Vaupotič, Luka Ležaič, "Ocena SPECT/CT in odštevne scintigrafije pri bolnikih s primarnim hiperparatiroidizmom", *Bilten*, letn. 33, št. 1, str. 10-15, 2016. [COBISS.SI-ID 32895961]

66. Janine Richter *et al.* (19 avtorjev), "An interlaboratory comparison on whole water samples", *Accredit. qual. assur.*, vol. 21, no. 2, str. 121-129, 2016. [COBISS.SI-ID 29265959]
67. Tomaž Rijavec, Aleš Lapanje, "Hydrogen cyanide in the rhizosphere: not suppressing plant pathogens, but rather regulating availability of phosphate", *Front. microbiol.*, vol. 7, art. 1785, 2016. [COBISS.SI-ID 29936167]
68. Angelo Rubino *et al.* (13 avtorjev), "Biogeochemical, isotopic and bacterial distributions trace oceanic abyssal circulation", *PLoS one*, vol. 11, no. 1, str. 0145299-1-0145299-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29176615]
69. Paula M. B. Salles, Maria Angela Menezes, Radojko Jačimović, Tarcisio P. R. Campos, "Inorganic elements in sugar samples consumed in several countries", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 308, str. 485-493, 2016. [COBISS.SI-ID 29433639]
70. Winfried Schröder *et al.* (36 avtorjev), "Spatially valid data of atmospheric deposition of heavy metals and nitrogen derived by moss surveys for pollution risk assessments of ecosystems", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, iss. 11, str. 10457-10476, 2016. [COBISS.SI-ID 4372902]
71. A. N. Severyukhina *et al.* (12 avtorjev), "Light-induced antibacterial activity of electrospun chitosan-based material containing photosensitizer", *Mater. sci. eng., C, Biomim. mater., sens. syst.*, vol. 70, part 1, str. 311-316, 2016. [COBISS.SI-ID 29947943]
72. Predrag Simonović, Maria Piria, Tea Zuliani, Marina Ilić, Nikola Marinković, Margareta Kračun-Kolarević, Momir Paunović, "Characterization of sections of the Sava River based on fish community structure", *Sci. total environ.*, vol. 574, str. 264-271, 2016. [COBISS.SI-ID 29870375]
73. Mitja Skudnik, Zvonka Jeran, Franc Batič, Damijana Kastelec, "Spatial interpolation of N concentrations and [ $\delta^{15}N$ ] values in the moss *Hypnum cupressiforme* collected in the forests of Slovenia", *Ecological indicators*, vol. 61, iss. 2, str. 366-377, 2016. [COBISS.SI-ID 4224934]
74. Borut Smodiš, "Automation of a TRIGA-type pneumatic transfer system", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, iss. 1, str. 107-113, 2016. [COBISS.SI-ID 29335335]
75. Izidor Sosič, Martina Gobec, Boris Brus, Damijan Knez, Matej Živec, Janez Konc, Samo Lešnik, Mitja Ogrizek, Aleš Obreza, Dušan Žigon, Dušanka Janežič, Irena Mlinarič-Raščan, Stanislav Gobec, "Nonpeptidic selective inhibitors of the chymotrypsin-like ( $\beta 5i$ ) subunit of the immunoproteasome: Elektronski vir", *Angew. Chem. (Int. ed.)*, vol. 55, iss. 19, str. 5745-5748, 2016. [COBISS.SI-ID 4050545]
76. Francesca Sprovieri *et al.* (41 avtorjev), "Atmospheric mercury concentrations observed at the ground-based monitoring sites globally distributed in the framework of the GMOS network", *Atmos. chem. phys.*, vol. 16, no. 18, str. 11915-11935, 2016. [COBISS.SI-ID 29782311]
77. Zdenka Šlejkovec, Helena Podgornik, Peter Černelč, Ingrid Falnoga, "Exceptions in patterns of arsenic compounds in urine of acute promyelocytic leukaemia patients treated with As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>", *Biometals*, iss. 1, vol. 29, str. 107-118, 2016. [COBISS.SI-ID 29152807]
78. Anja Torkar, Mihael Brenčič, Polona Vreča, "Chemical and isotopic characteristics of groundwater-dominated Radovna River (NW Slovenia)", *Environmental earth sciences*, vol. 75, iss. 18, str. 1-18, 2016. [COBISS.SI-ID 1280094]
79. Timotej Verbovšek, Tjaša Kanduč, "Isotope geochemistry of groundwater from fractured Dolomite aquifers in Central Slovenia", *Aquat. geochem.*, vol. 22, no. 2, str. 131-151, 2016. [COBISS.SI-ID 28950311]
80. Janja Vidmar, Radmila Milačič, Viviana Golja, Saša Novak, Janez Ščančar, "Optimization of the procedure for efficient dispersion of titanium dioxide nanoparticles in aqueous samples", *Analytical methods*, vol. 8, no. 5, str. 1194-1201, 2016. [COBISS.SI-ID 29148199]
81. D. Vromman, I. Lefevre, Zdenka Šlejkovec, Juan-Pablo Martinez, N. Vanhecke, M. Briceño, Mahendra Kumar, Stanley Lutts, "Salinity influences arsenic resistance in the xerohalophyte *Atriplex atacamensis* Phil.", *Environ. exp. bot.*, vol. 126, str. 32-43, 2016. [COBISS.SI-ID 29336103]
82. Janja Vrzel *et al.* (12 avtorjev), "Determination of the sources of nitrate and the microbiological sources of pollution in the Sava River Basin", *Sci. total environ.*, vol. 573, str. 1460-1471, 2016. [COBISS.SI-ID 29667367]
83. C. M. Zdanowicz, E. M. Krümmel, A. J. Poulain, E. Yumvihoze, J. Chen, Marko Štok, M. Scheer, Holger Hintelmann, "Historical variations of mercury stable isotope ratios in Arctic glacier firn and ice cores", *Glob. biogeochem. cycles*, vol. 30, iss. 9, pp. 1324-1347, 2016. [COBISS.SI-ID 29767975]
84. Tea Zuliani, Ana Mladenovič, Janez Ščančar, Radmila Milačič, "Chemical characterisation of dredged sediments in relation to their potential use

in civil engineering", *Environ. monit. assess.*, vol. 188, no. 4, str. 234-1-234-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29392423]

## PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Joel E. Creswell, Annie Carter, Bin Chen, John DeWild, Vesna Fajon, Anthony Rattionetti, Mark Saffari, Martin Tsz-Ki Tsui, Igor Živković, Hans Fedrik Veiteberg Braaten, "Assessing bias in total mercury results after removing a subsample from the bottle", *Int. j. environ. anal. chem.*, vol. 96, iss. 11, pp. 1038-1047, 2016. [COBISS.SI-ID 29696807]
- Radmila Milačič, Tea Zuliani, Janja Vidmar, Janez Ščančar, "Monolithic chromatography in speciation analysis of metal-containing biomolecules: a review", *J. anal. at. spectrom.*, vol. 31, no. 9, str. 1766-1779, 2016. [COBISS.SI-ID 29614631]
- Janja Mirtič, Ksenija Kogej, Mirjana Gašperlin, Aleš Lapanje, Julijana Kristl, "Polielektrolitni kompleksi kot osnova za načrtovanje novih nanodelcev in nanooblog", *Farm. vestn. (Tisk. izd.)*, letn. 67, št. 4, str. 310-317, 2016. [COBISS.SI-ID 4103281]
- Polona Vreča, Neža Malenšek, "Slovenian Network of Isotopes in Precipitation (SLONIP) - a review of activities in the period 1981-2015", *Geologija*, 59, št. 1, str. 67-83, 2016. [COBISS.SI-ID 2547541]

## KRATKI ZNANSTVENI PRISPEVEK

- Ester Heath, Metka Filipič, Tina Kosjek, Marina Isidori, "Fate and effects of the residues of anticancer drugs in the environment: editorial", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, no. 15, str. 14687-14691, 2016. [COBISS.SI-ID 29657895]

## STROKOVNI ČLANEK

- Milena Horvat, "Pot živega srebra iz Idrije do Tržaškega zaliva", *Naš list*, št. 25, str. XVII, 25. sep. 2016. [COBISS.SI-ID 29836327]
- Tomaž Rijavec, "Bakterije in rjavenje kovin", *Življ. teh.*, št. 9, 8 str., 2016. [COBISS.SI-ID 29825319]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

- Mateja Germ, Nina Kacjan-Maršič, Helena Šircelj, Ana Kroflič, Ana Jerše, Aleksandra Golob, Janja Turk, Alenka Gaberščik, Vekoslava Stibilj, Ivan Kreft, "Impact of selenium and iodine on buckwheat plant characteristics", V: *The 13th international symposium on buckwheat (ISB): 2016. 9. 9. (Fri.) - 9. 11. (Sun.)*, [Korea], str. 749-755. [COBISS.SI-ID 4087887]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Mihael Brenčič, Polona Vreča, Nina Kononova, "Application of elementary circulation mechanisms according to Dzerdzevskii in studies of stable isotopic composition of precipitation", V: *Issledovaniye izmeneniy klimata s ispol'zovaniyem metodov klassifikacii rezhimov cirkuljacii atmosfery: trudy mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii, 16-18 maya 2016 g.*, str. 162-166. [COBISS.SI-ID 1300062]
- Marjeta Česen, Tina Kosjek, Boris Kompare, Metka Filipič, Tina Eleršek, Matjaž Novak, Bojana Žegura, Francesco Buseti, Ester Heath, "Occurrence, fate and effects of cytostatic residues in the aqueous environment", V: *Zbornik referatov in povzetkov, 22. Slovenski kemijski dnevi, Portorož, 28.-30. september 2016*, 6. str. [COBISS.SI-ID 29799975]
- Ana Drinčič, Irena Nikolić, Tea Zuliani, Radmila Milačič, Janez Ščančar, "Building composites from flay ash, cement and electric arc furnace dust: environmental impacts", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 20-30. [COBISS.SI-ID 29532199]
- Ana Drinčič, Irena Nikolić, Tea Zuliani, Radmila Milačič, Janez Ščančar, "Ocena dolgoročnih okoljskih vplivov gradbenih materialov, ki vsebujejo odpadne snovi, z uporabo različnih izlužitvenih testov", V: *Zbornik 17. posvetovanja z mednarodno udeležbo Gospodarjenje z odpadki - GzO'16 Zeleno urbano rudarjenje*, str. 69-75. [COBISS.SI-ID 29746983]
- Lojze Gačnik, Radojko Jačimović, "HPGe gamma detector effective solid angle calculation", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 31-38. [COBISS.SI-ID 29532455]

6. Tjaša Gornik, Anja Krajnc, Amadeja Koler, Marko Turnšek, Ester Heath, Jernej Iskra, Peter Krajnc, Karel Jeřábek, Tina Kosjek, "Implementing molecularly imprinted polymer (MIP) in the analytical method for determining sertraline residues in aqueous environment", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 39-45. [COBISS.SI-ID 29532711]
7. Marta Jagodic, Janja Snoj Tratnik, Darja Mazej, Anja Stajnik, Majda Pavlin, Mladen Krsnik, Alfred Bogomir Kobal, Lijana Kononenko, Milena Horvat, "Maternal blood levels of selected elements and birth weight of mother - child pairs living in Slovenia", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 46-51. [COBISS.SI-ID 29533223]
8. Ana Jerše, Ana Kroflič, Mateja Germ, Nina Kacjan-Maršič, Helena Šircelj, Vekoslava Stibilj, "Iodine and selenium content in buckwheat seeds after foliar spraying of plants with I and Se solution", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 52-55. [COBISS.SI-ID 29533479]
9. Bor Krajnc, Mitja Ferlan, Nives Ogrinc, "Evidence of cave ventilation and its contribution to soil CO<sub>2</sub> flux", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 56-64. [COBISS.SI-ID 29536551]
10. Ana Kroflič, Ana Jerše, Nina Kacjan-Maršič, Mateja Germ, Helena Šircelj, Vekoslava Stibilj, "Does iodine affect selenium content in buckwheat sprouts?", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 65-68. [COBISS.SI-ID 29536807]
11. Anja Mahne Opatič, Marijan Nečemer, Sonja Lojen, "Determination of the geographical origin of Slovenian potato and garlic, based on stable isotope and elemental analysis: preliminary results", V: *Proceedings of the 2nd IMEKO FOODS "Metrology Promoting Objective and Measurable Food Quality and Safety", October 2nd - 5th, 2016, Benevento*, str. 119-122. [COBISS.SI-ID 29863207]
12. Maruška Mole, Longlong Wang, Asta Gregorič, Klemen Bergant, Luka Drinovec, Griša Močnik, Samo Stanič, Janja Vaupotič, Marko Vučković, "Študij atmosferskih procesov v Vipavski dolini na podlagi razširjanja aerosolov", V: *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2015: zbornik del*, 21. srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 28. januar 2016, str. 35-49. [COBISS.SI-ID 4122619]
13. Marijan Nečemer, Karmen Bat, Nives Ogrinc, "Capabilities of the combination of isotope ratio mass spectrometry and total reflection X-ray fluorescence spectrometry in foodstuffs analysis", V: *Proceedings of the 2nd IMEKO FOODS "Metrology Promoting Objective and Measurable Food Quality and Safety", October 2nd - 5th, 2016, Benevento*, 4 str. [COBISS.SI-ID 29952295]
14. Petra Novak, Tea Zuliani, Radmila Milačič, Janez Ščančar, "Determination of polybrominated diphenyl ethers in sewage sludge with GC-ICP-MS", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 76-80. [COBISS.SI-ID 29535527]
15. Majda Pavlin, Arkadije Popović, Radojko Jačimović, Milena Horvat, "A study of the thermal release of mercury compounds in FGD gypsum from the Šoštanj Thermal Power Plant using mass spectrometry", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 91-95. [COBISS.SI-ID 29534759]
16. Doris Potočnik, Marijan Nečemer, Nives Ogrinc, "Stable isotope composition and elemental profile as a tool for determination of cheese species and geographical origin", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 96-105. [COBISS.SI-ID 29535015]
17. Nina Rman, Andrej Lapanje, Tjaša Kanduč, Kim Mezga, "Razvoj podzemne vode v regionalnih geotermalnih vodonosnikih vzhodne Slovenije", V: *Zbornik radova*, XV Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Kopaonik, 14-17. septembar 2016. godine, str. 315-319. [COBISS.SI-ID 2564181]
18. Johanna A. Robinson, David Kocman, Davor Kantić, "Building a wireless sensor network to capture air pollution trends in Ljubljana: pilots, demos and experimental case", V: *Smart cities in smart region conference, Lahti 2016, Finland: conference proceedings*, (The publication series of Lahti University of applied sciences, part 27), str. 183-189. [COBISS.SI-ID 30036263]
19. Anja Stajnik, Janja Snoj Tratnik, Darja Mazej, Marta Jagodic, Mladen Krsnik, Lijana Kononenko, Milena Horvat, Ingrid Falnoga, "Cadmium exposure biomarkers and their associations with renal function biomarkers at low level of exposure", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 106-112. [COBISS.SI-ID 29535271]
20. Marko Štok, Borut Smodiš, Darja Mazej, " <sup>210</sup>Pb - from interference to advantage in <sup>210</sup>Pb determination with liquid scintillation counter", V: *Proceedings of the 20th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications, 8-11 June 2015, Vienna, Austria*, (Applied radiation and isotopes, vol. 109, 2016), str. 296-300. [COBISS.SI-ID 29159463]
21. Janja Vidmar, Primož Oprčkal, Ana Mladenovič, Radmila Milačič, Janez Ščančar, "The fate of zero valent iron nanoparticles after their use in wastewater remediation by single particle ICP-MS", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 113-121. [COBISS.SI-ID 29537063]
22. Dušan Žigon, David Neubauer, "Mass spectrometric characterization of cannabinoids in industrial hemp in relation to health risk assessment", V: *Zbornik referatov in povzetkov*, 22. Slovenski kemijski dnevi, Portorož, 28.-30. september 2016, 6 str. [COBISS.SI-ID 29838375]
23. Igor Živković, Milena Horvat, Mladen Šolič, Vesna Fajon, Jože Kotnik, "Speciation of mercury and microbial communities in the seawater of the Central Adriatic Sea", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 122-128. [COBISS.SI-ID 29537319]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Jernej Jerman, Andrej Lešnjak, Luka Snoj, Borut Smodiš, "Inspection of the TRIGA reactor tank", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 30215463]
2. Radmila Milačič, Tea Zuliani, Janja Vidmar, Janez Ščančar, "Analytical procedures for speciation of chromium, aluminum, and tin in environmental and biological samples", V: *Metallomics: analytical techniques and speciation methods*, Bernhard Michalke, ur., Weinheim, Wiley-VCH, 2016, str. 237-275. [COBISS.SI-ID 29741863]
3. Borut Smodiš, Luka Snoj, "The JSI TRIGA Mark II reactor, Slovenia", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, str. 76-89. [COBISS.SI-ID 30215975]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Ester Heath, *Organic analysis: "Ecotechnology" programme, fall semester 2016/17*, (Postgraduate courses in Ecotechnology), Ljubljana, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2016. [COBISS.SI-ID 30063911]
2. Ester Heath, *Tools for the environmental quality control: organic pollutants in the environment. I., persistent organic pollutants: "Ecotechnology" programme, fall semester 2016/17*, (Postgraduate courses in Ecotechnology), Ljubljana, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2016. [COBISS.SI-ID 30040871]
3. Ester Heath, *Tools for the environmental quality control: organic pollutants in the environment. II., New emerging contaminants: "Ecotechnology" programme, fall semester 2016/17*, (Postgraduate courses in Ecotechnology), Ljubljana, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2016. [COBISS.SI-ID 30040615]
4. Radojko Jačimović, *TOP012 - Neutron fluence rate measurement in irradiation channels in the TRIGA MARK I IPR-R1 reactor aiming at neutron activation analysis, k<sub>sub</sub>0-method: Training course at CDTN and PCTN/UFMG, Belo Horizonte, Brazil, May 3 - 31, 2016*, Belo Horizonte, CDTN, 2016. [COBISS.SI-ID 30105383]
5. Radojko Jačimović, *Training on "Neutron fluence rate measurement in irradiation channels in the TRIGA MARK I IPR-R1 reactor aiming at neutron activation analysis, k<sub>sub</sub>0-method": Training Course 1 at Serviço de técnicas analíticas, CDTN, Belo Horizonte, April 6 - 28, 2016*, Belo Horizonte, CDTN, 2016. [COBISS.SI-ID 30108455]
6. Neža Koron, Tomaž Rijavec, *Človek in okolje*. [COBISS.SI-ID 29825575]
7. Aleš Lapanje, Sabina Boljte, Tomaž Rijavec, *MLadi znanstvenik Ažbe: Zbornik laboratorijskih poskusov za naravoslovne dneve v osnovnih šolah*, Ljubljana, Inštitut za metagenomiko in mikrobne tehnologije, 2016. [COBISS.SI-ID 29825831]
8. Radmila Milačič, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: anorganska onesnažila in specijacija elementov, Kemija naravnih in antropogenih procesov. 1. del, zimski semester 2016/2017, Chemistry of the natural and*

- anthropogenic processes. Part 1, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2016. [COBISS.SI-ID 29938983]
9. Radmila Milačič, *Trace elements cycling in the environment: element by element: lectures for graduate students, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Nova Gorica, University of Nova Gorica, Faculty for Environmental Sciences, 2016. [COBISS.SI-ID 30031399]
  10. Nives Ogrinc, *Environmental colloid chemistry. Seminar 1, EKO 3: "Ecotechnology" fall semester 2015/16*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2016. [COBISS.SI-ID 29386535]
  11. Nives Ogrinc, *Isotope techniques in food: "Ecotechnology" programme, fall semester 2015/16*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Jožef Stefan International Postgraduate School, 2016. [COBISS.SI-ID 29386279]
  12. Tomaž Rijavec, *Človek in okolje: Globalni izzivi pod drobnogledom*, Ljubljana, Slovenska Univerza za tretje življensko obdobje, 2016. [COBISS.SI-ID 29728295]
  13. Janez Ščančar, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: anorganska onesnažila in speciacija elementov, ICP-MS nepogrešljivo orodje pri analizi elementov v sledovih. 2. del, zimski semester 2016/2017, CP-MS: an indispensable tool in contemporary trace element analysis. Part 2, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2016. [COBISS.SI-ID 29939239]
  14. Janez Ščančar, *Trace elements cycling in the environment: fundamentals: lectures for graduate students, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Nova Gorica, University of Nova Gorica, Faculty for Environmental Sciences, 2016. [COBISS.SI-ID 30031143]
  15. Janez Ščančar, Radmila Milačič, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: anorganska onesnažila in speciacija elementov, Krom: pojavnost, uporaba in okoljski vplivi. 3. del, zimski semester 2016/2017: inorganic pollutants and speciation of elements, Chromium: occurrence, use, environmental impacts. Part 3, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2016. [COBISS.SI-ID 29939495]
  16. Janez Ščančar, Radmila Milačič, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: anorganska onesnažila in speciacija elementov, Speciacija aluminija. 5. del, zimski semester 2016/2017: inorganic pollutants and speciation of elements, Speciation of aluminium. Part 5, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2016. [COBISS.SI-ID 29940007]
  17. Janez Ščančar, Radmila Milačič, *Orodja za nadzor kakovosti okolja: anorganska onesnažila in speciacija elementov, Speciacijska analiza. 4. del, zimski semester 2016/2017: inorganic pollutants and speciation of elements, Speciation analysis. Part 4, fall semester 2016/2017*, (Postgraduate courses in ecotechnology), Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2016. [COBISS.SI-ID 29939751]

## PATENT

1. Aleš Lapanje, *Postopek impregnacije in pritrditve mikroorganizmov v porozne materiale*, SI24910 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 07. 2016. [COBISS.SI-ID 37774085]

## MENTORSTVO

1. Ermira Begu, *Določanje raztopljenega elementarnega živega srebra v površinskih in industrijskih vodah*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Milena Horvat). [COBISS.SI-ID 284622080]
2. Marjeta Česen, *Pojavnost, kroženje in učinki ostankov citostatikov v vodnem okolju*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Ester Heath; somentor Tina Kosjek). [COBISS.SI-ID 284558080]
3. Kristina Kotnik, *Pojavnost, usoda in toksičnost derivatov benzo fenona v vodnem okolju*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Ester Heath; somentor Tina Kosjek). [COBISS.SI-ID 284863488]
4. Petra Planinšek, *Privzem izbranih naravnih radionuklidov iz kontaminiranega okolja v rastline*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Borut Smodiš; somentor Ljudmila Benedik). [COBISS.SI-ID 287885056]
5. Karmen Bizjak Bat, *Karakterizacija slovenskega jabolčnega soka glede na geografsko poreklo in način pridelave jabolk*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentorja Nives Ogrinc, Branka Mozetič Vodopivec). [COBISS.SI-ID 4376315]
6. Katja Klun, *Sestava koloidne organske snovi in njena kompleksacija s kovinami v obalnem morju (Tržaški zaliv)*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentorja Jadran Faganeli; somentor Ingrid Falnoga). [COBISS.SI-ID 3784015]
7. Sabina Berisha, *Mahovi kot bioindikatorji kovin in dušika v ljubljanskih gozdovih*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Zvonka Jeran). [COBISS.SI-ID 29916199]
8. Dafina Kikaj, *Radon v talnem zraku na Kosovu*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Peter Stegnar; somentorja Zvonka Jeran, Meleq Bahtijari). [COBISS.SI-ID 29915687]
9. Hiacinta Klemenčič, *Priprava merilnih virov za spektrometrijo alfa s poudarkom na homogenosti nanosa*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Helena Prosen; somentor Ljudmila Benedik). [COBISS.SI-ID 1537214403]
10. Sebastijan Rep, *Vloga spect/ct scintigrafije pri lokalizaciji obščitničnih adenomov*: magistrsko delo, Nova Gorica, 2016 (mentorja Marko Hočevar, Janja Vaupotič). [COBISS.SI-ID 4521979]
11. Nataša Smrekar, *Ocena učinkovitih doz radona, ki temeljijo na različnih merilnih tehnikah*: magistrsko delo, Nova Gorica, 2016 (mentor Janja Vaupotič). [COBISS.SI-ID 4513275]
12. Katja Valek, *Primerjalna analiza formalnega in ekspertnega ocenjevanja vplivov na zrak v postopku presoje vplivov na okolje*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Branko Kontič). [COBISS.SI-ID 883063]
13. Andraž Lovšin, *Optimizacija kontinuirne meritve biološko dostopne frakcije Hg v vzorcu vode*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Romana Marinšek Logar; somentor Aleš Lapanje). [COBISS.SI-ID 8405369]

# ODSEK ZA AVTOMATIKO, BIOKIBERNETIKO IN ROBOTIKO E-1

*Raziskovalna strategija Odseka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko je edinstvena v tem, da poleg raziskav na specialnih področjih vsebuje tudi večje število multi- in interdisciplinarnih projektov. Naše raziskave združujejo področja robotike (vključujoča inteligentno vodenje, humanoidno in kognitivno robotiko, robotsko učenje in robotski vid), avtomatike, biokibernetike, kineziologije, ergonomije in okoljske medicine. Skupni imenovalec naših raziskovalnih prizadevanj je optimizacija "gibanja 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 npr. učenje robotskih veščin s posnemanjem, simulacija planetarnega habitata, humanoidni vidni sistemi, 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 pri številnih evropskih projektih s področja robotike, kognitivnih sistemov in vesoljske tehnologije. Aktivni smo tudi pri prenosu rezultatov naših raziskav na industrijske aplikacije, kar izvajamo v sodelovanju z industrijskimi partnerji. Rezultat vzdrževanja kritične mase raziskovalcev na različnih znanstvenih področjih v sklopu odseka so številni interdisciplinarni projekti na različnih 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 Nemec). Cilj laboratorija je razvoj robotov za pomoč ljudem v naravnih okoljih, kot so domovi in delovna okolja.*

Glavni poudarek naših raziskav v preteklem letu je bil na razvoju kognitivnih robotskih sistemov, novih strategijah učenja s pomočjo človekovih demonstracij in avtonomnega raziskovanja, modeliranju kontaktov, robotskih pomagalih in rekonfigurabilnih robotskih celicah kot tudi na študiju fizioloških značilnosti človeka v različnih ekstremnih okoljih, ovrednotenju zaščitne opreme, razvoju novih biomedicinskih metod ter na problematiki avtomatizacije industrijskih proizvodnih sistemov. V preteklem letu smo pridobili dva nova projekta iz Obzorja 2020: AnDy (<http://www.andy-project.eu/>) in AUTOWARE (<http://www.autoware-eu.org>), ter program GOSTOP, ki smo ga pripravili v okviru slovenske strategije pametne specializacija in ga koordinira naš odsek. Novopridobljeni projekti nam omogočajo nadaljevanje in širitev našega raziskovalnega programa na področjih tovarne prihodnosti in humanoidne robotike.

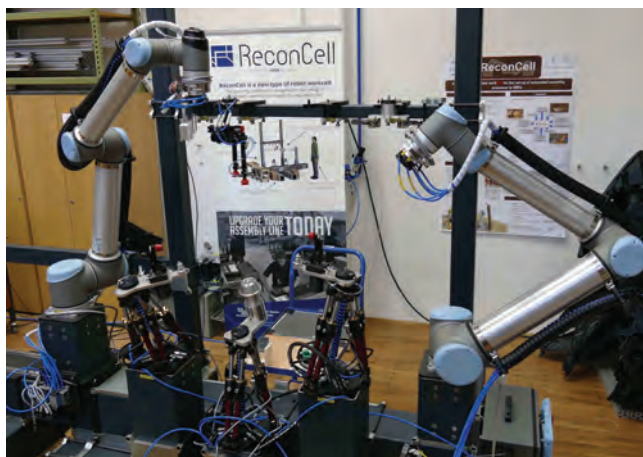
## Robotika

V letu 2016 smo v okviru evropskega projekta iz Obzorja 2020 ReconCell (Rekonfigurabilna robotska celica za hitro postavitev avtomatiziranih nalog, sestavljanja v majhnih in srednje velikih podjetjih, <http://www.reconcell.eu>) razvili nove tehnologije za učinkovito rekonfiguracijo robotskih celic v industrijski proizvodnji. Predlagana celica temelji na novih tehnologijah za 1) robotsko programiranje s kinestetičnim vodenjem, 2) senzorsko podprto vodenje robotov v povratni zanki, 3) robotsko podprto rekonfiguracijo, 4) lokalizacijo objektov s tridimenzionalnim robotskim vidom, 5) vizualno kontrolo kvalitete, 6) simulacijo robotskih procesov in 7) integracijo robotskih celic z modeli poslovnih procesov. Za implementacijo programske opreme smo uporabili ROS (Robot Operating System), ki omogoča učinkovito integracijo vseh



Vodja:  
prof. dr. Aleš Ude

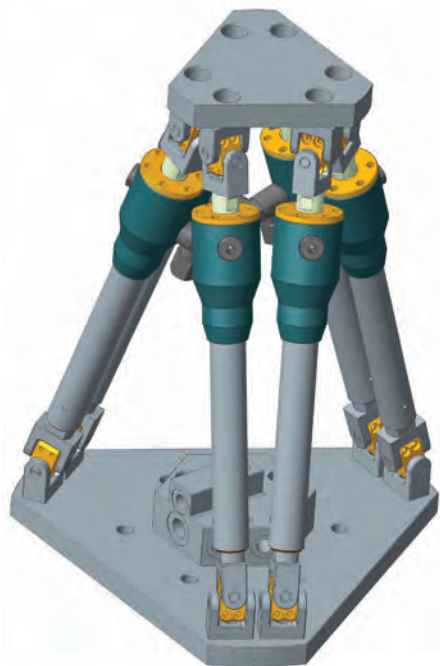
**Zgodovinska nota bene: Od ustanovitve dalje odsek E1 vzdržuje multi- in interdisciplinarni raziskovalni fokus. Znanstvena dediščina odseka zajema tudi prve demonstracije funkcionalne električne stimulacije (FES), pri katerih je prvič lahko paraplegik hodil z uporabo FES, kot tudi razvoj prvih industrijskih robotov v naši regiji. Skupni cilj naših robotskih in biomedicinskih raziskovalnih programov je izboljšanje kvalitete življenja.**



Slika 1: Rekonfigurabilna robotska celica

elementov rekonfigurabilne celice. Med glavnimi rezultati projekta v letu 2016 je razvoj novega koncepta pasivnih vpenjal, s katerimi lahko robot samostojno prilagodi svoj delovni prostor glede na potrebne naloge. Implementirali smo učinkovite metode za robotsko podprto rekonfiguracijo takšnih vpenjal in jih povezali z metodami za učenje robotskih operacij z uporabo kinestetičnega vodenja.

**V evropskem projektu ACAT smo razvili nove metode za statistično učenje podajnih robotskih operacij. Za zapis gibov v stiku z okolico smo uporabili podajne generatorje robotskih gibov.**



Slika 2: Rekonfigurabilno vpenjalo

**Z uporabo biološko usmerjene metode vodenja eksoskeleta roke smo razširili uporaben delovni prostor človekove roke, ki ga ljudje uporabljamo pri ročnih opravilih.**



Slika 3: Kinestetično programiranje robotske roke

Med pomembnimi poudarki naših osnovnih raziskav v letu 2016 je bil razvoj novih metodologij za učenje dvoročnih manipulacijskih gibanj s posnemanjem. Te raziskave smo izvedli v okviru ARRS-projekta "Učenje in avtonomna adaptacija dvoročnih montažnih in servisnih nalog". Obravnavali smo različne postopke za zapis demonstriranih nalog v relativnih in absolutnih koordinatah. Pokazali smo, da lahko uporabnik z zapisom dvoročnih nalog v koordinatah robotske poti interaktivno spreminja potek gibanja v prostoru in hitrost izvedbe. Pri tem se samodejno spreminja podajnost robota v različnih smereh glede na potrebe želene naloge. Predlagani postopek smo preizkusili na tipičnih opravilih iz domačih okolij, kot je na primer brisanje kozarcev.

Kognitivni robotski sistemi morajo biti sposobni hitro pridobivati novo znanje brez obsežnega programiranja in matematičnega modeliranja. V letu 2016 smo uspešno končali evropski projekt ACAT (Učenje in izvedba akcijskih kategorij, <http://www.acat-project.eu>). Pokazali smo, da lahko robotske gibe v stiku z okolico, ki jih opišemo s pozicijskimi trajektorijami in profili sil in navorov, učinkovito prilagajamo z metodami statističnega učenja. Za učenje podajnih gibov smo uporabili podajne generatorje gibov. V več eksperimentih smo pokazali, da lahko tako pridobimo dinamične modele robotskih nalog tudi brez zapletenega modeliranja, s čimer omogočimo uspešno izvedbo nalog tudi v primerih, ko matematični modeli niso na voljo. Poleg večjega števila objav v uglednih mednarodnih revijah smo rezultate naših raziskav pri projektu ACAT predstavili na industrijskem sejmu v Hannoveru.

V okviru projekta SPEXOR (<http://www.spexor.eu/>) iz Obzorja 2020 smo razvili novo metodo vodenja robotov, ki delujejo v fizičnem kontaktu s človekom. Primeri takih robotov so eksoskeleti in robotska pomagala. Nasprotno od navadnih krmilnikov, ki vodijo robotski sistem neodvisno od položaja človekove roke in smeri gibanja, smo predlagali metodo, ki kompenzira anizotropno lastnost človekove roke, t. i. manipulabilnost. Metoda omogoča, da lahko uporabnik z uporabo eksoskeleta izvaja opravila v konfiguracijah roke, ki so sicer neprimerne zaradi nizke manipulabilnosti. Razvita metoda učinkovito preoblikuje manipulabilnostni elipsoid sile iz eliptične oblike v krožno v celem delovnem področju človekove roke. Metodo smo preizkusili pri eksperimentalni študiji, kjer je skupina preizkusnih oseb z eksoskeletom roke z dvema

prostostnima stopnjama premikala utež 4 kg med različnimi lokacijami v delovnem prostoru. Rezultati študije so pokazali, da predlagana metoda učinkovito nadgradi sposobnosti človekovega motoričnega vodenja pri izvajanju ročnih opravil v celotnem delovnem prostoru vključno s področji, kjer je manipulabilnost človekove roke izrazito nizka.

Veliko raziskav človekove motorične kontrole obravnava vprašanje, kako ljudje premikamo svoje roke. Zelo znan je Fittsov zakon, ki opisuje kompromis med hitrostjo izvajanja gibanja in njegovo natančnostjo. V robotiki je bilo predlaganih veliko različnih metod vodenja za robote, ki delujejo v dobro strukturiranih okoljih. Ena izmed glavnih odprtih tem je sodelovanje in interakcija robotov z ljudmi v nestrukturiranih okoljih, ki jih ne moremo natančno modelirati. Zato smo razvili biološko usmerjeno metodo, ki omogoča hipno prilagajanje robotovega gibanja v primerih, ko človek in robot sočasno izvajata isto opravilo v nestrukturiranemu okolju. Metoda omogoča, da se robot prilagaja človekovemu gibanju na podlagi senzorične povratne informacije, ki upošteva Fittsov zakon. Pri tem je gibanje človeka ocenjeno z rekurzivno metodo najmanjših kvadratov. Trajektorije gibanja so zapisane z uporabo dinamičnih generatorjev gibov, učenje oz. prilagajanje pa je izvedeno z iterativnim učenjem vodenja. Predlagano metodo smo ovrednotili v eksperimentalni študiji gibanja rok, kjer smo preizkusili njeno natančnost in učinkovitost. Pokazali smo, da se robot s predlaganim vodenjem popolnoma prilagodi človekovemu gibanju in hkrati ohranja želeno natančnost.

### Avtomatizacija in industrijska robotika

Naše znanje iz robotike in avtomatizacije v sodelovanju s slovenskimi in tujimi podjetji uporabljamo za avtomatizacijo in robotizacijo proizvodnih procesov. Na tem področju smo v letu 2016 v okviru slovenske strategije pametne specializacije predlagali in tudi začeli izvajati program GOSTOP (Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti), ki ga koordinira prav naš odsek. Cilj predlaganega programa je pospešiti razvoj in gradnjo koncepta pametnih tovarn v Sloveniji in odgovoriti na aktualne potrebe slovenskega gospodarstva, kjer nekatera industrijska podjetja že skušajo uvajati koncept pametnih tovarn v svojo proizvodnjo. V programu smo združili raziskovalne skupine iz trinajstih podjetij in šestih 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) postavitev adaptivne robotske celice za vizualno kontrolo kvalitete in 3) implementacija platforme virtualne tovarne. Pri razvoju inteligentnih senzorjev in aktuatorjev se bomo osredinili na izdelavo koncepta pogonskih sklopov z možnostjo krmiljenja navora in podajnosti ter predvidevanja vzdrževanja za sedanj sistem pogonskega sklopa z enkoderjem, senzorjem navora in motorjem za pogon. 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. Izvajamo raziskave za identifikacijo izdelkov, fleksibilno prijemanje in manipulacijo, optično preverjanje kakovosti, sledljivost in spremljanje lastnosti izdelkov. Inherentne lastnosti adaptivne robotske celice so modularnost, fleksibilnost in sposobnost učenja s ciljem čim večje avtonomije in sprotne prilagodljivosti celice. Naša tretja tema, to je platforma virtualne tovarne, je skelet pametne tovarne. V okviru te aktivnosti bomo zasnovali in izdelali model digitalne tovarne in poslovnega procesa, kar bo inteligen, konkurenčen in trajnostni sistem z vključenimi elementi robotizacije. Aktivnost bo vključevala raziskave na področju inteligentnih algoritmov, simulacije diskretnih dogodkov v realnem času, vmesnikov Plug&Produce z elementi interneta stvari (IoT) ter elemente digitalne sledljivosti produkta.

**V okviru slovenske strategije pametne specializacije smo predlagali program GOSTOP (Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti), ki ga koordinira prav naš odsek.**



Slika 4: Premikanje uteži z eksoskeletom

### Okoljska fiziologija in ergonomija

Raziskovalno delo biokibernetske skupine je osredinjeno na projekte o učinkih ekstremnih okoljskih dejavnikov na človeka ter razvoj in vrednotenje tehnologij in strategij za vzdrževanje varnosti in nemotenega dela v tovrstnih razmerah.

Vzdržujemo raziskovalno infrastrukturo v Nordijskem centru Planica, kjer izvajamo raziskave o učinku neaktivnosti in razbremenitev spodnjih okončin na fiziološke funkcije. Učinek neaktivnosti je podoben učinku breztežnosti, s katerim se spopadajo 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, ki ogrožajo zdravje astronautov. Ker se vesoljske agencije pripravljajo na daljše misije na Luno in Mars, se razvijajo novi koncepti in tehnologije za te podvige. Zaradi tehničnih razlogov predvidevajo, da bodo razmere v prihodnjih habitatih na Luni in Marsu hipobarični in hipoksični. Zaradi tega je glavni cilj naših sedanjih raziskav ovrednotiti vpliv hipoksije na procese adaptacije na breztežnost oziroma zmanjšano težnost. Rezultate raziskav, pri katerih preiskovanci dalj časa (21 dni) v normalnih razmerah mirujejo v horizontalni legi, primerjamo z rezultati, pridobljenimi v hipoksičnem okolju. Sodelujemo tudi pri raziskavah, katerih cilj je razviti nove metode za preprečevanje učinka neaktivnosti in razbremenitev spodnjih okončin na mišično-skeletni sistem.

V letu 2016 smo začeli nov program raziskav o „križni toleranci“ (angleško: "cross tolerance"), cilj katerih je ugotoviti vpliv adaptacije/aklimatizacije na en okoljski dejavnik na fiziološke odzive med izpostavitvijo drugemu okoljskemu dejavniku. Predvsem nas zanima, kako adaptacija na višinske razmere vplivajo na naše avtonomne termoregulacijske odzive med naporom v toplem okolju in obratno. Del naših raziskav je bil usmerjen tudi v problematiko vpliva toplega in vlažnega okolja na delazmožnost in



Slika 5: Vrednotenje vpliva hipoksične aklimatizacije na vadbeno zmogljivost v vročem okolju





Slika 6: Toplotni manikin glave

kognitivno funkcijo. V sklopu teh raziskav izvajamo ovrednotenje različnih tehnologij in strategij za preprečevanje negativnega učinka vročega in vlažnega okolja na človeka.

Z industrijskim partnerjem Kimberly-Clark (ZDA) preučujemo **nove koncepte zaščitne opreme** za industrijska okolja. Razvili smo **toplotni manikin glave**, s katerim lahko vrednotimo toplotno izolacijo in prepustnost čelad in različnih pokrival za paro. Usta manikina so povezana s simulatorjem dihanja, ki na podlagi volumna vdihava in izdihava ter tlaka med vdihom in izdihom določa delo dihanja. Dve kameri, nameščeni v očesnih votlinah manikina, pa omogočata izračun vidljivosti skozi zaščitna očala. Z našim **manikinom roke** pa izvajamo tudi preizkuse izolacije in propustnosti rokavic za paro za partnerja W. L. Gore & Associates (ZDA, Nemčija).

V sodelovanju z industrijskim partnerjem Intersocks, d. o. o., smo na podlagi terenskih in laboratorijskih raziskav **ovrednotili učinek kompresijskih nogavic** pri različnih načinih vadbe. Kompresijske nogavice se uporabljajo pri rekreaciji, športu in rehabilitaciji. Obstaja evropski standard o njihovi klasifikaciji, proizvodni in uporabi, vendar podatkov o njihovi učinkovitosti primanjkuje. Rezultati dokazujejo, da kompresijske nogavice zmanjšajo zapoznelo mišično bolečino, ki se pojavi po vadbi, vendar ne vplivajo na mišično funkcijo.

Naše raziskave na področju hipoksične vadbe ugotavljajo skupni in posamezni učinek hipoksije in vadbe na apetit, presnovo, oksidativni stres in spanje. Spodbuda za te raziskave so rezultati o vplivu hipoksije na apetit in posledično tudi na telesno maso. Rezultati nakazujejo, da bi se hipoksična vadba lahko uporabljala kot en del **terapije za metabolni sindrom**. Glede na resne zdravstvene težave, ki jih povzročata prekomerna debelost pri odraslih, pa tudi pri otrocih, v Evropi, je preprečevanje prekomerne teže ena od glavnih prioriteta na področju zdravja.

Dandanašnja invalidnost ni več prepreka za sodelovanje pri rekreaciji in aktivnosti na terenu. Na primer veliko paraplegikov se potaplja avtonomno z ustrezno potapljaško opremo. V sodelovanju z Univerzitetnim kliničnim centrom Maribor smo preučevali vpliv potapljanja v mrzli vodi na fiziološke odzive paraplegičnih potapljačev. Osredinili smo se predvsem na avtonomne termoregulacijske odzive in na njihovo zmožnost vzdrževanja temperature telesnega jedra v simuliranih razmerah potapljanja v mrzli vodi.



Slika 7: Preizkušanje kompresijskih nogavic

S podporo Slovenske fundacije za šport smo preučevali **vpliv nadmorske višine na dejavnike**, ki bi lahko vplivali na **spodobnost otrok pri alpskem smučanju**. Današnji tehnološki razvoj omogoča družinam dnevne smučarske izlete na smučišča, ki so na večjih nadmorskih višinah. Nekatera smučišča so na višinah, kjer hipoksija že vpliva na delovanje različnih fizioloških sistemov. V Nordijskem centru Planica smo simulirali družinske ekskurzije na večje nadmorske višine. Rezultati dokazujejo, da bivanje na nadmorski višini 3 000 m vpliva na fizično sposobnost odraslih in otrok, vendar ni znatne razlike vpliva hipoksije med odraslimi in otroci pri fizioloških dejavnikih, ki so ključni za varno smučanje na takšnih višinah.

Klimatske spremembe so največja globalna grožnja človeštvu v 21. stoletju. Zaradi globalnega segrevanja se povečuje frekvenca, dolžina in jakost vročinskih valov, predvsem v poletnem času. Posledice vročinskih valov so znatne za delavce v ključnih evropskih industrijah: proizvodnja, transport, gradbeništvo, kmetijstvo in turizem. Delavci v teh panogah so

najbolj izpostavljeni temperaturnim spremembam. Poleg že znanih negativnih učinkov temperature na zdravje človeka temperatura tudi zmanjša produktivnost. Dokazano je, da se za vsako stopinjo nad 25 °C produktivnost človeka zmanjša za 2 %. Cilj evropskega projekta "Heat Shield", ki ga izvajamo v okviru Obzorja 2020, je **zmanjšati negativni vpliv vročinskih valov** oziroma visoke temperature na delavce v omenjenih ključnih industrijah. V sodelovanju z industrijskim partnerjem Odelo smo se lotili teh težav v industrijski proizvodnji.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. J. Babič, E. Oztop, and M. Kawato: Human motor adaptation in whole body motion. Scientific reports, 6 (2016), 32868-1-32868-12
2. M. Deniša, A. Gams, A. Ude, and T. Petrič : Learning compliant movement primitives through demonstration and statistical generalization. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 21 (2016) 5, 2581-2594
3. E. Rueckert, J. Čamernik, J. Peters, and J. Babič: Probabilistic movement models show that postural control precedes and predicts volitional motor control. Scientific reports, 6 (2016), 28455-1-28455-12

4. A. Gams, T. Petrič, M. Do, B. Nemeč, J. Morimoto, T. Asfour, and A. Ude: Adaptation and coaching of periodic motion primitives through physical and visual interaction, *Robotics and Autonomous Systems*, 75 (2016), 340–351
5. L. Peternel, T. Petrič, T. Noda, A. Ude, J. Morimoto, and J. Babič: Adaptive control of exoskeleton robots for periodic assistive behaviours based on EMG feedback minimisation, *PLoS ONE*, 11 (2016) 2, e0148942
6. T. Debevec, E. J. Simpson, I. B. Mekjavič, O. Eiken, and I. A. Macdonald: Effects of prolonged hypoxia and bed rest on appetite and appetite-related hormones. *Appetite*, 107 (2016), 28–37
7. I. B. Mekjavič, M. Amon, R. Kölegård, S. N. Kounalakis, L. Simpson, O. Eiken, M. E. Keramidis, and I. A. Macdonald: The effect of normobaric hypoxic confinement on metabolism, gut hormones, and body composition: promised and limitations. *Frontiers in physiology*, 7 (2016), 202-1–202-13
8. T. Debevec, V. Pialoux, S. Ehrström, A. Ribon, O. Eiken, I. B. Mekjavič, and G. P. Millet: Femhab: the effects of bed rest and hypoxia on oxidative stress in healthy females. *Journal of applied physiology*, 120 (2016) 8, 930–938

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 6th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation (PPTR), Ljubljana, 5.–9. 12. 2016
2. Delavnica na European Robotics Forum (ERF 2016): Efficient Robot Programming, Force Control and Passive Reconfiguration Technologies for Fast Set-Up of Robotic Workcells, Ljubljana, 23. 3. 2016
3. Delavnica na eni največjih robotskih konferenc IROS 2016: Human-Robot Collaboration: Towards Co-Adaptive Learning Through Semi-Autonomy and Shared Control, Daejeon, Koreja, 10. 10. 2016
4. Uvodni sestanek evropskega projekta SPEXOR, Ljubljana, 28.–29. 1. 2016
5. Sestanek evropskega projekta ReconCell, Ljubljana, 10.–20. 9. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Stimulatorji in deli  
prof. dr. Aleš Ude
2. Yaskawa: Avtonomno robotsko poliranje in brušenje  
Yaskawa Electric Corporation  
prof. dr. Aleš Ude
3. Kimberly-Clark - Razvoj LCD filtra v letu 2016  
Kimberly-Clark  
doc. dr. Leon Žlajpah
4. Kimberly Clark: Stetson in stebri udobja  
Kimberly-Clark  
prof. dr. Igor Mekjavič
5. Yaskawa: Robotsko programiranje s posnemanjem za poliranje in brušenje  
Yaskawa Electric Corporation  
prof. dr. Aleš Ude
6. 7. OP - ACAT; Učenje in izvedba akcijskih kategorij  
Evropska komisija  
prof. dr. Aleš Ude
7. 7. OP - CoDyCo; Podajni dinamični dotiki celega telesa pri kognitivnih robotih  
Evropska komisija  
doc. dr. Jan Babič
8. COST CA16116 - 20786; Obtelesni roboti za izboljšanje, pomoč ali nadomestitev  
človekovih motoričnih funkcij  
Cost Office  
doc. dr. Jan Babič
9. H2020 - HEAT-SHIELD; TOPLOTNI ŠČIT; Vpliv vročinskih valov na delavce v industriji  
Evropska komisija  
prof. dr. Igor Mekjavič
10. H2020 - AUTOWARE; Brežžična, avtonomna in robustna arhitektura za kognitivno  
proizvodnjo  
Evropska komisija  
prof. dr. Aleš Ude
11. H2020 - ReconCell; Rekonfigurabilna robotska celica za hitro postavitev  
avtomatiziranih montažnih procesov v manjših in srednjih podjetjih  
Evropska komisija  
prof. dr. Aleš Ude
12. H2020 - SPEXOR; Spinalni robotski eksoskelet za preprečevanje bolečin v hrbtu in  
poklicno rehabilitacijo  
Evropska komisija  
doc. dr. Jan Babič
13. Vodenje dvoročne fizične interakcije med človekom in robotom za rehabilitacijo in  
uporabo v industriji  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Andrej Gams
14. Izboljšanje napovedi optimizacijskih metod vodenja na osnovi modela za visoko  
zmogljive bipedalne robotske mehanizme na osnovi učenja začetnih približkov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Andrej Gams
15. Raziskava merila optimalnosti gibanja celotnega človeškega telesa z uporabo  
inverznega okrepljenega učenja  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
doc. dr. Jan Babič

## PROGRAM

1. Avtomatika, robotika in biokibernetika  
prof. dr. Igor Mekjavič

## PROJEKTI

1. Učenje in avtonomna adaptacija dvoročnih montažnih in servisnih nalog  
prof. dr. Aleš Ude
2. Kardiorespiratorni odzivi med hipoksično vadbo pri prezgodaj rojenih posameznikih  
doc. dr. Tadej Debevec
3. Metode algebre in funkcionalne analize v teoriji in praksi finančne matematike  
prof. dr. Igor Klep
4. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti  
doc. dr. Igor Kovač
5. Servisne usluge – tujina  
prof. dr. Igor Mekjavič

## VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Izdelava specifikacij in načrtovanje rešitev za nov sistem avtomatizirane priprave,  
nadzora in krmiljenja  
Žito, prehrabena industrija, d. o. o.  
dr. Anton Ružič
2. Preprečevanje vnetja mišic z uporabo kompresijskih nogavic  
Intersocks, d. o. o., Kočevje  
prof. dr. Igor Mekjavič

## OBISKI

1. dr. Han Houdijk, Helimare, Amsterdam, Nizozemska, 28.-30. 1. 2016
2. dr. Coen van Bannek, Helimare, Amsterdam, Nizozemska, 28.-30. 1. 2016
3. Idsart Kingma, Vrije Universiteit, Amsterdam, Nizozemska, 28.-30. 1. 2016
4. Jacob Hendrik Van Dieen, Amsterdam, Nizozemska, 28.-30. 1. 2016
5. prof. Ludovic Righetti, Max Planck Institute, Nemčija, 30. 3.-2. 4. 2016
6. dr. Diane Cooper, DLR, Köln, 14.-28. 2. 2016
7. prof. dr. Egon Muller, Technische Universität Chemnitz, Chemnitz, Nemčija, 21.-24. 3. 2016
8. Michael Koehle, University of British Columbia, Velika Britanija, 7.-9. 3. 2016
9. Mathias Poussel, Centre Hospitalier Regional Universitaire de NANCY, Lozana, Švica, 9.-12. 5. 2016
10. prof. Mikael Grönkvist, KTH, Stockholm, Švedska, 29. 3.-8. 4. 2016
11. prof. dr. Ola Eiken, KTH, Stockholm, Švedska, 29. 3.-8. 4. 2016
12. dr. Mirko Raković, Univerza v Novem Sadu, Srbija, 10.-12. 5. 2016
13. dr. Srđan Savić, Univerza v Novem Sadu, Srbija, 10.-12. 5. 2016
14. dr. Milutin Nikolić, Univerza v Novem Sadu, Srbija, 10.-12. 5. 2016
15. Aleksandar Batinić, Univerza v Novem Sadu, Srbija, 10.-12. 5. 2016
16. prof. dr. Craig Asmundson, Univerza Simon Frazer, Vancouver, Kanada, 12.-13. 5. 2016
17. Franck Buret, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 6.-10. 6. 2016
18. Manish Raval, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 6.-10. 6. 2016
19. Damon Larkin, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 6.-10. 6. 2016
20. Lenox Wilson, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 6.-10. 6. 2016
21. Pam Mayberry, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 3.-11. 6. 2016
22. Stephanie Teat, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 3.-11. 6. 2016
23. Roberto Greselin, Kimberly Clark, Roswell, ZDA, 8.-9. 6. 2016
24. dr. Kai Salminen, Hermia Group New Factory Ltd, Tampere, Finska, 23.-28. 7. 2016
25. Michael Kaplin, Eberhard Karls University Tuebingen, Dettingen, Nemčija, 3. 10.-4. 11. 2016
26. Marc Piggemeyer, Institute for Man-Machine Interaction, RWTH Aachen University, Aachen, Nemčija, 28. 8.-3. 9. 2016
27. Anders Prier Lindvig, University of Southern Denmark, Odense, Danska, 12.-20. 9. 2016
28. Prof. Ken Parsons, Univerza Loughborough, Leicestershire, Velika Britanija, 4.-10. 12. 2016
29. Alex Buoite Stella, Univerza v Udinah, Udine, Italija, 4.-9. 12. 2016
30. dr. Jessica Mee, Bangor University, Bangor, Gwynedd, Velika Britanija, 4.-9. 12. 2016
31. dr. Oliver Gibson, Brunel University, London, Velika Britanija, 4.-9. 12. 2016
32. dr. Yungbin Kim, Seoul National University, Seoul, Južna Koreja, 4.-10. 12. 2016
33. Sora Shin, Seoul National University, Seoul, Južna Koreja, 3.-9. 12. 2016
34. Panagiotis Miliotis, National and Kapodistrian University of Athens, 4.-10. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. doc. dr. Jan Babič: Kako ljudje in kako naj bi roboti »ohranjali stik z okolico«, 25. 11. 2016
2. Martin Bem, mag. inž. str.: Simulator železdca, 12. 2. 2016
3. Robert Bevec, univ. dipl. inž. el.: Izluščanje predmetov na brezpilotnih letalih za manipulacijo v zraku z uporabo nizkih cenovnih senzorjev, 12. 2. 2016
4. Mišel Cevzar, dipl. var.: Analiza EMG-signalov z uporabo odprtokodnih naprav, 19. 12. 2016
5. Jernej Čamerlik, prof. šp. vzg.: Odzivi kontrole ravnotežja na neprekinjeno motnjo z in brez uporabe ročaja, 22. 4. 2016
6. doc. dr. Tadej Debevec: Hipoksična toleranca otrok, 18. 3. 2016
7. Miha Deniša, univ. dipl. inž. el.: Uporaba hierarhične baze gibanj za razpoznavo človeka in izvedbo gibanj s človekom, 11. 3. 2016
8. Miha Dežman, mag. inž. str.: Naprava za direktno fotolitografijo na osnovi sistema digitalnih mikro zrcal, 16. 10. 2016
9. doc. dr. Andrej Gams: O metodah treniranja dinamičnih generatorjev gibov, 27. 5. 2016
10. Timotej Gašpar, mag. inž. el.: Vodenje robota PA-10 preko UDP-ARCNET strežnika Control of PA-10 robot with UDP-ARCNET server, 16. 10. 2016
11. Rok Goljat, mag. inž. el.: Nekateri postopki za izboljšanje in poravnanje podvodnih slik, 11. 3. 2016
12. doc. dr. Igor Kovač in prof. dr. Niko Heraković, Fakulteta za strojništvo: Vitka proizvodnja z nadgradnjo, 6. 5. 2016
13. Aljaž Kramberger, mag. inž. meh.: Posploševanje robotskih gibov z upoštevanjem sil in navorov za namene robotske montaže, 22. 4. 2016
14. dr. Nejc Likar: Sodelovanje človek- dvoročni robot: implementacija regulacijske sheme na osnovi pasivnosti, 15. 4. 2016
15. dr. Adam McDonnell: Zdravljenje zakasnele mišične bolečine s pomočjo kompresijskih nogavic, 6. 5. 2016
16. prof. dr. Matjaž Omladič: Globoko spodbujevano učenje v robotiki, 16. 12. 2016
17. Rok Pahič, mag. inž. str.: Metode določanja karakteristik hidravličnih regulacijskih potnih ventilov, 19. 12. 2016

18. Simon Reberšek, univ. dipl. inž. el.: Aplikacija strojnega vida z uporabo oblaka točk, 2. 12. 2016
19. dr. Barry Ridge: Razvoj postopkov pri učenju lastnosti objektov z uporabo akcij, 4. 3. 2016
20. dr. Anton Ružič: Robotsko podprta vizualna kontrola kvalitete prozornih objektov, 10. 6. 2016
21. Alexandros Sotiridis: Vpliv nitratov na arterijski pritisk med počitkom in neintenzivno vadbo, 2. 12. 2016
22. prof. dr. Aleš Ude: Parametrizacija dinamičnih generatorjev gibov z naravnim parametrom, 17. 6. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Jan Babič: International Symposium on the Neuromechanics of Human Movement, Heidelberg, Nemčija, 4.-6. 10. 2016 (1)
2. Jan Babič: »9th Interdisciplinary World Congress on Low Back and Pelvic Girdle Pain«, Singapur, Singapur, 28. 10.-6. 11. 2016 (1)
3. Jan Babič: International Symposium on the Neuromechanics of Human Movement, 4.-6. 10. 2016, Heidelberg, Nemčija (1)
4. Jan Babič, Tadej Debevec, Miha Deniša, Miha Dežman, Andrej Gams, Aljaž Kramberger, Tadej Petrič, Aleš Ude: 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, Beograd, Srbija, 30. 6.-2. 7. 2016 (5)
5. Jan Babič, Rok Goljat, Aljaž Kramberger, Bojan Nemeč, Tadej Petrič, Barry Ridge, Aleš Ude: IEEE-RAS 16th International Conference on Humanoid Robots, 15.-17. 11. 2016 (6)
6. Jan Babič, Zrinka Potočanac: 26th NCM Annual Meeting of the Society for the Neural Control of Movement, 24.-29. 4. 2016, Montego Bay, Jamajka (1)
7. Urša Ciuha, Igor Mekjavič: 6th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applied Climatology, ECAC, 12.-16. 9. 2016, Trst, Italija (2)
8. Urša Ciuha, Tadej Debevec, Mitja Gliha, Adam McDonnell, Igor Mekjavič: 6th International Meeting of the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation Society, 5.-9. 12. 2016, Ljubljana (4)
9. Tadej Debevec, Adam McDonnell, Igor Mekjavič: Youth sport, 5.-9. 12. 2016, Ljubljana (6)
10. Tadej Debevec, Adam McDonnell, Igor Mekjavič: 21st Annual Congress of the European College of Sport Science, 6.-9. 7. 2016, Dunaj, Avstrija (1)
11. Andrej Gams, Aleš Ude: ICRA 2016, 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation 16.-21. 5. 2016, Stockholm, Švedska (1)
12. Andrej Gams: Adaptive Frequency Oscillators Workshop @ EPFL, vabljeno predavanje, Laussane, Švica, 24.-26. 11. 2016 (1)
13. Igor Klep: 22nd International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems, University of Minnesota, Minneapolis, ZDA, 12.-15. 7. 2016 (1)
14. Igor Klep: International Workshop on Operator Theory and Applications, Washington University in St. Louis, ZDA, 18.-22. 7. 2016 (1)
15. Igor Klep: Domains of noncommutative rational functions and their matrix pencil realizations, Texas A&M University, Texas, ZDA, 1. 8. 2016 (1)
16. Marjeta Kramar Fijavž: Symposium Power of Microbes in Industry and Environment, 6.-10. 3. 2016, Trst, Italija (1)
17. Aljaž Kramberger: EU robotics form, 21.-23. 3. 2016, Ljubljana
18. Igor Mekjavič: Symposium Power of Microbes in Industry and Environment, 28. 9.-1. 10. 2016, Krk, Hrvaška
19. Bojan Nemeč, Tadej Petrič, Aleš Ude, Rok Vuga: IROS 2016, 2016/IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 9.-14. 10. 2016, Daejeon, Koreja (2)
20. Zrinka Potočanac: Contribution of the support leg to online movement adjustments during tripping, 26th NCM Annual Meeting of the Society for the Neural Control of Movement, 24.-29. 4. 2016, Montego Bay, Jamajka (1)
21. Aleš Ude: Industrijski forum IRT, 6.-7. 6. 2016, Portorož
22. Leon Zlajpah: 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, Beograd, Srbija, 30. 6.-2. 7. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Robert Bevec: Univerza v Sevilji, Španija, 28. 9. 2015-4. 1. 2016 (strokovno izpopolnjevanje)
2. Rok Goljat: ATR, Kyoto, Japonska, 31. 7.-30. 9. 2016 (izobraževanje)
3. Aleš Ude: Yaskawa, ATR, Kyoto, Kitakyushu, Japonska, 28. 6.-1. 9. 2016 (delo pri projektu Yaskawa in sodelovanje z ATR)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Jan Babič
2. doc. dr. Tadej Debevec
3. doc. dr. Andrej Gams
4. doc. dr. Igor Kovač
5. prof. dr. Igor Mekjavič, znanstveni svetnik
6. doc. dr. Bojan Nemeč, vodja laboratorija
7. dr. Matjaž Omladič, znanstveni svetnik
8. dr. Tadej Petrič
9. doc. dr. Dušan Ponikvar\*
10. dr. Anton Ružič
11. **prof. dr. Aleš Ude, znanstveni svetnik - vodja odseka**
12. doc. dr. Leon Žlajpah, znanstveni svetnik

### Podoktorski sodelavci

13. dr. Urša Ciuha
14. prof. dr. Igor Klep
15. prof. dr. Tomaž Košir\*
16. doc. dr. Marjeta Kramar Fijavž\*
17. dr. Nejc Likar
18. dr. Adam Mc Donnell
19. dr. Zrinka Potočanac
20. dr. Barry Martin Ridge
21. doc. dr. Klemen Šivic\*
22. *dr. Rok Vuga, odsel 1. 6. 2016*

### Mlajši raziskovalci

23. Robert Bevec, univ. dipl. inž. el.
24. Jernej Čamerlik, prof. šp. vzg.
25. Miha Deniša, univ. dipl. inž. el.
26. Miha Dežman, mag. inž. str.
27. Timotej Gašpar, Bolonjski študij II. stopnja
28. Rok Goljat, mag. inž. el.
29. Aljaž Kramberger, mag. inž. meh.
30. Rok Pahič, mag. inž. str.
31. Martin Pečar, univ. dipl. mat.
32. Alexandros Sotiridis, Bsc. in Physical Education and Sport Science

### Strokovni sodelavci

33. Martin Bem, mag. inž. str.
34. Mišel Cevzar, dipl. var. (VS)
35. Damjan Fink
36. Simon Reberšek, univ. dipl. inž. el.
37. Bogomir Vrhovec, univ. dipl. inž. rač. in inf.

### Tehniški in administrativni sodelavci

38. Tanja Dragojevič, dipl. soc. del.
39. *Anja Gosar, 1. 12. 2016 razporeditev v odsek U1*
40. Marija Kavčič, dipl. ekon.
41. Jana Stanič
42. Danijela Zeljković Anžiček, mag. posl. ved

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Aalborg University, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Danska
2. ATR, Computational Neuroscience Laboratories, Kyoto, Japonska
3. Australian Government, Department of Defence, Defence Materiel Organisation, Australian High Commission, Australia House, London
4. b-Cat, Tiel, Nizozemska
5. Bernstein Center for Computational Neuroscience, Göttingen, Germany
6. Celica, d. o. o., Ljubljana
7. Charite – Universitätsmedizin Berlin, Nemčija
8. CSIC, Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, Barcelona, Španija
9. Deutsches Zentrum Fuer Luft – und Raumfahrt EV, Köln, Nemčija
10. DLR, Köln, Nemčija
11. Emona RCP, d. o. o.
12. EPFL, Biorobotics Laboratory, Lausanne, Švica
13. European Space Agency (ESA), Noordwijk, Nizozemska
14. GEOX, s. p. A., Trbiž, Italija
15. Hellenic Military University, Faculty of Physical and Cultural Education. Human Performance – Rehabilitation Laboratory, Atene, Grčija
16. Imperial College London, Intelligent Systems and Networks Group, Velika Britanija
17. Inštitut za rehabilitacijo RS, Ljubljana
18. Iskratel, d. o. o., Kranj
19. Italian Institute of Technology, Genova, Italija
20. Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Anthropomatics, Nemčija
21. Kimberly- Clark Global Sales, LLC, Georgia, ZDA
22. Kobe University, The Laboratory for Applied Human Physiology, Japonska
23. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
24. Kungliga Tekniska Kogeskolan - KTH, Stockholm, Švedska
25. Libela Elsi, d. o. o.
26. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Nemčija
27. MotomanRobotec, d. o. o., Ribnica
28. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
29. National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of physical education and sport science, Department of sport medicine and biology of exercise, Atene, Grčija
30. NELA razvojni center, d. o. o., Železniki
31. Odelo, d. o. o., Prebold
32. Politecnico di Milano, Italija
33. Podkrižnik, d. o. o., Nazarje
34. RC eNeM, d. o. o., Hrastnik
35. Royal Institute of Technology, School of Health and Technology, Department of Environmental Physiology Berzelius v. 13, Stockholm, Švedska
36. RWTH Aachen, Institute of Man-Machine Interaction, Nemčija
37. Steklarna Hrastnik, d. d., Hrastnik
38. Tampere University of Technology, Institute of Production Engineering, Finska
39. Technische Universität Darmstadt, Nemčija
40. UCS, d. o. o., Vrhnika
41. Università degli studi di Bologna, Italija
42. Università degli studi di Trieste, Italija
43. Università degli studi di Udine, Italija
44. Université Louis Pasteur, Laboratoire d'Imagerie et de Neurosciences Cognitives, Strasbourg, Francija
45. University of Birmingham, Birmingham, Velika Britanija
46. University of Bremen, Institute of Artificial Intelligence, Nemčija
47. University of Edinburgh, School of Informatics, Velika Britanija
48. University of Innsbruck, Avstrija
49. University of Notre Dame, ZDA
50. University of Nottingham, Velika Britanija
51. University of Portsmouth, The Human and Applied Physiology Laboratory, Anglija
52. University of Southern Denmark, Maersk McKinney Moller Institute, Odense, Danska
53. University of Wollongong, The Thermal Physiology Laboratory, Avstralija
54. University of Texas at Austin, ZDA
55. University Pierre and Marie Curie, Pariz, Francija
56. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
57. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana
58. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
59. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana
60. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Ljubljana
61. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Odsek za fizioterapijo
62. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor
63. Univerza v Trstu, Medicinska fakulteta, Italija
64. Univerza v Zagrebu, Hrvaška
65. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Očesna klinika
66. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ortopedska klinika
67. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični inštitut za klinično nefrofiziologijo
68. Vytautas Magnus University, Faculty of Informatics, Kaunas, Litva
69. W. L. Gore & Associates, München, Nemčija
70. Yaskawa Electric Corporation, Fukuoka, Japonska
71. Yaskawa RISTRO, d. o. o., Ribnica
72. Yaskawa Slovenija, d. o. o., Ribnica
73. Zavod Biomedicinska razvojna inovacijska skupina, Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Jan Babič, Erhan Oztup, Mitsuo Kawato, "Human motor adaptation in whole body motion", *Scientific reports*, vol. 6, str. 32868-1-32868-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29739303]
2. Urška Ciuha, Mikael Grönkvist, Igor B. Mekjavič, Ola Eiken, "Strategies for increasing evaporative cooling during simulated desert patrol mission", *Ergonomics*, vol. 59, no. 2, str. 298-309, 2016. [COBISS.SI-ID 28850471]
3. Urška Ciuha, Igor B. Mekjavič, "Regional thermal comfort zone in males and females", *Physiol. behav.*, vol. 161, str. 123-129, 2016. [COBISS.SI-ID 29460263]
4. Jernej Čamernik, Zrinka Potočanac, Luka Peternel, Jan Babič, "Holding a handle for balance during continuous postural perturbations: immediate and transitional effects on whole body posture", *Front. hum. neurosci.*, vol. 10, str. 486-1-486-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29743399]
5. Tadej Debevec, Vincent Pialoux, Sabine Ehrström, Alexandra Ribon, Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, Grégoire P. Millet, "FemHab: the effects of bed rest and hypoxia on oxidative stress in healthy females", *J Appl Physiol*, vol. 120, no. 8, str. 930-938, 2016. [COBISS.SI-ID 29202983]
6. Tadej Debevec, Elizabeth J. Simpson, Igor B. Mekjavič, Ola Eiken, Ian A. Macdonald, "Effects of prolonged hypoxia and bed rest on appetite and appetite-related hormones", *Appetite*, vol. 107, str. 28-37, 2016. [COBISS.SI-ID 29620263]
7. Miha Deniša, Andrej Gams, Aleš Ude, Tadej Petrič, "Learning compliant movement primitives through demonstration and statistical generalization", *IEEE/ASME trans. mechatron.*, vol. 21, no. 5, str. 2581-2594, 2016. [COBISS.SI-ID 29133351]
8. Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, Stylianos N. Kounalakis, Roger Kölegård, "Pressure distension in leg vessels as influenced by prolonged bedrest and a pressure habituation regimen", *J Appl Physiol*, vol. 120, no. 12, str. 1458-1465, 2016. [COBISS.SI-ID 29476135]
9. Helio Fernandez Tellez, Shawnda A. Morrison, X Neyt, O. Mairesse, Maria Francesca Piacentini, E Macdonald-Nethercott, Andrej Pangerc, Leja Dolenc-Grošelj, Ola Eiken, Nathalie Pattyn, Igor B. Mekjavič, Romain Meeusen, "Exercise during short-term and long-term continuous exposure to hypoxia exacerbates sleep-related periodic breathing", *Sleep (New York)*, vol. 39, iss. 4, str. 773-783, 2016. [COBISS.SI-ID 1538267332]
10. Andrej Gams, Tadej Petrič, Martin Do, Bojan Nemeč, Jun Morimoto, Tamim Asfour, Aleš Ude, "Adaptation and coaching of periodic motion primitives through physical and visual interaction", *Robot. auton. syst.*, vol. 75, part B, str. 340-351, 2016. [COBISS.SI-ID 29178919]
11. Polona Jaki, Eva Lenassi, Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, "Effect of acute hypercapnia during 10-d hypoxic bed rest on posterior eye structures", *J Appl Physiol*, vol. 120, no. 10, str. 1241-1248, 2016. [COBISS.SI-ID 29395751]
12. Michail E. Keramidas, Roger Kölegård, Igor B. Mekjavič, Ola Eiken, "PlanHab: hypoxia exaggerates the bed-rest-induced reduction in peak oxygen uptake during upright cycle ergometry", *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, vol. 311, no. 2, str. H453-H464, 2016. [COBISS.SI-ID 29674279]
13. Michail E. Keramidas, Igor B. Mekjavič, Roger Kölegård, Alexander Choukèr, Claudia Strewé, Ola Eiken, "PlanHab: hypoxia counteracts the erythropoietin suppression, but seems to exaggerate the plasma volume reduction induced by 3 weeks of bed rest", *Physiol. reports*, vol. 4, no. 7, str. e12760-1-e12760-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29436199]
14. Michail E. Keramidas, Nektarios Stavrou, Stylianos N. Kounalakis, Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, "Severe hypoxia during incremental exercise to exhaustion provokes negative post-exercise affects", *Physiol. behav.*, vol. 156, str. 171-176, 2016. [COBISS.SI-ID 29274919]
15. Igor Klep, Scott McCullough, Christopher Nelson, "On trace-convex noncommutative polynomials", *Mich. math. j.*, vol. 65, iss. 1, str. 131-146, 2016. [COBISS.SI-ID 17668185]
16. Aljaž Kramberger, Rok Piltaver, Bojan Nemeč, Matjaž Gams, Aleš Ude, "Learning of assembly constraints by demonstration and active exploration", *Ind. rob.*, vol. 43, no. 5, str. 524-534, 2016. [COBISS.SI-ID 29708071]
17. Polona Kraner Zrim, Igor B. Mekjavič, Tatjana Rijavec, "Properties of laminated silica aerogel fibrous matting composites for footwear applications", *Tex. res. j.*, vol. 86, no. 10, str. 1063-1073, 2016. [COBISS.SI-ID 3166064]
18. Tijs Louwies, Polona Jaki, Bianca Cox, Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, Stylianos N. Kounalakis, Patrick De Boever, "Separate and combined effects of hypoxia and horizontal bed rest on retinal blood vessel diameters", *Invest. ophthalmol. visual sci.*, vol. 57, no. 11, str. 4927-4932, Sep. 2016. [COBISS.SI-ID 3179948]
19. Igor B. Mekjavič, Mojca Amon, Roger Kölegård, Stylianos N. Kounalakis, Liz Simpson, Ola Eiken, Michail E. Keramidas, Ian A. Macdonald, "The effect of normobaric hypoxic confinement on metabolism, gut hormones, and body composition: promised and limitations", *Front. physiol.*, vol. 7, str. 202-1-202-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29719079]
20. Grégoire P. Millet, Tadej Debevec, Franck Brocherie, Davide Malatesta, Oliver Girard, "Therapeutic use of exercising in hypoxia: promises and limitations", *Front. physiol.*, vol. 7, art. 224, 2016. [COBISS.SI-ID 29520935]
21. Shawnda A. Morrison, Andrej Pangerc, Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, Leja Dolenc-Grošelj, "Effect of exercise on night periodic breathing and loop gain during hypoxic confinement", *Respirology*, vol. 21, iss. 4, str. 746-753, May 2016. [COBISS.SI-ID 1538110148]
22. Luka Peternel, Tomoyuki Noda, Tadej Petrič, Aleš Ude, Jun Morimoto, Jan Babič, "Adaptive control of exoskeleton robots for periodic assistive behaviours based on EMG feedback minimisation", *PLoS one*, vol. 11, no. 2, str. 0148942-1-0148942-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29294631]
23. Tim Podlogar, Tadej Debevec, "Effects of 14-day high-carbohydrate diet on exercise performance of a low-carbohydrate adaptive athlete - case study", *Kinesiol. Slov.*, lLetn. 22, št. 1, str. 37-46, 2016. [COBISS.SI-ID 29521191]
24. Zrinka Potočanac, Mirjam Pijnappels, Sabine Verschuere, Jaap van Dieën, Jacques Duysens, "Two stage muscle activity responses in decisions about leg movement adjustments during trip recovery", *Journal of neurophysiology*, vol. 115, no. 1, str. 143-156, 2016. [COBISS.SI-ID 29163047]
25. Alexandra Ribon, Vincent Pialoux, Jonas J. Saugy, Thomas Rupp, Raphael Faiss, Tadej Debevec, Grégoire P. Millet, "Exposure to hypobaric hypoxia results in higher oxidative stress compared to normobaric hypoxia", *Respiratory physiology & neurobiology*, vol. 233, str. 23-27, 2016. [COBISS.SI-ID 29127719]
26. Joern Rittweger et al. (11 avtorjev), "On the combined effects of normobaric hypoxia and bed rest upon bone and mineral metabolism: results from the PlanHab study", *Bone*, vol. 91, str. 130-138, 2016. [COBISS.SI-ID 29642279]
27. Elmar Rueckert, Jernej Čamernik, Jan Peters, Jan Babič, "Probabilistic movement models show that postural control precedes and predicts volitional motor control", *Scientific reports*, vol. 6, str. 28455-1-28455-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29583399]
28. Erik Rullman, Igor B. Mekjavič, Helene Fischer, Ola Eiken, "PlanHab PlanHab (Planetary Habitat Simulation): the combined and separate effects of 21 days bed rest and hypoxic confinement on human skeletal muscle miRNA expression", *Physiol. reports*, vol. 4, no. 8, str. e12753-1-e12753-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29579559]
29. Elizabeth J. Simpson, Tadej Debevec, Ola Eiken, Igor B. Mekjavič, Ian A. Macdonald, "PlanHab: the combined and separate effects of 16 days bed rest and normobaric hypoxic confinement on circulating lipids and indices of insulin sensitivity in healthy men", *J Appl Physiol*, vol. 120, no. 8, str. 947-955, 2016. [COBISS.SI-ID 29181479]
30. Pablo Ramon Soria, Robert Bevec, Begoña C. Arrue, Aleš Ude, Anibal Ollero, "Extracting objects for aerial manipulation on UAVs using low cost stereo sensors", *Sensors*, vol. 16, no. 5, str. 700-1-700-19, 2016. [COBISS.SI-ID 29489959]
31. Rok Vuga, Bojan Nemeč, Aleš Ude, "Speed adaptation for self-improvement of skills learned from user demonstrations", *Robotica (Camb.)*, vol. 34, no. 12, str. 2806-2822, 2016. [COBISS.SI-ID 28656423]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Miha Deniša, Aleš Ude, "Movement recognition and cooperative task synthesis through hierarchical database search", V: *Papers*, 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, June 30th - July 2nd 2016, Belgrade, 7 str. [COBISS.SI-ID 29661479]

2. Miha Deniša, Aleš Ude, Andrej Gams, "Adaptation of motor primitives to the environment through learning and statistical generalization", V: *Advances in robot design and intelligent control: proceedings of the 24th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, (RAAD), [27-29 May 2015, Bucharest, Romania]*, (Advances in intelligent systems and computing, volume 371), str. 449-457. [COBISS.SI-ID 29182759]
3. Miha Dežman, Tadej Debevec, Jan Babič, Andrej Gams, "Effects of passive ankle exoskeleton on human energy expenditure: pilot evaluation", V: *Papers, 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, June 30th - July 2nd 2016, Belgrade, 8 str.* [COBISS.SI-ID 29660455]
4. Miha Dežman, Tadej Debevec, Jan Babič, Andrej Gams, "Passive ankle exoskeleton: design and practical evaluation", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 140-148.* [COBISS.SI-ID 29537831]
5. Andrej Gams, Tadej Petrič, "On-line modifications of robotic trajectories: learning, coaching and force vs. position feedback", V: *Papers, 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, June 30th - July 2nd 2016, Belgrade, 8 str.* [COBISS.SI-ID 29660711]
6. Andrej Gams, Aleš Ude, "On-line coaching of robots through visual and physical interaction: analysis of effectiveness of human-robot interaction strategies", V: *ICRA 2016, 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation, May 16-21, 2016, Stockholm, Sweden, str. 3028-3034.* [COBISS.SI-ID 29505319]
7. Aljaž Kramberger, Andrej Gams, Bojan Nemeč, Casper Schou, Dimitrios Chrysostomou, Ole Madsen, Aleš Ude, "Transfer of contact skills to new environmental conditions", V: *HUMANOIDS 2016, IEEE-RAS 16th International Conference on Humanoid Robots, November 15-17, 2016, Cancun, Mexico, str. 668-675.* [COBISS.SI-ID 29960743]
8. Aljaž Kramberger, Andrej Gams, Bojan Nemeč, Aleš Ude, "Generalization of orientational motion in unit quaternion space", V: *HUMANOIDS 2016, IEEE-RAS 16th International Conference on Humanoid Robots, November 15-17, 2016, Cancun, Mexico, str. 808-813.* [COBISS.SI-ID 29960999]
9. Aljaž Kramberger, Casper Schou, Dimitrios Chrysostomou, Andrej Gams, Ole Madsen, Aleš Ude, "Fast setup and adaptation of industrial assembly tasks with force-based exception strategies: pilot evaluation", V: *Papers, 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, June 30th - July 2nd 2016, Belgrade, 8 str.* [COBISS.SI-ID 29661223]
10. Igor B. Mekjavič, "Kampus Planica: predstavitev raziskovalnih del in dobre prakse: research and best practices", V: *Zbornik, IX. konferenca slovenskih znanstvenikov in gospodarstvenikov iz sveta in Slovenije, Ljubljana, 27.-28. oktober 2016, str. 134-136.* [COBISS.SI-ID 30052135]
11. Bojan Nemeč, Nejc Likar, Andrej Gams, Aleš Ude, "Bimanual human robot cooperation with adaptive stiffness control", V: *HUMANOIDS 2016, IEEE-RAS 16th International Conference on Humanoid Robots, November 15-17, 2016, Cancun, Mexico, str. 607-613.* [COBISS.SI-ID 29960487]
12. Luka Peternel, Erhan Oztop, Jan Babič, "A shared control method for online human-in-the-loop robot learning based on locally weighted regression", V: *IROS 2016, 2016/IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, September 28 - October 9-14, 2016, Daejeon, Korea, str. 3900-3906.* [COBISS.SI-ID 29904423]
13. Tadej Petrič, Andrej Gams, "Effect of sequence order on autonomous robotic database expansion", V: *Papers, 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, June 30th - July 2nd 2016, Belgrade, 8 str.* [COBISS.SI-ID 29660967]
14. Tadej Petrič, Rok Goljat, Jan Babič, "Augmentation of human arm motor control by isotropic force manipulability", V: *IROS 2016, 2016/IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, September 28 - October 9-14, 2016, Daejeon, Korea, str. 696-701.* [COBISS.SI-ID 29890343]
15. Tadej Petrič, Rok Goljat, Jan Babič, "Cooperative human-robot control based on Fitts' law", V: *HUMANOIDS 2016, IEEE-RAS 16th International Conference on Humanoid Robots, November 15-17, 2016, Cancun, Mexico, str. 345-350.* [COBISS.SI-ID 29961511]
16. Tadej Petrič, Aleš Ude, Auke Jan Ijspeert, "Autonomous learning of internal dynamic models for reaching tasks", V: *Advances in robot design and intelligent control: proceedings of the 24th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, (RAAD), [27-29 May 2015, Bucharest, Romania]*, (Advances in intelligent systems and computing, volume 371), str. 439-447. [COBISS.SI-ID 29182247]
17. Barry Ridge, Aleš Ude, "Action-grounded surface geometry and volumetric shape feature representations for object affordance prediction", V: *HUMANOIDS 2016, IEEE-RAS 16th International Conference on Humanoid Robots, November 15-17, 2016, Cancun, Mexico, str. 1022-1028.* [COBISS.SI-ID 29961255]
18. Aleš Ude, Rok Vuga, Bojan Nemeč, Jun Morimoto, "Trajectory representation by nonlinear scaling of dynamic movement primitives", V: *IROS 2016, 2016/IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, September 28 - October 9-14, 2016, Daejeon, Korea, str. 4728-4735.* [COBISS.SI-ID 29907495]
19. Adam Wolniakowski *et al.* (13 avtorjev), "Optimizing grippers for compensating pose uncertainties by dynamic simulation", V: *SIMPACT proceedings, 2016 IEEE International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots, Dec. 13-16, San Francisco, USA, 8 str.* [COBISS.SI-ID 30083367]
20. Tomaž Zavrl, Žiga Gosar, Igor Kovač, Aleš Ude, "Robotsko nalaganje kosov na plošče za planete za vakuumsko oslojevanje", V: *Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma, [8.] industrijski forum IRT, Portorož, 6. in 7. junij 2016, str. 51-55.* [COBISS.SI-ID 29551399]
21. Leon Žlajpah, "Kinematic control of redundant robots in changing task space", V: *Papers, 25th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD 2016, June 30th - July 2nd 2016, Belgrade, 8 str.* [COBISS.SI-ID 29660199]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Miha Deniša, Tadej Petrič, Andrej Gams, Aleš Ude, "A review of compliant movement primitives", V: *Robot control, Efrén Gorrostieta Hurtado, ur., Rijeka, InTech, 2016, str. 1-17.* [COBISS.SI-ID 29911079]

## SAMOSTOJNI STROKOVNI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Bojan Nemeč, "Robotika in smučanje", V: *Biorobotika, Tadej Bajd, ur., Ivan Bratko, ur., Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, = Academia scientiarum et artium Slovenica, 2016, str. 219-250.* [COBISS.SI-ID 40082477]

## DRUGO UČNO GRADIVO

1. Jan Babič, *Razumevanje in modeliranje človekovega gibanja v interakciji z okolico*, Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016. [COBISS.SI-ID 29627431]



**Dejavnost odseka 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, naprav oziroma industrijskih in drugih procesov.**

### Temeljne in uporabne raziskave

Raziskave so v letu 2016 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.

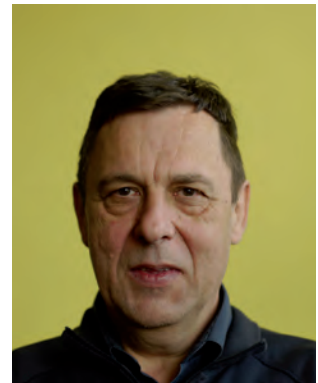
V okviru podpodročja metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja se je del aktivnosti nanašal na problematiko modeliranja (kompleksnih) dinamičnih sistemov. Raziskave so potekale na dveh področjih, in sicer na področju razvoja metod za modeliranje dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi in z ansambli dreves linearnih modelov. Pri prvi metodi smo nadaljevali raziskave na področju modeliranja za okoljske sisteme. Poleg tega je v letu 2016 izšla znanstvena monografija našega sodelavca o modeliranju in vodenju dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi pri mednarodni založbi Springer. Pri metodi modeliranja z ansambli dreves linearnih modelov je bilo žarišče raziskav modeliranje multivariabilnih sistemov in primerjava učinkovitosti z drugimi metodami modeliranja.

Drugo podpodročje raziskav v 2016 so napredni postopki vodenja zahtevnih procesov. Nadaljevali smo delo pri razvoju metod prediktivnega vodenja z uporabo hitrih sprotne optimizacijskih metod kvadratnega programiranja prvega reda. Z uporabo dekompozicije po singularnih vrednostih smo razvili napredni prediktivni regulator zunanje zanke regulatora toka in oblike preseka plazme za magnetno vodenje plazme v fuzijskem tokamaku reaktorju Iter, ga simulacijsko ovrednotili in ga numerično preizkusili v izvedbenem okolju Linux z nizko časovno zakasnitvijo. Na podlagi množice aktivnih omejitev smo našli natančno teoretično lokalno oceno hitrosti konvergence pri dualni gradientni metodi, ki razloži v numeričnih simulacijah opažene različne hitrosti konvergence (slika 1).

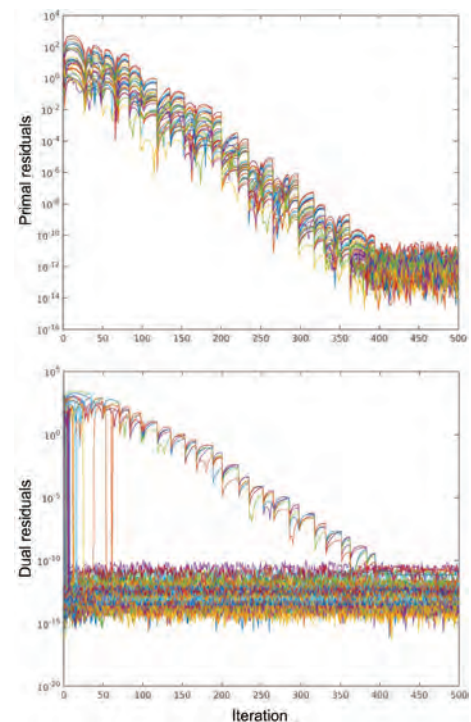
Tretje podpodročje dela pa je zajemalo raziskave, povezane z nadzorom stanja sistemov in diagnostiko napak. Nadaljevali smo delo na področju diagnostičnega odločanja. Predlagali smo metodo robustnega zaznavanja napak na osnovi fizikalnega modela. Metodologija združuje elemente modeliranja z Gaussovimi procesi ter Jensen-Renyeye divergence. Z Gausovim modelom najprej pokrhamo napake osnovnega modela, ki nastanejo zaradi raznih predpostavk pri fizikalnem modeliranju. Z uporabo Jensen-Renyeye divergence nato spremljamo odmike napovedi modelov ter meritev na napravi in tako sklepamo o prisotnosti napak. Metodologijo smo aplicirali na SOFC gorivne celice ter predstavili na konferenci SystOL v Barceloni, Španija. Zanesljiva napoved preostale trajnostne dobe strojev in naprav prav tako postaja pomembna funkcija sodobnih sistemov vodenja v okviru Industrije 4.0, saj omogoča doseganje maksimalne izkoriščenosti opreme in odpravo nepričakovanih zastojev. Na odseku smo razvili nov postopek napovedovanja preostale trajnostne dobe, ki na podlagi razpoložljivih podatkov iz stroja izračuna njeno porazdelitveno funkcijo. Postopek je uspešno demonstriran na primeru napovedovanja obrabe peskalnega stroja.

V letu 2016 smo nadaljevali delo pri diagnostiki PEM gorivnih celic z uporabo lastno razvite hitre elektrokemične impedančne spektroskopije. V zadnjih petih letih smo na področju diagnostike gorivnih celic PEM dosegli precej dobrih raziskovalnih in aplikativnih rezultatov. Vse te rezultate smo v letu 2016 predstavili v knjigi, ki je v postopku objave pri založbi Springer.

Na področju gradniki, orodja in znanja za implementacijo smo začeli aktivnosti posodobitve zasnove orodja za analizo in optimizacijo proizvodne učinkovitosti - ProOpter. V okviru teh aktivnosti so bile pregledane aktualne iniciative in smernice na področju pametnih tovarn. Fokus raziskav je bil na funkcionalni ter integracijski umestitvi orodja v ekosistem pametne proizvodnje



Vodja:  
**dr. Vladimir Jovan**

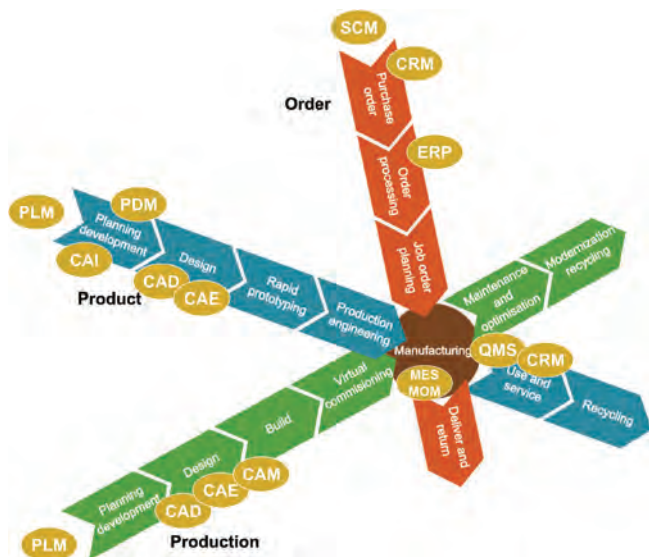


Slika 1: Potek konvergence primarnih (zgoraj) in dualnih (spodaj) residualov z iteracijo dualne pospešene gradientne metode z restarti pri optimizaciji primera kvadratnega programa regulatorja toka in oblike preseka plazme v enem časovnem koraku

**V seriji „Advances in Industrial Control“ je izšla knjiga »Modelling and Control of Dynamic Systems Using Gaussian Process Models« avtorja prof. dr. Juša Kocijana.**



**Sodelavec odseka Tomaž Kos je 6. decembra 2016 prejel Prešernovo nagrado Fakultete za elektrotehniko za samostojno delo: Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov.**



Slika 2: Ekosistem pametnih tovarn

hladilnih skrinj, ki implicitno upošteva tudi temperaturne omejitve po HACCP-standardu. Sistem istočasno omogoča prilagajanje skupne električne porabe želenemu profilu porabe.

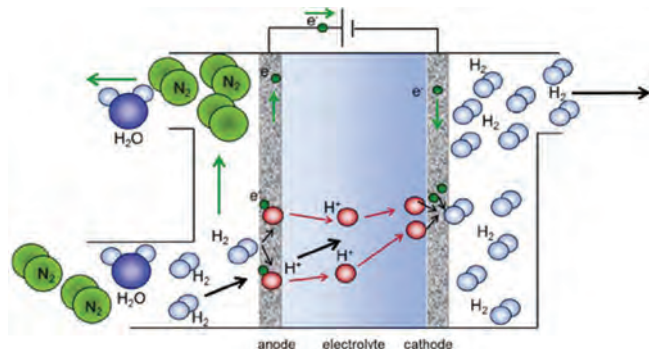
Za drugi tekoči projekt ARSS »Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesaženja zraka« smo izvajali raziskave algoritmov za modeliranje in napovedovanje za uporabo v mobilnih postajah. Poleg tega smo raziskovali metode empiričnega modeliranja za izboljšanje modeliranja in napovedovanje onesaženja zraka z ozonom nad področjem Slovenije kot primerom kompleksnega terena.

V podjetju Domel, d. o. o., smo vzpostavili novo preizkuševališče za elektronsko komutirane motorje tipa 771. V ta namen je bil razvit nov programski vmesnik za krmiljenje in spremljanje parametrov motorja. Preizkusna

proga je bila vključena v informacijski sistem podjetja Domel, d. o. o., v skladu z usmeritvami Industrija 4.0. Poleg tega je bil za Domel pripravljen laboratorijski merilni instrument za spremljanje vibracij z MEMS-pospeškomerom. Namen je raziskati mogoče načine vgradnje MEMS-pospeškomerov v obstoječe elektronsko komutirane motorje in ugotoviti, ali je vgradnja omenjenih senzorjev ekonomsko upravičena.

V okviru novega aplikativnega ARSS-projekta L2-7663 »Napovedovanje stanja iztrošenosti elektrokemičnih energetskih sistemov« so v 2016 potekale raziskave na področju modeliranja degradacijskih modelov PEM gorivnih celic. Za ta namen smo izdelali preizkusno progo za trajnostno preizkušanje PEM gorivnih celic v različnih delovnih razmerah.

**V programu Horizon 2020 smo v okviru področja Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking pridobili dva nova projekta s področja razvoja vodikovih tehnologij (Memphys, Insight).**



Slika 3: Princip elektrokemičnega komprimiranja in čiščenja vodika

ter arhitekturni nadgradnji, ki mora slediti smernicam Industrije 4.0 (IoT, oblachne tehnologije itd.) (slika 2).

V preteklem letu je večje število sodelavcev odseka v sodelovanju z drugimi partnerji intenzivno delalo pri pripravi prijave na javni razpis »Spodbujanje izvajanja raziskovalno-razvojnih programov (TRL 3-6)«. Prijavili smo program z naslovom »Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti«, akronim GOSTOP, in sicer v sklopu prednostnega področja Tovarne prihodnosti. Prijava je bila uspešna in s 1. novembrom 2016 se je začelo izvajanje programa GOSTOP, ki bo trajalo 42 mesecev, to je do konca aprila 2020. Pri programu sodeluje 19 partnerjev, od tega 6 institucij in 13 podjetij. Program je strukturiran na dva načina, in sicer glede na vsebino in glede na raven tehnološke razvitosti (TRL). Glede na vsebino je razdeljen na 4 stebre, in sicer Tehnologije vodenja, Orodjarstvo, Robotika in Fotonika. Glede na TRL je vsak izmed štirih stebrov razdeljen na 2 raziskovalno-razvojna projekta, od katerih ima prvi za cilj doseganje TRL 3-4 (industrijske raziskave), drugi pa TRL 5-6 (eksperimentalni razvoj). Skupno torej program vsebuje 8 raziskovalno-razvojnih projektov. Sodelavci Odseka za sisteme in vodenje pri programu GOSTOP sodelujemo tako vsebinsko (delo v stebru Tehnologije vodenja), kot tudi v vodenju programa (namestnik koordinatorskega odbora, član izvršnega odbora, predsednik odbora za razširjanje in izkoriščanje rezultatov, pomočnik koordinatorskega odbora za raziskovalno-razvojno usklajevanje, vodenje stebra Tehnologije vodenja, vodenje dveh aktivnosti stebra Tehnologije vodenja).

Uporabne raziskave na prioritarnih problemskih področjih so tretje področje naše dejavnosti v preteklem letu. V sodelovanju s podjetjem Entia, d. o. o., smo končali ARSS-projekt »Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih« in razvili sistem vodenja

hladilnih skrinj, ki implicitno upošteva tudi temperaturne omejitve po HACCP-standardu. Sistem istočasno omogoča prilagajanje skupne električne porabe želenemu profilu porabe.

Za drugi tekoči projekt ARSS »Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesaženja zraka« smo izvajali raziskave algoritmov za modeliranje in napovedovanje za uporabo v mobilnih postajah. Poleg tega smo raziskovali metode empiričnega modeliranja za izboljšanje modeliranja in napovedovanje onesaženja zraka z ozonom nad področjem Slovenije kot primerom kompleksnega terena.

V podjetju Domel, d. o. o., smo vzpostavili novo preizkuševališče za elektronsko komutirane motorje tipa 771. V ta namen je bil razvit nov programski vmesnik za krmiljenje in spremljanje parametrov motorja. Preizkusna

proga je bila vključena v informacijski sistem podjetja Domel, d. o. o., v skladu z usmeritvami Industrija 4.0. Poleg tega je bil za Domel pripravljen laboratorijski merilni instrument za spremljanje vibracij z MEMS-pospeškomerom. Namen je raziskati mogoče načine vgradnje MEMS-pospeškomerov v obstoječe elektronsko komutirane motorje in ugotoviti, ali je vgradnja omenjenih senzorjev ekonomsko upravičena.

V okviru novega aplikativnega ARSS-projekta L2-7663 »Napovedovanje stanja iztrošenosti elektrokemičnih energetskih sistemov« so v 2016 potekale raziskave na področju modeliranja degradacijskih modelov PEM gorivnih celic. Za ta namen smo izdelali preizkusno progo za trajnostno preizkušanje PEM gorivnih celic v različnih delovnih razmerah.

### Mednarodni razvojno-raziskovalni projekti

Od aprila 2014 sodelujemo tudi pri EU FW7-projektu »Diamond - Diagnosis-aided control for SOFC power systems«. Za agregat s trdooksidnimi gorivnimi celicami je bil načrtan enostavni nadzorni optimizator, ki ne potrebuje matematičnega modela. Optimizator maksimizira učinkovitost agregata in minimizira padce napetosti na skladu s prilagajanjem referenčnih vrednosti za vodenje na spodnjem nivoju. Optimizacija se izvaja po metodi iskanja ekstrema, postopek optimizacije pa poteka samo na osnovi odziva agregata. Optimizator daje spodbudne rezultate, njegova prednost v primerjavi z optimizatorjem, ki temelji na modelu, je, da se prilagaja degradaciji sklada, ki jo je težko modelirati.

V okviru triletnega projekta „Fast Model Predictive Control for Magnetic Plasma Control – FMPCFMP“, paketa „Enabling Research“ delovnega programa EUROfusion (v sklopu Horizon 2020/Euratom), sodelujemo s konzorcijem ENEA/CREATE iz Neaplja. Cilj projekta je uporaba novih hitrih načinov izvedbe prediktivnega vodenja za magnetno vodenje plazme, kjer uveljavljene izvedbe prediktivnega vodenja še niso uporabne zaradi obsežne multivariabilne narave procesa in zahtevanih kratkih časov vzorčenja.

V začetku 2017 smo začeli izvajati nov projekt H2020 s področja gorivnih celic, pri katerem Odsek za sisteme in vodenje nastopa kot partner. Tema projekta je razvoj sistema za elektrokemijsko komprimiranje in čiščenje vodika z uporabo membran, kakršne so v PEM gorivnih celicah. Sistem doseže tlak vodika do 1 000 bar, poganja ga elektrika in ima višji energijski izkoristek kot mehanski kompresorji. Pri dekomprimiranju vodika se del električne energije, vložene med komprimiranjem, povrne. Sistem se lahko uporablja tudi za čiščenje vodika, saj membrana prevaja le vodikove protone (slika 3).

V sodelovanju s francosko raziskovalno institucijo CEA skušamo rezultate, ki smo jih dosegli na področju diagnostike trdooksidnih gorivnih celic, prenesti na področje obetavnih tehnologij trdooksidnih elektrolizerjev. Začetna faza projekta, ki se je začel izvajati sredi 2016, je bila namenjena podrobni analizi zahtev.

V okviru COST Water\_2020 smo sodelovali pri pripravi poglavja v knjigi »Model-based comparative assessment of innovative processes«. Poglavje podaja primerjavo treh različnih konfiguracij čistilne naprave za čiščenje odpadnih voda z uporabo matematičnih modelov. Poglavje je del knjige „Innovative Wastewater Treatment & Resource Recovery Technologies: Impacts on Energy, Economy and Environment“, ki so jo pripravili partnerji projekta COST Water\_2020. Knjiga, ki ima več kot 160 avtorjev, bo izšla pri založbi IWA Publishing, predvidoma v mesecu maju 2017.

### Aplikativni projekti

V okviru dolgoletnega sodelovanja s podjetjem Danfoss smo v 2016 začeli aktivnosti pri razvoju strojne in programske opreme za tri nove družine pogonov ventilov. Gre za različne tipe in velikosti pogonov z različnimi funkcionalnostmi, ki jih bodo uporabili tako v HVAC-sistemih kot tudi v sistemih daljinskega ogrevanja.

V Domelu, d. o. o., smo v 2016 izvedli delno postavitev novega diagnostični sistem za končno kontrolo elektronsko komutiranih motorjev (tip 771). Sistem je bil narejen po vzoru diagnostičnih sistemov na starejših montažnih linijah. Čeprav je šlo za podoben sistem, je bilo pri implementaciji sistema narejenih veliko inovacij na področju elektro-mehanskih komponent in programske opreme (slika 4). Nova končna kontrola tako omogoča diagnostiko motorjev dveh konstrukcijsko zelo različnih motorjev, kjer ima en tip motorja že vgrajen krmilnik, kar še dodatno poveča kompleksnost manipulatorjev in elektronskih komponent linije. S stališča programske opreme pa je bil poudarek na informatizaciji proizvodne linije v skladu z usmeritvijo Industrija 4.0 (IIOT – Industrial Internet of Things). Tako ima večina komponent in senzorjev svoj IP-naslov in lahko komunicira z ERP-sistemom v podjetju. Zagon linije je predviden v začetku 2017.

Drug projekt za podjetje Domel, d. o. o., smo izvedli v enoti PE ECS. Razvili smo prilagodljivo linijo za končno kontrolo pihal različnih družin. Linija se samodejno prilagodi na trenutni tip puhal in izvede vse potrebne preizkuse, ki omogočajo celotno karakterizacijo izdelka. Linija je zgrajena v skladu z načeli Industrije 4.0 in je v celoti integrirana z informacijskim sistemom podjetja.

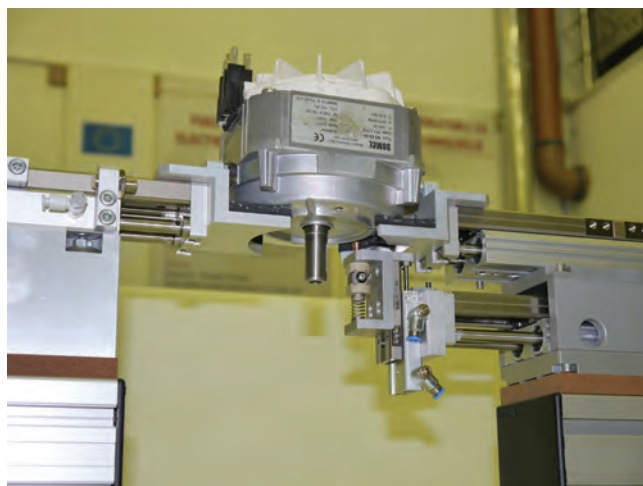
### Izobraževanje strokovnjakov in študentov na področju tehnologije vodenja

Sodelavci odseka redno sodelujemo pri izpeljavi predavanj in vaj ter izvedbi diplomskih, magistrskih in doktorskih del v okviru študija na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru, na Univerzi v Novi Gorici in na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana v Ljubljani.

---

**Institut „Jožef Stefan“ in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport sta podpisala pogodbo o sofinanciranju operacije št. C3330-16-529000 „Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti“ (GOSTOP). Naš odsek ima eno glavnih vlog v tem programu.**

---

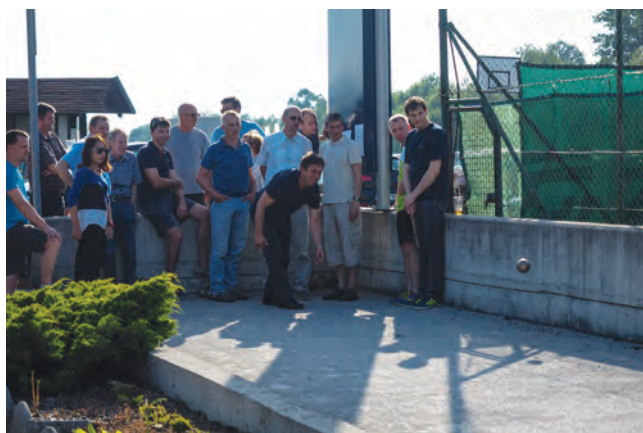


Slika 4: Prikaz prijema novega sistema za končno kontrolo motorjev v Domel, d. o. o.

---

**Odsek za sisteme in vodenje je v 2016 obeležil 30-letnico uspešnega delovanja. Dogodek smo proslavili z druženjem, predstavitvijo naših aktivnosti in bowling turnirjem (slika 5).**

---



Slika 5: Turnir v bowlingu ob 30-letnici delovanja našega odseka

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Dolanc, Gregor, Pregelj, Boštjan, Petrovčič, Janko, Pasel, Joachim, Kolb, Günter. Control of autothermal reforming reactor of diesel fuel. *Journal of power sources*, ISSN 0378-7753, 313 (2016), 223-232
2. Nerat, Marko, Vrančič, Damir. A novel fast-filtering method for rotational speed of the bldc motor drive applied to valve actuator. *IEEE/ASME transactions on mechatronics*, ISSN 1083-4435, 21 (2016) 3, 1479-1486
3. Dolenc, Boštjan, Vrečko, Darko, Juričič, Đani, Pohjoranta, Antti, Pianese, Cesare. Online estimation of internal stack temperatures in solid oxide fuel cell power generating units. *Journal of power sources*, ISSN 0378-7753, 336 (2016), 251-260
4. Pregelj, Boštjan, Micor, Michał, Dolanc, Gregor, Petrovčič, Janko, Jovan, Vladimir. Impact of fuel cell and battery size to overall system performance - a diesel fuel-cell APU case study. *Applied energy*, ISSN 0306-2619, 182 (2016), 365-375
5. Boškosi, Pavle, Juričič, Đani. Inverse Gaussian mixtures models of bearing vibrations under local faults. *Mechanical systems and signal processing*, ISSN 0888-3270, 66/67 (2016), 546-556

## Patent

1. Janko Petrovčič, Damir Vrančič, Reducing oscillations in a control system, EP2356522 (B1), European Patent Office, 6. 1. 2016

## Nagrade in priznanja

1. Tomaž Kos: Prešernova nagrada Univerze v Ljubljani, Fakultete za elektrotehniko za samostojno delo: Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov
2. Stanislav Strmčnik: priznanje zaslužni profesor Univerze v Novi Gorici za pomemben prispevek k razvoju znanstvene dejavnosti ter vzorno opravljanje pedagoškega in mentorskega dela

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. 7. OP - DIAMOND; Z diagnostiko podprto vodenje agregatov s trdno oksidnimi gorivnimi celicami  
Evropska komisija  
prof. dr. Đani Juričič
2. COST ES1202; Voda\_2020: Snovanje čiščenja odpadnih voda za leto 2020 - energijski, okoljski in gospodarski izzivi  
Cost Office  
dr. Darko Vrečko
3. ER-3-FU; Enabling Research; EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Samo Gerkišič
4. Ne-invazivno spremljanje stanja visokotemperaturne celice za eletrolizo pare  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Đani Juričič

## PROGRAM

1. Sistemi in vodenje  
prof. dr. Đani Juričič

## PROJEKTI

1. Napovedovanje stanja iztrošenosti elektrokemičnih energetskih sistemov  
dr. Pavle Boškosi

2. E-vzdrževanje elektromehanskih pogonov: postopki za napovedovanje in upravljanje stanja pri nestacionarnih pogojih obratovanja  
prof. dr. Đani Juričič
3. Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesaženja zraka  
prof. dr. Juš Kocijan
4. Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih  
doc. dr. Damir Vrančič
5. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti  
dr. Vladimir Jovan

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Izvedba in montaža diagnostične naprave za končno kontrolo elektronsko komutiranih motorjev družine 771  
Domel, d. o. o.  
dr. Janko Petrovčič
2. Razvoj novega produkta za nadzor toplotne moči  
Danfoss Trata, d. o. o.  
doc. dr. Damir Vrančič
3. Funkcionalne dopolnitve obstoječih diagnostičnih sistemov za sprotno analizo obratovnih karakteristik in merjenje vibracij motorjev  
Domel, d. o. o.  
dr. Janko Petrovčič

---

## OBISKI

1. prof. dr. Marco Ariola, Parthenope University of Naples, Neapelj, Italija, 25.-26. 2. 2016
2. prof. dr. Gianmaria de Tomassi, University of Naples Federico II, Neapelj, Italija, 25.-26. 2. 2016
3. prof. dr. Alfredo Pironi, University of Naples Federico II, Neapelj, Italija, 25.-26. 2. 2016
4. dr. Denis Kalupin, EUROfusion, Garching, Nemčija, 25.-26. 2. 2016

5. prof. dr. Alexandra Grancharova, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofija, Bolgarija, 19. 5. 2016
6. prof. dr. Aneta Stefanovska, Department of Physics, Lancaster University, Lancaster, Velika Britanija, 6. 9. 2016
7. dr. Attila Göllei, University of Pannonia, Veszprém, Madžarska, 12.-14. 10. 2016
8. dr. Attila Magyar, University of Pannonia, Veszprém, Madžarska, 12.-14. 10. 2016
9. Roland Bálint, University of Pannonia, Veszprém, Madžarska, 12.-14. 10. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- Gregor Dolanc, dr.: Krmiljenje diagnostične linije ML13 v Domelu, 30. 5. 2016
- Boštjan Dolenc, univ. dipl. inž. el.: Ocenjevanje stopnje degradacije in napovedovanje preostale življenjske dobe trdno oksidnih gorivnih celic, 21. 11. 2016
- Alexandra Grancharova, prof. dr., University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bolgarija, Distributed Model Predictive Control, 19. 5. 2016
- Dejan Gradišar, dr., Miha Glavan, dr.: Predstavitev ekskurzije gospodarske delegacije Industrie 4.0, 17. 10. 2016
- Boštjan Grašič, Primož Mlakar, Marija Zlata Božnar, MEIS, d., o., o., Šmarje - Sap: HW rešitve za okoljske merilne probleme - zgodovina in sedanost, 25. 1. 2016
- Marko Nerat, dr.: Osnovno in nadzorno vodenje 2,5 kW agregata s trdno oksidnimi gorivnimi celicami, 24. 10. 2016
- Aneta Stefanovska, prof. dr., Department of Physics, Lancaster University, Lancaster, Velika Britanija: Entropija, informacija in kompleksni nelinearni dinamični sistemi, 6. 9. 2016
- Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el.: Zadostni pogoji za stabilnost zaprtozančnega sistema z vhodno-izhodnim GP-modelom procesa, 9. 5. 2016
- Stanislav Strmčnik, prof. dr.: Izkušnje iz evalvacije H2020-projektov, 19. 9. 2016
- Boštjan Dolenc, 3<sup>rd</sup> International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, SysTOL 2016, Barcelona, Španija, 7.-9. 9. 2016 (1)
- Boštjan Dolenc, Miha Glavan, Giovanni Godena, Boštjan Pregelj, Stanislav Strmčnik, Damir Vrančič, Darko Vrečko, 25. Elektrotehniška in računalniška konferenca ERK 2016, Portorož, 19.-21. 9. 2016 (5)
- Samo Gerškšič, 20<sup>th</sup> IEEE Real Time Conference, RT 2016, Padova, Italija, 5.-10. 6. 2016 (1)
- Samo Gerškšič, 25<sup>th</sup> International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE 2016, Portorož, 5.-8. 9. 2016 (1)
- Dejan Gradišar, 6<sup>th</sup> International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications, Lizbona, Portugalska, 29.-31. 7. 2016 (1)
- Vladimir Jovan, Damir Vrančič, 8. industrijski forum IRT 2016, Portorož, 6.-7. 6. 2016
- Dani Juričič, ICTD-CMMNO 2016 Congress, Gliwice, Poljska, 12.-16. 9. 2016 (1)
- Juš Kocijan, 4<sup>th</sup> IFAC Conference on Intelligent Control and Automation, ICONS 2016, Reims, Francija, 1.-3. 6. 2016 (1)
- Juš Kocijan, 7<sup>th</sup> International Conference on Mathematical Models for Engineering Science (MMES '16), Dubrovnik, Hrvatska, 28.-30. 9. 2016 (1)
- Martin Stepančič, 4<sup>th</sup> European Conference on Computational Optimization, EuCCO 2016, Leuven, Belgija, 12.-14. 9. 2016 (1)
- Damir Vrančič, 12<sup>th</sup> Portuguese Conference on Automatic Control - CONTROLO 2016, Guimarães, Portugalska, 14.-16. 9. 2016 (1)

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Pavle Boškovski, Bojan Musizza, 26. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, Otočec, 20.-21. 10. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Boštjan Dolenc: Università degli studi di Salerno, Fisciano, Salerno, Italija, 1. 1.-20. 4. 2016 (raziskovalno sodelovanje doktorskih študentov)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

- dr. Pavle Boškovski
- dr. Gregor Dolanc
- dr. Samo Gerškšič
- dr. Giovanni Godena
- dr. Dejan Gradišar
- dr. Nadja Hvala
- dr. Vladimir Jovan, vodja odseka**
- prof. dr. Dani Juričič, znanstveni svetnik
- prof. dr. Juš Kocijan
- dr. Bojan Musizza
- dr. Matija Perne
- dr. Janko Petrovčič
- dr. Boštjan Pregelj
- prof. dr. Stanislav Strmčnik, znanstveni svetnik
- doc. dr. Damir Vrančič
- dr. Darko Vrečko

### Podoktorski sodelavci

- dr. Andrej Debenjak
- dr. Miha Glavan
- dr. Marko Nerat

### Mlajši raziskovalci

- Boštjan Dolenc, univ. dipl. inž. el.
- Tomaž Kos, mag. inž. el.
- Gjorgji Nusev, univ. dipl. inž. el.
- Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el.

### Mlajši raziskovalci

- Stanislav Černe, dipl. inž. el.
- Primož Fajdiga, dipl. inž. el.

### Tehniški in administrativni sodelavci

- Maja Janežič, univ. dipl. kom.
- Miroslav Štrubelj

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

- Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik
- Cosylab, Ljubljana
- Danfoss Trata, Ljubljana
- Domel, Železniki
- Forschungszentrum Jülich, Nemčija
- Fotona, Ljubljana
- Hidria Rotomatika, Spodnja Idrija
- INEA Ljubljana
- Institut für Mikrotechnik GmbH, Mainz, Nemčija
- Johnson Matthey PLC., London, Velika Britanija
- Kolektor Group, Idrija
- Kolektor Sisteh, Ljubljana Črnuče
- LPKF, Naklo
- L-TEK, Šentjernej
- Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
- METRONIK, Ljubljana
- Modelon AB, Göteborg, Švedska
- Optotek, Ljubljana
- Podkrižnik, Ljubno ob Savinji
- PowerCell Sweden AB, Göteborg, Švedska
- Špica International, Ljubljana Črnuče
- TECOS, Celje
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko
- Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
- Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
- Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta
- Volvo Technology AB, Göteborg, Švedska
- Zavod Center ARI, Ljubljana
- YASKAWA Slovenija, Ribnica

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Darko Aleksovski, Juš Kocijan, Sašo Džeroski, "Ensembles of fuzzy linear model trees for the identification of multi-output systems", *IEEE trans. fuzzy syst.*, vol. 24, no. 4, str. 916-929, 2016. [COBISS.SI-ID 28967207]
- Pavle Boškovski, Đani Juričić, "Inverse Gaussian mixtures models of bearing vibrations under local faults", *Mech. syst. signal process.*, vol. 66/67, str. 546-556, 2016. [COBISS.SI-ID 28647207]
- Andraž Bradeško, Đani Juričić, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Coupling of the electrocaloric and electromechanical effects for solid-state refrigeration", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 14, str. 143508-1-143508-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29824039]
- Nadja Damij, Pavle Boškovski, Marko Bohanec, Biljana Mileva-Boshkoska, "Ranking of business process simulation software tools with DEX/QQ hierarchical decision model", *PLoS one*, vol. 11, no. 2, str. 0148391-1-0148391-16, 2016. [COBISS.SI-ID 29294119]
- Gregor Dolanc, Boštjan Pregelj, Janko Petrovčič, Joachim Pasel, Günter Kolb, "Control of autothermal reforming reactor of diesel fuel", *J. power sources*, vol. 313, str. 223-232, maj 2016. [COBISS.SI-ID 29508391]
- Boštjan Dolenc, Pavle Boškovski, Đani Juričić, "Distributed bearing fault diagnosis based on vibration analysis", *Mech. syst. signal process.*, vol. 66/67, str. 521-532, 2016. [COBISS.SI-ID 28704551]
- Boštjan Dolenc, Darko Vrečko, Đani Juričić, Antti Pohjoranta, Cesare Pianese, "Online estimation of internal stack temperatures in solid oxide fuel cell power generating units", *J. power sources*, vol. 336, str. 251-260, 2016. [COBISS.SI-ID 29917735]
- Miha Glavan, Dejan Gradišar, Serena Invitto, Iztok Humar, Đani Juričić, Cesare Pianese, Damir Vrančič, "Cost optimisation of supermarket refrigeration system with hybrid model", *Appl. therm. eng.*, vol. 103, str. 56-66, 2016. [COBISS.SI-ID 29455655]
- Miha Glavan, Dejan Gradišar, Damir Vrančič, "Modeliranje hladilnih elementov v nakupovalnih središčih za namene optimizacije energijskih stroškov", *Avtomatika*, vol. 2016, št. 149, str. 42-49, 2016. [COBISS.SI-ID 30166055]
- Dejan Gradišar, Boštjan Grašič, Marija Božnar, Primož Mlakar, Juš Kocijan, "Improving of local ozone forecasting by integrated models", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, no. 18, str. 18439-18450, 2016. [COBISS.SI-ID 29554471]
- Juš Kocijan, Dejan Gradišar, Marija Božnar, Boštjan Grašič, Primož Mlakar, "On-line algorithm for ground-level ozone prediction with a mobile station", *Atmos. environ. (1994)*, vol. 131, str. 326-333, 2016. [COBISS.SI-ID 29306919]
- Marko Nerat, Đani Juričić, "A comprehensive 3-D modeling of a single planar solid oxide fuel cell", *Int. j. hydrogen energy*, vol. 41, no. 5, str. 3613-2627, 2016. [COBISS.SI-ID 29281319]
- Marko Nerat, Damir Vrančič, "A novel fast-filtering method for rotational speed of the blcd motor drive applied to valve actuator", *IEEE/ASME trans. mechatron.*, vol. 21, no. 3, str. 1479-1486, 2016. [COBISS.SI-ID 29087783]
- Boštjan Pregelj, Gregor Dolanc, Janko Petrovčič, "FCGEN - razvoj in izvedba sistema vodenja za pomožni agregat z gorivnimi celicami na dizelsko gorivo", *Avtomatika*, vol. 2016, št. 145, str. 42-49, 2016. [COBISS.SI-ID 29698343]
- Boštjan Pregelj, Mihael Micor, Gregor Dolanc, Janko Petrovčič, Vladimir Jovan, "Impact of fuel cell and battery size to overall system performance - a diesel fuel-cell APU case study", *Appl. energy*, vol. 182, str. 365-375, 2016. [COBISS.SI-ID 29698087]
- Tadej Rojac, Maja Makarovič, Julian Walker, Hana Uršič, Dragan Damjanović, Tomaž Kos, "Piezoelectric response of BiFeO<sub>3</sub> ceramics at elevated temperatures", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 4, str. 042904-1-042904-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29646119]
- Matjaž Bostič, Alexander Marinšek, Miha Glavan, Damir Vrančič, Iztok Humar, "Agent za upravljanje hladilnih sistemov z vidika zniževanja stroškov porabe", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 121-124. [COBISS.SI-ID 11515732]
- Marija Božnar, Boštjan Grašič, Primož Mlakar, Dejan Gradišar, Juš Kocijan, "Analysis of the daily cycles in the data on air pollution through the use of advanced analytical tools", V: *Proceedings, fHARMO-17, 17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 9-12 May 2016, Budapest, Hungary*, str. 171-176. [COBISS.SI-ID 29729831]
- Boštjan Dolenc, Pavle Boškovski, Đani Juričić, "Ocenjevanje stopnje degradacije skladov gorivnih celic", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 155-158. [COBISS.SI-ID 29801511]
- Boštjan Dolenc, Martin Stepančič, Đani Juričić, Juš Kocijan, Dario Marra, Cesare Pianese, "Accounting for modelling errors in model-based diagnosis by using Gaussian process models", V: *3rd International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, SysTOL 2016, Barcelona, September 7-9, 2016*, str. 510-515. [COBISS.SI-ID 29824551]
- Xavier Flores-Alsina, Christian Kazadi Mbamba, Emma Thomsson-Brewster, Kimberly Solon, Darko Vrečko, Stephan Tait, Ulf Jeppsson, Krist V. Gernaey, Damien J. Batstone, "The use of an advanced aqueous phase chemistry approach with IWA biological process models in a plant-wide context", V: *5th IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, 2-6 April 2016, Annecy, France*, 4 str.. [COBISS.SI-ID 30042151]
- I. Ganchev, Damir Vrančič, "Automatic control aspects of the Czochralski crystal growth process", V: *Proceedings: John Atanasoff celebration days, International Conference Automatics and Informatics '2016, Bulgaria, Sofia, October 4-5, 2016, Sofia*, str. 223-225. [COBISS.SI-ID 29827111]
- Samo Gerškšič, "ITER plasma current and shape control using MPC", V: *2016 IEEE Multiconference on Systems and Control, MSC 2016, September 19-22, 2016, Buenos Aires*, str. 599-604. [COBISS.SI-ID 30107175]
- Miha Glavan, Dejan Gradišar, Iztok Humar, Damir Vrančič, "Vodenje električne moči v trgovskih centrih", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 159-162. [COBISS.SI-ID 29801767]
- Dejan Gradišar, Boštjan Grašič, Marija Božnar, Primož Mlakar, Juš Kocijan, "Local ozone prediction with hybrid model", V: *SIMULTECH: proceedings of the 6th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications, July 29 - 31, 201, Lisbon, Portugal*, str. 262-269. [COBISS.SI-ID 29678631]
- José Marín-Medina, Dejan Gradišar, Juan Carlos Seck-Tuoh-Mora, Norberto Hernandez-Romero, Federico Nuñez-Piña, "A Petri net model to obtain the makespan in the flow shop scheduling problem", V: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2016, WCECS 2016, October 19-21, 2016, San Francisco, USA*, 5 str.. [COBISS.SI-ID 29924391]
- Primož Mlakar, Dragana Kokal, Boštjan Grašič, Marija Božnar, Dejan Gradišar, Juš Kocijan, "Validation of the performance of meteorological forecasts in fine spatial and temporal resolution designed as an input for dispersion models", V: *Proceedings, fHARMO-17, 17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 9-12 May 2016, Budapest, Hungary*, str. 30-35. [COBISS.SI-ID 29729575]
- Boštjan Pregelj, Samo Gerškšič, Matic Knap, Matija Perne, "Koraki za zmanjšanje računske zahtevnosti prediktivnega regulatorja za vodenje plazme v IRT fuzijskem reaktorju", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 139-142. [COBISS.SI-ID 29787943]
- Martin Stepančič, Boštjan Dolenc, Đani Juričić, "Model-based fault diagnosis with Gaussian process regression of nominal model residuals", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne*

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Darko Aleksovski, Dejan Dovžan, Sašo Džeroski, Juš Kocijan, "A comparison of fuzzy identification methods on benchmark datasets", V: *Proceedings of the 4th IFAC Conference on Intelligent Control and Automation, ICONS 2016, 1-3 June 2016, Reims, France, IFAC-PapersOnline*, vol. 49, no. 5, str. 31-36, 2016. [COBISS.SI-ID 29694759]

podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 180-192. [COBISS.SI-ID 29544743]

15. Emma Thomson-Brewster, Stephan Tait, Darko Vrečko, Xavier Flores-Alsina, Christian Kazadi Mbamba, Kimberly Solon, Ulf Jeppsson, Krist V. Gernaey, Damien J. Batstone, "Modelling physico-chemistry in extreme conditions", V: *5th IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, 2-6 April 2016, Annecy, France*, 3 str.. [COBISS.SI-ID 30042407]
16. Damir Vrančič, "Izboljšanje regulacijskih lastnosti zanke s pomočjo kompenzacijskega člena", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 147-150. [COBISS.SI-ID 29801255]
17. Darko Vrečko, Marko Nerat, Damir Vrančič, Gregor Dolanc, Boštjan Dolenc, Boštjan Pregelj, Fabien Meyer, Siu Fai Au, Robert Makkus, Đani Juričić, "Control design for a 2.5kW solid oxide fuel cell power system", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 135-138. [COBISS.SI-ID 29802023]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Franci Gabrovšek, Martin Knez, Janja Kogovšek, Andrej Mihevc, Bojan Otoničar, Janez Mulec, Matija Perne, Metka Petrič, Tanja Pipan, Mitja Prelovšek, Tadej Slabe, Stanka Šebela, Nataša Ravbar, Nadja Zupan Hajna, "Development challenges in karst regions: sustainable land use planning in the karst of Slovenia", V: *Preserving karst environments and karst caves: karst dynamics, environments, usage and restoration: towards an international karst preservation system*, (Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband, N. F., vol. 60, suppl. issue 2), Elena Trofimova, ur., Jean-Noël Salomon, ur., Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 2016, str. 293-318. [COBISS.SI-ID 40073261]
2. Juš Kocijan, Dejan Petelin, "Closed-loop control with evolving Gaussian process models", V: *Complex systems: relationships between control, communications and computing*, (Studies in systems, decision and control, vol. 55), Georgi M. Dimirovski, ur., [S. l.], Springer, 2016, str. 505-521. [COBISS.SI-ID 29504551]

## ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Martin Knez, Tadej Slabe, Franci Gabrovšek, Janja Kogovšek, Andrej Kranjc, Andrej Mihevc, Janez Mulec, Bojan Otoničar, Matija Perne, Metka Petrič, Tanja Pipan, Mitja Prelovšek, Nataša Ravbar, Stanka Šebela, Nadja Zupan Hajna, Pavel Bosák, Petr Pruner, Hong Liu, Martin Knez (urednik), Tadej Slabe (urednik), *Cave exploration in Slovenia: discovering over 350 new caves during motorway construction on classical karst*, (Cave and karst systems of the world), Cham [etc.], Springer, cop. 2016. [COBISS.SI-ID 38828077]
2. Juš Kocijan, *Modelling and control of dynamic systems using Gaussian process models*, (Advances in industrial control), Cham [etc.], Springer, cop. 2016. [COBISS.SI-ID 29101607]

## UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK Z RECENZIJJO

1. Juš Kocijan, Stanko Strmčnik, *Osnove avtomatskega vodenja*, V Novi Gorici, Založba Univerze, 2016. [COBISS.SI-ID 286382080]

## PATENT

1. Janko Petrovčič, Damir Vrančič, *Reducing oscillations in a control system*, EP2356522 (B1), European Patent Office, 06. 01. 2016. [COBISS.SI-ID 22631463]

## MENTORSTVO

1. Giovanni Godena, *Modeli programske opreme za vodenje šaržnih procesov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Stanko Strmčnik). [COBISS.SI-ID 286374144]
2. Matej Gabrijelčič, *Zaprtozančno vodenje večconske peči za kaljenje jeklenic*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Juš Kocijan). [COBISS.SI-ID 4596731]
3. Tomaž Kos, *Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Gregor Klančar; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 11627860]



*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 ter širše področje raziskav upravljanja z znanjem. Laboratorij za umetno inteligenco združuje sodelavce z znanjem 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 s celega sveta; iDiversiNews (<http://aidemo.ijs.si/diversineus/>), sistem za procesiranje in vizualizacijo novic; Event registry (<http://eventregistry.org/>), sistem za identifikacijo dogodkov v svetovnih medijih; Twitter Observatory (<http://twitterobservatory.net/>), sistem za analizo izbranih objav v družbenih 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 z uporabo multivariantnih podatkovnih tokov in uporabo modela Markova; DataScienceExplorer, orodje za vizualizacijo podatkovne znanosti na podlagi akademskih objav, 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/policymakers>), orodje za agregiranje podatkov o povpraševanju (po prostih delovnih mestih) in ponudbi (izobraževalnega materiala) na področju znanosti o podatkih v okviru Evrope; nextPin (<http://traffic.ijs.si/NextPin/?user=demo>), orodje za analizo časovnih sprememb lokacijskih podatkov. Strategija laboratorija je poleg znanstvene odličnosti predvsem vzdrževati tesno sodelovanje z industrijo ter prenašanje rezultatov v poslovna okolja.*



Vodja:

**prof. dr. Dunja Mladenec**

V zadnjih 14 letih smo sodelavci Laboratorija za umetno inteligenco uspešno končali 43 evropskih projektov, od tega 3 v letu 2016. Poleg projektov, ki so se iztekli, smo v letu 2016 imeli še 11 aktivnih evropskih projektov, hkrati pa smo sodelovali tudi pri 4 nacionalnih projektih in 1 industrijskemu. Skupaj z Odsekom za komunikacijske sisteme (E6) smo v sodelovanju s podjetjem Adria Mobil nadaljevali razvoj senzorskih tehnologij in metod umetne inteligence za uporabniku prijazno in energijsko učinkovito delovanje avtodoma, ki ga preizkušamo v realnem okolju.

Na področju statističnega modeliranja podatkov in strojnega učenja smo v letu 2016 uspešno končali 2 evropska projekta sedmega okvirnega programa: Symphony in FI-IMPACT.

Pri evropskem projektu Symphony (Orchestrating Information Technologies and Global Systems Science for Policy Design and Regulation of a Resilient and Sustainable Global Economy) je bilo naše delo osredinjeno predvsem na razvoj načinov in orodij, ki so vključevali analize, napovedovanja in avtomatiziranje pridobivanja javnega mnenja s spremljanjem medijskih objav, namenjeno za podporo oblikovalcem gospodarske politike. Postavili smo infrastrukturo za spremljanje podatkov iz družbenih medijev, kjer smo povezali podatke iz družbenih medijev in novice, pridobljene z našim sistemom EventRegistry, ter tržnimi in makroekonomskimi podatki. Uspešno smo implementirali analizo čustvenega naboja tekstovnih sporočil, objavljenih v družbenih medijih, in meritve difuzije prevladujočega mnenja medijev glede na geografska področja. Signale, izbrane iz podatkov, smo vnesli v sistem za analizo korelacije na različnih skalah, razvili intuitivni vmesnik za uporabnike, s katerim je mogoče razkrivati



in raziskovati povezave med različnimi signali: koncepti, podjetji, ljudmi itd. Sistem za analizo korelacije omogoča tudi avtomatizirano izbiro značilnosti za funkcionalnost "nowcasting". Izvedli smo tudi eksperimente za evalvacijo razvitih metod in orodij. Pri evropskem projektu sedmega okvirnega programa FI-IMPACT je bilo delo osredinjeno na meritve in projekcijo potencialnega prenosa znanja ter učinkovitosti Pospeševalnih projektov III. faze interneta prihodnosti, financiranih v sklopu "Future Internet PPP". Naše delo je temeljilo na zbiranju podatkov ter kvalitativni in kvantitativni analizi družbenoekonomskega učinka projektov na iniciativo Obzorje 2020. V sodelovanju s Centrom za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij (CT3) smo razvili spletno aplikacijo za samoevalvacijo kot podporni element za Pospeševalne projekte, s katerim prijavitelji lažje ocenijo, kakšen je položaj njihovega produkta na trgu, tržni potencial produkta oziroma preverijo komplementarnost z drugimi FI-PPP-ponudbami. Razvili smo tudi dodatno serijo orodij za primerjalno analizo („benchmarking“) najboljših praks pospeševalnikov v obliki skript »R« statističnih orodij. Tako okolje za poročanje kot analiza najboljših praks so dostopni kot odprta koda GitHub. V okviru evropskega projekta Obzorja 2020, OPTIMUM (Multi-source Big Data Fusion Driven Pro-activity for Intelligent Mobility), naša ekipa razvija infrastrukturo za analizo velikih količin podatkov o prometu (<http://traffic.ijs.si/API/info/getApiInfo>), ki vključuje več kot 40 aplikacijskih programskih vmesnikov, povezanih s prometom, s slovenskimi in evropskimi podatki. Viri podatkov vključujejo tako konzorcijske partnerje kot splošno javnost. Del te infrastrukture je že vgrajen v sisteme v poslovnih prostorih nekaterih partnerjev in se komercialno uporablja pri njihovih podatkih. V okviru projekta gradimo tudi orodje za detekcijo in napovedovanje osebnih vzorcev. V eksperimentalni fazi delovanja vsebuje 3 000 GPS-enot, ki pošiljajo lokacijske podatke v realnem času. Kot nadaljevanje evropskega projekta Mobis je to delo glavna komponenta geoprostorske analitike, tako v OPTIMUM-u kot tudi pri drugih projektih. V sklopu projekta OPTIMUM in sodelovanja s podjetjem Adria razvijamo strojno opremo, ki bo omogočila uporabnikom kontrolirati in komunicirati z avtomodom, ki počasi spreminja svojo podobo v pametno, povezano vozilo. V okviru evropskega projekta Obzorja 2020 Marie Skłodowska - Curie ITN BigDataFinance (Training for Big Data in Financial Research and Risk Management) smo zaposlili dva doktoranda, ki bosta v sklopu svojega doktorskega usposabljanja delala pri projektih z naslovoma "Deep Knowledge Extraction from Financial, Business, and Social Text" in "Characterising Financial Markets from Event-driven Perspective". V sklopu projekta BigDataFinance sta v letu 2016 potekala dva dogodka za izobraževanje. Prvi z naslovom "Data Science in Finance" je potekal v prostorih Univerze Tampere na Finskem, drugi z naslovom "High-Frequency Data Econometrics" pa v prostorih Univerze Aarhus na Danskem.

## Marko Grobelnik je postal novi digitalni glasnik Slovenije



Slika 1: Orodje za prikaz vzorcev mobilnosti (desno), statistike obiskov določene lokacije (levo) in napovedovanje naslednje lokacije na poti (sredina)

### Mednarodna konferenca LREC 2016:

- **uvodni govor: Marko Grobelnik – nagovor predsednika organizacijskega odbora**
- **vabljeni predavatelj: Simon Krek – Slovenska in južnoslovenska jezikovna družina – zahteva po izražanju dvojine in druge zgodbe z juga**

Na področju analize besedil in omrežij ter jezikovnih tehnologij smo prispevali vabljeni predavatelj "Slovene and the South Slavic Language Family – the Obligation of Expressing Duality and Other Stories from the South" na konferenci LREC 2016 (Simon Krek). V sodelovanju z Odsekom za tehnologije znanja (E8) še naprej vodimo raziskovalno infrastrukturo CLARIN.SI, ki znanstvenikom s področij humanističnih in družboslovnih znanosti omogoča enostavno objavo in trajen dostop do digitalnih jezikovnih virov. Poleg podpore za delovanje zbirke CLARIN.SI, smo prispevali tudi slovenske podatke za skupne naloge, povezane z avtomatsko identifikacijo verbalnih večbesednih izrazov, ter razvili sistem za označevanje semantičnih vlog v slovenskem jeziku.

Na področju semantičnih tehnologij smo se osredinili na delo pri dveh evropskih projektih. Projekt sedmega okvirnega programa ProaSense (The Proactive Sensing Enterprise) je eden izmed prvih promotorjev proaktivnega računalništva v industriji. V sklopu projekta smo razvili orodja za multivariantne raziskave podatkovnih tokov, napovedovanje dogodkov in detekcijo anomalij. V zadnjem letu smo uspešno končali zadnje leto evropskega projekta sedmega okvirnega programa XLime (Cross-Lingual, cross-Media knowledge extraction). Projekt je namenjen združevanju znanja iz različnih dimenzij medijskih vsebin, kot so tekst, družbeni mediji, zvok, video posnetki in podatki o vedenju določenih uporabnikov. Izdelali smo končne prototipe za konstrukcijo semantičnih grafov, difuzijo mnenj, analitiko vedenja in sisteme za anotacijo govora. Hkrati smo tudi sodelovali pri integraciji rezultatov v koherenten celosten sistem. V okviru evropskega RISE-projekta Obzorja 2020 Marie Skłodowska - Curie RENOIR (Reverse engineering of social information processing) je bilo naše delo osredinjeno na odkritje in analizo dinamike, povezane s publikacijo, širjenjem in uporabo informacij. Izvedli smo obširno analizo pristranskosti novic v okviru globalnih časnikov ter analizo njihovega pokrivanja več

milijonov svetovnih dogodkov. Razvili smo tudi nove metodologije za modeliranje vzročnih odnosov med dogodki, objavljenimi v novicah, ter pridobivanje strukturiranih tekstovnih informacij o dogodkih.

Pod raziskave na področju **upravljanja znanja** prištevamo razvoj novih poslovnih in organizacijskih modelov in storitev s poudarkom na uvajanje in prilagajanje tehnologij širšega področja umetne inteligence v realna uporabniška okolja. V sklopu tega področja je imela Dunja Mladenec intervju v častniku Finance z naslovom "Vodno kmetovanje: digitalizacija ribogojnic in školjčiče" (<http://agrobiznis.finance.si/8843345/Vodno-kmetovanje-digitalizacija-riboogojnic-in-skoljisc>) ter prispevek za RTV Slovenija z naslovom "Data modeling in aquaculture" (<http://4d.rtvsl.si/arhiv/o-morju-in-pomorscakih/174401690>). V sodelovanju z Odsekom za komunikacijske sisteme (E6) smo nadaljevali delo pri evropskem projektu **SunSeed (Sustainable and robust networking for smart electricity distribution)**, kjer je bilo naše delo osredinjeno na razvoj in uvajanje prototipa za kratkoročno napovedovanje obremenjenosti pametne distribucije elektrike. Prototip temelji na podatkih in na modeliranju. Definirali smo podatkovne vmesnike, potrebne za integracijo v analitično platformo **Sunseed**. Razvili smo tudi številne podatkovne adapterje za povezovanje notranjih in zunanjih podatkovnih virov. Podatkovni agregati „Streaming“ so bili razviti za vsak podatkovni vir z namenom čiščenja podatkov pred procesiranjem in obogatitev podatkov. V sklopu modeliranja smo implementirali algoritem za učenje napovedovanja v realnem času. Razvili smo tudi grafični vmesnik za preizkušanje in investiranje rezultatov ter številna orodja za vizualizacijo rezultatov, ki smo jih vmesniku dodali za demonstracijske potrebe. Prototip vključuje tudi REST API-orodja za objavo in branje najnovejših rezultatov v glavni podatkovni bazi. Naše sedanje in prihodnje delo vključuje izdelavo zmogljivejšega prototipa za obdelavo in napovedovanje na večjem številu vozlišč.

V sklopu evropskega projekta Obzorja 2020 **Aquasmart (Aquaculture Smart and Open Data Analytics as a Service)**, kjer je cilj zmanjšati proizvodne stroške ter hkrati izboljšati dobičkonosnost in operativno učinkovitost ribogojnic, smo nadaljevali uvajanje centralnega sistema, dostopnega preko spleta. Naša orodja bodo z uporabo metod strojnega učenja ocenila zmogljivost proizvoda ribogojnic, identificirala vzorce in usmeritve, optimizirala hranjenje in modele rasti ter ocenila populacijo rib v ribogojnici. Poleg analitike smo za pet parov jezikov razvili tudi orodje za prevajanje, ki temelji na prevajalniku Moses, kar bo projekt usposobilo za večjezično uporabo.

Laboratorij za umetno inteligenco namenja posebno pozornost **promociji znanosti**. V letu 2016 je slovenska vlada imenovala Marka Grobelnika za digitalnega glasnika Slovenije. Digitalni glasniki so ambasadorji Enotnega digitalnega trga, ki jih določi vsaka država članica, da pomagajo vsakemu državljanu postati digitalni uporabnik. V novi vlogi je imel Grobelnik številne intervjuje, na primer pri Slovenski tiskovni agenciji (<http://znanost.sta.si/2312994/novi-glasnik-digitalne-tehnologije-digitalna-tehnologija-prinasa-priloznosti-za-prijetnejse-zivljenje>) in RTV Slovenija (<http://www.rtvsl.si/znanost-in-tehnologija/grobelnik-novi-digitalni-glasnik-cez-5-let-se-uberu-verjetno-splah-ne-bomo-vec-sprasevali/405312>). Bil je tudi gost v oddaji »Studio City« pri razpravi na temo digitalizacija Slovenije (<http://4d.rtvsl.si/arhiv/studio-city-prispevki/174440159>). Uspeh Laboratorija za umetno inteligenco pri pridobivanju evropskih sredstev je razviden tudi iz intervjuja Dunje Mladenec za častnik *Manager* z naslovom "Spoznajte raziskovalce, ki pobirajo evropske milijone" (<http://manager.finance.si/8843441/Spoznajte-raziskovalce-ki-pobirajo-evropske-milijone?metered=yes&sid=412912399>). V sklopu evropskega projekta **EDSA (European Data Science Academy)** je naš odsek razvil orodje, ki združuje podatke o potrebi in dobavi podatkov in podatkovne znanosti, podatke o delovnih mestih na tem področju v Evropi ter dobavi podatkov o izobraževalnih sredstvih za področje podatkovne znanosti. Prispevali smo tudi pri razvoju učnega programa EDSA, pri čemer je bilo naše delo osredinjeno na zbiranju snovi na temo »Statistične in matematične osnove«. Razvili smo orodje za analitiko o učenju in izobraževanju na osnovi podatkov, dostopnih na Videolectures.net, npr. **Videolectures Explorer** (omogoča uporabnikom, da brskajo po predavanjih in iščejo njihove skupne točke) ter **Videolectures Learning Analytics Dashboard** (omogoča analizo o vedenju uporabnikov). V sodelovanju s odsekom CT3 smo tudi v 2016 prek portala Videolectures.net pomembno prispevali k promociji umetne inteligence, promociji našega Instituta ter splošni promociji slovenske znanosti. Laboratorij je tudi soorganizator in eden glavnih pobudnikov vsakoletnega srednješolskega tekmovanja iz znanja računalništva ACM; v letu 2016 se ga je udeležilo več kot 200 tekmovalcev.

**Uspešno smo končali tri evropske projekte sedmega okvirnega programa: XTime (Cross-Lingual, Cross-Media Knowledge Extraction) (<http://xtime.eu/>), Symphony (Orchestrating Information Technologies and Global Systems Science for Policy Design and Regulation of a Resilient and Sustainable Global Economy) (<http://projectsymphony.eu/>), FI-IMPACT (Future Internet Impact Assurance) (<http://www.fi-impact.net/>)**



*Slika 2: Orodje Videolectures Explorer prikazuje strukturo predavanj, objavljenih na portalu Videolectures.NET, ter njihove statistične podatke. Na levi so ključne besede, uporabljene pri iskanju, na desni pa struktura povezav med predavanji (landscape) s označenimi glavnimi značilnostmi.*

Gostovanja razstave „Doktorice računalništva in informatike v Sloveniji“ organiziramo že od leta 2006 ter tako prispevamo k promociji žensk v znanosti (<http://ScienceWithArt.ijs.si/>).

V letu 2016 smo bili zelo aktivni in uspešni pri prijavi novih projektov, predvsem v okviru Obzorja 2020. Uspelo nam je pridobiti štiri nove projekte: **EwShopp**, **euBusinessGraph**, **PrEstoCloud** in **Water4Cities**. Nadaljujemo prakso uspešnega vključevanja slovenske industrije v evropski raziskovalni prostor, do sedaj smo tako vključili 18 posamičnih partnerskih podjetij.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Karlovčec, Mario, Lužar, Borut, Mladenič, Dunja. Core-periphery dynamics in collaboration networks: the case study of Slovenia. *Scientometrics*, 109 (2016) 3, 1561–1578
2. Tomašev, Nenad, Buza, Krisztian, Mladenič, Dunja. Correcting the hub occurrence prediction bias in many dimensions. *Computer science and information systems*, 13 (2016) 1, 1–21
3. Škraba, Primož, Rosen, Paul, Wang, Bei, Chen, Guoning, Bhatia, Harsh, Pascucci, Valerio. Critical point cancellation in 3D vector fields. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 22 (2016) 6, 1683–1693
4. Rupnik, Jan, Muhič, Andrej, Leban, Gregor, Škraba, Primož, Fortuna, Blaž, Grobelnik, Marko. News across languages - cross-lingual document similarity and event tracking. *The journal of artificial intelligence research*, 55 (2016), 283–316
5. Kudryavtseva, Ganna, Škraba, Primož. The principal bundles over an inverse semigroup. *Semigroup forum*, 2016, 22 str.
6. Fortuna, Carolina, De Poorter, Eli, Škraba, Primož, Moerman, Ingrid. Data driven wireless network design : a multi-level modeling approach. *Wireless personal communications*, [v tisku] 2016, 15 str.
7. Grobelnik, Marko, Mladenič, Dunja, Witbrock, Michael J. Text mining for the semantic web. V: SAMMUT, Claude (ur.), WEBB, Geoffrey I. (ur.). *Encyclopedia of machine learning and data mining*. Heidelberg [etc.]: Springer, 2016, 3 str.
8. Mladenič, Dunja, Brank, Janez, Grobelnik, Marko. Document classification. In: SAMMUT, Claude, WEBB, Geoffrey I. (eds.). *Encyclopedia of machine learning and data mining*. Heidelberg [etc.]: Springer, 2016, 5 str.
9. Brank, Janez, Mladenič, Dunja, Grobelnik, Marko. Feature construction in text mining. V: SAMMUT, Claude (ur.), WEBB, Geoffrey I. (ur.). *Encyclopedia of machine learning and data mining*. Heidelberg [etc.]: Springer, 2016, 6 str.

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 7. OP NRG4Cast, Bruselj, Belgija, 25.–26. 1. 2016
2. H2020 EDSA, Ljubljana, 8.–10. 3. 2016
3. 7. OP ProaSense, Ljubljana, 24.–25. 2. 2016
4. H2020 RENOIR, Ljubljana, 27.–28. 6. 2016

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. ELRC - Koordinacija evropskih jezikovnih virov  
Dfki Gmbh - Deutsches Forschungszentrum Fuer  
dr. Simon Krek
2. Storitve v zvezi z etičnimi, komunikacijskimi, pravnimi, spretnostnimi zadevami in metodološko sodelovanje v zvezi z uporabo velikih podatkov v evropski statistiki  
Sogeti Luxembourg S.a.  
Marko Grobelnik
3. 7. OP - ProaSense; Podjetje za proaktivno zaznavanje  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
4. 7. OP - SYMPHONY; Organiziranje informacijskih tehnologij in globalnih sistemov znanosti za izdelovanje politik in regulativ prožne in trajnostne globalne ekonomije  
Evropska komisija  
prof. dr. Dunja Mladenič
5. 7. OP - xLiMe; Medjezično medmedijsko izločanje znanja  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
6. 7. OP - SUNSEED; Trajnostno in vzdržljivo omrežje za pametno distribucijo električne energije  
Evropska komisija  
prof. dr. Dunja Mladenič
7. 7. OP - FI-IMPACT; Povečevanje vpliva raziskovalnih projektov interneta prihodnosti  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
8. PARSEME: Razčlenjevanje in večbesedni izrazi. Jezikoslovna natančnost in računalniška učinkovitost pri procesiranju naravnih jezikov.  
Cost Office  
dr. Simon Krek
9. IS1305, Evropska mreža za e-leksikografijo (ENeL)  
Cost Office  
dr. Simon Krek
10. COST CA16105; Evropska mreža za povezovanje učenja jezikov s tehnikami množičnega  
Cost Office  
dr. Simon Krek
11. H2020 - EDSA; Evropska akademija za podatkovno znanost  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik

12. H2020 - OPTIMUM; Proaktivna inteligentna mobilnost vodena preko velike količine multi-modalnih podatkov  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
13. H2020 - BigDataFinance; Usposabljanje za delo z „Velikimi Podatki“ (ang. Big Data) na področjih finančnih raziskav in upravljanja tveganja  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
14. H2020 - RENOIR; Usposabljanje za delo z „Velikimi podatki“ (ang. Big Data) na področjih finančnih raziskav in upravljanja tveganja  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
15. H2020 - MOVING; Razvoj MOVING izobraževalne platforme za podporo usposabljanju aplikativnih uporabnikov orodij za rudarjenje v povezavi z njihovo dnevno raziskovalno aktivnostjo  
Evropska komisija  
Marko Grobelnik
16. H2020 - GlobalDNA; Dinamična analiza omrežij svetovnih dogodkov  
Evropska komisija  
prof. dr. Dunja Mladenec
17. Predstavitev velikih podatkov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Dunja Mladenec

18. Označevanje semantičnih vlog v slovenščini in hrvaščini  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Simon Krek

## PROGRAM

1. Tehnologije znanja  
prof. dr. Dunja Mladenec

## PROJEKTI

1. Model za domensko specifično napovedovanje trendov na osnovi semantične bogatitve nestrukturiranih vzorcev  
prof. dr. Dunja Mladenec
2. Slovenska znanstvena besedila: viri in opis  
dr. Simon Krek
3. Učenje topoloških reprezentacij  
doc. dr. Primož Škraba
4. Prepovedane knjige na Slovenskem v zgodnjem novem veku  
dr. Simon Krek

## OBISKI

1. Chris Creel, Cotiviti, Atlanta, ZDA, 24. 2. 2016
2. Janusz Holyst, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska, 1.-12. 3. 2016
3. Janek Choloniewski, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska, 1. 3.-8. 5. 2016
4. Janek Choloniewski, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska, 9. 5.-8. 7. 2016
5. dr. Jasminka Dobša, Fakultet Organizacije i Informatike, Univerza Zagreb, Varaždin, Hrvaška, 13.-17. 6. 2016
6. dr. Ivan Magdalenec, Fakultet Organizacije i Informatike, Univerza Zagreb, Varaždin, Hrvaška, 13.-17. 6. 2016
7. dr. Danijel Radošević, Fakultet Organizacije i Informatike, Univerza Zagreb, Varaždin, Hrvaška, 13.-17. 6. 2016
8. dr. Nicolo Cesa-Bianchi, Università degli Studi di Milano, Milano, Italija, 16.-17. 6. 2016
9. dr. Julian Sienkiewicz, Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska, 17. 6.-1. 7. 2016
10. dr. Jennifer Croft, University of Iowa, Iowa City, ZDA, 22.-23. 6. 2016
11. Krzysztof Suchecki, Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska, 22. 6.-23. 7. 2016
12. Anna Grzywacz, Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska, 31. 8.-14. 9. 2016
13. Janek Choloniewski, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska, 9.-14. 10. 2016
14. Juhana Lepassaar, Evropska komisija, Bruselj, Belgija, 25. 11. 2016
15. Darko Dujić, ceneje.si, Ljubljana, Slovenija, 28. 11. 2016
16. Matija Torlak, Big bang, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 28. 11. 2016
17. Matej Žvan, cde.si, Ljubljana, Slovenija, 28. 11. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. dr. Katja Berčič: Predstavitev tekočega dela pri projektu FI-IMPACT, 18. 5. 2016
2. Jan Berčič: Predstavitev študijskega dela, 17. 8. 2016
3. Luka Bradeško, univ. dipl. inž. el.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Optimum, 2. 3. 2016
4. Luka Bradeško, univ. dipl. inž. el.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Optimum, 3. 8. 2016
5. Luka Bradeško, univ. dipl. inž. el.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Optimum, 2. 11. 2016
6. Gaber Cerle, dipl. ekon.: Predstavitev novega projekta MOVING, 7. 9. 2016
7. Jan Choloniewski, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska : Predstavitev rezultatov dela pri projektu RENOIR, 11. 5. 2016
8. Jan Choloniewski, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska : Predstavitev rezultatov dela pri projektu RENOIR, 6. 7. 2016
9. Mihajela Črnko: Predstavitev poteka dela na VideoLectures, 14. 12. 2016
10. dr. Blaž Fortuna: Predstavitev industrijskega projekta s Pošto Slovenije, 10. 2. 2016
11. Flavio Fuat, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev tekočega dela na projektu FI-IMPACT, 3. 2. 2016
12. Flavio Fuat, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev novega projekta MIDAS, 21. 9. 2016
13. Flavio Fuat, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev tekočega dela na projektu MIDAS, 16. 11. 2016
14. Marko Grobelnik: Predstavitev novih predlogov projektov, 23. 3. 2016
15. Marko Grobelnik: Predstavitev podjetja Elphae, 8. 6. 2016
16. dr. Mario Karlovčec: Predstavitev tekočega dela na projektu FI-IMPACT, 22. 6. 2016
17. dr. Branko Kavšek: Predstavitev dela in sodelovanja z Univerzo na Primorskem, 30. 11. 2016
18. Blaž Kažič, univ. dipl. inž. el.: Predstavitev tekočega dela pri projektu SUNSEED, 17. 2. 2016
19. Blaž Kažič, univ. dipl. inž. el.: Predstavitev tekočega dela pri projektu SUNSEED, 13. 7. 2016
20. Blaž Kažič, univ. dipl. inž. el.: Predstavitev tekočega dela pri projektu SUNSEED, 7. 12. 2016

21. Klemen Kenda, univ. dipl. fiz.: Predstavitev novega orodja, 19. 10. 2016
22. dr. Aljaž Košmerlj, dr. Gregor Leban: Predstavitev novih projektiv EWShoppe in EUBusinessGraph, 14. 9. 2016
23. dr. Aljaž Košmerlj, Matjaž Rihtar, univ. dipl. inž.: Predstavitev projektov EWShoppe in AQUASmart, 26. 10. 2016
24. dr. Simon Krek, Matjaž Rihtar, univ. dipl. inž.: Predstavitev tekočega dela na projektu AQUASmart, 29. 6. 2016
25. dr. Gregor Leban: Predstavitev tekočega dela na projektu Xlime, 25. 5. 2016
26. Jose Luis Machado Machado Rei: Predstavitev tekočega dela pri projektu Symphony, 20. 1. 2016
27. Jose Luis Machado Rei: Predstavitev tekočega dela pri projektu Symphony, 4. 5. 2016
28. Jose Luis Machado Rei: Predstavitev zaključka projekta Symphony, 21. 12. 2016
29. Blaž Novak, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Xlime, 24. 2. 2016
30. Blaž Novak, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Xlime, 27. 7. 2016
31. Blaž Novak, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev zaključka projekta Xlime, 23. 11. 2016
32. dr. Inna Novalija: Predstavitev tekočega dela pri projektu EDSA, 30. 3. 2016
33. dr. Inna Novalija: Predstavitev tekočega dela pri projektu EDSA, 24. 8. 2016
34. dr. Inna Novalija: Predstavitev tekočega dela pri projektu EDSA, 9. 11. 2016
35. Matjaž Rihtar, univ. dipl. inž.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Aquasmart, 16. 3. 2016
36. dr. Jan Rupnik: Predstavitev objavljenega članka, 20. 4. 2016
37. Janez Starc, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev doktorske disertacije, 9. 3. 2016
38. Luka Stopar, univ. dipl. inž. rač. in mat.: Predstavitev tekočega dela pri projektu Proasense, 27. 1. 2016
39. Luka Stopar, univ. dipl. inž. rač. in mat.: Predstavitev objavljenega članka, 13. 4. 2016
40. Luka Stopar, univ. dipl. inž. rač. in mat.: Predstavitev tekočega dela na projektu Proasense, 28. 9. 2016
41. Krzysztof Suchecki, Warsaw University of Technology: Predstavitev rezultatov dela pri projektu RENOIR, 20. 7. 2016
42. dr. Polona Škraba Stanič: Predstavitev ARRS-razpisov, 6. 4. 2016
43. dr. Primož Škraba: Vaja za konferenco SiKDD, 5. 10. 2016
44. dr. Polona Škraba Stanič: Predstavitev novega projekta RENOIR, 13. 1. 2016
45. mag. Miha Torkar: Predstavitev novega projekta BigDataFinance, 12. 10. 2016
46. Nina Troha, dipl. fin. mat.: Predstavitev magistrske naloge, 31. 8. 2016
47. Patrik Zajec: Predstavitev študijskega dela na tematiko sodbe, 1. 6. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Luka Bradeško, Sestanek na AMZS, Ljubljana, Slovenija, 7. 1. 2016
2. Dunja Mladenec, Vabljeno predavanje na konferenci NetSci ter kick-off sestanek H2020 projekta RENOIR, Wrocław, Varšava, Poljska, 12.-15. 1. 2016
3. Jose Luis Machado Rei, Udeležba na Symphony sestanku, Genova, Italija, 13.-15. 1. 2016
4. Marko Grobelnik, Polona Škraba Stanič, Uvodni sestanek H2020 projekta RENOIR, Varšava, Poljska, 13.-15. 1. 2016
5. Luka Stopar, Primož Škraba, Udeležba na preglednem sestanku 7. OP ProaSense, Bruselj, Belgija, 13.-14. 1. 2016
6. Zala Herga, Jan Rupnik, Udeležba na H2020 OPTIMUM Plenary Meeting, Birmingham, Velika Britanija, 19.-21. 1. 2016
7. Simon Krek, Sestanek s programskim komitejem za konferenco EURALEX, Tbilisi, Gruzija, 24.-27. 1. 2016

8. Klemen Kenda, Maja Škrjanc, Udeležba na 7. OP NRG4Cast preglednem sestanku, Bruselj, Belgija, 24.–27. 1. 2016
9. Dunja Mladenič, Seja Komisije za ženske v znanosti, Ljubljana, Slovenija, 25. 1. 2016
10. Jan Rupnik, Udeležba na preglednem sestanku projekta 7. OP Sophocles, Bruselj, Belgija, 28.–29. 1. 2016
11. Aljaž Košmerlj, Dunja Mladenič, Sestanek za povezovanje NELL in ER, Pittsburg, ZDA, 6.–13. 2. 2016
12. Blaž Fortuna, Mario Karlovčec, Jan Rupnik, Sestanek na podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 13.–21. 2. 2016
13. Marko Grobelnik, Sestanek na podjetju Bloomberg in udeležba na WSDM-konferenci, New York, San Francisco, ZDA, 13.–25. 2. 2016
14. Ganna Kudryavtseva, Udeležba na delavnici Unified Correspondence, Leiden, Nizozemska, 14.–21. 2. 2016, 1 prispevek
15. Košmerlj Aljaž, Gregor Leban, Blaž Novak, Udeležba na 7. OP XLIME-sestanku, Stuttgart, Nemčija, 17.–19. 2. 2016
16. Primož Škraba, Udeležba na EPFL-konferenci, Lausanne, Švica, 21.–26. 2. 2016, 1 vabljen predavanje
17. Matjaž Rihtar, technical meeting Aquasmart, Bruselj, Belgija, 24.–25. 2. 2016
18. Dunja Mladenič, Evalvacije EU-projektov, Bruselj, Belgija, 3.–4. 3. 2016
19. Marko Grobelnik, Sestanek na PS –obisk data-centrov, Maribor, Slovenija, 3. 3. 2016
20. Marko Grobelnik, Evalvacije EU-projektov, Bruselj, Belgija, 6.–7. 3. 2016
21. Blaž Kažič, Klemen Kenda, Udeležba na sestanku 7. OP Sunseed, Haag, Nizozemska, 7.–11. 3. 2016
22. Dunja Mladenič, Udeležba na posvetu Komisije za ženske v znanosti, Ljubljana, Slovenija, 7. 3. 2016
23. Gregor Leban, Udeležba na konferenci ECIR 2016, Padova, Italija, 19.–20. 3. 2016, 1 prispevek
24. Dunja Mladenič, Aquasmart review in obisk partnerja projekta Aquasmart, Luxembourg, Lizbona, Portugalska, 21.–30. 3. 2016
25. Matjaž Rihtar, Udeležba na preglednem sestanku projekta H2020 Aquasmart, Luksembourg, Luksembourg, 21.–24. 3. 2016
26. Marko Grobelnik, Obisk na Harvard univerzi, sestanki na podjetju Bloomberg, Boston, New York, ZDA, 27. 3.–4. 4. 2016
27. Luka Bradeško, Blaž Fortuna, Aljaž Košmerlj, Gregor Leban, Blaž Novak, Primož Škraba, Sestanki na podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 27. 3.–3. 4. 2016
28. James Alexander Hodson, Sestanki na podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 29. 3.–4. 4. 2016
29. Simon Krek, Sestanek COST ENEL, Barcelona, Španija, 30. 3.–2. 4. 2016
30. Simon Krek, Udeležba na sestanku COST Parseme sestanku, Struge, Makedonija, 4.–9. 4. 2016
31. Dunja Mladenič, Udeležba na 14. seji Komisije za ženske v znanosti, Ljubljana, Slovenija, 4. 4. 2016
32. Andrej Muhič, Udeležba na BigData@Coruna 2016 / vabljen predavanje, Coruna, Španija, 23.–26. 4. 2016, 1 vabljen predavanje
33. Dunja Mladenič, Evalvacija ERC-projektov, Bruselj, Belgija, 25.–28. 4. 2016
34. Luka Bradeško, Zala Herga, Tine Šubic, Sestanek projekta H2020 Optimum, Lizbona, Portugalska, 9.–12. 5. 2016
35. Flavio Fuat, Udeležba na FI-IMPACT projektom sestanku, Milano, Italija, 9.–10. 5. 2016
36. Gregor Leban, Blaž Novak, Projektni sestanek 7. OP XLIME, Dubrovnik, Hrvaška, 15.–18. 5. 2016
37. Marko Grobelnik, 32. delavnica o telekomunikacijah VITEL 2016, Brdo pri Kranju, Slovenija, 16. 5. 2016, 1 vabljen predavanje
38. Dunja Mladenič, Obisk partnerja pri projektu 7. OP Symphony, udeležba v komisiji za zagovor doktorata Dehua Shen, Valencia, Španija, 23.–25. 5. 2016
39. Matjaž Rihtar, Projektni sestanek H2020 Aquasmart, Avimore, Velika Britanija, 23.–26. 5. 2016
40. Dunja Mladenič, konferenca LREC, Portorož, Slovenija, 27. 5. 2016
41. Jose Luis Machado Rei, Projektni sestanek 7. OP Symphony, Berlin, Nemčija, 29.–31. 5. 2016
42. Marko Grobelnik, Udeležba na ESWC konferenci, Heraklion, Grčija, 29. 5.–3. 6. 2016
43. Luka Stopar, Udeležba na sestanku 7. OP Proasense, Atene, Grčija, 31. 5.–3. 6. 2016
44. Primož Škraba, Zagovor 2. faze ERC-prijave projekta, Bruselj, Belgija, 1.–2. 6. 2016
45. Evgenia Belyaeva, Pogovori o delu na Xlime-projektu, Köln, Nemčija, 7.–9. 6. 2016
46. Marko Grobelnik, Aljaž Košmerlj, Dunja Mladenič, Obisk podjetja Gorenje, Velenje, Slovenija, 9. 6. 2016
47. Marko Grobelnik, Evalvacije ICT4, Jerez, Španija, 15.–17. 6. 2016
48. Polona Škraba Stanič, Vabljen predavanje o prijavi projektov, Ljubljana, Slovenija, 17. 6. 2016, 1 vabljen predavanje
49. Marko Grobelnik, Udeležba na FDS-konferenci in EDSA projektni sestanek, Dubrovnik, Hrvaška, 18.–25. 6. 2016
50. Erik Novak, Inna Novalija, Udeležba na sestanku H2020 EDSA, Dubrovnik, Hrvaška, 22.–25. 6. 2016
51. Dunja Mladenič, Srečanje z veleposlanikom Hartleyem in predsednikom ASEF, Ljubljana, Slovenija, 24. 6. 2016
52. Andrej Muhič, Sodelovanje z UCL, London, Velika Britanija, 25. 6.–16. 8. 2016
53. Luka Bradeško, Blaž Fortuna, Mario Karlovčec, Jan Rupnik, Sestanki na podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 26.–3. 7. 2016
54. Simon Krek, Udeležba na bilateralnem sestanku, Zagreb, Hrvaška, 27.–28. 6. 2016
55. Marko Grobelnik, Sestanki na podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 29. 6.–3. 7. 2016
56. Simon Krek, Metaforum 2016, Lizbona, Portugalska, 3.–7. 7. 2016
57. Marko Grobelnik, Blaž Kažič, Klemen Kenda, Luka Stopar, Sestanek na Iskratelu, Kranj, Slovenija, 6. 7. 2016
58. Marko Grobelnik, Udeležba na ELRA-sestanku, sestanki za InterACT-25, Pariz, Baden, Nemčija, 10.–17. 7. 2016
59. Matjaž Rihtar, Udeležba na H2020 Aquasmart sestanku, Atene, Grčija, 11.–14. 7. 2016
60. Evgenia Belyaeva, Udeležba na konferenci Digital Humanities 2016, Krakov, Poljska, 12.–15. 7. 2016
61. Flavio Fuat, Udeležba na Info Day INTERREG, Postojna, Slovenija, 14. 7. 2016
62. Flavio Fuat, Udeležba na preglednem sestanku projekta 7. OP FI-Impact, Bruselj, Belgija, 26.–28. 7. 2016
63. Marko Grobelnik, Udeležba na KDD 2016 konferenci, sestanki na Univerzi Stanford, San Francisco, ZDA, 12.–20. 8. 2016
64. Marko Grobelnik, Kick-off training meeting –BigDataFinance, Tampere, Finska, 21.–27. 8. 2016
65. James Alexander Hodson, Udeležba na uvodnem H2020 BigDataFinance, Tampere, Finska, 21.–26. 8. 2016
66. Evgenia Belyaeva, Udeležba na poletni šoli "Mathematical Tools for Social Scientists", Köln, Nemčija, 22.–28. 8. 2016
67. Luka Bradeško, Zala Herga, Matej Senožetnik, Tine Šubic, Projektni sestanek H2020 Optimum, Rodos, Grčija, 31. 8.–3. 9. 2016
68. Blaž Fortuna, Jan Rupnik, Udeležba na ESWC poletni šoli, Dubrovnik, Hrvaška, 3.–10. 9. 2016, 2 vabljen predavanja
69. Marko Grobelnik, Udeležba na ESWC poletni šoli, vabljen predavanje na ENIC-konferenci, Dubrovnik, Hrvaška, 3.–10. 9. 2016, 1 vabljen predavanje
70. Luka Bradeško, Udeležba na konferenci IEEE IS 2016, Sofia, Bolgarija, 4.–7. 9. 2016, 1 prispevek
71. Simon Krek, Udeležba na kongresu EURALEX, Tbilisi, Gruzija, 5.–11. 9. 2016
72. Dunja Mladenič, Prvo delovno srečanje projekta Dekleta v IT, Ljubljana, Slovenija, 6. 9. 2016
73. Jose Luis Machado Rei, Udeležba na sestanku projekta 7. OP Symphony, Ancona, Italija, 7. 9. 2016
74. Blaž Fortuna, Blaž Kažič, Jan Rupnik, Luka Stopar, Primož Škraba, Sestanki na podjetju Bloomberg, New York, ZDA, 11.–18. 9. 2016
75. Marko Grobelnik, Sestanki na Bloomberg podjetju, sodelovanje na projektu RENOIR, udeležba z razvojno delegacijo v San Francisco, New York, San Francisco, Palo Alto, ZDA, 11.–28. 9. 2016
76. Dunja Mladenič, Udeležba na EU ERC-panelu, Bruselj, Belgija, 19.–23. 9. 2016
77. Gregor Leban, Udeležba na delavnici CLARIN-PLUS, Leuven, Belgija, 19.–21. 9. 2016, 1 prispevek
78. Matej Senožetnik, Udeležba na ERK 2016 konferenci, Portorož, Slovenija, 20. 9. 2016, 1 prispevek
79. Aljaž Košmerlj, Blaž Novak, Udeležba na Xlime-sestanku, Karlsruhe, Nemčija, 20.–23. 9. 2016
80. Blaž Kažič, Projektni sestanek 7. OP Sunseed, Ljubljana, Slovenija, 21.–22. 9. 2016
81. James Alexander Hodson, Udeležba na BigDataFinance dogodku HIGH-FREQUENCY DATA ECONOMETRICS, Aarhus, Danska, 24.–30. 9. 2016
82. Jose Luis Machado Rei, Udeležba na 4th conference CMC and Social Media Corpora for the Humanities, Bologna, Italija, 25. 9.–4. 10. 2016
83. Miha Torkar, Udeležba na BigDataFinance dogodku HIGH-FREQUENCY DATA ECONOMETRICS, Aarhus, Danska, 25.–29. 9. 2016
84. Matjaž Rihtar, Aquasmart technical meeting, Bruselj, Belgija, 27. 9. 2016
85. Marko Grobelnik, Udeležba na HrTAL konferenci –vabljen predavanje, Dubrovnik, Hrvaška, 29. 9.–2. 10. 2016, 1 vabljen predavanje
86. Maja Škrjanc, Udeležba na Big Data Europe Workshop-u, Bruselj, Belgija, 3.–4. 10. 2016, 1 vabljen predavanje
87. Luka Bradeško, Gregor Leban, Aljaž Košmerlj, Dunja Mladenič, RENOIR secondment RPI, predstavitev in usklajevanje/integracija IJS dela za Bloomberg, Albany, Troy, New York, ZDA, 3.–16. 10. 2016
88. Marko Grobelnik, Udeležba na review sestanku projekta H2020 EDSA, Luksembourg, Luksembourg, 5.–6. 10. 2016
89. Luka Stopar, Sestanek 7. OP Proasense, Lizbona, Portugalska, 16.–19. 10. 2016
90. Marko Grobelnik, Udeležba na ELRA sestanku, Pariz, Francija, 18.–21. 10. 2016
91. Jose Luis Machado Rei, Udeležba na review sestanku projekta 7. OP Symphony, Bruselj, Belgija, 19.–20. 10. 2016
92. Marko Grobelnik, Udeležba na IPTC-sestanku, Berlin, Nemčija, 23.–26. 10. 2016
93. Simon Krek, Udeležba na CLARIN Annual Conference 2016, Marseille, Francija, 25.–29. 10. 2016, 1 prispevek
94. Dunja Mladenič, Sestanek bilateralnega projekta s FOI, Varaždin, Hrvaška, 1.–5. 11. 2016
95. Mario Karlovčec, Sestanek bilateralnega projekta s FOI, Varaždin, Hrvaška, 2.–4. 11. 2016
96. Blaž Fortuna, Začetek MC secondmenta projekta GlobalDNA, Palo Alto, ZDA, 5.–5. 11. 2016
97. Marko Grobelnik, Sestanki na podjetju Bloomberg, New York, Philadelphia, ZDA, 5.–13. 11. 2016
98. Luka Bradeško, Zala Herga, Matej Senožetnik, Udeležba na OPTIMUM tehniškem sestanku, Dunaj, Avstrija, 15.–16. 11. 2016
99. Matjaž Rihtar, Udeležba na sestanku projekta H2020 Aquasmart, Lizbona, Portugalska, 21.–25. 11. 2016
100. Blaž Novak, Udeležba na preglednem sestanku 7. OP Xlime, Luxembourg, Luksembourg, 23.–26. 11. 2016
101. Primož Škraba, Vabljen predavanje na temo na statistiki topoloških invariantov za razumevanje naključnih procesov povezanih s podatki, Haifa, Izrael, 26. 11.–2. 12. 2016, 1 vabljen predavanje

102. Marko Grobelnik, Vabljen predavanje na CSS Winter symposiumu, udeležba na Digital Skills and Jobs Coalition launch conference, Köln, Bruselj, Belgija, 29. 11.–2. 12. 2016, 1 vabljen predavanje
103. Erik Novak, Inna Novalija, Udeležba na EDSA projektne sestanku, London, Velika Britanija, 30. 11.–2. 12. 2016
104. Luka Bradeško, Udeležba na preglednem sestanku H2020 Optimum, Bruselj, Belgija, 30. 11.–1. 12. 2016
105. Dunja Mladenec, Okrogla miza, Škofja Loka, Slovenija, 1. 12. 2016
106. Dunja Mladenec, Vabljen predavanje na Karlsruhe Institute of Technology in sodelovanje pri zagovoru doktorata Andreas Thalhammer, Karlsruhe, Nemčija, 7.–8. 12. 2016, 1 vabljen predavanje
107. Marko Grobelnik, James Alexander Hodson, Udeležba na NIPS konferenci, Barcelona, Španija, 8.–11. 12. 2016
108. Blaž Kažič, Klemen Kenda, Tema sestanka bo povezljivost komponent pri skupnem projektu na temo analitike nadpodatkov pametnih omrežij, Kranj, Slovenija, 8. 12. 2016
109. Marko Grobelnik, Udeležba na Consultation workshop on future R&I priorities in language technologies, Luksemburg, Luksemburg, 12.–13. 12. 2016
110. Jose Luis Machado Rei, Seminar na E3 sestanku na temo Symphony: Final Review, Ljubljana, Slovenija, 19.–21. 12. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

- Luka Bradeško, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, ZDA, 3.–16. 10. 2016
- Blaž Fortuna, Stanford University, Palo Alto, ZDA, 17. 9.–16. 10. 2016
- Aljaž Košmerlj, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, ZDA, 3.–6. 10. 2016
- Gregor Leban, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, ZDA, 3.–16. 10. 2016
- Dunja Mladenec, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, ZDA, 3.–16. 10. 2016
- Andrej Muhič, University College London, London, Velika Britanija, 25. 6.–16. 8. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

- dr. Damjan Bojadžiev
- doc. dr. Branko Kavšek\*
- dr. Simon Krek
- dr. Gregor Leban
- prof. dr. Dunja Mladenec, vodja samostojnega laboratorija**
- John Stewart Shawe-Taylor, prof. mat. in rač., znanstveni svetnik
- doc. dr. Primož Škraba

### Podoktorski sodelavci

- dr. Janez Brank
- dr. Mario Karlovčec
- dr. Aljaž Košmerlj
- dr. Jurij Leskovec
- dr. Andrej Muhič\**, odšel 1. 10. 2016
- dr. Inna Novalija
- dr. Joao Paulo Pita Da Costa\**, odšel 1. 9. 2016
- dr. Jan Rupnik
- dr. Polona Škraba Stanič

### Mlajši raziskovalci

- Luka Bradeško, univ. dipl. inž. el.
- dr. Blaž Fortuna
- mag. Rayid Ghani
- Dejan Govc\**, odšel 1. 10. 2016
- James Alexander Hodson, Bachelor of Science, ZDA
- mag. Mitja Jermol
- Blaž Kažič, univ. dipl. inž. el.
- Klemen Kenda, univ. dipl. fiz.
- Blaž Novak, univ. dipl. inž. rač. in inf.
- Janez Starc, univ. dipl. inž. rač. in mat.*, odšel 1. 6. 2016
- Luka Stopar, univ. dipl. inž. rač. in mat.
- Miha Torkar, mag. znanosti

### Strokovni sodelavci

- Flavio Fuat, univ. dipl. inž. rač. in inf.
- Darja Grošelj, mag. posl. ved.*, odšla 23. 11. 2016
- Zala Herga, Bolonjski študij II. stopnja
- dr. Ganna Kudryavtseva\**, odšla 1. 10. 2016
- Matjaž Rihtar, univ. dipl. inž. el.
- Maja Škrjanc\*, univ. dipl. inž. rač. in inf.

### Tehniški in administrativni sodelavci

- Aleš Buh
- Marko Grobelnik
- Mojca Kregar Završ, dipl. ekon.
- Mateja Škraba, dipl. posl. inf.

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

- Aalborg University, Aalborg, Danska
- Aalto University, Aalto, Finska
- ACTIVEEON, Valbonne, Francija
- ADITISS ADVANCED INTEGRATED TECHNOLOGY SOLUTIONS & SERVICES LTD, Lefkosia, Ciper
- AdriaMobil, Novo mesto, Slovenija
- Agricultural Cooperative Society, Izrael
- Andromeda Group, Paiania, Grčija
- Austrian Institute of Technology GmbH, Dunaj, Avstrija
- BIG BANG, TRGOVINA IN STORITVE, d. o. o., Ljubljana

- Birmingham City Council, Birmingham, Velika Britanija
- Bloomberg, New York, ZDA
- BROWSETEL (UK) LIMITED, London, Velika Britanija
- GENEJE DRUŽBA ZA TRGOVINO IN POSLOVNO SVETOVANJE DOO, Ljubljana
- CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, Pariz, Francija
- CERVED GROUP SPA, Milano, Italija
- CHRINON LTD, London, Velika Britanija
- CVS MOBILE, INFORMACIJSKE REŠITVE, d. d., Ljubljana
- DEUTSCHE WELLE, Bonn, Nemčija
- DEUTSCHE ZENTRALBIBLIOTHEK FUER WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN –LEIBNIZ-INFORMATIONSZENTRUM WIRTSCHAFT, Kiel, Nemčija
- Elektro Primorska, Nova Gorica, Slovenija
- Elektroservisi, Trzin, Slovenija
- ENGINEERING –INGEGNERIA INFORMATICA SPA, Rim, Italija
- ERNST & YOUNG GMBH WIRTSCHAFTSPRUFUNGSGESELLSCHAFT, Stuttgart, Nemčija
- ETH Zürich, Švica
- EURECOM, Biot, Francija
- European Children's Universities Network, Dunaj, Avstrija
- European Commission –Joint Research Centre, Ispra, Italija
- European Commission, Directorate-General for Translation, Luksemburg
- European Media Laboratory GmbH –EML, Heidelberg, Nemčija
- Evaluations and Language Resources Distribution Agency, Francija
- EVRY NORGE AS, Fornebu, Norveška
- Facebook, Mountain View, ZDA
- Fachhochschule Potsdam, Nemčija
- Federal University of Sao Carlos UFSCar, Sao Carlos, Brazilija
- Fluidtime Data Services GmbH, Dunaj, Avstrija
- Fondazione Bruno Kessler, Trento, Italija
- Forschungsinstitut fuer Rationalisierung –FIR, Aachen, Nemčija
- Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Nemčija
- Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe, Nemčija
- Foundation for Research and Technology–Hellas, Heraklion, Grčija
- Fraunhofer-Institut – Intelligent Analysis and Information Systems, Sankt Augustin, Nemčija
- Freie Universität Berlin, Berlin, Nemčija
- FUNDACJA PROGRESS AND BUSINESS, Krakow, Poljska
- Gavagai, Stockholm, Švedska
- GCF – GLOBAL CLIMATE FORUM EV, Berlin, Nemčija
- Gemalto, Meudon, Francija
- Germanwatch Nord-Sued-Initiative e.V., Bonn, Nemčija
- GESIS – LEIBNIZ INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTEN e.V., Mannheim, Nemčija
- GFK EURISKO SR, Milano, Italija
- GIOUMPTIK MELETI SCHEDIASMOS YLOPOHSI KAI POLISI ERGON PLIROFORIKIS ETAIRESIA PERIORISMENIS EFTHYNIS, Atene, Grčija
- Global Security Challenge, London, Velika Britanija
- Globtel, Maribor
- Google, Mountain View, ZDA
- Google, Zürich, Švica
- GRAMMOS S. A., Igoumenitsa, Grčija
- Graz University of Technology, Institute for Theoretical Computer Science (IGI), Gradec, Avstrija
- Hebrew University of Jerusalem, Jeruzalem, Izrael
- Hella Saturnus, Ljubljana, Slovenija
- i2s, Atene, Grčija
- ideXlab, Pariz, Francija
- Idiap Research Institute, Martigny, Švica
- IIT Bombay, Bombaj, Indija
- IMFM, Institute of Mathematics, Physics and Mechanics, Ljubljana
- Infotehna, Novo Mesto
- INFOTRIP S.A. – Intelligent Transport Systems, Thessaloniki, Grčija
- Infraestruturas de Portugal SA, Almada, Portugalska
- Inova IT d.o.o., Maribor
- INRIA Lille – Nord Europe, Lille, Francija

69. INRIA, Pariz, Francija
70. Insiel - Informatica per il Sistema degli Enti Locali SpA, Trst, Italija
71. Institute for Language and Speech Processing, R. C. „Athena“, Atene, Grčija
72. INSTITUTE OF COMMUNICATION AND COMPUTER SYSTEMS, Atene, Grčija
73. Institute of Communications and Computer Systems (ICCS), Atene, Grčija
74. Institute of Computer Science, Jagiellonian University, Krakov, Poljska
75. Institute of Mathematics and its Applications, University of Minnesota, ZDA
76. Institute of Science and Technology - IST, Klosterneuburg, Avstrija
77. Institutul de Cercetari Pentru Inteligenti Artificiala, Bukarešta, Romunija
78. INTRASOFT International SA, Bruselj, Belgija
79. Iren Rinnovabili srl, Iren, Italija
80. Iskratel, d. o. o., Kranj
81. iSOCO, Barcelona Španija
82. Jagiellonian University, Krakow, Poljska
83. JOANNEUM RESEARCH FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MBH, Gradec, Avstrija
84. JOC, d. o. o., Vrhnika
85. JOT INTERNET MEDIA ESPAÑA SL, Madrid, Španija
86. Junge Uni Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
87. K Desktop Environment e. V., Berlin, Nemčija
88. KAPE - CRES, Centre for Renewable Energy Sources and Saving, Atene, Grčija
89. Kapsch TrafficCom AG, Dunaj, Avstrija
90. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Nemčija
91. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgija
92. Kinderbüro Universität Wien, Dunaj, Avstrija
93. King's College, London, Velika Britanija
94. KNOW-CENTER GMBH RESEARCH CENTER FOR DATA-DRIVEN BUSINESS & BIG DATA ANALYTICS, Gradec, Avstrija
95. Knowledge for All Foundation - K4A, London, Velika Britanija
96. KTH Stockholm, Stockholm, Švedska
97. Language Technology Centre Ltd., Surrey, Velika Britanija
98. Lawrence Berkeley National Laboratories
99. Leiden University, Leiden, Nizozemska
100. Linagora, Puteaux, Francija
101. LINGUASERVE INTERNACIONALIZACION DESERVICIOS SA, Madrid, Španija
102. Lionbridge Belgium, Etterbeek, Belgija
103. LiveU Ltd., Kfar Saba, Izrael
104. LPP, Ljubljana, Slovenija
105. LSE, London, Velika Britanija
106. LUCY SOFTWARE AND SERVICES GMBH, Heidelberg, Nemčija
107. Luis Simões SA, Lizbona, Portugalska
108. Max Planck Institut für Biologische Kybernetik, Tübingen, Nemčija
109. MEASURENCE LIMITED, Dublin, Irska
110. Microsoft Ireland Research, Ireland
111. Microsoft Research Ltd., Cambridge, Velika Britanija
112. MORAVIA IT AS, Brno, Češka
113. N. AMRAM TECHNOLOGIES LTD, Megido, Izrael
114. NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, Singapur, Singapur
115. National & Kapodistrian University of Athens, Atene, Grčija
116. National ICT Australia, Eveleigh, Avstralija
117. NCSR Demokritos, San Antonio, ZDA
118. New York Times, New York, ZDA
119. Nil podatkovne komunikacije, d. o. o., Ljubljana
120. Nissatech Innovation Centre, Niš, Srbija
121. North Carolina State University
122. North Karelia University of Applied Sciences, Joensuu, Finska
123. Norwegian Mapping Agency, Honefoss, Norveška
124. NTUA - National Technical University of Athens, Atene, Grčija
125. Olsen Ltd AG, Zürich, Švica
126. Ontotext AD, Sofia, Bolgarija
127. Open Data Institute (ODI), London, Velika Britanija
128. Opera Software, Oslo, Norveška
129. ORT BRAUDE COLLEGE, Karmiel, Izrael
130. Oxford University, Oxford, Velika Britanija
131. Paris Montagne, Pariz, Francija
132. Persontyle, Velika Britanija
133. Pinterest, San Francisco, ZDA
134. PlayGen Ltd, London, Velika Britanija
135. Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska
136. Pomona College, Claremont, ZDA
137. PRIVREDNO DRUŠTVO ZA PRUŽANJE USLUGA ISTRAZIVANJE I RAZVOJ NISSATECH INNOVATION CENTRE DOO, Niš, Srbija
138. Q-Validus Ltd, Dublin, Irska
139. Radboud University of Nijmegen, Nijmegen, Nizozemska
140. Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC), Szentendre, Madžarska
141. REGISTERENHETEN I BRONNOYSUND, Bronnoysund, Norveška
142. RENSSLAER POLYTECHNIC INSTITUTE, Troy, ZDA
143. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen - RWTH, Aachen, Nemčija
144. Royal Holloway, University of London, London, Velika Britanija
145. Rutgers University, New Jersey, ZDA
146. Saarland University, Saarbrücken, Nemčija
147. SAP AG, Walldorf, Nemčija
148. SCI - University of Utah, ZDA
149. Semantic Technology Institute Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
150. Semantic Technology Institute International, Dunaj, Avstrija
151. Semantic Technology Institute, University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
152. Singular Logic - Information Systems & Applications SA, Atene, Grčija
153. SINTEF, Trondheim, Norveška
154. SISSA Medialab, Trst, Italija
155. Slovenska tiskovna agencija, Ljubljana
156. Slovenski avtomobilski grozd, Ljubljana
157. SOFTWARE AG, Darmstadt, Nemčija
158. SPAZIODATI SRL, Trento, Italija
159. St Louis University, Saint Louis, ZDA
160. Stanford University, Palo Alto, ZDA
161. Steinbeis Innovation GmbH, Stuttgart, Nemčija
162. Stichting Centrum Voor Wiskunde En Informatica, Amsterdam, Nizozemska
163. Stockholm University, Stockholm, Švedska
164. Studio Moderna, d. o. o., Zagorje ob Savi
165. Špica International, d. o. o., Ljubljana
166. T U Berlin, Berlin, Nemčija
167. TAUS, De Rijn, Nizozemska
168. Techila Technologies Ltd, Tampere, Finska
169. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Danska
170. Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Izrael
171. TECHNISCHE UNIVERSITAET DRESDEN, Dresden, Nemčija
172. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska
173. Tel Aviv University, Tel Aviv, Izrael
174. Telecommunications Software & Systems Group, Waterford, Irska
175. TELEFONICA INVESTIGACION Y DESARROLLO SA, Madrid, Španija
176. Telekom Slovenije, Ljubljana, Slovenija
177. TETALAP - Hungarian Science and Technology Foundation, Budimpešta, Madžarska
178. The European Access Network, London, Velika Britanija
179. The European Students' Union, Bruselj, Belgija
180. The Foundation of Max Reinhardt, Bratislava, Slovaška
181. The Numerical Algorithms Group (NAG), Oxford, Velika Britanija
182. The Open University, Milton Keynes, Velika Britanija
183. THE PROVOST, FELLOWS, FOUNDATION SCHOLARS & THE OTHER MEMBERS OF BOARD OF THE COLLEGE OF THE HOLY & UNDIVIDED TRINITY OF QUEEN ELIZABETH NEAR DUBLIN, Dublin, Irska
184. The University of Limerick, Localisation Research Centre, Limerick, Irska
185. THE UNIVERSITY OF MANCHESTER, Manchester, Velika Britanija
186. TIS Transport, Innovation and Systems Consultancy, Lizbona, Portugalska
187. TNO, Delft, Nizozemska
188. Toshiba, Cambridge, Velika Britanija
189. TREDIT SA Transport Consultants, Kalamaria, Grčija
190. Tsinghua University, Peking, Kitajska
191. Tübingen Children's University, Tübingen, Nemčija
192. TurboInštitut, d. d., Ljubljana
193. Uninova, Caparica, Portugalska
194. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, Španija
195. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Španija
196. Università Ca' Foscari di Venezia, Benetke, Italija
197. UNIVERSITA DEGLI STUDI DI GENOVA, Genova, Italija
198. Università degli Studi di Milano, Milano, Italija
199. UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA, Milano, Italija
200. Università dell'Insubria, Varese, Italija
201. UNIVERSITA POLITECNICA DELLE MARCHE, Ancona, Italija
202. Universitat d'Alicante, Alicante, Španija
203. Universitat de les Illes Balears, Palma, Španija
204. Universitat de Lleida, Lleida, Španija
205. UNIVERSITAT JAUME I DE CASTELLON, Castellon de la Plana, Španija
206. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Španija
207. Universitat Politècnica de València - UPV, Valencia, Španija
208. Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Španija
209. Universität Stuttgart, Stuttgart, Nemčija
210. Université de Geneve, Ženeva, Švica
211. Université Pierre et Marie Curie, Pariz, Francija
212. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nizozemska
213. University College Dublin, Dublin, Irska
214. University College London, London, Velika Britanija
215. University of Aalto, Helsinki, Finska
216. University of Aegean, Mytilini, Grčija
217. University of Amsterdam, Amsterdam, Nizozemska
218. University of Antwerp, Antwerp, Belgija
219. University of Barcelona, Španija
220. University of Bristol, Bristol, Velika Britanija
221. University of British Columbia
222. University of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija
223. University of Economics, Prague, Praga, Češka

224. University of Edinburgh, Edinburgh, Velika Britanija  
 225. University of Fribourg, Fribourg, Švica  
 226. University of Glasgow, Glasgow, Velika Britanija  
 227. University of Heidelberg, Heidelberg, Nemčija  
 228. University of Helsinki, Helsinki, Finska  
 229. University of Innsbruck, Innsbruck, Avstrija  
 230. University of Karlsruhe, Institute AIFB, Nemčija  
 231. University of Leoben, Leoben, Avstrija  
 232. University of Liege, Liege, Belgija  
 233. University of Lisbon Algebra Center, Lizbona, Portugalska  
 234. University of Liverpool, Liverpool, Velika Britanija  
 235. University of Manchester, Manchester, Velika Britanija  
 236. University of Oviedo (ILTO), Asturias, Španija  
 237. University of Oxford, Oxford, Velika Britanija  
 238. University of Pennsylvania, Pennsylvania, ZDA  
 239. University of Sheffield, Sheffield, Velika Britanija  
 240. University of Southampton, Southampton, Velika Britanija  
 241. University of St. Andrews, St. Andrews, Velika Britanija  
 242. University of Surrey, Guildford, Velika Britanija  
 243. University of Szeged, Juhasz Gyula, Teachers Training Faculty, Szeged, Madžarska  
 244. University of Tartu, Tartu, Estonija  
 245. University of the Aegean (UoA), Mytilini, Grčija  
 246. University of Wolverhampton (UoW), Wolverhampton, Velika Britanija  
 247. University of York, York, Velika Britanija  
 248. University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics, Varaždin, Hrvaška  
 249. University Rey Juan Carlos, Madrid, Španija  
 250. University Zagreb, Zagreb, Hrvaška  
 251. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana  
 252. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana  
 253. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana  
 254. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana  
 255. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana  
 256. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor  
 257. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Slovaška  
 258. UP IAM – University of Primorska, Andrej Marušič Institute, Slovenija  
 259. UPC Barcelona / Universidad de Cantabria, Barcelona, Španija  
 260. Upstanding Hackers, Cheyenne, ZDA  
 261. US Military Academy, West Point, New York, ZDA  
 262. VISTATEC LTD, Dublin, Irska  
 263. VYSOKA SKOLA EKONOMICKA V PRAZE, Praga, Češka  
 264. WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Varšava, Poljska  
 265. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster, Nemčija  
 266. Wikimedia, Berlin, Nemčija  
 267. World Wide Web Consortium  
 268. WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, Wroclaw, Poljska  
 269. XEROX Research Centre Europe, Meylan, Francija  
 270. Xlab, Teslova 30, Ljubljana  
 271. XTM International, Bucks, Velika Britanija  
 272. Yahoo! Research  
 273. ZOOM Children's Museum, Dunaj, Avstrija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Austin R. Benson, David F. Gleich, Jurij Leskovec, "Higher-order organization of complex networks", *Science (Wash. D.C.)*, vol. 363, no. 6295, str. 163-166, 2016. [COBISS.SI-ID 29992487]
2. Carolina Fortuna, Eli De Poorter, Primož Škraba, Ingrid Moerman, "Data driven wireless network design: a multi-level modeling approach", *Wirel. pers. commun.*, vol. 88, no.1, pp. 63-77, 2016. [COBISS.SI-ID 29373479]
3. Polona Gantar, Iztok Kosem, Simon Krek, "Discovering automated lexicography", *International Journal of Lexicography*, vol. 29, issue 2, str. 200-225, 2016. [COBISS.SI-ID 60424034]
4. Dejan Govc, "On the definition of the homological critical value", *J. homotopy relat. struct.*, vol. 11, iss. 1, str. 143-151, 2016. [COBISS.SI-ID 17228633]
5. Mario Karlovec, Borut Lužar, Dunja Mladenec, "Core-periphery dynamics in collaboration networks: the case study of Slovenia", *Scientometrics*, vol. 109, iss. 3, str. 1561-1578, 2016. [COBISS.SI-ID 29848359]
6. Mario Karlovec, Dunja Mladenec, Marko Grobelnik, Mitja Jermol, "Conceptualization of science using collaboration and competences", *Electron. libr.*, vol. 34, no. 1, str. 2-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29254951]
7. Ganna Kudryavtseva, Primož Škraba, "The principal bundles over an inverse semigroup", *Semigroup forum*, 22 str., 2016. [COBISS.SI-ID 17896537]
8. João Pita Costa, Karin Cvetko-Vah, "Flat coset decompositions of skew lattices", *Semigroup forum*, vol. 92, no. 2, str. 361-376, 2016. [COBISS.SI-ID 29255207]
9. Georg Rehm et al. (44 avtorjev), "The strategic impact of META-NET on the regional, national and international level", *Language resources and evaluation*, vol. 50, no. 2, str. 351-374, 2016. [COBISS.SI-ID 29164327]
10. Jan Rupnik, Andrej Muhič, Gregor Leban, Primož Škraba, Blaž Fortuna, Marko Grobelnik, "News across languages - cross-lingual document similarity and event tracking", *J. artif. intell. res.*, vol. 55, str. 283-316, 2016. [COBISS.SI-ID 29416999]
11. Primož Škraba, Paul Rosen, Bei Wang, Guoning Chen, Harsh Bhatia, Valerio Pascucci, "Critical point cancellation in 3D vector fields", *IEEE trans. vis. comput. graph.*, vol. 22, no. 6, str. 1683-1693, 2016. [COBISS.SI-ID 29332775]
12. Nenad Tomašev, Krisztian Buza, Dunja Mladenec, "Correcting the hub occurrence prediction bias in many dimensions", *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 13, no. 1, str. 1-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29327399]

## STROKOVNI ČLANEK

1. Marjeta Frey-Pučko, Bojan Jurca, Mitja Jermol, "Odprto izobraževanje v zdravstvu - tehnologija in metoda", *AS. Andrag. spoznan.*, letn. 22, št. 4, str. 57-71, 2016. [COBISS.SI-ID 63100258]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Špela Arhar Holdt, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, Simon Krek, "Syntactic annotation of Slovene CMC: first steps", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 3-6. [COBISS.SI-ID 62120546]
2. Katja Berčič, Gabriella Cattaneo, Mario Karlovec, Flavio Fuart, Gaber Cerle, "Application of advanced analytical techniques in support of socio-economic impact assessment of innovation funding programmes", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 9-12. [COBISS.SI-ID 29873959]
3. Jan Chołowiecki, Gregor Leban, Sebastijan Maček, Aljoša Rehar, "Information flow between news articles: Slovene media case study", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 13-16. [COBISS.SI-ID 29874215]
4. Ruben Costa, Ricardo Jardim-Gonçalves, Paulo Figueiras, Margherita Forcolin, Mitja Jermol, Richards Stevens, "Smart cargo for multimodal freight transport: when "cloud" becomes "fog"", V: *8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2016, Troyes, France, 28-30 June 2016, IFAC-PapersOnline*, vol. 49, no. 12, str. 121-126, 2016. [COBISS.SI-ID 30118439]
5. Zala Herga, Jan Rupnik, Primož Škraba, Blaž Fortuna, "Modeling probability of default and credit limits: Slovene media case study", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 21-24. [COBISS.SI-ID 29874727]
6. Matic Kladnik, Blaž Fortuna, Pat Moore, "Big data analysis combining website visit logs with user segments and website content", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19.*



- mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D, str. 25-28. [COBISS.SI-ID 29878055]
7. Simon Krek, Polona Gantar, Kaja Dobrovoljc, Iza Škrjanec, "Označevanje udeleženskih vlog v učnem korpusu za slovenščino", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 106-110. [COBISS.SI-ID 62687586]
  8. Simon Krek, Polona Gantar, Iztok Kosem, Vojko Gorjanc, Cyprian Laskowski, "Baza kolokacijskega slovarja slovenskega jezika", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 101-105. [COBISS.SI-ID 62686818]
  9. Gregor Leban, Blaž Fortuna, Marko Grobelnik, "Using news articles for real-time cross-lingual event detection and filtering", V: *NesIR 2016: proceedings of the First International Workshop on Recent Trends in News Information Retrieval co-located with 38th European Conference on Information Retrieval (ECIR 2016), Padua, Italy, March 20, 2016*, (CEUR workshop proceedings, vol. 1568), 6 str.. [COBISS.SI-ID 29417511]
  10. Erik Novak, Inna Novalija, "Visual and statistical analysis of VideoLectures.NET", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 29-32. [COBISS.SI-ID 29878311]
  11. João Pita Costa, Matjaž Rihtar, "Data analytics in aquaculture", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 17-20. [COBISS.SI-ID 29874471]
  12. Luis Rei, Dunja Mladenič, Simon Krek, "A multilingual social media linguistic corpus", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 54-57. [COBISS.SI-ID 62144610]
  13. Matej Senožetnik, Luka Bradeško, Blaž Kažič, Dunja Mladenič, Tine Šubic, "Spatio-temporal clustering methods: Slovene media case study", V: *Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 33-36. [COBISS.SI-ID 29878567]
  14. Matej Senožetnik, Luka Bradeško, Luka Stopar, Dunja Mladenič, "Ocenjevanje stanja napoljenosti baterije inteligentnega avtodoma", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. B, str. 63-66. [COBISS.SI-ID 29772071]
  15. Jan Štrekelj, Branko Kavšek, "Interactive video management by means of an exercise bike", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A*, str. 44-47. [COBISS.SI-ID 1538804420]
  16. Jasna Urbančič, Luka Bradeško, Matej Senožetnik, "Near real-time transportation mode detection based on accelerometer readings", V:

*Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča (SiKDD): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek D*, str. 5-8. [COBISS.SI-ID 29873703]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Janez Brank, Dunja Mladenič, Marko Grobelnik, "Feature construction in text mining", V: *Encyclopedia of machine learning and data mining*, Claude Sammut, ur., Geoffrey I. Webb, ur., Heidelberg [etc.], Springer, 2016, 6 str.. [COBISS.SI-ID 29757479]
2. Marko Grobelnik, Dunja Mladenič, Michael J. Witbrock, "Text mining for the semantic web", V: *Encyclopedia of machine learning and data mining*, Claude Sammut, ur., Geoffrey I. Webb, ur., Heidelberg [etc.], Springer, 2016, 3 str.. [COBISS.SI-ID 29757735]
3. Dunja Mladenič, "Text mining", V: *Encyclopedia of machine learning and data mining*, Claude Sammut, ur., Geoffrey I. Webb, ur., Heidelberg [etc.], Springer, 2016, 1 str.. [COBISS.SI-ID 29744167]
4. Dunja Mladenič, Janez Brank, Marko Grobelnik, "Document classification", V: *Encyclopedia of machine learning and data mining*, Claude Sammut, ur., Geoffrey I. Webb, ur., Heidelberg [etc.], Springer, 2016, 5 str.. [COBISS.SI-ID 29743911]
5. Stefano Pacifico, Janez Starc, Janez Brank, Luka Bradeško, Marko Grobelnik, "Semantic annotation of text using open semantic resources", V: *Encyclopedia of machine learning and data mining*, Claude Sammut, ur., Geoffrey I. Webb, ur., Heidelberg [etc.], Springer, 2016, 6 str.. [COBISS.SI-ID 30048295]
6. Mikael Vejdemo-Johansson, Primož Škraba, "Topology, big data and optimization", V: *Big data optimization: recent developments and challenges*, (Studies in big data, vol. 18), Ali Emrouznejad, ur., [S. l.], Springer, 2016, str. 147-176. [COBISS.SI-ID 29524007]

## STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Sadhana Sihgh, Dunja Mladenič, *Progressing in leadership and success: based on Kundalini yoga as taught by yogi Bhajan*, Waldzell, Wadzel Leadership Institute, 2016. [COBISS.SI-ID 30062375]

## MENTORSTVO

1. Jan Rupnik, *Kanonična korelacijska analiza za več množic spremenljivk*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Dunja Mladenič; somentor John Shawe-Taylor). [COBISS.SI-ID 29670695]
2. Andreas Thalhammer, *Linked Data Entity Summarization*: doktorska disertacija, Karlsruhe, 2016 (mentor Rudi Studer; somentor Dunja Mladenič). [COBISS.SI-ID 30066215]
3. Erik Novak, *Nenegativna matrična faktorizacija*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Bor Plestenjak; somentor Andrej Muhič). [COBISS.SI-ID 17714777]
4. Blaž Sovdat, *Tekstovno rudarjenje s homologijo*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Primož Škraba; somentor Sergio Cabello). [COBISS.SI-ID 17719641]

# LABORATORIJ ZA ODPRTE SISTEME IN MREŽE

## E-5

***Aktivnosti laboratorija 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 ter učinkovitejše in prodornejše uresničevanje koncepta vseživljenjskega učenja.***

V letu 2016 je skupina izvajala raziskovalni program Tehnologije interneta prihodnosti: koncepti, arhitekture, storitve in družbeno-ekonomski vidiki, raziskave pa so potekale še pri projektu Flex4Grid iz programa Obzorje 2020, projektih COURAGE, EmployID in REDIRNET iz 7. okvirnega programa EU, projektu eSENS iz okvirnega programa za konkurenčnost in inovacije (CIP), projektu SENTER iz programa ISFP, projektu LIVE\_FOR iz programa DG Justice, projektu GIRDA iz programa Erasmus*plus* ter pri nacionalnem temeljnem projektu. Glavna področja dela so bila tehnologije in storitve naprednih omrežij naslednje generacije, varnost in zasebnost v informacijskih sistemih ter tehnološko podprto učenje. Člani laboratorija sodelujejo kot visokošolski učitelji na dodiplomskem in podiplomskem študiju na Univerzi v Ljubljani, Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana in Fakulteti DOBA. V letu 2016 so bili mentorji pri končanih dveh doktorskih disertacijah, štirih magistrskih delih in dveh diplomskih delih.



Vodja:  
**prof. dr. Borka Jerman Blažič**

### **Koncepti in arhitektura varnih sodobnih omrežij in informacijskih sistemov**

Raziskave na prvem področju so bile povezane z razvojem varnostne infrastrukture in zaupanja vrednih storitev. Laboratorij za odprte sisteme in mreže je bil pri velikem pilotnem projektu eSENS iz okvirnega programa za konkurenčnost in inovacije (CIP) vključen v pripravo gradnikov za vseevropsko infrastrukturo, ki bo omogočila ponudbo in uporabo čezmejnih storitev na podlagi e-identitet, kakršna je digitalna osebna izkaznica.

Projekt eSENS (Electronic Simple European Networked Services) bo na ravni EU poenotil ključne gradnike vseh sedanjih pilotnih projektov (npr. STORK 2.0), ki so potrebni za razvoj e-storitev. Pri tem je poudarek na gradnikih za e-identitete, elektronske dokumente, e-vročanje in elektronske podpise. Razvita arhitektura je sestavni del evropske interoperabilne arhitekture (EIA), ki bo omogočila učinkovito in smotrno ponudbo javnih e-storitev med različnimi državami in različnimi sektorji. Naš laboratorij vodi projektne aktivnosti, povezane z izvedbo modelov zaupanja na različnih področjih uporabe, na primer pri e-vročanju, e-zdravju, e-sodstvu in elektronskem poslovanju podjetij. Laboratorij je vključen tudi v oceno varnostnih vidikov referenčne evropske interoperabilnostne arhitekture (EIRA), ki jo pripravljajo partnerji projekta.

V okviru projekta REDIRNET (Emergency Responder Data Interoperability Network) iz 7. OP EU smo končali delo na področju zasnove in razvoja interoperabilnih rešitev za izmenjavo informacij med organizacijami za zaščito in reševanje (policija, nujna medicinska pomoč, protiteroristične enote ipd.) v primeru nezgod in drugih naravnih nesreč. Rešitve zagotavljajo povezljivost komunikacijskih omrežij in interoperabilnost pri izmenjavi podatkov. V letu 2016 je bil glavni poudarek naših aktivnosti na specifikaciji ontologije za področje reševanja, preverjanju varnosti končnega sistema in ocenjevanju njegove uporabnosti. Izdelali smo varnostna priporočila in smernice za razvijalce in končne uporabnike. Pri tem so bile upoštewane dobre prakse in sodobni varnostni izzivi, s katerimi se srečujejo službe javne varnosti. Nadalje smo pripravili seznam poglobljenih varnostnih tveganj in ključnih sredstev. Končna demonstracija sistema REDIRNET je bila junija 2016 v Bratislavi na Slovaškem, varnostne vidike sistema in vgrajenih varnostnih storitev pa smo predstavili na mednarodni konferenci na Švedskem. Specificirana ontologija, pripravljena na podlagi potreb reševalnih služb, je bila prikazana na konferenci v Španiji.

V letu 2016 smo v laboratoriju nadaljevali delo pri projektu Flex4Grid (Upravljanje prožnosti uporabnikov pametnih omrežij) iz programa Obzorje 2020. Projekt spada na področje »Konkurenčne nizkoogljične energije« v okviru stebra »Izzivi družbe«. Njegov cilj je preučiti možnosti izrabe prožnosti uporabnikov pri porabi električne energije. Z inovativnimi storitvami IKT za izrabo prožnosti nameravamo doseči izboljšanje delovanja pametnega elektroenergetskega omrežja. Projekt ima močno slovensko udeležbo, saj poleg Instituta »Jožef Stefan« v njem sodelujeta tudi Elektro Celje in podjetje Smart Com. Do sedaj smo pripravili osnovne elemente in storitve, potrebne za upravljanje prožnosti uporabnikov, od krmilnih enot pametnega doma do mobilnih aplikacij. V laboratoriju smo se osredinili na zagotavljanje oblačnih storitev shranjevanja in obdelave podatkov interneta stvari (IoT), podatkovne analitike in napovedovanja ter na zagotavljanje varnosti in zasebnosti. Konec leta 2016 smo pričeli v Sloveniji prvo

**Pripravili smo gradnike za varnostno infrastrukturo in zaupanja vredne storitve.**

fazo pilotskega preverjanja rezultatov projekta s 100 testnimi uporabniki, v letu 2017 načrtujemo dolgotrajnejša testiranja z 2 500 uporabniki.

Raziskovalne in razvojne aktivnosti potekajo tudi v okviru triletnega nacionalnega projekta **EkoSmart** (Eko sistem pametnega mesta), ki se osredinja na področje zdravja, mobilnosti, aktivnega življenja in dobrega počutja. Partnerji projekta, ki so delo začeli poleti 2016, bodo v šestih sklopih razvili ekosistem, ki bo z inovativnimi IKT-rešitvami omogočil bolj kakovostno in varnejše življenje posameznikov in skupnosti. Laboratorij za odprte sisteme in mreže sodeluje v sklopu Elektronsko mobilno zdravje, kjer so operativni cilji osredinjeni na informacijske tehnologije za podporo celotni oskrbi, podporo na domu, mobilno spremljanje vitalnih in okoljskih podatkov, razvoj metod in algoritmov ter IKT računalniških okolij. Naša glavna vloga je pri razvoju metod in algoritmov. Za varovanje podatkov obravnavamo varnostne modele, kot so k-anonimnost, l-raznovrstnost in LKC-zasebnost. Aplikacije strojnega učenja bodo uporabljene tudi za odkrivanje bolezenskih stanj v podatkovnih bazah in inteligentne podpore pri procesih zdravljenja.

V okviru Infrastrukturnega programa v raziskovalnih organizacijah smo tudi v letu 2016 dajali podporo nekaterim storitvam, ki omogočajo boljšo komunikacijo tako med člani različnih raziskovalnih programov kot tudi študenti in njihovimi mentorji z geografsko porazdeljenih institucij.

### Mehanizmi za zagotovitev varnosti in zasebnosti v informacijskih sistemih

Zagotovljena varnost in zasebnost sta ključni za delovanje moderne informacijske družbe. V letu 2016 je bil poudarek naših raziskav in razvoja na tem področju na boju proti kibernetickemu kriminalu, inovativnih varnostnih mehanizmih, kakršno je grafično overjanje, in sistemih zaupanja. Rezultati so bili objavljeni v znanstveni knjigi, sedmih znanstvenih člankih in več prispevkih na mednarodnih konferencah.

Pri projektu **COURAGE** (Cybercrime and cyberterrorism European research agenda) iz 7. okvirnega programa EU smo sodelovali pri pripravi končne različice predloga raziskovalnega programa na področju boja proti kiberneticki kriminaliteti in kibernetickemu terorizmu. Kiberneticka kriminaliteta je opredeljena kot aktivnost, pri kateri so računalniški in mrežni viri orodje, cilj ali prizorišče kriminalnega dejanja. Program, ki je bil dokončan leta 2016, opredeljuje glavne izzive boja proti kiberneticki kriminaliteti in kibernetickemu terorizmu, identificira raziskovalne vrzeli in predlaga ukrepe za odpravo teh vrzeli. Vse skupaj je bilo identificiranih 12 področij, kjer so potrebne nadaljnje raziskave, na primer lastnosti in vedenje storilcev in žrtev kriminalnih dejanj, napredna preiskovalna orodja, ki upoštevajo zahteve zakonodaje za zaščito osebnih podatkov, preprečevanje in odkrivanje kriminalnih in terorističnih aktivnosti v skritem delu interneta ter uskladitev terminologije na področju boja proti kiberneticki kriminaliteti in kibernetickemu terorizmu. Program za vsako od teh področij predlaga kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne ukrepe in vlogo posameznih deležnikov (organi pregona, ponudniki storitev, raziskovalne in razvojne organizacije, politika, organizacije za akreditacijo in certificiranje, izobraževalne organizacije) pri teh ukrepih. Rezultate smo objavili kot poglavje v knjigi *Combating cybercrime and cyberterrorism: challenges, trends and priorities*, ki je izšla pri mednarodni založbi Springer, in predstavili na mednarodni konferenci.

Na področje boja proti kibernetickemu kriminalu spada tudi novi evropski projekt **SENER** (Strengthening

European Network Centres of Excellence in Cybercrime). Cilj projekta je med seboj tesneje povezati nacionalne centre odličnosti za boj proti kiberneticki kriminaliteti v EU. Eden od desetih sodelujočih centrov pri projektu je tudi Laboratorij za odprte sisteme in mreže. Naši glavni aktivnosti v prvem letu sta bili priprava zbirke izobraževalnega gradiva, informacijskih orodij in ekspertiz na področju delovanja centrov in izdelava navodil za ustanovitev in vodenje centrov odličnosti. Raziskovalne aktivnosti smo izvajali tudi v okviru dveh posebnih interesnih skupin, ustanovljenih pri projektu, in sicer OSINT (Obveščevalni podatki iz javno dostopnih virov) in Digitalna forenzika.

Laboratorij za odprte sisteme in mreže je koordinator mednarodnega projekta **LIVE\_FOR** (Criminal Justice Access to Digital Evidences in the Cloud - LIVE\_FORensics) iz programa EU DG Justice. Raziskave projekta, pri katerem sodelujejo še univerze iz Belgije (Vrije Universiteit v Bruslju), Španije (UPC iz Barcelone in Universidad autonoma iz Madrida), Nemčije (Fachhochschule Albstadt iz Sigmaringena) in Češke (Masarykova univerza iz Brna), so usmerjene v reševanje perečih problemov s področja kiberneticke kriminalitete in uveljavitve Direktive 2014/41/EU o evropskem preiskovalnem nalogu v kazenskih zadevah. Cilji projekta, ki se je začel novembra 2016 in bo trajal dve leti, so razvoj in raziskave novejših metod digitalne forenzike za potrebe računalništva v oblaku in izobraževanje

### Sooblikujemo program raziskav na področju boja proti kiberneticki kriminaliteti.



Slika 1: Projekt LIVE\_FOR

ciljnih skupin (tožilci, preiskovalni sodniki, organi pregona, sodišča), ki izvajajo pridobivanje čezmejnih digitalnih dokazov in pričevanj. Pri projektu bomo najprej raziskali status implementacije Direktive 2014/41/EU v posameznih državah EU, ovire pri njeni uveljavitvi in uporabi evropskega preiskovalnega naloga ter prakso pri pridobivanju čezmejnih digitalnih dokazov, še posebej v zapletenih primerih preiskav v računalniškem oblaku. Nadalje bomo razvili metode in gradivo za izobraževanje in usposabljanje na področju digitalne forenzike, organizirali več izobraževalnih delavnic in s projektnimi partnerji vzpostavili informacijska centra za ozaveščanje ključnih deležnikov (tožilci, sodniki, preiskovalni sodniki, organi pregona, organizacije na področju boja proti kibernetickemu kriminalu in strokovnjaki na področju digitalne forenzike).

Pri zagotavljanju varnosti in zasebnosti ima pomembno vlogo upravljanje z zaupanjem. Identificirali smo pomanjkljivosti sedanjih sistemov zaupanja in določili štiri dodatne dejavnike, ki prispevajo k celovitosti novega okvira zasnove takšnih sistemov. Z empiričnimi študijami smo prikazali, da so človek in njegovi predsodki glavni dejavnik nepredvidljivosti sistemov zaupanja. Rezultate smo uporabili pri pripravi metodologije za ugotavljanje in blaženje vpliva predsodkov uporabnikov, ki temelji na arhitekturi izbire in formalnem modelu na podlagi subjektivne logike. Metodologija omogoča sistematično načrtovanje kontekstnih in v uporabnika usmerjenih sistemov zaupanja. Rezultate smo objavili v znanstveni reviji s faktorjem vpliva *Behaviour & Information Technology*.

Varno in prijazno overjanje uporabnikov internetnih storitev je še vedno problem pri razvoju zaupanja vrednih internetnih storitev. Zanesljiva in varna tekstovna gesla za dostop do storitev so po navadi zapletena in si jih je težko zapomniti, zato so primernejša gesla, izdelana z grafičnimi elementi. V letu 2016 smo v reviji s faktorjem vpliva po SCI *Interacting with computers* predstavili rezultate študije o tem, kako uporabniki izbirajo slikovna gesla glede na barvo, obliko in vrsto grafičnega elementa. Študija je bila opravljena na skupini 302 uporabnikov, ki so v času šestih mesecev uporabljali izključno grafična gesla s slikami. Študija je pokazala, da uporabniki kažejo določene preference pri izbiri slikovnega gesla glede na barvo, obliko in vrsto. Rezultati študije v obliki priporočil pri načrtovanju slikovnih gesel z zahtevano stopnjo varnosti in uporabnosti so uporabni za ponudnike internetnih storitev.

V letu 2016 smo nadgradili še študijo zaščite podatkov v mobilnih omrežjih in mobilnih napravah. Rezultati so bili objavljeni v znanstvenih revijah s faktorjem vpliva *Telematics and informatics in Information development*.

### Tehnološko podprto učenje

Na področju tehnološko podprtega učenja smo izvajali raziskave in razvoj novih e-izobraževalnih storitev in platform za zaposlene v javni upravi, natančneje na zavodih za zaposlovanje, in resnih izobraževalnih iger.

Cilj integriranega projekta **EmployID** (Scalable cost-effective facilitation of professional identity transformation in public employment services) iz 7. OP EU, ki se je začel v letu 2014, je tehnološka podpora transformaciji identitete zaposlenih na zavodih za zaposlovanje. Pri projektu bomo izdelali inovativne e-izobraževalne storitve v javni upravi, kot so kolegialni »e-coaching«, mreženje in analitika učenja na delovnem mestu, ter izobraževalne platforme in vsebine za zaposlene. Za omenjene storitve v okviru laboratorija razvijamo tudi kontekstne storitve za zaščito zasebnosti, ki zagotavljajo skladnost z najnovejšo evropsko zakonodajo na področju zaščite osebnih podatkov. V letu 2016 je bil glavni poudarek raziskav in razvoja na posodobitvi ogrodja za evalvacijo rešitev in razvoju ter evalvaciji izkustvene skupnosti in učne platforme za zavode za zaposlovanje. Rezultati so bili objavljeni v knjigi z naslovom *Empowering change in public employment services - The EmployID approach*.

Cilj projekta **GIRDA** (Gameplay for Inspiring Digital Adoption) iz programa Erasmus+plus, ki se je začel novembra 2016, je razvoj digitalne pismenosti pri starejših ljudeh z uporabo iger. Skupaj s šestimi partnerji iz Slovenije, Avstrije, Velike Britanije in Makedonije bomo raziskali učinkovitost alternativnega načina digitalnega opismenjevanja, ki temelji na digitalnih igrah, prilagojenih starejšim, in ustreznih izobraževalnih orodjih, na primer na dotik občutljivih miz. Predvideni rezultati projekta so inovativne izobraževalne metode, igre in učno gradivo za starejše ter navodila z dobrimi praksami za vse, ki se ukvarjajo s promocijo digitalne pismenosti in premoščanjem digitalnega razkoraka pri starejših.

### Promocija znanosti

Oktober 2016 smo na Institutu "Jožef Stefan" obeležili 25-letnico prve internetne povezave v Sloveniji, ki je bila vzpostavljena novembra 1991 v Laboratoriju za odprte sisteme in mreže. Linija je bila pridobljena v sklopu projekta EUREKA-8/COSINE (Cooperation of Open Systems Interconnections), pri katerem je takrat sodeloval Laboratorij. V programu obeležitve obletnice so sodelovali srednješolci, ki so z esejji predstavili, kaj jim internet pomeni v vsakdanjem življenju, kaj prinaša dobrega, kaj slabega in

### Rezultati naših raziskav in razvoja pomembno prispevajo k varnejši informacijski družbi.



Slika 2: 25-letnica prve internetne povezave v Sloveniji

kako vidijo njegovo prihodnost. Glavna govornica dogodka je bila evropska komisarka mag. Violeta Bulc, o dogajanju ob vzpostavitvi prve internetne povezave v Sloveniji leta 1991, o prihodnosti interneta ter o tekočih raziskavah na tem področju, ki potekajo v okviru programa Obzorje 2020, pa je spregovorila prof. dr. Borka Jerman-Blažič.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Callanan, Cormac, Jerman-Blažič, Borka, Jerman Blažič, Andrej. User awareness and tolerance of privacy abuse on mobile internet: an exploratory study. *Telematics and informatics*, ISSN 0736-5853, 33 (2016) 1, 109–128
2. Pavleska, Tanja, Jerman-Blažič, Borka. User bias in online trust systems: aligning the system designers' intentions with the users' expectations. *Behaviour & information technology*, ISSN 0144-929X. [Print ed.], [in press] 2016, 15 str.
3. Mihajlov, Martin, Jerman-Blažič, Borka, Ciunova Shuleska, Anita. Why that picture? Discovering password properties in recognition-based graphical authentication. *International journal of human-computer interaction*, ISSN 1044-7318, 12 (2016) 12, 975–988

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Organizacija dogodka »25-letnica prve internetne povezave v Sloveniji« in sodelovanje pri odprtju multikonference Informacijska družba 2016, Ljubljana, 10. oktober 2016
2. Organizacija sestanka projekta LIVE\_FOR, Ljubljana, 15. november 2016

### Nagrade in priznanja

1. Primož Cigoj: Nagrada za drugo najboljšo inovacijo in poslovni predlog: »Produkt MUPOSS«, 9. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij, Brdo pri Kranju

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. 7. OP - EmployID; Prilagodljivi in stroškovno učinkoviti sistemi in storitve za izobraževanje in usposabljanje v zavodih za zaposlovanje  
Evropska komisija  
doc. dr. Tomaž Klobučar
2. 7. OP - REDIRNET; Interoperabilnost vsebin in informacij v komunikacijskih omrežjih služb za nujno pomoč in reševanje  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
3. 7. OP - COURAGE; Evropska raziskovalna agenda za področje kibernetске kriminalitete in terorizma  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
4. CIP-e-SENS; Uporaba javnih e-storitev  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
5. D-FET; Dinamična evalvacija in usposabljanje na področju forenzike  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
6. SENTER - Mreža evropskih centrov odličnosti na področju kibernetске kriminalitete  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
7. ERASMUS+; GIRDA - Igranje igrice za vzpodbujanje digitalne adaptacije  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
8. LIVE\_FOR; Digitalna forenzika v računalniškem oblaku  
Evropska komisija  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič

9. H2020 - Flex4Grid; Prožna pametna omrežja  
Evropska komisija  
dr. Dušan Gabrijelčič

## PROGRAM

1. Tehnologije interneta prihodnosti: koncepti, arhitekture, storitve in družbeno-ekonomski vidiki  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič

## PROJEKTA

1. Interoperabilnost vsebin in podatkov v komunikacijskih omrežjih za varstvo in reševanje  
prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič
2. EkoSmart: Eko sistem pametnega mesta  
dr. Živa Štepančič

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Izdelava navodil za priklop ponudnikov storitev na sistemu SI-PASS - izdelava poročila  
Ministrstvo za javno upravo  
doc. dr. Tomaž Klobučar

---

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Matija Jekovec: Izboljšanje uporabniške izkušnje agentov podpore uporabnikom z uporabo modernih spletnih tehnologij, 27. 5. 2016

2. Blaž Ivanc: Razvojni pristop k modeliranju kibernetских napadov, Varnostni vidiki infrastrukture za izmenjavo podatkov med službami javne varnosti, 20. 9. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Primož Cigoj, Andrej Jerman Blažič, začetni sestanek projekta SENTER, Bruselj, Belgija, 16.-17. 2. 2016
2. Primož Cigoj, Matej Babič, Dušan Gabrijelčič, Tanja Pavleska, Živa Stepančič, udeležba na »The ICT Proposers day«, Bratislava, Slovaška, 26.-27. 9. 2016
3. Primož Cigoj, Tomaž Klobučar, letna konferenca projekta SENTER, Vilnius, Litva, 18.-21. 10. 2016
4. Primož Cigoj, Andrej Jerman Blažič, začetni sestanek projekta GIRDA, London, Velika Britanija, 27.-30. 11. 2016
5. Primož Cigoj, sodelovanje na delavnici »Mandola Workshop on Online Hate Speech«, Bruselj, Belgija, 15. 12. 2016
6. Dušan Gabrijelčič, tehnični sestanek projekta Flex4Grid, Bonn, Nemčija, 31. 1.-4. 2. 2016
7. Dušan Gabrijelčič, sestanek delovne skupine za upravljanje podatkov v energetskem sektorju, 15. 3. 2016
8. Dušan Gabrijelčič, tehnični sestanek projekta Flex4Grid, Ljubljana, 20.-21. 4. 2016
9. Dušan Gabrijelčič, Živa Stepančič, tehnični sestanek projekta Flex4Grid, Rimske Toplice, 13.-16. 6. 2016
10. Dušan Gabrijelčič, tehnični sestanek projekta Flex4Grid, Bocholt, Nemčija, 11.-16. 9. 2016
11. Dušan Gabrijelčič, Živa Stepančič, tehnični sestanek projekta Flex4Grid, Helsinki, Finska, 7.-10. 11. 2016
12. Blaž Ivanc, delovni sestanek projekta ReDIRNET, Charleroi, Belgija, 29. 2.-4. 3. 2016
13. Blaž Ivanc, delovni sestanek projekta ReDIRNET, Telford, Birmingham, Velika Britanija, 21.-24. 3. 2016
14. Blaž Ivanc, prispevek na konferenci »PSC Conference«, Bruselj, Belgija, 16.-23. 5. 2016 (1)
15. Blaž Ivanc, Tanja Arh, zaključni sestanek projekta ReDIRNET, Bratislava, Slovaška, 27. 6.-1. 7. 2016
16. Blaž Ivanc, Andrej Jerman Blažič, prispevek na konferenci DIPDMWC 2016, Moskva, Ruska federacija, 5.-9. 7. 2016 (2)
17. Blaž Ivanc, prispevek na konferenci EISIC 2016, Uppsala, Švedska, 16.-21. 8. 2016 (1)
18. Borka Jerman Blažič, udeležba na konferenci VITEL 2016, 16. 5. 2016, Brdo pri Kranju
19. Borka Jerman Blažič, prispevek na konferenci MCCIS 2016, Madeira, Portugalska, 30. 6.-7. 7. 2016 (1)
20. Borka Jerman Blažič, sestanek projekta MANDOLA, Bruselj, Belgija, 4.-5. 10. 2016
21. Tomaž Klobučar, sestanek projekta e-SENS, Rim, Italija, 11.-13. 1. 2016
22. Tomaž Klobučar, sestanek projekta EmployID, Valencia, Španija, 14.-17. 1. 2016
23. Tomaž Klobučar, sestanek projekta COURAGE in delavnica COURAGE-CAMINO-CYBERROAD, Haag, Nizozemska, 9.-11. 3. 2016
24. Tomaž Klobučar, letni pregled projekta EmployID, Luksemburg, 6.-7. 4. 2016
25. Tomaž Klobučar, sestanek projekta EmployID, Dunaj, 10.-12. 5. 2016
26. Tomaž Klobučar, konferenca EC-TEL 2016, Lyon, Francija, 13.-16. 9. 2016
27. Tomaž Klobučar, sestanek projekta EmployID, Goslar, 29.-30. 9. 2016
28. Živa Stepančič, udeležba na delavnici »Workshop on using Big Data Analytics to Reinforce Security«, Ženeva, Švica, 3.-5. 7. 2016
29. Živa Stepančič, Informacijska družba 2016, Ljubljana, 11. 10. 2016 (1)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Tanja Arh\*
2. doc. dr. Rok Bojanc\*
3. **prof. dr. Borka Džonova Jerman Blažič, znanstveni svetnik - vodja samostojnega laboratorija**

4. dr. Dušan Gabrijelčič
5. doc. dr. Tomaž Klobučar

### Podoktorski sodelavci

6. dr. Matej Babič
7. dr. Tanja Pavleska
8. dr. Živa Stepančič

### Mlajši raziskovalci

9. Primož Cigoj, mag. inf. kom. tehnol.
10. Blaž Ivanc, mag. inf. kom. tehnol.
11. mag. Andrej Jerman Blažič

### Strokovni sodelavci

12. David Djurič, Bachelor of Science, ZDA

### Tehniški in administrativni sodelavci

13. 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. European Organisation for Security, Bruselj, Belgija
6. Fachhochschule Albstadt-Sigmaringen, Nemčija
7. Fraunhofer FIT, Nemčija
8. Univerza v Mariboru
9. Institut Mines-Télécom, Pariz, Francija
10. Karlsruhe University of Applied Sciences, Nemčija
11. Masarykova univerza, Brno, Češka republika
12. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
13. Ministrstvo za javno upravo RS
14. Smart Com, Slovenija
15. Universidad autonoma, Madrid, Španija
16. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Španija
17. Univerza Middlesex, London, Velika Britanija
18. Univerza Mykolas Romeris, Vilnius, Litva
19. Univerza sv. Cirila in Metoda, Skopje, Makedonija
20. Univerza v Stockholmu, Švedska
21. Odprta univerza Bruselj, Belgija
22. VTT, Finska
23. Zavod Republike Slovenije za zaposlovanje

## BIBLIOGRAFIJA

### IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Matej Babič, "A new hybrid - system method of Machine Learning using a new method of fractal geometry and a new method of graph theory", *Elektrotehniški vestnik*, vol. 83, no. 1/2, str. 42-46, 2016. [COBISS.SI-ID 29348391]
2. Matej Babič, "New hybrid system using in modelling process of hardening with intelligent system", *Acta Mech. Slovaca (Košice)*, vol. 20, no. 1, str. 34-40, 2016. [COBISS.SI-ID 29573671]
3. Matej Babič, "New method for determination m artensite of microstructure of heat treatment materials", *Journal of production engineering*, vol. 19, no. 1, str. 91-94, 2016. [COBISS.SI-ID 29594663]
4. Matej Babič, "A novel approach of hybrid method of machine learning and statistical properties in pattern recognition", *Journal of production engineering*, vol. 19, no. 2, str. 84-88, 2016. [COBISS.SI-ID 30101287]
5. Cormac Callanan, Borka Jerman-Blažič, Andrej Jerman Blažič, "User awareness and tolerance of privacy abuse on mobile internet: an exploratory study", *Telemat. inform.*, vol. 33, iss. 1, str. 109-128, 2016. [COBISS.SI-ID 28585767]
6. Cormac Callanan, Borka Jerman-Blažič, Andrej Jerman Blažič, "User tolerance of privacy abuse on mobile Internet and the country level of development", *Inf. dev.*, vol. 32, iss. 3, str. 728-750, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 28413479]
7. Primož Cigoj, Borka Jerman-Blažič, "An advanced educational tool for digital forensic engineering", *Int. j.: emerg. technol. learn.*, vol. 11, no. 3, str. 15-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29399591]
8. Mateja Gorenc, Borka Jerman-Blažič, Anita Goltnik Urnaut, "Abuse of internet services in the workplace and the emergence of addiction", *Innovative issues and approaches in social sciences*, vol. 9, no. 2, str. 116-136, 2016. [COBISS.SI-ID 29519911]
9. Mateja Gorenc, Borka Jerman-Blažič, Anita Goltnik Urnaut, "Internet addiction - empirical verification for Slovenia", *Innovative issues and*

*approaches in social sciences*, vol. 9, no. 3, str. 23-42, 2016. [COBISS.SI-ID 29809447]

10. Borka Jerman-Blažič, Nikolaos Matskanis, Rok Bojanc, "Semantic ontology design for a multi-cooperative first responder interoperable platform", *Comput. inform.*, vol. 35, no. 6, str. 1249-1276, 2016. [COBISS.SI-ID 30268711]
11. Martin Mihajlov, Borka Jerman-Blažič, Anita Ciunova Shuleska, "Why that picture?: discovering password properties in recognition-based graphical authentication", *Int. j. hum.-comput. interact.*, vol. 12, iss. 12, str. 975-988, 2016. [COBISS.SI-ID 23192038]

## STROKOVNI ČLANEK

1. Rok Bojanc, "Uporaba e-računov raste tudi med podjetji", *Finance*, št. 72, str. 19, 14. apr. 2016. [COBISS.SI-ID 38431749]
2. Borka Jerman-Blažič, "Neznana središča interneta in bitka za njihov nadzor", *Delo (Ljubl.)*, leto 56, št. 229, str. 16-18, 1. okt. 2016. [COBISS.SI-ID 23263718]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Matej Babič, "Nov algoritem grafov vidljivosti v 3D prostoru in njegova aplikacije za analizo slik", V: *ROSUS 2016: računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2016: zbornik 11. strokovne konference, Maribor, 17. marec 2016*, str. 39-44. [COBISS.SI-ID 29365543]
2. Matej Babič, Borka Jerman-Blažič, "New cybercrime taxonomy of visualization of data mining process", V: *Mipro proceedings*, (MIPRO ... (Tisak)), MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 367-369. [COBISS.SI-ID 29533735]
3. Primož Cigoj, Borka Jerman-Blažič, "Innovative solution for an eID secure management in a multi-platform cloud environment", V: *Proceedings of the Mediterranean Conference on Information & Communication Technologies 2015, MedCT 2015, [May 7 - 9, 2015, Saidia, Morocco], Volume 2*, (Lecture notes in electrical engineering, volume 381), 2016. [COBISS.SI-ID 29455143]
4. Blaž Ivanc, Borka Jerman-Blažič, "Development approach to the attack modeling for the needs of cyber security education", V: *Proceedings, The Third International Conference on Digital Information Processing, Data Mining, and Wireless Communications, DIPDMWC2016*, July 06-08 2016, Moscow, Russia, str. 216-220. [COBISS.SI-ID 29633575]
5. Blaž Ivanc, Borka Jerman-Blažič, "Information security aspects of the public safety data interoperability network", V: *EISIC 2016*, 2016 European Intelligence and Security Informatics Conference, 17-19 August 2016, Uppsala, Sweden, str. 88-91. [COBISS.SI-ID 29682983]
6. Andrej Jerman Blažič, Primož Cigoj, Borka Jerman-Blažič, "Serious game design for digital forensics training: incorporating and assessing learnability attributes", V: *Proceedings, The Third International Conference on Digital Information Processing, Data Mining, and Wireless Communications, DIPDMWC2016*, July 06-08 2016, Moscow, Russia, str. 211-215. [COBISS.SI-ID 29633831]
7. Borka Jerman-Blažič, Andrej Jerman Blažič, "Studying the virtual user community in a international innovation project: the attitudes and the cultural background", V: *MCCSIS 2016*, Multi Conference on Computer Science and Information Systems, 1.4 July 2016, Madeira, Portugal, str. 3-12. [COBISS.SI-ID 29631527]
8. Borka Jerman-Blažič, Tomaž Klobučar, "Missing solutions in the fight against cybercrime and cyberterrorism - the new EU research agenda", V: *EISIC 2016*, 2016 European Intelligence and Security Informatics Conference, 17-19 August 2016, Uppsala, Sweden, str. 128-131. [COBISS.SI-ID 29683239]
9. Borka Jerman-Blažič, Nikolaos Matskanis, Rok Bojanc, "Multi-cooperative first responder interoperable platform based on semantic ontology approach", V: *Building bridges between researchers and practitioners*, Book of the proceedings [and] International Joint Conference CIO-ICIEOM-IIE-AIM (IJC 2016), XX. Congreso de Ingeniería de Organización XXII, International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, International IIE Conference 2016, International AIM Conference 2016, July 13-15, 2016, San Sebastian, (Spain), str. 211-218. [COBISS.SI-ID 29896999]
10. Živa Stepančič, "Varovanje zdravstvenih podatkov z metodami anonimiziranja", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016*, 10.-11.

oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 81-83. [COBISS.SI-ID 29884199]

## OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Rok Bojanc, "Zakonsko skladna e-hramba in verodostojni e-dokumenti", V: *XXL konferenca: Rogaška Slatina, 24. in 25. november 2016*, str. [1-3]. [COBISS.SI-ID 38807045]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Borka Jerman-Blažič, Tomaž Klobučar, "Towards the development of a research agenda for cybercrime and cyberterrorism - identifying the technical challenges and missing solutions", V: *Combatting cybercrime and cyberterrorism: challenges, trends and priorities*, (Advanced sciences and technologies for security applications), Babak Akgbar, ur., Ben Brewster, ur., [S. l.], Springer, 2016, str. 157-174. [COBISS.SI-ID 29520679]

## ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Graham Attwell et al. (27 avtorjev), *Empowering change in public employment services: the EmployID approach*, [S. l.], European Union's, 2016. [COBISS.SI-ID 29648935]

## STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Borka Jerman-Blažič, Cormac Callanan, *User tolerance for privacy abuse on mobile Internet*, Saarbrücken, LAP Lambert, 2016. [COBISS.SI-ID 30095655]

## MENTORSTVO

1. Tanja Pavleska, *Zmanjšanje vpliva pristranosti uporabnikov v računalniških sistemih zaupanja*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 285085696]
2. Mateja Gorenc, *Zloraba internetnih storitev na delovnem mestu in pojav zasvojenosti*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Celje, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič; somentor Anita Goltnik Urnaut). [COBISS.SI-ID 513616700]
3. Neda Bogdanović Golič, *E-podpora projektnemu managementu*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 29915943]
4. Matija Jekovec, *Izboljšanje delovanja uporabniške podporne storitve pri delu z uporabniki spletnih aplikacij z uvedbo sodobnih spletnih tehnologij*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 29913127]
5. Aleš Leskošek, *Management programske opreme kot storitev*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič; somentor Tomaž Turk). [COBISS.SI-ID 23516646]
6. Tanja Marolt, *Varnost elektronskega bančništva: analiza stanja v Sloveniji*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 23568358]
7. Dušan Rehberger, *Posodobitev informacijske infrastrukture na osnovi protokola IPV6, v omrežju vladnih organov na primeru Agencije RS za okolje*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 23380198]
8. Luka Škof, *Analiza spletnih kriminalitet ter ocena njene ekonomske škode*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 23482598]
9. Goran Uršič, *Uvajanje sodobnih telekomunikacijskih tehnologij in storitev v elektroenergetska podjetja: primer systemskega operaterja prenosnega omrežja*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Borka Jerman Blažič). [COBISS.SI-ID 23516902]
10. Matevž Mahorčič, *Uvedba ICT-storitve B2B v podjetju Vomit d. o. o.*: magistrsko delo (bolonjski študij), Maribor, 2016 (mentor Tanja Arh). [COBISS.SI-ID 512935984]
11. Franci Rojc, *Raziskava možnosti vpeljave dokumentnega sistema v SAP v podjetju Kolektor Group d. o. o.*: magistrsko delo (bolonjski študij), Maribor, 2016 (mentor Tanja Arh). [COBISS.SI-ID 512931120]

***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, računalniške simulacije za podporo biomedicinskim postopkom ter opremo in postopke za zahtevno obdelavo in interpretacijo bioloških signalov.***



Vodja:

**prof. dr. Mihael Mohorčič**

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 okviru Laboratorija za komunikacijske tehnologije smo se v letu 2016 osredinili na vrsto problematik dostopnih omrežij, ki omogočajo uporabniku dostop do novih storitev in večpredstavnostnih vsebin. Poudarek je bil na raziskavah radijskega prenosa, dostopnih arhitektur za heterogena brezžična omrežja, upravljanja z radijskimi in omrežnimi prenosnimi viri ter kognitivnih komunikacij, ki spadajo v okvir raziskovalnega programa Komunikacijska omrežja in storitve (P2-0016).

Raziskave razširjanja radijskih signalov so bile osredinjene na dve glavni tematiki. Prva obsega raziskave razširjanja radijskega signala v posebnih okoljih, kot so dolgi cestni in železniški predori ter podzemne jame. Poudarek je bil na pomembnosti razširjanja radijskih valov v predorih pri načrtovanju zanesljivih komunikacij v podzemnih sistemih. Obsežne meritve razširjanja radijskih signalov različnih frekvenc (920 MHz, 2 400 MHz in 5 705 MHz) v neravnih predorih omogočajo vpogled v značilnosti počasnega presiha signala. Kvalitativne analize in ugotovitve so uporabne pri implementaciji inteligentnih transportnih sistemov v podzemnih železniških sistemih.

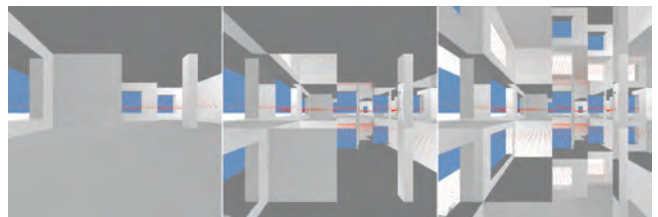
Druga tematika obsega razvoj, implementacijo in preizkušanje programskega orodja za modeliranje razširjanja radijskih valov v mobilnih komunikacijskih sistemih in optimizacijo brezžičnih komunikacijskih sistemov. Orodje, ki je integrirano v odprtokodni geografsko-informacijski sistem (GIS), vključuje statistične modele, modele radijskega kanala na osnovi metod in algoritmov sledenja radijskim žarkom ter optimizacijske postopke. Velik poudarek raziskav je bil na tehnikah za sledenje žarkom, ki spadajo med fizikalne oziroma deterministične modele razširjanja valov. Razviti postopki so bili preizkušeni v praksi pri načrtovanju in upravljanju telekomunikacijskih omrežij.

V 2016 smo v sodelovanju s podjetjema Xlab in Alanta začeli aplikativni projekt na temo naprednih tehnik sledenja žarkom za karakterizacijo radijskega okolja in radijsko lokalizacijo. Projekt je nadaljevanje raziskav modeliranja radijskega kanala na osnovi algoritmov sledenja žarkom iz preteklih let. Radijsko sledenje žarkom je telekomunikacijska inačica sorodnih algoritmov s področja računalniške grafike, kjer smo že razvili optimizacijo vejitev pri vzporednem izvajanju programskih niti na grafičnih procesorjih z arhitekturo SIMT (Single Instruction Multiple Thread). Rešitev je primerna za širšo množico računsko intenzivnih problemov, ne le za algoritme sledenja žarkom.

V uveljavljeno metodo slik na osnovi sledenja žarkom smo vpeljali koncept diskretizacije z rasterizacijo. Predlagana rešitev nadomesti zahtevne postopke računske geometrije. Rešitev izkorišča prostorsko koherentnost radijskih valov in hkrati obravnava vse s površine odbite ali skozi površino lomljene žarke. To omogoči prevedbo problema na klasični problem v računalniški grafiki. Čas izvajanja rasterizacije drevesa slik je primerljiv s časom posamičnega sledenja žarkom, pri čemer pa se v celoti obdrži natančnost metode.

Ukvarjali smo se tudi z optimizacijo brezžičnih omrežij z uporabo večkriterijskega evoliucijskega algoritma, ki poišče optimalne nastavitve parametrov omrežja za podane kriterijske funkcije. Cilji predlagane rešitve so povečanje učinkovitosti omrežja, zmanjšanje potrebnih virov in posledično zmanjšanje stroškov obratovanja. Na podlagi profila terena, podatkov o zgradbah in z uporabo najnovejših statističnih modelov uporabljeni način z maksimiranjem izbranih kriterijskih funkcij določ

**V uveljavljeno metodo slik na osnovi sledenja žarkom smo vpeljali koncept diskretizacije z rasterizacijo, s čimer smo nadomestili zahtevne postopke računske geometrije.**



*Slika 1: Rekurzivni obhod drevesa vidnosti med modeliranjem odbojev in lomov radijskega valovanja. Upodobljena je vsebina treh grafičnih vmesnikov pri naraščajoči globini drevesa s črno-belimi prikazom scenskih objektov in rdečimi vidnimi sprejemnimi točkami.*



optimalne lokacije in parametre baznih postaj. Posplošena rešitev je ob ustreznih prilagoditvi kriterijskih funkcij uporabna za načrtovanje poljubnega heterogenega brezžičnega omrežja. Optimizacijske algoritme smo vključili tudi v programsko platformo GRASS RaPlAT in jih uporabili za optimalno izbiro frekvenčnih kanalov digitalnega VHF-omrežja enot za zaščito in reševanje Republike Slovenije.

V sodelovanju z evropskimi partnerji smo v okviru projekta H2020 eWINE „elastic Wireless Networking Experimentation“ začeli raziskovanje brezžičnih elastičnih omrežij, ki se z inteligentno programsko opremo in prilagodljivo strojno opremo prilagajajo potrebam uporabnikov in storitev. V okviru projekta se v laboratoriju za telekomunikacijske tehnologije ukvarjamo s problemi pridobivanja in obdelave lokacije uporabnika kot konteksta komunikacije, ki se uporabi za optimizacijo brezžičnih elastičnih omrežij. Pri uporabi informacije o radijskem okolju in izmerjeni moči radijskega signala se je povprečna napaka lokacije v zunanjem okolju že z enostavnimi multilateracijskimi metodami približala enemu metru. Za notranjost stavb pa smo pri uporabi postopka na podlagi zelo širokopasovnega (UWB, ultra wideband) radijskega signala izboljšali natančnost lokacije z neupoštevanjem tistih povezav, na katerih ni zagotovljena neposredna vidljivosti med oddajnikom in sprejemnikom.

Nadaljevali smo raziskovanje naprednih konceptov ter tehnologij za povečanje kapacitete brezžičnih zankastih omrežij s tehnikami omrežnega kodiranja s poudarkom na naprednih adaptivnih algoritmičnih omrežnega kodiranja in njim prilagojenih usmerjalnih postopkih. Poleg tega smo se ukvarjali z vidiki načrtovanja brezžičnih zankastih omrežij, ki podpirajo tehnike omrežnega kodiranja. Pokazali smo, da lahko oportunistično omrežno kodiranje bistveno izboljša delovanja različnih omrežij in aplikacij v smislu bitnega pretoka, zakasnitve in tresenja paketov, pri čemer pa je za čim večje izboljšanje delovanja treba možnost uporabe omrežnega kodiranja predvideti že v fazi projektiranja omrežja.



Slika 2: Prikaz stanja distribucijskega omrežja (Kromberk)

**V sodelovanju s podjetjem ComSensus smo razvili dve merilni napravi za uporabo v pametnih električnih omrežjih: merilnik fazorjev (SPM) in merilnik kvalitete porabe električne energije (PMC).**

distribucijskem elektroenergetskem omrežju in razvili programsko opremo za analizo in vizualizacijo stanja omrežja. Implementirali smo tudi algoritem za merilnik fazorjev in ga optimirali za delovanje na vgrajenem sistemu.

V Laboratoriju za vzporedne in porazdeljene sisteme smo uspešno nadaljevali interdisciplinarno raziskovalno delo v okviru istoimenskega raziskovalnega programa (P2-0095), ki poleg našega vključuje tudi Laboratorij za strojni vid s Fakultete za elektrotehniko in Laboratorij za algoritme in podatkovne strukture s Fakultete za računalništvo in informatiko, oba del Univerze v Ljubljani. Naši sodelavci so tudi raziskovalci iz industrije in medicine, s katerimi imamo skupne raziskovalne projekte in članke.

Osnovni nalogi našega laboratorija sta raziskovanje računalniških postopkov, ki se učinkovito izvajajo na vzporednih in porazdeljenih računalnikih, in njihovo preizkušanje na 152-jedrnem raziskovalnem računalniškem skupku s fleksibilnim povezovalnim omrežjem. Skupek je del oblaka, vzpostavljenega v sodelovanju z našimi raziskovalnimi in industrijskimi partnerji. Nadaljevali smo raziskave na področju ogromnih podatkovnih tokov v

V letu 2016 smo uspešno končali projekt SatProSi-Alpha, ki smo ga izvajali za Evropsko vesoljsko agencijo (ESA – European Space Agency), katerega namen je bil raziskati vpliv atmosfere na razširjanje satelitskih radijskih valov. Do sedaj je bil ta vpliv slabo raziskan, še posebej v frekvenčnem področju  $Q$  (39.4 GHz). Na podlagi pridobljenih izkušenj in rezultatov meritev, pridobljenih z novo 4-kanalno satelitsko sprejemno postajo na strehi IJS, bo mogoče razviti učinkovito visokofrekvenčno komunikacijsko tehnologijo za hiter prenos podatkov v satelitskih omrežjih, ki bo dosegala hitrosti reda terabit/s. Analiza rezultatov meritev je potekala v sodelovanju z mednarodno Evropsko eksperimentalno skupino ASAPE (Group of the AlphaSat Aldo Paraboni propagation Experimenters).

V letu 2016 smo bili aktivni tudi pri projektu mednarodnega znanstvenega sodelovanja COST. Uspešno smo se vključili v projekt COST 15104 IRACON „Inclusive radio communication networks for 5G and beyond“, kjer sodelujemo predvsem v delovnih skupinah DWG1 radijski kanal, DWG2 fizični sloj in DWG2 omrežni sloj, eksperimentalni delovni skupini lokalizacija in sledenje EWG-LT ter v eksperimentalni delovni skupini EWG-IoT internet stvari.

V okviru projekta 7. OP SUNSEED „Sustainable and robust networking for smart electricity distribution“, katerega cilj je učinkovita uporaba komunikacijske infrastrukture v pametnih elektroenergetskih omrežjih, smo raziskovalne aktivnosti s področja optimizacije in upravljanja komunikacijskih omrežij aplicirali tudi na področje pametnih energetskih omrežij. V zadnjem obdobju smo se osredotočili na razvoj programskih modulov in algoritmov za trofazni ocenjevalnik stanja v distribucijskem omrežju. Preučevali smo optimalno postavitev merilnikov fazorjev v

telesnih senzorskih omrežjih, tokov, ki presegajo zmogljivosti osebnih računalnikov in zahtevajo visoko zmogljive računske in komunikacijske vire.

Uspešno smo začeli delo pri projektu FWO „Večstranska analiza drsnega utrujanja s fizičnimi in virtualnimi poskusi“ s prvimi dosežki – enim člankom v znanstveni reviji in nekaj članki na konferencah. V projektne konzorcij sodelujemo z raziskovalci Univerze v Gentu in Univerze v Luxembourgu. Naša naloga je zasnovati in realizirati vzporedne programe, ki bodo omogočali natančno simulacijo širjenja razpok, nastalih zaradi utrujanja materialov.

V okviru raziskovalno-razvojnega projekta, ki smo ga pridobili na podlagi povpraševanja industrijskega partnerja ELES, smo skupaj z raziskovalnimi sodelavci z Inštituta Milan Vidmar in Agencije RS za okolje razvili in preizkusili model DTRi (Dynamic Thermal Rating - icing), na podlagi katerega smo zasnovali prototipni sistem za operativno napovedovanje in preprečevanje nastajanja žleda na visokonapetostnih vodnikih. Prototipni sistem smo validirali preko meritev na testnem poligonu in preko rekonstrukcije dveh realnih primerov, in sicer 1. 2. 2014 ter 5. 1. 2016 na trasi Beričevo–Divača. Zaradi dobrih rezultatov se je naročnik odločil, da sistem DTRi postavi tudi v operativno okolje SUMO (sistem za ugotavljanje mej obratovanja), za kar smo pridobili dodatna sredstva iz FP7 projekta TETRACOM.

Izvedli smo prenos znanja, povezanega z mobilnim merilnikom EKG in pripadajočo programsko opremo za vizualizacijo in analizo EKG. Inovacijo v obsegu 5 FTE je odkupil industrijski partner, s katerim smo podpisali tudi pogodbi o vzdrževanju in nadaljnjem razvoju programske in strojne opreme. Merilnik EKG je majhna naprava, ki ne ovira uporabnika med nošnjo, dolgoročne (tedenske, mesečne in daljše) meritve brezžično pošilja do pametnega telefona ali tablice in je sposobna nekajdnevnega avtonomnega delovanja. Naprave, kakršna je ta, bodo tvorile bazo prihodnjih telezdravstvenih storitev, ki so nujne za pocenitev splošnega zdravstva. EKG merilnik smo tudi certificirali kot medicinsko napravo in s tem uspešno končali projekt FP7 TETRACOM.

Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport nam je na nacionalnem razpisu »RRI v verigah in mrežah vrednosti« odobrilo projekt EkoSmart (»Ekosistem pametnega mesta«), pri katerem smo že začeli delati, predvsem pri izvajanju pilotnih študij uporabe mobilnega EKG merilnika v medicinskem okolju in pri raziskavah novih načinov analize vključevanja izmerjenih dolgoročnih podatkov v obstoječe medicinske baze.

Slovenska in madžarska agencija za raziskovanje sta nam na razpisu za dvostranske projekte odobrili projekt »Optimizacija grafov in ogromno podatkov«, ki obravnava obdelavo velikih količin podatkov (angleško »Big Data«), interpretirano kot obdelava grafov. Projektne cilji so dokazovanje izrekov o parametrih modelov (kromatično število, neodvisnostno število itd.), načrtovanje učinkovitih vzporednih algoritmov za analizo modelov in izvajanje teh algoritmov na superračunalnikih naslednje generacije (angl. »exascale computing«). Raziskave bodo prispevale rezultate, pomembne za teorijo grafov (in diskretno matematiko nasploh) ter algoritme in metode, neposredno uporabne za učinkovitejšo obdelavo velikih količin podatkov. Delo pri projektu je že steklo in objavljen je bil prvi skupni članek na znanstveni konferenci.

Na področju formalnih metod za diskretne sisteme dogodkov smo razvili dve metodi za sintezo učinkovitejših preizkusov konformnosti za končne avtomate. Nadaljevali smo tudi raziskave jezika E-LOTOS za specifikacijo sočasnih reaktivnih sistemov za delo v realnem času in predlagali operatorje za podrobnejšo specifikacijo reverzibilnosti.

V Laboratoriju za omrežene vgrajene sisteme smo v letu 2016 nadaljevali raziskave in razvoj na področjih interneta stvari in kognitivnih komunikacij. Poudarek je bil na vertikalni integraciji različnih tehnologij brezžičnih senzorskih in komunikacijskih omrežij za podporo uvajanju novih aplikacij, ob čemer smo kot osnovni gradnik uporabljali in nadgrajevali lastno modularno platformo za brezžična senzorska omrežja VESNA. Razvili smo nove strojne module in pripadajočo programsko opremo za komunikacijo z UWB radijskim signalom, za komunikacijo z razpršenim spektrom LoRa, za zmogljivo digitalno obdelavo signalov z uporabo DSP-čipa in za podporo operacijskemu sistemu Linux. Z ustrežno izbiro funkcionalnosti, protokolov in tehnologij v kombinaciji z razvitimi strojnimi in programskimi moduli je platforma VESNA primerna za izvedbo eksperimentalnih senzorskih omrežij, postavitve pilotskih aplikacij, preverjanje obratovalnih scenarijev in postavitve rešitev po meri končnega uporabnika.

Nadaljevali smo nadgradnjo eksperimentalnega brezžičnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC na področju Inštituta »Jožef Stefan«. V okviru projekta Fed4FIRE "Federation for FIRE" smo eksperimentalno omrežje s prilagoditvijo vmesnikov in komponent federacije in izdelavo prilagoditvenih členov popolnoma integrirali v Fed4FIRE federacijo. S tem je omrežje LOG-a-TEC postalo dostopno zunanjim eksperimentatorjem preko skupnega portala Fed4FIRE. V nadaljevanju smo zasnovali novo arhitekturo vozlišč, ki bo omogočala enostavnejše načrtovanje,

### Z javno-zasebno finančno investicijo smo končali prenos znanja o mobilnem merilniku EKG v industrijo.



Slika 3: Večji del inovacijske skupine na predstavitvi mobilnega merilnika EKG

uporabo in razhroščevanje uporabniških eksperimentov v omrežju LOG-a-TEC ter zbiranje senzorskih podatkov na daljavo.

Eksperimentalno senzorsko omrežje smo uporabili tudi pri projektu eWINE za preizkušanje lokalizacijskih algoritmov in za preučevanje problematike zaznavanja zasedenosti radijskega spektra. Tu je bil poudarek na učinkovitih kovariančnih metodah in njihovi primerjavi z drugimi metodami zaznavanja v frekvenčnih področjih pod 1 GHz. Zato smo zasnovali tudi metodologijo za kvantitativno primerjavo različnih metod zaznavanja zasedenosti spektra. V sodelovanju s podjetjem SigFox smo začeli raziskovati zaznavanje signalov z zelo ozko pasovno širino (UNB, ultra narrowband) za podporo optimizaciji delovanja in povečanju gostote naprav z nizko porabo in velikim dosegom (LPWA, low power wide area). Pripravili smo prvo eksperimentalno arhitekturo za UNB omrežja, ki na podlagi podatkov iz fizičnega sloja in sloja za nadzor sodostopa (MAC, medium access control) omogoča hitro pripravo eksperimentov.

Nadalje smo v okviru projekta eWINE z uporabo konvolucijske nevronske mreže razvili tudi klasifikator UWB radijskega kanala, ki ugotavlja razmere neposredne (ne)vidljivosti povezave med oddajnikom in sprejemnikom in posledično njene kakovosti na podlagi izmerjenih vrednosti impulznega odziva radijskega kanala. Klasifikator je bil uporabljen kot podpora pri uteževanju merilnih točk za povečanje natančnosti lokalizacijskih algoritmov. Metode strojnega učenja smo uporabili tudi pri zasnovi novega klasifikatorja prediktorja za ocenjevanje kakovosti brezžične povezave (LQE, link quality estimate), pri katerem na podlagi izmerjenih podatkov jakosti signala (RSSI, received signal strength indicator) in zaporedja prejetih podatkovnih paketov sklepamo o kakovosti povezave. Klasifikator prediktor deluje na podatkih različnih brezžičnih tehnologij in omogoča razvoj in uporabo naprednih postopkov nadzora sodostopa in usmerjevalnih algoritmov s prioritizacijo kanalov. Za uporabo v eksperimentalnem omrežju LOG-a-TEC smo ga integrirali v orodje za sestavljanje komunikacijskih storitev in protokolov ProtoStack.

V letu 2016 smo poleg projekta Fed4FIRE uspešno končali tudi projekt 7. OP CITI-SENSE, v okviru katerega smo razvili prenosno senzorsko vozlišče za spremljanje kakovosti zraka preko pametnega telefona ali tabličnega računalnika. Slednji se uporablja za takojšnje grafično predstavitev podatkov preko namensko razvite mobilne aplikacije, hkrati pa omogoča prenos neobdelanih podatkov na oddaljeni podatkovni strežnik.

V okviru projekta SUNSEED smo v sodelovanju s podjetjem ComSensus na podlagi platforme VESNA razvili dve merilni napravi za uporabo v pametnih elektroenergetskih omrežjih, merilnik fazorjev napetosti in toka v realnem času (CP-SPM) in merilnik kakovosti električne energije z možnostjo upravljanja končnih naprav (CP-PMC). Obe napravi smo v okviru projekta tudi namestili v pilotno elektrodistribucijsko omrežje partnerja Elektro Primorska.

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Gomez K., Javornik T., et al. Aerial base stations with opportunistic links for next generation emergency communications. *IEEE communications magazine*, [Print ed.], 54 (2016) 4, 31–39 Kulin, M.; Fortuna, C.; De Poorter, E.; Deschrijver, D.; Moerman, I. Data-Driven Design of Intelligent Wireless Networks: An Overview and Tutorial. *Sensors*, 16 (2016), 790
2. Kourogorgas C., Kelmendi A, Panagopoulos A. D., and Vilhar A. On rain attenuation time series generation : a new simple Copula-based channel model for satellite slant paths. *IEEE transactions on antennas and propagation*, ISSN 0018-926X. [Print ed.], 64 (2016) 7, 3206–3211.
3. Trobec R., Vasiljević R., Tomašević M., Milutinović V., Bevide R., Valero M. Interconnection networks in petascale computer systems : a survey. *ACM computing surveys*, 49 (2016), 44-1–44-24 Depolli M., Avbelj V., Trobec R., Kališnik J., Korošec T., Poplas-Susič T., Stanič U., Semeja A., PCARD platform for mHealth monitoring. *Informatica*, 40 (2016), 17–123

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Nesus ECOST-MEETING-IC1305-070716-076861, Institut „Jožef Stefan“, Ljubljana, 7.–8. 7. 2016
2. SUNSEED 7th F2F meeting, Grand hotel Union, Ljubljana, 21.–22. 9. 2016

## Nagrade in priznanja

1. prof. dr. Aleš Švigelj, dr. Kemal Alič, dr. Radovan Srnc: the Best Paper Award of the IEEE ComSoc Technical Committee on Communications Systems Integration and Modeling, »Network traffic modeling for load prediction: a user-centric approach«, IEEE Network, IEEE Globecom 2016, Washington, ZDA, december 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

7. OP - CITI-SENSE; Razvoj na senzorjih temelječih mestnih opazovalnic za izboljšanje kakovosti življenja v mestih  
Evropska komisija  
prof. dr. Mihael Mohorčič
7. OP - ProaSense; Podjetje za proaktivno zaznavanje  
Evropska komisija  
prof. dr. Mihael Mohorčič
7. OP - SUNSEED; Trajnostno in vzdržljivo omrežje za pametno distribucijo električne energije  
Evropska komisija  
prof. dr. Mihael Mohorčič
7. OP - Fed4FIRE; Federacija za FIRE oz. Federacija za raziskovanje in eksperimentiranje v internetu  
Evropska komisija  
prof. dr. Mihael Mohorčič
7. OP - TETRACOM; Večfunkcijski telesni sensor  
Evropska komisija  
prof. dr. Roman Trobec
- COST IC1405; Reverzibilno računanje - širjenje obzorij računalništva  
Cost Office  
prof. dr. Monika Kapus Kolar
- COST IC1305; Mreža za trajnostno visoko zmogljivo računalništvo  
Cost Office  
prof. dr. Roman Trobec
- COST CA15104; Vseobsegajoča radijska omrežja generacije 5G in po njej (IRACON)  
Cost Office  
doc. dr. Tomaž Javornik
- ESA - SatProSi-Alpha; Zajem in obdelava merjenih satelitskih signalov v frekvenčnih območjih Ka in Q  
Esa/estec.  
dr. Andrej Vilhar
- H2020 - eWINE; Eksperimentiranje z elastičnimi brezžičnimi omrežji  
Evropska komisija  
prof. dr. Mihael Mohorčič

## PROGRAMI

- Komunikacijska omrežja in storitve  
prof. dr. Mihael Mohorčič

## OBISKI

- doc. dr. Vesna Popović-Bugarin, Faculty of Electrical Engineering, University of Montenegro, 2.-7. 4. 2016
- izr. prof. dr. Zoran Veljović, Faculty of Electrical Engineering, University of Montenegro, 2.-7. 4. 2016
- doc. dr. Enis Končan, Faculty of Electrical Engineering, University of Montenegro, 17.-31. 5. 2016
- prof. dr. Nermin Suljanović, Communications Department Faculty of Electrical Engineering Tuzla, Tuzla, BiH, 30. 9. 2016
- ao. univ. prof., dipl. ing. dr. Erich Leitgeb, Institut für Hochfrequenztechnik / Institute of Microwave and Photonic Engineering Graz University of Technology, Gradec, Avstrija, 30. 11. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- dr. Aleksandra Rashkovska Koceva: »Predictive Modeling of Photovoltaic Energy Production«, 13. 1. 2016
- dr. Aleksandra Rashkovska Koceva: »Wireless body sensor as personal medical device for long-term ECG monitoring«, 7. 12. 2016
- Arsim Kelmendi: »Prediction of site diversity performance in satellite communication«, 8. 6. 2016
- dr. Andrej Vilhar: »Razširjanje radijskega valovanja v satelitskih in zemeljskih telekomunikacijskih sistemih«, 20. 7. 2016
- dr. Carolina Fortuna: »Programmable networks of low cost wireless devices«, 2. 3. 2016
- dr. Carolina Fortuna: »eWINE overview and status of FIRE projects in H 2020«, 5. 10. 2016
- Matevž Vučnik: »Predstavite/Demonstracija projekta OSU (Opazuj Sklepaj Ukrepaj)«, 3. 2. 2016

- Vzporedni in porazdeljeni sistemi  
prof. dr. Roman Trobec

## PROJEKTI

- Model za domensko specifično napovedovanje trendov na osnovi semantične bogatitve nestrukturiranih vzorcev  
prof. dr. Roman Trobec
- Večstranska analiza drsnega utrujanja s fizičnimi in virtualnimi poskusi  
prof. dr. Roman Trobec
- Optimizacija grafov in ogromno podatkov  
dr. Matjaž Depolli
- Napredne tehnike sledenja žarkom za karakterizacijo radijskega okolja in radijsko lokalizacijo  
prof. dr. Mihael Mohorčič
- EkoSmart: Eko Sistem Pametnega Mesta  
prof. dr. Roman Trobec

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

- Analiza preprečevanja nastajanja zleda z obratovalnimi ukrepi  
Eles, d. o. o.  
dr. Gregor Koscec
- Več funkcionalni telesni senzor - Wearable Multifunctional Body Sensor (MedSens)  
Simed, d. o. o.  
prof. dr. Roman Trobec
- Izvedba projekta »Dinamično ocenjevanje toplotnih razmer daljnovidnih vrvi v pogojih zledenja«  
Eles, d. o. o.  
dr. Gregor Koscec
- Napredne tehnike sledenja žarkom za karakterizacijo radijskega okolja in radijsko lokalizacijo  
Xlab, d. o. o.  
prof. dr. Mihael Mohorčič

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Alič Kemal, Kuhar Urban, Smolnikar Miha, Švigelj Aleš, 6th SUNSEED F2F Meeting, Hag, Nizozemska, 7.-11. 3. 2016
- Avbelj Viktor, Depolli Matjaž, Koscec Gregor, Rashkovska Koceva Aleksandra, MIPRO, Opatija, Hrvaška, 31. 5.-3. 6. 2016
- Depolli Matjaž, Koscec Gregor, Trobec Roman, sestanek projekta FWO, Gent, Belgija, 20.-22. 3. 2016
- Depolli Matjaž, Koscec Gregor, Trobec Roman, sestanek projekta FWO, Luksemburg, 5.-7. 10. 2016
- Fortuna Carolina, Mihael Mohorčič, Smolnikar Miha, ICT Proposers' Day 2016, Bratislava, Slovaška, 25.-27. 9. 2016
- Hrovat Andrej, sestanek s prof. Radovanom zentnerjem, Zagreb, Hrvaška, 29. 2. 2016
- Hrovat Andrej, Konferenca ICECOM 2016, Dubrovnik, Hrvaška, 19.-22. 9. 2016
- Javornik Tomaž, Šolc Tomaž, eWine sestanek, Berlin, Nemčija, 17.-20. 5. 2016
- Javornik Tomaž, 2. MCM sestanek COST 15104, Lille, Francija, 29. 5.-2. 6. 2016
- Javornik Tomaž, Švigelj Aleš, Mobility v okviru projekta For-e-Mont, Podgorica, Črna gora, 24.-27. 5. 2016
- Javornik Tomaž, Sestanek For-e-Mont, Podgorica, Črna gora, 21.-24. 11. 2016
- Kandus Gorazd, Projektno delo SatProSi, Graz, Avstrija, 14.-17. 9. 2016
- Kapus Kolar Monika, Sestanek COST IC1405, Lizbona, Portugalska, 23.-27. 2. 2016
- Kapus Kolar Monika, Sestanek COST IC1405, Bologna, Italija, 4.-7. 2016
- Koscec Gregor, 39th International Conference on Boundary Elements and Other Mesh Reduction Methods, Siena, Italija, 19.-23. 9. 2016
- Kuhar Urban, Švigelj Aleš, 6th SUNSEED F2F meeting, Bruselj, Belgija, 12.-15. 4. 2016
- Mohorčič Mihael, Šolc Tomaž, eWine kick off meeting, Gent, Belgija, 10.-12. 1. 2016
- Mohorčič Mihael, Smolnikar Miha, sestanek SPS, Idrija, 3. 3. 2016
- Ozimek Igor, Fed4Fire sestanek, Gent, Belgija, 5.-9. 4. 2016
- Rashkovska Koceva Aleksandra, Konferenca Hipeac 2016, Praga, Češka, 16.-20. 1. 2016

21. Rashkovska Koceva Aleksandra, 26th Anniversary World Congress on Biosensors 2016, Gothenburg, Švedska, 25.-27. 5. 2016
22. Rashkovska Koceva Aleksandra, MAESTRA summer school, Ohrid, Makedonija, 26. 8.-11. 9. 2016
23. Smolnikar Miha, Vilhar Andrej, Delavnica Interreg V-A Slovenija-Avstrija, 12. 1. 2016
24. Smolnikar Miha, Info Day Horizon 2020 ICT-LEIT and IoT, Bruselj, Belgija, 25. 1. 2016
25. Smolnikar Miha, sestanek bilaterale Slovenija-Avstrija, Celovec, Avstrija, 19. 4. 2016
26. Smolnikar Miha, Seminar En. grids, Ljubljana, Slovenija, 11. 5. 2016
27. Smolnikar Miha, Švigelj Aleš, European Utility Week 2016, Sunseed Workshop, 16.-18. 11. 2016
28. Smolnikar Miha, 2016 info day on Horizon 2020 'Smart Grids and Storage', Bruselj, Belgija, 3. 10. 2016
29. Smolnikar Miha, priprava projektnih predlogov, München, Nemčija, 9.-10. 11. 2016
30. Švigelj Aleš, 2016 IEEE GLOBECOM, Washington DC, ZDA, 4.-9. 12. 2016
31. Trobec Roman, Nesus meeting, Upsala, Švedska, 6.-8. 4. 2016
32. Vilhar Andrej, EuCAP konferenca, Davos, Švica, 10.-16. 4. 2016
33. Vilhar Andrej, konferenca & ICSSC, konferenca in sestanek ASAPE, Cleveland, ZDA, 16.-23. 10. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. dr. Viktor Avbelj
2. dr. Carolina Fortuna
3. dr. Andrej Hrovat
4. doc. dr. Tomaž Javornik, znanstveni svetnik
5. prof. dr. Gorazd Kandus, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
6. prof. dr. Monika Kapus Kolar
7. dr. Gregor Kosec
8. doc. dr. Andrej Lipej\*
9. **prof. dr. Mihael Mohorčič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
10. doc. dr. Roman Novak
11. dr. Igor Ozimek
12. *dr. Marjan Šterk, odšel 1. 9. 2016*
13. prof. dr. Aleš Švigelj, strokovni sekretar odseka
14. prof. dr. Roman Trobec, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
15. dr. Andrej Vilhar

### Podoktorski sodelavci

16. dr. Kemal Alič
17. dr. Matjaž Depolli
18. dr. Aleksandra Rashkovska Koceva

### Mlajši raziskovalci

19. Klemen Bregar, univ. dipl. inž. el.
20. Gregor Cerar, mag. inž. el.
21. Urban Kuhar, univ. dipl. inž. el.
22. Tomaž Šolc, univ. dipl. inž. el.
23. Matevž Vučnik, univ. dipl. inž. el.

### Strokovni sodelavci

24. Polona Anžur, dipl. ekon.
25. Miha Mohorčič, dipl. inž. rač. in inf.

### Tehniški in administrativni sodelavci

26. Tomaž Krištofelc
27. Vanessa Skvarča, dipl. kult. (UN)
28. Miha Smolnikar, univ. dipl. inž. el.
29. *Polonca Šega, univ. dipl. pol., odšla 5. 1. 2016*

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. AG Neuron, d. o. o., Ig, Slovenija
2. Center odličnosti za biosenzoriko, instrumentacijo in procesno kontrolo, Solkan, Slovenija
3. Czech Technical University Prague, Praga, Češka
4. Computel, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
5. Conorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni, Parma, Italija
6. Cosylab, d. d., Ljubljana, Slovenija
7. Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen, Nemčija
8. Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt, Köln, Nemčija
9. Ecolé Nationale Supérieure des Telecommunications, Toulouse, Francija
10. ELES, d. d., Ljubljana, Slovenija
11. Envigence, d. o. o., Solkan, Slovenija
12. Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
13. Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
14. Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
15. Fakulteta tehniških znanosti Novi Sad, Novi Sad, Srbija
16. iME COR, d. o. o., Sežana Slovenija
17. Interkom, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
18. Institut Mihajlo Pupin, Beograd, Srbija
19. Institut of Information Science and Technologies, Pisa, Italija
20. Iskra sistemi, d. d., Ljubljana, Slovenija
21. Iskratel, d. o. o., Kranj
22. Isotel, d. o. o., Logatec, Slovenija
23. IPSA Institut, Sarajevo, Bosna in Hercegovina
24. Japan Advanced Institute of Science and Technology, Ishikawa, Japonska
25. Joanneum Research Institute, Gradec, Avstrija
26. Kernfysisch Versneller Institut, Groningen, Nizozemska
27. Laboratoire Coopératif en Telecommunications Spatiales et Aéronautiques - TeSA, Toulouse, Francija
28. Ruder Bošković Institute, Zagreb, Hrvaška
29. Saving, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
30. Technical University of Graz, Gradec, Avstrija
31. Tehnološka mreža ICT
32. Telekom Slovenije, d. d., Ljubljana, Slovenija
33. Aviat Networks, Trzin, Slovenija
34. Tohouku University, Sendai, Japonska
35. Turboinstitut, d. d., Ljubljana, Slovenija
36. University of Bologna, Bologna, Italija
37. University of Florence, Firenze, Italija
38. University degli studi di Roma »Tor Vergata«, Rim, Italija
39. University of Salzburg, Salzburg, Nemčija
40. University of Siena, Siena, Italija
41. University of York, York, Velika Britanija
42. Univerzitetna klinika za pljučne bolezni in alergijo Golnik, Slovenija
43. Univerzitetni klinični center Ljubljana, Slovenija
44. URSZR, Ljubljana
45. Vienna University of technology, Dunaj, Avstrija
46. Waegener, Beerse, Belgija
47. Xlab, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Matjaž Depolli, Viktor Avbelj, Roman Trobec, Jurij-Matija Kališnik, Tadej Korošec, Tonka Poplas-Susič, Uroš Stanič, Aleš Semeja, "PCARD platform for mHealth monitoring", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 1, str. 117-123, 2016. [COBISS.SI-ID 29438247]
- Carolina Fortuna, Eli De Poorter, Primož Škraba, Ingrid Moerman, "Data driven wireless network design: a multi-level modeling approach", *Wirel. pers. commun.*, vol. 88, no.1, pp. 63-77, 2016. [COBISS.SI-ID 29373479]
- Karina Gomez *et al.* (18 avtorjev), "Aerial base stations with opportunistic links for next generation emergency communications", *IEEE commun. mag.*, vol. 54, no. 4, str. 31-39, 2016. [COBISS.SI-ID 29534247]
- Andrej Hrovat, Gorazd Kandus, Urban Kuhar, Arsim Kelmendi, Andrej Vilhar, "A Ka-band satellite beacon receiver for propagation experiment", *Inf. MIDEM*, letn. 46, št. 1, str. 13-23, mar. 2016. [COBISS.SI-ID 29543207]
- Monika Kapus-Kolar, "An improved state-counting-based construction of complete test suites for FSM implementations", *Elektrotehniški vestnik*, vol. 83, no. 3, str. 115-121, 2016. [COBISS.SI-ID 29659687]
- Charios Kourgiorgas, Arsim Kelmendi, Athanasios Panagopoulos, Andrej Vilhar, "On rain attenuation time series generation: a new simple Copula-based channel model for satellite slant paths", *IEEE trans. antennas propag.*, vol. 64, no. 7, str. 3206-3211, 2016. [COBISS.SI-ID 29464359]
- Merima Kulin, Carolina Fortuna, Eli De Poorter, Dirk Deschrijver, Ingrid Moerman, "Data-driven design of intelligent wireless networks: an overview and tutorial", *Sensors*, vol. 16, no. 6, str. 790-1-790-61, 2016. [COBISS.SI-ID 29528103]
- Andrej Lipej, Duško Mitruševski, "Numerical prediction of inlet recirculation in pumps", *International journal of fluid machinery and systems*, vol. 9, no. 3, str. 277-286, 2016. [COBISS.SI-ID 514503799]
- Roman Novak, "Discrete method of images for 3D radio propagation modeling", *3D res.*, vol. 7, no. 3, str. 26-1-26-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29665319]
- Kyvia Pereira, Stephane Bordas, Satyendra Tomar, Roman Trobec, Matjaž Depolli, Gregor Kosec, Magd Abdel Wahab, "On the convergence of stresses in fretting fatigue", *Materials (Basel)*, vol. 9, no. 8, str. 639-1-639-15, 2016. [COBISS.SI-ID 29649703]
- Dana Petcu *et al.* (23 avtorjev), "On processing extreme data", *Scalable Comput., Pract. Exp.*, vol. 16, no. 4, str. 467-489, 2016. [COBISS.SI-ID 29319975]
- Peter Ruckebusch, Eli De Poorter, Carolina Fortuna, Ingrid Moerman, "GITAR: Generic extension for Internet-of-Things ARchitectures enabling dynamic updates of network and application modules", *Ad hoc networks*, vol. 36, part 1, str. 127-151, 2016. [COBISS.SI-ID 28654375]
- Biljana Stamatović, Roman Trobec, "Cellular automata labeling of connected components in  $n$ -dimensional binary lattices", *J. supercomput.*, vol. 72, iss. 11, pp. 4221-4232, 2016. [COBISS.SI-ID 29514791]
- Viktor Švigelj, Matjaž Šinkovec, Viktor Avbelj, Roman Trobec, Ludovit Gaspar, Danijel Petrovič, Peter Kruzliak, "Cardiovascular and adrenergic function tests in unilateral carotid artery stenosis patients - a Valsalva manoeuvre tool to show an autonomic dysfunction?", *Wien. Klin. Wochenschr.*, vol. 128, no. 13/14, str. 504-512, 2016. [COBISS.SI-ID 29369895]
- Roman Trobec, Radivoje Vasiljević, Milo V. Tomašević, Veljko Milutinović, Ramon Beivide, Mateo Valero, "Interconnection networks in petascale computer systems: a survey", *ACM comput. surv.*, vol. 49, no. 3, str. 44-1-44-24, 2016. [COBISS.SI-ID 29774119]
- Matjaž Depolli, Janez Konc, Sándor Szabó, Bogdan Zavalnij, "Usage of hereditary colorings of product graphs in clique search programs", V: *Middle-European Conference on Applied Theoretical Computer Science (MATCOS 2016): zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12.-13. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek H*, str. 40-43. [COBISS.SI-ID 29895975]
- K. Guan, Bo Ai, Ruisi He, Zhangdui Zhong, Ting Xu, C. Briso-Rodriguez, Andrej Hrovat, "Stochastic modeling for extra propagation loss of tunnel curve", V: *2016 IEEE 83rd Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Nanjing, China 15-18 May 2016: proceedings*, 5 str. [COBISS.SI-ID 29649447]
- Oliver Holland, Tomaž Šolc, Mihael Mohorčič, et al., "Some initial results and observations from a series of trials within the ofcom TV white spaces pilot", V: *2015 IEEE 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Glasgow, Scotland, 11-14 May 2015: proceedings*. [COBISS.SI-ID 29780775]
- Andrej Hrovat, Tomaž Javornik, Ke Guan, "Analysis of radio wave propagation at millimeter-wave band in tunnels for 5G communications", V: *Conference proceedings, ICECom 2016, 22nd International Conference on Applied Electromagnetics and Communications, 19-21 September, 2016, Dubrovnik, Croatia*. [COBISS.SI-ID 29777191]
- Arsim Kelmendi, Gorazd Kandus, Aleš Švigelj, Andrej Vilhar, Andrej Hrovat, Erich Leitgeb, "Evaluation of the Gaussian copula prediction method for joint rain attenuation statistics in earth-satellite site diversity systems", V: *Proceedings of the 2016 [1st] International Conference on Broadband Communications for Next Generation Networks and Multimedia Applications, CoBCom 2016, September 14-16, 2016, Graz, Austria*, 6 str. [COBISS.SI-ID 29785383]
- Arsim Kelmendi, Charios Kourgiorgas, Andrej Hrovat, Athanasios Panagopoulos, Gorazd Kandus, Andrej Vilhar, "Modeling of joint rain attenuation in earth-space diversity systems using Gaussian copula", V: *EuCAP 2016*, 5 str. [COBISS.SI-ID 29468711]
- Maks Kolman, Gregor Kosec, "Correlation between attenuation of 20 GHz satellite communication link and liquid water content in the atmosphere", V: *Mipro proceedings, (MIPRO ... (Tisak))*, MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 308-313. [COBISS.SI-ID 29535783]
- Gregor Kosec, "Convergence analysis of WLS based solution of Navier Stokes equation", V: *International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics 2015 (ICNAAM 2015), 22-28 September 2015, Rhodes, Greece*, (AIP conference proceedings, volume 1738), str. 480101-1- 480101-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29607463]
- Janko Kosmač, Gregor Kosec, "De-icing by operational countermeasures", V: *Digests, First South East European Regional CIGRE Conference, Portoroz, Slovenia, 7th-8th June 2016*, 9 str. [COBISS.SI-ID 29592871]
- Ada Krvavica, Špela Likar, Maja Brložnik, Aleksandra Domanjko-Petrič, Viktor Avbelj, "Comparison of wireless electrocardiographic monitoring and standard ECG in dogs", V: *Mipro proceedings, (MIPRO ... (Tisak))*, MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 416-419. [COBISS.SI-ID 29573415]
- Urban Kuhar, Jurij Jurše, Kemal Alič, Gorazd Kandus, Aleš Švigelj, "A unified three-phase branch model for a distribution-system state estimation", V: *IEEE PES innovative smart grid technologies, Europe, October, 9-12, 2016, Ljubljana: proceedings*, 2016 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe), Ljubljana, Slovenia, 9-12 October, 2016, 6 str. [COBISS.SI-ID 29854503]
- Primož Lavrič, Matjaž Depolli, "Robust beat detection on noisy differential ECG", V: *Mipro proceedings, (MIPRO ... (Tisak))*, MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 401-406. [COBISS.SI-ID 29572903]
- Andrej Lipej, Dragan Mitruševski, Boštjan Zafošnik, "Energetic, structural, thermal and fatigue analysis of heavy duty process pumps", V: *IAHR 2016: proceedings, (IOP conference series. Earth and environmental science, vol. 49)*, 28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, July 4-8th, 2016, Grenoble (France), 10 str. [COBISS.SI-ID 30091815]
- Miloš Maksić, Gregor Kosec, Vladimir Djurica, Andrej Souvent, Roman Trobec, "Dynamic thermal rating of power lines in raining conditions -

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Klemen Bregar, Andrej Hrovat, Mihael Mohorčič, "NLOS channel detection with multilayer perceptron in low - rate personal area networks for indoor localization accuracy improvement", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 130-139. [COBISS.SI-ID 29537575]

- model and measurements", V: *Paving the way for grid modernization*, str. [1-4]. [COBISS.SI-ID 38775045]
16. Miha Mohorčič, Matjaž Depolli, "Heart rate analysis with NevroEkg", V: *Mipro proceedings*, (MIPRO ... (Tisak)), MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 487-492. [COBISS.SI-ID 29573159]
  17. Aleksandra Rashkovska, Viktor Avbelj, Roman Trobec, "Wireless body sensor data analytics: challenges and approaches", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G*, str. 73-76. [COBISS.SI-ID 29883943]
  18. Aleksandra Rashkovska, Dragi Kocev, Roman Trobec, "Clustering of heartbeats from ecg recordings obtained with wireless body sensors", V: *Mipro proceedings*, (MIPRO ... (Tisak)), MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 481-486. [COBISS.SI-ID 29538855]
  19. Jure Slak, Gregor Kosce, "Detection of heart rate variability from a wearable differential ECG device", V: *Mipro proceedings*, (MIPRO ... (Tisak)), MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia, str. 450-455. [COBISS.SI-ID 29536039]
  20. Tomaž Šolc, "Low-cost spectrum sensor for ultra-narrowband transmissions", V: *Zbornik*, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 193-202. [COBISS.SI-ID 29545255]
  21. Roman Trobec, "Mechanics of cantilever beam: implementation and comparison of FEM and MLPG approach", V: *International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics 2015 (ICNAAM 2015), 22-28 September 2015, Rhodes, Greece*, (AIP conference proceedings, volume 1738), str. 480108-1-480108-4. [COBISS.SI-ID 29647911]
  22. Andrej Vilhar, Andrej Hrovat, Sebastijan Mrak, Urban Kuhar, Gorazd Kandus, "Štiri-kanalna Alphasat sprejemna postaja za meritve svetilniških signalov v Ka- in Q-pasu", V: *Radijske komunikacije: zbornik: proceedings*, 22. strokovni seminar Radijske komunikacije, Ljubljana, 3.-5. februar 2016 = 22nd Seminar on Radio Communications, Ljubljana, 3-5 February 2016, str. 69-76. [COBISS.SI-ID 29273639]
  23. Andrej Vilhar, Arsim Kelmendi, Andrej Hrovat, Gorazd Kandus, "First year analysis of alphasat KA- and Q- band beacon measurements in Ljubljana, Slovenia", V: *Communications satellite systems: a look back at the first 50 years and thoughts on the next 50*, The 22nd Ka and Broadband Communications Conference and the 34th AIAA

International Communications Satellite Systems Conference (ICSSC), October 17-20 2016, Cleveland, Ohio, USA, 8 str.. [COBISS.SI-ID 29914663]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. A. G. Burr, Laurent Clavier, G. Dimic, Tomaž Javornik, Werner Teich, M. Mostafa, "Evolved physical layer", V: *Cooperative radio communications for green smart environments*, (River publishers series in communications, vol. 47), Narcis Cardona, ur., Gistrup, River Publishers, 2016, str. 305-339. [COBISS.SI-ID 29825063]
2. H. Chamati, Roman Trobec, Janez Ivan Pavlič, "Peculiarities in the study of preformed DSPC lipid vesicles by coarse grain molecular dynamics", V: *Advances in biomembranes and lipid self-assembly. Volume 23*, Aleš Igljič, ur., Chandrashekar Kulkarni, ur., Michael Rappolt, ur., Amsterdam [etc.], Elsevier, 2016, str. 169-185. [COBISS.SI-ID 29411111]

## SAMOSTOJNI STROKOVNI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Matjaž Gams, Roman Trobec, Zvezdan Pirtošek, "Struktura EMZ EkoSMART", V: *Bela knjiga EMZ EkoSMART*, Zvezdan Pirtošek, ur., et al, Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 5-10. [COBISS.SI-ID 30246695]

## MENTORSTVO

1. Urban Gregorc, *Uporaba brezžične komunikacije LoRa za omrežje vremenskih postaj*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Marko Jankovec; somentor Mihael Mohorčič). [COBISS.SI-ID 11672916]
2. Sebastijan Mrak, *Satelitski sprejemnik za spremljanje svetilniškega signala satelita Alphasat v frekvenčnem pasu Q (Ka)*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Matjaž Vidmar; somentor Andrej Hrovat). [COBISS.SI-ID 11356500]

# ODSEK ZA RAČUNALNIŠKE SISTEME

## E-7

***Osnovne raziskave Odseka za računalniške sisteme obsegajo razvoj naprednih računalniških struktur, zmogljivih algoritmov za obdelavo velikih količin podatkov ter sistemov za učinkovito interakcijo med človekom in računalnikom. 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, okoljske vzdržnosti, bioinformatike, zdravja in medicine. Odsek vzdržuje visok nivo aktualnega znanja z raziskovalnih področij in ima vzpostavljene povezave in sodelovanje z drugimi akademskimi institucijami in industrijo.***



Vodja:  
**doc. dr. Gregor Papa**

Sodelavci odseka smo v letu 2016 raziskovalno delovali na področjih zmogljivih algoritmov za obdelavo velikih količin podatkov, strojne opreme za hitrejšo in zanesljivejšo izvajanje algoritmov ter interaktivnih vmesnikov za učinkovito zbiranje in obdelavo podatkov. Delo smo nadgradili z zasnovano in razvojem rešitev v okviru 11 evropskih projektov v programih Obzorij 2020, ECSEL, ARTEMIS, 7. OP in EEA Grants. Od tega smo med letom končali dela v okviru projektov ACCUS, Uživaj v zdravju ter TRUDEVICE. Nadaljevali smo delo pri projektih ISO-FOOD, REFRESH, RICHFIELDS, PD\_manager, MANTIS ter EU Menu Slovenija. Obenem pa smo začeli delo pri treh novih projektih: ImAppNIO, SYNERGY in Transmaščobne kisline.

Aktivno smo sodelovali pri pripravi vloge IJS za koordiniranje izvajanja strateškega razvojno-inovacijskega partnerstva (SRIP) na področju **Pametnih mest in skupnosti** v okviru Strategije pametne specializacije Slovenije. Prijava za SRIP, ki bo namenjen spodbujanju skupnega izvajanja raziskovalno-razvojnih programov akademske sfere in gospodarstva ter bo združevala znanje in kompetence za razvoj novih produktov, storitev in procesov, je bila pozitivno ocenjena in potrjena za izvajanje.

**Zasnovali smo postopke optimalnega prenosa informacij v omrežjih.**

### **Računalniške strukture**

Na področju naprednih računalniških struktur smo nadaljevali razvoj **samopopravljivih sistemov na vezjih FPGA** in zasnovali osnovo za hitro vstavljanje napak v FPGA-sisteme z uporabo dinamične delne rekonfiguracije. Programljiva vezja FPGA, zasnovana na SRAM-pomnilniku, zahtevajo v kritičnih aplikacijah uporabo metod za povečanje zanesljivosti delovanja sistema in metod za popravljanja napak SEU (angl. single-event upset) in MEU (angl. multiple-event upset), ki so posledica visokoenergijskega sevanja delcev. Razvili smo mehanizem popravljanja napak SEU, ki je v primerjavi z drugimi rešitvami izveden z manj logičnega vezja in ga je, glede na zahtevan nivo zanesljivosti, mogoče uporabiti v različnih samopopravljivih arhitekturah. Rezultate razvoja mehanizma za popravljanje napak v vezjih FPGA z dinamično parcialno rekonfiguracijo smo predstavili tudi v okviru dejavnosti pri projektu COST Action IC1204 TRUDEVICE – Trustworthy Manufacturing and Utilization of Secure Devices (<http://trudevice.com/>).

V okviru projekta TRUDEVICE smo preučevali **varnostne nadgradnje testnega vodila IEEE Std 1149.1**, poznanega tudi kot testno vodilo JTAG. Vodilo je namenjeno izboljšanju testabilnosti sistema, a se lahko izrabi tudi za vdor v sistem, za krajo intelektualne lastnine in druge škodljive namene. Zato moramo upoštevati nevarnost takih vdorov in uporabiti ustrezne protiukrepe. Preučili smo predlagane rešitve in poudarili nekaj težav pri uporabi kriptiranja kot enega od mogočih protiukrepov. Poleg neizbežnega povečanja logičnega vezja zahteva taka rešitev za preverjanje testnih izidov na vodilu tudi uporabo posebne programske opreme, ki jo mora zagotavljati proizvajalec integriranih vezij. Varnostna nadgradnja testnega vodila JTAG pa je namenjena preprečevanju dostopa neavtoriziranemu uporabniku in s tem preprečitvi motenja normalnega delovanja sistema preko testnega vodila. Za predlagane rešitve smo predvideli različne scenarije vdorov in ugotovili verjetnost ogroženosti delovanja sistema v nekem časovnem intervalu glede na velikost varnostnega ključa. Ugotovili smo tudi spodnjo mejo velikosti varnostnega ključa, ki še zagotavlja, da bo verjetnost ogroženosti sistema v okviru izbrane vrednosti. V okviru evropskega združenja ECSEL JU raziskujemo pri projektu MANTIS – Cyber Physical System based Proactive Collaborative Maintenance (<http://www.mantis-project.eu/>) razširitev mehanizma zaklepanja testnega vodila z uporabo različnih avtentikacijskih metod ter PKI-arhitekturo, kar bi omogočilo uporabo različnih avtentikacijskih nivojev ter spreminjanje avtorizacijskih ključev.



Na področju **vgradnih sistemov** smo zasnovali novo generacijo prenosne BLE (angl. Bluetooth Low Energy)-tehtnice z majhno porabo energije. Tehnica je sestavljena iz komunikacijskega dela, zgrajenega z vmesnikom BLE113, ki tudi povezuje druge komponente tehtnice in deluje v varčnem načinu, ter merilnega dela, ki je sestavljen iz merilnega mostiča in preciznega merilnega AD-pretvornika. Za podaljšanje obratovalnega časa se merilni del v stanju pripravljenosti izklaplja.

Zasnovali smo **senzorsko omrežje BLE** s komunikacijskim mehanizmom, ki omogoča zajemanje podatkov iz oddaljenih vozlišč preko vmesnih, relejnih vozlišč. Komunikacijska tehnologija BLE je bila razvita za nizkocenovne aplikacije z majhno porabo energije. Vendar omogoča BLE le preproste povezovalne sheme in ne tvorbe komunikacijskih omrežij. Ker je zaradi majhne energijske porabe doseg BLE-naprav omejen, lahko postane BLE-senzor nedostopen iz centralnega zajemalnega sistema. Za senzorska vozlišča BLE smo razvili nov komunikacijski mehanizem, ki omogoča prenos podatkov drugih vozlišč. To dosežemo s preklpom načina delovanja vmesnega vozlišča, zbiranja podatkov iz drugih vmesnih in/ali končnih vozlišč ter posredovanja vseh podatkov nadzornemu vozlišču. Razvili smo tudi strojno opremo, s katero smo preverili delovanje razvitega komunikacijskega mehanizma.

V okviru raziskav na področju **senzorjev** smo študirali učinek prisotnosti tekočin, ki lahko pomembno vpliva na odziv LTCC-senzorja tlaka v konfiguraciji z Wheatstonovim mostičem. Pri eksperimentiranju s kapljicami vode na senzorski diafragmi smo opazili specifičen časovni odziv ničelne izhodne napetosti. Takšen odziv je lahko rezultat dinamičnih sprememb temperaturne porazdelitve oziroma lokalnega ohlajanja zaradi izhlapevanja tekočine na diafragmi. Na osnovi teh spoznanj smo začeli graditi numerični model, pri katerem smo izhlapevanje poenostavili kot diskretno funkcijo časa. Začetne simulacije kažejo podobne usmeritve kot eksperimentalne meritve.

### Algoritmi za obdelavo podatkov

Raziskave na področju zmogljivih algoritmov za obdelavo podatkov so bile usmerjene predvsem v razvoj večkriterijskih optimizacijskih načinov, študiju optimalnega prenosa informacij v omrežjih ter razpoznavanju vzorcev. Del rešitev je na aplikativni ravni prispeval k računalniški podpori načrtovanja klinične prehrane in pred časom razviti Odprti platformi za klinično prehrano (OPKP). Pri tem še posebej poudarjamo algoritme za ujemanje različnih vrst podatkov o živilih in algoritme za avtomatsko prepoznavanje hrane in pijač s fotografij s poglobljenim učenjem ter aplikacije za spremljanje prehranskih navad prebivalcev, učinkovitosti delavnice hujšanja ter gibalnega razvoja otrok in mladostnikov z uporabo športne zapestnice.

---

**Razvijamo algoritem z uporabo poglobljenega učenja za avtomatsko prepoznavanje hrane in pijač s fotografij.**

---

Da bi izboljšali svojo odličnost ter izpopolnili strokovno znanje in izkušnje na področju **večkriterijske optimizacije, podprte s paralelizacijo in nadomestnimi modeli**, smo začeli izvajati Twinning projekt programa Obzorij 2020 SYNERGY – Synergy for smart multi-objective optimisation (<http://synergy-twinning.eu/>), ki ga tudi koordiniramo. Pri projektu sodelujejo poleg našega odseka tudi Odsek za inteligentne sisteme na IJS ter Cologne University of Applied Sciences (CUAS) in University of Lille (USTL). Cilj projekta je preseči trenutni obseg raziskav večkriterijske optimizacije na IJS, kjer smo doslej raziskave izvajali v majhnem obsegu in večinoma brez sodelovanja z drugimi partnerji. USTL je vodilni partner v paralelizaciji na velikih heterogenih arhitekturah, medtem ko CUAS zagotavlja strokovno znanje pri uporabi nadomestnega modeliranja in njegove uporabe pri optimizacijskih problemih. V letu 2016 smo za potrebe izobraževanja v okviru projekta opravili več obiskov pri sodelujočih partnerjih ter izvedli več skupnih delavnic v okviru priznanih mednarodnih konferenc.

Raziskovali smo načine za – v smislu časa in količine informacij – **optimalno sočasno razširjanje več sporočil** v modelu, kjer lahko vsako vozlišče sinhronega omrežja v vsaki časovni enoti prejme največ eno sporočilo. Preučevali smo sočasno razširjanje sporočil iz enega vira, kadar je vsako prejeto sporočilo lahko razposlano neinformiranim sosedom le v naslednjem časovnem koraku. Razvili in uporabili smo posplošeni koncept nivojsko neodvisnih particij in določili potreben pogoj v smislu ožine in ekscentričnosti izvora informacij za obstoj  $k$  nivojsko neodvisnih particij optimalne globine z istim korenem. Prav tako smo določili grafe, ki omogočajo sočasno razširjanje informacij dveh sporočil iz danega vozlišča. Predlagali smo tehniko razširitve podgrafa za učinkovito razširjanje informacij v okviru koncepta nivojsko neodvisnih particij. Ta način vodi k sočasnemu razširjanju optimalnega števila sporočil v optimalnem času na širokem razredu grafov. Posebej smo pokazali rešitve za dvodelne toruse, mreže in hiperkočke. Rezultate smo uspešno predstavili na konferenci COCOA 2016.

Vpeljali smo **ново mero za uravnoteženo delovno obremenitev**, ugotovili njene ekstremne vrednosti in strukture grafov, pri katerih so te ekstremne vrednosti dosežene. Da bi merili enakomernost razporeditve delovne obremenitve med vozlišča omrežja, smo vpeljali stopenjsko utežno mero na podlagi vmesne središčnosti. Cilj študije je bil določiti ekstremne vrednosti vpeljane mere in strukture grafov, pri katerih so te mere dosežene.

**Matematični formalizaciji umetnih genetskih predstavitev z nevtralnostjo** je bil namenjen obisk Univerze v Coimabri na Portugalskem, ki je bil podprt s COST-akcijo ImAppNIO – Improving Applicability of Nature-Inspired Optimisation by Joining Theory and Practice (<http://imappnio.dcs.aber.ac.uk/>). Uporaba redundantnih

predstavitev v evolucijskem računanju je potencial, ki ga imajo nevtralna omrežja pri vzpostavitvi alternativnih poti za evolucijo populacije, kar lahko vodi k izboljšani kakovosti preiskovanja. Čeprav je vloga nevtralnosti v evolucijskem iskanju že široko obravnavana v literaturi, ostaja nejasno, do katere mere lahko nevtralnost pripomore k učinkovitosti preiskovanja. V študijah je bil predlagan obetaven razred predstavitev, temelječ na kodah za nadzor napak, ki vodi do družine predstavitev z različno stopnjo nevtralnosti, podobnosti, povezanosti in lokalnosti.

V okviru evropskega združenja ARTEMIS smo uspešno končali projekt ACCUS – Adaptive Cooperative Control in Urban (sub) Systems (<http://www.projectaccus.eu>), kjer smo sodelovali pri razvoju platforme za integracijo in koordinacijo urbanih sistemom (transport, razsvetljava, energetika), ki zagotavlja prilagodljivo in enotno krmljenje urbanih podsistemov ter omogoča optimalno delovanje njihovega kombiniranega sklopa. Dopolnili smo okolje za simulacijo prometnih tokov na podlagi logičnega zapisa cestnega omrežja OpenDRIVE, ki omogoča opis cestnega omrežja s semaforiziranimi križišči in simulira tok vozil po modelu IDM (angl. intelligent driver model). Okolje je zaradi možnosti enostavnega preverjanja učinkov vzpostavitve novih povezav in podobnih sprememb v omrežju namenjeno načrtovanju novih cestnih povezav. Nadgrajeni simulator omogoča z optimizacijo časovnih intervalov semaforjev tudi izboljšanje prometnega toka.



Slika 1: Mobilna aplikacija za usmerjanje prometa

Na področju razpoznavanja vzorcev smo se ukvarjali s preučevanjem posameznih indeksov v EKG-signalih izoliranih preparatov zajčjih src, merjenih z večelektrodnim sistemom, kot funkcijo sklopitvenega intervala in mesta prezgodnje stimulacije. V obeh prekatih so rezultati pokazali pomembno povečanje trajanja ventrikularne depolarizacije. Pri vzbujanju levega prekata je prišlo do pomembnega skrajšanja celotne repolarizacije, medtem ko pri desnem prekату tega pojava nismo opazili. S primerjavo dvajsetih klasičnih algoritmov strojnega učenja smo ugotovili najprimernejšega (naključni gozd) in z njim določili optimalno elektrodo za detekcijo tipa prezgodnje stimulacije prekatov.

Projekt iz okvirnega programa Obzorij 2020 RICHFIELDS – Research Infrastructure on Consumer Health and Food Intake for Escience with Linked Data Sharing (<http://www.richfields.eu/>) obravnava vrsto podatkov o živilih z vidika prehrane in zdravja. Glavni cilj projekta je zasnovati arhitekturo temelja za zbiranje, združevanje in harmonizacijo teh podatkov. Poudarek je na odprtih in velikoštevilnih podatkih, ki se zbirajo z različnimi informacijskimi sistemi in z mobilnimi napravami. V pilotu, s katerim želimo identificirati vrzeli in težave na področju podatkov o sestavi živil, smo razvili algoritem za ujemanje različnih vrst podatkov o živilih (angl. food matching), ki so indeksirani na različne načine z uporabo različnih standardov, kot sta npr. LanguaL in FoodEx2. Algoritem temelji na metodi POS-označevanja, prav tako razvit v našem odseku. Ta način smo predstavili na mednarodnem dogodku Food Forum 2016 v Bruslju, kjer je bil naš način ocenjen kot najučinkovitejši. Podoben način smo uporabili tudi v okviru projekta Evropske agencije za varnost hrane (European Food Safety Agency EFSA) EU Menu – Support to National Dietary Surveys in Compliance with the EU Menu methodology, ki je namenjen spremljanju prehranskih navad prebivalcev Slovenije. Zbrani podatki o porabi živil imajo ključno vlogo pri ocenjevanju tveganj v povezavi z mogočimi dejavniki tveganja, ki so v hrani na območju Evropske unije. V sodelovanju z Nacionalnim inštitutom za javno zdravje (NIJZ) smo razvili spletno aplikacijo EU Menu, s katero bodo anketarji zbirali informacije o prehranskih navadah odraslih in otrok ter dojenčkov. Aplikacija temelji na podatkih o sestavi živil iz OPKP in omogoča poleg prenosa rezultatov agenciji EFSA preko spletnih storitev tudi statistično obdelavo zbranih podatkov.

Projekt iz okvirnega programa Obzorij 2020 PD\_manager – mhealth platform for Parkinson’s disease management (<http://www.parkinson-manager.eu/>) obravnava bolnike s Parkinsonovo boleznijo, ki se spopadajo s težavami, kot sta disfagija (oteženo požiranje) in konstipacija (zaprtje). Prav tako je oteženo zdravo prehranjevanje, saj prehrana z veliko beljakovinami zmanjšuje učinkovitost zdravil. Razvili smo mobilno aplikacijo Parkdiet, ki omogoča vodenje prehranskega dnevnika z uporabo fotografij. Sedaj je v teku grafična prilagoditev aplikacije specifičnim potrebam bolnikov. Prav tako razvijamo algoritem za avtomatsko prepoznavanje hrane in pijač s fotografij s poglobljenim učenjem (angl. deep learning). Dosedanje rezultate dela smo predstavili na mednarodnem kongresu Slovenskega združenja za disfagijo, ki je potekal v Ljubljani (<http://disfagija.si/sl/home/>).



Slika 2: Uporabniški vmesnik mobilnih aplikacij za bolnike s Parkinsonovo boleznijo

S projektom norveškega finančnega mehanizma Uživajmo v zdravju – Celostni inovativni model za zagotavljanje zdravega življenjskega sloga s poudarkom na prehranjevanju, gibanju, preprečevanju

in obravnavi debelosti pri otrocih, mladostnikih ter odraslih in zmanjševanju neenakosti (<http://uzivajmovzdravju.si>) spremljamo, v sodelovanju z zdravstvenim in šolskim sektorjem, porast prekomerne hranjenosti in debelosti prebivalcev Slovenije. Namen projekta je soočenje s tem javnozdravstvenim problemom na različnih ravneh (nacionalni, regijski in lokalni) ter oblikovanje inovativnih trajnostnih in učinkovitih medsektorskih načinov, ki bodo usmeritev rasti debelosti postopno obrnili v negativno smer. V sodelovanju z NIJZ smo razvili **spletno in mobilno aplikacijo za urejeno spremljanje učinkovitosti delavnice hujšanja odraslih**, ki se redno izvajajo po zdravstvenih domovih v Sloveniji. Aplikacijo smo v sodelovanju z 12 zdravstvenimi domovi že pilotno preizkusili. Hkrati smo začeli razvijati mobilno aplikacijo Fitus, ki bo omogočala **spremljanje gibalnega razvoja otrok in mladostnikov z uporabo športne zapestnice**. Podatki iz zapestnice se brezžično shranjujejo v oblaku, od koder aplikacija Fitus zajema informacije o dejanski telesni aktivnosti in srčnem utripu otroka. Aplikacija daje možnost nadgradnje in statistično obdelavo zbranih podatkov, tudi v kontekstu prehranskih navad, saj so podatki zbrani v bazi OPKP.

Sodelujemo v okviru aplikativnega ARRS-projekta **Transmaščobe v živilih in njihov populacijski vnos implikacije za javno zdravje**, kjer smo predstavili rezultate prvega dela raziskave, ki je zajela identifikacijo skupin predpakiranih živil kot pomembnejšega vira transmaščobnih kislin (TMK) ter vrednotenje vsebnosti TMK v rastlinskih maščobah. Sodelovali smo pri pripravi preliminarne ocene vnosa TMK pri bolj izpostavljeni populacijski skupini študentov, ki se prehranjujejo s subvencionirano študentsko prehrano. Ocena je bila pripravljena z **Odprto platformo za klinično prehrano** in na podlagi doslej dostopnih podatkov o TKM. Rezultati so bili tudi javno predstavljeni (<http://www.delo.si/prosti-cas/zdravje/nutricionisti-bi-vsebnost-trans-mascob-v-zivilih-zakonsko-omejili.html>).

Pri projektu Obzorij 2020 REFRESH – **Resource Efficient Food and dRink for the Entire Supply cHain** (<http://eu-refresh.org/>) bomo do leta 2025 prispevali k do 30-odstotnemu zmanjševanju odpadkov hrane v Evropi, tako z zniževanjem stroškov upravljanja z odpadki kot tudi s povečevanjem vrednosti neizogibljivih odpadkov hrane in embalažnih materialov. V ta namen razvijamo podatkovno zbirko o sestavi neizogibljivih odpadkov hrane.

V sodelovanju z **Zgodovinskim inštitutom Milka Kosa ZRC SAZU** smo sodelovali pri vzpostavitvi novega portala Slovenska historična topografija. Dolgoročni cilj je izdelava temeljite in zanesljive **elektronske interaktivne različice historične topografije celotnega ozemlja današnje Republike Slovenije**. Prvi del tega cilja je bil že dosežen z ARRS-projektom Slovenski toponimi v času in prostoru, ki je pokrival ozemlje historične dežele Kranjske. Obstoječi ciklostilni priročnik je zamenjala sodobna spletna interaktivna aplikacija z naprednim iskalnikom, geolokacijo in povezavo na spletni zemljevid in navsezadnje s 30 % bogatejšo – dopolnjeno in popravljeno – zbirko podatkov (<http://topografija.zrc-sazu.si/>).

### Razvili smo spletno orodje za e-učenje statistike.

Razvili smo **spletno orodje za e-učenje statistike**, ki ga bo ERA-katedra ISO-FOOD uporabljala za učenje študentov s področja kemije in fizike na daljavo in ki temelji na naših raziskovalnih dognanjih. Orodje usmerja študenta pri uporabi ustreznih metod za statistično analizo

podatkov. Sedaj izvajamo preizkušanje orodja v sodelovanju z **Odsekom za znanosti o okolju** na IJS.

V tem letu smo začeli izvajati **statistični seminar** za izobraževanje zaposlenih in drugih sodelavcev odseka. Seminar poteka tedensko v dveh skupinah. Osnovni seminar poteka v obliki predavanj, ki sledijo ustaljenemu kurikulumu statistike na naravoslovnih fakultetah in je namenjen sodelavcem, ki želijo osvežiti in poglobiti osnovno znanje. Nadgrajeni seminar pa je namenjen tistim, ki želijo osnovno znanje nadgraditi z naprednimi statističnimi vsebinami in ga dopolniti z vsebinami strojnega učenja. Seminarja želimo v prihodnje razširiti tudi zunaj odseka.

V sodelovanju z **Odsekom za inteligentne sisteme** na IJS smo v maju organizirali na Bledu že sedmo bialno konferenco **BIOMA 2016 – Bioinspired Optimization Methods and their Applications** (<http://bioma.ijs.si/conference/2016/>). Vključevala je predstavitve in razprave o najnovejših teoretskih in praktičnih rezultatih optimizacijskih metod po vzorih iz narave in njihovih aplikacij. Vsebina konference je s predstavljenimi članki povzeta v zborniku konference.

V sodelovanju z **Odsekom za inteligentne sisteme** na IJS in s **Fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru** (Laboratorij za računalniške arhitekture in jezike, Laboratorij za programirne metodologije) smo že trinajsto leto zapored pripravili več rednih skupnih **delavnic AVN** (algoritmi po vzorih iz narave) s področja stohastičnih optimizacijskih tehnik.



Slika 3: Študija uporabniške prijaznosti ob prenovi slovenskega lavinskega biltena

### Interakcija med človekom in računalnikom

Na področju sistemov za učinkovito interakcijo smo pozornost posvetili študiju **scenarijev uporabe** pri interakciji človek–stroj, razvili smo **resne igre** za potrebe telerehabilitacije, nadaljevali pa smo tudi razvoj in uveljavljanje **postopkov in orodij za uporabnostno preizkušanje**.

Naše delo pri projektu MANTIS je bilo usmerjeno v **oblikovanje in razvoj interakcije človek–stroj**. Pri zasnovi interakcije spremljamo uporabnikovo

orientirano načrtovanje (angl. user centred design), ki temelji na scenarijih uporabe (angl. scenario based design). V sklopu tega smo pri industrijskih partnerjih zbrali predvidene scenarije uporabe sistema MANTIS, ki se uporabljajo kot podlaga pri zasnovi inteligentnega kontekstno ozaveščenega uporabniškega vmesnika, prilagojenega za proaktivno in kooperativno vzdrževanje. Na osnovi tega smo oblikovali specifikacijo zahtev za interakcijo človek–stroj ter pripravili model interakcije, ki podpira proaktivne elemente vzdrževanja, sodelovanje med uporabniki ter sodelovanje med uporabniki in sistemom MANTIS, vključuje pa tudi kontekstno ozaveščenost funkcionalnosti. Sodelovali smo tudi pri pripravi opisa in predstavitvi različnih tipov uporabniških vmesnikov in priporočil za njihovo oblikovanje ter začeli implementacijo prototipa uporabniškega vmesnika.

V okviru projekta Obzorij 2020 PD\_manager smo razvili in implementirali **resne igre za rehabilitacijo pacientov s Parkinsonovo boleznijo** za uporabo komercialno dostopne opreme za podporo rehabilitaciji na daljavo. V sodelovanju z Univerzitetnim rehabilitacijskim centrom Soča sta bili razviti dve igri. Prva se osredinja na razgibavanje ramenskega obroča in uporablja Microsoftov Kinect-senzor druge generacije, druga pa skrbi za ohranjanje fine motorike prstov in uporablja »leap motion«  
senzor. Igrri zbirata podatke o pacientih: dosežene rezultate v igri ter njihovo polno kinematiko gibanja med izvajanjem vaje. Igrri sta bili preizkušeni v klinični praksi na rehabilitacijskem inštitutu ter na domovih pacientov. Zasnovali in izvedli smo tudi strežniški del igralne platforme za izvajanje terapije pacientov s Parkinsonovo boleznijo. Strežniški del vsebuje podatkovno bazo za shranjevanje anonimiziranih podatkov o bolnikih, podatkov o igrah in rezultate izvajanja iger, spletni strežnik za izmenjavo podatkov z igro na igralnih računalnikih ter spletni vmesnik za terapevte.

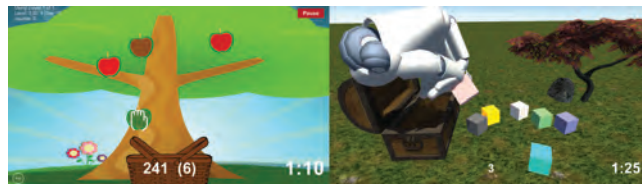
V sodelovanju z neformalnim združenjem slovenskih raziskovalcev interakcije človek–računalnik (<http://www.hci.si>) smo oktobra v Ljubljani organizirali že tretjo **konferenco Human-Computer Interaction in Information Society** (del multikonference Information Society). Udeležba se je v primerjavi s prejšnjimi leti povečala z akademskimi in industrijskimi prispevki. Glavni cilj konference je povezovanje raziskovalcev s področja za izmenjavo idej, spodbujanja sodelovanja in promoviranja interdisciplinarnega področja v širši slovenski regiji. Na konferenci smo poročali o uporabnostnem preizkušanju grafičnega uporabniškega vmesnika simulatorja GUARD, ki ga razvija podjetje Guardiaris, d. o. o. Delo je nastalo v okviru diplomske naloge pod mentorstvom našega sodelavca.

Za potrebe prenove lavinskega biltena (<http://www.meteo.si/pozor/plaz>) smo z **Agencijo RS za okolje (ARSO)** izvedli **uporabnostno preizkušanje lavinskega biltena**. S tem smo želeli zbrati pripombe uporabnikov, ki se uporabljajo za nadaljnje izboljšave, pa tudi ugotoviti, katera različica biltena je za različne skupine uporabnikov najbolj primerna. Pri tem smo poleg prijaznosti do uporabnikov upoštevali tudi izobraževalni vidik lavinskega biltena. Izvedeno uporabnostno preizkušanje je bilo mešanica raziskovalne in ocenjevalne študije, kjer smo zbirali predvsem kvalitativne podatke. Skupaj z ARSO smo določili cilje preizkušanja in vprašanja, na katera želimo s preizkušanjem odgovoriti. Sestavili smo nekaj mogočih scenarijev uporabe biltena ter na njih zasnovali naloge, ki so jih izvedli uporabniki med preizkušanjem, potem pa smo z uporabniki in z izvedbo spletne ankete rezultate analizirali in predlagali mogoče izboljšave.

V okviru projekta TETRACOM PerNuCAP – **Personalized Nutrition Control Aid for Insulin Patch Pump** smo izvajali **uporabnostno preizkušanje inzulinske črpalke**, razvite v podjetju IPDmed, pri čemer smo upoštevali standard Usability Testing of Medical Devices IEC 62366. Najprej smo izvedli začetno študijo namena in uporabe medicinske naprave, ciljnih uporabnikov ter pogojev uporabe. Temeljito smo preučili mogoče funkcionalnosti naprave in analizo tveganja, izvedeno od IPDmed. Na podlagi tega smo navedli izčrpen seznam osnovnih operativnih funkcij, ki ga sestavljajo pogosto uporabljene funkcije in tiste, povezane s tveganjem. Na podlagi zbranih funkcij smo identificirali mogoče scenarije uporabe inzulinske črpalke in predvidena dejanja uporabnika pri posamezni funkciji.

Platformo PD\_manager sestavljajo komponente z raznovrstnimi vmesniki (splet, mobilne aplikacije, naravna interakcija z gestami) in uporabniki (pacienti, zdravniki, skrbniki). Najobčutljivejši med njimi so pacienti, zato smo z namenom, da bi jim zagotovili dostopnost platforme, izvedli študijo uporabniške prijaznosti, pri tem smo ugotavljali, kako pacienti interagirajo s posameznimi komponentami platforme. Poleg tega smo definirali tudi **zunanjost podobo** oz. vizualni jezik platforme in prenovili vmesnike mobilnih aplikacij. Kot študijski primer nam je rabila aplikacija za beleženje prehrane bolnikov s Parkinsonovo boleznijo. Novi vmesnik omogoča enostavno razpoznavanje elementov na zaslonu, njihovo namembnost in podprte načine interakcije, kar omogoča učinkovito vnašanje obrokov v prehranski dnevnik.

Zasnovali smo UsabeU – **spletno platformo za preizkušanje uporabniške prijaznosti** v maternem jeziku. UsabeU podpira skupinsko prevajanje in validacijo vprašalnikov za preizkušanje uporabniške prijaznosti. Uporablja se tudi kot repozitorij prevedenih in validiranih vprašalnikov ter orodje za izvajanje preizkusov. Začetna različica ponuja uporabo in prevajanje vprašalnika SUS (System Usability Scale).



Slika 4: Računalniški rehabilitacijski igri

## Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. A. Kostevšek, J. Klemeš, P. Varbanov, G. Papa, J. Petek, "The concept of an ecosystem model to support the transformation to sustainable energy systems", *Applied energy*, 184 (2016), 1460–1469, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.04.010
2. P. Gregor, R. Škrekovski, V. Vukašinič, "Time-optimal broadcasting of multiple messages in 1-in port model", *Combinatorial optimization and applications: 10th International Conference, COCOA 2016, Lecture notes in computer science*, 10043 (2016) 144–158
3. J. Klisara, R. Škrekovski, V. Vukašinič, D. Vukičević, "A measure for a balanced workload and its extremal values", *Discrete applied mathematics*, 200 (2016), 59–66, doi: 10.1016/j.dam.2015.07.006
4. P. Vrtič, M. Vražič, G. Papa "Design of an axial flux permanent magnet synchronous machine using analytical method and evolutionary optimization", *IEEE transactions on energy conversion*, 31 (2016), 150–158, doi: 10.1109/TEC.2015.2477319
5. A. Biasizzo, F. Novak, "Security problems of scan design and accompanying measures", *Journal of electrical engineering*, 67 (2016), 192–198

## Patent

1. Gregor Papa, Barbara Koroušič-Seljak, Marko Pavlin, Naprava in postopek za zajem in prenos signalov, SI24792 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 2. 2016

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 28. AVN delavnica „Algoritmi po vzorih iz narave“, Bled, Slovenija, 18. 5. 2016
2. SYNERGY project-meeting, Bled, Slovenija 18.–19. 5. 2016
3. MANTIS, full consortium project-meeting, Ljubljana, Slovenija 17.–20. 5. 2016
4. BIOMA 2018, The 7th International Conference on Bioinspired Optimization Methods and their Applications, Bled, Slovenija, 18.–20. 5. 2016
5. HCI-IS 2016, konferenca Human-Computer Interaction in Information Society, Ljubljana, Slovenija, 9. 10. 2016
6. 29. AVN delavnica „Algoritmi po vzorih iz narave“, Maribor, Slovenija, 2. 12. 2016

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. 7. OP - TETRACOM; Večfunkcijski telesni sensor  
Evropska komisija; prof. dr. Franc Novak
2. ACCUS: Adaptivna kooperativna kontrola v urbanih (pod)sistemih  
Ministrstvo za gospodarstvo; doc. dr. Gregor Papa
3. 7. OP; ERA Katedra ISO-FOOD - Kakovost, varnost in sledljivost živil z uporabo izotopskih tehnik  
Evropska komisija; doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
4. EU MENU Slovenija; LOT 1 (otroci); Podpora nacionalni prehranski raziskavi v skladu z metodologijo EU MENU - četrti razpis  
European Food Safety Authority - Efsa; doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
5. EU MENU Slovenija; LOT 2 (odrasli); Podpora nacionalni prehranski raziskavi v skladu z metodologijo EU MENU - četrti razpis  
European Food Safety Authority - Efsa; doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
6. COST IC1204; Zanesljiva proizvodnja in uporaba varnostnih enot  
Cost Office; prof. dr. Franc Novak
7. COST CA15140 - ImAppNIO; Izboljšanje uporabnosti algoritmov po vzorih iz narave s povezovanjem teoretskih in praktičnih pristopov  
Cost Office; dr. Vida Vukašinič
8. H2020 - MANTIS; Proaktivno vzdrževanje v kibernetiko-stvarnih sistemih  
Evropska komisija; doc. dr. Gregor Papa
9. H2020 - REFRESH; Učinkovita izraba virov hrane in pijače v celotni prehranski verigi  
Evropska komisija; doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
10. H2020 - RICHFIELDS; Raziskovalna infrastruktura na področju zdravega prehranjevanja s poudarkom na izmenjavi in povezovanju podatkov  
Evropska komisija; doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
11. H2020 - PD\_manager; Mobilna platforma v podporo bolnikom s parkinsonovo boleznijo; Evropska komisija  
doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
12. H2020 - SYNERGY; Sinergija za pametno večkriterijsko optimizacijo  
Evropska komisija; prof. dr. Peter Korošec

## PROGRAM

1. Računalniške strukture in sistemi  
doc. dr. Gregor Papa

## PROJEKTI

1. Trans maščobe v živilih in njihov populacijski vnos implikacije za javno zdravje  
doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
2. Norveški mehanizem „Uživajmo v zdravju“; Celostni inovativni model za zagotavljanje zdravega življenjskega sloga, s poudarkom na prehranjevanju, gibanju, preprečevanju in obravnavi debelosti  
doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
3. ACCUS: Adaptivna kooperativna kontrola v urbanih (pod)sistemih  
doc. dr. Gregor Papa
4. Prilagoditev Odprte platforme za klinično prehrano potrebam Evropske zveze združenih dietetikov EFAD  
doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
5. Konferenca BIOMA 2016; 7. mednarodna konferenca Optimizacijskih metod po vzorih iz narave in njihova uporaba, Bled, Slovenija, 18.–20.05.2016  
doc. dr. Gregor Papa
6. Izdelava elektronskega vprašalnika in statistična obdelava podatkov o prebavnih simptomih  
doc. dr. Barbara Koroušič Seljak

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Izvedba projekta „Personalized Nutrition Control Aid for Insulin Patch Pump - PerNuCAP“  
Ipd Med, d. o. o.  
prof. dr. Franc Novak

## OBISKI

1. Thomas Bartz Beielstein, Boris Naujoks, Jörg Stork, Technische Hochschule Köln, Nemčija, 10.–11. 2. 2016
2. Nouredine Melab, El-Ghazali Talbi, Université des Sciences et. Technologies de Lille 1, Lille, Francija, 10.–11. 2. 2016
3. Thomas Bartz Beielstein, Boris Naujoks, Technische Hochschule Köln, Nemčija, 17.–20. 5. 2016
4. Nouredine Melab, El-Ghazali Talbi, Université des Sciences et. Technologies de Lille 1, Lille, Francija, 17.–20. 5. 2016
5. Goran Martinović, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT) Osijek, Hrvaška, 17.–20. 5. 2016
6. Roberto Uribeetxeberria, Urko Zurutza, Mondragon Unibertsitatea, Faculty of Engineering, Arrasate-Mondragon, Španija, 23.–25. 5. 2016
7. Roberto Gonzalez, Fundacion Tekniker, Eibar, Španija, 23.–25. 5. 2016
8. Salvatore Esposito, Mario Riccardi, Ansaldo STS, Genova, Italija, 23.–25. 5. 2016
9. Stanislava Velkova, 3E, Bruselj, Belgija, 23.–25. 5. 2016
10. Erkki Jantunen, Teknologian tutkimuskeskus VTT, Espoo, Finska, 23.–25. 5. 2016
11. Antti Niemela, Lapin Ammattikorkeakoulu, Kemi, Finska, 23.–25. 5. 2016
12. Bas Tjisma, Philips Consumer Lifestyle, Drachten, Nizozemska, 23.–25. 5. 2016
13. Jerker Delsing, Luleå University of Technology, Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, Luleå, Švedska, 23.–25. 5. 2016
14. Marjan Šterk, XLAB, Ljubljana, Slovenija, 23.–25. 5. 2016
15. Boris Naujoks, Technische Hochschule Köln, Nemčija, 10.–11. 11. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Tome Eftimov, študent MPŠ: »Introduction to Pattern Recognition and Machine Learnings«, statistični seminarji 2., 26. 10. 2016
2. Tome Eftimov, študent MPŠ: »Linear Models for Regression«, statistični seminarji 2., 16. 11. 2016
3. Tome Eftimov, študent MPŠ: »Linear Models for Regression – Bayesian Approach«, statistični seminarji 2., 23. 11. 2016
4. Rok Hribar, MR: »Napoved porabe plina v Ljubljani«, odsečni seminar 11. 10. 2016
5. Rok Hribar, MR: »Probability Distributions 2«, statistični seminarji 2., 7. 11. 2016
6. Rok Hribar, MR: »Linear Models for Regression«, statistični seminarji 2., 30. 11. 2016
7. Rok Hribar, MR: »Linear Models for Classification«, statistični seminarji 2., 14. 12. 2016
8. Žiga Kopušar, študent FERIT, UM: »GUARD – uporabnostni test postavitve in urejanja 3D scenarija«, odsečni seminar 15. 9. 2016
9. Teo Kukuljan, študent FMF: »Subharmonične funkcije v ravnini«, odsečni seminar 20. 6. 2016
10. Ines Meršak, študentka FMF: »Problem londonskih stolpov«, odsečni seminar 24. 10. 2016
11. Simon Mezgec, študent MPŠ: »Zaznavanje in razpoznavanje slik hrane in pijače z uporabo poglobljenega učenja«, odsečni seminar 6. 6. 2016
12. prof. dr. Franc Novak: »Osnovni elementi vizualne komunikacije«, odsečni seminar 17. 8. 2016
13. prof. dr. Franc Novak: »Usability Engineering of Medical Devices«, odsečni seminar 1. 9. 2016
14. doc. dr. Gregor Papa, dr. Vida Vukašinič: »ICT Proposer's day 2016 v Bratislavi«, odsečni seminar 3. 10. 2016
15. Špela Poklukar, univ. dipl. fil. in prof. teol: »Topološka analiza podatkov«, odsečni seminar 13. 6. 2016
16. Špela Poklukar, univ. dipl. fil. in prof. teol: »Verjetnost 1«, statistični seminarji 1., 24. 11. 2016
17. Špela Poklukar, univ. dipl. fil. in prof. teol: »Verjetnost 2«, statistični seminarji 1., 5. 12. 2016
18. Špela Poklukar, univ. dipl. fil. in prof. teol: »Probability Distributions 1«, statistični seminarji 2., 2. 11. 2016
19. Špela Poklukar, univ. dipl. fil. in prof. teol: »Neural Networks 1«, statistični seminarji 2., 21. 12. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. doc. dr. Anton Biasizzo
2. prof. dr. Peter Korošec
3. doc. dr. Barbara Koroušič Seljak
4. prof. dr. Stanislav Kovačič\*, znanstveni svetnik
5. prof. dr. Franc Novak, znanstveni svetnik
6. **doc. dr. Gregor Papa, vodja odseka**
7. doc. dr. Jurij Šilc, strokovni sekretar odseka

### Podoktorski sodelavci

8. dr. Bojan Blažica

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Bojan Blažica, Franc Novak, Marko Pavlin, Špela Poklukar, HCI-IS 2016, konferenca Human-Computer Interaction in Information Society, Ljubljana, 9. 10. 2016 (4)
2. Anton Biasizzo, Franc Novak, Gregor Papa, Marko Pavlin, Špela Poklukar, MANTIS Full Consortium Meeting, Ljubljana, 23. 5. 2016 (1)
3. Tome Eftimov, Rok Hribar, Peter Korošec, Gregor Papa, Vida Vukašinič, 29. delavnica AVN, Algoritmi po vzorih iz narave, Maribor, 2. 12. 2016 (1)
4. Tome Eftimov, udeležba konferenc 8th IPSSC 2016, Ljubljana, 31. 5.–1. 6. 2016 (1)
5. Tome Eftimov, Richfileds project meeting, Milano, Italija, 28.–29. 6. 2016 (2)
6. Tome Eftimov, udeležba na 4th Int. Advanced Course of Exposure Assessment in Nutrition Research, Wageningen, Nizozemska, 29. 8.–2. 9. 2016 (1)
7. Tome Eftimov, Richfileds Phase 3 workshop, Haag, Nizozemska, 28.–29. 9. 2016 (1)
8. Tome Eftimov, udeležba konferenc KDIR 2016, Porto, Portugalska 9.–11. 11. 2016 (1)
9. Tome Eftimov, B. Koroušič Seljak, simpozij »EuroFIR Food Forum 2016«, »EuroDISH approaches and results on food matching«, Bruselj, Belgija, 8. 4. 2016 (1)
10. Tome Eftimov, Peter Korošec, Barbara Koroušič Seljak, Gregor Papa, Jurij Šilc, Vida Vukašinič, udeležba konferenc BIOMA 2016, Bled 18.–20. 5. 2016 (1)
11. Tome Eftimov, Peter Korošec, Gregor Papa, Jurij Šilc, Vida Vukašinič, AVN delavnica, Bled, 18. 5. 2016 (1)
12. Peter Korošec, Gregor Papa, Vida Vukašinič, projektni sestanek H2020 SYNERGY, Gummertsbach, Nemčija, 17. 6. 2016 (1)
13. Peter Korošec, Genetic and Evolutionary Computation Conference, Denver, Colorado, ZDA, 20.–24. 7. 2016 (0)
14. Peter Korošec, Gregor Papa, IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE CEC 2016), Vancouver, Kanada, 24.–29. 7. 2016 (0)
15. B. Koroušič Seljak, konferenca »Uživajmo v zdravju«, Laško, 18. 3. 2016, (1)
16. B. Koroušič Seljak, »Znanost na cesti« (7. cikel predavanj, Kavarna Union), Ljubljana, 19. 5. 2016, (1)
17. B. Koroušič Seljak: 1. kongres Slovenskega združenja za disfgajjo z mednarodno udeležbo, Ljubljana, 19.–21. 5. 2016 (1)
18. B. Koroušič Seljak, simpozij delovne skupine »Food Intake Methodology Task Force«, Bruselj, Belgija, 24. 5. 2016 (1)
19. B. Koroušič Seljak, GSI izobraževalna delavnica »Označevanje živil«, Ljubljana, 22. 9. 2016 (1)
20. B. Koroušič Seljak, Nutris izobraževalna delavnica »Kako označiti hranilno vrednost živila in pripraviti skladno označbo«, Ljubljana, 22. 9. 2016 (1)
21. B. Koroušič Seljak, zaključna konferenca »Uživajmo v zdravju«, Ljubljana, 14. 12. 2016 (1)
22. Simon Mezgec, NVIDIA GPU Technology Conference (GTC), Amsterdam, Nizozemska, 28.–29. 9. 2016 (1)
23. Franc Novak, Gregor Papa, Špela Poklukar, MANTIS Full Consortium Meeting, Eindhoven, Nizozemska, 4. 10. 2016 (1)
24. Gregor Papa, Vida Vukašinič, ICT Proposers' day, Bratislava, Slovaška, 26.–27. 9. 2016 (0)
25. Gregor Papa, Vida Vukašinič, ESEIA delovni sestanek, Gradec, Avstrija, 7. 1. 2016 (0)
26. Gregor Papa, Vida Vukašinič, International Conference on Parallel Problem Solving from Nature (PPSN XIV), Edinburgh, VB, 17.–21. 9. 2016 (0)
27. Gregor Papa, MANTIS Full Consortium Meeting, (HMI workshop), Lizbona, Portugalska, 22.–24. 2. 2016 (1)
28. Torkar Drago, BIOSTEC 2016, 21.–23. 2. 2016, Rim, Italija, (1)
29. Vida Vukašinič, MC meeting and workshop, »STSM report«, Cluj-Napoca, Romunija, 17.–18. 10. 2016 (1)
30. Vida Vukašinič, končna evalvacija projekta Artemis ACCUS, Gdansk, Poljska, 20.–22. 1. 2016 (1)
31. Vida Vukašinič, CroCoDays Zagreb, Hrvaška, 29.–30. 9. 2016 (1)
32. Vida Vukašinič, Postgraduate Colloquium Series, Univerza v Coimabri, Portugalska, 11. 11. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Vida Vukašinič: Univerza v Coimabri, Coimbra, Portugalska, 1.–30. 11. 2016 (raziskovalno delo pri prof. Carlosu Fonseca)

9. dr. Marko Pavlin\*

10. dr. Drago Torkar

11. dr. Vida Vukašinič

**Mlajši raziskovalci**

12. Rok Hribar, univ. dipl. fiz.

13. Martin Pečar, univ. dipl. mat.

**Strokovni sodelavci**

14. Špela Poklukar, univ. dipl. fil. in prof. teol.

**Tehniški in administrativni sodelavci**

15. Jolanda Jakofčič

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ABAK.NET, Računalništvo in računalniške komunikacije, d. o. o., Murska Sobota, Slovenija
2. Agencija republike Slovenije za okolje, Ljubljana, Slovenija
3. As-Cal, raziskave in razvoj, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
4. BSH Hišni aparati, d. o. o., Nazarje, Slovenija
5. Domel, d. d., Železniki, Slovenija
6. EuroFIR AISBL, Bruselj, Belgija
7. Fabulas komunikacije, Ljubljana, Slovenija
8. Fakulteta za informacijske študije FIŠ, Novo mesto, Slovenija
9. Fakulteta za zdravstvo Angele Boškin, Jesenice, Slovenija
10. Gorska reševalna zveza Slovenije, Kranj, Slovenija
11. IN.Medica, d. o. o., Sentjernej, Slovenija
12. Inštitut za nutricionistiko, Ljubljana, Slovenija
13. Mondragon Unibertsitatea, Arrasate-Mondragon, Španija
14. Naravoslovno-matematična fakulteta, Split, Hrvaška
15. PBM3, profesionalne biomehanske meritve in merilniki, d. o. o., Ajdovščina, Slovenija
16. Proventus, d. o. o., Sempeter pri Gorici, Slovenija
17. Technische Hochschule Köln, Köln, Nemčija
18. Universidade de Coimbra, CISUC - Centro de Informática e Sistemas, Coimbra, Portugalska
19. Université des sciences et technologies de Lille, Lille, Francija
20. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper
21. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
22. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
23. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
24. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana, Slovenija
25. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
26. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
27. Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko, Krško, Slovenija
28. Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Maribor, Slovenija
29. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Praga, Češka
30. Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije - Soča, Ljubljana, Slovenija
31. XLAB, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
32. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, Slovenija
33. Zgodovinski inštitut Milka Kosa, ZRC SAZU, Ljubljana, Slovenija

## BIBLIOGRAFIJA

### IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Anton Biasizzo, Franc Novak, "Security problems of scan design and accompanying measures", *J. Elektr. Eng.*, vol. 67, no. 3, str. 192-198, 2016. [COBISS.SI-ID 29573927]
2. Jelena Klisara, Riste Škrekovski, Vida Vukašinić, Damir Vukičević, "A measure for a balanced workload and its extremal values", *Discrete appl. math.*, vol. 200, str. 59-66, 2016. [COBISS.SI-ID 28956967]
3. Anja Kostevšek, Jiri Klemeš, Petar Varbanov, Gregor Papa, Janez Petek, "The concept of an ecosystem model to support the transformation to sustainable energy systems", *Appl. energy*, vol. 184, pp. 1460-1469, 2016. [COBISS.SI-ID 29437991]
4. Matej Kristan, Vildana Sulić Kenk, Stanislav Kovačič, Janez Perš, "Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles", *IEEE trans. cybern.*, vol. 46, no. 3, str. 641-654, Mar. 2016. [COBISS.SI-ID 1536310979]
5. Peter Vrtič, Mario Vražič, Gregor Papa, "Design of an axial flux permanent magnet synchronous machine using analytical method and evolutionary optimization", *IEEE trans. energy convers.*, issue 1, vol. 31, str. 150-158, mar. 2016. [COBISS.SI-ID 84086785]

### STROKOVNI ČLANEK

1. Saša Nikolić, Jurij Šilc, "Drupal 8 modules: translation management tool and paragraphs", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 1, str. 145-152, March 2016. [COBISS.SI-ID 29986599]

### OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

#### (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Gregor Papa, Urko Zurutuza, Roberto Uribeetxeberria, "Cyber physical system based proactive collaborative maintenance", V: *Proceedings of 2016 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST)*, Osijek, Croatia, October 12-14, 2016, str. 173-178. [COBISS.SI-ID 29904935]

### OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Simon Beltram, Gregor Papa, "Optimizacija geometrije profila letalskega krila", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. B, str. 75-78. [COBISS.SI-ID 29903143]
2. Bojan Blažica, Franc Novak, Anton Biasizzo, Ciril Bohak, "3D serious games for Parkinson's disease management", V: *Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek E*, str. 33-36. [COBISS.SI-ID 29868327]
3. Peter Novak, Barbara Koroušič-Seljak, Franc Novak, "Designing visual interface for nutrition tracking of patients with Parkinson's disease", V: *Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek E*, str. 13-16. [COBISS.SI-ID 29868071]
4. Gal Pavlin, Marko Pavlin, "Towards affordable mobile crowd sensing device", V: *Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek E*, str. 37-39. [COBISS.SI-ID 29868583]
5. Drago Torkar, Pedro David Arini, "Analysis of an electrocardiographic multilead system by means of artificial neural networks, Study of repolarization during premature ventricular stimulation", V: *BIOSTEC 2016: proceedings*, (Biosignals, volume 4), 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, February 21 - 23, 2016, Rome, Italy, str. 34-41. [COBISS.SI-ID 29315111]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Barbara Koroušič-Seljak, E. Vasco, Paula Alvito, "OPEN platform for clinical nutrition - an online dietary assessment: an online dietary assessment", V: *Food contaminants and human health: challenges in chemical mixtures*, str. 63-66. [COBISS.SI-ID 29550375]

## SAMOSTOJNI STROKOVNI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Jurij Šilc, "Šolstvo v 19. in 20. stoletju", V: *Osnovna šola Šmartno pod Šmarno goro: 150 let*, Maksimilijan Košir, ur., et al, Šmartno pod Šmarno goro, Osnovna šola, 2016, str. [11]-65. [COBISS.SI-ID 29494567]

## ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Miha Kosi, Matjaž Bizjak, Miha Seručnik, Jurij Šilc, *Historična topografija Kranjske (do leta 1500)*, (Slovenska historična topografija, 1), 1. e- izd., Ljubljana, Založba ZRC, 2016. [COBISS.SI-ID 287548416]

## PATENT

1. Gregor Papa, Barbara Koroušič-Seljak, Marko Pavlin, *Naprava in postopek za zajem in prenos signalov*, SI24792 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 02. 2016. [COBISS.SI-ID 29670951]

## MENTORSTVO

1. Anja Gaber, *Oblikovanje in evalvacija prehranskega profila brezglutenskih živil*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Marjan Simčič; somentor Barbara Koroušič Seljak). [COBISS.SI-ID 4647800]
2. Andraž Škoda, *Detekcija napak na površinah z visoko odbojnostjo*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Stanislav Kovačič). [COBISS.SI-ID 11666772]





**Področje dela Odseka za tehnologije znanja je razvoj 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 in računalniško jezikoslovje, računalniško kreativnost, podporo pri odločanju ter upravljanje znanja. Razvijamo tudi aplikacije teh tehnologij na področjih znanosti in upravljanja z okoljem, agronomije, medicine, biomedicine in bioinformatike, ekonomije, financ in trženja. Odsek je tudi uveljavljeno središče jezikoslovja in digitalne humanistike.**



Vodja:  
**prof. dr. Nada Lavrač**

Leta 2016 smo bili vključeni v dvanajst domačih projektov, osem evropskih projektov 7. OP in štiri projekte Obzora 2020, eno COST-akcijo, dva bilateralna projekta, en infrastrukturni projekt ter štiri tržne projekte. Na odseku se je usposabljal devet mladih raziskovalcev.

Na področju inteligentne analize in rudarjenja podatkov smo razvili več novih metod in jih uporabili v raznovrstnih aplikacijah. Na področju semantičnega rudarjenja podatkov smo razvili metodo za razlago gruč primerov z njihovo vizualizacijo in razlago s semantičnimi ontološkimi koncepti, ki smo jo objavili v prestižni reviji *Machine Learning*, ter s kombinacijo z analizo omrežij za pospešitev preiskovanja prostora semantičnih opisov. Na področju analize heterogenih omrežij smo razvili nove heuristike preiskovanja, ki temeljijo na heuristikah tekstovnega rudarjenja. Nadaljevali smo delo na področju večopisnega učenja z razvojem nove metode, ki za večopisno učenje uporablja metodo večciljnega napovednega razvrščanja. Razvili smo tudi novo metodo za večciljno gručenje podatkov, ki smo jo uspešno uporabili za gručenje pacientov z Alzheimerjevo boleznijo. Razvili smo novo spletno platformo za rudarjenje tekstovnih podatkov in procesiranje naravnega jezika TextFlows ter opisali več kompleksnih delotokov v reviji *Science of computer programming*. Na področju rudarjenja tekstovnih podatkov smo nadaljevali razvoj in aplikacije iskanja bisociativnih povezav med različnimi medicinskimi-biološkimi domenami. V okviru projekta PD\_manager, ki ga koordiniramo na IJS, smo razvili metodologijo za večopisno (angl. multi-view) določanje skupin bolnikov s podobnimi simptomi in odkrivanje vzorcev sprememb v doziranju zdravil, ki vodijo do izboljšanja ali poslabšanja kakovosti bolnikovega življenja.

Razvili smo nove metode za avtomatizirano modeliranje dinamičnih sistemov, ki uporabljajo tako podatke kot domensko predznanje, in jih uporabili za reševanje problemov s področij okolja in znanosti o življenju. Nove metode vključujejo metode za učenje ansamblov determinističnih procesnih modelov in metode za učenje stohastičnih procesnih modelov. Metode za učenje procesnih modelov smo prilagodili za uporabo pri načrtovanju dinamičnih bioloških sistemov in pokazali njihovo uporabnost na več problemih iz sintezne biologije.

Koordiniramo projekt FET MAESTRA (Learning from Massive, Incompletely Annotated, and Structured Data), ki obravnava naloge analize podatkov z različnimi elementi kompleksnosti. V okviru projekta smo razvili številne nove metode za napovedovanje strukturiranih vrednosti v okviru paketnega načina učenja in pri učenju iz podatkovnih tokov. Metode vključujejo tako tiste za večciljno regresijo, kot so metode za učenje opcijskih dreves v paketnem načinu, kot tudi metode za učenje dreves in ansamblov dreves iz podatkovnih tokov. Slednje smo uporabili za večoznačno klasifikacijo podatkovnih tokov. Razvili smo tudi metode za rangiranje značilk v povezavi z različnimi vrstami strukturiranih izhodnih spremenljivk. Predlagali smo tudi metodo za razvrstitev oznak pri večoznačni klasifikaciji v hierarhijo, kar je izboljšalo napovedno točnost.

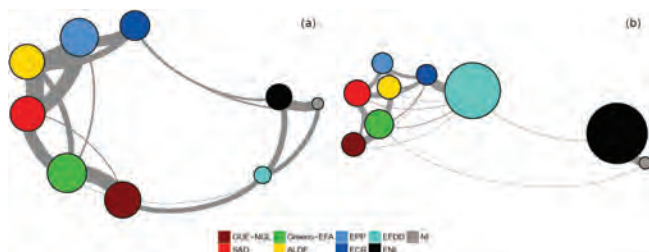
Metode napovednega razvrščanja smo uporabili za analizo različnih vidikov biologije ekstremofilnih gliv, ki lahko delujejo kot oportunistični, človeku nevarni patogeni. Te metode smo uporabili tudi za identifikacijo dinamičnih sistemov z več izhodi v paketnem načinu učenja in pri učenju iz podatkovnih tokov. Metode za večciljno regresijo smo uporabili tudi

**Naša ekipa je zmagala na tekmovanju Evropske vesoljske agencije ESA Mars Express Power Challenge z zasnovo najboljše rešitve za napovedovanje porabe električne energije na vesoljski sondi.**



Slika 1: Omrežje EU držav, povezanih z vzajemnim deljenjem twitov. Velikost vozlišča je sorazmerna s številom članov Evropskega parlamenta iz posamezne države. Omrežje vsebuje veliko povezano komponento 18 držav z jedrom 13 tesno povezanih držav okrog Nemčije.

**Govoreči robot NAO z vmesnikom WHIMBOT, razvitim v okviru projekta WHIM, je pritegnil veliko pozornosti na Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti v Celju.**



Slika 2: Omrežji glasovanj in retvitov v Evropskem parlamentu. (A) Skladnost glasovanj v posameznih političnih skupinah v parlamentu in med njimi. (B) Povprečno retvitanje v političnih skupinah in med njimi.

populacijski dinamiki pomožnih vrst, ki opravljajo biološki nadzor nad škodljivci (kot so listne uši) pri žitu. Izvedli smo obsežno in kompleksno prvo obdelavo podatkov, organizme smo razvrstili v funkcionalne skupine in mesta vzorčenja povezali z njihovimi okoljskimi značilnostmi ter se tako že pripravili na uporabo metod za podatkovno rudarjenje in podporo pri odločanju.

Na področju analize besedil, spletnih podatkov in heterogenih informacijskih omrežij smo uspešno končali (z oceno odlično) projekt MULTIPLEX (Foundational Research on MULTilevel comPLEX networks and systems). Nadaljevali smo delo pri tekočem projektu 7. OP SIMPOL (Financial Systems Simulation and Policy Modelling) in pri FET-projektu Obzorja 2020 DOLFINS (Distributed Global Financial Systems for Society). Začeli smo tudi delo pri nacionalnem projektu FORMICA (Vpliv formalnih in neformalnih komunikacij na trg kapitala). Glavni poudarki raziskav na tem področju so v 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 družabna omrežja (Twitter in Facebook), spletne novice in drugi relevantni podatki (npr. glasovanja v Evropskem parlamentu, cene delnic, rezultati referendumov in volitev).

Zbrali smo vse tvite sedanjega Evropskega parlamenta (EP), zgradili omrežja retvitov in identificirali skupnosti, tako politične kot nacionalne. Prav tako smo analizirali vsa glasovanja v sedanjem 8. EP in primerjali skupna glasovanja z retvitanjem med člani EP. Rezultati kažejo, da je retvitanje zelo podobno skupnemu glasovanju, vendar, da so desne politične grupacije mnogo aktivnejše in bolj soglasne na družabnih omrežjih.

Razvili smo metode in orodja za analizo sentimenta (oz. odnosa) na Twitterju v različnih jezikih in za različne tematike. Naš način temelji na obsežni množici ročno označenih tвитov, ki so jih s sentimentom oz. odnosom označili strokovnjaki za izbrano tematiko. Z metodami strojnega učenja smo nato zgradili visokokvalitetne domensko- in jezikovno odvisne klasifikacijske modele. Pokazali smo, kako oceniti zgornjo mejo kvalitete klasifikacijskih modelov in kako spremljati proces označevanja.

Prej opisano metodologijo smo uporabili na zelo relevantnem evropskem primeru: referendumu o izstopu VB iz EU (Brexit). Razvili smo specializiran model, ki klasificira tvite glede na pričakovan odnos avtorja do Brexita (za, proti ali neodločen). Spremljali smo mnenje javnosti v VB pred referendumom in med njim. Prav tako smo identificirali najvplivnejše podpornike in nasprotnike Brexita na Twitterju in ugotovili, da so bili podporniki Brexita občutno aktivnejši od nasprotnikov.

Dolgoročni cilj na področju podpore pri odločanju je razvijati metode in tehnike odločitvenega modeliranja, jih podpreti z računalniškimi orodji ter jih povezovati s sistemi za rudarjenje podatkov. V letu 2016 smo objavili rezultate uporabe teh metod na dveh področjih:

pri dolgoročni presoji vzdržne proizvodnje električne energije v Sloveniji in pri presoji mogoče prisotnosti gensko spremenjenih organizmov v hrani in krmi na osnovi podatkov o sledljivosti (projekt DECATHLON). Na vsakem od teh področij smo razvili tudi pripadajoči sistem za podporo pri odločanju. Našo kvalitativno večkriterijsko metodo odločitvenega modeliranja DEX



Slika 3: Zmagovalna ekipa ESA Mars Express Power Challenge na obisku v Esinem Centru za nadzor vesoljskih odprav (ESOC) v Darmstadtu.

**Vid Podpečan je prejel priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju za leto 2016 Slovenske znanstvene fundacije.**

smo uspešno uporabili tudi pri presoji učinkov človeške dejavnosti na ekologijo petega triglavskega jezera v Julijskih Alpah in pri vrednotenju poslovne simulacijske programske opreme. Raziskali in med seboj primerjali smo tri metode aproksimacije nepopolnih funkcij koristnosti v metodi DEX. V okviru evropskega projekta HeartMan smo razvijali odločitvene sisteme in modele za podporo pacientov s srčnim popuščanjem. Za evropski projekt PD\_manager smo na osnovi ekspertnega znanja naših kliničnih partnerjev pri projektu razvili več odločitvenih modelov, ki izražajo sedanje znanje o spremembah zdravljenja pri Parkinsonovi bolezni, in do sedaj niso bili formalno zapisani. Na področju podporne programske opreme smo, poleg ponovne posodobitve programa DEXi in knjižnice JDEXi, razvili "DEXi HTML Evaluator", programsko opremo za vrednotenje odločitvenih alternativ z modeli DEX na spletnih straneh, ki jih je mogoče postaviti praktično brez programiranja.

Na področju **jezikovnih tehnologij in digitalne humanistike** se ukvarjamo z izdelavo jezikovnih virov in metod za jezikoslovno označevanje besedil, pri čemer se osredinjamo predvsem na slovenski jezik. V letu 2016 smo sodelovali pri izdelavi tekstnokritične izdaje Kapelskega pasijona iz 18. stoletja, razvijali metode za samodejno posodabljanje starejše slovenščine kot tudi za standardizacijo spletne slovenščine. V okviru projekta Univerzalne odvisnostne drevesnice (UD) smo pretvorili skladišne oznake v referenčnem korpusu ssj500k in novo drevesno strukturo vključili kot del projekta UD.

Nadaljevali smo delo pri nacionalnem raziskovalnem projektu JANES "Viri, orodja in metode za jezikoslovno analizo nestandardne slovenščine". Zgradili smo predzadnjo različico korpusa spletne slovenščine JANES – ki vsebuje več kot 160 milijonov besed iz tvitov, komentarjev novic, forumov, blogov in pogovornih strani na Wikipediji – in preučili možnosti za omogočanje odprtega dostopa do tovrstnih korpusov. Razvili smo metodo za obnovitev diakritičnih znamenj, ki so v spletnih besedilih pogosto izpuščena, izdelali nov oblikoskladenjski označevalnik in lematizator, ponudili naša orodja kot spletne aplikacije, izvedli in analizirali samodejno označevanje sentimenta v spletnih besedilih, razvili metodo za odkrivanje pomenskih sprememb v slovenskih tvitih in razlikovanje med zasebnimi in poslovnimi uporabniki ter obe vrsti uporabniških računov na Twitterju tudi analizirali. Poleg tega smo preučili tudi globalno uporabo emotikonov in emojijev v tvitih ter sociolingvistične aspekte, vezane na povezavo tematik in spola uporabnikov ter reprezentacijo spolov na spletu. Veliko truda smo vložili tudi v ročno označevanje spletnih uporabniških vsebin, pri čemer smo se osredinili na normalizacijo, lematizacijo ter obliko-skladenjsko in skladišne označevanje z namenom zgraditi učne množice za strojno učenje samodejnih označevalnikov. Graditi smo začeli tudi slovar besedja, značilnega za Twitter, in izvedli več jezikoslovnih raziskav o različnih vidikih spletnih uporabniških vsebin, kot je na primer raba vejice.

Začeli smo tudi delo pri našem novem nacionalnem projektu KAS "Slovenska znanstvena besedila: viri in opis". Izdelali smo prototipno različico korpusa KAS, ki vsebuje skoraj milijardo besed znanstvenih besedil, zbranih iz digitalnih knjižnic slovenskih univerz. Z uporabo korpusa smo analizirali rabo trpnika v slovenskem strokovnem jeziku. Kot pripravo na luščenje terminologije smo izdelali slovnico terminov za orodje Sketch Engine.

Še naprej upravljamo slovensko raziskovalno infrastrukturo CLARIN.SI, ki omogoča enostavno objavo in trajen dostop do digitalnih jezikovnih virov za raziskovalce na področjih humanistike in družboslovja. V letu 2016 je bil repozitorij CLARIN.SI za jezikovne vire in orodja priznan za B-center v okviru CLARIN-a, s čimer je pridobil status stabilnega in zaupanja vrednega repozitorija, ki ustreza tehničnim in organizacijskim standardom infrastrukture CLARIN. V tem letu se je število virov v repozitoriju več kot podvojilo in je ob koncu 2016 obsegalo 47 virov. Najzanimivejši novosti sta govorni korpus prepisov javnih predavanj v slovenščini in korpus razprav v slovenskem parlamentu v letih 1990–1992. V letu 2016 je CLARIN.SI organiziral mednarodno delavnico "Večezična orodja za označevanje korpusov: razvoj in integracija" in finančno podprl več konferenc in poletnih šol.

V okviru industrijskega projekta TermIolar, smo za prevajalsko podjetje Iolar izdelali sistem za upravljanje terminologije, ki združuje luščenje terminologije iz pomnilnikov prevodov ter urejanje sedanjih terminoloških baz. Sodelovali smo tudi s Slovenskim inštitutom za standardizacijo. Kot slovenski predstavniki v ISO/TC37/SC4 (Terminology and Other Language and Content Resources / Language Resources Management) smo bili odgovorni za ocenjevanje, prevajanje in potrjevanje slovenskih standardov na tem področju. Še naprej delujemo tudi kot tehnični uredniki pri spletni različici Slovenskega biografskega leksikona.

Leta 2016 smo organizirali deseto konferenco Jezikovne tehnologije, ki smo jo v tem letu razširili na področje digitalne humanistike. Konferenca je potekala na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani v več paralelnih sekcijah.



*Slika 4: Naš zgovorni robot NAO WHIMBOT je pritegnil veliko pozornosti na Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti v Celju.*

---

**Sašo Džeroski je bil izvoljen za rednega člana Evropske akademije znanosti (Academia Europaea).**

---

V treh dneh se je zvrstilo pet vabljenih predavanj, okrogla miza o terminologiji, študentska sekcija in predstavitev 47 rednih prispevkov.

Na področju računalniške kreativnosti smo nadaljevali razvoj novih prototipnih rešitev z orodjem ConCreTeFlows, ki temelji na naši platformi ClowdFlows. V sklopu projekta 7. OP ConCreTe (Concept Creation Technologies) smo pripravili delotok za večmodalno spajanje konceptov, ki je obenem rabil kot prikaz sposobnosti sistema ConCreTeFlows za podporo skupinskega dela in uporabe raznovrstnih programskih elementov v enotnem delotoku. Predstavitve sistema s to demonstracijo na mednarodni konferenci ICCO 2016 je naletela na pozitiven odziv raziskovalne skupnosti. Preučili smo tudi vlogo principov optimalnosti v različnih sistemih za spajanje konceptov ter predlagali konceptualizacijo računalniške kreativnosti. V sklopu projekta 7. OP WHIM (The What-If Machine) smo opravili končne raziskave človeških modelov vrednotenja računalniško ustvarjenih kaj-če-idej ter predstavili način zastavljanja znanstvenih vprašanj. V tem letu je projekt WHIM dosegel izjemen dosežek za raziskovalno skupnost računalniške kreativnosti: na podlagi računalniško ustvarjenih idej sistema WHIM je bil narejen muzikal, ki je bil predstavljen na odrih v Londonu. Na tej podlagi je bil posnet tudi dokumentarni film o tem, kako je ta podvig nastajal in kakšne tehnologije so za kaj takega potrebne. V letu 2016 so se projekti 7. OP PROSECCO, WHIM (The What-If Machine) in ConCreTe (Concept Creation Technologies) končali, rezultati projektov in širše področje računalniške kreativnosti pa je bilo predstavljeno tudi na vabljenem predavanju na konferenci TTT 2016.

### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Adhikari, P. R., Vavpetič, A., Kralj, J., Lavrač, N., Hollmén, J. Explaining mixture models through semantic pattern mining and banded matrix visualization. *Machine learning*, ISSN 0885-6125. 2016, 37 str., doi: 10.1007/s10994-016-5550-3
2. Bohanec, M., Mileva-Boshkoska, B., Prins, T. W., Kok, E. SIGMO: a decision support system for Identification of genetically modified food or feed products. *Food control*, ISSN 0956-7135, 71 (2016), 168-177, doi: 10.1016/j.foodcont.2016.06.032.
3. Bohanec, M., Trdin, N., Kontić, B. A qualitative multi-criteria modelling approach to the assessment of electric energy production technologies in Slovenia. *Central European Journal of Operations Research*, ISSN 1435-246X, 2016, 15 str., doi: 10.1007/s10100-016-0457-4
4. Cherepnalkoski, D., Karpf, A., Mozetič, I., Grčar, M. Cohesion and coalition formation in the European Parliament: Roll-call votes and Twitter activities, *PLoS ONE* 11(11): e0166586, doi: 10.1371/journal.pone.0166586, 2016
5. Mozetič, M., Grčar, J., Smailović. Multilingual Twitter sentiment classification: The role of human annotators, *PLoS ONE* 11(5): e0155036, doi: 10.1371/journal.pone.0155036, 2016
6. Osojnik, A., Panov, P., Džeroski, S. Multi-label classification via multi-target regression on data streams. *Machine learning*, ISSN 0885-6125. In press, 2016, 26 str., doi: 10.1007/s10994-016-5613-5
7. Perovšek, M., Kranjc, J., Erjavec, T., Cestnik, B., Lavrač, N. TextFlows : a visual programming platform for text mining and natural language processing. *Science of computer programming*, ISSN 0167-6423, 121 (2016), 128-152, doi: 10.1016/j.scico.2016.01.001
8. Scherrer, Y., Erjavec, T. Modernising historical Slovene words. *Natural language engineering*, ISSN 1351-3249, 22 (2016) 6, 881-905, doi: 10.1017/S1351324915000236
9. Tanevski, J., Todorovski, L., Džeroski, S. Process-based design of dynamical biological systems. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 6 (2016), 34107-1-34107-13, doi: 10.1038/srep34107
10. Tanevski, J., Todorovski, L., Džeroski, S. Learning stochastic process-based models of dynamical systems from knowledge and data. *BMC systems biology*, ISSN 1752-0509, 10 (2016), 30-1-30-17, doi: 10.1186/s12918-016-0273-4

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Delavnica CLARIN "Multilingual corpus annotation tools: development and integration", Ljubljana, 10.-11. 11. 2016
2. Poletna šola »Summer school on mining big and complex data«, Ohrid, Makedonija, 4.-8. 9. 2016
3. Organizacija zaključnega sestanka EU-projekta »Concept Creation Technology« - ConCreTe, Bled, 14.-16. 9. 2016

### Nagrade in priznanja

1. Matej Petković je prejel fakultetno Prešernovo nagrado Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani za magistrsko delo z naslovom „Ocenjevanje pomembnosti zveznih značilk z metodo ReliefF“, ki ga je izdelal pod mentorstvom Saša Džeroskega.

2. Sašo Džeroski, dopisni član Makedonske akademije znanosti in umetnosti, je bil izvoljen za rednega člana Evropske akademije znanosti (Academia Europaea).
3. Vid Podpečan je prejel priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju za leto 2016, ki mu ga je podelila Slovenska znanstvena fundacija za vsestransko promoviranje robotike, še zlasti za uporabo humanoidnega robota med mladimi ljudmi.
4. Posebno priznanje za uspešno sodelovanje z Odborom za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije ter zanimivo predstavitev Odseka za tehnologijo znanja Instituta »Jožef Stefan« na Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti v Celju.
5. Martin Breskvar, Dragi Kocev, Jurica Levatič, Aljaž Osojnik, Matej Petkovič, Nikola Simidjievski in Bernard Ženko so zmagali na tekmovanju Evropske vesoljske agencije ESA Mars Express Power Challenge z zasnovano najboljšo rešitve za napovedovanje porabe električne energije na vesoljski sondi.

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. BIODIV - Razumevanje in upravljanje biološke raznovrstnosti agrarnih ekosistemov s pomočjo podatkovnega rudarjenja in odločitvenega modeliranja  
Arvalis - Institut Du Végétal  
prof. dr. Sašo Džeroski
2. 7. OP - PROSECCO; Promoviranje znanstvenega raziskovanja računalniške kreativnosti  
Evropska komisija  
prof. dr. Nada Lavrač
3. 7. OP - ConCreTe; Tehnologija kreiranja konceptov  
Evropska komisija  
prof. dr. Nada Lavrač
4. 7. OP - WHIM; Kaj-če stroj  
Evropska komisija  
prof. dr. Nada Lavrač
5. 7. OP - DECATHLON; Razvoj cenovno učinkovitih naprednih metod, osnovanih na analizi DNK, za posebna vprašanja sledljivosti in visokonivojske aplikacije na kraju samem  
Evropska komisija  
prof. dr. Marko Bohanec
6. 7. OP - SIMPOL; Simulacija finančnih sistemov in modeliranje politik  
Evropska komisija  
prof. dr. Igor Mozetič
7. 7. OP - MULTIPLEX; Osnovne raziskave večnivojskih kompleksnih omrežij in sistemov  
Evropska komisija  
prof. dr. Igor Mozetič
8. 7. OP - HBP; Projekt „Človeški možgani“  
Evropska komisija  
prof. dr. Sašo Džeroski
9. 7. OP - MAESTRA; Učenje iz obsežnih, nepopolno označenih in strukturiranih podatkov  
Evropska komisija  
prof. dr. Sašo Džeroski
10. PARSEME: Razčlenjevanje in večbesedni izrazi. Jezikoslovna natančnost in računalniška učinkovitost pri procesiranju naravnih jezikov.  
Cost Office  
prof. dr. Tomaž Erjavec
11. H2020 - DOLFINS; Distribuirani globalni finančni sistemi za družbeno dobro  
Evropska komisija  
prof. dr. Igor Mozetič
12. H2020 - HBP SGA1; Projekt „Človeški možgani“  
Evropska komisija  
prof. dr. Sašo Džeroski
13. H2020 - PD\_manager; Mobilna platforma v podporo bolnikom s parkinsonovo boleznijo  
Evropska komisija  
dr. Dragana Miljković
14. H2020 - HeartMan; Osebn sistem za podporo odločanju bolnikov s srčnim popuščanjem – Srčnik  
Evropska komisija  
prof. dr. Marko Bohanec
15. Rudarjenje kompleksnih podatkov s področja znanosti o življenju in znanosti o okolju  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Sašo Džeroski
16. Rudarjenje heterogenih povezanih biomedicinskih podatkov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Nada Lavrač

17. Označevanje semantičnih vlog v slovenščini in hrvaščini  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Tomaž Erjavec

## PROGRAM

1. Tehnologije znanja  
prof. dr. Nada Lavrač

## PROJEKTI

1. Slovensko slovstvo v neznanih rokopisih med reformacijo in romantiko: informacijsko-tehnološko podprte analize in znanstvene objave  
prof. dr. Tomaž Erjavec
2. Integrativne raziskave evolucije spolnega dimorfizma  
prof. dr. Sašo Džeroski
3. Viri, orodja in metode za raziskovalne nestandardne spletne slovenščine  
prof. dr. Tomaž Erjavec
4. Slovenska znanstvena besedila: viri in opis  
prof. dr. Tomaž Erjavec
5. Analiza heterogenih informacijskih omrežij za odkrivanje zakonitosti v znanostih o življenju  
prof. dr. Nada Lavrač
6. Molekulske osnove interakcij med vinsko trto in fitoplazemskimi povzročiteljicami trsnih rumenic  
prof. dr. Nada Lavrač
7. Razvoj sodobnih metodoloških pristopov za preučevanje vedenja prostoživečih živali: raziskave nastanka problematičnih medvedov v kontrastnih okoljih Evrope  
prof. dr. Sašo Džeroski
8. Vpliv formalnih in neformalnih komunikacij na trg kapitala  
dr. Senja Pollak
9. Razvoj in aplikacije novih metod semantičnega rudarjenja podatkov v znanosti o življenju  
prof. dr. Nada Lavrač
10. Strojno učenje za sistemske znanosti  
prof. dr. Sašo Džeroski
11. Prepovedane knjige na Slovenskem v zgodnjem novem veku  
prof. dr. Tomaž Erjavec
12. Napovedovanje strukturiranih vrednosti z uporabo v trajnostni kmetijski proizvodnji  
prof. dr. Sašo Džeroski
13. ReLDI - Iniciativa za jezikoslovne podatke  
dr. Nikola Ljubešić
14. Delavnica CLARIN o razvoju in integraciji večjezičnega označevanja korpusov  
prof. dr. Tomaž Erjavec
15. Metoda digitalne etnografije in spremljanje izkušenj in razvoja globalnih kompetenc Erasmus studentov  
doc.dr. Martin Žnidaršič

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Izdelava prototipne programske rešitve za podporo pol-avtomatskemu luščenju in upravljanju terminologije enojezičnih in dvojezičnih korpusov  
Iolar, d. o. o.  
dr. Senja Pollak

## OBISKI

1. Dario Stojanovski, Ss. Cyrill and Methodius, Faculty of Computer Science and Engineering, Skopje, Makedonija, 18. 1.-7. 2. 2016
2. dr. Gjorgji Strezoski, Ss. Cyrill and Methodius, Faculty of Computer Science and Engineering, Skopje, Makedonija, 18. 1.-7. 2. 2016
3. dr. Gjorgji Madjarov, Ss. Cyrill and Methodius, Faculty of Computer Science and Engineering, Skopje, Makedonija, 31. 1.-7. 2. 2016
4. dr. Ivica Dimitrovski, Ss. Cyrill and Methodius, Faculty of Computer Science and Engineering, Skopje, Makedonija, 31. 1.-7. 2. 2016
5. Andreas Karpf, UPIP – Centre d'Economie de la Sorbonne, Université Paris, Pariz, Francija, 20. 2.-31. 3. 2016
6. Matej Mihelčič, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 3. 3. 2016
7. Matija Piškorec, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 3. 3. 2016
8. dr. Larisa Soldatova, Brunel University, London, Velika Britanija, 21. 3. 2016
9. prof. dr. Ross King z University of v Manchester, Manchester, Velika Britanija, 21. 3. 2016
10. Fabiana Zollo, IMT, School for Advanced studies Lucca, Lucca, Italija, 9. 4.-1. 7. 2016
11. Amilcar Cardoso, Coimbra University, Coimbra, Portugalska, 13.-15. 4. 2016
12. Ana Oliveira Alves, Coimbra University, Coimbra, Portugalska, 13.-15. 4. 2016
13. João Carlos Gonçalves, Coimbra University, Coimbra, Portugalska, 13.-15. 4. 2016
14. dr. Tomislav Šmuc, Institut Ruder Bošković, Zagreb, Hrvaška, 3. 3. 2016 in od 9.-13. 5. 2016
15. prof. dr. Filip Železny, Department of Computer Science, Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague, Praga, Češka Republika, 8.-10. 5. 2016
16. Jožef Mišutka, Karlova univerza v Pragi, Praga, Češka, 11.-16. 4. 2016
17. dr. Barry Hardy, Douglas Connect, Bazel, Švica, 3.-6. 5. 2016
18. prof. dr. Ljupčo Kocarev, Makedonska akademija znanosti in umetnosti, Skopje, Makedonija, 22.-24. 5. 2016
19. Ivan Stojković, Temple University, Philadelphia, ZDA, 20.-22. 7. 2016
20. dr. Daniel Zeman, Karlova Univerza, Praga, Češka Republika, 28. 9.-1. 10. 2016
21. dr. Petru Juell Henriksen, Copenhagen Business School, Kopenhagen, Danska, 29. 9.-1. 10. 2016
22. Filip Petkovski, Zagreb, Hrvaška, 26.-28. 9. 2016
23. Vera Veleva, BILSP, Bolgarija, 25. 10. 2016
24. Yordan Dimitrov, BILSP, Bolgarija, 25. 10. 2016
25. Ben Verhoeven, University of Antwerp, Antwerpen, Belgija, 31. 10.-26. 11. 2016
26. prof. dr. Bogdan Draganski Centre hospitalier universitaire vaudois, Luzana, Švica, 13.-15. 11. 2016
27. dr. Florence Leprince, ARVALIS-Institut du végétal, Pau, Francija, 24.-25. 11. 2016
28. dr. Markus Schedl, Department of Computational Perception Johannes Kepler University (JKU) Linz, 15. 12. 2016
8. Marko Bohanec, ITIS 2016, 8th International Conference on Information Technologies and Information Society, Šmarješke Toplice, 10.11. 2016 (vabljen referat)
9. Darko Cherepankoski, Miha Grčar, Igor Mozetič, Conference on Complex Systems, CCS-16, Amsterdam, 19.-22. 9. 2016 (referat)
10. Bojan Cestnik, MATFLEXEND final workshop on Energy harvesting + materials, Dunaj, Avstrija, 19.-20. 9. 2016
11. Marko Debeljak, Aneta Trajanov, British Ecological Society 2016, Liverpool, Velika Britanija, 11.-15. 12. 2016
12. Sašo Džeroski, Jovan Tanevski: Genome Engineering and Synthetic Biology, Ghent, Belgija, 27.-29. 1. 2016
13. Sašo Džeroski, Nikola Simidjievski, Bernard Ženko, The 2016 HBP Summit, Firenze, Italija, 11.-15. 10. 2016 (poster)
14. Sašo Džeroski, Dragi Kocev, Nada Lavrač, Aljaž Osojnik, Matej Petković, Nikola Simidjievski, The Discovery Science 2016, Bari, Italija, 19.-21. 10. 2016 (trije referati)
15. Sašo Džeroski, recenzentski sestanek podprojekta SP08 Medical Informatics Platform projekta v HBP, Bruselj, Belgija, 25. 10. 2016 (projektna predstavitev)
16. Sašo Džeroski, School on Recent Advances in Analysis of Multivariate Ecological Data: Theory and Practice, Trst, Italija, 26. 10. 2016 (vabljeno predavanje)
17. Sašo Džeroski, Dragi Kocev, Jurica Levatič, Matej Petković, Nikola Simidjievski, Bernard Ženko, obisk ESA, Darmstadt, Nemčija, 27.-29. 10. 2016
18. Sašo Džeroski, obisk Stanford Medical Informatics in ISLE, Palo Alto, ZDA, 11.-18. 12. 2016
19. Sašo Džeroski, sestanek EU-projekta MAESTRA, Bari, Italija, 13.-15. 1. 2016 (projektna predstavitev)
20. Sašo Džeroski, 16ème Conférence Internationale Francophone sur l'Extraction et la Gestion des Connaissances, Reims, Francija, 18.-22. 1. 2016 (tutorial in vabljeno predavanje)
21. Sašo Džeroski, simpozij »Genome Engineering and Synthetic Biology: Tools and Technologies – 2nd edition, Ghent, Belgija, 27.-29. 1. 2016 (pasivno)
22. Sašo Džeroski, Jan Kralj, Nada Lavrač, Jurica Levatič, Aljaž Osojnik, Borut Sluban, Martin Žnidaršič, SMiLe - Spring Workshop on Mining and Learning, Saigerhoeh, Titisee, Nemčija, 3.-5. 2. 2016, (posterji, predavanja)
23. Sašo Džeroski, RoboMac 2016, Skopje, Makedonija, 9.-13. 3. 2016 (vabljeno predavanje)
24. Sašo Džeroski, obisk Telecom ParisTech (vabljeno predavanje) in projektni sestanek BIODIV, Pariz, Francija, 23.-25. 3. 2016
25. Sašo Džeroski, Sestanek EU projekta LANDMARK, Godollo, Madžarska, 24.-27. 5. 2016 (projektna predstavitev)
26. Sašo Džeroski, sestanek EU projekta MAESTRA, Zadar, Hrvaška, 5.-10. 6. 2016 (projektna predstavitev)
27. Sašo Džeroski, sestanek s predstavniki ICGEB, Trst, Italija, 28. 6. 2016
28. Sašo Džeroski, organizacija poletne šole Summer school on mining big and complex data, Ohrid, Makedonija, 2.-9. 9. 2016
29. Sašo Džeroski, recenzentski sestanek podprojekta SP08 Medical Informatics Platform projekta v HBP, Bruselj, Belgija, 25. 10. 2016 (projektna predstavitev)
30. Sašo Džeroski, School on Recent Advances in Analysis of Multivariate Ecological Data: Theory and Practice, Trst, Italija, 26. 10. 2016 (vabljeno predavanje)
31. Sašo Džeroski, obisk Stanford Medical Informatics in ISLE, Palo Alto, ZDA, 11.-18. 12. 2016
32. Tomaž Erjavec, delavnica CLARIN PLUS "Facilitating the Creation of National Consortia" 7. 3. 2016, Bergen, Norveška (1 referat)
33. Tomaž Erjavec, Simpozij APRE "Digital Archives and Databases as a Source of Mutual Knowledge", 4.-6. 5. 2016, Rim, Italija (1 referat)
34. Tomaž Erjavec, delavnica CLARIN-PLUS "Facilitating the Creation of National Consortia: Tools & Services", Dunaj, Avstrija, 2.-3. 6. 2016 (1 referat)
35. Tomaž Erjavec, konferenca "Language Resources and Evaluation", 23.-28. 5. 2016, Portorož (2 referata)
36. Tomaž Erjavec, konferenca "CMC and Social Media Corpora for the Humanities", 27.-28. 9. 2016, Ljubljana (2 referata)
37. Tomaž Erjavec, Darja Fišer, Nikola Ljubešič, konferenca "Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika", 29. 9.-1. 10. 2016, Ljubljana (8 referatov)
38. Tomaž Erjavec, Darja Fišer, Katja Zupan, "CLARIN Annual Conference", Aix-en-Provence, Francija, 25.-30.10. 2016 (2 referata)
39. Tomaž Erjavec, delavnica ENeL "Toward Best Practice Guidelines for Encoding Legacy Dictionaries", Berlin, Nemčija, 16.-19.11. 2016 (referat)
40. Tomaž Erjavec, konferenca "Recent Advances in Slavonic Natural Language Processing", 2.-4. 12. 2017, Karlova Studánka, Češka (referat)
41. Miha Grčar, Open Innovation 2.0 Conference, Amsterdam, Nizozemska, 23.-24. 5. 2016
42. Jan Kralj, Nada Lavrač, IWBIO 2016, Granada, Španija, 19.-23. 4. 2016 (referat)
43. Dragi Kocev, MIPRO 2016, Opatija, Hrvaška, 31. 5.-3. 6. 2016 (referat)
44. Nada Lavrač, Senja Pollak, Martin Žnidaršič, 7th International Conference on Computational Creativity, Pariz, Francija, 27. 6.-1. 7. 2016 (2 referata)
45. Nikola Ljubešič, konferenca "Konferenz zur Verarbeitung natürlicher Sprache", Bochum, Nemčija, 19.-21. 9. 2016 (2 referata)
46. Nikola Ljubešič, konferenca "CMC and Social Media Corpora for the Humanities", Ljubljana, 27.-28. 9. 2016 (referat)
47. Biljana Mileva Boshkoska, Dragana Miljković, International Conference on Control, Decision, and Information Technologies, Codit 2016, Malta, 5.-10. 4. 2016 (referat)
48. Igor Mozetič, Complex networks & their applications 2016, Milano, 30. 11.-2. 12. 2016 (referat)
49. Nada Lavrač, Matej Martinc, Senja Pollak, Martin Žnidaršič, ICCG 2016, Pariz, Francija, 26. 6.-1. 7. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Marko Bohanec, odsečni seminar, Improving appraisal of sustainability of energy options - A view from Slovenia, 1. 3. 2016
2. Igor Mozetič, Socialni medij: analiza omrežij in sentimenta, Kolokvij IJS, 16. 11. 2016
3. Matej Petković, odsečni seminar, A Comparison of Different Data Transformation Approaches in the Feature Ranking Context, 15. 11. 2016
4. Jasmina Smailović, odsečni seminar, "Sentiment of Emojis", 23. 2. 2016
5. Jasmina Smailović, odsečni seminar, "Monitoring the Twitter sentiment/volume during the Bulgarian elections", 3. 5. 2016
6. Bernard Ženko, Strojno učenje in Mars Express, Skupščina Slovenskega društva za umetno inteligenco, 19. 12. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Darko Aleksovski, Tomaž Erjavec, Darja Fišer, Vid Podpečan, Jasmina Smailović, Dragana Miljković, Katja Zupan, Martin Žnidaršič, 10th edition of the Language Resources and Evaluation Conference LREC 2016, Portorož, 23.-28. 5. 2016
2. Martin Breskvar, Sašo Džeroski, Dragi Kocev, Vladimir Kuzmanovski, Jurica Levatič, Dragana Miljković, Panče Panov, Aljaž Osojnik, Matej Petković, Nikola Simidjievski, Jovan Tanevski, Bernard Ženko, MAESTRA polenta šola, Ohrid, Makedonija, 31. 8.-3. 9. 2016
3. Martin Breskvar, Sašo Džeroski, Jan Kralj, Dragi Kocev, Nada Lavrač, Dragana Miljković, Aljaž Osojnik, Panče Panov, Matej Petković, Jovan Tanevski, Nikola Simidjievski, Anita Valmarska, EACL/PKDD 2016, Riva del Garda, Italija, 18.-24. 9. 2016
4. Marko Bohanec, Sašo Džeroski: 2016 SEE Data Science Forum, Beograd, Srbija, 20.-21. 6. 2016 (vabljena referata).
5. Marko Bohanec: EURO 2016, 28th European Conference on Operational Research, Poznań, Poljska, 3.-6. 7. 2016 (referat).
6. Marko Bohanec: KOI 2016, 16th International Conference on Operational Research, Osijek, Hrvaška, 27.-29. 9. 2016 (vabljen referat).
7. Marko Bohanec: RME 2016, 11th Conference Rapid Methods Europe, Amsterdam, Nizozemska, 7.-9. 11. 2016 (referat).

50. Panče Panov, Matej Petković, Open ML 2016, Leiden, Nizozemska, 13.–18. 3. 2016 (referat)
51. Matic Perovšek, ICML 2016, New York, ZDA, 18.–26. 6. 2016
52. Senja Pollak, 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, Ljubljana, 27.–28. 9. 2016 (referat)
53. Senja Pollak, 4th International TTT Conference (Translation, Technology, Terminology), Portorož, 19.–20. 10. 2016 (referat)
54. Senja Pollak, From Computational Creativity to Creativity Science - ZiF Workshop, Bielefeld, Nemčija, 19.–22. 9. 2016 (referat)
55. Senja Pollak, 7th International Conference on Intercultural Pragmatics and Communication, Split, Hrvaška, 10.–12. 6. 2016 (referat)
56. Senja Pollak, Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, Ljubljana, 29. 9.–1. 10. 2016 (1)
57. Igor Mozetič, Borut Sluban, 7th Workshop on Complex Networks, Dijon, Francija, 22.–26. 3. 2016 (referat)
58. Nikola Simidjievski, Bernard Ženko, FENS Satellite, Copenhagen, Danska, 30. 6.–3. 7. 2016 (referat)
59. Tanja Urbančič, ESOF 2016, Manchester, Velika Britanija, 25.–28. 7. 2016 (vabljen predavanje)
60. Katja Zupan, Formal Representation & Digital Humanities: Text, Language, and Tools, Verona, Italija, 28.–30. 6. 2016 (referat)
61. Katja Zupan, Digital Humanities 2016, Krakov, Poljska, 10.–17. 7. 2016 (referat)
62. Martin Žnidaršič, Workshop on Active Learning: Applications, Foundations and Emerging Trends at International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business (i-KNOW 2016), Gradec, Avstrija, 18. 10. 2016 (1)
63. Martin Žnidaršič, Constructive machine learning : NIPS 2016, Neural Information Processing Systems, Barcelona, Španija, 10. 12. 2016, (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Tomaž Erjavec: Lexical Computing, Brno, Češka, 31.10.–6.11. 2016 (razvoj podpore SketchEngine za slovensčino)
2. Nada Lavrač: University of Helsinki in University of Magdeburg, Helsinki, Magdeburg, 10. 2.–17. 2. 2016 (raziskovalno delo)
3. Borut Sluban, ISI Foundation, Torino, Italija, 2.–4. 5. 2016 (raziskovalno delo)
4. Darko Cherepnalkoski, Zürich, Švica, 13.–23. 5. 2016 (raziskovalno delo)
5. Marko Bohanec, Dragana Miljković, Anita Valmarska, R.C.S. San Camillo, Benetke, Italija, 9.–12. 10. 2016 (raziskovalno delo)
6. Jovan Tanevski, Temple University, Philadelphia, ZDA, 9.–18. 12. 2016 (raziskovalno delo)
7. Aneta Trajanov: Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška, 1. 10. 2015–30. 6. 2016 (podoktorsko usposabljanje)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Marko Bohanec, znanstveni svetnik - strokovni sekretar odseka
2. prof. dr. Bojan Cestnik\*
3. prof. dr. Marko Debeljak
4. prof. dr. Sašo Džeroski, znanstveni svetnik
5. prof. dr. Tomaž Erjavec
6. dr. Darja Fišer\*
7. dr. Dragi Kocev
8. **prof. dr. Nada Lavrač, znanstveni svetnik - vodja odseka**
9. prof. dr. Zoran Levnjajič\*
10. prof. dr. Igor Mozetič
11. prof. dr. Ljupčo Todorovski\*, znanstveni svetnik - vodja raziskovalne skupine
12. prof. dr. Tanja Urbančič\*, znanstveni svetnik
13. doc. dr. Martin Žnidaršič, strokovni sekretar odseka

### Podoktorski sodelavci

14. dr. Darko Aleksovski
15. *dr. Darko Cherepnalkoski, odšel 1. 11. 2016*
16. dr. Miha Grčar
17. dr. Petra Kralj Novak
18. dr. Nikola Ljubešič
19. doc. dr. Biljana Mileva Boshkoska
20. dr. Dragana Miljković
21. doc. dr. Panče Panov
22. dr. Vid Podpečan
23. dr. Senja Pollak
24. dr. Nikola Simidjievski
25. *dr. Borut Sluban, odšel 1. 10. 2016*
26. dr. Jasmina Smailović
27. dr. Jovan Tanevski
28. dr. Aneta Trajanov
29. dr. Anže Vavpetič
30. dr. Vedrana Vidulin
31. doc. dr. Bernard Ženko

### Mlajši raziskovalci

32. Martin Breskvar, univ. dipl. inž. rač. in inf.
33. Jan Kralj, mag. mat.
34. Janez Kranjc, univ. dipl. inž. rač. in inf.
35. Jurica Levatič
36. Aljaž Osojnik
37. *dr. Matic Perovšek, odšel 1. 7. 2016*
38. Matej Petković, mag. mat.
39. Tomaž Stepišnik Perdih, mag. mat.
40. Anita Valmarska, univ. dipl. inž. rač. in inf.
41. Katja Zupan, prof. angl. in slov.

### Strokovni sodelavci

42. Tina Anžič, Bolonjski študij II. stopnja
43. Milica Bauer, dipl. ekon.

### Tehniški in administrativni sodelavci

44. *Teja Dukič, 1. 10. 2016 razporeditev v odsek K7*

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Aalto University, Aalto, Finska
2. ARVALIS – Institut du végétal, Pariz, Francija
3. Autonomous University of Barcelona, Španija
4. BOERSE STUTTGART HOLDING GMBH, Stuttgart, Nemčija
5. Chatterbox Labs Ltd, London, Velika Britanija
6. Czech Technical University, Praga, Češka Republika
7. Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland, Laboratory of Movement Analysis and Measurement, Lausanne, Švica
8. ESEIA, Graz Office, Mandellstraße 11/II, A-8010 Graz, Avstrija
9. ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, Švica
10. Fakulteta za informacijske študije, Novo mesto
11. Fundació Privada Barcelona Digital Centre Tecnològic, BDIGITAL, Barcelona, Španija
12. Gama System, d. o. o., Ljubljana
13. Global Climate Forum, Nemčija
14. Goldsmiths College, University of London, London, Velika Britanija
15. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana
16. Helsinki Institute for Information Technology, Helsinki, Finska
17. Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH, Offenbach, Nemčija
18. INESC TEC, Porto, Portugalska
19. INRA Eco-INNOV, Grignon, Francija
20. Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška
21. Institute for Advanced Studies, IMT Lucca, Italija
22. Iolar, Ljubljana, Slovenija
23. Katholieke Universiteit Leuven, Department of Computer Science, Leuven, Belgija
24. Klinik für Neurologie, Universitäts Spital Zürich, Switzerland, Clinical Neurorehabilitation, Zürich, Švica
25. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
26. Lexical Computing, Brno, Češka
27. London Institute for Mathematical Sciences, LIMS, Velika Britanija
28. Lund University, Department of Information Technology, Lund, Švedska
29. LUZ, d. d., Ljubljana, Slovenija
30. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
31. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana
32. OLAI, d. o. o., Ljubljana
33. RIKILT Wageningen UR, Nizozemska
34. Queen Mary University of London, Velika Britanija
35. Sowa Labs GmbH, Stuttgart, Nemčija
36. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, Hrvaška
37. Technogym spa, Cesena, Italija
38. Temida, d. o. o., Ljubljana
39. The Institute of Scientific and Industrial Research Osaka University, Osaka, Japonska
40. The National Research Council, Rim, Italija
41. Universidade Nova da Lisboa, Lisboa, Portugalska
42. Università degli Studi di Milano, Italy, Applied Intelligent Systems Laboratory Department of Computer Science, Milano, Italija
43. Università degli Studi di Padova, Italy, Department of General Psychology, Padova, Italija
44. Universitaet, Zürich, Švica
45. Université Paris, Pantheon-Sorbonne, Francija
46. University College, Dublin, Irska
47. University of Bari, Department of informatics, Bari, Italija
48. University of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija
49. University of Coimbra, Coimbra, Portugalska
50. University of Helsinki, Helsinki, Finska
51. University of Oxford, Oxford, Velika Britanija



52. University of York, Department of Computer Science, York, Velika Britanija
53. Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italija
54. Université Paris, Pantheon-Sorbonne, Pariz, Francija
55. University of Porto, Artificial Intelligence and Computer Science Laboratory, Portugalska
56. University of Skopje, Faculty of Computer Science and Engineering, Makedonija
57. University of Twente, Enschede, Nizozemska
58. Univerza v Beogradu, Filološki fakultet, Beograd, Srbija
59. Univerza v Novi Gorici
60. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
61. Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana
62. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana
63. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana
64. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana
65. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana
66. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za upravo, Ljubljana
67. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
68. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola
69. Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta, Maribor
70. Univerza v Zagrebu, Fakulteta za humanistiko in družboslovje, Zagreb, Hrvaška
71. Univerza v Ženevi, Center za računalništvo, Ženeva, Švica
72. Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija
73. Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
74. ZRC SAZU, Inštitut za slovensko literaturo in literarne vede
75. XLAB, d. o. o., Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Prem Raj Adhikari, Anže Vavpetič, Jan Kralj, Nada Lavrač, Jaakko Hollmén, "Explaining mixture models through semantic pattern mining and banded matrix visualization", *Mach. learn.*, vol. 105, iss. 1, pp. 3-39, 2016. [COBISS.SI-ID 29553959]
2. Darko Aleksovski, Juš Kocijan, Sašo Džeroski, "Ensembles of fuzzy linear model trees for the identification of multi-output systems", *IEEE trans. fuzzy syst.*, vol. 24, no. 4, str. 916-929, 2016. [COBISS.SI-ID 28967207]
3. Marko Bohanec, Biljana Mileva-Boshkoska, Theo W. Prins, Esther Kok, "SIGMO: a decision support System for Identification of genetically modified food or feed products", *Food control*, vol. 71, str. 168-177, 2016. [COBISS.SI-ID 29620007]
4. Marija Brbič, Matija Piškorec, Vedrana Vidulin, Anita Kriško, Tomislav Šmuc, Fran Supek, "The landscape of microbial phenotypic traits and associated genes", *Nucleic acids res.*, vol. 44, no. 21, str. 10074-10090, 2106. [COBISS.SI-ID 30036775]
5. Darko Čerepnalkoski, Andreas Karpf, Igor Mozetič, Miha Grčar, "Cohesion and coalition formation in the European parliament: roll-call votes and twitter activities", *PLoS one*, vol. 11, no. 11, str. 0166586-1-0166586-27, 2016. [COBISS.SI-ID 29933095]
6. Darko Čerepnalkoski, Igor Mozetič, "Retweet networks of the European Parliament: evaluation of the community structure", *Appl. netw. sci.*, vol. 1, no. 1, str. 2-1-2-20, 2016. [COBISS.SI-ID 29553703]
7. Nadja Damij, Pavle Bošković, Marko Bohanec, Biljana Mileva-Boshkoska, "Ranking of business process simulation software tools with DEX/QQ hierarchical decision model", *PLoS one*, vol. 11, no. 2, str. 0148391-1-0148391-16, 2016. [COBISS.SI-ID 29294119]
8. Ivica Dimitrovski, Dragi Kocev, Suzana Loskovska, Sašo Džeroski, "Improving bag-of-visual-words image retrieval with predictive clustering trees", *Inf. sci.*, vol. 329, str. 851-865, 2016. [COBISS.SI-ID 28647463]
9. Tomaž Erjavec, Jaka Čibej, Darja Fišer, "Omogočanje dostopa do korpusov slovenskih spletnih besedil v luči pravnih omejitev", V: *Računalniško posredovana komunikacija*, (Slovenščina 2.0, Tematska številka, Letn. 4 (2016), št. 2), Darja Fišer, ur., Ljubljana, Trojina, zavod za uporabno slovenistiko, 2016, letn. 4, št. 2, str. 189-219, 2016. [COBISS.SI-ID 62288994]
10. Darja Fišer, Tomaž Erjavec, Nikola Ljubešič, "JANES v0.4: korpus slovenskih spletnih uporabniških vsebin", V: *Računalniško posredovana komunikacija*, (Slovenščina 2.0, Tematska številka, Letn. 4 (2016), št. 2), Darja Fišer, ur., Ljubljana, Trojina, zavod za uporabno slovenistiko, 2016, letn. 4, št. 2, str. 67-99, 2016. [COBISS.SI-ID 62245218]
11. Dragan Gamberger, Bernard Ženko, Alexis Mitelpunkt, Netta Shachar, Nada Lavrač, "Clusters of male and female Alzheimer's disease patients in the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) database", *Brain inform.*, vol. 3, iss. 3, pp. 169-179, 2016. [COBISS.SI-ID 29404455]
12. Sašo Jančič, Jens C. Frisvald, Dragi Kocev, Cene Gostinčar, Sašo Džeroski, Nina Gunde-Cimerman, "Production of secondary metabolites in extreme environments: food- and airborne *Walleimia* spp. produce toxic metabolites at hypersaline conditions", *PLoS one*, vol. 11, no. 12, str. e0169116-1-e0169116-20, 2016. [COBISS.SI-ID 30149415]
13. Sašo Jančič, Polona Zalar, Dragi Kocev, Hans-Josef Schroers, Sašo Džeroski, Nina Gunde-Cimerman, "Halophily reloaded: new insights into the extremophilic life-style of *Walleimia* with the description of *Walleimia hederiae* sp. nov", *Fungal divers.*, vol. 76, issue 1, str. 97-118, 2016. [COBISS.SI-ID 3436111]
14. Branko Kontić, Marko Bohanec, Davor Kontić, Nejc Trdin, Maruša Matko, "Improving appraisal of sustainability of energy options - a view from Slovenia", *Energy policy*, vol. 90, str. 154-171, 2016. [COBISS.SI-ID 29133863]
15. Zoran Krstanoski, Nadja Kokalj-Vokač, Andreja Zagorac, Boris Pospihalj, Miha Munda, Sašo Džeroski, Rastko Golouh, "TMPRSS2:ERG gene aberrations may provide insight into pT stage in prostate cancer", *BMC Urol*, vol. 16, str. 1-6, 2016. [COBISS.SI-ID 29626407]
16. Marta Macedoni-Lukšič, Tanja Urbančič, Ingrid Petrič, Bojan Cestnik, "Autism research dynamic through ontology-based text mining", *Advances in autism*, vol. 2, no. 3, str. 131-139, 2016. [COBISS.SI-ID 29630759]
17. Gjorgji Madjarov, Dejan Gjorgjevikj, Ivica Dimitrovski, Sašo Džeroski, "The use of data-derived label hierarchies in multi-label classification", *Journal of intelligent information systems*, vol. 47, iss. 1, pp. 57-90, 2016. [COBISS.SI-ID 29561127]
18. Maja Miličević, Nikola Ljubešič, "Tviterski, tviterski or twitteraški?: producing and analysing a normalised dataset of Croatian and Serbian tweets", V: *Računalniško posredovana komunikacija*, (Slovenščina 2.0, Tematska številka, Letn. 4 (2016), št. 2), Darja Fišer, ur., Ljubljana, Trojina, zavod za uporabno slovenistiko, 2016, letn. 4, št. 2, str. 156-188, 2016. [COBISS.SI-ID 62290530]
19. Igor Mozetič, Miha Grčar, Jasmina Smailović, "Multilingual twitter sentiment classification: the role of human annotators", *PLoS one*, vol. 11, no. 5, str. e0155036-1-e0155036-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29472039]
20. Monika Novak, Polona Zalar, Bernard Ženko, Sašo Džeroski, Nina Gunde-Cimerman, "Yeasts and yeast-like fungi in tap water and groundwater, and their transmission to household appliances", *Fungal ecology*, vol. 20, str. 30-39, 2016. [COBISS.SI-ID 3676751]
21. Aljaž Osojnik, Panče Panov, Sašo Džeroski, "Modeling dynamical systems with data stream mining", *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 13, no. 2, str. 453-473, 2016. [COBISS.SI-ID 29617959]
22. Panče Panov, Larisa N. Soldatova, Sašo Džeroski, "Generic ontology of datatypes", *Inf. sci.*, vol. 329, str. 900-920, 2016. [COBISS.SI-ID 28796199]
23. Matic Perovšek, Janez Kranjc, Tomaž Erjavec, Bojan Cestnik, Nada Lavrač, "TextFlows: a visual programming platform for text mining and natural language processing", *Sci. comput. program.*, vol. 121, str. 128-152, 2016. [COBISS.SI-ID 29549095]
24. Tina Ravnikar, Marko Bohanec, Gregor Muri, "Monitoring and assessment of anthropogenic activities in mountain lakes: a case of the Fifth Triglav Lake in the Julian Alps", *Environ. monit. assess.*, vol. 188, str. 253-1-253-17, mar. 2016. [COBISS.SI-ID 29403943]
25. Yves Scherrer, Tomaž Erjavec, "Modernising historical Slovene words", *Nat. lang. eng.*, vol. 22, no. 6, str. 881-905, 2016. [COBISS.SI-ID 28767015]

26. Nikola Simidjievski, Ljupčo Todorovski, Sašo Džeroski, "Modeling dynamic systems with efficient ensembles of process-based models", *PLoS one*, vol. 11, no. 4, str. 0153507-1-0153507-27, 2016. [COBISS.SI-ID 29437223]
27. Ana Marija Sobočan, Senja Pollak, "Manifestacije moralne panike v medijskih podobah novele družinske zakonodaje", *Čas. krit. znan.*, letn. 44, št. 266, str. 163-187, 2016. [COBISS.SI-ID 4715877]
28. Darja Šemrov, Rok Marsetič, Marijan Žura, Ljupčo Todorovski, Aleksander Srdič, "Reinforcement learning approach for train rescheduling on a single-track railway", *Transp. res., Part B: methodol.*, letn. 86, št. apr., str. 250-267, 2016. [COBISS.SI-ID 7444321]
29. Bosiljka Tadić, Miroslav Anđelković, Biljana Mileva-Boshkoska, Zoran Levnjajić, "Algebraic topology of multi-brain connectivity networks reveals dissimilarity in functional patterns during spoken communications", *PLoS one*, vol. 11, no. 11, str. e0166787-1-e0166787-25, 2016. [COBISS.SI-ID 29977383]
30. Jovan Tanevski, Ljupčo Todorovski, Sašo Džeroski, "Learning stochastic process-based models of dynamical systems from knowledge and data", *BMC systems biology*, vol. 10, str. 30-1-30-17, 2016. [COBISS.SI-ID 29374503]
31. Jovan Tanevski, Ljupčo Todorovski, Sašo Džeroski, "Process-based design of dynamical biological systems", *Scientific reports*, vol. 6, str. 34107-1-34107-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29806119]
32. Vedrana Vidulin, Tomislav Šmuc, Fran Supek, "Extensive complementarity between gene function prediction methods", *Bioinformatics (Oxf.)*, vol. 32, no. 23, str. 3645-3653, 2016. [COBISS.SI-ID 30036519]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Darko Aleksovski, Dejan Dovžan, Sašo Džeroski, Juš Kocijan, "A comparison of fuzzy identification methods on benchmark datasets", V: *Proceedings of the 4th IFAC Conference on Intelligent Control and Automation, ICONS 2016, 1-3 June 2016, Reims, France*, (IFAC papersOnline, Vol. 49, no. 5, 2016), str. 31-36. [COBISS.SI-ID 29694759]
2. Špela Arhar Holdt, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, Simon Krek, "Syntactic annotation of Slovene CMC: first steps", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 3-6. [COBISS.SI-ID 62120546]
3. Renato Barišič, Biljana Mileva-Boshkoska, "MIMOSA OSA-EAI: an information exchange standard: standard razmjene informacija", V: *Kvaliteta čini razliko: zbornik radova: proceedings*, str. 45-57. [COBISS.SI-ID 2048401939]
4. Michael Beißwenger *et al.* (12 avtorjev), "Integrating corpora of computer-mediated communication into the language resources landscape: initiatives and best practices from French, German, Italian and Slovenian projects", V: *Proceedings*, str. 1-5. [COBISS.SI-ID 62798690]
5. Jože Bučar, Janez Povh, Martin Žnidaršič, "Sentiment classification of the Slovenian news texts", V: *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Recognition Systems CORES 2015*, (Advances in intelligent systems and computing, Vol. 403, 2016), str. 777-787. [COBISS.SI-ID 2048354323]
6. Bojan Cestnik, Elsa Fabbretti, Donatella Gubiani, Nada Lavrač, Tanja Urbančič, "Exploring outlier documents to investigate potential links between gut microbiota and Alzheimer's disease", V: *Proceedings, extended abstracts, IWBBIO 2016, International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, April 20-22, 2016, Granada, Spain*, str. 475-486. [COBISS.SI-ID 29481511]
7. Bojan Cestnik, Natalia Manakova, Aram Karalič, Tanja Urbančič, "Engaging the net generation students in enhanced teaching and leaning with QTVity: the next steps", V: *Proceedings: European thematic network, future education and training in computing: how to support learning at anytime anywhere*, International Conference on e-Learning, 8-9 September, Bratislava, Slovakia, str. 86-93. [COBISS.SI-ID 29759527]
8. Jaka Čibej, Špela Arhar Holdt, Tomaž Erjavec, Darja Fišer, "Razvoj učne množice za izboljšano označevanje spletnih besedil", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 40-46. [COBISS.SI-ID 62529890]
9. Jaka Čibej, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "Normalisation, tokenisation and sentence segmentation of Slovene tweets", V: *Normalisation and analysis of social media texts (NormSoMe): [workshop proceedings]*, str. 5-10. [COBISS.SI-ID 60917346]
10. Marko Debeljak, Andrej Ficko, Robert Brus, "Ocena ogroženosti avtohtonih drevesnih vrst pred invazivnimi tujerodnimi vrstami na primeru črnega topola (*Populus nigra* L.): the case of Black poplar (*Populus nigra* L.)", V: *Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo gozdnih virov: zbornik prispevkov posvetovanja z mednarodno udeležbo: lectures presented at the conference with international participation*, 2016, str. 119-124. [COBISS.SI-ID 4368038]
11. Tomaž Erjavec, Špela Arhar Holdt, Jaka Čibej, Kaja Dobrovoljc, Darja Fišer, Cyprian Laskowski, Katja Zupan, "Annotating CLARIN.SI TEI corpora with WebAnno", V: *Proceedings*, 2016, str. 1-5. [COBISS.SI-ID 62797922]
12. Tomaž Erjavec, Jaka Čibej, Špela Arhar Holdt, Nikola Ljubešič, Darja Fišer, "Gold-standard datasets for annotation of Slovene computer-mediated communication", V: *RASLAN 2016: Recent Advances in Slavonic Natural Language Processing: proceedings*, str. 29-40. [COBISS.SI-ID 62994530]
13. Tomaž Erjavec, Darja Fišer, Nikola Ljubešič, Nataša Logar, Milan Ojsteršek, "Slovenska znanstvena besedila: prototipni korpus in načrt analiz", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 58-64. [COBISS.SI-ID 62530146]
14. Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "Analysis of sentiment labeling of Slovene user-generated content", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 22-25. [COBISS.SI-ID 62122338]
15. Darja Fišer, Nikola Ljubešič, "Detecting semantic shifts in Slovene twitterese", V: *RASLAN 2016: Recent Advances in Slavonic Natural Language Processing: proceedings*, str. 43-50. [COBISS.SI-ID 62993506]
16. Darja Fišer, Jasmina Smailović, Tomaž Erjavec, Igor Mozetič, Miha Grčar, "Sentiment annotation of Slovene user-generated content", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 65-70. [COBISS.SI-ID 29921063]
17. Darja Fišer, Vit Suchomel, Miloš Jakubiček, "Terminology extraction for academic Slovene using sketch engine", V: *RASLAN 2016: Recent Advances in Slavonic Natural Language Processing: proceedings*, str. 135-141. [COBISS.SI-ID 62994018]
18. Dragan Gamberger, Bernard Ženko, Alexis Mitelpunkt, Nada Lavrač, "Homogeneous clusters of Alzheimer's disease patient population", V: *Selected articles of the 3rd International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (IWBBIO 2015), 15-17 April 2015, Grenada, Spain*, (BioMedical engineering online, Vol. 15, suppl. 1, 2016), str. 578-1-578-34. [COBISS.SI-ID 29641511]
19. Polona Gantar, Iza Škrjanec, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "Slovar tviterščine", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 71-76. [COBISS.SI-ID 62530402]
20. Dimitros Gatsios, George Rigas, Dragana Miljković, Barbara Koroušič-Seljak, Marko Bohanec, María Soledad Arredondo, Angelo Antonini, Spyros Konitsiotis, Dimitrios I. Fotiadis, "Mhealth platform for Parkinson's disease management", V: *Final program, CBHI 2016, 18th International Conference on Biomedicine and Health Informatics, Februar 25-26, Dubai, UAE*, 5 str.. [COBISS.SI-ID 29566503]
21. Teja Goli, Eneja Osrajnik, Darja Fišer, "Analiza krajsanja slovenskih sporočil na družbenem omrežju Twitter", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 77-82. [COBISS.SI-ID 62584930]
22. Jan Kralj, Marko Robnik Šikonja, Nada Lavrač, "Heterogeneous network decomposition and weighting with text mining heuristics", V: *New frontiers in mining complex patterns: 4th International Workshop, NFMCP 2015 held in conjunction with ECML-PKDD 2015 Porto, Portugal, September 7, 2015: revised selected papers*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, 9607), str. 194-208. [COBISS.SI-ID 29560359]
23. Jan Kralj, Anže Vavpetič, Michel Dumontier, Nada Lavrač, "Network ranking assisted semantic data mining", V: *Bioinformatics and Biomedical Engineering, IWBBIO 2016*, (Lecture notes in computer science, 9656), str. 752-764. [COBISS.SI-ID 29482535]
24. Vladimir Kuzmanovski, Aneta Trajanov, Sašo Džeroski, Marko Debeljak, "Integrating predictive and decision modelling in decision support system for water protection from phytochemicals", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske Šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str.165-174. [COBISS.SI-ID 29543975]

25. Agnieszka Lawrynowicz, Diego Esteves, Panče Panov, Tommaso Soru, Sašo Džeroski, Joaquin Vanschoren, "An algorithm, implementation and execution ontology design pattern", V: *WOP 2016: Worskop on Ontology and Semantic Web Patterns (7th edition) 2016, 18th October 2016, Kobe, Japan*, 12 str. [COBISS.SI-ID 29856551]
26. Nikola Ljubešič, Tomaž Erjavec, "Corpus vs. lexicon supervision in morphosyntactic tagging: the case of Slovene", V: *LREC 2016: [proceedings]*, Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation, Portorož, Slovenia 23-28 May, 2016, str. 1527-1531. [COBISS.SI-ID 30159399]
27. Nikola Ljubešič, Tomaž Erjavec, Darja Fišer, "Corpus-based diacritic restoration for South Slavic languages", V: *LREC 2016: [proceedings]*, Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation, Portorož, Slovenia 23-28 May, 2016, str. 3612-3616. [COBISS.SI-ID 60950370]
28. Nikola Ljubešič, Tomaž Erjavec, Darja Fišer, Tanja Samardžić, Maja Miličević, Filip Klubička, Filip Petkovski, "Easily accessible language technologies for Slovene, Croatian and Serbian", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 120-124. [COBISS.SI-ID 62699874]
29. Nikola Ljubešič, Darja Fišer, "A global analysis of emoji usage", V: *Proceedings of the 10th Web as Corpus Workshop (WAC-X) and The EmpiriST Shared Task: ACL 2016, The 10th Web as Corpus Workshop (WAC-X) and The EmpiriST Shared Task, August 12, Berlin, Germany*, str. 82-89. [COBISS.SI-ID 61942626]
30. Nikola Ljubešič, Darja Fišer, "Private or Corporate? Predicting user types on Twitter", V: *WNUT 2016: proceedings of the Workshop, 2016*, str. 4-12. [COBISS.SI-ID 62996322]
31. Nikola Ljubešič, Darja Fišer, "Slovene Twitter analytics", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 39-43. [COBISS.SI-ID 62143330]
32. Nikola Ljubešič, Tanja Samardžić, Curdin Derungs, "TweetGeo - a tool for collecting, processing and analysing geo-encoded linguistic data", V: *Proceedings of COLING 2016: technical papers, The 26th International Conference on Computational Linguistics, December 11-16, 2016, Osaka, Japan*, str. 3412-3421, 2016. [COBISS.SI-ID 30390823]
33. Nikola Ljubešič, Katja Zupan, Darja Fišer, Tomaž Erjavec, "Normalising Slovene data: historical texts vs. user-generated content", V: *Proceedings of the 13th Conference on Natural Language Processing (KONVENS), September 19-21, 2016, Bochum, Germany*, (Bochumer linguistische Arbeitsberichte, 16), str. 146-155. [COBISS.SI-ID 29769255]
34. Mitja Luštrek, Erik Dovgan, Aljoša Vodopija, Marko Bohanec, Anneleen Baert, Sofie Pardaens, Els Clays, "Aplikacija za pomoč pri telesni vadbi bolnikov s srčnim popuščanjem", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]*, str. 61-62. [COBISS.SI-ID 29883431]
35. Pedro Martins, Senja Pollak, Tanja Urbančič, Amílcar Cardoso, "Optimality principles in computational approaches to conceptual blending: do we need them (at) all?", V: *Proceedings of the 7th International Conference on Computational Creativity, ICCV 2016, 27 June - 1 July*, str. 346-353. [COBISS.SI-ID 29728039]
36. Matej Mihelčič, Sašo Džeroski, Nada Lavrač, Tomislav Šmuc, "Redescription mining with multi-target predictive clustering trees", V: *New frontiers in mining complex patterns: 4th International Workshop, NFMCP 2015 held in conjunction with ECML-PKDD 2015 Porto, Portugal, September 7, 2015: revised selected papers*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, 9607), str. 125-143, 2016. [COBISS.SI-ID 29576743]
37. Vanja Mileski, Dragi Kocev, Bogdan Draganski, Sašo Džeroski, "Multi-dimensional analysis of PPMI data", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija*, str. 175-179. [COBISS.SI-ID 29544231]
38. Biljana Mileva-Boshkoska, Marko Bohanec, Theo W. Prins, Esther Kok, "Usage of SIGMO, a decision support system for the assessment of genetically modified organisms in food and feed", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A*, str. 5-8. [COBISS.SI-ID 29859111]
39. Dragana Miljković, Nada Lavrač, Marko Bohanec, Biljana Mileva-Boshkoska, "Detection of dependencies between literature domains through relation extraction and copulas", V: *International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2016, April 6-8, 2016, St. Paul's Bay, Malta*, str. 302-307. [COBISS.SI-ID 29894439]
40. Aljaž Osojnik, Sašo Džeroski, Dragi Kocev, "Option predictive clustering trees for multi-target regression", V: *Discovery science: 19th International Conference, DS 2016 Bari, Italy, October 19-21, 2016: proceedings*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, LNCS 9956), str. 118-133, 2016. [COBISS.SI-ID 29855015]
41. Aljaž Osojnik, Panče Panov, Sašo Džeroski, "Comparison of tree-based methods for multi-target regression on data streams", V: *New frontiers in mining complex patterns: 4th International Workshop, NFMCP 2015 held in conjunction with ECML-PKDD 2015 Porto, Portugal, September 7, 2015: revised selected papers*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, 9607), str. 17-31, 2016. [COBISS.SI-ID 29506599]
42. Matej Petkovič, Panče Panov, Sašo Džeroski, "A comparison of different data transformation approaches in the feature ranking context", V: *Discovery science: 19th International Conference, DS 2016 Bari, Italy, October 19-21, 2016: proceedings*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, LNCS 9956), str. 310-324, 2016. [COBISS.SI-ID 29855527]
43. Senja Pollak, Biljana Mileva-Boshkoska, Dragana Miljković, Geraint Wiggins, Nada Lavrač, "Computational creativity conceptualisation grounded on ICCV papers", V: *Proceedings of the 7th International Conference on Computational Creativity, ICCV 2016, 27 June - 1 July*, str. 123-130. [COBISS.SI-ID 29727783]
44. Damjan Popič, Darja Fišer, Katja Zupan, Polona Logar, "Raba vejice v uporabniških spletnih vsebinah", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 106-110. [COBISS.SI-ID 62688354]
45. Aleksandra Rashkovska, Dragi Kocev, Roman Trobec, "Clustering of heartbeats from ecg recordings obtained with wireless body sensors", V: *Mipro proceedings, (MIPRO ... (Tisak)), MIPRO 2016, 39th International Convention, May 30-June 3, 2016, Opatija, Croatia*, str. 481-486. [COBISS.SI-ID 29538855]
46. Nikola Simidjievski, Ljupčo Todorovski, Sašo Džeroski, "Learning ensembles of process-based models by bagging of random library samples", V: *Discovery science: 19th International Conference, DS 2016 Bari, Italy, October 19-21, 2016: proceedings*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, LNCS 9956), str. 245-260, 2016. [COBISS.SI-ID 29855271]
47. Borut Sluban, Miha Grčar, Igor Mozetič, "Temporal multi-layer network construction from major news events", V: *Complex networks VII: proceedings of the 7th Workshop on Complex Networks, CompleNet 2016, March 23 to 25, 2016, Bourgogne, Dijon, France*, (Studies in computational intelligence, volume 644), str. 29-41. [COBISS.SI-ID 29397287]
48. Borut Sluban, Jasmina Smailović, Igor Mozetič, "Understanding financial news with multi-layer network analysis", V: *Proceedings of ECCS 2014: European Conference on Complex Systems, 22 to 26 September 2014, Lucca, Italy*, 2016, str. 193-207. [COBISS.SI-ID 29491751]
49. Jasmina Smailović, Miha Grčar, Nada Lavrač, Martin Žnidaršič, "Dynamic parameter adaptation of SVM based active learning methodology", V: *AL@iKNOW 2016: proceedings of the Workshop on Active Learning: Applications, Foundations and Emerging Trends co-located with International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business (i-KNOW 2016), Graz Austria, October 18, 2016, (CEUR workshop proceedings, vol. 1707)*. [COBISS.SI-ID 29892903]
50. Jasmina Smailović, Martin Žnidaršič, Nada Lavrač, Senja Pollak, Janez Kranjc, "Modelling human appreciation of machine generated What-if ideas", V: *Constructive machine learning: NIPS 2016, Neural Information Processing Systems, December 10, 2016, Barcelona, Spain*, 5 str. [COBISS.SI-ID 30063655]
51. Larisa N. Soldatova, Panče Panov, Sašo Džeroski, "Ontology engineering: from an art to a craft", V: *Ontology engineering: 12th International Experiences and Directions Workshop on OW, OWLED, 2015, Co-located with ISWC 2015, Bethlehem, Pa, USA, October 9-10, 2015: revised selected papers*, (Lecture notes in computer science, vol. 9557), str. 174-181, 2016. [COBISS.SI-ID 29448231]
52. Tomaž Stepišnik Perdih, Panče Panov, Andrej Bauer, Sašo Džeroski, "Primerjava razdalj pri klasifikaciji in regresiji", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A*, str. 68-71. [COBISS.SI-ID 29865255]
53. Iza Škrjanec, Senja Pollak, "Topic ontologies of the Slovene blogosphere: a gender perspective", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 62-65. [COBISS.SI-ID 29798183]

54. Tadej Škvorc, Nada Lavrač, Marko Robnik Šikonja, "Co-bidding graphs for constrained paper clustering", V: *5th Symposium on Languages, Applications and Technologies: SLATE'16, June 20-21, 2016, Maribor, Slovenia*, (Open access series in informatics, vol. 51), str. 1-13. [COBISS.SI-ID 1537027523]
55. Alan Tapscoff, Javier Gomez, Pablo Gervas, Jasmina Smailović, Martin Žnidaršič, "Empirical evidence of the limits of automatic assessment of fictional ideation", V: *Proceedings of the Workshop on Computational Creativity, Concept Invention, and General Intelligence (C3GI 2016) co-located with the 28th European Summer School in Logic, Language and Information (ESSLLI 2016), Bozen-Bolzano, Italy, August 20-22, 2016*, 14 str.. [COBISS.SI-ID 30021927]
56. Anita Valmarska, Dragana Miljković, Nada Lavrač, Marko Robnik Šikonja, "Towards multi-view approach to Parkinson's disease quality of life data analysis", V: *ECML-PKDD 2016, The European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Databases: 5th International Workshop on New Frontiers in Mining Complex Patterns, 19-23 September 2016, 2016, Riva de Garda, Italy*, 12 str. [COBISS.SI-ID 30201127]
57. Vedrana Vidulin, Marija Brbić, Fran Supek, Tomislav Šmuc, "Evaluation of fusion approaches in large-scale bio-annotation setting", V: *4th Workshop on Machine Learning in Life Science, 23 September 2016, Riva del Garda, Italy*, str. 37-51. [COBISS.SI-ID 30037287]
58. Darko Zelenika, Janez Povh, Bernard Ženko, "Text detection in document images by machine learning algorithms", V: *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Recognition Systems CORES 2015, (Advances in intelligent systems and computing, Vol. 403)*, str. 169-179. [COBISS.SI-ID 2048354835]
59. Katja Zupan, Tomaž Erjavec, "Generiranje kritičnih prepisov s strojnimi prevajanjem na ravni znakov", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 175-179. [COBISS.SI-ID 30068263]
60. Ana Zwitter Vitez, Darja Fišer, "Linguistic analysis of emotions in online news comments: an example of the Eurovision song contest", V: *Proceedings of the 4th Conference on CMC and Social Media Corpora for the Humanities, 27-28 September 2016, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia*, str. 74-76. [COBISS.SI-ID 62121314]
61. Martin Žnidaršič, Janez Kranjc, Nada Lavrač, "Computational creativity infrastructure for online software composition: a conceptual blending use case", V: *Proceedings of the 7th International Conference on Computational Creativity, ICC3 2016, 27 June - 1 July*, str. 371-378. [COBISS.SI-ID 29718823]
7. Erich Prunč, Matija Ogrin, Tomaž Erjavec, "Kapelski pasijon v elektronski znanstvenokritični izdaji. "Nov" rokopis, nove raziskovalne poti", V: *Toporišičeva obdobja, (Obdobja, Simpozij, = Symposium, 35)*, Erika Kržišnik, ur., Miran Hladnik, ur., 1. natis, Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2016, str. 395-402. [COBISS.SI-ID 62810978]
8. Tanja Urbančič, Davor Orlič, "Opening up education: towards affordable and sustainable solutions", V: *Developing successful strategies for global policies and cyber transparency in E-learning*, Gulsun Eby, ur., T. Volkan Yuzer, ur., Simber Atay, ur., Hershey, Information Science Reference, 2016, str. 133-144. [COBISS.SI-ID 28971559]
9. Špela Vintar, Darja Fišer, "Using WordNet-based word sense disambiguation to improve MT performance", V: *Hybrid approaches to machine translation, (Theory and applications of natural language processing)*, Marta Ruiz, ur., Berlin, Springer, 2016, str. 191-205. [COBISS.SI-ID 61379938]

## GESLO – SESTAVEK V ENCIKLOPEDIJI, LEKSIKONU, SLOVARJU ...

- Kristina Hmeljak Sangawa, Tomaž Erjavec, Irena Srdanović, *Japanese-Slovene learner's dictionary jaSlo 3.1: Slovenian language resource repository CLARIN.SI*, Ljubljana, Department of Asian Studies, [Faculty of Arts], University of Ljubljana, 2016. [COBISS.SI-ID 61637218]
- Tomaž Erjavec, *Lexicon of historical Slovene imp25k 1.1*, Ljubljana, Slovenian Language Resource Repository CLARIN.SI, 2014. [COBISS.SI-ID 29726759]
- Tomaž Erjavec et al. (14 avtorjev), *MULTEXT-East non-commercial lexicons 4.0*, Ljubljana, Slovenian Language Resource Repository CLARIN.SI, 2010. [COBISS.SI-ID 29726247]
- Tomaž Erjavec et al. (19 avtorjev), *MULTEXT-East free lexicons 4.0*, Ljubljana, Slovenian Language Resource Repository CLARIN.SI, 2010. [COBISS.SI-ID 29726503]

## MENTORSTVO

- Vladimir Kuzmanovski, *Integracija podpore pri odločanju in podatkovnega rudarjenja za vrednotenje in upravljanje tveganja: metodološki okvir in študij primera iz agronomije*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Marko Debeljak; somentor Sašo Džeroski). [COBISS.SI-ID 30006567]
- Matic Perovšek, *Napredni delotoki za procesiranje tekstov v spletni platformi za tekstovno rudarjenje*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Bojan Cestnik; somentor Nada Lavrač). [COBISS.SI-ID 29627687]
- Nikola Simidjievski, *Ansambli procesnih modelov dinamičnih sistemov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Sašo Džeroski; somentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 284867072]
- Jovan Tanevski, *Deterministično in stohastično procesno modeliranje in načrtovanje dinamičnih sistemov v biologiji*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Sašo Džeroski; somentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 286316800]
- Anže Vavpetič, *Semantično odkrivanje podskupin*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Nada Lavrač). [COBISS.SI-ID 284715776]
- Darja Šemrov, *Časovno načrtovanje železniškega prometa z uporabo metode spodbujevanega učenja*: doktorska disertacija (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Marijan Žura; somentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 7394913]
- Katarina Klanšek, *Analiza vpliva zunanjega izvajanja IKT storitev na konkurenčnost slovenskih podjetij*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Bojan Cestnik). [COBISS.SI-ID 513541250]
- Anamarija Leben, *Modeliranje življenjskih situacij za razvoj aktivnih portalov e-uprave*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 4937646]
- Primož Njegač, *Implementacija sistema za upravljanje odnosov s strankami (CRM) v podjetje trgovina Njegač, d.o.o.*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Bojan Cestnik). [COBISS.SI-ID 513540994]
- Janez Pagon, *Obrečni gozdovi Soče med Kobaridom in sotočjem s Tolminko: Stanje in razvoj*: magistrsko delo, Nova Gorica, 2016 (mentor Marko Debeljak). [COBISS.SI-ID 4498171]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

- Tina Jukić, Ljupčo Todorovski, András Nemeslaki, "Iskanje identitete raziskovalnega področja e-uprave", V: *Slovenska javna uprava na razpotju strateških sprememb*, (Upravna misel), Aleksander Aristovnik, ur., et al, 1. natis, Ljubljana, Fakulteta za upravo, 2016, str. 111-136. [COBISS.SI-ID 4817326]
- Petra Kralj Novak, Nada Lavrač, Geoffrey I. Webb, "Supervised descriptive rule induction", V: *Encyclopedia of machine learning and data mining*, Claude Sammut, ur., Geoffrey I. Webb, ur., Heidelberg [etc.], Springer, 2016, 4 str.. [COBISS.SI-ID 29871143]
- Jan Kralj, Anita Valmarska, Miha Grčar, Marko Robnik Šikonja, Nada Lavrač, "Analysis of text-enriched heterogeneous information networks", V: *Big data analysis: new algorithms for a new society*, (Studies in big data, volume 16), Nathalie Japkowicz, ur., Jerzy Stefanowski, ur., Cham, Springer, 2016, str. 115-139. [COBISS.SI-ID 29316135]
- Nataša Logar, Špela Arhar Holdt, Tomaž Erjavec, "Slovenski strokovni jezik: korpusni opis trpnika", V: *Toporišičeva obdobja, (Obdobja, Simpozij, = Symposium, 35)*, Erika Kržišnik, ur., Miran Hladnik, ur., 1. natis, Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2016, str. 237-245. [COBISS.SI-ID 34453853]
- Dragana Miljković, Darko Aleksovski, Vid Podpečan, Nada Lavrač, Bernd Malle, Andreas Holzinger, "Machine learning and data mining methods for managing Parkinson's disease", V: *Machine learning for health informatics: state-of-the-art and future challenges*, (Lecture notes in computer science, Lecture notes in artificial intelligence, LNAI 9605), Andreas Holzinger, ur., Cham [etc.], Springer, 2016, LNAI 9605, str. 209-220, 2016. [COBISS.SI-ID 30082855]
- Matic Perovšek, Matjaž Juršič, Bojan Cestnik, Nada Lavrač, "Empowering bridging term discovery for cross-domain literature

11. Anja Šostar, *Povečevanje zvestobe kupcev z metodami podatkovnega rudarjenja*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Irena Ograjenšek; somentor Nada Lavrač). [COBISS.SI-ID 29628711]
12. Jože Železnikar, *Analiza digitalnega podpisovanja v oblaku*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 4938158]
13. Jerneja Boslič, *Analiza zadovoljstva uporabnikov vladnega informacijskega sistema za zadeve Evropske unije*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 4773038]
14. Blaž Bunc, *Analiza deleža piratstva in dinamika njegovega spreminjanja po svetu*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 4791470]
15. Gašper Cesar, *Primerjalna analiza nevtralnosti interneta v izbranih državah*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 5004718]
16. Danjel Cotič, *Prenova sistema za spremljanje usposobljenosti zaposlenih v podjetju Mahle Letrika*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Tanja Urbančič). [COBISS.SI-ID 4317179]
17. Klaudija Habjan, *Analiza karakteristik študentov glede na uspeh pri uvodnem predmetu iz programiranja*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Irena Nančovska Šerbec; somentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 11251273]
18. Dušan Likar, *Študija vključitve zunanjih dobaviteljev v enotni poslovni informacijski sistem podjetja Pipistrel*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Bojan Cestnik). [COBISS.SI-ID 4317691]
19. Senada Medara, *Primerjava razvoja informacijske družbe v Sloveniji z izbranimi državami EU*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Ljupčo Todorovski). [COBISS.SI-ID 4936366]
20. Primož Pahor, *Vrednotenje in izbira tehnoloških rešitev za proizvodnjo statorjev*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Marko Bohanec). [COBISS.SI-ID 4587771]
21. David Rejc, *Primerjava metod večparametrškega odločanja pri izbiri tehnologije spajkanja*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Marko Bohanec). [COBISS.SI-ID 4135163]
22. Tomaž Stepišnik Perdih, *Razdalje na strukturiranih podatkih*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Sašo Džeroski; somentor Andrej Bauer). [COBISS.SI-ID 17730137]
23. Jernej Ušaj, *Izbira hidravličnega cepilnika drv z večparametrskim vrednotenjem in finančno analizo*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Marko Bohanec). [COBISS.SI-ID 4596219]
24. Johannes Vuga Gregorič, *Sistem za pomoč pri izbiri oblike spletnega oglasnega sporočila za informiranje izbranih tipov uporabnikov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Marko Bohanec). [COBISS.SI-ID 4117755]

**Odsek za inteligentne sisteme se ukvarja z razvojem novih metod in tehnik inteligentnih računalniških sistemov in njihovo uporabo na področjih informacijske družbe, računalništva in informatike ter omrežnih komunikacijskih sistemov. Najpomembnejša področja raziskav in razvoja so ambientalna inteligenca, računska inteligenca, agentni in večagentni sistemi, govorne in jezikovne tehnologije, pametna mesta ter elektronsko in mobilno zdravje. Odsek raziskovalno tesno sodeluje s Fakulteto za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani pri skupnem raziskovalnem programu Umetna inteligenca in inteligentni sistemi, ki ga vodi akad. prof. dr. Ivan Bratko. Odsek je tudi močno vpet v aplikativno razvojno sodelovanje z industrijo, kjer pomembno prispeva k uveljavljanju inteligentnih sistemov v proizvode in storitve.**



Vodja:

**prof. dr. Matjaž Gams**

Inteligentni sistemi s svojimi zmožnostmi zaznavanja, 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 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 do uporabnika nezahteven način. Glavna tema ambientalne inteligence, s katero se je v letu 2016 ukvarjal odsek, je e-zdravje. Začeli smo izvajati projekt Obzorja 2020 **HeartMan**, ki ga tudi koordiniramo. V njem razvijamo aplikacijo, ki bo bolnikom s srčnim popuščanjem pomagala obvladovati bolezen: spremljala jih bo s senzorsko zapestnico in jim svetovala glede telovadbe, prehrane itd. Zaenkrat smo razvili odločitvene modele, ki sledijo medicinskim smernicam in uporabniškim zahtevam ter bodo osnova za aplikacijo. S projektom je povezan tudi razvoj metod za napovedovanje hospitalizacij bolnikov s srčnim popuščanjem in za prepoznavanje zdravstvenega stanja iz zvočnih posnetkov, narejenih s stetoskopom. S projektom Obzorja 2020 **IN LIFE** v prakso prenašamo rešitve za samostojno življenje starostnikov. Pripravili smo aplikacijo za pametno uro, ki zaznava padce in sorodne dogodke. Povezana je s spletno aplikacijo, prek katere lahko skrbniki spremljajo svoje varovance, jim pošiljajo obvestila in organizirajo obiske na domu. Do konca leta smo opisano rešitev pripeljali do zadostne zrelosti, da bomo v začetku leta 2017 lahko s sodelovanju s slovenskim podjetjem Doktor 24 izvedli pilot s 150 uporabniki. Projekt programa **AAL Fit4Work** bo starejšim delavcem z nasveti o sproščanju, telovadbi in delovnem okolju (temperaturi, CO<sub>2</sub> v zraku itd.) pomagal, da bodo lažje opravljali svoje delo. Zato smo razvili metodo, ki z uporabo zapestnice s fiziološkimi senzorji prepoznava stres. Pri tem upošteva kontekst potencialno stresnega dogodka, kar nam ga omogoča prepoznati z visoko točnostjo. Razvili smo tudi metodo za analizo telesne dejavnosti, ki zna smiselno uporabiti senzorje v zapestnici in pametni telefon, ne glede na to, katero od naprav uporabnik trenutno nosi in kje jo ima. Za svetovanje glede delovnega okolja pa smo razvili metodo, ki z znanjem v ontologiji izbere smiselne ukrepe, simulira njihove posledice in predlaga najboljšega. Pri vseh projektih ambientalne inteligence uporabljamo senzorje v napravah na telesu, pri katerih je zaradi skromnih baterij velik problem poraba energije. Zato v okviru **doktorskih raziskav** razvijamo splošno metodo, ki zna inteligentno vklapljati in izklapljati senzorje, tako da je poraba energije čim manjša, obenem pa kakovost rezultatov, ki jih s senzorji dobimo, čim manj trpi.

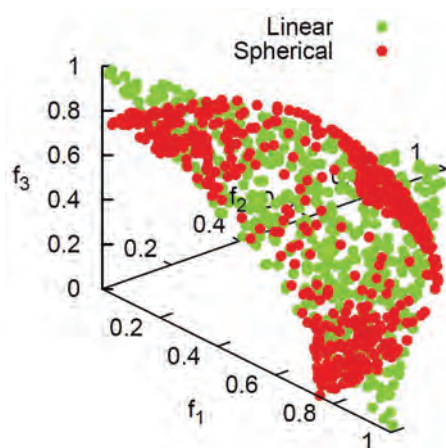
**Računska inteligenca** preučuje stohastične metode preiskovanja, optimiranja in učenja, ki se zgledujejo po bioloških in fizikalnih sistemih. Poudarek raziskav na tem področju na Odseku za inteligentne sisteme je na metodah evolucijskega računanja. Preučujemo evolucijske

**V okviru projekta IN LIFE smo razvili pametno uro za starejše in jo pripravili za preizkušanje pri 150 posameznikih.**



*Slika 1: V okviru projekta H2020 IN LIFE smo razvili pametno uro za starejše in pripravili 150 ur za večmesečno preizkušanje. Ura omogoča okrog 10 funkcij, med njimi govorno komunikacijo s skrbnikom, avtomatsko prepoznavanje padcev, lociranje uporabnika in pošiljanje pomoči, opomnike, spremljanje fizične aktivnosti itd. Sistem deluje kot kombinacija osebnega pomočnika in skrbnika. Vizija pa je uveljavitev sistema za večino starejših v Evropi, s čimer se bo povečala kakovost življenja.*

**Pri projektu programa AAL Fit4Work smo razvili metodo za prepoznavanje stresa s senzorsko zapestnico, ki z upoštevanjem konteksta potencialno stresnega dogodka dosega visoko točnost.**



Slika 2: Razvijamo metode za vizualizacijo v večkriterijski optimizaciji, ki so v pomoč odločevalcem pri izbiranju med kompromisnimi rešitvami. Vrsto objav na to temo v preteklih letih smo dopolnili s preglednim predavanjem na znanstvenem srečanju Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO) 2016.



Slika 3: Sistem za nadzor kakovosti v proizvodnji, ki je rezultat mednarodnega projekta COPCAMS, temelji na strojnem vidu, strojnem učenju in optimizaciji.

**Vgradni računalniški sistem za nadzor kakovosti v proizvodnji, ki sta ga razvila Institut »Jožef Stefan« in podjetje Kolektor Group, je ključni dosežek mednarodnega projekta COPCAMS.**



Slika 4: Aplikacija Fit4Work, ki starejšim delavcem pomaga do sprostitve, dobre telesne pripravljenosti in kakovostnega delovnega okolja (levo). Meritve človekove porabe energije, potrebne za razvoj aplikacije (desno).

algoritme za večkriterijsko optimizacijo, njihove pospešitve z vzporednim računanjem in nadomestnimi modeli, vizualizacijo njihovih rezultatov ter uporabo pri tehniških načrtovalskih in optimizacijskih problemih. Te metode tudi prenašamo v prakso, predvsem na področju optimizacije proizvodnih procesov. V letu 2016 smo končali projekt COPCAMS, pridobljen na razpisu Artemis. V sodelovanju s slovenskim industrijskim partnerjem Kolektor Group in mednarodnimi partnerji smo razvili postopek za nadzor kakovosti izdelkov, ki temelji na strojnem vidu, strojnem učenju in optimizaciji, deluje pa na vgradni računalniški arhitekturi. Postopek sedaj v Kolektorju uporabljajo v proizvodnji grafitnih komutatorjev za avtomobilsko industrijo in omogoča dimenzijske meritve, ugotavljanje kakovosti spojev bakra in grafitu in brezkontaktna meritve hrapavosti komutatorjev. Projektni recenzenti so ga ocenili kot najuspešnejši dosežek projekta. Začeli smo tudi izvajati projekt SYNERGY iz programa Obzorja 2020 Twinning. Njegov namen je okrepiti naše raziskovalne in inovacijske zmožnosti na področjih paralelizacije in uporabe nadomestnih modelov ter preučiti uporabnost kombiniranja obeh tehnik v večkriterijski optimizaciji. Pri teh prizadevanjih sodelujemo trije partnerji s komplementarnimi znanji: Institut „Jožef Stefan“, Univerza v Lillu in Tehniška univerza v Kölnu. Znanje in rešitve, ki bodo rezultat tega sodelovanja, bodo namenjene tako akademskim kot industrijskim ustanovam, posebej tistim, ki sodelujejo pri slovenski Strategiji pametne specializacije. Poleg tega smo pridobili in začeli izvajati projekt slovensko-japonskega znanstvenega sodelovanja. Njegov cilj je izboljšati metodologijo večkriterijskega evolucijskega optimiranja za realne probleme. Z Univerzo Shinshu v Naganu sodelujemo pri razvoju optimizacijskih algoritmov za potrebe vesoljskih raziskav in načrtovanja transportnih omrežij.

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 učenju in ohranjanju kulturne dediščine. V tem letu smo uspešno končali evropski projekt ACCUS, kjer smo sodelovali pri razvoju platforme za pametna mesta, ki na inteligenten način povezuje vse podsisteme v mestih in omogoča izvajanje večdomenskih aplikacij, globalno optimizacijo, univerzalen dostop do podatkov ipd. V sklepni predstavitvi smo prikazali delovanje sistema za uravnava skupne porabe električne energije v mestu in glajenja konic, ki se pojavijo med dnevom. Primer uporabe lahko optimira potrošnja električne energije v pametnih hišah, proizvodnjo električne energije ter pretok prometa in s tem vpliva na zunanje parametre, kot je kakovost zraka. Nadaljevanje tovrstnih raziskav opravljamo v sprejetem programu pametne specializacije EkoSMART na področju pametnih mest in skupnosti. Namen programa je razviti ekosistem pametnega mesta, ki omogoča integracijo različnih področij v enovit in povezan sistem. V okviru programa izvajamo aktivnosti pri raziskovalno-razvojnih projektih Zasnova ekosistema pametnega mesta in Elektronsko in mobilno zdravstvo (EMZ), kjer smo tudi vodilni partner. Sodelujemo pa tudi pri programu pametne specializacije IQDOM na področju pametnih zgradb in domov, ki ga koordinira Gorenje. V okviru raziskovalno-razvojnih projektov razvijamo sistem inteligentne hišne avtomatizacije, tj. inteligentni dom. Z uporabo naprednih metod strojnega učenja bomo poskušali odkrivati strategije upravljanja hiše, ki uporabnikom prinašajo večje udobje in hkrati omogočajo nižanje stroškov. Podobne načine bomo 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 razvijamo integracijsko turistično platformo, ki bo omogočala čezmejno izmenjavo turistov ter planiranje ogledov in vzpostavitev učinkovite storitve za komunikacijo med turisti in turističnimi delavci. Pri projektu Twinning eHeritage iz Obzorja 2020 nadaljujemo aktivnosti, namenjene krejitvi znanstvene odličnosti ter znanja partnerja iz Romunije na področju ohranjanja kulturne dediščine z uporabo inteligentnih sistemov, 3D-modeliranja in obogatene navidezne resničnosti. Zato smo v okviru konference Informacijska družba 2016

organizirali delavnico eHeritage, kjer smo predstavili raziskave, ki smo jih opravili v prvem letu izvajanja projekta. Poleg tega smo pripravili praktičen prikaz aplikacij (»Heritage awareness day«), ki temeljijo na tehnologiji virtualne resničnosti.

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 je bil razvit nov kakovosten sintetizator slovenskega govora eBralec (<http://ebralec.si/>). Tako razumljivost kot naravnost umetno generiranega govora sta se izredno izboljšala. Programski paket ima že več kot tisoč naročnikov in je nepogrešljiv pripomoček vseh 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/>). V letu 2016 posodobljena aplikacija DarsPromet+ za potrebe varnega podajanja prometnih informacij uporablja strežniško različico sistema eBralec. V Sloveniji je bila aplikacija DarsPromet+ na 1. mestu v trgovini App Store in na 3. mestu v trgovini Google Play, po poročanju medijev pa je njena ključna funkcija in prednost prav glasovno obveščanje oz. možnost nastavitve samodejnega branja. Razvili smo tudi brezplačno storitev sinteze govora na mobilnih napravah (<http://dis.ijs.si/dyslex/>).

V sodelovanju z Odsekom za računalniške sisteme smo organizirali 7. mednarodno konferenco **Bioinspired Optimization Methods and their Applications – BIOMA 2016**, ki je potekala na Bledu od 18. do 20. maja 2016. Konferenca je obravnavala teoretične in praktične vidike računalniških metod optimiranja, zasnovanih na zgledih iz narave. Na njej je bilo predstavljenih 19 referatov 45 soavtorjev iz 11 držav. Vabljeni predavatelja sta bila prof. dr. Thomas Bartz-Beielstein s Tehniške Univerze v Kölnu in prof. dr. El-Ghazali Talbi z Univerze v Lillu. Izbrani prispevki s konference bodo v razširjeni obliki objavljeni v reviji Applied Soft Computing. Spremljajoči dogodki so bili 28. slovenska delavnica Algoritmni po vzorih iz narave ter sestanek in izobraževanje v okviru projekta Obzorja 2020 SYNERGY.

Od 10. do 14. oktobra 2016 je na Institutu »Jožef Stefan« potekala 19. **mednarodna multikonferenca Informacijska družba – IS 2016** ([is.ijs.si](http://is.ijs.si)). Sestavljalo jo je 13 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. Tomaž Pisanski, za tekoče dosežke na področju informacijske družbe prof. dr. Blaž Zupan, podeljeni pa sta bili tudi informacijska jagoda in limona za najboljšo (Informacijska podpora Pediatrične klinike) in najslabšo (padec Slovenije na lestvici informacijske družbe) javno storitev informacijske družbe.

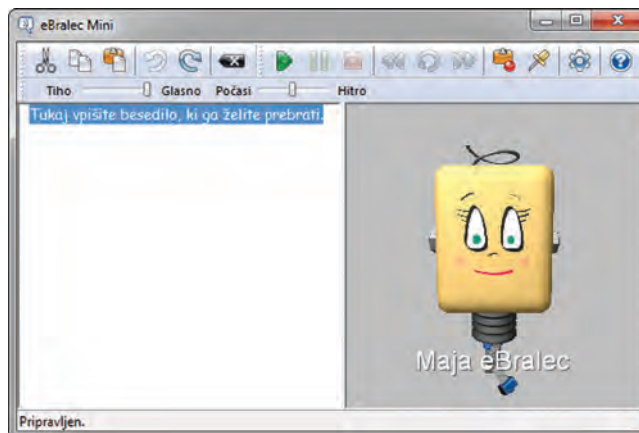
### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Cvetković, B., Janko, V., Romero, A. E., Kafali, Ö., Stathis, K., Luštrek, M. Activity recognition for diabetic patients using a smartphone. *J. med. syst.*, 40 (2016), 256-1-256-8
2. Gjoreski, M., Gjoreski, H., Luštrek, M., Gams, M. How accurately can your wrist device recognize daily activities and detect falls? *Sensors*, 16 (2016), 800-1-800-21
3. Tavčar, A., Kužnar, D., Gams, M. Hybrid multi-agent strategy discovering algorithm for human behavior. *Expert systems with applications*, 71 (2017), 370-382
4. Veček, N., Mernik, M., Filipič, B., Črepinšek, M. Parameter tuning with Chess Rating System (CRS-Tuning) for meta-heuristic algorithms. *Information Sciences*, 372 (2016), 446-469

### Patent

1. Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, Metoda in sistem za zaznavo osebe, ki vozi vozilo in hkrati uporablja prenosno računalniško napravo, S124796 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 2. 2016

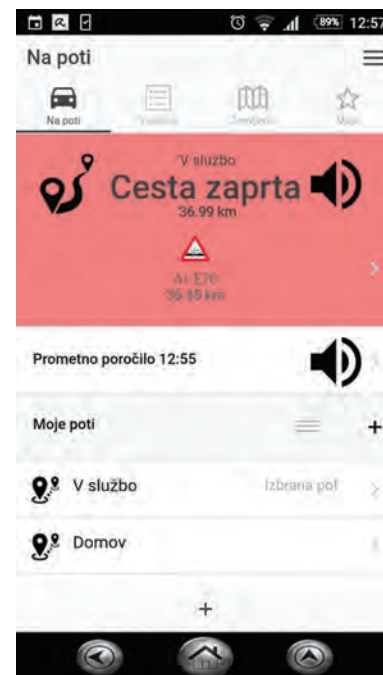
**V okviru projekta ACCUS smo razvili napredno platformo za pametna mesta, ki omogoča upravljanje različnih podsistemov mest in globalno optimizacijo njihovega delovanja.**



Slika 5: Nov kakovosten sintetizator slovenskega govora eBralec (<http://ebralec.si/>).

**V sodelovanju s podjetjema Alpineon in Amebis smo razvili nov kakovosten sintetizator slovenskega govora eBralec (<http://ebralec.si/>).**

**Pri programih pametne specializacije razvijamo več rešitev za področja pametnih mest in skupnosti, inteligentnih zgradb in domov ter trajnostne predelave hrane.**



Slika 6: Aplikacija DarsPromet+ za potrebe varnega podajanja prometnih informacij uporablja strežniško različico sistema eBralec.



## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. 28. slovenska delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, AVN, Bled, 18. 5. 2016
2. 7. mednarodna konferenca Bioinspired Optimization Methods and their Applications, BIOMA 2016, Bled, 18.–20. 5. 2016
3. Konferenca Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2016, Denver, ZDA, 20.–24. 7. 2016
4. Delavnica BBOB (Bi-Objective Blackbox Optimization Benchmarking) na konferenci Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2016, Denver, ZDA, 20. 7. 2016
5. Delavnica Women@GECCO na konferenci Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2016, Denver, ZDA, 21. 7. 2016
6. Posebna sekcija Multiobjective Optimization with Surrogate Models, IEEE World Congress on Computational Intelligence, IEEE WCCI 2016, Vancouver, Kanada, 24.–29. 7. 2016
7. Delavnica projekta Avstrijsko-slovenski inteligentni turistično-informacijski center (AS-IT-IC), Ljubljana, 26. 9. 2016.
8. 19. mednarodna multikonferenca Informacijska družba – IS 2016, Ljubljana, 10.–14. 10. 2016, samostojne konference:
  - Slovenska konferenca o umetni inteligenci
  - Soočanje z demografskimi izzivi
  - Kognitivna znanost
  - Sodelovanje, programska oprema in storitve v informacijski družbi
  - Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča
  - Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi (HCI-IS)
  - Delavnica E-Heritage
  - Računalništvo in informatika: Včeraj za jutri
  - 25. obletnica interneta v Sloveniji
  - 3. študentska računalniška konferenca
  - EkoSmart in EMZ
  - Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi
  - Middle-European conference on applied theoretical computer science (Matcos 2016)
9. Promocija aplikacij, ki uporabljajo tehnologije virtualne resničnosti, Ljubljana, 13. 10. 2016.
10. NATO Lecture series SET-235, Ljubljana, 27.–28. 10. 2016

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. ACCUS: Adaptivna kooperativna kontrola v urbanih (pod)sistemih  
Ministrstvo za gospodarstvo  
prof. dr. Matjaž Gams
2. COPCAMS: Kamere za kognitivno zaznavanje  
Ministrstvo za gospodarstvo  
prof. dr. Bogdan Filipič
3. AS-IT-IC: Avstrijsko-Slovenski Inteligentni Turistično Informacijski Center  
Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj  
prof. dr. Matjaž Gams
4. COST TD1405; ENJECT, Evropska mreža za skupno ocenjevanje povezovalne zdravstvene tehnologije  
Cost Office  
Božidara Cvetkovič, univ. dipl. inž. rač. in inf.
5. H2020 - IN LIFE; Podpora neodvisnega življenja starejših  
Evropska komisija  
prof. dr. Matjaž Gams
6. H2020 - eHERITAGE; Širjenje raziskovalnih in inovacijskih zmogljivosti pri ravnanju s kulturno dediščino v virtualni realnosti  
Evropska komisija  
prof. dr. Matjaž Gams
7. H2020 - HeartMan; Osebn sistem za podporo odločanju bolnikov s srčnim popuščanjem – Srčnik  
Evropska komisija  
dr. Mitja Luštrek
8. H2020 - SYNERGY; Sinergija za pametno večkriterijsko optimizacijo  
Evropska komisija  
prof. dr. Bogdan Filipič
9. Napredna metodologija evolucijskega večkriterijskega in mnogokriterijskega optimiranja za reševanje realnih problemov  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Bogdan Filipič

## PROGRAM

1. Umetna inteligenca in inteligentni sistemi  
prof. dr. Matjaž Gams

## PROJEKTI

1. IQ DOM: Inteligentni na lesu in naprednih napravah temelječi dom nove generacije  
prof. dr. Matjaž Gams
2. EkoSmart: Eko Sistem Pametnega Mesta  
prof. dr. Matjaž Gams
3. ACCUS: Adaptivna kooperativna kontrola v urbanih (pod)sistemih  
prof. dr. Matjaž Gams
4. COPCAMS: Kamere za kognitivno zaznavanje  
prof. dr. Bogdan Filipič
5. Fit4Work: Vzdrževanje telesne in duševne pripravljenosti starejših delavcev  
dr. Mitja Luštrek
6. Konferenca BIOMA 2016; 7. mednarodna konferenca Optimizacijskih metod po vzorih iz narave in njihova uporaba, Bled, Slovenija, 18.-20.05.2016  
prof. dr. Bogdan Filipič
7. 19. mednarodna multikonferenca IS 2016, IJS, Ljubljana, Slovenija, 10.-14.10.2016  
prof. dr. Matjaž Gams

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Vključitev off-line sintezatorja govora v aplikacijo eBralec Mobile za operacijski sistem Android  
Amebis, d. o. o., Kamnik  
dr. Tomaž Šef

## OBISKI

1. Boris Naujoks, Jörg Stork, Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija, 10.–11. 2. 2016
2. El-Ghazali Talbi, prof. dr. Nouredine Melab, Univeristy Lille 1, Lille, Francija, 10.–11. 2. 2016
3. dr. Christian Fabre, dr. Alexandre Guerre, Julie Foucault, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Grenoble, Francija, 18. 4. 2016
4. Kenzi Djouhri, IUT de Cachan IUT de Cachan Génie Electrique, Pariz, Francija, 25. 4.–15. 7. 2016
5. Thomas Justice, IUT de Cachan IUT de Cachan Génie Electrique, Pariz, Francija, 25. 4.–15. 7. 2016
6. Hakim Kebli, IUT de Cachan IUT de Cachan Génie Electrique, Pariz, Francija, 3. 5.–15. 7. 2016
7. Thomas Bartz–Beielstein, Jörg Stork, Martin Zaefferer, Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija, 17. 5. 2016
8. Adam Benjelloun, IUT de Cachan, IUT de Cachan Génie Electrique, Pariz, Francija, 20. 5.–12. 8. 2016
9. Timothée Foulon, IUT de Cachan, IUT de Cachan Génie Electrique, Pariz, Francija, 20. 5.–12. 8. 2016
10. Florian Lemaitre, IUT de Cachan IUT de Cachan Génie Electrique, Pariz, Francija, 20. 5.–12. 8. 2016
11. prof. dr. Kiyoshi Tanaka, prof. dr. Hernán Aguirre, Shinshu University, Nagano, Japonska, 23.–24. 5. 2016
12. Marzhan Kulbulatova, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazahstan, 6. 6.–12. 8. 2016
13. Martin Bonchanoski, Faculty of Computer Science and Engineering, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Makedonija, 10. 9.–14. 10. 2016
14. prof. Csaba Antonya, Faculty of Mechanical Engineering, Transilvania University of Brasov, Brasov, Romunija, 25. 9.–16. 10. 2016
15. dr. eng. Eugen Valentin Butilă, Faculty of Technological Engineering, Transilvania University of Brasov, Brasov, Romunija, 25. 9.–16. 10. 2016
16. Monika Simjanoska, Faculty of Computer Science and Engineering, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Makedonija, 24. 10.–30. 12. 2016
17. Boris Naujoks, Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija, 10.–11. 11. 2016
18. Božidara Cvetković, Mitja Luštrek, projektni sestanek Fit4work, Poznanj, Poljska, 17.–27. 4. 2016
19. Božidara Cvetković, Matjaž Gams, Janko Vito, Martin Gjoreski, European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2016), 29. 8.–2. 9. 2016, Haag, Nizozemska (2)
20. Božidara Cvetković, Martin Gjoreski, The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp 2016), Heidelberg, Nemčija, 12.–16. 9. 2016 (2)
21. Božidara Cvetković, AAL Forum, St. Gallen, Švica, 26.–29. 9. 2016
22. Erik Dovgan, Mitja Luštrek, sestanek projekta HEARTMAN, Capo Peloro, Messina, Sicilija, 19.–22. 6. 2016
23. Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, Vesna Koricki, Seventh International Conference on Bioinspired Optimization Methods and their Applications (BIOMA 2016), Bled, 18.–20. 5. 2016 (2)
24. Erik Dovgan, delavnica o simulatorju vožnje SCANer Studio, Pariz, Francija, 8.–10. 6. 2016
25. Erik Dovgan, Lecture Series SET-235: Radar and SAR Systems for Airborne and Space-Based Surveillance and Reconnaissance, Ljubljana, 27.–28. 10. 2016
26. Erik Dovgan, Bilateralni raziskovalni dan Italija–Slovenija, Padriče, Trst, Italija, 15. 11. 2016
27. Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, 29. delavnica Algoritmi po vzorih iz narave (AVN), Maribor, 2. 12. 2016 (1)
28. Bogdan Filipič, obisk na Istituto Nazionale di Astrofisica, INAF, Trst, Italija, 11. 1. 2016 (1)
29. Bogdan Filipič, Tea Tušar, začetni sestanek projekta SYNERGY, Ljubljana, 10.–11. 2. 2016
30. Bogdan Filipič, Tea Tušar, delavnica Surrogate-Assisted Multi-Criteria Optimization, SAMCO, Leiden, Nizozemska, 29. 2.–4. 3. 2016
31. Bogdan Filipič, sestanek projekta Artemis COPCAMS, Ljubljana, 18. 4. 2016, in Idrija, 19. 4. 2016
32. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, 28. slovenska delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, AVN, Bled, 18. 5. 2016
33. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, sestanek projekta in izobraževanje SYNERGY, Bled, 18.–20. 5. 2016
34. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, začetni sestanek slovensko-japonskega projekta Advanced methodology of evolutionary multi- and many-objective optimization for real-world applications, Ljubljana, 23. 5. 2016
35. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, sestanek projekta in izobraževanje SYNERGY, Gummersbach, Nemčija, 16.–17. 6. 2016
36. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2016, Denver, ZDA, 20.–24. 7. 2016 (8)
37. Bogdan Filipič, IEEE World Congress on Computational Intelligence, IEEE WCCI 2016, Vancouver, Kanada, 24.–29. 7. 2016
38. Bogdan Filipič, Tea Tušar, 14th International Conference Parallel Problem Solving from Nature, PPSN 2016, Edinburg, Velika Britanija, 17.–21. 9. 2016
39. Bogdan Filipič, Tea Tušar, sestanek projekta SYNERGY, Edinburg, Velika Britanija, 19. 9. 2016
40. Bogdan Filipič, zaključni sestanek in ocenjevanje projekta Artemis COPCAMS, Bruselj, 27.–28. 9. 2016
41. Bogdan Filipič, Tea Tušar, obisk na Univerzi Shinshu, Nagano, Japonska, 14.–23. 10. 2016 (1)
42. Matjaž Gams, Lana Zemljak, Jernej Zupančič, delovni sestanek za Interreg AS-ITIC, Maribor, 24. 6. 2016
43. Hristijan Gjoreski, projektni sestanek IN LIFE, Enschede, Nizozemska, 26.–29. 1. 2016
44. Hristijan Gjoreski, ocenjevalni sestanek IN LIFE, Bruselj, Belgija, 16.–19. 3. 2016
45. Hristijan Gjoreski, Anton Gradišek, IE 2016, The 12th International Conference on Intelligent Environments, London, Velika Britanija, 14.–16. 9. 2016
46. Hristijan Gjoreski, International Conference on Informatics and Information Technologies, CIIT2016, Bitola, Makedonija, 8. 5. 2016
47. Hristijan Gjoreski, dogodek Innovat&Match 2016, Bologna, Italija, 8.–10. 6. 2016
48. Hristijan Gjoreski, predavanje na Univerzi v Bristolu, Bristol, Velika Britanija, 28.–30. 9. 2016
49. Anton Gradišek, 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry and International Meeting on Materials Science for Energy Related Applications, 29.–30. 9. 2016, Beograd, Srbija (1)
50. Anton Gradišek, Vito Janko, 1. nacionalna konferenca o prehrani in telesni dejavnosti za zdravje z mednarodno udeležbo S povezovanjem do skupnih ciljev, Kongresni center Brdo, Brdo, 17. 10. 2016 (1)
51. Anton Gradišek, 2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu, Poklukarjevi dnevi, Ljubljana, 25. 10. 2016 (1)
52. Damjan Kužnar, delavnica Interreg V-A Slovenija-Avstrija, Celovec, Avstrija, 13. 6. 2016
53. Mitja Luštrek, projektni sestanek, Delft, Nizozemska, 24.–26. 1. 2016
54. Mitja Luštrek, projektni sestanek predloga H2020 Corvasc-EU, Gent, Belgija, 1.–2. 2. 2016
55. Mitja Luštrek, sestanek projekta Fit4Work, Poznanj, Poljska, 2.–6. 2. 2016
56. Mitja Luštrek, Informativni dan AAL, Bruselj, Belgija, 7.–8. 3. 2016
57. Mitja Luštrek, ICT Proposers' Day, Bratislava, Slovaška, 26.–27. 9. 2016
58. Mitja Luštrek, dogovarjanje za projekt H2020, Milano, Italija, 1. 12. 2016
59. Rok Piltaver, BeeScala, vabljen predavanje: Get a Spark from your Data, Ljubljana, 25.–26. 11. 2016
60. Tomaž Šef, INTERSPEECH 2016, Understanding Speech Processing in Humans and Machines, San Francisco, ZDA, 8.–12. 9. 2016
61. Aleš Tavčar, projektni sestanek in izobraževanje eHeritage, Pisa, Italija, 13.–14. 1. 2016
62. Aleš Tavčar, projektni sestanek in končna predstavitev projekta ACCUS, Gdansk, Poljska, 20.–22. 1. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Jani Bizjak, mag. inž. rač. mat.: Predstavitev sistema IN LIFE IJS, 16. 6. 2016
2. dr. Erik Dovgan: Večkriterijsko iskanje strategij vožnje za avtonomna vozila, 25. 4. 2016
3. dr. Bogdan Filipič: Predstavitev projekta Artemis COPCAMS, 24. 10. 2016
4. dr. Bogdan Filipič: Raziskave računske inteligence na Odseku za inteligentne sisteme IJS, 14. 11. 2016
5. Vito Janko, mag. inž. rač. mat.: Predstavitev magisterija z naslovom Razvoj programa za igranje 1–2–3 šaha, 7. 3. 2016
6. dr. Boštjan Kaluža: Predstavitev knjige Machine Learning in Java, 27. 5. 2016
7. Damjan Kužnar, univ. dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev aplikacije Metis, 15. 2. 2016
8. dr. Mitja Luštrek: Predstavitev aplikacije e-Gibalec, 11. 1. 2016
9. dr. Mitja Luštrek: Raziskave ambientalne inteligence na Odseku za inteligentne sisteme IJS, 21. 11. 2016
10. Blaž Mahnič, dipl. inž. rač. in inf.: Predstavitev odsečnih spletnih aplikacij, 21. 3. 2016
11. dr. Tomaž Šef: Predstavitev projekta DysLex, 25. 1. 2016
12. dr. Tomaž Šef: Predstavitev novosti na področju govornih tehnologij, poročilo s konference INTERSPEECH 2016, 3. 10. 2016
13. dr. Tea Tušar: Predstavitev dela na podoktorskem izobraževanju v Franciji, 3. 10. 2016
14. Jernej Zupančič, mag. mat.: Novosti Microsofta, 18. 4. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Jani Bizjak, Med-e-Tel Conference, Luxembourg, 6.–8. 4. 2016 (1)
2. Jani Bizjak, Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), New York, ZDA, 9.–15. 7. 2016 (3)
3. Jani Bizjak, Božidara Cvetković, Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Hristijan Gjoreski, Martin Gjoreski, Anton Gradišek, Tomaž Kompara, Mitja Luštrek, Miha Mlakar, Tomaž Šef, Aleš Tavčar, Tea Tušar, Jernej Zupančič, 19. mednarodna multikonferenca Informacijska družba (IS), Ljubljana, Slovenija, 10.–14. 10. 2016 (17)
4. Jani Bizjak, delovni sestanek projekta IN LIFE, Halkidiki, Grčija, 14.–16. 9. 2016
5. Jani Bizjak, Konferenca Healthday, Ljubljana, 14. 10. 2016 (1)
6. Jani Bizjak, 1. srečanje projekta HoCare, Dolsko, 7. 12. 2016
7. Jani Bizjak, Anton Gradišek, delovni sestanek projekta IN LIFE, 14.–16. 12. 2016, Dunaj, Avstrija
8. Božidara Cvetković, projektni sestanek Fit4work, Poznanj, Poljska, 1.–6. 2. 2016
9. Božidara Cvetković, Mitja Luštrek, projektni sestanek Fit4work, Poznanj, Poljska, 17.–27. 4. 2016
10. Božidara Cvetković, Matjaž Gams, Janko Vito, Martin Gjoreski, European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2016), 29. 8.–2. 9. 2016, Haag, Nizozemska (2)
11. Božidara Cvetković, Martin Gjoreski, The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp 2016), Heidelberg, Nemčija, 12.–16. 9. 2016 (2)
12. Božidara Cvetković, AAL Forum, St. Gallen, Švica, 26.–29. 9. 2016
13. Erik Dovgan, Mitja Luštrek, sestanek projekta HEARTMAN, Capo Peloro, Messina, Sicilija, 19.–22. 6. 2016
14. Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, Vesna Koricki, Seventh International Conference on Bioinspired Optimization Methods and their Applications (BIOMA 2016), Bled, 18.–20. 5. 2016 (2)
15. Erik Dovgan, delavnica o simulatorju vožnje SCANer Studio, Pariz, Francija, 8.–10. 6. 2016
16. Erik Dovgan, Lecture Series SET-235: Radar and SAR Systems for Airborne and Space-Based Surveillance and Reconnaissance, Ljubljana, 27.–28. 10. 2016
17. Erik Dovgan, Bilateralni raziskovalni dan Italija–Slovenija, Padriče, Trst, Italija, 15. 11. 2016
18. Erik Dovgan, Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, 29. delavnica Algoritmi po vzorih iz narave (AVN), Maribor, 2. 12. 2016 (1)
19. Bogdan Filipič, obisk na Istituto Nazionale di Astrofisica, INAF, Trst, Italija, 11. 1. 2016 (1)
20. Bogdan Filipič, Tea Tušar, začetni sestanek projekta SYNERGY, Ljubljana, 10.–11. 2. 2016
21. Bogdan Filipič, Tea Tušar, delavnica Surrogate-Assisted Multi-Criteria Optimization, SAMCO, Leiden, Nizozemska, 29. 2.–4. 3. 2016
22. Bogdan Filipič, sestanek projekta Artemis COPCAMS, Ljubljana, 18. 4. 2016, in Idrija, 19. 4. 2016
23. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, 28. slovenska delavnica Algoritmi po vzorih iz narave, AVN, Bled, 18. 5. 2016
24. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, sestanek projekta in izobraževanje SYNERGY, Bled, 18.–20. 5. 2016
25. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, začetni sestanek slovensko-japonskega projekta Advanced methodology of evolutionary multi- and many-objective optimization for real-world applications, Ljubljana, 23. 5. 2016
26. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Jernej Zupančič, sestanek projekta in izobraževanje SYNERGY, Gummersbach, Nemčija, 16.–17. 6. 2016
27. Bogdan Filipič, Tea Tušar, Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2016, Denver, ZDA, 20.–24. 7. 2016 (8)
28. Bogdan Filipič, IEEE World Congress on Computational Intelligence, IEEE WCCI 2016, Vancouver, Kanada, 24.–29. 7. 2016
29. Bogdan Filipič, Tea Tušar, 14th International Conference Parallel Problem Solving from Nature, PPSN 2016, Edinburg, Velika Britanija, 17.–21. 9. 2016
30. Bogdan Filipič, Tea Tušar, sestanek projekta SYNERGY, Edinburg, Velika Britanija, 19. 9. 2016
31. Bogdan Filipič, zaključni sestanek in ocenjevanje projekta Artemis COPCAMS, Bruselj, 27.–28. 9. 2016
32. Bogdan Filipič, Tea Tušar, obisk na Univerzi Shinshu, Nagano, Japonska, 14.–23. 10. 2016 (1)
33. Matjaž Gams, Lana Zemljak, Jernej Zupančič, delovni sestanek za Interreg AS-ITIC, Maribor, 24. 6. 2016
34. Hristijan Gjoreski, projektni sestanek IN LIFE, Enschede, Nizozemska, 26.–29. 1. 2016
35. Hristijan Gjoreski, ocenjevalni sestanek IN LIFE, Bruselj, Belgija, 16.–19. 3. 2016
36. Hristijan Gjoreski, Anton Gradišek, IE 2016, The 12th International Conference on Intelligent Environments, London, Velika Britanija, 14.–16. 9. 2016
37. Hristijan Gjoreski, International Conference on Informatics and Information Technologies, CIIT2016, Bitola, Makedonija, 8. 5. 2016
38. Hristijan Gjoreski, dogodek Innovat&Match 2016, Bologna, Italija, 8.–10. 6. 2016
39. Hristijan Gjoreski, predavanje na Univerzi v Bristolu, Bristol, Velika Britanija, 28.–30. 9. 2016
40. Anton Gradišek, 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry and International Meeting on Materials Science for Energy Related Applications, 29.–30. 9. 2016, Beograd, Srbija (1)
41. Anton Gradišek, Vito Janko, 1. nacionalna konferenca o prehrani in telesni dejavnosti za zdravje z mednarodno udeležbo S povezovanjem do skupnih ciljev, Kongresni center Brdo, Brdo, 17. 10. 2016 (1)
42. Anton Gradišek, 2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu, Poklukarjevi dnevi, Ljubljana, 25. 10. 2016 (1)
43. Damjan Kužnar, delavnica Interreg V-A Slovenija-Avstrija, Celovec, Avstrija, 13. 6. 2016
44. Mitja Luštrek, projektni sestanek, Delft, Nizozemska, 24.–26. 1. 2016
45. Mitja Luštrek, projektni sestanek predloga H2020 Corvasc-EU, Gent, Belgija, 1.–2. 2. 2016
46. Mitja Luštrek, sestanek projekta Fit4Work, Poznanj, Poljska, 2.–6. 2. 2016
47. Mitja Luštrek, Informativni dan AAL, Bruselj, Belgija, 7.–8. 3. 2016
48. Mitja Luštrek, ICT Proposers' Day, Bratislava, Slovaška, 26.–27. 9. 2016
49. Mitja Luštrek, dogovarjanje za projekt H2020, Milano, Italija, 1. 12. 2016
50. Rok Piltaver, BeeScala, vabljen predavanje: Get a Spark from your Data, Ljubljana, 25.–26. 11. 2016
51. Tomaž Šef, INTERSPEECH 2016, Understanding Speech Processing in Humans and Machines, San Francisco, ZDA, 8.–12. 9. 2016
52. Aleš Tavčar, projektni sestanek in izobraževanje eHeritage, Pisa, Italija, 13.–14. 1. 2016
53. Aleš Tavčar, projektni sestanek in končna predstavitev projekta ACCUS, Gdansk, Poljska, 20.–22. 1. 2016

54. Aleš Tavčar, Digital economy ter Living bits and things, Bled, 20. 6. 2016
55. Aleš Tavčar, ARTEMIS Technology Conference 2016, Madrid, Španija, 4.–6. 10. 2016
56. Aleš Tavčar, Delavnica eHeritage, 19. mednarodna multikonferenca Informacijska družba, IS 2016, Ljubljana, 12. 10. 2016
57. Tea Tušar, sestanek projekta in izobraževanje SYNERGY, Dortmund, Nemčija, 19.–21. 12. 2016
58. Jernej Zupančič, začetni sestanek in delavnice projekta Avstrijsko-slovenski inteligentni turistično-informacijski center (AS-ITIC), Ljubljana, 26. 9. 2016 (1)
59. Jernej Zupančič, Vesna Koricki, delavnica Interreg, Ptuj, 14. 11. 2016

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Erik Dovgan: Nacionalni inštitut za astrofiziko (INAF), Astronomski observatorij v Trstu (OATS), Trst, Italija, 1. 2. 2015–31. 1. 2016 (podoktorsko usposabljanje)
2. Tea Tušar: INRIA, Lille – Nord Europe, Francija, 1. 8. 2015–31. 7. 2016 (podoktorsko usposabljanje)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. prof. dr. Ivan Bratko\*, znanstveni svetnik
2. doc. dr. Aleš Dobnikar\*
3. prof. dr. Bogdan Filipič, pomočnik vodje odseka
4. **prof. dr. Matjaž Gams, znanstveni svetnik - vodja odseka**
5. dr. Anton Gradišek
6. dr. Mitja Luštrek
7. dr. Tomaž Šef

### Podoktorski sodelavci

8. dr. Erik Dovgan\*
9. *dr. Hristijan Gjoreski, začasna prekinitev 1. 12. 2016*
10. dr. Matej Guid
11. dr. Boštjan Kaluža
12. dr. Miha Mlakar
13. dr. Aleksander Pivk\*
14. dr. Tea Tušar
15. *dr. Vedrana Vidulin, 11. 11. 2016 razporeditev v odsek E8*

### Mlajši raziskovalci

16. Jani Bizjak, mag. inž. rač. mat.
17. mag. Robert Blatnik
18. Božidara Cvetković, univ. dipl. inž. rač. in inf.
19. Martin Gjoreski, diplomiran inženir po elektrotehniki i informacijski tehnologiji, R. Makedonija
20. Vito Janko, mag. inž. rač. mat.
21. Tomaž Kompara\*, univ. dipl. inž. el.
22. dr. Jana Krivec\*
23. Damjan Kužnar, univ. dipl. inž. rač. in inf.
24. *Martin Pečar, univ. dipl. mat., 1. 12. 2016 razporeditev v odsek E7*
25. dr. Rok Piltaver\*
26. Aleš Tavčar, univ. dipl. inž. rač. in inf.
27. Jernej Zupančič, mag. mat.

### Strokovni sodelavci

28. *Martin Frešer, dipl. mat. (UN), odšel 1. 10. 2016*
29. Gregor Grasselli, dipl. mat. (UN)
30. *Matej Kребelj, dipl. inž. rač. in inf., odšel 13. 2. 2016*
31. Jure Šorn, dipl. inž. rač. in inf.
32. Aljoša Vodopija, dipl. mat. (UN)

### Tehniški in administrativni sodelavci

33. Grigory Evseev, informatik - ekonomist po specialnosti, Uporabna matematika, Ruska Federacija
34. Vesna Koricki, dipl. org. tur.
35. Mitja Lasič
36. Liljana Lasič
37. Blaž Mahnič, dipl. inž. rač. in inf.
38. Pavel Maslov, mag. tehnike in tehnologije, Ruska Federacija
39. Lana Zemljak

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Academic Computer Centre CYFRONET AGH, Krakov, Poljska
2. Akademia Wychowania Fizycznego AWF, University Poland, Wroclaw, Poljska
3. Amebis, d. o. o., Kamnik
4. Application Solutions (Electronics and Vision), East Sussex, Velika Britanija
5. Aselsan Electronics Industry, Ankara, Turčija
6. ATOS Spain SA., Madrid, Španija
7. Byte Computer SA, Atene, Grčija
8. CAMEA spol. s. r. o., Brno, Češka
9. Cinkarna Celje, d. d., Ljubljana
10. Cologne University of Applied Sciences (TH Köln), Gummersbach, Nemčija
11. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives-CEA, Pariz, Francija
12. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rim, Italija
13. Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Danska

14. Datalogic Automation DLA, Bologna, Italija
15. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, DFKI, Kaiserslautern, Nemčija
16. Doktor24, d. o. o., Ljubljana
17. Dresden University of Technology, Dresden, Nemčija
18. Dublin City University, Dublin, Irska
19. Elgoline, d. o. o., Podskrajnik
20. Energie Baden, Württemberg AG (EnBW), Karlsruhe, Nemčija
21. Evropska komisija, Bruselj, Belgija
22. FOI Swedish Defence Research Agency, Stockholm, Švedska
23. Gdansk University of Technology, Gdansk, Poljska
24. General Hospital of Thessaloniki, Solun, Grčija
25. Ghent University
26. Haute Ecole Specialisee de Suisse Occidentale, HES-SO, Delémont, Švica
27. Hoxville Oy, Jyväskylä, Finska
28. INEA-Informatizacija, energetika, avtomatizacija, d. o. o., Ljubljana
29. INRIA Lille-Nord Europe, Lille, Francija
30. Instalaciones Inabensa S. A., Sevilja, Španija
31. Institut national de recherche en informatique et automatique INRIA, Le Chesnay Cedex, Francija
32. Institute of Bioorganic Chemistry, Poznań, Poljska
33. Intech-les, razvojni center, d. o. o., Unec
34. International Center for Numerical Methods in Engineering, Barcelona, Španija
35. Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Osservatorio Astronomico di Trieste, Trst, Italija
36. Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Ljubljana
37. Javni zavod RS za varstvo kulturne dediščine, Restavratorski center, Ljubljana
38. Kolektor Group, d. o. o., Idrija
39. Lotrič, d. o. o., Selca
40. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
41. Mestna občina Ljubljana, Ljubljana
42. Mega Electronics Ltd, Cambridge, Velika Britanija
43. MLS Multimedia AE, Solun, Grčija
44. SenLab, d. o. o., Ljubljana
45. Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), Delft, Nizozemska
46. Open University in the Netherlands, Heerlen, Nizozemska
47. Other Side Mirror S. L., Mataró, Španija
48. Philips Lighting B. V. PHL, Eindhoven, Nizozemska
49. Poznań Supercomputing and Networking Center, Poznań, Poljska
50. Queen Mary University of London, London, Velika Britanija
51. Osnovna šola Dob, Dob
52. Result računalniški sistemi, d. o. o., Ljubljana
53. Robotina, d. o. o., Kozina
54. Roessingh Research and Development BV (RRD), Enschede, Nizozemska
55. SAP AG, Walldorf, Nemčija
56. SC Teamnet International SA, Bukarešta, Romunija
57. SGS Tecnos S. A., Madrid, Španija
58. Sheffcare Ltd, Sheffield, Velika Britanija
59. SGS SINERCO, Gijón, Španija
60. Smart Com, d. o. o., Ljubljana
61. Stichting Trivium Meulenbelt Groep, Borne, Nizozemska
62. STMicroelectronics, Grenoble, Francija
63. Sveučilište u Rijeci, Odjel za informatiku, Reka, Hrvaška
64. Špica International, d. o. o., Ljubljana
65. Store Steel, d. o. o., Štore
66. Technische Universiteit Delft, Delft, Nizozemska
67. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska
68. Thales Communications & Securit, Gennevilliers, Francija
69. Thales Research & Technology, West Berkshire, Velika Britanija
70. UnieKBO, Hertogenbosch, Nizozemska
71. Universidad Politecnica de Madrid (UPM), Madrid, Španija
72. Università degli Studi di Salerno, Fisciano, Italija
73. Università di Modena e Reggio Emilia, Modena, Italija
74. Università di Roma La Sapienza, Rim, Italija
75. Università di Udine, Videm, Italija
76. University of Aalborg, Aalborg, Danska
77. University of Eastern Finland, Joensuu, Finska
78. University of Klagenfurt, Celovec, Avstrija
79. University of Leuven - KU Leuven, Leuven, Belgija
80. University of Paris Sud XI, Pariz, Francija

81. University of Rostock, Institute for Biostatistics and Informatics in Medicine and Ageing Research, Rostock, Nemčija  
 82. University of Southern California, Los Angeles, ZDA  
 83. University Lille 1, Lille, Francija  
 84. Univerza na Primorskem, Fakulteta za turistične študije – Turistica, Portorož  
 85. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana  
 86. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana  
 87. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana  
 88. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana  
 89. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana  
 90. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana  
 91. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor  
 92. Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj  
 93. Univerza v Novi Gorici, Poslovnotehniška fakulteta, Nova Gorica  
 94. Virtualware, Bizkaia, Španija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

- Franci Bajd, Anton Gradišek, Tomaž Apih, Igor Serša, "Dry-cured ham tissue characterization by fast field cycling NMR relaxometry and quantitative magnetization transfer", *Magn. reson. chem.*, vol. 54, no. 10, str. 827-834, 2016. [COBISS.SI-ID 29526311]
- Božidara Cvetković, Hristijan Gjoreski, Vito Janko, Boštjan Kaluža, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, Igor Jurinčič, Anton Gosar, Simon Kerma, Gregor Balažič, "E-tourist: an intelligent personalised trip guide", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 4, str. 447-455, 2016. [COBISS.SI-ID 30197287]
- Božidara Cvetković, Vito Janko, Alfonso E. Romero, Özgür Kafali, Kostas Stathis, Mitja Luštrek, "Activity recognition for diabetic patients using a smartphone", *J. med. syst.*, vol. 40, no. 12, str. 256-1-256-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29842471]
- Božidara Cvetković, Radoje Milić, Mitja Luštrek, "Estimating energy expenditure with multiple models using different wearable sensors", *IEEE j. biomed. health inform.*, vol. 20, no. 4, str. 1081-1087, 2016. [COBISS.SI-ID 29628455]
- Valentina Domenici, Anton Gradišek, Tomaž Apih, Věra Hamplová, Vladimíra Novotná, Pedro José Sebastião, "<sup>1</sup>H NMR relaxometry in the TGBA\* and TGBC\* phases", *Ferroelectrics*, vol. 495, iss. 1, str. 17-27, 2016. [COBISS.SI-ID 29359655]
- Matjaž Gams, Eva Černič, Angelo Montanari, "A temporal perspective on the paradox of pinocchio's nose", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 3, str. 365-368, 2016. [COBISS.SI-ID 30191143]
- Martin Gjoreski, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, "How accurately can your wrist device recognize daily activities and detect falls?", *Sensors*, vol. 16, no. 6, str. 800-1-800-21, 2016. [COBISS.SI-ID 29527591]
- Anton Gradišek, Valentina Domenici, Tomaž Apih, Vladimíra Novotná, Pedro José Sebastião, "<sup>1</sup>H NMR relaxometric study of molecular dynamics in a "de vries" liquid crystal", *J. phys. chem., B Condens. mater. surf. interfaces biophys.*, vol. 120, iss. 20, str. 4706-4714, 2016. [COBISS.SI-ID 29460775]
- Anton Gradišek, Lars Haahr Jepsen, Torben R. Jensen, Mark S. Conradi, "Nuclear magnetic resonance study of molecular dynamics in ammine metal borohydride Sr(BH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 120, no. 43, str. 24646-24654, 2016. [COBISS.SI-ID 29842727]
- Vito Janko, Matej Guid, "A program for Progressive chess", *Theor. comp. sci.*, vol. 644, str. 76-91, Sep. 2016. [COBISS.SI-ID 1537028035]
- Aljaž Kramberger, Rok Piltaver, Bojan Nemeč, Matjaž Gams, Aleš Ude, "Learning of assembly constraints by demonstration and active exploration", *Ind. rob.*, vol. 43, no. 5, str. 524-534, 2016. [COBISS.SI-ID 29708071]
- Jana Krivec, "How to approach a migrant: a psychosocial view", *Research in social change*, no. 8, iss. 1, str. 79-102, Jan. 2016. [COBISS.SI-ID 4652283]
- Damjan Kužnar, Aleš Tavčar, Jernej Zupančič, Mihai Duguleana, "Virtual assistant platform", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 3, str. 285-289, 2016. [COBISS.SI-ID 30108199]
- Rob Patro et al. (14 avtorjev), "A computational method for designing diverse linear epitopes including citrullinated peptides with desired binding affinities to intravenous immunoglobulin", *BMC bioinformatics*, vol. 17, str. 155-13-155-13, 2016. [COBISS.SI-ID 29446439]
- Rok Piltaver, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, Sanda Martinčič-Ipšič, "What makes classification trees comprehensible?", *Expert syst. appl.*, vol. 62, str. 333-346, 2016. [COBISS.SI-ID 29591847]

- Aleš Tavčar, Csaba Antonya, Valentin Butila, "Recommender system for virtual assistant supported museum tours", *Informatica (Ljublj.)*, vol. 40, no. 3, str. 279-284, 2016. [COBISS.SI-ID 30107943]
- Niki Veček, Marjan Mernik, Bogdan Filipič, Matej Črepinšek, "Parameter tuning with Chess Rating System (CRS-Tuning) for meta-heuristic algorithms", *Inf. sci.*, vol. 372, str. 446-469, Dec. 2016. [COBISS.SI-ID 19750166]
- Jure Žabkar, Ivan Bratko, Janez Demšar, "Extracting qualitative relations from categorical data", *Artif. intell.*, vol. 239, str. 54-69, Oct. 2016. [COBISS.SI-ID 1537020611]

## STROKOVNI ČLANEK

- Anton Gradišek, Gašper Slapničar, Jure Šorn, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, Janez Grad, "Spletna aplikacija za prepoznavanje čmrljev na podlagi zvoka", *Proteus*, letn. 79, [št.] 2, str. 78-82, okt. 2016. [COBISS.SI-ID 63036770]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

- Csaba Antonya, Silviu Butnariu, Matjaž Gams, "Haptic interface design for experiencing ancient works", V: *Delavnica e-Heritage: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11.-12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek F*, str. 16-19. [COBISS.SI-ID 29891111]
- Anne Auger, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, Dejan Tušar, Tea Tušar, Tobias Wagner, "Benchmarking MATLAB's gamultiobj (NSGA-II) on the bi-objective BBOB-2016 test suite", V: *GECCO comp'16: proceeding of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, July 20-24, 2016, Denver, Colorado, USA*, str. 1233-1239. [COBISS.SI-ID 29996071]
- Anne Auger, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, Dejan Tušar, Tea Tušar, Tobias Wagner, "Benchmarking RM-MEDA on the bi-objective BBOB-2016 test suite", V: *GECCO comp'16: proceeding of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, July 20-24, 2016, Denver, Colorado, USA*, str. 1241-1247. [COBISS.SI-ID 29996327]
- Anne Auger, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, Dejan Tušar, Tea Tušar, Tobias Wagner, "Benchmarking the pure random search on the bi-objective BBOB-2016 testbed", V: *GECCO comp'16: proceeding of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, July 20-24, 2016, Denver, Colorado, USA*, str. 1217-1223. [COBISS.SI-ID 29995559]
- Anne Auger, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, Dejan Tušar, Tea Tušar, Tobias Wagner, "The impact of search volume on the performance of RANDOMSEARCH on the bi-objective BBOB-2016 test suite", V: *GECCO comp'16: proceeding of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, July 20-24, 2016, Denver, Colorado, USA*, str. 1257-1264. [COBISS.SI-ID 29996583]
- Anne Auger, Dimo Brockhoff, Nikolaus Hansen, Dejan Tušar, Tea Tušar, Tobias Wagner, "The impact of variation operators on the performance of SMS-EMOA on the bi-objective BBOB-2016 test suite", V: *GECCO comp'16: proceeding of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, July 20-24, 2016, Denver, Colorado, USA*, str. 1225-1232. [COBISS.SI-ID 29995815]
- Jan Bizjak, Hristijan Gjoreski, Matjaž Gams, "Deep learning for diagnosing heart problems from ECG signals", V: *BOOM 2016, 1st International Workshop on Biomedical Informatics with Optimization and Machine Learning in conjunction, BOOM 2016, with 25th International joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), July 9, 2016, New York, USA*, 1 str. [COBISS.SI-ID 29761063]

8. Jani Bizjak, Hristijan Gjoreski, Matjaž Gams, "Pametna ura za starejše", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 10-13.* [COBISS.SI-ID 29882151]
9. Jani Bizjak, Hristijan Gjoreski, Matjaž Gams, "Projekt IN LIFE v Sloveniji", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 7-9.* [COBISS.SI-ID 29881895]
10. Martin Bonchanoski, Hristijan Gjoreski, Jani Bizjak, Matjaž Gams, "Smartwatch fall detection", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 17-20.* [COBISS.SI-ID 29882407]
11. Božidara Cvetković, Martin Gjoreski, Martin Frešer, Michał Kosiedowski, Mitja Luštrek, "Monitoring and management of physical, mental and environmental stress at work", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 13-16.* [COBISS.SI-ID 29859367]
12. Božidara Cvetković, Vito Janko, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, Tanja Kajtna, Boro Štrumbelj, "Mobile application to stimulate physical activity in schoolchildren", V: *IE 2016, The 12th International Conference on Intelligent Environments, 14-16 September 2016, London, United Kingdom, str. 206-209.* [COBISS.SI-ID 29774887]
13. Božidara Cvetković, Urška Pangerc, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, "Monitoring patients with diabetes using wearable sensors: predicting glycaemias using ECG and respiration rate", V: *Proceedings, 1st ECAI Workshop on Artificial Intelligence for Diabetes, AID, at the 22nd European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2016), 30 August 2016, The Hague, Holland, str. 18-21.* [COBISS.SI-ID 29723431]
14. Božidara Cvetković, Aljoša Vodopija, Drago Rudel, Zdravko Balorda, Mitja Luštrek, "Hospitalisation prediction from telemonitoring data in congestive heart failure patients", V: *Workshop on Knowledge Discovery in Healthcare Data [in conjunction with] 25th International joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), July 9, 2016, New York, USA, 1st International Workshop on Biomedical Informatics with Optimization and Machine Learning in conjunction, BOOM 2016, with 25th International joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), July 9, 2016, New York, USA, 7 str..* [COBISS.SI-ID 29875495]
15. Erik Dovgan, "Multiobjective discovery of driving strategies using the SCANer Studio", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 21-24.* [COBISS.SI-ID 29859623]
16. Martin Frešer, Božidara Cvetković, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, "Anticipatory system for T-H-C dynamics in room with real and virtual sensors", V: *UbiComp 2016: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September 12-16, 2016, Heildeberg, Germany, str. 1267-1274.* [COBISS.SI-ID 29776423]
17. Martin Frešer, Božidara Cvetković, Anton Gradišek, Mitja Luštrek, "An intelligent system to improve T-H-C parameters at the workplace", V: *UbiComp 2016: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September 12-16, 2016, Heildeberg, Germany, str. 61-64.* [COBISS.SI-ID 29776679]
18. Matjaž Gams, "Man vs. computer", V: *Kognitivna znanost: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 13. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek B, str. 12-15.* [COBISS.SI-ID 29867303]
19. Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, "Elektronsko in mobilno zdravje: opis in struktura projekta", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 39-42.* [COBISS.SI-ID 29882663]
20. Hristijan Gjoreski, Jani Bizjak, Matjaž Gams, "Using smartwatch as telecare and fall detection device", V: *IE 2016, The 12th International Conference on Intelligent Environments, 14-16 September 2016, London, United Kingdom, str. 242-245.* [COBISS.SI-ID 29775143]
21. Hristijan Gjoreski, Jani Bizjak, Martin Gjoreski, Matjaž Gams, "Comparing deep and classical machine learning methods for human activity recognition using wrist accelerometers", V: *Proceedings of the Twenty-Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence, ICAI 2016, 9-15 July 2016, New York, USA, 7 str..* [COBISS.SI-ID 29760551]
22. Martin Gjoreski, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, "Continuous live stress monitoring with a wristband", V: *ECAI 2016: 22nd European Conference on Artificial Intelligence, including Prestigious Applications of Artificial Intelligence (PAIS 2016), 29 August-2 September 2016, The Hague, The Netherlands, (Frontiers in artificial intelligence and applications, volume 285), str. 1803-1804.* [COBISS.SI-ID 29932583]
23. Martin Gjoreski, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, "Continuous stress detection using a wrist device: in laboratory and real life", V: *UbiComp 2016: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September 12-16, 2016, Heildeberg, Germany, str. 1185-1193.* [COBISS.SI-ID 29932839]
24. Martin Gjoreski, Vito Janko, Hristijan Gjoreski, Božidara Cvetković, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, "Activity and stress monitoring using smartphone and wrist device", V: *Zbornik & stress studentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str.154-164.* [COBISS.SI-ID 29538343]
25. Martin Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams, "Machine learning method for stress detection with an EEG device", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 56-59.* [COBISS.SI-ID 29861159]
26. Janez Grad, Anton Gradišek, Matjaž Gams, "Čmrliji: pašna dejavnost in zvok brenčanja: daily foraging behavior and buzzing sounds", V: *Zbornik referatov, 2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu [tudi] Poklukurjevi dnevi, Ljubljana, 25. oktober 2016, str 18-23.* [COBISS.SI-ID 29914151]
27. Anton Gradišek, Jani Bizjak, Matjaž Gams, "Platforma za prepoznavanje in klasifikacije različnih tipov zvokov", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 46-48.* [COBISS.SI-ID 29883175]
28. Anton Gradišek, Andraž Kocjan, Miha Mlakar, "Ali nam metode strojnega učenja lahko pomagajo pri načrtovanju novih visokoentropijskih zlitin?", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 25-27.* [COBISS.SI-ID 29859879]
29. Borut Grošičar, Tomaž Kompara, Vladimir Cindro, Jose Bernabeu Verdu, "Integracija elementov na osnovi poliamida in alu substrata CCL v bivanjsko okolje", V: *Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov, (Ventil, Posebna številka, 2016, okt.), str. 123-128.* [COBISS.SI-ID 15118619]
30. Vito Janko, Mitja Luštrek, "Markov chain model for energy-efficient context recognition", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 28-31.* [COBISS.SI-ID 29860135]
31. Cristina Knapic, A. Zanichelli, Erik Dovgan, M. Nanni, M. Stagni, S. Righini, Nada Sponza Mimica, F. Bedosti, A. Orlati, Riccardo Smareglia, "Radio data archiving system", V: *Software and Cyberinfrastructure for Astronomy IV: 26-30 June 2016, Edinburgh, (Proceedings of SPIE, vol. 9913), str. 99132D-1-99132D-15.* [COBISS.SI-ID 29923111]
32. Tanja Knific, Tadej Malovrh, Marko Potočnik, Matija Pretnar, Milica Krković, Aljoša Vodopija, Jasna Prezelj-Perman, "Modeliranje širjenja kužnih bolezni: primer boleznih modrakostnega jezika v Sloveniji", V: *6. Slovenski veterinarski kongres 2016: Portorož, 2. -3. December 2016, (Slovenian veterinary research, Vol. 53, suppl. 17, 2016), str. 73-77.* [COBISS.SI-ID 4225914]
33. Toni Lunka, Hristijan Gjoreski, Mihai Duguleana, "Inteligentni upravljaljski in nadzorni sistem za bivanjske rešitve v objektih", V: *Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov, (Ventil, Posebna številka, 2016, okt.), str. 113-116.* [COBISS.SI-ID 15118107]
34. Mitja Luštrek, Erik Dovgan, Aljoša Vodopija, Marko Bohanec, Anneleen Baert, Sofie Pardaens, Els Clays, "Aplikacija za pomoč pri telesni vadbi bolnikov s srčnim popuščanjem", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 61-62.* [COBISS.SI-ID 29883431]
35. Tadej Magajna, Jani Bizjak, Hristijan Gjoreski, Matjaž Gams, "IN LIFE web portal for care-giver support", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 63-64.* [COBISS.SI-ID 29883687]
36. Gabriel Boboc Răzvan, Florin Grbacia, Aleš Tavčar, Eugen Butilă, "Reviving the memory of demolished buildings using Augmented Reality", V: *Delavnica e-Heritage: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11.-12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek F, str. 5-8.* [COBISS.SI-ID 29890855]
37. Tomaž Šef, "Sinteza slovenskega govora na mobilni platformi Android", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne*

- multikonferenca Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 48-51. [COBISS.SI-ID 29860647]
38. Domen Šoberl, Ivan Bratko, "Unified approach to qualitative motion planning in dynamic environments", V: *Qualitative reasoning*, 2016, str. 117-124. [COBISS.SI-ID 1537054147]
39. Vesna Švab, Jana Krivec, Kristina Voda, "How to reduce stigma and discrimination of people with mental health problems within educational process", V: *Izboljševanje procesov učenja in poučevanja v visokošolskem izobraževanju: zbornik konference: conference proceedings*, 2016, str. 74-80. [COBISS.SI-ID 4478715]
40. Aleš Tavčar, Csaba Antonya, Eugen Butilā, Matjaž Gams, "Providing recommendations for virtual museum tours using intelligent assistants", V: *Delavnica e-Heritage: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11.-12. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek F, str. 24-26. [COBISS.SI-ID 29891367]
41. Aleš Tavčar, Csaba Antonya, Gabriel Boboc Rāzvan, Leon Noe Jovan, Matjaž Gams, "Computer-generated knowledge base for virtual assistants", V: *Delavnica e-Heritage: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11.-12. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek F, str. 31-32. [COBISS.SI-ID 29891623]
42. Aleš Tavčar, Damjan Kužnar, Csaba Antonya, Matjaž Gams, "A web framework for the creation of virtual assistants for municipalities", V: *Delavnica e-Heritage: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 11.-12. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek F, str. 37-39. [COBISS.SI-ID 29891879]
43. Aleš Tavčar, Jure Šorn, Matjaž Gams, "Platforma za pametna mesta", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 84-86. [COBISS.SI-ID 29884455]
44. Tea Tušar, Bogdan Filipič, "Performance of the DEMO algorithm on the bi-objective BBOB test suite", V: *GECCO comp'16: proceeding of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, July 20-24, 2016, Denver, Colorado, USA*, str. 1249-1256. [COBISS.SI-ID 29995303]
45. Tea Tušar, Bogdan Filipič, "Showing the knee of a 4-D Pareto front approximation via different visualization methods", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 52-55. [COBISS.SI-ID 29860903]
46. Tea Tušar, Klemen Gantar, Bogdan Filipič, "The pitfalls of overfitting in optimization of a manufacturing quality control procedure", V: *Bioinspired optimization methods and their applications: proceedings of the Seventh International Conference on Bioinspired Optimization Methods and their Applications - BIOMA 2016, 18-20 May 2016, Bled, Slovenia*, str. 241-253. [COBISS.SI-ID 29996839]
47. Aljoša Vodopija, Božidar Cvetković, Mitja Luštrek, Drago Rudel, Zdravko Balorda, "Napovedovanje hospitalizaciji pri bolnikih s srčnim popuščanjem iz podatkov telespremljanja", V: *Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 10.-11. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek G, str. 89-92. [COBISS.SI-ID 29884711]
48. Jernej Zupančič, Damjan Kužnar, Matjaž Gams, "Model selection on the JSI grid: Metis use-case", V: *Slovenska konferenca o umetni inteligenci: zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2016, 12. oktober 2016*, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek A, str. 44-47. [COBISS.SI-ID 29860391]
49. Jerneja Žganec Gros, Boštjan Vesnicer, Simon Rozman, Peter Holozan, Tomaž Šef, "Sintetizator govora za slovenščino eBralec", V: *Zbornik konference Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika, 29. september - 1. oktober 2016, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*, str. 180-185. [COBISS.SI-ID 30148647]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Ivan Bratko, Dayana Hristova, Matej Guid, "Search versus knowledge in human problem solving: a case study in chess", V: *Model-based reasoning in science and technology: logical, epistemological, and cognitive issues*, (Studies in applied philosophy, epistemology and rational ethics, vol. 27), Lorenzo Magnani, ur., Claudia Casadio, ur., [S. l.], Springer, cop. 2016, str. 569-583. [COBISS.SI-ID 1537045955]

## SAMOSTOJNI STROKOVNI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Matjaž Gams, Roman Trobec, Zvezdan Pirtošek, "Struktura EMZ EkoSMART", V: *Bela knjiga EMZ EkoSMART*, Zvezdan Pirtošek, ur., et al, Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 5-10. [COBISS.SI-ID 30246695]

## ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Azlan Iqbal, Matej Guid, Simon Colton, Jana Krivec, Shazril Azman, Boshra Haghghi, *The digital synaptic neural substrate: a new approach to computational creativity*, (Springer briefs in cognitive computation), [S. l.], Springer, cop. 2016. [COBISS.SI-ID 1536797123]
2. Boštjan Kaluža, *Machine learning in Java: design, build, and deploy your own machine learning applications*, Birmingham, Packt Publishing, 2016. [COBISS.SI-ID 29527079]

## PATENTNA PRIJAVA

1. Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, *Method and system for detecting a person driving a vehicle while using a mobile computing device*, GB2528877 (A), Intellectual Property Office, 02. 10. 2016. [COBISS.SI-ID 27884071]

## PATENT

1. Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, *Metoda in sistem za zaznavo osebe, ki vozi vozilo in hkrati uporablja prenosno računalniško napravo*, SI24796 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 29. 02. 2016. [COBISS.SI-ID 27884071]

## MENTORSTVO

1. Rok Piltaver, *Gradnja razumljivih in točnih klasifikatorjev z algoritmi za iskanje zakonitosti v podatkih: doktorska disertacija*, Ljubljana, 2016 (mentor Matjaž Gams; somentor Mitja Luštrek). [COBISS.SI-ID 286829056]
2. Martin Gjoreski, *Stalno spremljanje stresa z zapestnico in pametnim telefonom: magistrsko delo*, Ljubljana, 2016 (mentor Matjaž Gams; somentor Mitja Luštrek). [COBISS.SI-ID 29919015]
3. Martin Frešer, *Analiza in napovedovanje ambientalnih podatkov s pomočjo modelov strojnega učenja ter gradnja priporočilnega sistema za boljše okolje na delovnem mestu: magistrsko delo (bolonjski študij)*, Ljubljana, 2016 (mentor Dejan Lavbič; somentor Mitja Luštrek). [COBISS.SI-ID 17765209]
4. Leon Noe Jovan, *Priprava podatkov za občinskega virtualnega asistenta s pomočjo strojnega učenja: magistrsko delo (bolonjski študij)*, Ljubljana, 2016 (mentor Matjaž Kukar; somentor Matjaž Gams). [COBISS.SI-ID 1537011139]



*V Odseku za reaktorsko tehniko potekajo osnovne in aplikativne raziskave s področja jedrske tehnike in varnosti. Raziskave zajemajo: modeliranje osnovnih termo-hidrodinamičnih pojavov, termohidravlične varnostne analize projektnih in resnih nezgod, trdnostne varnostne analize in verjetnostne varnostne analize. Večina raziskav je vključenih 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

Raziskovali smo prenos toplote v turbulentnem toku in pri tem izvajali direktne numerične simulacije z uporabo metode spektralnih elementov in odprtokodnega programa nek5000. Simulacije v okviru Evropskega projekta SESAME, katerega tema je termohidravlika tekočih kovin, izvajamo v geometriji toka čez stopnico. Robni pogoji na vstopu v računsko domeno so polno razvit turbulentni tok, ki ga generiramo z „metodo recikliranja“, medtem ko je za robni pogoj na izstopu uporabljena metoda, ki preprečuje povratni tok v računsko domeno.

Nadaljevali smo preučevanje koncepta hlajenja plošče s plinastimi curki. Na osnovi rezultatov numeričnih simulacij z metodo velikih vrtincev (Large Eddy Simulation - LES) izbranega eksperimenta z več turbulentnimi curki smo analizirali in razložili osnovne mehanizme trenutnega prenosa toplote.

Vežani prenos toplote smo prav tako simulirali z modelom LES. Nalogo opravljamo v sodelovanju z Electricité de France (EDF, Francija) z uporabo odprtokodnega programa Code\_Saturne. Cilj je razvoj modela LES za natančne simulacije prenosa toplote v geometrijah, kjer je potrebno napovedati penetracijo temperaturnih turbulentnih fluktuacij v stene cevi in posod.

Tok v gorivnem elementu z distančno rešetko smo simulirali z uporabo turbulentnega modela URANS (Unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes). Simulacija je pokazala jasno razklopitev velikih vrtincev, ki nastanejo ob odlepljanju toka od struktur rešetke, in jih je model eksplicitno opisal, od majhnih turbulentnih vrtincev, ki jih je opisal model RANS. Rezultate simulacije smo primerjali z rezultati eksperimenta MATiS-H (Measurement and analysis of turbulent mixing in subchannels - horizontal), izvedenega v Korea Atomic Energy Research Institute.

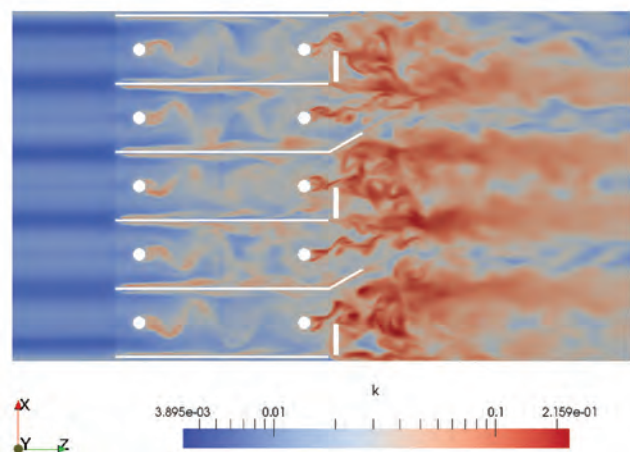
Navzgor usmerjeni ločeni tok kapljevite vode in zraka v navpični cevi, povezan s t. i. pojavom poplavljanja pri nezgodah v jedrskih elektrarnah (JE), smo simulirali z uporabo metod za zasledovanje stičnih površin. Raziskali smo vpliv modeliranja vbрызganja kapljevine na valovanje plasti ob steni cevi ter pokazali močno korelacijo obeh pojavov.

Do parne eksplozije med hipotetično težko nesrečo v jedrski elektrarni bi lahko prišlo, če bi staljena reaktorska sredica prišla v stik s hladilom. Opravili smo analizo vpliva oksidne in kovinske taline na jakost parne eksplozije v votlini tlačnovodnega reaktorja. Nadaljevali smo analize nedavno opravljenih poskusov na napravi PULiMS/SES (Royal Institute of Technology, Švedska), ki so pokazali, da se močne eksplozije lahko spontano razvijejo tudi v razslojenih razmerah, ko se plast taline nahaja pod plastjo vode. Da bi dognali mehanizme nastanka mešalne plasti v takih razmerah, smo mednarodna skupina raziskovalcev, pod skupnim vodstvom IJS in EDF, v okviru Evropskega projekta SAFEST, zasnovali in izvedli poskus parne eksplozije v napravi SES s podvodnim izlivom taline. Analiza rentgenskih posnetkov eksperimenta v napravi KROTOS (Commissariat à l'Energie Atomique - CEA, Francija), opravljenih v okviru projekta OECD SERENA, in primerjava s simulacijami, opravljenimi s programom MC3D (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire - IRSN, Francija), nam je omogočila dodaten vpogled v kompleksnost mešalne faze eksplozije. Nadaljevali smo tudi raziskave na področju parnih eksplozij ob stiku taline in tekočega natrija. Analiza različnih eksperimentov je omogočila, da smo nadgradili modeliranje prenosa toplote v območju tankoplastnega vrenja. Poleg tega smo s programom MC3D uspešno opisali prve eksperimente, opravljene v napravi PEARL (IRSN), ki omogočajo preučevanje hladljivosti razcepov taline reaktorske sredice.



Vodja:

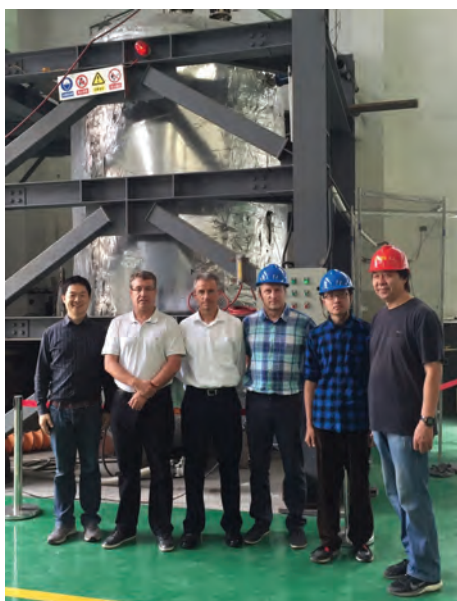
**prof. dr. Leon Cizelj**



Slika 1: Povečanje turbulentne kinetične energije v vzdolžnem prerezu mešalne rešetke gorivnega svežnja  $5 \times 5$

**Poskus zgorevanja vodika, predlagan od IJS in NRG, je bil izveden v napravi HYMIT na Univerzi Šanghaj Jiao Tong (Kitajska).**





Slika 2: Izvajanje poskusa zgorevanja vodika v napravi HYMIT na Univerzi Šanghaj Jiao Tong (Kitajska)

Na področju raziskav zgorevanja vodika v zadrževalnem hramu jedrske elektrarne je bil v sklopu kitajsko-evropskega projekta ALISA na Univerzi Šanghaj Jiao Tong (Kitajska) v napravi HYMIT izveden poskus deflagracije vodika. Specifikacijo poskusa sta pripravila IJS in Nuclear Research and Consultancy Group (NRG, Nizozemska). Rezultate poskusa sedaj uporabljamo za nadaljevanje raziskav teoretičnega modeliranja zgorevanja vodika. Poleg tega smo, prav tako v sodelovanju z NRG, s spremenjenim modeliranjem zgorevanja nadaljevali simulacije podobnega poskusa, ki smo ga izvedli leta 2012 v Karlsruhe Institute of Technology (KIT, Nemčija).

Pri vzpostavitvi lastne eksperimentalne aktivnosti na področju mehanike tekočin in prenosa toplote smo se pri merilni progi osredinili na zapiranje primarnega kroga delovnega fluida. Veliki del proge smo opremili z merilnimi instrumenti in jih povezali v merilni sistem. Veliko pozornosti smo namenili tudi snovanju in izdelavi edinstvene preizkusne sekcije, ki bo omogočala lokalno merjenje koeficienta toplotne prestopnosti vzdolž palice z nadzorovano temperaturo stene. Merilna naprava je zasnovana za lokalno merjenje toplotne prestopnosti v režimu enofaznega toka, tokovnega vrenja, konvektivne kondenzacije in kritičnega toplotnega toka ter sočasno opazovanje dogajanja tik ob steni.

V okviru sedanjih eksperimentalnih aktivnosti smo izmerili temperaturno porazdelitev v hladilnih kanalih sredice raziskovalnega reaktorja TRIGA in meritve primerjali z rezultati simulacij z računsko dinamiko tekočin (computational fluid dynamics - CFD). Poenostavljene modele CFD uporabljamo v sklopljenih nevtronsko-termohidravličnih preračunih reaktorja.

### Termohidravlične varnostne analize

Nesreča v jedrski elektrarni Fukušima Daiči na Japonskem leta 2011 je pokazala, da lahko zunanji dogodki povzročijo odpoved vseh aktivnih varnostnih sistemov. Zaradi tega so se začele varnostne nadgradnje sedanjih jedrskih elektrarn (JE). Pokazali smo, da je vhodni model tlačnovodne JE za termohidravlični program TRACE mogoče uporabiti za neodvisne ocene preračunov s programom RELAP5, ki je bil uporabljen v okviru varnostne nadgradnje JE Krško. Za dokazovanje primernosti izračunov odziva elektrarne na izlivno nezgodo je bil analiziran spekter nezgod z zlomi hladne veje, ekvivalentnega premera 12", 8", 6", 5" in 4". Predpostavili smo delovanje zgolj pasivnih varnostnih komponent, se pravi akumulatorjev, in tako določili razpoložljiv čas, preden nastane znatno segrevanje sredice.

V okviru evropskega projekta EUROfusion smo razvijali koncept termičnega ščitenja demonstracijskega fuzijskega reaktorja DEMO. Opravili smo preliminarne izračune toplotnih izgub zaradi prevoda toplote preko podpornih konstrukcij termičnih ščitov in magnetov. Izračunali smo skupno moč kriogenskega sistema hlajenja ščitov in magnetov, pri čemer

smo upoštevali prevodne in sevalne toplotne izgube. Celotno učinkovitost kriogenskega sistema smo optimizirali ob upoštevanju različnih temperatur hlajenja vakuumске posode in termičnih ščitov.

V okviru projekta NUGENIA+ Air SFP smo sodelovali pri primerjalnem izračunu, katerega namen je bil simulirati nezgodi izgube hladila in izgube hlajenja v bazenu za rabljeno gorivo JE Fukušima. Za simulacijo smo razvili primeren model za sistemski program ASTEC (IRSN), in sicer za modul ICARE, ki se uporablja za simulacijo segrevanja in porušitve reaktorske sredice.

Program ASTEC smo prav tako uporabili za simulacijo petih poskusov zgorevanja vodika v nehomogeni atmosferi (tako v smislu sestave atmosfere kot temperature) s širjenjem plamena navzgor in navzdol, izvedenih v eksperimentalni napravi THAI (Becker Technologies, Nemčija). Simulacije so bile izvedene v okviru evropskega projekta CESAM. Sistemski programi sicer za zadrževalni hram uporabljajo opis na višji krajevni skali kot programi CFD, vendar so za varnostne analize pravih elektrarn bolj primerni.

### Trdnostne varnostne analize

V sodelovanju s CEA smo na osnovi reprezentativnega modela končnih elementov za opis realnega nateznega merjenja ponovno kalibrirali nedavno razvit mikromehanski model kristalne plastičnosti za nerjavna jekla, obsevana z nevtroni. Reprezentativni model končnih elementov smo identificirali z ekstrapolacijo rezultatov nateznih simulacij na končnih agregatih v zvezno limito. Z reprezentativnim modelom in novo metodo prilagajanja smo parametre konstitutivnega modela ugotovili na osnovi nateznih meritev na nerjavnem jeklu 304L.

V okviru evropskega projekta SOTERIA in v sodelovanju s CEA smo na medkristalnih mejah v nerjavnem jeklu, obsevanem z nevtroni, izračunali normalne komponente napetosti in kumulativne vrednosti plastične deformacije. Natezne simulacije polikristalov smo izvedli tako na Voronojevih skupkih kot na realističnem modelu nerjavne žice. Dobljene porazdelitve napetosti, normirane z makroskopsko napetostjo, so se prilegale eni sami univerzalni bimodalni krivulji.

**Simulirali smo nezgodi izgube hladila in izgube hlajenja v bazenu za izrabljeno gorivo v jedrski elektrarni Fukušima (Japonska).**

Z napredno spektralno metodo, ki smo jo nedavno razvili za generacijo temperaturnih signalov vode pri turbulentnem mešanju v cevnem T-spoju, smo ocenili negotovosti pri napovedih trajnostne dobe cevi oz. pri rasti razpok zaradi toplotnega utrujanja. Pri tem smo analizirali vplive različnih karakteristik vodnega toka ter koeficienta toplotne prevodnosti.

Sodelovali smo tudi pri dveh evropskih projektih na področju jedrske fuzije. V okviru projekta WPDC (diagnostika in kontrola) smo izvedli začetno analizo izvedljivosti predlagane diagnostike za merjenje termoelektričnega toka v divertorju reaktorja DEMO. Za podano jakost toka ter različne električne sklopitve divertorja z vakuumsko posodo in hladilnimi cevmi smo izračunali maksimalne napetostne razlike vzdolž kasete divertorja. Potrdili smo, da predeljena zasnova kasete zagotavlja dovolj velike napetostne razlike za kontrolo odcepljanja plazme.

V okviru projekta PMI-PPPT-FU (sistemski inženiring na nivoju elektrarne) smo študirali konceptualni dizajn ekspanzijskih spojev med izhodnim kanalom vakuumске posode in kriostatom v reaktorju DEMO. Definirali smo začetno geometrijo spojev ter ocenili mehanske napetosti v njih zaradi vpliva gravitacije in relativnih premikov priključenih komponent.

### Verjetnostne varnostne analize

V okviru evropskega projekta ASAMPSA\_E, ki je namenjen identifikaciji dobrih praks pri ocenjevanju posledic kombinacije ekstremnih zunanjih dogodkov na jedrsko varnost elektrarne z uporabo verjetnostnih varnostnih analiz, smo preučevali, kako uspešno razviti razširjeno verjetnostno varnostno analizo ter specifične probleme, povezane z verjetnostno varnostno analizo drugega nivoja (pričakovana pogostost, količina, sestava, lokacija itn. radioaktivnih izpustov v okolje zaradi odpovedi pregrad in sistemov zadrževalnega hrana).

Sodelovali smo tudi pri pripravi in izvedbi delavnice projekta ASAMPSA\_E za končne uporabnike študije. Namen delavnice je bil, skupaj s končnimi uporabniki, pregledati komentarje in izboljšave, ki so bili dani med procesom pregledovanja poročil projekta. V pregled so bili vključeni upravni organi, operaterji jedrskih elektrarn, tehnične organizacije in raziskovalne organizacije, ki delajo ali so povezane z verjetnostnimi varnostnimi analizami.

### Strokovno sodelovanje, svetovanje in izobraževanje

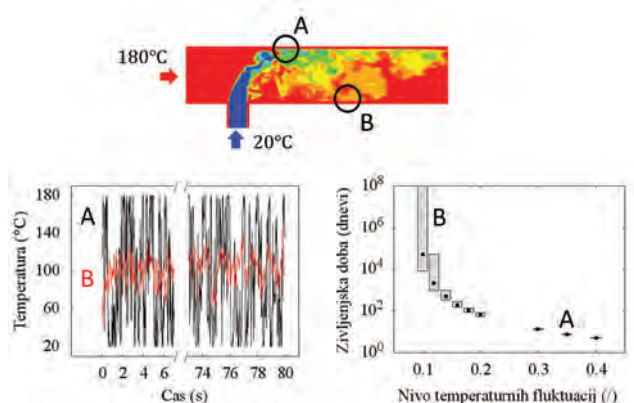
Tudi v letu 2016 smo raziskovalci Odseka za reaktorsko tehniko sodelovali pri projektih za industrijo. Na osnovi pooblastila Uprave RS za jedrsko varnost ter v okviru rednih aktivnosti za vzdrževanje in izboljševanje varnosti JE Krško smo v letu 2016 izdelali neodvisno strokovno mnenje s priporočili za izboljšave v elektrarni. Mnenje je temeljilo na sodelovanju pri nadzoru preizkusov in posegov na varnostnih strukturah, sistemih in komponentah, vključno z menjavo goriva med remontom 2016. Sodelovali smo tudi pri izdelavi strokovnega mnenja o modificiranem gorivu za JE Krško. Pri tem je prišlo do sprememb posodobljenega varnostnega poročila, saj so mehanske spremembe v gorivu vplivale na kritični toplotni tok in s tem na rezultate analize velike izlivne nezgode.

Sodelavci odseka so na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani 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 preko navedenih študijskih programov vključen v asociacijo ENEN (European Nuclear Education Network).

### Najpomembnejše objave v letu 2016

1. B. Mikuž, I. Tiselj, Wall-resolved Large Eddy Simulation in grid-free 5 x 5 rod bundle of MATiS-H experiment, Nuclear Engineering and Design, 298 (2016), 64–77
2. M. Tekavčič, B. Končar, I. Kljenak, Simulation of flooding waves in vertical churn flow, Nuclear Engineering and Design, 299 (2016), 214–224
3. M. Leskovic, V. Centrih, M. Uršič, Simulation of steam explosion in stratified melt-coolant configuration, Nuclear Engineering and Design, 296 (2016), 19–29
4. O. Costa Garrido, S. El Shawish, L. Cizelj, Uncertainties in the thermal fatigue assessment of pipes under turbulent fluid mixing using an improved spectral loading approach, International Journal of Fatigue, 82 (2016), 550–560

### Z napredno spektralno metodo, razvito na IJS, smo ocenili negotovosti pri napovedih trajnostne dobe cevi oz. pri rasti razpok zaradi toplotnega utrujanja.



Slika 3: V cevnem T-spoju (zgoraj) se na osnovi sintetičnega temperaturnega signala (spodaj levo), generiranega z napredno spektralno metodo, razvito na IJS, določijo trajnostna doba cevi in pripadajoče negotovosti (spodaj desno).

## Najpomembnejše objave v letu 2015

1. M. Leskovar, M. Uršič, Analysis of PWR ex-vessel steam explosion for axial and side melt release, Nuclear Engineering and Design, 283 (2015), 40–50
2. R. Henry, I. Tiselj, L. Snoj, Analysis of JSI TRIGA MARK II reactor physical parameters calculated with TRIPOLI and MCNP, Applied Radiation and Isotopes, 97 (2015), 140–148
3. O. Costa Garrido, S. El Shawish, L. Cizelj, Stress assessment in piping under synthetic thermal loads emulating turbulent fluid mixing, Nuclear Engineering and Design, 283 (2015), 114–130
4. A. Prošek, A. Volkanovski, Extended blackout mitigation strategy for PWR, Nuclear Engineering and Design, 295 (2015), 360–373

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Generalna skupščina projekta SOTERIA, Reaktorski Center IJS, Ljubljana (29.–30. 9. 2016)

## Nagrade in priznanja

1. Oriol Costa Garrido: Nagrada za najboljšo predstavitev ustreznih raziskav na jedrskih področjih (Konferenca ENC 2016, Varšava, Poljska), European Nuclear Education Network, Life-time predictions accuracy of the thermally fatigued pipes under turbulently mixing fluids
2. Oriol Costa Garrido: Nagrada za najboljši poster (konferenca ICONE24, Charlotte, ZDA), American Society of Mechanical Engineers, Probabilistic prediction of fatigue life of pipes under turbulent fluid mixing
3. Tadej Holler: Nagrada za najboljši prispevek (konferenca ICONE24, Charlotte, ZDA), American Society of Mechanical Engineers, Large-scale homogeneous hydrogen-air-steam deflagration experiment simulated using two turbulent flame speed closure models
4. Janez Kokalj, Matjaž Leskovar, Mitja Uršič: Nagrada za najboljši poster (konferenca NENE 2016, Portorož), Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije, Modelling of Debris Bed Collability in Bottom Reflooding Conditions with MC3D
5. Matic Kunšek: Certifikat European master of nuclear engineering (Generalna konferenca IAEA, Dunaj, Avstrija), European Nuclear Education Network

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Raziskave turbulentnega vezanega prenosa toplote v tekočini in stenah cevi  
Electricite De France S.a.  
prof. dr. Iztok Tiselj
2. Pregrevanje zabojujnikov za suho skladiščenje rabljenega goriva ob popolni zamašitvi ventilacijskih kanalov  
Areva GmbH  
dr. Matjaž Leskovar
3. 7. OP - CESAM; Računalniški program za Evropsko obvladovanje resnih nezdod  
Evropska komisija  
doc. dr. Ivo Kljenak
4. 7. OP - ASAMPSA\_E; Napredna varnostna analiza: Razširjena verjetnostna varnostna analiza  
Evropska komisija  
dr. Andrej Prošek
5. 7. OP - ARCADIA; Presojanje regionalnih zmogljivosti za razvoj novih reaktorjev  
Evropska komisija  
prof. dr. Leon Cizelj
6. 7. OP - NUGENIAS-PLUS (AIR-SFP); Dinamika bazena za izrabljeno gorivo med nezdodo z izgubo hlajenja ali hladila  
Evropska komisija  
doc. dr. Marko Matkovič
7. Izpopolnjene opredelitve spretnosti in usposobljenosti v jedrski tehniki  
University Politehnica de Bucharest  
prof. dr. Leon Cizelj
8. Teoretično in praktično usposabljanje strokovnjakov jedrskih upravnih organov in tehniških podpornih organizacij za krepitev njihovih upravnih in tehniških zmognosti - MC3.01/13  
Iter-consult Srl - Independent  
prof. dr. Leon Cizelj
9. H2020 - SESAME; Termohidravlične simulacije in eksperimenti za varnostne ocene reaktorjev hlajenih s tekočimi kovinami  
Evropska komisija  
prof. dr. Iztok Tiselj
10. H2020 - SOTERIA; Varno dolgoročno delovanje lahkovodnih reaktorjev na osnovi boljšega razumevanja učinkov sevanja v jedrskih strukturnih materialih  
Evropska komisija  
prof. dr. Leon Cizelj
11. H2020 - ANNETTE; Napredno mreženje za jedrsko izobraževanje in usposabljanje ter prenos strokovnega znanja  
Evropska komisija  
prof. dr. Leon Cizelj
12. RU-FU, EUROFUSION; Raziskovalna enota - vodenje in administracija  
Evropska komisija  
dr. Boštjan Končar
13. Izobraževanje-ED-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Boštjan Končar
14. Diagnostic and Control-WPDC-PPPT-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
dr. Samir El Shawish
15. Plant Level System Engineering-PMI-PPPT-FU  
Evropska komisija  
dr. Boštjan Končar
16. Raziskave tokovnih značilnosti in prenosa toplote v visoko temperaturnem plinsko hlajenem reaktorju  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Leon Cizelj
17. MS-MZDR/16-1-B2-125; SNETP generalna skupščina, Sestanek upravnega odbora SNETP; Bruselj, Belgija, 21.-23.3.16, 19.-20.10.2016  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Leon Cizelj
18. MS-MZDR/16-1-B2-053; Generalna skupščina ENEN združenja, Predsednik upravnega odbora; Pariz, Francija, 13.-14.10.2016, 15.-16.12.2016  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Leon Cizelj
19. MS-MZDR/16-1-B2-112; Generalna skupščina ETSON združenja, Član upravnega odbora; Pariz, Francija, 13.-14.7.2016; München, Nemčija, 7.-9.11.2016  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
prof. dr. Leon Cizelj

- Raziskovanje stratificiranih parnih eksplozij  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Matjaž Leskovar
- Kvantitativna napoved napetosti, ki sproži nastanek napetostno korozijskih razpok v notranjih strukturah tlačnovodnega reaktorja  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Samir El Shawish

## PROGRAM

- Reaktorska tehnika  
prof. dr. Leon Cizelj

## PROJEKTI

- Možnosti uporabe programa MC3D za modeliranje interakcije taline z natrijem v z natrijem hlajenih hitrih reaktorjih  
dr. Mitja Uršič

- JOPRAD; Joint Programming on Radioactive Waste  
prof. dr. Leon Cizelj

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

- Sodelovanje v mednarodnem raziskovalnem programu CAMP  
Nuklearna Elektrarna Krško, d. o. o.  
dr. Andrej Prošek
- Izdelava neodvisnega mnenja za projekt Mehanski razvoj jedrskega goriva  
Nuklearna Elektrarna Krško, d. o. o.  
dr. Matjaž Leskovar
- Razumevanje in obvladovanje procesov v bazenu z rabljenim gorivom v primeru nezgode z izgubo hlajenja in izlivne nezgode  
Nuklearna Elektrarna Krško, d.o.o.  
doc. dr. Marko Matkovič
- Izdelava zbirne strokovne ocene remontnih del, posegov in preskusov med zaustavitvijo NEK in menjavo goriva med Remontom 2016  
Elektroinštitut Milan Vidmar  
dr. Mitja Uršič

## OBISKI

- ga. Zoya Trafimchik, ga. Ylyana Kruk, dr. Natalia Lukashenka: Department of Nuclear Radiation Safety of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus (Minsk, Belorusija), 9. 9. 2016
- g. Virgil Aurelian Iliescu: National Commission for Nuclear Activities Control - CNCAN (Bukarešta, Romunija), 9. 9. 2016
- dr. Asif Arastu, g. Clayton Smith, g. Robert Stakenborghs: The American Society of Mechanical Engineers - ASME (ZDA), 9. 9. 2016
- dr. Sofiane Benhamadouche, dr. Martin Ferrand: Electricité de France (EDF) Research and Development (Chatou, Francija), 24.-26. 10. 2016
- g. Stefan Reisinger, g. Matjaž Kavčič: Veleposlaništvo ZDA v Sloveniji (Ljubljana, Slovenija), 15. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

- dr. Sofiane Benhamadouche, Electricité de France (EDF) Research and Development (Chatou, Francija): Modeliranje turbulence v enofaznih nestisljivih tokovih v jedrski tehnologiji (25. 10. 2016)
- prof. dr. Leon Cizelj: Modeliranje medzrnatih razpok v polikristalnih agregatih (11. 3. 2016)
- prof. dr. Leon Cizelj: (Slovenski) zakonodajni okvir za jedrsko varnost in raziskave (28. 11. 2016)
- dr. Ivo Kljenak: Nastajanje in razporejanje vodika v zadrževalnem hramu (7. 11. 2016)
- dr. Ivo Kljenak: Zgorevanje in upravljanje z vodikom v zadrževalnem hramu (5. 12. 2016)
- dr. Boštjan Končar: Konvektivno vrenje in kritični toplotni tok v tlačnovodnih reaktorjih (21. 11. 2016)
- prof. dr. Iztok Tiselj: Modeliranje dvofaznih tokov (14. 11. 2016)

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Leon Cizelj, Oriol Costa Garrido, Martin Draksler, Samir El Shawish, Cedric Flageul, Romain Henry, Tadej Holler, Ivo Kljenak, Tanja Klopčič, Matic Kunšek, Matjaž Leskovar, Jure Oder, Andrej Prošek, Matej Tekavčič, Iztok Tiselj, Mitja Uršič: Konferenca NENE 2016 (Portorož, Slovenija, 5.-8. 9. 2016)
- Leon Cizelj, Sandi Cimerman, Oriol Costa Garrido, Martin Draksler, Samir El Shawish, Ljubo Fabjan, Cedric Flageul, Romain Henry, Tadej Holler, Tanja Klopčič, Boštjan Končar, Matic Kunšek, Borut Mavko, Blaž Mikuž, Jure Oder, Zoran Petrič, Andrej Prošek, Andrej Sušnik, Matej Tekavčič: Strokovna ekskurzija, ogled Ansaldo Nucleare, CEA in ITER (Genova, Italija in Aix-en-Provence, Francija, 8.-12. 5. 2016)
- Sandi Cimerman: Seminar SEMULIA (Ljubljana, Slovenija, 12. 4. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek upravnega odbora ENEN (Pariz, Francija, 20.-21. 1. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek programskega odbora konference EUROSAFE 2016 (Garching, Nemčija, 28.-29. 1. 2016)
- Leon Cizelj: Regionalni sestanek JOPRAD (Bukarešta, Romunija, 2.-4. 2. 2016)
- Leon Cizelj: Prvi sestanek projekta ANNETTE (Pisa, Italija, 8.-10. 2. 2016)
- Leon Cizelj: Pripravljalni sestanek konference ICONE 24 (New York, ZDA, 27. 2.-2. 3. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek upravnega odbora in generalna skupščina ENEN (Geel in Bruselj, Belgija, 2.-5. 3. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek delovne skupine ERG (ETSON Research Group) (Pariz, Francija, 13.-14. 3. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek upravnega odbora SNETP (Bruselj, Belgija, 22. 3. 2016)
- Leon Cizelj: Delovni sestanek projekta ARCADIA (Atene, Grčija, 5.-6. 4. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek CEMET-PETRUS III (Ljubljana, Slovenija, 13. 4. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek projekta ENEN NUSARE (Bruselj, Belgija, 13.-14. 4. 2016)
- Leon Cizelj: Delavnica ESNII (Pisa, Italija, 9. 5. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek z direktorjema CEA/INSTN in ENSTTI (Pariz, Francija, 17.-19. 5. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek usmerjalnega odbora SET plan (Bruselj, Belgija, 24.-25. 5. 2016)
- Leon Cizelj, Ivo Kljenak: Kombinirano zasedanje EAES (Varšava, Poljska, 4.-8. 6. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek upravnega odbora ETSON (Manchester, Velika Britanija, 8.-11. 6. 2016)
- Leon Cizelj: Drugo koordinacijsko srečanje usposabljanja INSC (Bruselj, Belgija, 14.-16. 6. 2016)
- Leon Cizelj, Oriol Costa Garrido, Tadej Holler: Konferenca ICONE 24 (Charlotte, ZDA, 25. 6.-2. 7. 2016)
- Leon Cizelj: Pogovori o sodelovanju med ENEN in EC DG JRC (Bruselj, Belgija, 25.-26. 7. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek projekta BRIDGE+ (Tarragona, Španija, 27.-29. 7. 2016)
- Leon Cizelj, Tadej Holler, Jure Oder, Matej Tekavčič: Sklepni sestanek projekta BRIDGE+ (Bukarešta, Romunija, 24.-27. 8. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek upravnega odbora združenja ENEN in sestanek za pripravo projekta ENEN+ (Pariz, Francija, 28. 8.-1. 9. 2016)
- Leon Cizelj, Iztok Tiselj: Sklepni sestanek projekta ARCADIA (Pitesti, Romunija, 12.-16. 9. 2016)
- Leon Cizelj: Generalna konferenca IAEA (Dunaj, Avstrija, 27.-30. 9. 2016)
- Leon Cizelj: Skupni sestanek fiziškega in fuzijskega dela programskega odbora EURATOM (Bruselj, Belgija, 25. 10. 2016)
- Leon Cizelj: Sestanek Commission Expert Group (Bruselj, Belgija, 27.-28. 10. 2016)
- Leon Cizelj, Tanja Klopčič, Mitja Uršič: Konferenca EUROSAFE Forum 2016 in sejem TSO Café (München, Nemčija, 6.-9. 11. 2016)
- Leon Cizelj: Delavnica o raziskovalnih infrastrukturah v podporo jedrski energiji v Združenih Arabskih Emiratih (Abu Dhabi, Združeni arabski emirati, 12.-17. 11. 2016)
- Leon Cizelj: Konferenca SET plan 2016, generalna skupščina SNETP in sestanek konzorcija Elinder (Bratislava, Slovaška, 29. 11.-2. 12. 2016)
- Leon Cizelj: Pripravljalni sestanek konference ICONE25 (Šanghaj, Kitajska, 5.-10. 12. 2016)
- Oriol Costa Garrido: Mednarodni simpozij in seminar o globalnem jedrskem razvoju človeških zmogljivosti za varnost in varovanje (Tokio, Japonska, 8. 2.-4. 3. 2016)
- Oriol Costa Garrido, Martin Draksler, Blaž Mikuž: Konferenca ENC 2016 (Varšava, Poljska, 9.-13. 10. 2016)
- Martin Draksler: Letno srečanje GAMM (Braunschweig, Nemčija, 7.-11. 3. 2016)
- Martin Draksler, Ivo Kljenak: Sklepni sestanek pilotnega projekta izobraževanja DG ENER ENSTTI (Pariz, Francija, 26.-29. 4. 2016)
- Martin Draksler: Zagovor pred ocenjevalno komisijo EUROfusion Research Grant (Garching, Nemčija, 8.-9. 11. 2016)
- Samir El Shawish: Začetni sestanek projekta WPDC (Garching, Nemčija, 10.03.2016)
- Samir El Shawish, Ivo Kljenak, Boštjan Končar: Forum in generalna skupščina NUGENIA (Marseille, Francija, 4.-8. 4. 2016)
- Samir El Shawish: Sestanek projekta SOTERIA (Pariz, Francija, 23.-24. 5. 2016)
- Samir El Shawish: Konferenca NUMAT (Montpellier, Francija, 6.-11. 11. 2016)
- Samir El Shawish: Sklepni sestanek projekta WPDC (Garching, Nemčija, 20.12.2016)
- Romain Henry: Poletna konferenca ANS (New Orleans, ZDA, 11.-18. 6. 2016)
- Tadej Holler: Konferenca Combustion Science and Processes CSP '16 (Praga, Češka, 3.-6. 4. 2016)
- Ivo Kljenak, Marko Matkovič: Delavnica NUGENIA AIR SFP (Garching, Nemčija, 25.-26. 1. 2016)
- Ivo Kljenak: Delavnica 3rd CESAM Periodic Workshop (Alkmaar, Nizozemska, 28. 2.-4. 3. 2016)
- Leon Cizelj, Ivo Kljenak: Konferenca NESTET (Berlin, Nemčija, 22.-26. 5. 2016)
- Ivo Kljenak, Marko Matkovič: Končna delavnica NUGENIA AIR SFP (Aix-en-Provence, Francija, 10.-13. 7. 2016)
- Ivo Kljenak: Izvedba poskusa zgorevanja vodika (Šanghaj, Kitajska, 15.-23. 10. 2016)

51. Ivo Kljenak: Sestanek EAES Working Group (Zaandam, Nizozemska, 17.–19. 11. 2016)
52. Ivo Kljenak: Končna delavnica primerjalnega izračuna THAI TH27 (Eschborn, Nemčija, 23.–24. 11. 2016)
53. Boštjan Končar: Prisotnost pri poskusu W7X (Greifswald, Nemčija, 2.–4. 2. 2016)
54. Boštjan Končar: 13. Generalna skupščina EUROfusion (Lizbona, Portugalska, 11.–12. 4. 2016)
55. Boštjan Končar: 14. Generalna skupščina EUROfusion (Eindhoven, Nizozemska, 11.–13. 7. 2016)
56. Boštjan Končar: Projektni sestanek WPMI in obisk KIT (Garching, Nemčija, 25.–28. 7. 2016)
57. Boštjan Končar: Simpozij SOFT 29 (Praga, Češka, 5.–9. 9. 2016)
58. Boštjan Končar: 15. Generalna skupščina EUROfusion (Neapelj, Italija, 10.–12. 10. 2016)
59. Boštjan Končar: 16. Generalna skupščina EUROfusion (Madrid, Španija, 14.–16. 12. 2016)
60. Matic Kunšek: Tečaj Short Course on Multiphase Flow 2016 (Zürich, Švica, 14.–20. 2. 2016)
61. Matic Kunšek: Tečaj Heavy Metal Summer School (Mol, Belgija, 12.–17. 6. 2016)
62. Matic Kunšek: Podelitev certifikata European Master of Nuclear Engineering (Dunaj, Avstrija, 29. 9.–1. 10. 2016)
63. Matjaž Leskovar: 3. delavnica NUGENIA o taljenju sredice (Lanzarote, Španija, 27. 2.–6. 3. 2016)
64. Matjaž Leskovar: Sestanek evropskih uporabnikov programa MELCOR (London, Velika Britanija, 5.–8. 4. 2016)
65. Matjaž Leskovar: Izvedba eksperimenta SAFEST SES (Stockholm, Švedska, 19.–21. 4. 2016)
66. Matjaž Leskovar: Delavnica IVR in sestanek OECD TOP EVSTE (Aix-en-Provence, Francija, 5.–9. 6. 2016)
67. Matjaž Leskovar: Sestanek CSARP/MCAP (Bethesda, ZDA, 10.–18. 9. 2016)
68. Marko Matkovič: Konferenca SWINTH 2016 (Livorno, Italija, 14.–17. 6. 2016)
69. Marko Matkovič: Sklepni seminar NEUGENIAplus (Helsinki, Finska, 28.–31. 8. 2016)
70. Marko Matkovič: 3. sestanek WGFS–WGAMA Task Group (Boulogne, Francija, 8.–10. 11. 2016)
71. Blaž Mikuž: Konferenca CFD4NRS-6, OECD/NEA & IAEA (Boston, ZDA, 12.–17. 9. 2016)
72. Jure Oder: Sestanek projekta SESAME (Karlsruhe, Nemčija, 17.–20. 10. 2016)
73. Jure Oder: 10. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah (Otočec, Slovenija, 16. 11. 2016)
74. Andrej Prošek: Sestanek predloga projekta NARSIS (Pariz, Francija, 25.–26. 1. 2016)
75. Andrej Prošek: Spomladansko srečanje CAMP 2016 (Abu Dhabi, Združeni arabski emirati, 25.–29. 4. 2016)
76. Andrej Prošek, Mitja Uršič: Konferenca »Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids« (Zadar, Hrvaška, 5.–8. 6. 2016)
77. Andrej Prošek: Delavnica projekta ASAMPSA\_E (Dunaj, Avstrija, 11.–14. 9. 2016)
78. Andrej Prošek: Jesensko srečanje CAMP 2016 (Washington, ZDA, 1.–7. 11. 2016)
79. Matej Tekavčič, Iztok Tiselj: Konferenca ICMF 2016 (Firence, Italija, 22.–27. 5. 2016)
80. Iztok Tiselj: Delovni obisk v okviru sodelovanja IJS-EDF (Pariz, Francija, 31. 3.–1. 4. 2016)
81. Iztok Tiselj: Sestanka projektov SESAME in ARCADIA (Mol, Belgija in Atene, Grčija, 4.–9. 4. 2016)
82. Iztok Tiselj: Seminar projekta SESAME (Stockholm, Švedska, 6.–8. 7. 2016)
83. Iztok Tiselj: Konferenca NUTHOS-11 (Gyeongju, Južna Koreja, 8.–15. 10. 2016)
84. Mitja Uršič: Obisk IRSN v okviru NUGENIA+ WP3 (Cadarache, Francija, 6.–19. 3. 2016)
85. Mitja Uršič: Sklepni seminar projekta JASMIN (Aix-en-Provence, Francija, 18.–20. 5. 2016)
86. Mitja Uršič: Seminar ICE (Petrius, Francija, 10.–13. 10. 2016)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. **prof. dr. Leon Cizelj, znanstveni svetnik - vodja odseka**
2. dr. Samir El Shawish
3. *mag. Ljubo Fabjan, upokojitev 1. 9. 2016*
4. doc. dr. Ivo Kljenak
5. dr. Boštjan Končar
6. dr. Matjaž Leskovar
7. doc. dr. Marko Matkovič
8. dr. Andrej Prošek
9. prof. dr. Iztok Tiselj, znanstveni svetnik
10. dr. Mitja Uršič
11. *dr. Andrija Volkanovski, začasna prekinitev 16. 5. 2015*

### Podoktorski sodelavci

12. dr. Oriol Costa Garrido
13. dr. Martin Draksler
14. dr. Cedric Cyril Henri Flageul
15. dr. Blaž Mikuž

### Mlajši raziskovalci

16. *Ovidiu-Adrian Berar, Inžiner Diplomat, Romunija, odšel 1. 5. 2016*
17. Romain Claude Francis Henry, Master de Physique, Francija
18. Tadej Holler, univ. dipl. inž. str.
19. Janez Kokalj, mag. jed. teh.
20. Rok Krpan, mag. jed. teh.
21. Matic Kunšek, mag. jed. teh.
22. Jure Oder, univ. dipl. fiz.
23. Matej Tekavčič, univ. dipl. fiz.

### Strokovni sodelavci

24. Sandi Cimerman, dipl. inž. fiz.
25. Andrej Sušnik, dipl. inž. str.

### Tehniški in administrativni sodelavci

26. Tanja Klopčič
27. *Urška Knific Terze, ekon., odšla 1. 4. 2016*
28. Zoran Petrič, univ. dipl. fiz.
29. Nina Rehar, prof. lik. umet.

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. AIB Vinçotte Nucléaire, Bruselj, Belgija
2. AREVA NP, Offenbach, Nemčija
3. ASCOMP GmbH, Zürich, Švica
4. CEA-INSTN (Commissariat à l'Energie Atomique - Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires), Gif-sur-Yvette, Francija
5. CFX ANSYS Germany GmbH, Otterfing, Nemčija
6. Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), Pariz, Francija
7. Dassault Systèmes Simulia, Johnston, Rhode Island, ZDA
8. Electricité de France (EDF), Chatou, Francija
9. Elektroinštitut „Milan Vidmar“, Ljubljana
10. European Nuclear Education Network (ENEN)
11. European Technical Safety Organisations Network (ETSON)
12. Evropska Komisija, Bruselj, Belgija
13. GEN energija, d. o. o., Krško
14. Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS), Köln, Nemčija
15. Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Nemčija
16. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), St.Paul-lez-Durance, Francija
17. Institute for Nuclear Technology and Energy Systems (IKE), Stuttgart, Nemčija
18. International Atomic Energy Agency (IAEA), Dunaj, Avstrija
19. Joint Research Centre (JRC), Institute of Energy, Petten, Nizozemska
20. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Nemčija
21. Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Daejeon, Južna Koreja
22. Nuclear Generation II & III Association (NUGENIA)
23. Nuclear Research and Consultancy Group (NRG), Petten, Nizozemska
24. Nuklearna elektrarna Krško
25. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)/Nuclear Energy Agency (NEA), Pariz, Francija
26. Paul Scherrer Institute (PSI), Villigen, Švica
27. Royal Institute of Technology (KTH), Nuclear Reactor Technology Division, Stockholm, Švedska
28. Studiecentrum voor Kernenergie, Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire (SCK – CEN), Mol, Belgija
29. Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP)
30. Termoelektrarna Brestanica, d. o. o., Brestanica
31. Texas A&M University, ZDA
32. Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Pisa, Italija
33. Université Catholique de Louvain, Belgija
34. University of California, Los Angeles, ZDA
35. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Ljubljana
36. Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana
37. U. S. Nuclear Regulatory Commission (US NRC), Washington D.C., ZDA

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Samir El Shawish, Leon Cizelj, "Numerical investigation of grain misorientations at and close to the free surface of FCC polycrystalline metals", *Comput. mater. sci.*, vol. 113, str. 133-142, feb. 2016. [COBISS.SI-ID 29093415]
2. Oriol Costa Garrido, Samir El Shawish, Leon Cizelj, "Uncertainties in the thermal fatigue assessment of pipes under turbulent fluid mixing using an improved spectral loading approach", *Int. j. fatigue*, vol. 82, part 3, str. 550-560, 2016. [COBISS.SI-ID 28868903]
3. Romain Henry, Iztok Tiselj, Marko Matkovič, "Natural and mixed convection in the cylindrical pool of TRIGA reactor", *Heat mass transf.*, 15 str.. [COBISS.SI-ID 29508135]
4. Jeremy Hure, Samir El Shawish, Leon Cizelj, Benoit Tanguy, "Intergranular stress distributions in polycrystalline aggregates of irradiated stainless steel", *J. nucl. mater.*, vol. 476, str. 231-242, avg. 2016. [COBISS.SI-ID 29487911]
5. Duško Kančev, Blaže Gjorgiev, Andrija Volkanovski, Marko Čepin, "Time-dependent unavailability of equipment in an ageing NPP: sensitivity study of a developed model", *Reliab. eng. syst. saf.*, vol. 148, str. 11-20, 2016. [COBISS.SI-ID 29083431]
6. Matjaž Leskovar, Vasilij Centrih, Mitja Uršič, "Analysis of oxidation influence on steam explosion energetics", *Ann. nucl. energy*, vol. 90, str. 441-449, 2016. [COBISS.SI-ID 29140519]
7. Matjaž Leskovar, Vasilij Centrih, Mitja Uršič, "Simulation of steam explosion in stratified melt-coolant configuration", *Nucl. Eng. Des.*, vol. 296, str. 19-29, 2016. [COBISS.SI-ID 29076519]
8. Matjaž Leskovar, Mitja Uršič, "Ex-vessel steam explosion analysis for pressurized water reactor and boiling water reactor", *Nucl. Eng. and Technol.*, vol. 48, no. 1, str. 72-86, 2016. [COBISS.SI-ID 29133095]
9. Blaž Mikuž, Iztok Tiselj, "Wall-resolved Large Eddy Simulation in grid-free 5 x 5 rod bundle of MATIS-H experiment", *Nucl. Eng. Des.*, vol. 298, str. 64-77, 2016. [COBISS.SI-ID 29141543]
10. Pratap Sathiah, Tadej Holler, Ivo Kljenak, Ed. M. J. Komen, "The role of CFD combustion modeling in hydrogen safety management. V., Validation for slow deflagrations in homogeneous hydrogen-air experiments", *Nucl. Eng. Des.*, vol. 310, str. 520-531, 2016. [COBISS.SI-ID 29651751]
11. Matej Tekavčič, Boštjan Končar, Ivo Kljenak, "Simulation of flooding waves in vertical churn flow", *Nucl. Eng. Des.*, vol. 299, pp. 214-224, 2016. [COBISS.SI-ID 28827431]
12. Andrija Volkanovski, Antonio Ballesteros Avila, Miguel Peinador Veira, "Statistical analysis of loss of offsite power events", *Sci. Technol. Nucl. Install.*, vol. 2016, str. 7692659-1-7692659-9, 2016. [COBISS.SI-ID 29439015]
13. Andrija Volkanovski, Antonio Ballesteros Avila, Miguel Peinador Veira, Duško Kančev, Michael Maqua, Jean-Luc Stephan, "Analysis of loss of offsite power events reported in nuclear power plants", *Nucl. Eng. Des.*, vol. 307, str. 234-248, 2016. [COBISS.SI-ID 29670183]
3. Leon Cizelj, P. Porras Dieguez, W. Ambrosini, P. Anzieu, Michèle Coeck, J. Dies, M. Eaton, R. Geisser, M. Kropík, F. Tuomisto, "The european nuclear education network and its actions in favour of education, training, information and transfer of expertise", V: *Nuclear education training, NESTet 2016: conference proceedings: 22-26 May 2016, Berlin, 95-401-101-401*. [COBISS.SI-ID 29605927]
4. Leon Cizelj, Iztok Tiselj, Ivo Kljenak, "Research based education as a necessary infrastructure for sustainable development of nuclear energy", V: *Nuclear education training, NESTet 2016: conference proceedings: 22-26 May 2016, Berlin, 88-401-94-401*. [COBISS.SI-ID 29605671]
5. Martin Draksler, Leon Cizelj, Boštjan Končar, "Impinging jets: a potential cooling method for plasma-facing components in demo fusion reactor", V: *Extended abstracts: European Nuclear Conference, ENC 2016, 9-13 October 2016, Warsaw, Poland*, str. 188-196. [COBISS.SI-ID 29906215]
6. Samir El Shawish, Leon Cizelj, Benoit Tanguy, Jeremy Hure, "Macroscopic validation of the micromechanical model for neutron-irradiated stainless steel", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 603-1-603-10. [COBISS.SI-ID 30222375]
7. Cedric Flageul, Benhamadouche Sofiane, Lamballais Éric, Laurence Dominique, Iztok Tiselj, "On the discontinuity of  $\eta\theta$ -the dissipation rate associated with the temperature variance-at the fluid-solid interface for cases with conjugate heat transfer", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 507-1-507-8. [COBISS.SI-ID 30221095]
8. Oriol Costa Garrido, Leon Cizelj, "Life-time predictions accuracy of thermally fatigued pipes under turbulently mixing fluids", V: *Extended abstracts: European Nuclear Conference, ENC 2016, 9-13 October 2016, Warsaw, Poland*, str. 167-176. [COBISS.SI-ID 29905959]
9. Oriol Costa Garrido, Leon Cizelj, "Probabilistic prediction of fatigue life of pipes under turbulent fluid mixing", V: *ICONE24, The 24th International Conference on Nuclear Engineering, June 26-30, 2016, Charlotte, NC, USA, 9 str.* [COBISS.SI-ID 29621543]
10. Oriol Costa Garrido, Samir El Shawish, Leon Cizelj, "Crack growth assessment in pipes under turbulent fluid mixing using an improved spectral loading approach and linear elastic fracture mechanics", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 504-1-504-12. [COBISS.SI-ID 30220839]
11. Romain Henry, Marko Matkovič, "Coolant temperature measurements in the core of TRIGA research reactor", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 205-1-205-8. [COBISS.SI-ID 30220327]
12. Romain Henry, Iztok Tiselj, Marko Matkovič, "Coolant temperature measurements in TRIGA research reactor", V: *11th International Meeting on Nuclear Reactor Thermal-Hydraulics, Operation and Safety, NUTHOS-11: October 9-13. 2016, Gyeongju, Korea*, str. 1-12. [COBISS.SI-ID 30241831]
13. Romain Henry, Iztok Tiselj, Luka Snoj, "Multi-physics simulation of the Triga reactor", V: *Annual Meeting of the American Nuclear Society, June 12-16, 2016, New Orleans, USA*, (Transactions of the American Nuclear Society, Vol. 114, 2016), str. 678-681. [COBISS.SI-ID 29652263]
14. Tadej Holler, Varun Jain, Ed. M. J. Komen, Ivo Kljenak, "Large-scale homogeneous hydrogen-air-steam deflagration experiment simulated using two turbulent flame speed core models", V: *ICONE24, The 24th International Conference on Nuclear Engineering, June 26-30, 2016, Charlotte, NC, USA, 6 str.* [COBISS.SI-ID 29621799]
15. Tadej Holler, Ed. M. J. Komen, Ivo Kljenak, "Comparison of CFD and LP codes for the simulation of hydrogen combustion experiments", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 809-1-809-12. [COBISS.SI-ID 30223399]
16. Tadej Holler, Ed. M. J. Komen, Ivo Kljenak, "Flame propagation dependency analysis on confinement geometry shape in hydrogen-air-steam combustion simulations", V: *World Congress on Momentum, Heat*

## STROKOVNI ČLANEK

1. Leon Cizelj, "Slovenija potrebuje še eno jedrsko elektrarno", *Glas gospod. (Tisk. izd.)*, str. [62-63], jul./avg. 2016. [COBISS.SI-ID 29635879]
2. Leon Cizelj, "Vzdrževanje mora biti opravljeno brez napak", *Glas gospod. (Tisk. izd.)*, str. [62-63], jul./avg. 2016. [COBISS.SI-ID 29636135]
3. Blaž Mikuž, Herman Mikuž, Jure Skvarč, "Odkritje transneptunskega objekta na Observatoriju Črni Vrh", *Spika*, let. 24, št. 12, str. 501, december 2016. [COBISS.SI-ID 735361]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Vasilij Centrih, Matjaž Leskovar, "Analysis of x-ray images in SERENA KROTOS experiments with premixing simulations", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 811-1-811-9. [COBISS.SI-ID 30223655]
2. Vasilij Centrih, Matjaž Leskovar, "Influence of melt pouring on stratified steam explosion", V: *Proceedings, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016*, str. 806-1-806-10. [COBISS.SI-ID 30222631]

- and Mass Transfer, MHMT 2016, April 4-5, 2016, Prague, Czech Republic, str. 113-1-113-7. [COBISS.SI-ID 30145063]
17. Luka Klobučar, Boštjan Končar, "Thermal Loading of DEMO divertor cassette during maintenance conditions", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 909-1-909-10. [COBISS.SI-ID 30224167]
  18. Janez Kokalj, Mitja Uršič, Matjaž Leskovar, "Analysis of debris bed coolability in bottom reflooding conditions", V: *Conference proceedings and book of abstracts: former "Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids"*, 11th International Conference of the Croatian Nuclear Society, June 05-08, 2016, Zadar, Croatia, str. 040-1-040-10. [COBISS.SI-ID 29549863]
  19. Janez Kokalj, Mitja Uršič, Matjaž Leskovar, "Modelling of debris bed collibility in bottom reflooding conditions with MC3D code", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 808-1-808-11. [COBISS.SI-ID 30223143]
  20. Rok Krpan, Boštjan Končar, "Development of turbulent mixing layer in horizontal confined two-component flow", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 512-1-512-10. [COBISS.SI-ID 30221863]
  21. Matic Kunšek, Yasushi Saito, Daisuke Ito, "Experiments on bubbly to slug flow transition in a vertical cylindrical tube", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 513-1-513-9. [COBISS.SI-ID 30222119]
  22. Giovanni Manzini, Ivo Kljenak, Mantas Povilaitis, "Vented explosion phenomena - hydrogen combustion benchmark on confined vessel experiments", V: *ICONE24*, The 24th International Conference on Nuclear Engineering, June 26-30, 2016, Charlotte, NC, USA, 6 str. [COBISS.SI-ID 30086695]
  23. Marko Matkovič, Leon Cizelj, Ivo Kljenak, Boštjan Končar, Matjaž Leskovar, Andrej Prošek, Iztok Tiselj, "Designing an advanced experimental test apparatus for conjugate heat transfer studies", V: *SWINTH-16*, Specialists Workshop on Advanced Instrumentation and Measurement Techniques for Nuclear Reactor Thermal Hydraulics, June 15-17, 2016, Livorno, Italy, 9 str. [COBISS.SI-ID 29582631]
  24. Blaž Mikuž, Iztok Tiselj, "Modelling of turbulent flow in a fuel assembly of pressurized water reactor", V: *Extended abstracts: European Nuclear Conference, ENC 2016, 9-13 October 2016, Warsaw, Poland*, str. 197-207. [COBISS.SI-ID 29906471]
  25. Blaž Mikuž, Iztok Tiselj, "Wall-resolved large eddy simulation of secondary flow in grid-free fuel assembly", V: *CFD for Nuclear Reactor Safety Applications CFD4NRS-6 Workshop September 13-15, 2016, Cambridge Massachusetts, USA*, 13 str. [COBISS.SI-ID 29775911]
  26. Stéphane Mimouni, Dirk Lucas, Iztok Tiselj, "CFD calculations of multiphase flows with a multifield approach", V: *CFD for Nuclear Reactor Safety Applications CFD4NRS-6 Workshop September 13-15, 2016, Cambridge Massachusetts, USA*, 14 str. [COBISS.SI-ID 29775655]
  27. Jure Oder, Jernej Urnkar, Iztok Tiselj, "Spectral element direct numerical simulation of sodium flow over a backward facing step", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 511-1-511-9. [COBISS.SI-ID 30221607]
  28. Andrej Prošek, "Comparison between TRACE and RELAP5 calculation of SB LOCA in PWR", V: *Spring 2016 CAMP Meeting: April 26-29, 2018, Abu Dhabi, Združeni arabski emirati*, 20 str. [COBISS.SI-ID 29497127]
  29. Andrej Prošek, "LOCA spectrum calculations for PWR by RELAP5 and TRACE", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 082-1-082-10. [COBISS.SI-ID 30220583]
  30. Andrej Prošek, "RELAP5/MOD3.3 analyses of core heatup prevention strategy during extended station blackout in PWR", V: *Conference proceedings and book of abstracts: former "Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids"*, 11th International Conference of the Croatian Nuclear Society, June 05-08, 2016, Zadar, Croatia, str. 007-1-007-15. [COBISS.SI-ID 29549607]
  31. Tomaž Skobe, Matjaž Leskovar, "Material influence on ex-vessel steam explosion", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 813-1-813-10. [COBISS.SI-ID 30239527]
  32. Matej Tekavčič, Boštjan Končar, Ivo Kljenak, "Impact of gas velocity profile on simulated wave frequencies in vertical air-water churn flow", V: *ICME 2016 proceedings*, 9th International Conference on Multiphase Flow, ICMF 2016, May 22-27, 2016, Firenze, Italy, 6 str. [COBISS.SI-ID 30166567]
  33. Matej Tekavčič, Boštjan Končar, Ivo Kljenak, "The influence of imposed gas velocity profile on wave dynamics in the simulation of vertical air-water churn flow", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 509-1-509-12. [COBISS.SI-ID 30221351]
  34. Mitja Uršič, Matjaž Leskovar, Renaud Meignen, Stéphane Picchi, Julie-Anne Zambaux, "Fuel coolant interaction modelling in sodium cooled fast reactors", V: *Eurosafe forum: 7 & 8 November 2016, Munich, Germany*, 14 str. [COBISS.SI-ID 29948967]
  35. Ingrid Vavtar, Martin Draksler, Boštjan Končar, Oriol Costa Garrido, "The effect of multilayer insulation on thermal loading in DEMO systems", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 905-1-905-10. [COBISS.SI-ID 30223911]
  36. Andrija Volkanovski, Antonio Ballesteros Avila, Miguel Peinador Veira, "Results of the loss of offsite power events analysis", V: *ICONE24*, The 24th International Conference on Nuclear Engineering, June 26-30, 2016, Charlotte, NC, USA, 7 str. [COBISS.SI-ID 29621287]
  37. Andrija Volkanovski, Antonio Ballesteros Avila, Miguel Peinador Veira, "Trend analysis of loss of offsite power events", V: *ICONE24*, The 24th International Conference on Nuclear Engineering, June 26-30, 2016, Charlotte, NC, USA, 6 str. [COBISS.SI-ID 29621031]
  38. Andrija Volkanovski, V. Matuzas, "A new method for evaluation of the qualitative importance measures", V: *Risk, reliability and safety: innovating theory and practice: 26th European Safety and Reliability Conference, ESREL 2016, September 25th-29th 2016, Glasgow, UK*, str. 2650-2655. [COBISS.SI-ID 30085927]
  39. Boštjan Zajec, Ivo Kljenak, "Simulation of natural circulation experiment in MISTRA experimental containment with OpenFOAM CFD code", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 807-1-807-10. [COBISS.SI-ID 30222887]

## ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Andrija Volkanovski, Antonio Ballesteros Avila, Miguel Peinador, *European clearinghouse on operating experience feedback for nuclear power plants: summary report on events related to loss of offsite power and station blackout at NPPs*, (JRC technical reports, 100227), Brussels, EU Commission, 2016. [COBISS.SI-ID 29526055]

## STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Andrej Prošek, Andrija Volkanovski, *RELAP5 analysis of mitigation strategy for extended blackout power condition in PWR RELAP5 analysis of mitigation strategy for extended blackout power condition in PWR: prepared as part of The Agreement on Research Participation and Technical Exchange Under the Thermal-Hydraulic Code Applications and Maintenance Program (CAMP)*, (International agreement report, NUREG/IA-0467), Washington, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2016. [COBISS.SI-ID 29503271]

## MENTORSTVO

1. Oriol Costa Garrido, *Naključne toplotne obremenitve pri oceni toplotne utrujenosti cevi v jedrskih elektrarnah: doktorska disertacija* (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Leon Cizelj; somentor Iztok Tiselj). [COBISS.SI-ID 2969700]
2. Blaž Mikuž, *Modeliranje turbulentnega toka v gorivnem svežnju tlačnovodnega jedrskega reaktorja: doktorska disertacija* (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Iztok Tiselj). [COBISS.SI-ID 2965604]
3. Tomaž Skobe, *Analiza parne eksplozije v poplavljeni reaktorski votlini: magistrsko delo*, Ljubljana, 2016 (mentor Matjaž Leskovar). [COBISS.SI-ID 2994532]
4. Luka Klobučar, *Simulacija toplotne obremenitve kasete diverterja v fuzijskem reaktorju: magistrsko delo* (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Iztok Tiselj; somentor Boštjan Končar). [COBISS.SI-ID 3033956]
5. Janez Kokalj, *Modeliranje poplavljanja plasti razbitkov v eksperimentalni napravi PEARL: magistrsko delo* (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Iztok Tiselj; somentor Mitja Uršič). [COBISS.SI-ID 2983012]
6. Rok Krpan, *Simulacija interakcije šibkega curka vodne pare s plastjo lahkega plina v eksperimentalni napravi zadrževalnega hrama: magistrsko delo* (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Ivo Kljenak). [COBISS.SI-ID 3009124]

# 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 šolanje in za proizvodnjo radioaktivnih izotopov. Podrobnejši tehnični podatki o reaktorju so na voljo 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 poleg rednih obratovalnih in vzdrževalnih del na reaktorju in v OVC sodeluje tudi pri drugih delih, ki zahtevajo usposobljene strokovnjake na sevalnem in jedrskem področju, kot npr. vzdrževanje zaprtih radioaktivnih virov, sodelovanje pri remontu NE Krško, karakterizaciji, obdelavi in pripravi 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 134 dni in pri tem proizvedel 104,8 MW h toplote. Izvedenih je bilo tudi 6 pulzov. Skupaj je bilo obsevanih 758 vzorcev v vrtiljaku in kanalih ter 35 v pnevmatski pošti.

Operaterji reaktorja upravljajo z reaktorjem ter neposredno sodelujejo z raziskovalci pri obsevanjih in ravnanjem z radioaktivnimi vzorci in viri, ker raziskovalci za to navadno niso usposobljeni.

Reaktor TRIGA se je v letu 2016 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, za obsevanje vzorcev pa Odsek za znanosti o okolju O2 in Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev F9; za eksperimente iz reaktorske fizike ga je uporabljal Odsek za reaktorsko fiziko F8, za termohidravlične eksperimente pa Odsek za reaktorsko tehniko R4. Zaustavljen reaktor je močan vir gama sevanja, kar smo v lanskem letu večkrat izkoristili za preizkušanje odpornosti elektronskih komponent proti sevanju.

V OVC so redno izvajali dejavnosti O2, 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, je bila izvedena serija eksperimentov na reaktorju TRIGA, pri katerih so obsevali različne detektorje.

V okviru NATO-vega SPS-projekta E-SiCure (<http://e-secure.web.ua.pt/>), katerega cilj je modifikacija lastnosti silicijevega karbida za izdelovanje detektorjev jedrskega materiala za obmejno in pristaniško kontrolo, pri katerem sodeluje Odsek za reaktorsko fiziko (F8), je bil reaktor v uporabi za obsevanje vzorcev silicijevega karbida za preučevanje defektov v materialu, ki jih povzročijo nevtroni.

V sklopu F4E-projekta »Eksperimentalna meritev nastajanja plinov in TBM nuklearna instrumentacija« je bil reaktor uporabljen za obsevanja TLD-detektorjev in aktivacijskih folij iz Al-Mn za preučevanje možnosti uporabe jedrske reakcije  $^{55}\text{Mn}(n,\gamma)$  za merilni nadzor nastajanja tritija v materialih, iz katerih bo izdelana obloga notranje stene v fuzijskih reaktorjih.



Slika 1: Ob slovesnosti 50-letnice varnega obratovanja raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II



V sodelovanju z Odsekom za reaktorsko tehniko (R4) smo opravili meritve temperatur v hladilnih kanalih sredice reaktorja.

V sodelovanju z Odsekom za reaktorsko fiziko (F8) in Odsekom za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F9) smo kanal št. 6 predelali tako, da bo mogoče obsevati večje vzorce z nevtroni.

V okviru aplikativnih projektov so bile za Nuklearno elektrarno Krško izvedene priprave na zagonske preizkuse v obsegu približno 10 ur.

Od leta 2011 je reaktor TRIGA vključen v projekt AIDA (<http://aida.web.cern.ch/aida/index.html>), ki združuje napredno Evropsko raziskovalno infrastrukturo za razvoj detektorjev na pospeševalnikih. Dne 1. maja 2015 je bila skupaj z Odsekom za reaktorsko fiziko (F8) podpisana pogodba s CEA v okviru mednarodnega projekta »Horizon 2020 - AIDA-2020, GA No. 654168, Task 15.5 - Irradiation Facilities« v trajanju do 31. oktobra 2016.

V okviru izobraževalnega procesa na reaktorju so se izvajali praktikumi in praktične vaje iz reaktorske fizike za študente fizike Fakultete za matematiko in fiziko (FMF) Univerze v Ljubljani (UL) ter Fakultete za energetiko (FE) Univerze v Mariboru (UM). Za izvedbo vaj se je reaktor uporabljal približno tri mesece, povprečno število udeležencev pa je bilo 10 na vajo. Vse vaje je izvajalo osebje RIC, večino v sodelovanju z Odsekom za reaktorsko fiziko (F8).

Od 14. novembra 2016 do 11. aprila 2017 je potekalo praktično usposabljanje s področja varnega in učinkovitega obratovanja jedrskih reaktorjev Tehnologija jedrskih elektrarn (TJET16) s štirimi udeleženci.

V decembru smo skupaj z Izobraževalnim centrom za jedrsko tehnologijo organizirali tečaj Requirements and safety evaluation of Research Reactors v sklopu projekta INSC. Tečaj je potekal med 5. in 9. decembrom. Udeležilo se ga je 12 pripravnikov.

V letu 2016 je reaktor obeležil 50. obletnico varnega obratovanja. V ta namen smo 31. maja 2016 organizirali manjšo slovesnost, katere se je udeležilo približno 120 povabljenih z različnih področij, ki se dotikajo jedrske stroke.

Zadnji teden v mesecu maju so bili naši stalni gostje člani smenalne ekipe RTV Slovenija, ki so spremljali naše aktivnosti in posneli dokumentarni film o reaktorju. Ta se je predvajal na nacionalni televiziji v mesecu novembru.

Na reaktorju je bilo tudi več kot 40 različnih krajših obiskov (raziskovalci iz tujine, udeleženci tečajev, 33 skupin iz osnovnih in srednjih šol ter univerz v Sloveniji in v zamejstvu) v skupnem številu približno 1 600 obiskovalcev. V mesecu marcu smo organizirali tudi Dan odprtih vrat, ko si je reaktor ogledalo približno 200 obiskovalcev.

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Research reactor operating group meeting, 26<sup>th</sup> Annual Meeting, Ljubljana, 18.-21. 5. 2016

## MEDNARODNI PROJEKT

1. H2020 - AIDA-2020; Napredne Evropske infrastrukture za detektorje na pospeševalnikih  
Evropska komisija  
prof. dr. Borut Smodiš

## PROJEKTA

1. Specifični sporazum o sodelovanju na področju iradiacijskih sistemov  
doc. dr. Luka Snoj

2. Obsevanje in analiza nano SiC vzorcev  
Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Obdelava in priprava radioaktivnih odpadkov za potrebe skladiščenja  
ARAO  
prof. dr. Borut Smodiš

## OBISKI

1. Zoya Trafimchik, Ylyana Kruk in dr. Natalia Lukashenka, Department of Nuclear Radiation Safety of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus - Gosatomnadzor, Minsk, Belorusija, ter Virgil Aurelian Iliescu, National Commission for Nuclear Activities Control - CNCAN, Bukarešta, Romunija. 9. 9. 2016

Na prošnjo Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSVJ) je Institut „Jožef Stefan“ na Reaktorskem centru Podgorica gostil enodnevni znanstveni obisk treh gostij iz Belorusije, dodatno pa sta bila prisoten še gost iz Romunije in predstavnik URSJV mag. Zoran Petrovič. Gostje iz Belorusije so pod okriljem projekta Mednarodne agencije za atomsko energijo (MAAE) zaprosile za enotedenski znanstveni obisk v Sloveniji, med katerim bi se usposabljale na Upravi za jedrsko varnost in na kateri izmed pooblaščenih organizacij za jedrsko in sevalno varnost.

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Anže Jazbec, Workshop on self-assessment of research reactor safety, IAEA, Dunaj, Avstrija, 23. 2. 2016 (1)
2. Sebastjan Rupnik, v Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan : povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, Podgorica, 29. 2. 2016 (1)
3. Luka Snoj, Igor Lengar, Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Gašper Žerovnik, Aljaž Kolšek, Patrick Sauvan, Francisco Ogando, Javier Sanz, Andrej Trkov, RRFM/IGORR 2016, Berlin, Nemčija, 13.-17. 3. 2016 (1)
4. Borut Smodiš, International Conference on Radioanalytical and Nuclear Chemistry, RANC-2016, Budimpešta, Madžarska, 10.-15. 4. 2016 (1)
5. Anže Jazbec, Research reactor operating group meeting, 26th Annual Meeting, Ljubljana, 18.-21. 5. 2016 (1)
6. Borut Smodiš, Summer School Radionuclides in Food, Ljubljana, 6. - 10.6.2016 (1)
7. Ljudmila Benedik, Miha Trdin, Borut Smodiš, Marko Štrok, Summer School Radionuclides in Food, Ljubljana, 6.-10. 6. 2016 (1)
8. Borut Smodiš, Marko Černe, Petra Planinšek, Second International Conference on Radioecological Concentration Processes (50 years later), Seville, Španija, 6.-9. 11. 2016 (1)
9. Anže Jazbec, Luka Snoj, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE 2016, Portorož, 5.-8. 9. 2016 (1)
10. Borut Smodiš, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE 2016, Portorož, 5.-8. 9. 2016 (1).
11. Anže Jazbec, Training Workshop on Research Reactor Applications: Transforming Strategic Plan into Action Plans, Dunaj, Avstrija, 12.-16. 12. 2016 (1)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. **prof. dr. Borut Smodiš, znanstveni svetnik - vodja samostojnega centra**

### Mlajši raziskovalci

2. Anže Jazbec, univ. dipl. fiz.

### Strokovni sodelavci

3. dr. Tinkara Bučar

### Tehniški in administrativni sodelavci

4. Andrej Gyergyek, univ. dipl. fiz.
5. Darko Kavšek, inž. el.
6. Marko Rosman
7. Sebastjan Rupnik, dipl. inž. fiz.
8. Nina Udir, univ. dipl. inž. graf. tehnol.

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Agencija za radioaktivne odpadke - ARAO, Ljubljana
2. CERN, the European Organization for Nuclear Research, Ženeva, Švica
3. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, St Paul lez Durance Cedex, Francija
4. Dito Lighting, Gorica pri Slivnici
5. European Atomic Energy Community (Euratom), Bruselj, Belgija
6. International Atomic Energy Agency, Dunaj, Avstrija
7. ISEC Industrial Security AB, Helsingborg, Švedska
8. ITER Organization, Saint Paul Lez Durance, Francija
9. Joint Research Centre (JRC) / Institute for reference materials and measurements (IRMM), Geel, Belgija
10. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za jedrsko varnost, Ljubljana
11. National Nuclear Research Center, Baku, Azerbajdžan
12. NANOCUT, d. o. o.
13. Nuklearna elektrarna Krško, Krško
14. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
15. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Ilona Matveyeva, Radojko Jačimović, Petra Planinšek, Borut Smodiš, Mukhambetkali Burkitbayev, "Uptake of uranium, thorium and radium isotopes by plants growing in dam impoundment Tasotkel and the Lower Shu region (Kazakhstan)", *Radiochim. Acta*, vol. 104, iss. 1, str. 51-57, 2016. [COBISS.SI-ID 29006375]
2. Petra Planinšek, Borut Smodiš, Ljudmila Benedik, "Simultaneous determination and uptake assessment of selected radionuclides in plants grown in substrate contaminated with U-mill tailings", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, no. 1, str. 351-365, 2016. [COBISS.SI-ID 29521447]
3. Sebastjan Rupnik, Borut Smodiš, "Automation of a TRIGA-type pneumatic transfer system", *J. radioanal. nucl. chem.*, vol. 309, iss. 1, str. 107-113, 2016. [COBISS.SI-ID 29335335]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Sebastjan Rupnik, "Posodobitev standardne pnevmatske pošte na reaktorju TRIGA", V: *Zbornik 3. konference mladih z Odseka za reaktorsko fiziko (F8) Instituta Jožef Stefan: povzetki prispevkov, predstavljenih na konferenci v Reaktorskem centru Podgorica, 29. februarja 2016*, str. 23-25. [COBISS.SI-ID 29684775]
2. Luka Snoj, Igor Lengar, Anže Jazbec, Vladimir Radulović, Gašper Žerovnik, Aljaž Kolšek, Patrick Sauvan, Francisco Ogando, Javier Sanz, Andrej Trkov, "Feasibility study of installing a thermal to 14 MeV neutron converter into a research nuclear reactor", V: *Conference proceedings*, Berlin, 2016, 12 str. [COBISS.SI-ID 29487399]

3. Marko Štrok, Borut Smodiš, Darja Mazej, "  $^{210}\text{Bi}$  - from interference to advantage in  $^{210}\text{Pb}$  determination with liquid scintillation counter", V: *Proceedings of the 20th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications, 8-11 June 2015, Vienna, Austria*, (Applied radiation and isotopes, vol. 109, 2016), str. 296-300. [COBISS.SI-ID 29159463]

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Jernej Jerman, Andrej Lešnjak, Luka Snoj, Borut Smodiš, "Inspection of the TRIGA reactor tank", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, 10 str. [COBISS.SI-ID 30215463]
2. Borut Smodiš, Luka Snoj, "The JSI TRIGA Mark II reactor, Slovenia", V: *History, development and future of TRIGA research reactors*, (Technical report series, no. 482), Vienna, IAEA = International Atomic Energy Agency, 2016, str. 76-89. [COBISS.SI-ID 30215975]

## MENTORSTVO

1. Petra Planinšek, *Privzem izbranih naravnih radionuklidov iz kontaminiranega okolja v rastline: doktorska disertacija*, Ljubljana, 2016 (mentor Borut Smodiš; somentor Ljudmila Benedik). [COBISS.SI-ID 287885056]



# CENTER ZA MREŽNO INFRASTRUKTURO

# CMI

**Center za mrežno infrastrukturo (CMI) upravlja z računalniškim omrežjem in osrednjimi računalniško-komunikacijskimi storitvami Instituta »Jozef Stefan« ter skrbi za razvoj in vzdrževanje računalniške, komunikacijske, podatkovne in varnostne infrastrukture odsekov, centrov in služb Instituta »Jozef Stefan«.**

Poglavitna naloga CMI je vzdrževanje računalniškega omrežja, storitev in naprav, ki so potrebni za delo v okviru raziskovalnih programov, organizacij in skupin IJS. Pri tem skrbimo za vključevanje v lokalno ter svetovno komunikacijsko omrežje, vzdrževanje računalniško-informacijske raziskovalne infrastrukture ter podporo raziskovalnega dela 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 računalništvu.

## Omrežje

Na področju omrežja CMI z razvojem in vzdrževanjem omrežne hrbtenice IJS in omrežij posameznih odsekov uporabnikom omogoča uporabo interneta in notranjih storitev. Na to področje dela spada tudi vzdrževanje brezžičnih omrežij in namenskih omrežij za posamezne storitve, projekte in dejavnosti (npr. namenske povezave do tujih centrov, varnostne povezave do Rektorskega centra Podgorica ipd.).

**Fizično omrežje:** V letu 2016 smo nadaljevali širjenje fizične zmogljivosti omrežja, napeljav, aktivne opreme in brezžičnih postaj. Izboljšali smo prepustnost omrežja z nadgradnjo ključnih aktivnih komponent (zlasti usmerjevalnikov hrbteničnega omrežja). Razširili smo podporo za navidezna omrežja z vrsto internih omrežij, ki jih uporabljajo gruče in virtualni strežniki. Nadaljevali smo širjenje podpore za omrežni protokol IPv6 ter optimizacijo kapacitet hrbteničnega omrežja.

Zaradi vse večje obremenitve zunanje povezave 10 Gb/s preko omrežja ARNES in GÉANT do namenskega omrežja LHCONe (LHC Open Network Environment) za potrebe projekta ATLAS in WLCG (World Wide Large Hadron Collider Computing Grid) smo nadgradili priključek na  $2 \times 10$  Gb/s do omrežja ARNES ter na  $3 \times 10$  Gb/s od ARNES do LHCONe preko omrežja GÉANT.

V okviru Arnesovega projekta IR Optika smo v prostore Centra za trde prevleke v Domžalah pripeljali neposredno optično linijo in tako tudi to enoto vključili v enotno omrežje IJS z ustreznimi kapacitetami in nizko latenco.

**Nadzorni sistemi:** Nove komponente in storitve smo vključevali in integrirali s sedanji sistemi 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 ter močno prilagojen in optimiziran sistem za dinamično spremljanje in analitiko dogodkov Kibana/ElasticSearch. Skupaj z interno razvitimi orodji in filtri ter lastnim sistemom senzorjev za kontrolo razmer v prostoru, ki smo ga integrirali z vgrajenimi komercialni senzori v hladilni opremi v Računskem centru IJS na Teslovi ulici, 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-poštnega prometa, fizičnega stanja naprav, strojne opreme, temperature ter razmer v prostoru in obremenitve električnih vodov.

**Brezžično omrežje:** Nadaljevali smo zgoščanje pokritosti s postavljanjem manjših dostopovnih točk, da bi povečali pokritost po delovnih prostorih ter omogočili več vzporednih povezav zaradi naraščanja števila uporabnikov in naprav, ki uporabljajo brezžično omrežje pri svojem delu neprekinjeno.

**Podpora za IPv6:** Podpora za protokolno družino IPv6 v vseh segmentih je ključnega pomena za dolgoročno strategijo in postopno prevlado protokolne družine IPv6 pri vse več storitvah in na vse več področjih, kar je ob pomanjkanju naslovov v družini IPv4 pomembno za vzdrževanje rasti omrežja.

## Varnost omrežja

CMI skrbi za varnostne ukrepe na treh področjih: varnost na zunanjem robu omrežja, varnost samega omrežja ter varnost programske opreme in storitev. Za varnost na zunanjem robu omrežja skrbimo z aktivnim požarnim



Vodja:

**mag. Vladimir Alkalaj\***

---

**Posodobljeno hrbtenično omrežje z 10-gigabitnimi povezavami in podporo za protokol IPv6 ter namenskimi zunanji povezavami je osnova za sodobno in fleksibilno omrežje z naprednimi storitvami ter številnimi fiksnimi in brezžičnimi odjemalci.**

---

\*Foto: Sašo Radelj

zidom, razen pri vse številčnejših namenskih omrežnih povezavah, kjer je za varnost poskrbljeno s pasivnimi sredstvi (nastavitve, omejitve in nadzor). Nenehni dinamični nadzor, spremljanje prometa in delovanja ter upravljanje z nadzornimi mehanizmi so nujno potrebni elementi zagotavljanja ustrezne stopnje varnosti zaradi kompleksnosti omrežja IJS, kjer moramo ob relativni odprtosti akademskega sveta zagotoviti visoko stopnjo varnosti in razpoložljivosti. Zagotavljanje celovitosti in varnosti omrežja in IT opreme nas tako sili v uporabo vse zmogljivejše strojne in programske opreme ter sistemov za zajemanje ter analitiko metrike dogodkov in tako zahteva nesorazmerno veliko časa za nadzor in dinamično prilagajanje varnostnih ukrepov.

Kot služba, ki skrbi za varnost IKT omrežja Instituta »Jožef Stefan«, dejavno sodelujemo z nacionalnim odzivnim centrom SICERT, 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 nacionalne infrastrukture mrežnega računalništva 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 ustanoviteni člani slovenske skupine mrežnih operaterjev SINOG, kjer poteka tudi izmenjava informacij na področju omrežne varnosti in tehnologije; letos sta bili kar dve tehnični delavnici SINOG organizirani v prostorih IJS.

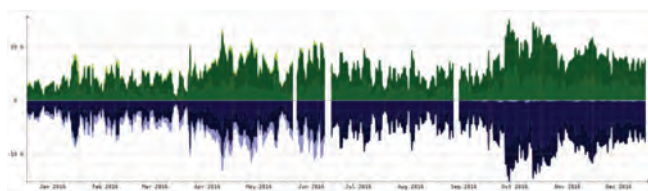
**Elektronska pošta:** Na področju zaščite elektronske pošte pred nadležnimi neželenimi sporočili smo nadaljevali razvoj odprtokodnega paketa SpamAssassin in postopno uvajanjem podpore za mednarodne zapise v strežniku DNS in protokolih elektronske pošte.

**Kriptografija in certifikati:** Nadaljevali smo vpeljevanje podpore za DNSSEC in postopke za avtomatsko preverjanje pravilnosti zapisov DNS ter postopno vpeljavo sistema DANE (povezava elektronskih potrdil TLS s sistemom DNS) pri prenosu elektronske pošte in objavo zapisov SSHFP preko domenskih strežnikov. Močno je naraslo 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. Več naših spletnih strežnikov uporablja tudi

elektronska potrdila izdajatelja Let's Encrypt, ki imajo avtomatizirne postopke izdaje in brezplačne storitve. Raste uporaba sistema VPN, ki omogoča varen šifriran oddaljeni dostop do omrežja IJS in Interneta, tudi za neposredno povezavo VPN v omrežje Reaktorskega centra Podgorica. Poleg uporabnikov, ki potujejo, se udeležujejo konferenc ali gostujejo v tujini v omrežjih, ki blokirajo določene tipe povezav, je vedno več tudi uporabnikov, ki uporabljajo VPN za delo od doma ter za dostop do strokovne literature, kar pa je v sodelovanju z Znanstvenoinformacijskim centrom za vedno več virov mogoče tudi preko prijave z uporabniškim računom IJS preko federacije za enotno prijavo eduGAIN.

### 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, rokovnik, imeniki) in informatikom ter programerjem (shrambe izvorne kode, sistemi za preverjanje, integracijo in prevajanje programske opreme, podpora za razvoj mobilnih aplikacij za Apple Appstore, Google Play ter Microsoft Store). Zlasti repozitorij izvorne kode je postal ena bolj upravljanjih storitev. Med osrednje storitve spada tudi gostovanje strežnikov in upravljanje strežnikov v računalniškem 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.



Slika 1: Postopno naraščanje prometa na povezavi LHCONE v letu 2016 (iz sistema Observium)

**Lastni razvoj varnostnih sistemov za elektronsko pošto, dinamični aktivni požarni zid, virtualna omrežja ter napredni sistemi za nadzor in analitiko zagotavljajo varno in odprto akademsko omrežje v dobi vse manj prijaznega interneta.**



Slika 2: Nove omare za strežnike v Računalniškem centru Instituta "Jožef Stefan" na Teslovi

V letu 2015 smo na lokaciji Tehnološkega parka na Teslovi vzpostavili Računalniški center IJS Teslova (RC IJS Teslova), kamor smo v letih 2015 in 2016 preselili večino računsko intenzivne opreme, ki je gostovala v prostorih RC IJS CMI, gostujoče opreme, namenjene intenzivnemu računanju, ter novo skupno gručo IJS. Tako smo sprostili računalniški center CMI, kjer smo lahko omogočili gostovanje 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 75 virtualnih spletnih strežnikov) ter omogočili testno gostovanje virtualiziranih strežnikov. Zaradi vse večjih obremenitev osebja in infrastrukture CMI z vzdrževanjem številnih gostujočih strežnikov in storitev pa smo tudi nadaljevali program uvajanja sistemov za avtomatizirano vzdrževanje in vzpostavljanje storitev (automated provisioning).

Nadaljevali smo tudi posodabljanje spletnih strani z dokumentacijo in z razvojem preprostejših vmesnikov za uporabnike. Vse več uporabnikov uporablja sistem enotne prijave za spletne storitve, ki je vključen v nacionalno federacijo Arnes AAI ter v evropsko federacijo eduGAIN, tako da uporabnikom omogoča dostop do številnih storitev v Sloveniji in v tujini, razvijalcem in vzdrževalcem storitev pa olajšuje upravljanje s podatki o uporabnikih.

### Mrežno računalništvo

Na področju tehnologije in infrastrukture mrežnega računalništva, kamor prištevamo visokoprepustno računalništvo, superračunalništvo, mrežno superračunalništvo, grid in platformo kot storitev (PaaS, računalništvo v oblaku), CMI sodeluje s posameznimi računskimi gručami in deluje kot del Slovenske nacionalne iniciative za grid SLING, ki je v letu 2016 prerasla v slovensko superračunalniško omrežje. V okviru te dejavnosti CMI skrbi za službo za izdajanje elektronskih potrdil za znanost in gride za Slovenijo, sodeluje pri razvoju osrednjih storitev slovenskega omrežja SLING in koordinira delo pri mednarodnih infrastrukturnih projektih in kolaboracijah.

V letu 2016 je bilo vidno hitro naraščanje števila uporabnikov in obremenitve nove skupne gručice IJS (NSC) v prostorih Računalniškega centra IJS na Teslovi. Nova gruča z zmogljivostjo 1984 64-bitnih procesnih jeder, 16 vektorski koprocesorji Nvidia Kepler 40, skoraj 9 TB pomnilnika in 90 TB prostora za shrambo podatkov ni največja gruča na IJS, vendar je splošno dostopna in kot skupna infrastruktura tudi spodbuja sodelovanje med odseki, ki imajo lastne računalniške gručice, ter med raziskovalci, ki uporabljajo podobno programsko opremo in imajo podobno opremo, ki jih rešuje v okolju superračunalniški gruč in mrežnega računalništva. V okviru dela novega centra in gručice smo nadaljevali podporo uporabnikom in integracijo nove gručice in obstoječih institutskih gruč v omrežje SLING z vmesno programsko opremo ARC, da bi bilo mogoče na celotni računski infrastrukturi IJS poganjati naloge na enak način.

Na področju podpore mrežnega superračunalništva smo intenzivno sodelovali pri Slovenski iniciativi za nacionalni grid (SLING), Evropski iniciativi za grid (EGI) ter v konzorciju NorduGrid za razvoj vmesne programske opreme ARC. Sodelovali smo tudi z vrsto mednarodnih projektov in omrežij (ATLAS – upravljanje namenske povezave, Belle2 – eksperimentalni zagon računskega grida, 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 tekli številni raziskovalni projekti in naloge s področij fizike osnovnih delcev, medicinske sensorike, teoretske fizike, astrofizike, biokemije, simulacije proteinov, analiz kristalov, tehnologije znanja, statističnih analiz, fluidne dinamike, računalniškega jezikoslovja itd. 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.

**Razvoj storitev in mrežnega računalništva zagotavlja vedno več podpore za skupinsko delo, razvoj programske opreme, varovanje podatkov ter dostop do računskih gruč in diskovnih polj za znanstveno obdelavo. Nova skupna gruča je pritegnila številne uporabnike in spodbudila medodsečno sodelovanje.**



*Merilniki temperature vode v sistemu vodnega hlajenja v Računalniškem centru Instituta "Jožef Stefan" na Teslovi*

## SODELAVCI

### Strokovni sodelavci

1. mag. Vladimir Alkalaj, vodja centra
2. dr. Jan Jona Javoršek
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

# BIBLIOGRAFIJA

---

## STROKOVNA MONOGRAFIJA

1. Borut Bohanec, Mišo Alkalaj, *Kaj je res o GSO*, 2. dopolnjena izd., Ljubljana, Orbis, 2016. [COBISS.SI-ID 287430656]
2. Borut Bohanec, Mišo Alkalaj, *Yes to GMOs!: for us and the environment*, Ljubljana, Geanetic, 2016. [COBISS.SI-ID 284289536]

*Znanstvenoinformacijski center je po obsegu naročil znanstvene literature osrednja slovenska fizikalna knjižnica in največja specialna knjižnica v Sloveniji. Naše glavne naloge so nabava, shranjevanje in izposoja znanstvene literature, vodenje bibliografij sodelavcev v skladu z zahtevami pristojnega ministrstva, in 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 ter hkrati povečali uporabnost naročil. Sodelujemo pri konzorcijalni nabavi 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 2016 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, univ. dipl. soc.
7. Jože Škulj
8. Branka Štrancar
9. Ana Tratnik
10. Nada Tratnik
11. Saša Žnidar, prof. angl. in univ. dipl. bibl.





# CENTER ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST

# CEU

*Osnovna usmerjenost delovanja Centra za energetska učinkovitost je področje učinkovite rabe energije, dolgoročnega načrtovanja v energetiki in aktivnosti za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Center je mesto zbiranja in prenosa znanja za učinkovito rabo energije na stičišču porabnikov energije, države, ponudnikov energije, opreme in storitev ter druge zainteresirane javnosti, hkrati pa zajema okoljske vplive rabe in pretvorbe energije. Najpomembnejši del delovanja Centra za energetska učinkovitost v zadnjem obdobju je 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 s svetovalno in izobraževalno vlogo na področju energetike še vedno ostaja trdno povezan z industrijskimi podjetji in drugimi ustanovami ter je vedno bolj vpet tudi v evropske raziskovalne projekte.*



Vodja:  
**mag. Stane Merše**

## Energetika in okolje

Tudi v letu 2016 je Center za energetska učinkovitost s svojim strokovnim delom zagotavljal kvalitetno podporo ministrstvu pri pripravi razvojnih strateških dokumentov in prenosu EU-zakonodaje na področje načrtovanja energetike, energetske učinkovitosti, izrabe obnovljivih virov energije ter zmanjševanja emisij toplogrednih plinov in drugih onesnaževal.

Slovenija ima v okviru podnebne energetske politike ambiciozne cilje pri povečevanju energetske učinkovitosti, izrabi obnovljivih virov energije (OVE) in zmanjševanju emisij toplogrednih plinov. Učinkovita raba energije je za doseganje teh ciljev prednostno področje, skladno z zahtevami Evropske komisije in direktive o energetska učinkovitosti (2012/27/EU). Skladno s to direktivo je bilo izdelano poročilo o izvajanju Akcijskega načrta za energetska učinkovitost za obdobje 2014–2020. CEU je sodeloval tudi pri posodobitvi Akcijskega načrta za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 ter vključevanju v postopek celovite presoje vplivov na okolje. CEU je sodeloval tudi pri dopolnitvi nacionalne Dolgoročne strategije za spodbujanje naložb energetske prenove stavb.

Center sodeluje s Statističnim uradom Republike Slovenije, kjer za potrebe nacionalne energetske statistike pripravlja modelski izračun rabe goriv in energije v gospodinjstvih.

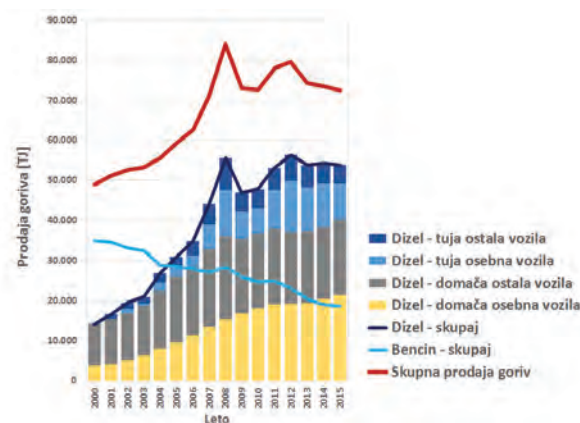
Tudi v letu 2016 je Center nadaljeval aktivnosti državnega referenčnega središča za energijo s pripravo razširjenega nabora kazalcev za področje energije in okolja.

Na področju zmanjševanja emisij toplogrednih plinov (TPG) so bile aktivnosti Centra za Ministrstvo za okolje in prostor usmerjene v pripravo drugega letnega poročila o izvajanju Operativnega programa ukrepov zmanjšanja emisij TGP za obdobje 2013–2020, osvežitev projekcij emisij TGP do leta 2035 ter pripravo analitičnih podlag za mednarodno poročanje v okviru mehanizma MMR. Nadaljevala se je strokovna podpora pri oblikovanju ciljev in nacionalne politike glede onesnaževal iz NEC-direktive do leta 2030, izdelana pa je bila tudi podrobna študija tranzitnega cestnega prometa in vplivov na prodajo motornih goriv v Sloveniji (slika 1).

## Spodbujanje učinkovite rabe energije in energetska svetovanje

Center za energetska učinkovitost je v letu 2016 nadaljeval svoje izobraževalne aktivnosti, kjer je uspešno končal že deveti cikel izobraževanja energetska menedžerjev v okviru evropskega programa EUREM. Glede na zelo pozitiven odziv slušateljev in izkazan interes (v Sloveniji je že več kot 190 energetska menedžerjev z licenco EUREM) se kaže velika potreba po tovrstnem izobraževanju, saj je kvalitetno znanje na tem področju ključno za izvedbo učinkovitih rešitev v praksi.

**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 prehodu Slovenije v nizkoogljično družbo, z izobraževalnimi dejavnostmi in podporo industriji pa CEU pomembno prispeva k povečevanju konkurenčnosti in razvojnemu prestrukturiranju.**



Slika 1: Smeri razvoja prodaje goriv v cestnem prometu v Sloveniji - povečevanje uporabe dizelskega goriva za osebna vozila ter tranzitni promet

V letošnjem letu je potekal intenzivni razvoj GIS-orodja za prostorsko analizo rabe toplote v stavbah (»heat map«), ki je bil z izdelavo koncepta prostorske analize rabe in proizvodnje toplote za izdelavo lokalnega energetskega koncepta pilotno preizkušen v mestni občini Maribor (slika 3).

V letu 2016 je Center za energetske učinkovitosti izvajal več svetovalnih nalog v industriji in javnem sektorju, kjer se je s študijo optimizacije energetskega sistema začelo sodelovanje s podjetjem KOTO, d. o. o. Nadaljevalo se je strokovno sodelovanje z Luko Koper, Energetiko Ljubljana, BTC idr. Za podjetje Petrol Energetika Ravne se je začela izdelava študije vpeljave naprednih energetskih storitev za industrijo in lokalne skupnosti, ki temeljijo na pametnih energetskih omrežjih.

Center je nadaljeval strokovno sodelovanje s podjetjem Petrol, d. d., pri izvedbi največjega programa velikih zavezancev za zagotavljanje prihranka energije pri končnih odjemalcih. Center je programsko vodil pripravo 18. izvedbe konference "Dnevi energetikov", letnega srečanja energetskih menedžerjev z več kot 200 udeleženci, kar potrjuje kvaliteto ter prepoznavnost strokovnega dela CEU v javnosti.

### Mednarodno sodelovanje

V letu 2016 je CEU izvajal 7 mednarodnih projektov, ki se financirajo iz sredstev Evropske unije v okviru Horizon 2020, in programa »Intelligent Energy for Europe«.

Projekti obsegajo aktivnosti na naslednjih področjih:

- zbiranje in obdelava tekočih podatkov o rabi obnovljivih virov energije (EurObserv`ER),
- izvajanje EU-direktive o energetske učinkovitosti – (CA – EED),
- izvajanje EU-direktive o obnovljivih virih energije – (CA – RES),
- spremljanje kazalcev rabe energije in energetske učinkovitosti v EU – (ODYSSEE MURE 2012),
- energetske pogodbeništvu Plus (EPC Plus),
- pospeševanje uvajanja energetskega pogodbeništvu v javnem in zasebnem sektorju v EU (guarantEE),
- orodje za oceno ustreznosti celovite energetske obnove (ENERFUND)

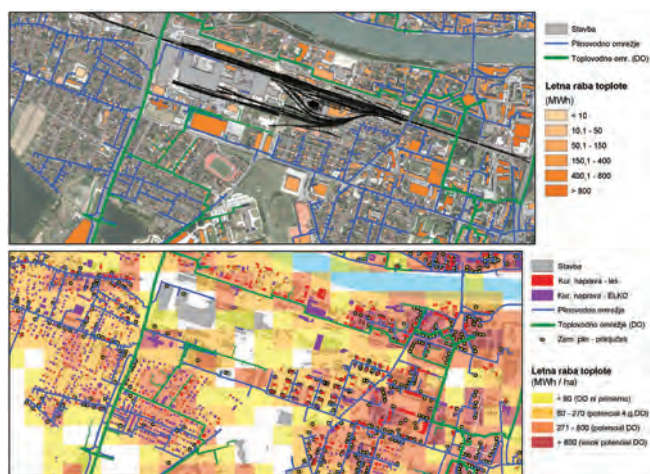
Projekti vključujejo sodelovanje z raziskovalno-razvojnimi organizacijami iz Evrope z močnim poudarkom na konkretnih aplikativnih primerih in promociji energetske učinkovitosti. V okviru vsakega projekta so sodelavci CEU sodelovali na številnih tujih strokovnih srečanjih, obiskih in sestankih.



Slika 2: Štirje prejemniki evropskih nagrad EUREM v letu 2016: Goran Matešič (Luka Koper), Drago Zupanc (Maksim), Kristijan Plesnik (Metal Ravne) in Jani Uranič (Xella porobeton) ter njihovi mentorji na Letni konferenci evropskih energetskih menedžerjev v Berlinu

### Najpomembnejša dela in dosežki Centra v zadnjih treh letih

1. Izdelava več ključnih podpornih dokumentov za Vlado Republike Slovenije na področju energetske politike (Zelena knjiga in strokovne podlage za Nacionalni energetski program), energetske učinkovitosti (Prvi, drugi in tretji Nacionalni akcijski načrt za energetske 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).



Slika 3: Prostorska analiza rabe toplote na območju Maribora: letna raba toplote v stavbah, prostorska gostota rabe toplote, vrste kurilnih naprav in energetska infrastruktura (distribucijsko omrežje daljinskega ogrevanja in zemeljskega plina)



Slika 4: CEU ter podjetji Petrol Energetika in Metal Ravne so za uspešno izvedbo projekta koristne izrabe odpadne toplote jeklarske industrije v sistemu daljinskega ogrevanja na Ravnah na Koroškem prejeli nagrado TARAS, ki je priznanje za najuspešnejše sodelovanje gospodarstva in znanstvenoraziskovalnega okolja na področju inoviranja, razvoja in tehnologij.

2. Vzpostavitev izobraževanja energetskih menedžerjev 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, Koto idr.)
3. CEU je v okviru evropskega projekta **Transparensa** zelo uspešno vodil pripravo **Evropskega kodeksa ravnanja za energetska pogodbeništvo**. 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 sedaj že 171 podpisnikov, med njimi tudi Evropsko združenje podjetij za energetske 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 prenovne občinske stavbe občine Brda.

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Dnevi energetikov 2016 – 18. srečanje energetskih menedžerjev Slovenije, Portorož, 19.–20. 4. 2016
2. Partnerstva majhnih in srednje velikih podjetij (MSP) za standardizirano energetska pogodbeništvo, Ljubljana, 14. 10. 2016
3. Evropski energetski menedžer, Ljubljana, 13.–15. 1., 2.–4. 3., 16.–18. 3., 12.–15. 4. 2016

## Nagrade in priznanja

1. Nagrada TARAS – za uspešno izvedbo projekta koristne izrabe odpadne toplote jeklarske industrije v sistemu daljinskega ogrevanja na Ravnah na Koroškem, ki je priznanje za najuspešnejše sodelovanje gospodarstva in znanstvenoraziskovalnega okolja

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. IEE; EurObservER, Barometer EurObservER  
Evropska komisija  
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
2. H2020 - EPC\_PLUS; Energetska pogodbeništvo Plus  
Evropska komisija  
mag. Damir Stanič
3. H2020 - ENERFUND; Orodje za oceno financiranja energetskih prenov  
Evropska komisija  
Peter Bevk, univ. dipl. inž. el.
4. H2020 - ODYSSEE-MURE; ODYSSEE-MURE, podporno orodje za odločanje pri vrednotenju politike energetske učinkovitosti  
Evropska komisija  
dr. Fouad Al-Mansour
5. H2020 - guarantEE; Pogodbeno zagotovljeni prihranki energije v zasebnem in javnem sektorju  
Evropska komisija  
mag. Damir Stanič
5. Akcijski načrt za energetska učinkovitost in poročanje o njegovem izvajanju  
Ministrstvo za infrastrukturo  
mag. Damir Stanič
6. Okvirni sporazum o strokovnem svetovanju na področju soproizvodnje električne energije in toplote  
Energetika Ljubljana, d. o. o.  
mag. Stane Merše
7. Osvežitev, nadgradnja ter objava na spletu kazalcev okolje-energija ter izdelava okvirenga predloga publikacije okolje in energija v Sloveniji  
Ministrstvo za okolje in prostor  
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
8. Strokovne podlage za revizijo Direktive NEC, vprašalnike CLRTAP in izboljšanje emisijskih evidenc  
Ministrstvo za okolje in prostor  
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
9. Ključevanje v postopek celovite presoje vplivov na okolje za posodobljen Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020  
Ministrstvo za infrastrukturo  
mag. Andreja Urbančič
10. Priprava drugega dvoletnega poročila razvitih držav za izvajanje Kjotskega protokola v skladu z relevantnimi sklepi Konference pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja (sklep 19/CP.18) ter dodatnimi navodili EU iz leta 2015  
Ministrstvo za okolje in prostor  
mag. Andreja Urbančič
11. Priprava vloge ELENA za pridobitev nepovratnih sredstev za izvedbo Priprava in financiranje investicij v trajnostno energijo v primorskih občinah  
Golea, Nova Gorica  
mag. Damir Stanič
12. Strokovne podlage za pripravo poročila o ukrepih za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in projekcijah emisij toplogrednih plinov, drugega letnega poročila o izvajanju Operativnega programa ukrepov zmanjšanja emisij...  
Ministrstvo za okolje in prostor  
mag. Andreja Urbančič
13. Izobraževanje Evropski energetski menedžer IX  
mag. Boris Sučič
14. Dnevi energetikov 2016  
Finance  
mag. Stane Merše
15. Modelski izračun porabe energije in goriv v gospodinjstvih v Sloveniji za leto 2015  
Statistični urad Republike Slovenije  
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.

## PROGRAM

1. Modeliranje in ocene posegov v okolju in energetiki  
dr. Fouad Al-mansour

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Supernadzor za izvedbo garancijskih meritev za razžveplalno napravo Bloka 6  
Teš, d. o. o.  
mag. Boris Sučič
2. Izdelava študije optimizacije energetskega sistema  
Koto, d. o. o.  
mag. Stane Merše
3. Izvedba dela projekta Usklajena dejanja na področju Direktive o učinkovitosti rabe končne energije (CA ESD II)  
Ministrstvo za infrastrukturo  
mag. Damir Stanič
4. Dodelitev sredstev in sodelovanje pri evropskem projektu Usklajena dejanja na področju direktive OVE (CA-RES II)  
Ministrstvo za infrastrukturo  
mag. Damir Stanič

16. Izboljšanje modelskih podatkov o rabi energije v prometu ter ocen o vplivu tranzitnega prometa  
Ministrstvo za okolje in prostor  
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
17. Priprava strokovnih podlag za pripravo strateških dokumentov, akcijskih načrtov in ukrepov s področja energije  
Ministrstvo za infrastrukturo  
mag. Stane Merše
18. Izdelava koncepta prostorske analize rabe in proizvodnje toplote za izdelavo lokalnega energetskega koncepta na primeru Mestne občine Maribor  
JP Energetika Maribor, d.o.o.  
mag. Damir Staničič
19. Študija porabe zemeljskega plina v Obalno-kraški regiji  
Plinovodi, d.o.o.  
mag. Stane Merše
20. Izdelava koncepta vpeljevanja naprednih energetskih storitev in rešitev za industrijo in lokalne skupnosti, ki temeljijo na pametnih energetskih omrežjih  
Petrol Energetika Ravne  
mag. Aleš Podgornik
21. Osvežitev kazalcev s področja okolja in energije za potrebe poročila o stanju okolja za leto 2017  
Ministrstvo za okolje in prostor  
Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. Peter Bevk, Aleš Podgornik: Zagonski sestanek za projekt ENERFUND, Limassol, Ciper, 22.-25. 2. 2016
2. Peter Bevk: Drugi projektni sestanek za ENERFUND, Bukarešta, Romunija, 24.-26. 10. 2016
3. Matjaž Česen: Delavnica Energija in okolje, København, Danska, 10.-11. 3. 2016
4. Matjaž Česen: Pogajanja o ciljih Direktive NEC o onesnaževalih zraka, Bruselj, Belgija, 4. 5. 2016
5. Matjaž Česen: Delavnica Evaluation of climate mitigation policies, København, Danska, 5.-7. 9. 2016
6. Matjaž Česen, Fouad Al-Mansour: Delovni sestanek za projekt Odyssee Mure, Helsinki, Finska, 7.-10. 9. 2016
7. Jure Čizman: Sodelovanje v strokovni gospodarski delegaciji iz Slovenije, Stuttgart, Nemčija, 7.-8. 3. 2016
8. Jure Čizman, Damir Staničič: Bodočnost centraliziranih toplotnih sistemov v Republiki Hrvaški, Zagreb, Hrvaška, 24. 5. 2016
9. Jure Čizman: Konferenca Early bird ends 9 September, Bruselj, Belgija, 10.-12. 10. 2016
10. Jure Čizman, Damir Staničič: Poslovni obisk Fakultete strojarstva - Powerlab, Zagreb, Hrvaška, 9. 11. 2016
11. Jure Čizman, Stane Merše: Energy Planning and Modelling of Energy Systems Conference, Zagreb, Hrvaška, 28. 11. 2016
12. Polona Lah, Damir Staničič: Tretji projektni sestanek za projekt EPC Plus, Dublin, Irska, 13.-17. 3. 2016
13. Stane Merše: Sestanek delovne skupine CA EED, Bruselj, Belgija, 19. 1. 2016
14. Stane Merše, Aleš Podgornik: Sedmi plenarni setanek CA EED, Scheveningen, Nizozemska, 16.-18. 3. 2016
15. Stane Merše: Letna konferenca COGEN Europe, Bruselj, Belgija, 22.-23. 3. 2016
16. Stane Merše: Sestanek projektne skupine za CA EED, Utrecht, Nizozemska, 21.-22. 4. 2016
17. Stane Merše, Damir Staničič: Plenarni sestanek CA RES: Dunaj, Avstrija, 17.-19. 5. 2016
18. Stane Merše, Barbara P. Visočnik: Spremljanje direktive o energetski učinkovitosti - strokovna podpora, Bratislava, Slovaška, 17.-19. 10. 2016
19. Stane Merše: 12. sestanek koordinacijske skupine za energetsko učinkovitost, Dunaj, Avstrija, 14.-15. 11. 2016
20. Stane Merše: Sestanek menedžmentske skupine za CA EED, Bruselj, Belgija, 1.-2. 12. 2016
21. Marko Pečkaj, Boris Sučić: Letna konferenca EUREM, Berlin, Nemčija, 23.-26. 10. 2016
22. Matevž Pušnik: Konferenca World Sustainable Energy Day, Wels, Avstrija, 22.-26. 2. 2016
23. Matevž Pušnik: Konferenca ESEIA 16 in 2. skupščina članov zveze ESEIA, Gradec, Avstrija, 4. 4. 2016
24. Damir Staničič: Zagonski sestanek garantEE, Belin, Nemčija, 6.-8. 4. 2016
25. Damir Staničič: Delovni sestanek za projekt EPC Plus, Atene, Grčija, 16.-18. 10. 2016
26. Damir Staničič: Drugi projektni sestanek za projekt garantEE, Praga, Češka, 9.-11. 10. 2016
27. Andreja Urbančič: Centralizirana revizija 2. dvoletnega poročila, Bonn, Nemčija, 13.-19. 3. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. dr. Fouad Al-Mansour
2. **mag. Stane Merše, vodja centra**
3. mag. Damir Staničič
4. mag. Andreja Urbančič, vodja raziskovalne skupine

### Strokovni sodelavci

5. Matjaž Česen, univ. dipl. meteorol.
6. mag. Jure Čizman
7. Polona Lah, univ. dipl. ekon.
8. Marko Pečkaj, univ. dipl. inž. str.
9. mag. Barbara Petelin Visočnik
10. mag. Aleš Podgornik
11. dr. Matevž Pušnik
12. mag. Boris Sučić

### Tehniški in administrativni sodelavci

13. Peter Bevk, univ. dipl. inž. el.
14. Marko Dorič, univ. dipl. inž. el.
15. Roza Pergarec, prof. angl. in franc.
16. Igor Ribič

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ADEME, Angers, Francija
2. Agencija RS za okolje, Ljubljana, Slovenija
3. ARAEN - Agenzia Regionale per l'energia, Pescara, Italija
4. Austrian Energy Agency, Dunaj, Avstrija
5. Berliner Energie Agentur, Berlin, Nemčija
6. BEWAG, Berlin, Nemčija
7. Bank Austria, Ljubljana, Slovenija
8. Byrne O'Cleirigh, Dublin, Irska
9. COGEN Europe, Bruselj, Belgija
10. Council of Chambers of Commerce of Valencia Region, Valencia, Španija
11. CRES, Pikermi, Grčija
12. Cyprus University of Technology, Ciper
13. Danish Energy Agency, København, Danska
14. Deutsche Energie-Agentur, Berlin, Nemčija
15. Elektroinstitut Milan Vidmar, Ljubljana, Slovenija
16. EKODOMA, Riga, Latvija
17. ELEK svetovanje, d. o. o., Ljubljana
18. Elektro Gorenjska, Kranj, Slovenija
19. Elektro Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
20. Elektro Maribor, Maribor, Slovenija
21. Elektro Slovenija, Ljubljana, Slovenija
22. Energetika Ljubljana, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
23. EVA, Dunaj, Avstrija
24. Evropska komisija, Bruselj, Belgija
25. Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
26. Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
27. Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenija
28. Finance, Ljubljana, Slovenija
29. Geoplin, Ljubljana, Slovenija
30. Goriška lokalna energetska agencija - GOLEA, Nova Gorica, Slovenija
31. Gospodarska zbornica, Ljubljana, Slovenija
32. Gorenje, Velenje, Slovenija
33. Gradbeni inštitut ZRMK, Ljubljana, Slovenija
34. Grazer Energie Agentur, Gradec, Avstrija
35. Holding Slovenske elektrarne, Ljubljana, Slovenija
36. INEA, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
37. IAEA, Dunaj, Avstrija
38. IBE, d. d., Ljubljana, Slovenija
39. Informa Echo, Ljubljana, Slovenija
40. Irish Energy Centre, Dublin, Irska
41. Javna agencija za energijo, Maribor, Slovenija
42. Joanneum Research Forschungsgesellschaft, Gradec, Avstrija
43. Javni zavod Splošna bolnišnica Brežice, Slovenija
44. Krka Tovarna zdravil, Novo mesto, Slovenija
45. Luka Koper, Koper, Slovenija
46. Malaga City Council, Malaga, Španija
47. Mestna občina Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
48. Ministrstvo za gospodarstvo, Ljubljana, Slovenija
49. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, Slovenija
50. Ministrstvo za infrastrukturo, Ljubljana, Slovenija
51. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Ljubljana, Slovenija
52. MOTIVA, Helsinki, Finska
53. O. Ö. Energiesparverband, Linz, Avstrija
54. Observatoire des Energies Renouvelables, Pariz, Francija

55. Paloma Sladkogorska, Sladki Vrh, Slovenija
56. Papirnica Vevče, Ljubljana, Slovenija
57. Petrol, d. d., Ljubljana, Slovenija
58. Pivovarna Union, Ljubljana, Slovenija
59. Pomurske mlekarnice, Murska Sobota, Slovenija
60. Salonit, Anhovo, Slovenija
61. Seven, Praga, Češka
62. Slovenski E-forum, Ljubljana, Slovenija
63. Solvera Lynx, Ljubljana, Slovenija

64. Statistični urad RS, Ljubljana, Slovenija
65. Stuttgart Region Economic Development Corporation, Stuttgart, Nemčija
66. Sustainable Energy, Dublin, Irska
67. Termoelektrarna toplarna, Ljubljana, Slovenija
68. TUEV Rheinland Immissionsschutz, Köln, Nemčija
69. UNINNOVA - Instituto de desenvolvimento de novas tecnologias, Caparica, Portugalska
70. Urad RS za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana, Slovenija
71. ZZZS, Ljubljana, Slovenija

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Matevž Pušnik, Fouad Al-Mansour, Boris Sučić, Andrej Gubina, "Gap analysis of industrial energy management systems in Slovenia", *Energy (Oxford)*, vol. 108, str. 41-49, 2016. [COBISS.SI-ID 29442343]
2. Boris Sučić, Fouad Al-Mansour, Matevž Pušnik, Tomaž Vuk, "Context sensitive production planning and energy management approach in energy intensive industries", *Energy (Oxford)*, vol. 108, str. 63-73, 2016. [COBISS.SI-ID 29442599]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Viktor Jejčič, Fouad Al-Mansour, Tomaž Poje, "Ogljični odtis sadjarske pridelave", V: *Actual tasks on agricultural engineering: Proceedings of the 44th International symposium on agricultural engineering, Opatija, Croatia, 23rd-26th february 2016*, str. 447-457. [COBISS.SI-ID 4972136]
2. Aleš Podgornik, Boris Sučić, Boštjan Blažič, "Effects of customized consumption feedback on energy efficient behaviour in low-income households", V: *SDEWES 2014, 9th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Istambul-Venice, September 20-27, 2014, J. Clean. Prod.*, vol. 130, str. 25-34, 2016. [COBISS.SI-ID 30061351]

## OBJAVLJENI STROKOVNI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Viktor Jejčič, Fouad Al-Mansour, "Ogljični odtis prireje mleka", V: *Actual tasks on agricultural engineering: Proceedings of the 44th International symposium on agricultural engineering, Opatija, Croatia, 23rd-26th february 2016*, str. 459-467. [COBISS.SI-ID 4972392]

## SAMOSTOJNI STROKOVNI SESTAVEK ALI POGlavJE V

### MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Stane Merše, "Pogled stroke na obnovljive vire energije - strateška vloga obnovljivih virov energije v Sloveniji", V: *Obnovljivi viri energije v Sloveniji: [prerez časa in prostora]*, Eva Činkole Kristan, Eva Činkole Kristan, ur., Borut Rajer, Ljubljana, Borzen, 2016, str. 20-26, 2016. [COBISS.SI-ID 29863719]

## MENTORSTVO

1. Matevž Pušnik, *Kontekstualni model rabe energije v industriji*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Andrej Gubina). [COBISS.SI-ID 11625044]
2. Kristijan Lesan, *Optimizacija delovanja energetskega sistema za učinkovitejše ravnanje z energijo v nestanovanjskih stavbah*: magistrsko delo (bolonjski študij), Krško, 2016 (mentor Zdravko Praunseis; somentor Boris Sučić). [COBISS.SI-ID 1024225628]



# CENTER ZA ELEKTRONSKO MIKROSKOPIJO IN MIKROANALIZO

## CEMM

*Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM) je instrumentalni center IJS, ki združuje analitsko opremo na področju elektronske mikroskopije in mikroanalize. Dostop do raziskovalne opreme CEMM imajo poleg odsekov IJS tudi druge raziskovalne institucije, univerze in industrijski partnerji. Opremo CEMM uporabljajo raziskovalci, ki jih zanima morfologija in struktura ter kemijska karakterizacija materialov med mikrometrskim in atomskim nivojem. V okviru CEMM delujejo trije vrstični elektronski mikroskopi (JSM-5800, JXA-840A, JSM-7600F), dva presevna elektronska mikroskopa (JEM-2100 (CO NiN), JEM-2010F) ter oprema za pripravo vzorcev. CO NAMASTE je k opremi za elektronsko mikroskopijo prispeval CCD-kamero in ADF-detektor za mikroskop JEM-2010F ter EBSD sistem na JSM-7600F. V letu 2015 pa je IJS prispeval tudi GIF-spektrometer za presevni elektronski mikroskop ARM 200CF, ki je instaliran na KI, in tako postal 20 % solastnik celotnega mikroskopa.*

*Raziskave, v katere je vključeno osebje in oprema CEMM, so raznolike glede preiskovanih materialov ter uporabljenih metod. Vrstična elektronska mikroskopija (SEM) se uporablja za opazovanje morfologije in strukture površin ter za mikrostrukturne preiskave in določevanje kemijske sestave polikristaliničnih oksidnih in neoksidnih keramičnih materialov, nanostruktur, kovinskih magnetnih materialov, kovin, zlitin stekla itd. Vsi vrstični elektronski mikroskopi v CEMM so opremljeni 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 dodatno razširjen še s sistemom za difrakcijo povratno-sipanih elektronov (EBSD) in z elektronsko litografijo.*

*Presevna elektronska mikroskopija (TEM) omogoča celovit vpogled v strukturo preiskovanega materiala v nanometrskem merilu. Presevna elektronska mikroskopija nam omogoča strukturne in kemijske preiskave mej med zrni, planarne napake, dislokacije ter precipitate. Presevni elektronski mikroskop JEM-2100 je opremljen z EDXS-spektrometrom in CCD-kamero, mikroskop JEM-2010F pa je dodatno opremljen s STEM-enoto, EDXS- in EELS-spektrometri ter CCD-kamero. CEMM upravlja tudi z nujno potrebno opremo za izdelavo in pripravo SEM- in TEM-vzorcev.*

Za delovanje Centra skrbi ustrezno usposobljeni zaposleni. Med dejavnosti CEMM spada poleg vzdrževanja opreme tudi izobraževanje novih operaterjev opreme, organiziranje strokovnih delavnic in srečanj na temo elektronske mikroskopije, izvajanje storitev za zunanje naročnike ter uvajanje novih analitskih tehnik. CEMM skrbi tudi za predstavitev elektronske mikroskopije širši javnosti v okviru obiskov, ki jih organizira IJS, ter z objavami v klasičnih in digitalnih medijih. V sodelovanju s projektom »Znanost na cesti« smo za laično javnost uspešno izpeljali natečaj za najboljšo idejo v elektronski mikroskopiji. Za uporabnike mikroskopov pa je CEMM organiziral 3. in 4. delavnico (SEM-grafični uporabniški vmesnik na JSM-7600F in Mikroanaliza-EDS). Cilj delavnic je bil predstaviti delovanje opreme ter mikroanalizne tehnike – predvsem EDS.

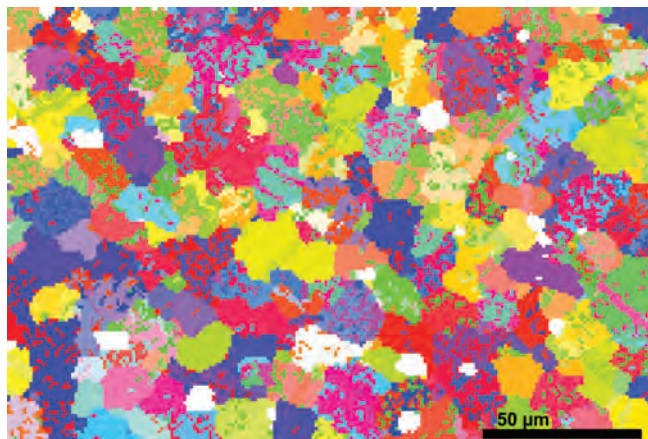
### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Montazer, Amir Hassan, Ramazani, Abdolali, Almasi Kashi, Mohammad, Zavašnik, Janez. Angular-dependent magnetism in Co(001) single-crystal nanowires : capturing the vortex nucleation fields. Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices, ISSN 2050-7526. [Print ed.], [in press] 2016, 13 str., doi: 10.1039/C6TC03697J
2. Montazer, Amir Hassan, Ramazani, Abdolali, Almasi Kashi, Mohammad, Zavašnik, Janez. Developing high coercivity in large diameter cobalt nanowire arrays. Journal of physics. D, Applied physics, ISSN 0022-3727, 49 (2016) 44, 445001-1-445001-14, doi: 10.1088/0022-3727/49/44/445001
3. Stanković, Dalibor M., Mehmeti, Eda, Zavašnik, Janez, Kalcher, Kurt. Determination of nitrite in tap water : a comparative study between cerium, titanium and selenium dioxide doped reduced graphene oxide modified glassy carbon electrodes. Sensors and actuators. B, Chemical, ISSN 0925-4005. [Print ed.], [in press] 2016, 28 str., doi: 10.1016/j.snb.2016.06.018

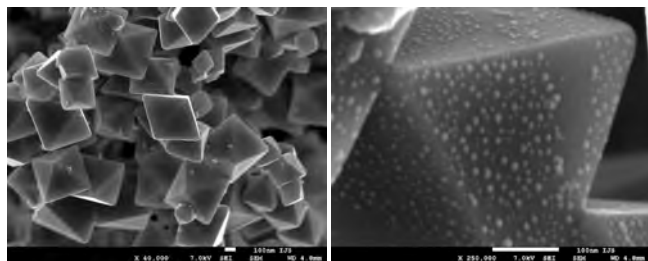


Vodja:  
**prof. dr. Miran Čeh**

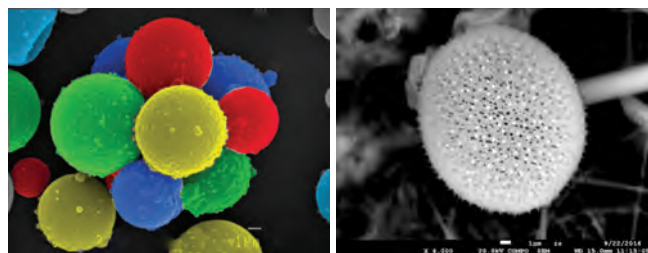




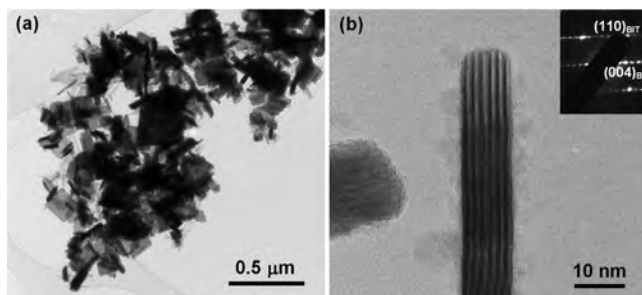
Slika 1: EBSD-slika zrn v debeli plasti  $\text{BiFeO}_3$  (objavljeno v: *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8 (2016), 19626–19634, "Self-Poling of  $\text{BiFeO}_3$  Thick Films", DOI: 10.1021/acsami.6b05885) (Evgeniya Khomyakova, K5, Jeol JSM-7600F)



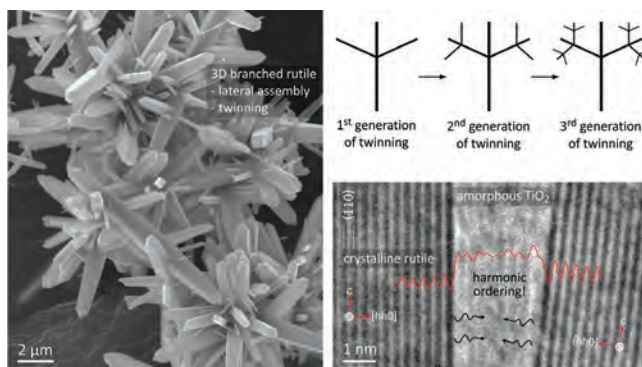
Slika 3: FESEM-posnetka vzorca oktaedrov  $\text{In}_2\text{O}_3$ , dekoriranih z nanodelci Pt; pri nizki (levo) in višji (desno) povečavi. Material je bil sintetiziran po AACVD (ang. aerosol assisted chemical vapour deposition)-postopku. Rezultati so bili objavljeni v S. Roso, C. Bittencourt, P. Umek, O. González, Frank Güell, A. Urakawa and E. Llobet, *Journal of Materials Chemistry C*, 4 (2016), 9418–9425 (Polona Umek, F5, Jeol JSM-7600F).



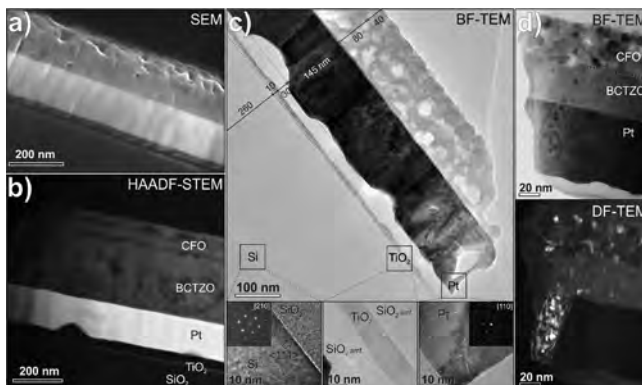
Slika 5: Mikrokapsule (levo) in sferična mikroporozna silikatna struktura v sedimentu iz reke Pesnice (desno). Objavljeno v Kanduč, Tjaša, Samardžija, Zoran, Mori, Nataša, Jerebic, Andreja, Levačič, Ines, Kračun, Miha, Robinson, Johanna A., Žigon, Stojan, Blažeka, Željko, Kocman, David. *Hydrogeochemical and isotopic characterization of Pesnica River, Slovenia = Hidrogeokemične in izotopske značilnosti reke Pesnice*. *Geologija*, ISSN 0016-7789, 59 (2016) 2, 179–192 (Dr. Zoran Samardžija, K7, Jeol JXA-840 & JSM-7600F)



Slika 2: (a) Nanoploščica feroelektrika bizmutovega titanata (BIT), posneta s presevnim elektronskim mikroskopom (TEM). Na visokoločljivostni sliki s pripadajočo elektronsko difrakcijo (b) je prikazano, kako je ploščica prekrita s plastjo amorfni nanodelcev železovega oksihidroksida (Blaž Belec K8, Jeol 2010F).



Slika 4: Večnivojske razvejene strukture  $\text{TiO}_2$  so rezultat združevanja mezokristalov precipitativno rutilnih vlaken, ki so pritrjene izključno z nizkoenergijskimi {110}- in {101}-ravninami. Harmonično urejanje amorfne materiala, ujetega v medkristalnimi porami, kaže na prisotnost energijske pregrade, ki povzroči orientirano pritrjevanje kristalov. *Scientific Reports*, DOI: 10.1038/srep24216 (Vanja Jordan, K7, Jeol JSM-7600F & JEM-2100).



Slika 6: Karakterizacija CFO-BCTZO tanke plasti na platinasti elektrodi. *J. Appl. Phys.* [CEMM, Jeol S/TEM JEM-2010F @ 200KV] doi: 10.1063/1.4961394

## MEDNARODNI PROJEKT

1. Izobraževanje-ED-FU, EUROFUSION  
Evropska komisija  
Andreja Šestan, univ. dipl. inž. kem. inž.

## VEČJE NOVO POGODBENO DELO

1. Osvrednotenje kompatibilnosti med izbrano primarno obojino 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. Jitka Hreščak
3. dr. Janez Zavašnik

### Mlajši raziskovalci

4. Andreja Šestan, univ. dipl. inž. kem. inž.

### Strokovni sodelavci

5. Maja Koblar, dipl. inž. fiz.

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Nevena Čelić, Egon Pavlica, Miloš Borovšak, Jure Strle, Jože Buh, Janez Zavašnik, Gvido Bratina, Patrick Denk, Markus Scharber, Niyazi Serdar Sariciftic, Dragan Mihailović, "Factors determining large observed increases in power conversion efficiency of P3HT:PCBM solar cells embedded with  $\text{Mo}_6\text{S}_9-x\text{I}_x$  nanowire", *Synth. met.*, vol. 212, str. 105-112, 2016. [COBISS.SI-ID 29186855]
2. Marja Jerič, Johannes de Boor, Janez Zavašnik, Miran Čeh, "Lowering the thermal conductivity of  $\text{Sr}(\text{Ti}_{0.8}\text{Nb}_{0.2})\text{O}_3$  by SrO and CaO doping emicrostructure and thermoelectric properties: microstructure and thermoelectric properties", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, no. 16, str. 7660-7668, 2016. [COBISS.SI-ID 29555495]
3. Luka Kelhar, Janez Zavašnik, Paul J. McGuinness, Spomenka Kobe, "The impact of processing parameters on the properties of Zn-bonded Nd-Fe-B magnet", *J. magn. magn. mater.*, vol. 419, str. 171-175, 2016. [COBISS.SI-ID 29611559]
4. Amir Hassan Montazer, Abdolali Ramazani, Mohammad Almasi Kashi, Janez Zavašnik, "Angular-dependent magnetism in  $\text{Co}(001)$  single-crystal nanowires: capturing the vortex nucleation fields", *J. mater. chem. C*, vol. 4, no. 45, str. 10664-10674, 2016. [COBISS.SI-ID 29851431]
5. Amir Hassan Montazer, Abdolali Ramazani, Mohammad Almasi Kashi, Janez Zavašnik, "Developing high coercivity in large diameter cobalt nanowire arrays", *J. phys., D, Appl. phys.*, vol. 49, no. 44, str. 445001-1-445001-14, 2016. [COBISS.SI-ID 29839399]
6. Branko Pivac, Pavo Dubček, Jasminka Popović, Jasna Dasović, Sigrid Bernstorff, Nikola Radić, Janez Zavašnik, "Influence of stress on the properties of Ge nanocrystals in an  $\text{SiO}_2$  matrix", *J. Appl. Crystallogr.*, vol. 49, part 6, pp. 1957-1966, 2016. [COBISS.SI-ID 29919527]

7. Aleksander Rečnik, Janez Zavašnik, Lei Jin, Andrea Čobić, Nina Daneu, "On the origin of "iron-cross" twins of pyrite from Mt. Katarina, Slovenia", *Mineralogical Magazine*, vol. 80, no. 6, pp. 937-948, 2016. [COBISS.SI-ID 29763879]
8. Dalibor M. Stankovič, Eda Mehmeti, Janez Zavašnik, Kurt Kalcher, "Determination of nitrite in tap water: a comparative study between cerium, titanium and selenium dioxide doped reduced graphene oxide modified glassy carbon electrodes", *Sens. actuators, B, Chem.*, vol. 236, pp. 311-317, 2016. [COBISS.SI-ID 29538599]
9. E. Venkata Ramana, Janez Zavašnik, M. P. F. Graça, M. A. Valente, "Magnetoelectric studies on  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/0.5(\text{BaTi}_{0.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_3) - 0.5(\text{Ba}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{TiO}_3)$  lead-free bilayer thin films derived by the chemical solution deposition", *J. appl. phys.*, vol. 120, no. 7, str. 074108-1-074108-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29680423]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Janez Zavašnik, "Pyrite - pyrrhotite intergrowths in calcite marble from Bistriški Vintgar, Slovenia", V: *Proceedings of the 14th European Workshop on Modern Developments and Applications in Microbeam Analysis (EMAS 2015), Portorož*, (IOP conference series, Materials science and engineering, Vol. 109), str. 012020-1-012020-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29278759]

## DOKTORSKA DISERTACIJA

1. Jitka Hreščak, *Sinteza in karakterizacija nedopirane in s stroncijem dopirane keramike na osnovi kalijevega natrijevega niobata*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Andreja Benčan Golob; somentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 29949991]



# 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 aktivnosti, predvsem s področja upravljanja z znanjem v tradicionalnih, mrežnih ter virtualnih organizacijah. Center je partner pri več EU-projektih. Iz 7. okvirnega programa so bili v letu 2016 aktivni projekti NRG4CAST (Energy Forecasting), SYMPHONY (Orchestrating Information Technologies and Global Systems Science for Policy Design and Regulation of a Resilient and Sustainable Global Economy), X-LIME (crossLingual crossMedia knowledge extraction), PROASENSE (The Proactive Sensing Enterprise), SUNSEED (Sustainable and Robust Networking), FI-IMPACT (Future Internet Impact), iz programa H2020 pa projekti EDSA (European Data Science Academ), AQUASmart (Aquaculture Smart and Open Data Analytics as a Service), OPTIMUM (Multi-source Big Data Fusion Driven Proactivity for Intelligent Mobility) in MOVING (TraininG towards a society of data-saVvy inforMation pROfessionals to enable open leadership Innovation).*



Vodja:  
**mag. Mitja Jermol**

V letu 2016 smo v Centru aktivno sodelovali pri desetih evropskih projektih. Center pripravlja in organizira izobraževalne dogodke, kot so konference, delavnice, projektni sestanki in poletne/zimske šole za strokovnjake s področij inteligentne analize podatkov, rudarjenja podatkov, upravljanja z znanjem, mrežnih organizacij, avtomatizacije proizvodnje, poslovnega odločanja itd. Vsi dogodki so namenjeni prenosu osnovnih, dodatnih in vrhunskih specialističnih znanj v podjetja ter raziskovalne in izobraževalne organizacije.

V ta namen smo postavili vrsto portalov, ki ponujajo izbrane izobraževalne vsebine. Med njimi je najbolj popularen portal <http://videlectures.net/>, ki je sedaj največji referenčni spletni portal z video izobraževalno vsebino na svetu. Kot tak sledi viziji Centra po vzpostavljanju svetovno prepoznavnih storitev prenosa znanja in izobraževanj. Poslanstvo portala je brezplačno ponujanje vrhunskih izobraževalnih videovsebin, predvsem visoko kvalitetnih znanstvenih vsebin, širšemu krogu obiskovalcev. Izvaja neomejen prenos znanj ter tako promovira znanost podiplomski in doktorski publikli. V knjižnici VideoLectures.Net je arhiviranih 22 561 video posnetkov, 19 464 predavanj, ki jih je prispevalo 14 535 avtorjev, in 1 028 dogodkov. Tesno smo povezani z organizacijami Open Cast Foundation, Open Course Ware Consortium in Knowledge 4 All Foundation Ltd.

Med večjimi svetovnimi znanstvenimi konferencami in poletnimi šolami smo v letu 2016 posneli in objavili predavanja konferenc: ESWC – Extended Semantic Web Conference (Grčija), ESWC 2016 Summer School (Hrvaška), ISWC 2016 – International Semantic Web Conference (Japonska), DLSS 2016 – Deep Learning Summer School (Kanada), ESHG Symposium – Machine Learning for Personalized Medicine (Barcelona), ICLR2016 – Computational and Biological Learning Society (Puerto Rico), ISBA – International Society for Bayesian Analysis (Italija), ECCV 2016 - The 14th European Conference on Computer Vision (Nizozemska), KDD 2016 – ACM SIGKDD 2016 Conference on Knowledge Discovery & Data Mining (ZDA), InterACT - International Center for Advanced Communication Technologies – Anniversary Symposium »Building Bridges, Breaking Barriers« (Nemčija), Inaugural Conference at Bocconi Institute for Data Science and Analytics (Italija).

V Sloveniji tesno sodelujemo z Javno agencijo za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Nacionalnim inštitutom za biologijo, Filozofsko fakulteto Univerze v Ljubljani, Prirodoslovnim muzejem Slovenije, Univerzo v Mariboru, Univerzo v Novi Gorici, Muzejem za arhitekturo in oblikovanje, Slovenskim akademjsko tehniško-naravoslovnim društvom Satena in drugimi. V okviru dejavnosti Inštituta redno snemamo kolokvije, Solomonove seminarje, Dneve IJS in konferenco Informacijska družba.

V letu 2016 smo organizirali 11. tekmovanje v znanju računalništva. Šolskega tekmovanja v programiranju se je udeležilo 309 dijakov, državnega tekmovanja pa 161 tekmovalcev iz vse Slovenije. Organizirali in izpeljali smo sestanke mednarodnih projektov 7. OP: Xlime in EDSA, soorganizirali poletno šolo ESWC – Extended Semantic Web Conference, ki je potekala v Dubrovniku, ter sodelovali pri organizaciji mednarodne konference LREC – 10th

---

**V letu 2016 smo sodelovali pri desetih evropskih projektih.**

---

---

**Center upravlja portal <http://videlectures.net/>, ki je sedaj največji svetovni referenčni portal za ponujanje visokokvalitetnih znanstvenih predavanj.**

---

---

**V sklopu delovanja Unescove katedre (<http://unesco.ijs.si/>) smo se udeležili več mednarodnih srečanj ter se aktivno vključili v priprave na 2. svetovni kongres o prosto dostopnih izobraževalnih virih (OER). Kongres bo potekal septembra 2017 v Ljubljani.**

---

edition of the Language Resources and Evaluation Conference, ki se je v Portorožu udeležilo več kot 1 000 strokovnjakov s področja lingvistike.

V sklopu delovanja Unescove katedre (<http://unesco.ijs.si/>) so se njeni predstavniki udeležili več mednarodnih srečanj strokovnjakov s področja odprtega izobraževanja in prostih izobraževalnih virov. Marca je katedra predstavljala svoje dosežke na letnem neformalnem srečanju evropske mreže nacionalnih komisij za UNESCO v Krakovu na Poljskem. Katedra je sodelovala pri objavi publikacije "Making Sense of MOOCs: A Guide to Policy Makers in Developing Countries". Večina dela je bilo v zvezi s pripravami na 2. svetovni kongres o prosto dostopnih izobraževalnih virih (OER) in sodelovanjem v svetovni skupini za pripravo »Slovenskega paketa promocije« na področju OER, ki ga bomo predstavili na kongresu. Kongres bo potekal septembra 2017 v Ljubljani. Katedra je vključena tudi v svetovni odbor za regionalna posvetovanja, ki jih vodi Commonwealth of Learning in bodo potekala v šestih regijah sveta. Rezultati teh srečanj bodo predstavljeni na 2. svetovnem kongresu v Ljubljani.

Junija 2016 so potekale zaključne dejavnosti 2. cikla projekta Moj sanjski stroj (MyMachine Slovenija), ki se je

---

**Končali smo drugi cikel projekta Moj sanjski stroj in predstavili 10 prototipov otroških sanjskih strojev.**

---

začel v šolskem letu 2015/2016. V prostorih Rampa Laba v Ljubljani smo organizirali zaključno razstavo, kjer smo na ogled postavili 10 prototipov otroških sanjskih strojev. Ti stroji so nastali v sodelovanju učiteljev, učencev, dijakov, profesorjev in študentov iz 27 različnih izobraževalnih institucij. V sklopu istega projekta so naše dejavnosti obsegale tudi pripravo vmesne razstave, kjer so se srečali študentje in dijaki – ustvarjalci sanjskih strojev – in si izmenjali ideje, predloge in načrte za izvedbo strojkov. Oktobra 2016 smo začeli nov, to je tretji, cikel projekta. Tokrat z nami sodeluje 12 izobraževalnih institucij iz Ljubljane, Škofje Loke in Velenja. Cikel bomo končali junija 2017. Več o tem projektu lahko poiščete na portalu <http://www.mymachineglobal.org/tag/slovenia>.

Proti koncu leta smo začeli delo pri projektu »Sistem za identifikacija besed in informacij«, ki jih je treba pred javno objavo, zaradi varovanja zasebnosti, anonimizirati. To pomeni, da je iz besedila potrebno odstraniti vse omembe podatkov, s katerimi bi lahko identificirali osebe, vpletene v postopku. V ta namen razvijamo sistem, ki bo s tehnikami strojnega učenja pomagal pri anonimizaciji sodb, in sicer tako, da bo samodejno zaznal dele besedila, ki vsebujejo osebne in druge identifikacijske podatke. Naročnik izvedbe projekta je Ministrstvo za pravosodje RS.

## Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Organizacija 11. Srednješolskega tekmovanja ACM iz računalništva in informatike, Ljubljana, 19. 3. 2016
2. Organizacija sestanka EU-projekta Xlime, Dubrovnik, 16.–18. 5. 2016
3. Soorganizacija konference LREC »10th edition of the Language Resources and Evaluation Conference«, Portorož, Slovenija, 23.–28. 5. 2016
4. Organizacija zaključne razstave projekta Moj sanjski stroj, Ljubljana, 16. 6. 2016
5. Organizacija sestanka EU-projekta EDSA, Dubrovnik, Hrvaška, 23.–24. 6. 2016
6. Soorganizacija poletne šole ESWC »Extended Semantic Web Conference Summer School«, Dubrovnik, Hrvaška, 5.–10. 9. 2016

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Delavnica European Language Resource Coordination (ELRC) 2015, 08.12.2015, JSI, Ljubljana  
Dfki Gmbh - Deutsches Forschungszentrum Fuer  
mag. Mitja Jermol
2. 7. OP - ProaSense; Podjetje za proaktivno zaznavanje  
Evropska komisija  
mag. Mitja Jermol
3. 7. OP - SYMPHONY; Organiziranje informacijskih tehnologij in globalnih sistemov znanosti za izdelovanje politik in regulativ prožne in trajnostne globalne ekonomije  
Evropska komisija  
mag. Mitja Jermol
4. 7. OP - xLiMe; Medjezično medmedijsko izločanje znanja  
Evropska komisija  
mag. Mitja Jermol

5. 7. OP - SUNSEED; Trajnostno in vzdržljivo omrežje za pametno distribucijo električne energije  
Evropska komisija  
mag. Mitja Jermol
6. 7. OP - FI-IMPACT; Povečevanje vpliva raziskovalnih projektov interneta prihodnosti  
Evropska komisija  
mag. Mitja Jermol
7. H2020 - EDSA; Evropska akademija za podatkovno znanost  
Evropska komisija  
mag. Mitja Jermol
8. H2020 - OPTIMUM; Proaktivna inteligentna mobilnost vodena preko velike količine multi-modalnih podatkov  
Evropska komisija  
dr. Matej Kovačič
9. H2020 - MOVING; Razvoj MOVING izobraževalne platforme za podporo usposabljanju aplikativnih uporabnikov orodij za rudarjenje v povezavi z njihovo dnevno raziskovalno aktivnostjo  
Evropska komisija  
Gaber Cerle, dipl. ekon.

## PROJEKTI

1. Snemanje predavanj in obdelava podatkov  
mag. Mitja Jermol

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJJIH

1. Berčič Katja, udeležba na konferenci SCDO in predstavitev članka, Queenstown, Nova Zelandija, 3.–20. 2. 2016
2. Berčič Katja, udeležba pri projektnej sestanku Fimpact, Milano, Italija, 9.–10. 5. 2016
3. Berčič Katja, udeležba na konferenci Grafy 2016, Chlaba, Slovaška, 1.–5. 6. 2016
4. Cerle Gaber, pospravilo razstave MyMachine, Ljubljana, Slovenija, 22. 2. 2016
5. Cerle Gaber, udeležba na projektnej sestanku MOVING, Solun, Grčija, 12.–15. 4. 2016
6. Cerle Gaber, projektnej sestanku Fimpact, Milano, Italija, 9.–10. 5. 2016
7. Cerle Gaber, prevoz sanjskega stroja do OŠ Celje, Celje, Slovenija, 30. 6. 2016
8. Cerle Gaber, udeležba na projektnej sestanku H2020 projekta MOVING, Düsseldorf, Nemčija, 18.–19. 7. 2016
9. Cerle Gaber, udeležba na revizijskem sestanku EU-projekta FI-MPACT, Bruselj, Belgija, 26.–28. 7. 2016
10. Črnko Mihajela, sestanek za projekt Moj sanjski stroj, Velenje, Slovenija, 16. 3. 2016
11. Črnko Mihajela, udeležba na sestanku Moj sanjski stroj, Kranj, Slovenija, 12. 4. 2016
12. Črnko Mihajela, sestanek za projekt Moj sanjski stroj, Kranj, Slovenija, 25. 4. 2016
13. Črnko Mihajela, izvedba delavnice za projekt Moj sanjski stroj, Ptuj, Slovenija, 19. 5. 2016
14. Črnko Mihajela, snemanje konference ESWC 2016, Heraklion, Grčija, 27. 5. – 3. 6. 2016
15. Črnko Mihajela, udeležba na sestanku EU-projekta MOVING, Dresden, Nemčija, 21.–25. 11. 2016
16. Črnko Mihajela, izvedba delavnice za Moj sanjski stroj, Trebnje, Slovenija, 6. 12. 2016
17. Jermol Mitja, udeležba na sestanku Univerze Maribor, Maribor, Slovenija, 13. 1. 2016
18. Jermol Mitja, pogovori v smeri zelene referenčne države v digitalni Evropi, Velenje, Slovenija, 15. 1. 2016
19. Jermol Mitja, udeležba na revizijskem sestanku EU-projekta NRG4CAST, Bruselj, Belgija, 25.–27. 1. 2016
20. Jermol Mitja, udeležba na sestanku OUSlovenija, Maribor, Slovenija, 22. 1. 2016
21. Jermol Mitja, UNESCO expert meeting, Pariz, Francija, 3.–5. 2. 2016
22. Jermol Mitja, evalvacija EU-projektov in sestanek na Unescu, Bruselj, Berlin, Belgija, 28. 2. 2016
23. Jermol Mitja, evalvacije EU-projektov (ERC POC), Bruselj, Belgija, 7. 3. 2016
24. Jermol Mitja, udeležba na dogodku Open Educational Resources (OER) Road Map Meeting, Pariz, Francija, 29. 3. – 1. 4. 2016
25. Jermol Mitja, udeležba na konferenci »The Open Education Global Conference Convergence Through Collaboration«, Krakov, Poljska, 11.–12. 4. 2016
26. Jermol Mitja, advisory board EU-projekta SWAFS, Bruselj, Belgija, 3. 5. 2016
27. Jermol Mitja, predavanje na Posvetu združenja ravnateljic in ravnateljev vrtcev Slovenije, Moravske Toplice, Slovenija, 9. 5. 2016
28. Jermol Mitja, predavanje in udeležba na srečanju: 4th Annual Summit for the Internet of Things & M2M Communication, Dunaj, Avstrija, 12.–15. 6. 2016
29. Jermol Mitja, sodelovanje na 11. Blejskem strateškem forumu, Bled, Slovenija, 5.–6. 9. 2016
30. Jermol Mitja, udeležba na poslovni delegaciji v ZDA in review ISE EU-projekta, Denver, San Francisco, Luxembourg, ZDA, 19.–28. 9. 2016
31. Jermol Mitja, evalvacije projektnejh predlogov za finsko raziskovalno agencijo, Helsinki, Finska, 7.–9. 9. 2016
32. Jermol Mitja, udeležba na sestanku s Pošto Slovenije, Maribor, Slovenija, 17. 10. 2016
33. Jermol Mitja, predstavitev »OER Techniques«, based on the experience of the UNESCO Chair on Open Technologies for Open Educational Resources and Open Learning (OER), Pariz, Francija, 25.–27. 10. 2016
34. Jermol Mitja, evalvacija EU-projekta MIDAS, Bruselj, Belgija, 9.–11. 11. 2016
35. Jermol Mitja, udeležba na UNESCO regionalnem srečanju, Kuala Lumpur, Malezija, 27. 11.–3. 12. 2016
36. Jermol Mitja, evalvacije in udeležba na evropski komisiji, Luxemburg, Luksemburg, 12.–13. 12. 2016
37. Kovačič Matej, predstavitev članka na delavnici »Experience sharing programme workshop on preventing corruption in public procurement at the local and regional level«, Atene, Grčija, 24.–26. 2. 2016
38. Kovačič Matej, sestanek za projekt Moj Sanjski stroj na FOV, Kranj, Slovenija, 25. 4. 2016
39. Kovačič Matej, udeležba na Informativnem dnevu Interreg Slovenija-Italija, Postojna, Slovenija, 14. 7. 2016
40. Krečo Adis, snemanje odprtja Dnevo slovenske informatike 2016, Portorož, Slovenija, 12. 4. 2016
41. Krečo Adis, Informativni sestanek glede nakupa nove opreme za portal Videolectures. Net, Slovenija, 26. 4. 2016
42. Krečo Adis, snemanje predavanja v Bolnišnici Topolšica, Topolšica, Slovenija, 4. 5. 2016
43. Krečo Adis, snemanje predavanja vabljene predavatelja na FAMNIT-u v Kopru in snemanje znanstvenega srečanja v Ajdovščini, Ajdovščina, Koper, Slovenija, 12. 10. 2016
44. Krečo Adis, snemanje predavanja Odlični v znanosti, Maribor, Slovenija, 9. 11. 2016
45. Krečo Adis, snemanje znanstvenega srečanja, Ajdovščina, Slovenija, 17. 11. 2016
46. Krečo Adis, snemanje predstavitev znanstvenih dosežkov »Odlični v znanosti«, Vipava, Slovenija, 1. 12. 2016
47. Krečo Adis, snemanje Znanstveni dosežki dr. Matjaž Humar, Vipava, Slovenija, 15. 12. 2016
48. Kropelj Monika, predstavitev in sestanek za OpenEducation, Skopje, Makedonija, 17.–19. 5. 2016
49. Kropelj Monika, soorganiziranje konference LREC2016 »10th edition of the Language Resources and Evaluation Conference«, Portorož, Slovenija, 22.–28. 5. 2016
50. Kropelj Monika, udeležba na sestanku na Pošti Slovenije, Maribor, Slovenija, 17. 10. 2016
51. Orlič Davor, udeležba na konferenci »The William and Flora Hewlett Foundation's Annual OER meeting 2016«, New Orleans, ZDA, 12.–21. 2. 2016
52. Orlič Davor, udeležba na »Information and Networking Day on Gaming, Gamification and on Technologies for Learning and Skills«, Bruselj, Belgija, 17.–18. 1. 2016
53. Orlič Davor, udeležba na »Annual Informal Meeting of the European Network of National Commissions for UNESCO, Krakov«, Krakov, Poljska, 24.–26. 2. 2016
54. Orlič Davor, udeležba na konferenci »The Open Education Global Conference Convergence Through Collaboration«, Krakov, Poljska, 11.–15. 4. 2016
55. Orlič Davor, udeležba na dogodku: »Invitation to launch of a new UNESCO-COL publication, entitled »Making Sense of MOOCs: A Guide to Policy Makers in Developing Countries«, Pariz, Francija, 15.–16. 6. 2016
56. Orlič Davor, udeležba na dogodku: First Meeting of the Task Team and the steering Committee for the Regional Consultations Commonwealth of Learning (COL), Vancouver, Kanada, Kanada, 8.–14. 8. 2016
57. Orlič Davor, udeležba na konf. Erasmus+ in okrogla miza »Znanstveni piknik«, Ljubljana, Zagreb, Hrvaška, 22.–25. 9. 2016
58. Orlič Davor, udeležba na sestanku Pošte Slovenije, Maribor, Slovenija, 17. 10. 2016
59. Orlič Davor, udeležba na sestanku UNESCO, Pariz, London, Francija, 25.–27. 10. 2016
60. Ovsenek Matija, snemanje predavanja iz cikla pozitivne psihologije, Ljubljana, Slovenija, 19. 1. 2016
61. Ovsenek Matija, udeležba in slikanje na sestanku EU-projekta Proasense, Ljubljana, Slovenija, 25. 2. 2016
62. Ovsenek Matija, snemanje foruma »European Robotics forum«, Ljubljana, Slovenija, 21.–23. 3. 2016
63. Ovsenek Matija, snemanje predavanja Higiena rok, Ljubljana, Slovenija, 25. 3. 2016
64. Ovsenek Matija, snemanje seminarja Leadership, Kranj, Slovenija, 12. 4. 2016
65. Ovsenek Matija, snemanje srečanja ISBA »International Society for Bayesian Analysis«, Forte Village, Sardinija, Italija, 12.–15. 6. 2016
66. Ovsenek Matija, snemanje konference ICLR 2016 »International Conference on Learning Representations«, San Juan, Porto Rico, 30. 4.–6. 5. 2016
67. Ovsenek Matija, snemanje konference ESWC 2016, Heraklion, Kreta, Grčija, 27. 5.–3. 6. 2016
68. Ovsenek Matija, snemanje konference LREC 2016, Portorož, Slovenija, 25.–26. 5. 2016
69. Ovsenek Matija, snemanje konference InterACT, Baden-Baden, Nemčija, 13.–15. 7. 2016
70. Ovsenek Matija, snemanje konference InterACT, Baden-Baden, Nemčija, 13.–15. 7. 2016
71. Ovsenek Matija, snemanje konference DLSS in KDD, Montreal, SanFrancisco, ZDA, 30. 7.–23. 8. 2016
72. Ovsenek Matija, snemanje poletne šole ESWC 2016, Dubrovnik, Hrvaška, 4.–10. 9. 2016
73. Ovsenek Matija, snemanje konference ECCV »European Conference on Computer Vision«, Amsterdam, Nizozemska, 10.–15. 10. 2016
74. Ovsenek Matija, snemanje konference ISWC 2016, Kobe, Japonska, 17.–23. 10. 2016
75. Ovsenek Matija, snemanje dogodka Leadership & Success, Kranj, Slovenija, 10. 11. 2016
76. Ovsenek Matija, snemanje »Inaugural conference of the Bocconi Institutes«, Milano, Italija, 17.–19. 11. 2016
77. Ovsenek Matija, snemanje na srečanju OER Regional consultations, Kuala Lumpur, Malezija, 28. 11.–9. 12. 2016
78. Polajnar Anja, udeležba na revizijskem sestanku EU-projekta Proasense, Bruselj, Belgija, 13.–14. 1. 2016
79. Polajnar Anja, udeležba na revizijskem sestanku NRG4CAST, Bruselj, Belgija, 24.–27. 1. 2016
80. Polajnar Anja, udeležba na Informativnem dnevu Interreg, Postojna, Slovenija, 14. 7. 2016
81. Polajnar Anja, udeležba na projektnej sestanku Proasense, Lizbona, Portugalska, 17.–19. 10. 2016
82. Polajnar Anja, udeležba na izbraževanju OBZORJA 2020, Brdo pri Kranju, Slovenija, 29. 11. 2016
83. Sitar Špela, soorganiziranje konference LREC2016 »10th edition of the Language Resources and Evaluation Conference«, Portorož, Slovenija, 22.–28. 5. 2016

## SODELAVCI

### Mlajši raziskovalci

1. dr. Katja Berčič, odšla 1. 7. 2016
2. Anja Polajnar, mag. znanosti

### Strokovni sodelavci

3. mag. Mitja Jermol, vodja samostojnega centra
4. dr. Matej Kovačič
5. Marjana Plukavec\*, univ. dipl. inž. geol., odšla 1. 4. 2016
6. Špela Sitar, univ. dipl. inž. živ. tehnol.

### Tehniški in administrativni sodelavci

7. Aleš Buh
8. Gaber Cerle, dipl. ekon.
9. Mihajela Črnko
10. Ana Fabjan, inž. mep.
11. Adis Krečo, prof. fil. in soc.
12. Monika Kropej, univ. dipl. kult.
13. Davor Orlič, univ. dipl. prev.
14. Tanja Zdolšek Draksler, univ. dipl. medij. kom.

Opomba

\* delna zaposlitev na IJS

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. ACM Slovenija, Ljubljana, Slovenija
2. Association for Computing Machinery, New York, ZDA
3. Gimnazija Celje, Celje, Slovenija
4. Gimnazija Franceta Prešerna Kranj, Kranj, Slovenija
5. Gimnazija Ptuj, Ptuj, Slovenija
6. IEEE Slovenija, Ljubljana, Slovenija
7. Javna Agencija za raziskovalno dejavnost RS, Ljubljana, Slovenija
8. LiveNetLife international, d. o. o., Ljubljana, Slovenija
9. Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport, Ljubljana, Slovenija
10. Muzej za arhitekturo in oblikovanje, Ljubljana, Slovenija
11. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, Slovenija
12. Osnovna šola Frana Erjavca Nova Gorica, Nova Gorica, Slovenija
13. Osnovna šola Frana Kranjca Celje, Celje, Slovenija

14. Osnovna šola Griže, Griže, Slovenija
15. Osnovna šola Ivan Grohar Škofja Loka, Škofja Loka, Slovenija
16. Osnovna šola Predoslje, Predoslje, Slovenija
17. Osnovna šola Savsko naselje, Ljubljana, Slovenija
18. Osnovna šola Trebnje, Trebnje, Slovenija
19. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, Slovenija
20. Pošta Slovenije, Maribor, Slovenija
21. Semantic Technology Institute International, Dunaj, Avstrija
22. Skupina organizacij pri projektu EDSA
23. Skupina organizacij pri projektu OPTIMUM
24. Skupina organizacij pri projektu AQUASmart
25. Skupina organizacije pri projektu SUNSEED
26. Skupina organizacije pri projektu Moving
27. Skupina organizacije pri projektu SYMPHONY
28. Skupina organizacije pri projektu X-LIME
29. Skupina organizacije pri projektu PROASENSE
30. Skupina organizacije pri projektu NRG4CAST
31. Skupina organizacije pri projektu FI-MPACT
32. Slovensko akademsko tehniško-naravoslovno društvo Satena
33. Stanford University, Stanford, ZDA
34. STI Innsbruck, Innsbruck, Avstrija
35. Šolski center Kranj, Kranj, Slovenija
36. Šolski Center Nova Gorica, Nova Gorica, Slovenija
37. Šolski center Ptuj, Ptuj, Slovenija
38. Šolski center Škofja Loka, Škofja Loka, Slovenija
39. Šolski center Velenje, Velenje, Slovenija
40. University College London, London, VB
41. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper, Slovenija
42. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
43. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana, Slovenija
44. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija
45. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana, Slovenija
46. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
47. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
48. Univerza v Novi Gorici
49. Vegova Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
50. Vrtci Ptuj, Ptuj, Slovenija
51. VIIDEA, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

## BIBLIOGRAFIJA

### IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Mario Karlovčec, Dunja Mladenčič, Marko Grobelnik, Mitja Jermol, "Conceptualization of science using collaboration and competences", *Electron. libr.*, vol. 34, no. 1, str. 2-23, 2016. [COBISS.SI-ID 29254951]

### STROKOVNI ČLANEK

1. Marjeta Frey-Pučko, Bojan Jurca, Mitja Jermol, "Odprto izobraževanje v zdravstvu - tehnologija in metoda", *AS. Andrag. spoznan.*, letn. 22, št. 4, str. 57-71, 2016. [COBISS.SI-ID 63100258]

### OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Ruben Costa, Ricardo Jardim-Gonçalves, Paulo Figueiras, Margherita Forcolin, Mitja Jermol, Richards Stevens, "Smart cargo for multimodal freight transport: when "cloud" becomes "fog"", V: *8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2016, Troyes, France, 28-30 June 2016, IFAC-PapersOnline*, vol. 49, no. 12, str. 121-126, 2016. [COBISS.SI-ID 30118439]

# 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. Jeseni 2016 smo izvedli že 37. tečaj OTJE (Osnove tehnologije jedrskih elektrarn), ki je bil tokrat namenjen predvsem sodelavcem Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV), udeležila pa sta se ga tudi dva sodelavca Nuklearne elektrarne Krško (NEK) ter dva sodelavca organizacij, ki sodelujejo z NEK. Vzoredno se je novembra začela 16. izvedba tečaja TJE (Tehnologija jedrskih elektrarn), ki pomeni prvo teoretično osnovo usposabljanja operaterjev v komandni sobi jedrske elektrarne. Ti tečaji so praviloma vsaki dve leti.

Na področju varstva pred sevanji smo izvedli skupaj 29 tečajev za medicinsko, industrijsko in raziskovalno uporabo virov ionizirajočega sevanja.

V sodelovanju z odsekom za reaktorsko fiziko smo izvedli en mednarodni tečaj s področja upravnega nadzora raziskovalnih reaktorjev.

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. Poleg tradicionalnih predavanj o elektriki iz jedrske elektrarne, o radioaktivnih odpadkih oziroma o fuziji smo pripravili dve novi predavanji za splošno javnost, in sicer delavnico o energiji ter predavanje o izotopih. V letu 2016 nas je obiskalo 161 skupin oziroma 6 825 obiskovalcev. Od leta 1993 si je naš informacijski center ogledalo skupaj 168 644 učencev, študentov, učiteljev in drugih obiskovalcev. Nadaljevali smo tudi spremljanje in analizo medijskih objav na temo jedrske energije.



Vodja:  
**dr. Igor Jenčič**

**V letu 2016 smo pripravili dve novi predavanji za splošno javnost: delavnico o energiji, ki je primerna za nižje razrede osnovne šole, ter predavanje o izotopih, ki govori predvsem o uporabnosti analiz stabilnih izotopov.**



Slika 1: Dan odprtih vrat IJS na Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo



Slika 2: Delavnica o energiji v Osnovni šoli Hotič



## Tečaji v Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo v letu 2016

Datum	Naslov tečaja	Udeležencev	Predavateljev	Tednov	Tečajnik-tednov
25.-29.1.	Obnovitveni tečaj „Usposabljanje delavcev v organizacijskih enotah varstva pred sevanji (RZ1)“	13	6	1	13
10. 2.	Varstvo pred sevanji za področje industrije in drugih dejavnosti - minimalno izpostavljeni delavci	11	2	0,2	2,2
17. 2.	Varstvo pred sevanji za področje industrije in drugih dejavnosti - minimalno izpostavljeni delavci (Cinkarna Celje)	10	2	0,2	2
25.-26. 2.	Varstvo pred sevanji za področje dentalne medicine	4	3	0,2	0,8
7.-10. 3.	Varstvo pred sevanji za področje zobozdravstva	1	5	0,4	0,4
7.-9. 3.	Varstvo pred sevanji za področje odprtih virov III. razreda	3	4	0,6	1,8
7.-9. 3.	Varstvo pred sevanji za področje ostalih zaprtih virov	9	4	0,6	5,4
7.-9.3.	Varstvo pred sevanji za delavce izpostavljene radonu in toronu	1	5	0,6	0,6
15. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje drugih zaprtih virov	27	4	0,2	5,4
15. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje merjenja gostote in vlage cestišč	3	4	0,2	0,6
15. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje industrijske radiografije	6	4	0,2	1,2
17. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji, dodatek za odgovorne osebe	1	2	0,2	0,2
17. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji, dodatek za odgovorne osebe	15	2	0,2	3
18. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje zobozdravstva	11	4	0,2	2,2
18. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje diagnostične radiologije	1	4	0,2	0,2
21. - 23. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje diagnostične radiologije	1	4	0,6	0,6
21. - 23. 3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje veterine	2	4	0,6	1,2
5. 4.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje drugih zaprtih virov - minimalno izpostavljeni delavci (FURS)	17	3	0,2	3,4
6.-10. 6.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za izpostavljene delavce NEK (RZ-2)	11	7	1	11
10.-14. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje nuklearne medicine	2	9	1	2
10.-12. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje drugih zaprtih virov	9	4	0,6	5,4
10.-13. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje zobozdravstva	2	5	0,4	0,8
18. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje drugih zaprtih virov	19	4	0,2	3,8
18. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje odprtih virov III. razreda	2	5	0,2	0,4
18. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje merjenja gostote in vlage cestišč - obnovev	1	4	0,2	0,2
20. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji, dodatek za odgovorne osebe	7	2	0,2	1,4
20. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji, dodatek za odgovorne osebe, nuklearna medicina	1	0	0,2	0,2

Datum	Naslov tečaja	Udeležencev	Predavatelj	Tednov	Tečajnik-tednov
21. 10.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje zobozdravstva	9	3	0,2	1,8
2.-30. 11.	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn, teorija	11	13	4,2	46,2
14. 11.- (14. 4. 2017)	Tehnologija jedrskih elektrarn, teorija	5	23	21,6	108
1.-23. 12.	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn, sistemi	10	10	3,4	34
5.-9. 12.	EU Dedicated Training Course on "Requirements and safety evaluation of Research Reactors"	11	9	1	11
19. 12.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji za področje veterine - obnovitev	1	2	0,2	0,2
<b>SKUPAJ</b>		<b>237</b>	<b>166</b>	<b>41,2</b>	<b>270,6</b>



Slika 3: Tečaj Osnove tehnologije jedrskih elektrarn (delavnica o radioaktivnosti)



Slika 4: Mednarodni tečaj o zahtevah in oceni varnosti raziskovalnih reaktorjev (EC INSC Project MC3.01/13), december 2016

## MEDNARODNA PROJEKTA

7. OP - EAGLE; Izboljšanje procesov šolanja, usposabljanja in komuniciranja za razumno vedenje in odločanje glede radioloških tveganj  
Evropska komisija  
Rado Istenič, univ. dipl. inž. str.
- Teoretično in praktično usposabljanje strokovnjakov jedrskih upravnih organov in tehniških podpornih organizacij za krepitev njihovih upravnih in tehniških zmoglosti - MC3.01/13  
Iter-consult Srl - Independent  
Saša Bobič

## PROJEKTA

- Izvedba tečajev RZ za tuji trg  
mag. Matejka Južnik

- Izvedba tečajev „Varstvo pred sevanji“  
mag. Matejka Južnik

## VEČJA NOVA POGODBENA DELA

- Izvedba informiranja javnosti ter spremljanja medijev o jedrski energiji in o dejavnostih GEN energije, d.o.o.  
Gen energija, d. o. o.  
dr. Igor Jenčič
- Izvajanje programa usposabljanja ICJT v letu 2016 in 2017  
Nuklearna Elektrarna Krško  
dr. Igor Jenčič
- Usposabljanje na osnovnem tečaju o jedrski tehnologiji in jedrskih elektrarnah  
Ministrstvo za okolje in prostor  
dr. Igor Jenčič

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

- Tomaž Skobe; udeležba na sestanku »FuseCOM Board«, Garching, Nemčija, 3.-4. 3. 2016
- Tomaž Skobe; udeležba na srečanju »EUROfusion FuseCOM Meeting«, Budimpešta, Madžarska, 27.-30. 6. 2016

- Radko Istenič; udeležba na konferenci »Risk Perception, Communication and Ethics of Exposures to Ionising Radiation - RICOMET«, Bukarešta, Romunija, 31. 5.-3. 6. 2016
- Igor Jenčič; udeležba na sestanku »Role of Research Reactors in Providing Support of Nuclear Power Programmes«, Dunaj, Avstrija, 21.-24. 6. 2016
- Igor Jenčič; udeležba na konferenci »2016 ANS Winter Meeting: Nuclear Science + Technology: Imperatives for a Sustainable World«, Las Vegas, ZDA, 5.-11. 11. 2016
- Predavanje: »The Use of Ljubljana TRIGA Reactor in Training of NPP Operators and Public Information«
- Igor Jenčič; udeležba na sestanku o organizaciji usposabljanja »School of Radiation Emergency Management«, Dunaj, Avstrija, 13.-14. 12. 2016

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. **dr. Igor Jenčič, vodja samostojnega centra**

### Strokovni sodelavci

2. Jure Hribar, prof. fiz.
3. *Rado Istenič, univ. dipl. inž. str., predavatelj svetnik ICJT, upokojitev 1. 8. 2016*
4. mag. Matjaž Koželj, predavatelj svetnik ICJT
5. mag. Tomaž Skobe, predavatelj svetnik ICJT
6. Vesna Slapar Borišek, univ. dipl. fiz., predavatelj ICJT
7. Luka Tavčar, univ. dipl. inž. str.
8. *Nina Udir, univ. dipl. inž. graf. tehnol., predavatelj začetnik ICJT, 1. 6. 2016*  
*razporeditev v odsek SVPIŠ*

### Tehniški in administrativni sodelavci

9. Saša Bobič
10. mag. Matejka Južnik
11. 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, 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. Ministrstvo za zdravje, Uprava RS za varstvo pred sevanji, Ljubljana, Slovenija
8. Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija
9. Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana, Slovenija

## BIBLIOGRAFIJA

### IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Matjaž Koželj, Bruno Cvikl, "The negative mobility: An outcome of the electric field at the hole-injecting metal/organic semiconductor interface that varies as a linear function of the applied bias", *Thin solid films*, vol. 616, str. 786-792, 2016. [COBISS.SI-ID 29908775]

### OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Radko Istenič, Igor Jenčič, "Public Opinion about Nuclear Energy - Year 2016 Poll", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 8 str. [COBISS.SI-ID 29846055]
2. Igor Jenčič, "The use of Ljubljana TRIGA reactor in training of NPP operators and public information", V: *2016 ANS Winter Meeting and Nuclear Technology Expo*, November 6-10, 2016, Las Vegas, *Transactions of ANS*, vol. 115, p. 92, 2016. [COBISS.SI-ID 29990951]
3. Igor Jenčič, Luka Snoj, "The use of Ljubljana TRIGA reactor for training and public information", V: *Role of research reactors in providing support to nuclear power programmes*, Report of the IAEA Technical

Meeting on "Role of Research Reactors in providing support to Nuclear Power Programmes", 21-24 June 2016, Vienna, str. 44. [COBISS.SI-ID 29909287]

4. Tomaž Skobe, Matjaž Leskovar, "Material influence on ex-vessel steam explosion", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, str. 813-1-813-10. [COBISS.SI-ID 30239527]
5. Vesna Slapar Borišek, "Energy for children", V: *Proceedings*, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2016, Portorož, Slovenia, September 5-8, 2016, 6 str. [COBISS.SI-ID 30416423]

### MAGISTERIJ

1. Tomaž Skobe, *Analiza parne eksplozije v poplavljeni reaktorski votlini*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Matjaž Leskovar). [COBISS.SI-ID 2994532]

# SLUŽBA ZA VARSTVO PRED IONIZIRAJOČIM SEVANJEM

## SVPIS

*SVPIS se z meritvami ionizirajočega sevanja 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 je najpomembnejši raziskovalni reaktor TRIGA MARK II. Poleg tega SVPIS nadzira še 17 laboratorijev na IJS, ki uporabljajo pri raziskavah vire ionizirajočega sevanja. V laboratorijih je v uporabi več kot sto zaprtih ali odprtih virov sevanja in naprav (RTG-aparati in pospeševalnik TANDETRON), za katere je potreben upravni nadzor.*

*Služba SVPIS je pooblaščen od Uprave republike Slovenije za varstvo pred sevanji za izvajanje radioloških pregledov organizacij v industriji in znanosti, kjer se uporabljajo radioaktivni viri sevanja in naprave. Naše delo vključuje tudi ravnanje z radioaktivnimi odpadki, ki nastajajo na IJS.*

*V sklopu pregledov izvajamo meritve hitrosti doze, kontaminacije in spektrometrijo gama po akreditirani metodi (EN ISO/IEC 17025).*



Vodja:

**mag. Matjaž Stepišnik**

### Osebna dozimetrija

V letu 2016 smo z osebnimi termoluminescenčnimi dozimetri nadzirali 126 delavcev, ki poklicno redno ali občasno prihajajo v stik z viri ionizirajočega sevanja. Največja izmerjena letna doza zaposlenega je bila 0,21 mSv, kar je 1 % letne dozne omejitve za poklicnega delavca z viri sevanja (20 mSv na leto) oziroma 21 % letne dozne omejitve za prebivalstvo (1 mSv na leto). Kolektivna letna doza pri vseh delih na IJS je bila 1,5 človek mSv.

### Nadzor raziskovalnega reaktorja in laboratorijev

Redne preglede 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 izvajali meritve hitrosti doze, kontaminacije površin, predmetov in osebne kontaminacije. Rezultati nadzora kontaminiranosti prostorov so pokazali večinoma nemerljivo ali zanemarljivo kontaminiranost.

V letu 2016 smo opravili pod nadzorom neodvisne pooblaščen organizacije tudi 19 radioloških pregledov laboratorijev IJS, kjer uporabljajo vire sevanja. Neodvisna pooblaščen organizacija je opravila dodaten nadzor nad delom SVPIS in dvema laboratorijema na IJS. Pri pregledu ni zaznala pomanjkljivosti, ki bi lahko vplivale na sevalno varnost zaposlenih.

Sedaj je na IJS v uporabi 112 virov sevanja, za katere je potreben upravni nadzor. Dodatno pa se na IJS uporablja še 443 radioaktivnih virov z nižjo aktivnostjo.

### Nadzor okolja

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, zlahtnih plinov, zemlje in sedimentov smo redno merili s spektrometrijo gama in izmerili okrog 350 različnih vzorcev. 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  $\mu$ Sv.

---

**Sevalna obremenitev prebivalstva zaradi dejavnosti Reaktorskega centra je bila v letu 2016 zanemarljiva.**

---

### Izdelava strokovnih mnenj in izvajanje meritev za zunanje naročnike

Služba SVPIS je pooblaščen za izvajanje nadzornih meritev in izdelavo strokovnih mnenj s področja varstva pred sevanji. V letu 2016 smo izvedli več nadzornih pregledov in izdelali nekaj strokovnih mnenj pri zunanjih naročnikih v industriji in znanstvenih organizacijah.

Sodelavci SVPIS so sodelovali tudi pri evalvacijah vpliva Nuklearne elektrarne Krško, raziskovalnega reaktorja TRIGA in skladišča radioaktivnih odpadkov v Brinju na okolje.

---

## SODELAVCI

### Strokovni sodelavci

1. dr. Tinkara Bučar
2. **mag. Matjaž Stepišnik, vodja SVPIŠ**

### Tehniški in administrativni sodelavci

3. Emira Bašić, dipl. var. inž.
4. Thomas Breznik, dipl. inž. rad.
5. Nina Udir, univ. dipl. inž. graf. tehnol.

---

## BIBLIOGRAFIJA

### OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Michel Cindro, Matjaž Stepišnik, Damir Pinezić, Davor Sinka, Dejan Skanata, "Physical and radiological characterisation of measuring sites within the Croatian gamma dose rate early warning network", V: *Conference proceedings and book of abstracts: former "Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids"*, 11th International Conference of the Croatian Nuclear Society, June 05-08, 2016, Zadar, Croatia, str. 113-1-113-15. [COBISS.SI-ID 30122535]

### SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGlavJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Matjaž Stepišnik, "Reka Sava", V: *Ovrednotenje izpustov iz NEK in primerjava z meritvami v okolju*, Matjaž Stepišnik, et al, 1. izd., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2016, str. 1-20. [COBISS.SI-ID 29495591]

# CENTER ZA PRENOS TEHNOLOGIJ IN INOVACIJ

## CTT

*Na osnovi dela leta 1996 ustanovljene Pisarne za prenos tehnologij deluje od januarja 2011 na Institutu "Jožef Stefan" samostojni Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT). Izvajamo pomoč pri prenosu tehnologij in znanja z IJS v gospodarstvo, kar zajema pogodbeno in projektno sodelovanje z industrijo, licenciranje, ustanavljanje odcepljenih podjetij ter podredni postopki zaščite intelektualne lastnine in pomoč podjetjem 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 9 strokovnjakov: 5 jih ima naravoslovno-tehniško izobrazbo, 4 ekonomsko, 2 pravno, 2 iz družbenih ved, med nami pa je tudi 1 patentni zastopnik. Smo člani ASTP (Association of Science and Technology Professionals), LES (Licensing Executives Professionals), pridobljen imamo ameriški certifikat „Certified Licensing Professional“.

Delujemo na področjih prenosa tehnologij in znanja. Naše pomembno orodje je ustvarjena mreža kontaktov s podjetji in drugimi organizacijami v Sloveniji in tujini. **Storitve, ki jih izvajamo za raziskovalce IJS in zunanje naročnike**, prilagodimo individualnim potrebam in vključujejo prvi sestanek ter analizo potreb, trženje intelektualne lastnine (tudi skritega znanja), pripravo pogajalskih izhodišč, izvedbo pogajanj in pripravo ter sklenitev posameznih raznovrstnih pogodb. Del sredstev za delovanje CTT prispevajo raziskovalci IJS s svojimi naročili, naši direktni naročniki pa so bili v letu 2016 tudi na drugih univerzah v Sloveniji in med (velikimi in manjšimi) slovenskimi podjetji.

V letu 2016 je Center za prenos tehnologij in inovacij svoje aktivnosti financiral tudi iz petih večjih in številnih manjših nacionalnih in EU-projektov. Projekti so potekali v različnih programskih shemah financiranja: Openismes (shema CIP), Enterprise Europe Network Slovenia (shema CIP), We4SMESLO (Obzorje 2020) ter projekta, povezana z znanostjo v šolskem sistemu, SciChallenge (Obzorje 2020) in STEM4YOUTH (Obzorje 2020). Aktivnosti projektov so se povezovale in dopolnjevale našo osnovno dejavnost prenosa tehnologij.

**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 preko enotne vstopne točke (36 primerov), izvaja prva svetovanja raziskovalcem (27), izdeluje ocene patentabilnosti – pripravi pregled stanja tehnike (12) – področja, na katerih je aktivnost znatno porasla. Skupina izvaja tudi ocene tržnega potenciala, pomaga pri pripravi izuma na razkritje v okviru matične JRO, pomaga pripraviti osnutke patentnih prijav, pripravlja pogodbe o lastništvu IL, svetuje in predlaga ustrezne patentne zastopnike ter pripravila in vlaga patentne prijave, svetuje o strategiji za razširjanje zaščite na mednarodno (3) in nacionalno raven. Prav tako skupina trži tehnologije IJS (7 tehnologij promoviranih 250 podjetjem in drugih organizacijam, 12 tehnologij smo promovirali preko globalne baze Enterprise Europe Network), sprejema odgovore in začena pogajanja (16). Člani skupine poskrbijo za ustrezno sklenjene pogodbe o nerazkrivanju informacij (19), urejajo razmerja z zunanji partnerji tudi v okviru različnih konzorcijskih odnosov (5), sodelujejo pri pogajanjih (16) ter pripravijo in poskrbijo za sklenitev licenčnih (3) ali drugih ustreznih pogodb. Prav tako v skupini poskrbijo za individualna svetovanja o vseh fazah ustanavljanja novih odcepljenih podjetij, pomagajo pri pripravi poslovnega načrta, vodijo dogovore o ureditvi razmerja med IJS in raziskovalci in pripravijo licenčne pogodbe za uporabo tehnologije v odcepljenem podjetju. Za spodbudo raziskovalcem, da bi se podali v podjetniške vode, organizirajo razpis in nagrado za inovacijo z največjim komercialnim potencialom ter različne delavnice za Mlade raziskovalce. V 2016 je bilo ustanovljeno eno odcepljeno podjetje, dva dodatna predloga za ustanovitev pa sta v končni fazi.

Omenjena skupina tesno sodeluje s **Skupino za pogodbeno sodelovanje z gospodarstvom**, ki obiskuje tako velika (45 od leta 2012) kot majhna podjetja (18 v letu 2016) ter njihove povratne obiske na IJS, 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 (40 identificiranih RR-tem), pripravljajo tehnološke ponudbe, sklepajo sporazume o varovanju informacij ter poskrbijo, da pride do pisnega soglasja za nadaljnjo sodelovanje (14 sklenjenih dogovorov). Skupina prav tako sodeluje na različnih dogodkih, tako je npr. v okviru

---

**Trženje 15 tehnologij IJS. Ustanovljeno eno odcepljeno podjetje. Identificiranih 40 novih raziskovalno-razvojnih tem za sodelovanje.**

---

---

**Organizacija dveh obiskov strokovnjakov za trženje tehnologij, specializiranih za področja »BioChemTech« in »Materials«.**

---

---

**Organizacija mednarodne konference ITTC: več kot 125 obiskovalcev, tekmovanje podjetij, mednarodna udeležba iz Slovenije, držav EU in Kitajske; B2R (68 sestankov)**

---

po svojih kanalih aktivno promovirali nekatere tehnologije odcepljenih podjetij Instituta (4), za katere se v tem trenutku zanima 5 različnih potencialnih partnerjev iz tujine.

Skupina za promocijo, izobraževanja in vodenje projektov je pripravila in razposlala sezname slovenskih in EU-razpisov (12), tuje »partner searche«, pomagala pri pripravi projektnih prijav, predvsem v delih Exploitation in Dissemination, razpošiljala tedensko druge informacije TT-koordinatorjem ter tako prispevala k prijavi novih projektov z novimi tujimi partnerji (13). Skupina je uspešno informirala o dogajanjih preko eNovic CTT ter na Facebook strani, organizirala Dan odprtih vrat IJS (4000 obiskovalcev, kar je skoraj za 3-krat presegle

---

**Na dnevu odprtih vrat IJS 4000 obiskovalcev. Obiskov šol je bilo 83. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij ( 9. po vrsti).**

---

predhodni rekordni obisk), organizirala 83 obiskov šol z dodatnimi 3160 udeleženci), izvedla izobraževanje za Mlade raziskovalce, skladno z zahtevo ARRS po izobraževanju iz podjetništva (25 udeležencev), ter Mednarodno konferenco o prenosu tehnologij (9. po vrsti).

Skupina za raziskave prenosa tehnologij in inovativnosti je sodelovala pri dveh študijah Svetovalne skupine Evropske komisije za »Future and Emerging technologies«; sodelovala je tudi pri izvedbi prvega »Boot camp-a« na področju prenosa tehnologij na nivoju EU, ki smo ga podprli z lastnimi predavanji; o naših izkušnjah s kohezijskimi sredstvi smo predavali v Bruslju, Pragi itd.; kot člani Svetovalne skupine Evropske komisije za »Science with and for society« pa smo sodelovali pri oblikovanju meril za ocenjevanje odgovorne znanosti za prihajajoče razpise. Vključeni smo v podporni sistem EU za napredne pisarne za prenos tehnologij Progress-TT, v okviru katerega razvijamo dodatne storitve; delujemo kot ocenjevalci in zunanji eksperti v okviru Evropske komisije ter za različne ugledne mednarodne institucije (Academy of Science Finland, Ministrstvo za znanost Avstrije, Investment Fund South East Europe). Sodelovali smo v delovni skupini DG Grow, Enterprise Europe Network, ki je pripravila priporočila za Evropsko komisijo in člane Enterprise Europe Network, za izvajanje specializiranih podpornih storitev za pomoč podjetjem, ki so v fazi pospešene rasti oziroma v to fazo vstopajo. Kot eni najbolj ocenjenih ekspertov v EU za komercializacijo delujemo za Evropsko komisijo in svetujemo različnim konzorcijem v okviru H2020, predvsem pri programih Industrial Leadership (FoF, NMP, ICT).

---

**Izdelani dve študiji za Evropsko komisijo. Progress-TT program za napredne pisarne za prenos tehnologij v EU. Eni najbolj ocenjenih ekspertov Evropske komisije za komercializacijo.**

---

### Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Dan odprtih vrat, IJS, Ljubljana, 19. 3. 2016
2. Mladi upi 2016, Izobraževanje za mlade raziskovalce, NLB, Ljubljana, 30. 5. 2016
3. 9. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij, Brdo pri Kranju, 21. 9. 2016

---

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. Drugi znanstveni in tehnološki projekt STPII - priprava študijev izvedljivosti za tri R&DI infrastrukturne projekte  
Wyg Savjetovanje, d. o. o.  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
2. OPENISME; Odprta platforma za inovativne MSP; EACI, CIP program  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
3. COSME - EEN Slovenia; Storitve EEN Slovenija za pomoč pri poslovanju in inoviranju v Sloveniji  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
4. H2020 - SCICHALLENGE; Znanost-izzivi za nove generacije z uporabo sodelovalnih metod in digitalnih medijev  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
5. H2020 - STEM4youth; Promocija STEM izobraževanja skozi znanstvene razpise in njihov vpliv na življenje in zaposlovanje mladih  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
6. H2020 - INPRO; Izboljšanje storitev za upravljanje s pravicami intelektualne lastnine za majhna in srednje velika podjetja  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
7. H2020 - We4SMESLO; Storitve za vzpodbujanje inovacijskega managementa MSP  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
8. H2020 - ReconCell; Rekonfigurabilna robotska celica za hitro postavitev avtomatiziranih montažnih procesov v manjših in srednjih podjetjih  
Evropska komisija  
dr. Špela Stres, MBA, LLM
9. Promocija raziskovalnih uspehov in aplikativnih projektov Instituta "Jožef Stefan" na jesenski konferenci ASTP PROTON „Making a Difference through Knowledge Transfer“  
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS  
dr. Špela Stres, MBA, LLM

## OBISKI

1. Tony Raven, Chief Executive, Cambridge Enterprise Limited, University of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija, 21. 9. 2016
2. Henric Rhedin, School of Business, Economics and Law, University of Gothenburg, Göteborg, Švedska, 21. 9. 2016
3. Jean-Pierre Nozieres, eVaderis, Grenoble, Francija, 21. 9. 2016
4. Silvi Serreqi, EASME, Bruselj, Belgija, 21. 9. 2016
5. Sergej Paveliev, Zenit Zentrum Fur Innovation Und Technik In Nordrhein-Westfalen GmbH, Mulheim An der ruhr, Nemčija, 20.-21. 9. 2016
6. Wojciech Szmít, Podlaska Fundacja Rozwoju Regionalnego, Lomza, Poljska, 20.-21. 9. 2016
7. Can Kartoglu, Sabanci Universitesi, Istanbul, Turčija, 20.-21. 9. 2016
8. Tomasz Charkot, Dolnoslaska Agencja Rozwoju Regionalnego Sa, Szczawno-Zdroj, Poljska, 20.-21. 9. 2016
9. Ondrej Petrusek, Jic, Zajmove Sdruzeni Pravnickch Osob, Brno-Medlanky, Češka, 20.-21. 9. 2016
10. Aleksandar Sedmak, Inovacioni Centar Masinskog Fakulteta Doo, Beograd, Srbija, 20.-21. 9. 2016
11. Sara Maiez - Tribut, Agence Regionale Du Developpement De L'innovation Ardi Rhone-Alpes, Lyon, Francija, 20.-21. 9. 2016
12. Jędrzej Danilewicz, Uniwersytet Zielonogorski, Zielona Gora, Poljska, 20.-21. 9. 2016
13. Dries Stoel, Kamer Van Koophandel, Amsterdam, Nizozemska, 20.-21. 9. 2016
14. Tomasz Lyzwinski, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny W Szczecinie, Szczecin, Poljska, 20.-21. 9. 2016
15. Aneta Aleksander, Gornoslaska Agencja Przesiebiorczosci I Rozwoju Sp Zoo, Gliwice, Poljska, 20.-21. 9. 2016
16. Nicole Okoye, Gottfried Wilhelm Leibniz Universitaet Hannover, Hannover, Nemčija, 20.-21. 9. 2016
17. Pero von Strasser, Stiftung Fachhochschule Osnabrück, Osnabrück, Nemčija, 20.-21. 9. 2016
18. Elena Cortés Ventura, Red De Institutos Tecnológicos De La Comunidad Valenciana Redit Asociacion, Valencia, Španija, 20.-21. 9. 2016
19. Emilie MARCELET, Chambre De Commerce Et D'industrie De Region Picardie, Amiens Cedex 1, Francija, 20.-21. 9. 2016
20. Olaf Jüptner, Hessen Trade & Invest GmbH, Wiesbaden, Nemčija, 20.-21. 9. 2016
21. Elsa Luciani, Agencia Per A La Competitivitat De La Empresa, Barcelona, Španija, 20.-21. 9. 2016
22. Antonio Cusma, Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Rim, Italija, 20.-21. 9. 2016
23. Andrew Hebb, University Of Greenwich, Chatham, Kent, Velika Britanija, 20.-21. 9. 2016
24. Silvi Serreqi, Executive Agency for Small and Medium Enterprises, Bruselj, Belgija, 20.-21. 9. 2016
25. Magali Parent, Agentschap Voor Innovatie Door Wetenschap En Technologie, Bruselj, Belgija, 20.-21. 9. 2016
26. Stan Francke, Ministerie Van Economische Zaken, Utrecht, Nizozemska, 20.-21. 9. 2016
27. Tim Benzie, University Of Greenwich, Greenwich, Velika Britanija, 4.-5. 10. 2016
28. Sara Di Falco, Regione Piemonte, Piemonte, Italija, 4.-5. 10. 2016
29. Nunzia Ciliberti, Aster - Societa Consortile Per Azioni, Bologna, Italija, 4.-5. 10. 2016
30. Claire Melville, Scottish Enterprise, Glasgow, Velika Britanija, 4.-5. 10. 2016
31. Georges De Lacoste, Centre D'accompagnement De Projets Innovants Asbl, Nivelles, Belgija, 4.-5. 10. 2016
32. Isabelle Pottier, Chambre De Commerce Et D'industrie De Region Paris Ile-De-, Pariz, Francija, 4.-5. 10. 2016
33. Astrid Pauli, Zenit Zentrum Fur Innovation Und Technik In Nordrhein-Westfalen GMBH, Mulheim An der Ruhr, Nemčija, 4.-5. 10. 2016
34. Bénédicte Ganivet, Chambre De Commerce Et D'industrie De Region Languedoc Roussillon, Perols, Francija, 4.-5. 10. 2016
35. Melanie Albrecht, Investitions-Und Förderbank Niedersachsen (NBANK), Hanover, Nemčija, 4.-5. 10. 2016
36. Cemile Koseler Usta, Istanbul Sanayi Odasi, Istanbul, Turčija, 4.-5. 10. 2016
37. Katerina Papadoulis, Foundation For Research And Technology Hellas, Atene, Grčija, 4.-5. 10. 2016
38. Frédéric Suche, Agence Bruxelloise Pour L'entreprise, Bruselj, Belgija, 4.-5. 10. 2016
39. Snezana Kirin, Inovacioni Centar Masinskog Fakulteta Doo, Beograd, Srbija, 4.-5. 10. 2016
40. Leo Donato, Rtc North Limited, Leeds, Velika Britanija, 4.-5. 10. 2016
41. Aleksandar Sedmak, Inovacioni Centar Masinskog Fakulteta Doo, Beograd, Srbija, 4.-5. 10. 2016
42. dr. Andrea Basso, Progress TT, MITO Technology, Milano, Italija, 5.-6. 12. 2016

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. mag. Darko Jurić, NLB: Predstavitev CIP-podpore mladim podjetnikom in drugim raziskovalcem, Mladi upi 2016, 30. 5. 2016
2. mag. Marta Juteršek, NLB: Kako do prvega financiranja? Mladi upi 2016, 30. 5. 2016
3. mag. Marjana Majerič, Tehnološki park Ljubljana: Kako od ideje do podjetja? Pisanje poslovnega načrta, Mladi upi 2016, 30. 5. 2016
4. mag. Robert Marinšek, CMEPIUS: Predstavitev podpornih mrež EK v Sloveniji (Euraxes, Europe Direct), Mladi upi 2016, 30. 5. 2016
5. mag. Jadranka Jezeršek Turnes, Kontekst Consulting: Kako uspešno komunicirati znanstvene dosežke z mediji?, Mladi upi, 30. 5. 2016
6. Jean-Pierre Nozieres, eVaderis, Grenoble, Francija: Start-up launch and early stage funding: case study, 9ITTC, 21. 9. 2016
7. Tony Raven, Chief Executive, Cambridge Enterprise Limited, University of Cambridge, Cambridge, Velika Britanija: Research and Innovation, 9ITTC, 21. 9. 2016
8. Henric Rhedin, School of Business, Economics and Law, University of Gothenburg, Göteborg, Švedska: Research and Innovation in Horizon 2020, 9ITTC, 21. 9. 2016
9. Silvi Serreqi, EASME, Bruselj, Belgija: Spin-out funding, 9ITTC, 21. 9. 2016

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJH

1. dr. Špela Stres, Udeležba na posvetu FETAG, Bruselj, Belgija, 25. 1. 2016 (1)
2. dr. Špela Stres, MIRRIS, Praga, Češka, 2. 3. 2016 (1)
3. dr. Špela Stres, Udeležba na posvetu FETAG, Bruselj, Belgija, 14. 3. 2016 (1)
4. dr. Špela Stres, MIRRIS, Bologna, Italija, 18. 4. 2016 (1)
5. dr. Špela Stres, ThreeBy Four EC, Bremen, Nemčija, 18. 4. 2016 (2)
6. dr. Špela Stres, Zaključna konferenca MIRRIS, Bruselj, Belgija, 25. 5. 2016 (1)
7. dr. Špela Stres, Sestanek ocenjevalcev projektov, Zagreb, Hrvaška, 3. 6. 2016 (1)
8. dr. Špela Stres, AESIS Amsterdam Conference, Amsterdam, Nizozemska, 5. 6. 2016 (1)
9. dr. Špela Stres, TT BootCamp, ASTP Proton, Basel, Švica, 5. 6. 2016 (4)
10. dr. Špela Stres, Academy of Finland, key project call panel meeting, Helinski, Finska, 21. 6. 2016 (1)
11. dr. Špela Stres, Okrogla miza Pogovori o strateških prioritetah Slovenije, Ljubljana, 4. 7. 2016 (1)
12. dr. Špela Stres, Academy of Finland's Key project panel 9 - Social sciences and economics, Helinski, Finska, 28. 8. 2016 (1)
13. dr. Špela Stres, Posvet SWAFS, Bruselj, Belgija, 10. 10. 2016 (1)
14. dr. Špela Stres, EEN Strategic Advisory Group sestanek, Bruselj, Belgija, 13. 10. 2016 (1)
15. dr. Špela Stres, Posvet FETAG, Bruselj, Belgija, 25. 10. 2016 (1)
16. dr. Špela Stres, Letna konferenca EEN, Bratislava, Slovaška, 14. 11. 2016 (1)
17. dr. Špela Stres, ASTPPROTON Fall meeting, Stockholm, Švedska, 23. 11. 2016 (1)
18. dr. Špela Stres, Posvet FETAG, Bruselj, Belgija, 1. 12. 2016 (1)

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Robert Blatnik: Sodelovanje v delovni skupini Working Group on Enterprise Europe Network Services for Scale-up Companies, Bruselj, Belgija, 15.-16. 3. 2016; 3.-4. 5. 2016 in 27. 10. 2016
2. Robert Blatnik: Tehnična Univerza Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska, 7. 11. 2016 (Prenos dobrih praks na področju prenosa tehnologij na JRO)
3. Robert Blatnik: Philips IP & Standards, Eindhoven, Nizozemska, 8.-10. 11. 2016 (Prenos dobrih praks na področju prenosa tehnologij na JRO)
4. Robert Blatnik: Gospodarska zbornica Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska, 11. 11. 2016 (Prenos dobrih praks na področju pogodbenega in raziskovalnega sodelovanja)
5. Levin Pal: Tehnična Univerza Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska, 7. 11. 2016 (Prenos dobrih praks na področju prenosa tehnologij na JRO)
6. Levin Pal: Philips IP & Standards, Eindhoven, Nizozemska, 8.-10. 11. 2016 (Prenos dobrih praks na področju prenosa tehnologij v velikih podjetjih)
7. Levin Pal: Gospodarska zbornica Eindhoven, Eindhoven, Nizozemska, 11. 11. 2016 (Prenos dobrih praks na področju pogodbenega in raziskovalnega sodelovanja)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. dr. Špela Stres, MBA, LL.M., vodja centra

### Podoktorski sodelavci

2. dr. Asja Grafj, odšla 5. 9. 2016
3. dr. Duško Odić, odšel 1. 5. 2016
4. dr. Levin Pal

### Mlajši raziskovalci

5. mag. Robert Blatnik

### Strokovni sodelavci

6. Lea Aissatou Levpušček, dipl. evr. štud.
7. Tomaž Lutman, mag. biokem.
8. France Podobnik, univ. dipl. ekon.
9. Marjeta Trobec, spec. za med. posl.

### Tehniški in administrativni sodelavci

10. Barbara Bercko, univ. dipl. ekon.
11. Špelca Kompara, mag. farm.
12. Tamara Matevc, univ. dipl. lit. komp. in fil.
13. Luka Virag, univ. dipl. prav.



## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Agence Régionale pour l'Innovation et l'Internationalisation des Entreprises de Provence-Alpes-Côte d'Azur - Regional Agency for innovation and Internationalisation of Companies in Provence-Alpes-Côte d'Azur Region, Marseille, Francija
2. Andalusian Institute of Tehnology, Sevilja, Španija
3. AREA Science park, Trst, Italija
4. Association Science and Technology Park Almada / Setúbal - MADAN PARQUE, Caparica, Portugalska
5. ASTP Proton, Leiden, Nizozemska
6. Bay Zoltan Ltd, Budimpešta, Madžarska
7. Camera di Commercio di Padova - Padova Chamber of Commerce, Padova, Italija
8. Camera di Commercio di Torino, Torino, Italija
9. Chamber of commerce, industry, crafts and agriculture of Venice Rovigo Delta - Lagunare, Benetke, Italija
10. Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte d'Azur - French Riviera Chamber of Commerce and Industry, Nice, Francija
11. Citta Metropolitana di Torino - Metropolitan City of Turin, Torino, Italija
12. Cyprus Chamber of Commerce and Industry, Deligiorgis, Ciper
13. Fondi europei - Città di Torino, Torino, Italija
14. Gorenje, d. d., Slovenija
15. Gospodarska zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
16. ID Creations, Helsinki, Finska
17. ILA, s. r. o., Praga, Češka
18. IMC Fachhochschule Krems - IMC University of Applied Sciences Krems, Krems, Avstrija
19. Institute of Production Engineering and Automation, Wroclaw University of technology, Wroclaw, Poljska
20. Javna agencija Republike Slovenije za spodbujanje podjetništva, inovativnosti, razvoja, investicij in turizma, Ljubljana, Slovenija
21. Kärntner Wirtschaftsförderungs Fonds - Carinthian Economic Promotion Fund, Celovec, Avstrija
22. Kemijski inštitut Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
23. Kilikis Chamber of Commerce and Industry, Tsirogianni, Grčija
24. Mariborska razvojna agencija, Maribor, Slovenija
25. Mestna občina Novo mesto, Novo mesto, Slovenija
26. Mestna občina Ptuj, Ptuj, Slovenija
27. Murve in kavalirji, d. o. o., Ilirska Bistrica, Slovenija
28. Občina Kamnik, Kamnik, Slovenija
29. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
30. Politecnico di Milano, Milano, Italija
31. Regione Piemonte, Torino, Italija
32. Schwarz&Partner, s. r. o., Praga, Češka
33. Spanish association for the Internationalisation of the companies of electronics, computer and telecommunications, Barcelona, Španija
34. Standartplast Group, Moskva, Rusija
35. Steinbeis Europa Zentrum, Stuttgart, Nemčija
36. Tehnocenter UM, Maribor, Slovenija
37. Tehnološki park Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
38. TIK, d. o. o., Kobarid, Slovenija
39. Toulon Var Technologies, Tolun, Francija
40. Università della Svizzera Italiana - University of Lugano, Lugano, Švica
41. University College London, London, Združeno kraljestvo
42. University of Belgrade, Beograd, Srbija
43. University of the Aegean, Atene, Grčija
44. Univerza na Primorskem - Znanstveno raziskovalno središče, Koper, Slovenija
45. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
46. Univerza v Mariboru, Maribor, Slovenija
47. UnternehmerTUM GmbH, Garching, Nemčija
48. URENIO Research Unit, Aristotle Univerza v Solunu, Grčija
49. Veneto Innovazione, Benetke, Italija
50. Veneto Region, Benetke, Italija
51. Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska

## BIBLIOGRAFIJA

### IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Tomas Ekeberg *et al.* (60 avtorjev), "Single-shot diffraction data from the Mimivirus particle using an X-ray free-electron laser", *Scientific data*, vol. 3, str. 160060-1-160060-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29651239]
2. Gijss van der Schot *et al.* (44 avtorjev), "Open data set of live cyanobacterial cells imaged using an X-ray laser", *Scientific data*, vol. 3, str. 160058-1-160058-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29651495]