



# NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 180, marec 2017

***Napovednik 25. dnevoev Jožefa Stefana ~ Odmevni dosežki naših raziskovalcev ~ Utemeljitev Zoisovih nagrad in priznanj ~ Najhladnejši laboratorij v Sloveniji ~ Osebna varovalna oprema***

|   |    |
|---|----|
| <i>Napovednik 25. dnevov Jožefa Stefana</i> .....   | 3  |
| <i>Božično-novoletni nagovor direktorja delavcem Instituta</i> .....  | 5  |
| <i>Pomembne objave</i> .....  | 8  |
| <i>Električna prevodnost domenskih sten bizmutovega ferita</i> .....  | 8  |
| <i>Kot bi v ravnovesju združil ogenj in vodo – srebrov(II) sulfat hidrat, <math>AgSO_4 \times H_2O</math></i> ..... | 10 |
| <i>Pomembni aplikativni dosežki</i> .....   | 12 |
| <i>Pametna ura za starejše – projekt IN LIFE</i> .....  | 12 |
| <i>Osební merilnik EKG za dolgotrajno spremljanje srčne aktivnosti</i> .....  | 13 |
| <i>Priznanja</i> .....  | 14 |
| <i>Priznanje Prometej znanosti</i> .....  | 14 |
| <i>Primož Koželj prejel nagrado kot najboljši mladi predavatelj</i> .....   | 14 |
| <i>Utemeljitev Zoisove nagrade za življenjsko delo ter Zoisovega priznanja</i> .....                                | 15 |
| <i>Nove raziskave</i> .....   | 16 |
| <i>Najhladnejši laboratorij v Sloveniji</i> .....   | 16 |
| <i>Prispevki</i> .....  | 19 |
| <i>Odkritje znižane simetrije v kvantni spinski tekočini herbertsmithit</i> .....                                   | 19 |
| <i>Obisk Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije</i> .....  | 22 |
| <i>Jih poznamo - Santorio Santorio</i> .....  | 23 |
| <i>Prišli–odšli</i> .....   | 25 |
| <i>Obiski po odsekih</i> .....  | 26 |
| <i>Varnost pri delu</i> .....   | 29 |
| <i>Kulturno dogajanje na IJS</i> .....  | 31 |
| <i>Odprtje razstave Mita Gegiča</i> .....   | 31 |
| <i>Odprtje fotografske razstave Mateja Rukavine</i> .....   | 33 |

Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Urednika: dr. Polona Umek in mag. Marjan Verč

Lektor: dr. Jože Gasperič                      Sodelavka: Polona Strnad, univ. dipl. nov.

Foto: Marjan Smerke, inž., in avtorji prispevkov

Naslovnica: Umetniška predstavitev točkovnih defektov na domenski steni (avtor: Mito Gegič, akad. slik.)

<http://www-novice.ijs.si>, e-pošta: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si).

Ponatis vsebine je dovoljen z opombo, da gre za prispevek iz Novic IJS.

Članke, predloge in pripombe lahko pošljete po e-pošti: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si).

Za vsebino strokovnih in (poljudno)znanstvenih člankov odgovarjajo avtorji.

ISSN 1581-2707

## 25. DNEVI JOŽEFA STEFANA (20.–25. 3. 2017)

Ponedeljek, 20. marec, ob 13. uri

**Velika predavalnica IJS**  
predavanjeProf. dr. Maurizio Fermeglia,  
Univerza na Trstu, Trst, Italija**NAČRTOVANJE MATERIALOV:  
VEČNIVOJSKO MOLEKULSKO MODELIRANJE  
NANOSTRUKTURNIH MATERIALOV**

Med glavnimi cilji računske znanosti o materialih je hitro in natančno napovedovanje lastnosti novih materialov, preden jih sintetiziramo, pripravimo in karakteriziramo. Problem nanostrukturnih materialov je, da so njihove lastnosti odvisne od nanostrukture in od interakcij na atomski ravni. Žal nimamo ene same metode, s katero bi lahko modelirali strukturo in napovedali lastnosti sistemov z velikim številom atomov na časovni ravni mikrosekund. Razvili smo protokole za večnivojsko molekulsko modeliranje, primerne za inženirje, tako da smo vključili metode in rezultate modeliranja od nanonivoja (na primer MD) do mezonivoja in metod končnih elementov. Z razvitim protokolom lahko napovemo makroskopske lastnosti materialov, pri čemer upoštevamo nanostrukturo in vpliv medpovršin na nanoravni. Tako smo dobili močno orodje za načrtovanje nanostrukturnih sistemov. V predavanju bomo opisali podrobnosti večnivojskega molekulskega modeliranja in se osredinili na nekaj industrijsko pomembnih primerov s področij znanosti o materialih in ved o življenju.

Ponedeljek, 20. marec, ob 14.30

**Galerija IJS****ODPRTJE RAZSTAVE GRAFIK  
RIKA DEBENJAKA OB 30. OBLETNICI SMRTI**

Riko Debenjak je v umetniški grafiki našel sodoben izraz za motive, ki jih je v preteklosti gojila slovenska narodna tradicija. Za profil Ljubljanske grafične šole je bil odločilen pariški atelje Johnnyja Friedlaenderja, pri katerem so se izpopolnjevali nekateri slovenski grafiki. Prvi ga je leta 1957 obiskal Riko Debenjak. Iz njegovega ateljeja je izšla tudi paradna tehnika Ljubljanske grafične šole, slikovita barvna jedkanica, pogosto v kombinaciji z akvatinto. Prav z Debenjakom je slovenska grafika sredi druge polovice prejšnjega stoletja prodrla v svet. Panjskim končnicam, nečkam

in drugim folklornim elementom je vdahnil novo likovno vrednost, polno sodobne poetike. Obvladal je lesorez, akvatinto, jedkanico, litografijo, loteval se je eksperimentov z barvo in z zamiki plošč. Kot grafik je odkrival prikrit svet in ga povzdignil na raven vsebinske pripovedi in likovne inovativnosti, ki se je pogosto približala čisto abstraktnim oblikam. Bil je velik slovenski umetnik in prav z njim je slovenska grafika sredi druge polovice prejšnjega stoletja prodrla v svet.

Torek, 21. marec, ob 13. uri

**Velika predavalnica IJS**  
predavanjeProf. dr. Erio Tosatti,  
SISSA, ICTP, in CNR-IOM Democritos, Trst, Italija**NANOTRENJE: MEHANIKA NERAVNOVESJA**

Trenje in izgube so pomembne in prisotne povsod. Pa vendar jih imamo prej za odvečne kot pa za pomembno področje fizike – predvsem zaradi pomanjkanja ustrezne teorije. V seminarju bo predavatelj argumentiral nasprotno, da so omenjena dejstva izziv, ki se ga je vredno lotiti. Simulacije in teorija nam lahko pomagajo pri razumevanju in napovedih nekaterih fizikalnih pojavov preko sledi, ki jih le-ti puščajo z izgubami in trenjem na nanoskali. Slednja torej lahko deluje kot nekakšno spektroskopsko orodje za pojave, ki jih drugače ne moremo študirati. Še več, teoretični napori v tej smeri nam odkrivajo vidike in pojave, ki jih ne pričakujemo.

Sreda, 22. marec, ob 13. uri

**Velika predavalnica IJS**  
predavanjeProf. dr. Igor Mekjavič,  
Institut »Jožef Stefan«**POTAPLJAŠKA IN GORSKA FIZIOLOGIJA  
POMAGATA PRI NAČRTOVANJU BIVANJA V  
VESOLJU**

Človek je že večkrat obiskal Luno. Obiski so bili časovno in geografsko omejeni. Svetovne vesoljske agencije se sedaj pripravljajo na bolj obsežno odkrivanje Lune, da bi omogočilo stalno prisotnost človeka na Luni,

kasneje pa tudi na Marsu. Dosedanje izkušnje z bivanjem človeka na Mednarodni vesoljski postaji in rezultati raziskav na Zemlji, predvsem na področju potapljaške\* in gorske medicine, bodo pomagali pri načrtovanju domovanj na Luni in Marsu. Konzorcij evropskih znanstvenikov že vrsto let uspešno sodeluje pri raziskavah v Olimpijskem športnem centru Planica, katerih cilj je ovrednotiti učinek življenja v bodočih habitatih na Luni na človekov organizem. Z izzivi, povezanimi z odkrivanjem in kolonizacijo Lune in Marsa, se bodo ukvarjale prihodnje generacije znanstvenikov, med katerimi pričakujemo prispevke tudi slovenskih raziskovalcev.

*\*Predavanje je poklon pionirju slovenske fiziologije, prof. dr. Albinu Seliškarju (1896–1973), ki je leta 1941 posnel prvi izobraževalni/potopisni film o začetkih avtonomnega potapljanja na Jadranu; film bo prikazan med predavanjem.*

Sreda, 22. marec, ob 18. uri

### Velika predavalnica IJS

#### SLOVESNA PODELITEV NAGRAD ZLATI ZNAK JOŽEFA STEFANA

Četrtek, 23. marec, ob 13. uri

okrogla miza

### REALNA VIRTUALNOST

Ob pojavu lažnih novic, t. i. »post truth, post-faktisch, postfaktičnih« in kar je še takih poimenovanj, se vse bolj pojavlja razmislek, kam utegne pripeljati tako popačenje medijskega prostora. V 90. letih, ko je internet nastajal, je pomenil razvoj svetovne demokracije in oblikovanje informacij, ki že po definiciji pomenijo neko moč. Vanj je vstopila demokratična javnost in dobila možnost, da oblikuje mnenje o vsem, tudi o tistem, o čemer je morala sicer biti tiho. Mnenje je postalo imperativ svobode, ki jo je splet ponujal. Občutek demokratičnosti pa je tudi dopuščal širjenje informacij, ki za svoj obstoj niso potrebovale preverjanja realnih dejstev.

In ravno ta popačena dejstva dobivajo v virtualnih svetovih veliko pristašev. Analitiki zato vedno bolj opozarjajo, da množični mediji ubijajo kritično mišljenje, ker ne vključujejo misleče javnosti državljanov, pač pa atomizirane, med seboj povezane posameznike. Ti se zatekajo pred drugačnim mi-

šljenjem vedno bolj v mehurček, v svoj fantazijski svet, kar onemogoča reševanje skupnih problemov na podlagi skupnega javnega mnenja. Uporabno mnenje pa je zgolj tisto, ki z uporabo medijev izhaja iz javne rabe uma.

Zgovoren je podatek, da v Združenih državah Amerike približno 45 odstotkov ljudi navaja kot absolutno referenco znanje, vedenje, Facebook, tretjina ljudi pa navaja Twitter. Kot rešitve za prepoznavanje laži se zato pojavljajo ukrepi, ki bi uvajali t. i. virtualne medijske asistente in jezikovne modele komuniciranja človeka in računalnika. Vendar, ali nas lahko globalne tehnološke kampanje zaščitijo pred lažnimi zgodbami? Ali ima realnost sploh še svojo težo pred lažnimi in popačenimi novicami? Kaj bi se zgodilo z znanostjo, če bi se z znanstvenimi dosežki, raziskavami, razmišljanji znašla v realni virtualnosti? Kako lahko znanost v takih razmerah zaščiti svojo družbeno vlogo?

O teh vprašanjih bodo razpravljali:

- Jože Damijan, ekonomist in predavatelj na Ekonomski fakulteti v Ljubljani,
- Jože Vogrinc, sociolog in predavatelj na Filozofski fakulteti v Ljubljani,
- Jani Novak, glasbenik in član skupine Laibach,
- Jadran Lenarčič, raziskovalec in direktor Instituta "Jožef Stefan".

Petek, 24. marec, ob 13. uri

### Velika predavalnica IJS predavanje

#### OB 10-LETNICI ERC (European Research Council)

Sobota, 25. marec, ob 9. uri

Pred glavno stavbo IJS

### DAN ODPRTIH VRAT

Vabimo vas, da se udeležite dneva odprtih vrat na Institutu "Jožef Stefan", kjer boste izvedeli več o delu in sestavi Instituta, raziskovalci pa vam bodo predstavili dejavnosti posameznih laboratorijev.

Obiskovalce vabimo, da se ob polni uri (ob 9., 10., 11., 12. in 13. uri) zberejo pri vratarju na glavnem vhodu IJS (Jamova c. 39) ter si ogledajo in izberejo enega od programov ogledov laboratorijev Instituta v trajanju ene ure. Na voljo so programi: snov, robotika, bio-kemo-fizika ter informacijske tehnologije in okolje.

Ob tem bodo na voljo tudi enourne delavnice Šole eksperimentalne kemije, ki obiskovalcem omogočajo neposredno sodelovanje pri poskusih.

Ob 9.30, 10.30, 11.30, 12.30, 13.30 bo organiziran prevoz (odhod z Jamove c. 39) na Reaktorski cen-

ter – enoto IJS v Podgorici, kjer si bodo obiskovalci lahko ogledali enega od slovenskih pospeševalnikov, laboratorije Odseka za znanosti o okolju, razstavo o jedrski tehnologiji in raziskovalni jedrski reaktor Triga.

## SLAVNOSTNI GOVOR DIREKTORJA IJS

# BOŽIČNO-NOVOLETNI NAGOVOR DIREKTORJA DELAVCEM INSTITUTE

Spoštovani prijatelji!

Navkljub številnim poskusom evropske politike moremo, žal, ugotoviti, da je evropski raziskovalni prostor proti koncu gospodarske krize še bolj neuravnotežen in deformiran. Severozahodna polovica evropskega telesa je vsak dan bolj atletsko izklesana, jugovzhodna pa vse bolj paralitična. Mišice razkazujejo predvsem skandinavske države ter Nemčija, Švica, Avstrija (nanjo opozarjam še posebej), ki že v nacionalnih okvirih vlagajo v znanstveno in razvojno raziskovanje izredno veliko sredstev ter sproti posodablajo in izpopolnjujejo organizacijske oblike. Zaradi tega so še bolj uspešni tudi pri pridobivanju sredstev iz evropskih razpisov. Število zmagovalcev pri ERC-projektih, kot smo videli pred kratkim ob obisku predsednika Bourguignona, je sorazmerno nacionalnim vlaganjem v znanost. Podobno je videti tudi pri drugih razpisih EU. To pomeni, da revnejši, ali manj pametni, dejansko plačujemo razvitejšim, da se oni še bolj in še hitreje razvijajo. Temu je mogoče parirati le z dvigom lastnih vlaganj v znanstvene in tehnološke raziskave.



Čeprav so državne meje le politična iluzija in jih v realnosti ni (za raziskovanje, kreativnost, talent pač ni meja), pa imajo meje vendarle odločilen vpliv in so dejanska ločnica med razvitimi in nerazvitimi, največkrat tudi med pametnimi in manj pametnimi.

Slovenski raziskovalci smo razočarani in zaskrbljeni, ker se RISS (Raziskovalna in inovacijska strategija Slovenije, sprejeta z velikim političnim in strokovnim konsenzom leta 2011) v bistvenih točkah ne izvaja. Medtem ko slovensko javnost razveseljujemo s sporadičnimi uspehi in odmevnimi znanstvenimi ali aplikativnimi dosežki, pa je dejstvo, da smo na področju organiziranja in financiranja javnega raziskovanja, temeljnega in industrijskega, iz leta v leto v vse večjem zaostanku za razvitimi.

Videti je, da ni (politične) volje in da te ni, ker ni prepričanosti. V državi namreč, razen deklarativno, še dandanes nismo pripoznali znanstvenega raziskovanja in povezanosti tega z gospodarsko in drugimi dejavnostmi kot prioriteto. Nekdo je rekel, da če se vam zdi raziskovanje drago in neučinkovito, potem se poskušajte razvijati z ignoranco. Glede na 34-odstotno krčenje sredstev za raziskave po letu 2011 (kakšen absurd, to se je začelo praktično takoj po sprejetju ambiciozne RISS) se vprašujem, ali morda Slovenci mislimo, da velja poskusiti prav to, utemeljiti svoj razvoj na ignoranci. Leta minevajo, namesto razvojnim vprašanjem pa se slovenska javnost posveča vsemogočim puhlostim ter nastopačem, ki v svojem kovčku prevažajo tudi lastnega paparaca. A če želi biti narod uspešen, mora biti enakopraven svetovni deležnik tudi in še zlasti na področju raziskovanja in razvoja. Tega spoznanja v Sloveniji preprosto ni.

Na področju raziskovanja bi po moji oceni zaustavitev nekajletnega padanja državo stal 0,1 % BDP na leto, kar lahko ilustriramo s ceno ene kave na mesec na Slovenca. Govorim natanko o tistih 40 milijonih, ki jih je ARRS izgubila po letu 2011. Če bi sledili RISS iz leta 2011, pa bi po ekstrapolaciji ARRS morala imeti danes na razpolago 290 milijonov, ima pa jih le nekaj čez 140. Leta 2011 je ARRS že razpolagala s 180 milijoni in prav to je, tako sodim, minimalni obseg, s

katerim bi lahko »s stisnjenimi zobmi« vzdrževali področje raziskav brez prehudega upadanja kakovosti. To je zelo konservativna ocena, ki ne zajema razvojnih ambicij, kot smo jih pred petimi leti zapisali v RISS.

Rezultat zmanjševanja sredstev v zadnjih letih je, da je število mladih raziskovalcev pri ARRS upadlo na 60 %. Pomeni, da jih 40 % odslovimo: eni gredo v tujino, drugi v neznano in so za raziskovalno in razvojno delo večinoma dokončno izgubljeni. Raziskovalnih projektov ARRS je vse manj in manj, preskakujejo se leta razpisov, kar pomeni, da mlajša in srednja generacija v Sloveniji izginja oziroma je vse pasivnejša; poleg tega ni bilo razpisov za opremo oziroma so bili simbolični, še vedno ni bilo vpeljana institucionalno financiranje, cena ure pa je ostala na spodnjem nivoju po velikem padcu leta 2012, kar pomeni, da zaviramo predvsem dražje eksperimentalne in aplikativne raziskave, torej še bolj oddaljujemo znanost od gospodarstva. Z nižanjem sredstev so se dokončno sesedli inštrumenti za tehnološke raziskave in prenos. Tu zdaj že tretje leto ni javnega denarja, kar pomeni, da si Slovenci predstavljamo, da se prenos med znanostjo in gospodarstvom izvaja s pomočjo teleportacije. Ljudje, ki v tem vmesnem področju gradijo svojo kariero in so ključni nosilci prenosa tehnologij, zato ali v področje ne vstopajo ali pa iz njega celo odhajajo.

Obseg sredstev na raziskovalca je v Sloveniji glede na razvite države vedno zaostajal. Po padcu v zadnjih petih letih pa je razmerje še bistveno slabše. Raziskovalec v Nemčiji ali na Finskem pridobi za izvajanje istega dela 3–4-krat več sredstev. Ne samo v okviru nacionalnih, temveč posledično tudi evropskih projektov. Konkurenčnost naših raziskovalcev, ki morajo tekmovati s svetom ali jih pa ni, tako pada pod kritično mejo, kar se kaže na različnih področjih, na primer pri učinkovitosti pridobivanja evropskih projektov, kot so ERC-projekti, ali pri scientometričnih podatkih, ki se nanašajo na publicistiko. Še najhujše je, da se s tem porežejo krila najbolj prizadevnim, da se razblinijo vizije, da upada ambicioznost. Raziskovalci preskakujejo med mnogimi projekti in ne delujejo dolgoročno ter ne sledijo sistematično prebojnim ciljem. Na manjkajoči denar lahko gledamo tudi z vidika števila mlajših raziskovalcev, ki niso imeli priložnosti vstopati v raziskovalne projekte, tudi take v povezavi z gospodarstvom. Tako jih danes tam ni, jih tudi več ne bo, čez leta pa bomo vpraševali, kje so. Moramo namreč vedeti, da le majhen delež izobražencev ima tudi sposobnosti in talent za raziskovalno delo in so temu za skromno plačo pripravljeni posvetiti svojo življenjsko pot, zato me še posebej skrbi, kako zlahka se jim odrekamo.

V sedanjih razmerah hočes nočes gredo sredstva ARRS v preveliki meri v korist starejših raziskovalcev, medtem ko je starostna piramida zožena na račun mlajših raziskovalcev in raziskovalcev sredi kariere, torej najbolj motiviranih in navdihnenih. S tem se ustvarja stanje, ki sem ga na nekem javnem nastopu poimenoval degradacija slovenske znanosti. Vse to se dogaja v času, ko je slovensko gospodarstvo začutilo veter v krilih, prav zdaj, ko bi se lahko naslonilo na domače znanje za svoj razvoj in konkurenčnost. Zato se mi vsiljuje vprašanje, zakaj se še posebej gospodarstvo ne razhudi nad nerazumnim varčevanjem v državnem proračunu, ki pretresa in slabša temeljne nosilce prebojnih idej in tehnološkega razvoja. Absurdno je, ker govorimo o sredstvih, ki so z vidika celotnega državnega proračuna skorajda zanemarljiva, medtem ko se z nekajkrat večjimi vsotami zlahka politično žonglira od danes na jutri, z javnimi naročili, pokojninami, regresi ali čem podobnim.

Če se komu zdi moj pogled preveč kritičen (kako je šele kritičen pogled nekoga, ki je v teh letih izgubil življenjsko priložnost, da bi vstopil po poti raziskovalca ali pa je s te poti moral sestopiti), naj dodam, da se tačas po triletni zamudi končno odpirajo prvi razpisi iz tako imenovane Strategije pametne specializacije – SPS, to je evropskih kohezijskih sredstev. Se veselim. Vidim, da Vlada veliko polaga na to in resnično verjame v preobrat raziskovanja v Sloveniji in predvsem tistega, usmerjenega v povezave z gospodarstvom. To je dobro, a žal se ne morem samo veseliti, ker kohezijska sredstva niso po značaju in namembnosti takšna, da bi z njimi lahko reševali večino problematike, vezane na pomanjkanje sredstev ARRS. Kot sem napovedal že na slovesnosti ob sprejetju SPS, ne gre si delati praznih iluzij, da bi ta sredstva nadomestila sredstva ARRS, razen v nekaterih postavkah. V prenesenem pomenu SPS namenja denar košarkaški ekipi, da bo nastopila na olimpijskih igrah (stroške za letalske karte, hotele ipd.), pri tem pa ta ekipa nima dovolj sredstev za spodobne treninge, za dvorano, za trenerje, za igralce, za superge, za učenje driblinga in za atletske treninge, ki bi jih morala pridobivati preko ARRS. Pravzaprav je še bolj komplicirano – sredstva, ki prihajajo iz SPS, so občasna in razpršena le na posamična področja znanosti, posamične časovne termine (enkrat in nikoli več), na posamične geografske regije in na posamične spodbujevalne inštrumente. Takšna zatorej ne morejo biti temelj znanstvenega in industrijskega raziskovanja ter gradnje celovitega inovacijskega sistema, kjer so pač potrebna konstantna, persistentna, predvidljiva, dolgoročna in kakovostna vlaganja.

Moram tudi reči, da sem letos prvič slišal negodovanje in strah evropskih kolegov, direktorjev velikih inštitutov, da se v devetem okvirnem programu predvideva še večje odmike od aplikativnega raziskovanja. Politika gre v to smer, da se na eni strani podpira ERC, to je svobodne raziskave, utemeljene na odlični ideji (kar je dobro), na drugi strani, to je v okvirnih programih, pa naj bi bil cilj izključno industrijska inovacija. Ne moreš prehvaliti, če ne bi vedel, da se preskakuje in zanemarija pri tem najbolj dragoceno področje, raziskave med znanstvenim dosežkom in novim izdelkom. Bojim se, da je glede tega tudi v evropskem političnem prostoru preprosto premalo znanja ter da se ne vprašujejo ljudje, ki te reči poznajo, pač pa se politiki usmerjajo glede na medijsko dopadljivost. Dopadljivo je namreč govoriti na eni strani o evropski elitni znanosti, na drugi strani pa o popolni podrejenosti industriji. Bojim se, da se bodo vsi na koncu lepo slikali in odšli, sistem pa tak, invaliden, ne more delovati uspešno.

Zapustil bom to temo rekoč, da razumem, da ima Slovenija težave z javnim primanjkljajem, ki duši gospodarstvo, in da ga je potrebno sanirati. Negodujem pač zato, ker vidim, da gre vse preveč v škodo najbolj inovativnih in mladih kadrov. Neki politik je izjavil: »Naši politični nasprotniki so inteligentni in iznajdljivi, ampak smo tudi mi. Naši nasprotniki ves čas razmišljajo, kako bi škodovali državi in ljudem, ampak tudi mi ...«

Končujem s tradicionalnimi čestitkami in zahvalami. Čestitam letošnjemu prejemniku Zoisovega priznanja Jerneju Kameniku z Odseka za teoretično fiziko. Nagrado je prejel za raziskovanje na področju nove fizike v teoriji osnovnih delcev. Čestitke grede tudi ekipi sodelavcev Odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev, ki sodeluje pri eksperimentu Atlas v Cernu in je prejela državno odlikovanje. Red za zasluge so prejeli Marko Mikuž, Vladimir Cindro, Andrej Filipčič, Andrej Gorišek, Borut Paul Kerševan, Gregor Kramberger, Igor Mandič in Marko Zavrtanik.

Institut je dosegel še mnoge druge znanstvene in aplikativne uspehe. Večino teh objavljamo sproti na naših spletnih straneh in v tiskanih Novicah IJS, zato jih tukaj ne bom ponavljal, vsem se zahvaljujem in čestitam za izjemno delo.

Poleg famoznih sripov iz pametne specializacije smo letos podpisali tudi nekaj novih pomembnejših dogovorov o sodelovanju, tudi s tako univerzo, kot je KU Leuven v Belgiji ali kot so francoski inštituti CEA. Spet naj zatrdim, da brez vas, spoštovani partnerji, naš inštitut ne bi bil to, kar je.

Vsem sodelavkam in sodelavcem Instituta se zahvaljujem za prispevek k uspešnosti naše organizacije. Želim vam kar se da prijetne božično-novoletne praznike in še mnogo, mnogo dobrega in lepega v letu, ki prihaja.



# ELEKTRIČNA PREVODNOST DOMENSKIH STEN BIZMUTOVEGA FERITA

prof. dr. Andreja Benčan Golob, K5

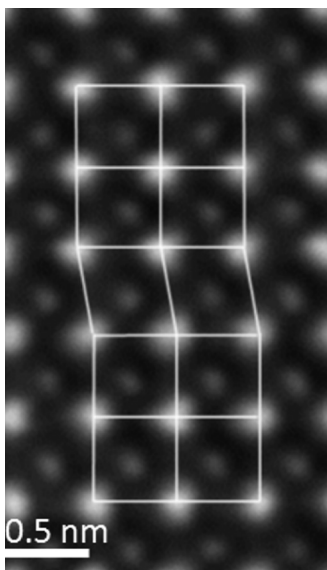
Raziskovalke in raziskovalci Instituta "Jožef Stefan" in Kemijskega inštituta (**Tadej Rojac, Andreja Benčan Golob, Goran Dražič, Hana Uršič Nemevšek, Boštjan Jančar, Gašper Tavčar, Maja Makarovič, Julian Walker in Barbara Malič**), ki so tudi avtorji tega prispevka, so v sodelovanju s kolegom iz Japonske in Švice (**Naonori Sakamoto**, Univerza Shizuoka, in **Dragan Damjanović**, EPFL) prvi nedvoumno dokazali prisotnost točkastih defektov na domenskih stenah v feroelektričnem bizmutovem feritu  $\text{BiFeO}_3$ . Ta ferit se intenzivno raziskuje predvsem zaradi možnosti uporabe v visokotemperaturnih piezoelektričnih napravah, vendar pa je njegova uporaba omejena, saj izkazuje visoko električno prevodnost. Pomemben del te prevodnosti izhaja iz lokalne prevodnosti na domenskih stenah.

Z raziskavo so razložili mehanizem električne prevodnosti domenskih sten v  $\text{BiFeO}_3$  in tako prispevali manjkajoči člen pri razlagi prevodnosti domenskih sten v feroelektrikih. Pomembnost raziskave se izraža z objavo v reviji *Nature Materials*, ki je med najvplivnejšimi znanstvenimi revijami na svetu (faktor vpliva 38,89).

## Pomembnost bazičnih raziskav pri razvoju novih materialov

V sodobnem svetu so materiali ključni za učinkovito delovanje elektronskih komponent in naprav. V mnogih primerih je prav razvoj novih materialov z izboljšanimi lastnostmi omogočil razvoj visokotehnoloških izdelkov in njihovo miniaturizacijo. Pri doseganju posameznih lastnosti materialov za visokotehnološke aplikacije je vse bolj pomembno poznanje mehanizmov na atomskem nivoju, kar pomeni potrebo po vrhunskih bazičnih raziskavah.

Materiali s točno določenimi električnimi in elektromehanskimi lastnostmi so nujni za izdelavo senzorjev, aktuatorjev, ultrazvočnih pretvornikov in



**Slika 1: Slika bizmutovih (večjih) in železovih (manjših) atomskih kolon. Na domenski steni se vidi premik atomov. Napetosti, ki nastanejo zaradi tega privlačijo točkovne defekte.**

drugih elektronskih komponent. V primerjavi s sorodnimi materiali, ki sedaj prevladujejo na trgu, bizmutov ferit odlikujejo lastnosti, ki v principu omogočajo njegovo uporabo pri višjih temperaturah ( $> 200\text{ }^\circ\text{C}$ ) in s tem razširijo področje uporabe dosedanjih materialov.

Pomembna lastnost tega materiala je lokalna električna prevodnost na kristalnih ploskvah, ki razmejujejo področja z različno usmerjenostjo spontanih električnih dipolov. Ta področja, imenovana domene, nastanejo pri visokotemperaturni pripravi materiala kot posledica spontane spremembe kristalne strukture pri ohlajanju, ploskve, ki jih razmejujejo, imenujemo domenske stene. Odkritje prevodnosti domenskih sten je leta 2009 vzbudilo precejšnje zanimanje, predvsem zaradi tega, ker je bizmutov ferit v principu električni izolator (J. Seidel in soavtorji, *Nat. Mater.* 8, 2009). Hkrati je odkritje

odprlo vrata povsem novim možnostim uporabe prevodnih domenskih sten v t. i. nanoelektroniki. Izkazalo se je, da je za doseganje zelenih lastnosti pomembna lokalna struktura domenskih sten in posledično tudi njihova lokalna električna prevodnost.

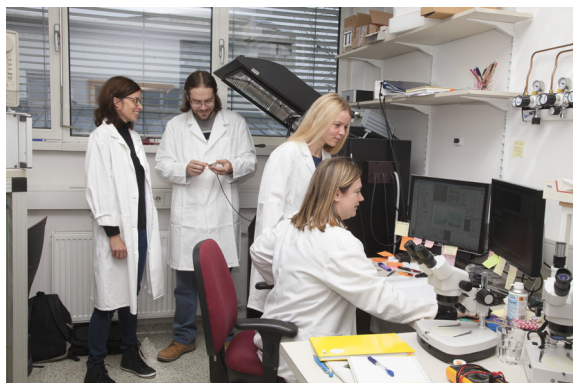
Električna prevodnost domenskih sten bizmutovega ferita je bila do sedaj nerešeno vprašanje, ki



**Slika 2: Presevni elektronski mikroskop z atomsko ločljivostjo (Kemijski inštitut) (foto: Jernej Stare)**



so ga mnoge raziskovalne skupine po svetu skušale pojasniti na razne načine, kot so modeliranje in indirektno meritve. Raziskovalke in raziskovalci Instituta "Jožef Stefan" in Kemijskega inštituta so z raziskavo, pri kateri so uporabili najmodernejši presevni elektronski mikroskop, ugotovili, da so na domenskih stenah v bizmutovem feritu električno nabiti točkasti defekti, ki so vzrok za lokalno električno prevodnost. Z istočasnim razvojem dveh analitskih mikroskopskih metod so ugotovili, da so ti točkasti naboji dveh vrst, in sicer elektronske luknje, povezane s prisotnostjo železovih ionov v oksidacijskem stanju 4+, in vrzeli na bizmutovih mestih v kristalni rešetki. Tako so prispevali manjkajoči člen k razlagi električne prevodnosti domenskih sten v feroelektričnih materialih. Nadalje so pokazali,



**Slika 3:** Mikroskop na atomsko silo, s katerim smo izmerili lokalno električno prevodnost domenskih sten.

da je lokalno prevodnost domenskih sten mogoče prilagajati s spreminjanjem atmosfere med visokotemperaturno pripravo materiala. Bazična raziskava, ki je vodila do razlage mehanizma lokalne prevodnosti, bo omogočila načrtovanje novih materialov na osnovi bizmutovega ferita, ki bodo izkazovali boljše lastnosti, povezane z dinamiko domenskih sten, in nadaljnji razvoj materialov s kontroliranimi lokalnimi lastnostmi za uporabo v nanoelektroniki.

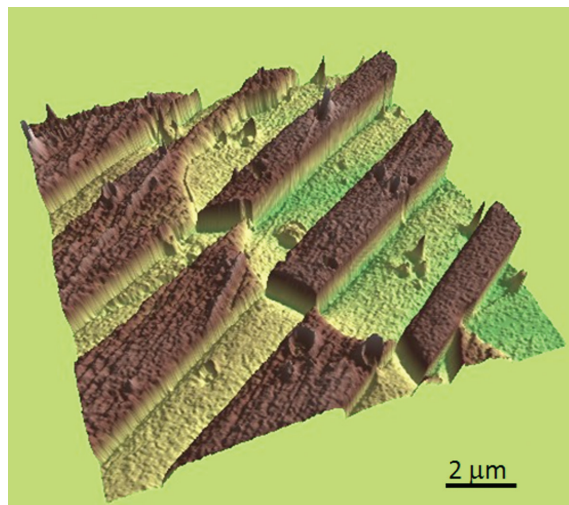
### Raziskave so bile v celoti zasnovane in izvedene v Sloveniji

Skupina znanstvenic in znanstvenikov, ki na obeh slovenskih raziskovalnih institucijah raziskujejo in razvijajo nove materiale, je začela sodelovati na področju raziskav lokalne strukture domenskih sten pred približno dvema letoma, ko smo v Sloveniji dobili vrhunski presevni elektronski mikroskop z atomsko ločljivostjo. Mikroskop, ki omogoča določa-

nje strukture, strukturnih napak in kemijsko analizo na atomskem nivoju, je bil ključnega pomena za raziskavo mehanizma lokalne električne prevodnosti. Raziskave na področju znanosti o materialih, ki odkrivajo povezave med lokalno strukturo na atomskem nivoju in makroskopskimi lastnostmi, omogočajo hitrejši razvoj materialov z izboljšanimi lastnostmi in povečano funkcionalnostjo. Za tovrstne raziskave je seveda potrebna najsodobnejša vrhunska raziskovalna oprema. Raziskava, ki je vodila do razlage mehanizma prevodnosti domenskih sten v bizmutovem feritu, je bila v celoti zasnovana in eksperimentalno izvedena na Institutu "Jožef Stefan" in na Kemijskem inštitutu. Med raziskavo se je kot zelo učinkovito pokazalo sodelovanje strokovnjakov z različnih področij znanosti o materialih, kemije in fizike trdnega stanja.

### Načrti za prihodnost

Razloga mehanizma prevodnosti je prvi korak k razumevanju dinamike domenskih sten pod vplivom zunanjšega električnega polja. To je pomembno za razumevanje materialov, ki pretvarjajo mehansko



**Slika 4:** Slika domen, narejena z mikroskopom na atomsko silo

energijo v električno in obratno (t. i. piezoelektrični materiali). Skupina znanstvenikov iz obeh raziskovalnih institucij bo zato v nadaljevanju raziskovala vpliv električnega polja na dinamiko domenskih sten, ki izkazujejo različne tipe prevodnosti zaradi točkastih defektov. Eksperimente bo izvajala z metodami *in-situ*, ki jih omogoča elektronski mikroskop z atomsko ločljivostjo, v kombinaciji z meritvami piezoelektričnih lastnosti na makroskopskem nivoju.

# KOT BI V RAVNOVESJU ZDRUŽIL OGENJ IN VODO – SREBROV(II) SULFAT HIDRAT, $\text{AgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$

dr. Zoran Mazej, K1

Leta 2009 je poljsko-slovenska naveza, v kateri sta poleg poljskih raziskovalcev sodelovala tudi dr. Zoran Mazej, sodelavec Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1) Inštituta "Jožef Stefan" in dr. Zvonko Jagličič, sodelavec Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko Univerze v Ljubljani, v ugledni reviji *Angewandte Chemie International Edition* prvič poročala o sintezi srebrovega(II) sulfata ( $\text{AgSO}_4$ ). To je edinstven primer spojine, ki vsebuje kation  $\text{Ag}^{2+}$  in ne vsebuje fluora. Kation  $\text{Ag}^{2+}$  je med najmočnejšimi enoelektronskimi oksidanti, ki lahko v superkislem mediju (npr. v brezvodnem vodikovem fluoridu) oksidira  $\text{O}_2$  in Xe. Zaradi svoje reaktivnosti  $\text{Ag}^{2+}$  ni obstojen v vodnem okolju. Presenetljivo pa je, da se svetlikajoči črni kristali  $\text{AgSO}_4$  pri stiku z vlago v zraku pretvorijo v grafitu podoben črn prah, ki ustreza sestavi  $\text{AgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ . Prispevek z naslovom "[ $\text{Ag}(\text{OH})_2$ ]<sub>2</sub>[ $\text{Ag}(\text{SO}_4)_2$ ]: the first hydrate of an Ag(II) salt", katerega avtorja sta tudi Zoran Mazej in Zvonko Jagličič, je bil objavljen 3. februarja 2017 v 23. številki revije *Chemistry - A European Journal*. Prispevek, ki podaja podrobno karakterizacijo te spojine, tako na podlagi eksperimentalnih rezultatov kot tudi teoretičnih izračunov, je bil izbran za t. i. notranjo naslovnico te številke (slika 1).

Nadaljnje raziskave spojina  $\text{AgSO}_4$  in  $\text{AgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$  so pokazale, da sta obe spojini v ustreznem tekočem mediju sposobni pri sobni temperaturi oksidacijsko aktivirati vezi C-H v različnih organskih spojinah,



**Slika 1: T. i. notranja naslovnica ("inside front cover") februarske 23. številke (2017) revije *Chemistry - European Journal*, ki prikazuje del kristalne strukture spojine  $\text{AgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$**

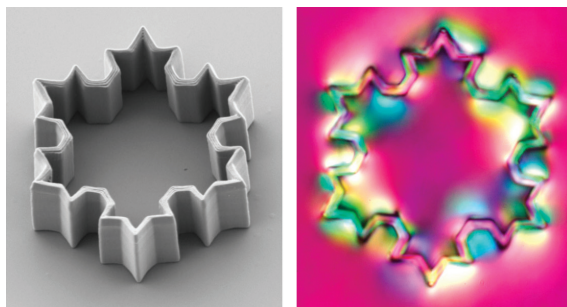


**Slika 2: Fotografija elektrokemijsko pripravljene  $\text{AgSO}_4$  na hrbtni plati ("back cover") revije *European Journal of Inorganic Chemistry*, št. 35, december 2016**

pri čemer nastanejo najprej organskih radikali, temu pa sledi njihovo združevanje ("coupling" v primeru dveh enakih molekul oziroma "cross-coupling" v primeru dveh različnih organskih molekul), kar privede do nastanka dimerov, trimerov itd. Tako sta se obe spojini izkazali kot uporabni za modificiranje struktur organskih spojin, tj. procesov izomerizacije (vključujoč ciklizacijo in odpiranje obrocev organskih spojin), dehidrogenacije, krekinga (cepitev vezi C-C) in sklopitev organskih molekul (tvorba vezi C-C). V povezavi s temi raziskavami je bilo v tujini vloženih več patentnih prijav. Zadnja in najbolj obširna med njimi nosi naslov "*Processes of coupling, isomerisation and dehydrogenation of organic compounds using salts containing silver(II), method of electrosynthesis of salts containing silver(II) and products thereof*". Zaradi potreb po večjih množinah  $\text{AgSO}_4$  je bila uspešno razvita elektrokemijska metoda za pripravo večjih količin  $\text{AgSO}_4$ . Prispevek o tej metodi ("*Efficient Electrosynthesis of  $\text{AgII}\text{SO}_4$ : A Powerful Oxidizer and Narrow Band Gap Semiconductor*") je bil izbran za hrbtno naslovnico 35. številke *European Journal of Inorganic Chemistry*, ki je izšla decembra 2016 (slika 2). Pri teh raziskavah sodeluje tudi avtor tega prispevka.

### Fraktalni nematski koloidi

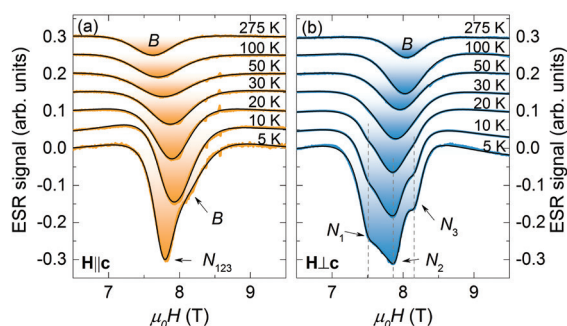
V reviji *Nature Communications* so **Uroš Jagodič**, **Igor Muševič** in **Miha Ravnik**, sodelavci Odseka za fiziko trdne snovi (F5) Instituta „Jožef Stefan“ in Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, v sodelovanju s sodelavci s Sharif University of Technology v Iranu objavili članek z naslovom *Fractal Nematic Colloids*. Z uporabo dvofotonske laserske litografije so ustvarili koloidne delce v obliki fraktalnih »Kochovih« snežink, ki so jih preučevali v tekočem kristalu. Fraktalni delci vplivajo na urejanje tekočega kristala in ustvarjajo topološke defekte, katerih število eksponentno narašča s fraktalnim redom delcev. S tem delom so avtorji prvič



ustvarili topološka fraktalna stanja v mehki snovi.

### Odkritje znižane simetrije v spinski tekočini herberthsmilit

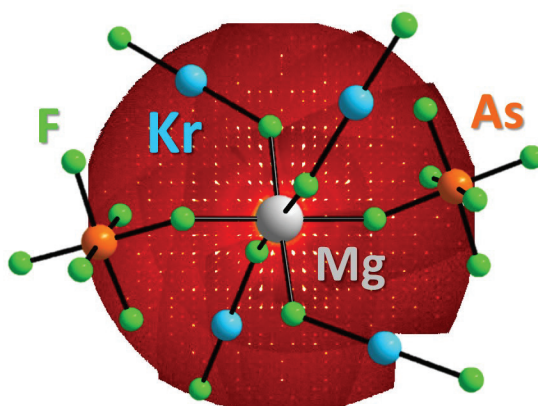
Revija *Physical Review Letters* je nedavno objavila članek z naslovom »Low-Temperature Global Symmetry Reduction in the Kagome Antiferromagnet Herbertsmithite« avtorjev **Andreja Zorka** in **Matjaža Gomilška**, sodelavcev Odseka za fiziko trdne snovi Instituta »Jožef Stefan«. V sodelovanju s skupinami s Hrvaške, ZDA in Francije sta raziskovalca prva opazila zlom simetrije v kristalu herberthsmilita, ki velja za paradigmo kvantnega antiferomagneta na spinski mreži kagome, kjer teorija napoveduje magnetno neurejeno osnovno stanje spinske tekočine. Tak zlom bi lahko končno dal ključno informacijo o sami naravi magnetnega osnovnega stanja tega minerala. To odkritje po več kot desetletju intenzivnih raziskav tako omogoča povsem nov vpogled



v enigmatično osnovno stanje spinske tekočine na spinski mreži kagome.

### Nova družina kriptonovih spojin

V priznani reviji *Angewandte Chemie International Edition* je izšel članek sodelavcev Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo, v katerem so **dr. Matic Lozinšek**, **prof. dr. Boris Žemva** in kolegi z Univerze McMaster v Kanadi, dr. Helene P. A. Mercier, dr. David S. Brock in prof. dr. Gary J. Schrobilgen, opisali sintezo in detajlno strukturno karakterizacijo prve koordinacijske spojine, kjer je kriptonov difluorid kot ligand vezan na t. i. goli kovinski kation. Nova kompleksna spojina je pomembna razširitev sicer zelo omejene sintezne in strukturne kemije kriptonu, najlažjega izmed žlahtnih plinov, katerega spojine je še mogoče pripraviti v makroskopskih količinah, a povečini le pri nizkih temperaturah. Prispevek je dobil uredniško oznako „Hot Paper“.

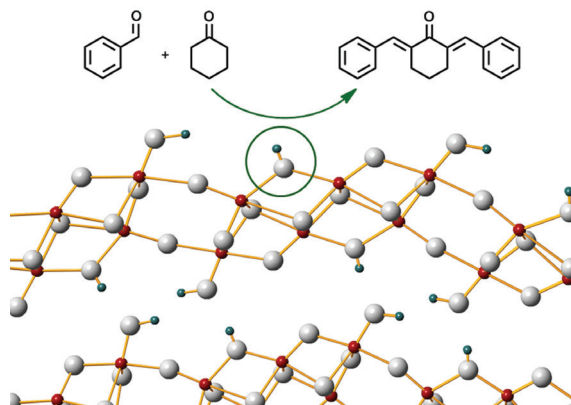


### Protonirane titanatne nanocevpke učinkovit katalizator za reakcije aldolne kondenzacije

Sodelavci Instituta "Jožef Stefan" Melita Sluban in Polona Umek (F5) ter Jernej Iskra (K3) so v sode-

lovanju z raziskovalci z univerz v Ljubljani (FKKT) in Bukarešti prvi uspešno katalizirali aldolno kon-

denzacijo, ki je med najpogostejšimi reakcijami za tvorbo nove vezi ogljik-ogljik, s protoniranimi titanatnimi nanocevkami. Takšna izvedba reakcije je ‚zelena‘ alternativa sedanji praksi v industriji, kjer za uspešen potek reakcije uporabljajo stohiometrične količine homogenega katalizatorja, ki ga po koncu reakcije ne morejo reciklirati. Ob uporabi protoniranih titanatnih nanocevk pa za uspešen potek reakcije zadošča že katalitska količina materiala, katalizator lahko večkrat uporabimo in učinkovit je bil celo v poskusu v večjem merilu. Delo z naslovom Protonated titanate nanotubes as solid acid catalyst for aldol condensation je bilo objavljeno v vodilni reviji s področja katalize *Journal of Catalysis*.



Čestitamo!

## PAMETNA URA ZA STAREJŠE – PROJEKT IN LIFE

Matjaž Gams in Anton Gradišek (E9)

Sodelavci Odseka za inteligentne sisteme (E-9) Instituta »Jožef Stefan« smo v okviru evropskega projekta IN LIFE razvili sistem za starejše v domačem okolju, v varovanih stanovanjih in domovih za starejše. Projekt IN LIFE (INdependent Living support Functions for the Elderly, Podpora starejšim pri samostojnem življenju), ki je del programa Obzorje 2020, se je



Trije modeli pametne ure IN LIFE

začel leta 2015 in bo potekal tri leta. V konzorciju sodelujejo Švedska, Avstrija, Združeno kraljestvo, Nizozemska, Španija, Grčija ter Slovenija, skupno 20 partnerjev, 3,8 milijona evrov. Partnerji prihajajo tako iz akademskih kot iz podjetniških krogov, poleg IJS Slovenijo zastopa tudi podjetje za medicinske storitve Doktor24.

Osrednja komponenta sistema je pametna ura, ki jo podpirajo aplikacije na mobilnem telefonu, računalniku in klicnem centru Doktor24. Vse skupaj se integrira v evropski sistem IN LIFE, ki naj bi postal prihodnji evropski standard za storitve s področja skrbi za starejše. S stališča strojne opreme je ura komercialni produkt. Sproti izbiramo najboljšo ponudbo na trgu, cene sedanjih modelov so med 100 in 200 €. V osnovi gre za majhen pametni telefon s kartico SIM, ki izvaja našo aplikacijo. Omogoča približno deset osnovnih funkcij, med drugim avtomatski klic na pomoč pri padcu, klic na pomoč z uporabo posebnega gumba, lociranje uporabnika v nevarnosti in pošiljanje opomnikov. Uporabniki so s skrbniki povezani prek posebnega spletnega portala. Ura spletnemu portalu avtomatsko vsak dan poroča o stanju naprave in uporabnika, tako lahko skrbnik ukrepa tudi, če zazna spremembo v vzorcu vedenja. Nastavitve ure lahko spreminja skrbnik na uri sami, lahko pa tudi administrator sistema z uporabo spletnega portala.

Za zaznavanje padcev ura uporablja napredne algoritme strojnega učenja, ki spremljajo podatke vgrajenih pospeškometerov. Algoritmi so se izkazali že večkrat, med drugim so sodelavci E-9 za njih prejeli prvo nagrado na mednarodnem tekmovanju EvAAL leta 2013.



### Predstavitve ure v Domu starejših občanov Fužine

Razvoj novih sistemov mora seveda potekati z roko v roki s končnimi uporabniki. Zato smo februarja začeli pilotno preizkušanje sistema v nekaterih domovih za starejše občane in pri nekaj preizkuševancih, ki živijo doma. Preizkušanje nam bo omogočilo odpravo morebitnih pomanjkljivosti, preden pride

produkt na trg. Potekalo bo šest mesecev, vključiti pa nameravamo vsaj 150 preizkuševancev. Poleg tega je mogoče individualno preizkušanje, lahko uro v sedanjem stanju tudi kupimo po nabavni ceni.

Naš končni cilj je postavitve zanesljivega sistema, ki bo prijazen do uporabnikov in dobro sprejet tako s stališča uporabnikov kot tudi skrbnikov. Hkrati bo tudi cenovno dostopen. Ker razvoj poteka v smeri postavljanja evropskih standardov, bo olajšal razširitev še na druge sisteme, ki jih razvijamo na odseku in jih nameravamo prenesti v okolje pametne ure. Taki sistemi so denimo namenjeni za pomoč bolnikom z diabetesom in bolnikom s kroničnim srčnim popuščanjem ter za zaznavanje stresa na delovnem mestu.

Uro smo javnosti predstavili konec januarja v Domu starejših občanov Fužine, odmeve na predstavitev je bilo mogoče opaziti tudi v nekaterih slovenskih medijih.

## OSEBNI MERILNIK EKG ZA DOLGOTRAJNO SPREMLJANJE SRČNE AKTIVNOSTI

Raziskovalci Instituta »Jožef Stefan« so razvili osebni merilnik EKG, ki je v svetovnem merilu pomembna tehnološka inovacija za dolgotrajno spremljanje delovanja srca. S partnerjem iz gospodarstva so inovacijo izvedli v obliki medicinsko certificiranega tržnega izdelka SAVVY EKG. Osebni merilnik je z dvema EKG-elektrodama nameščen na telo, izmerjeni EKG se prikazuje in shranjuje v pametnem telefonu uporabnika za kasnejšo natančnejšo obdelavo. Zaradi brezžičnega delovanja, majhnosti in oblikovne zasnove je nemoteč tudi med delom, gibanjem, športom in počitkom. Ob posvetu z zdravnikom omogoča spremljanje delovanja srca ter s tem zgodnje odkrivanje težav in uvajanje ustreznih preventivnih ukrepov. SAVVY EKG ima zato velik potencial za znižanje stroškov zdravstvene oskrbe.

*Raziskovalci Odseka za komunikacijske sisteme (E6)*



## Priznanje Prometej znanosti

Dr. Vid Podpečan z Odseka za tehnologije znanja (E8) je prejel priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju za leto 2016, in sicer za vsestransko promoviranje robotike, še zlasti uporabe humanoidega robota med mladimi ljudmi. Z robotom NAO je sodeloval pri številnih promocijskih, izobraževalnih in kulturnih aktivnostih tako v vrtcih v Ljubljani (v gledališki predstavi "Dobrovoljček" in "Robostržek") kot na odmevnih mednarodnih dogodkih, npr. razstavi "Show, Tell, Imagine" o računalniški kreativnosti na univerzi Queen Mary v Londonu, konferenci ICT 2015 v Lizboni, konferenci TTT 2015 v Ljubljani ter na Mednarodnem obrtnem sejmu MOS 2016 v Celju. Priznanje Prometej znanosti je podelila Slovenska znanstvena fundacija.



Dr. Vid Podpečan (levo) in dr. Edvard Kobal

Čestitamo!

*Uredništvo*

## Primož Koželj prejel nagrado kot najboljši mladi predavatelj

V Bratislavi na Slovaškem je od 21. do 24. novembra 2016 potekala mednarodna znanstvena konferenca »C-MAC Days 2016«. Konferenco vsako leto organizira »European Integrated Centre for the Development of Metallic Alloys and Compounds« (okrajšano C-MAC), ki je vodilna evropska ustanova za razvoj novih kovinskih materialov. Srečanja v Bratislavi se je udeležil tudi Primož Koželj, mladi raziskovalec na Odseku za fiziko trdne snovi, ki bo v kratkem zagovarjal doktorsko disertacijo na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani pod mentorstvom prof. dr. Janeza Dolinška. Primož Koželj je imel na srečanju vabljen predavanje z naslovom »Exploring superconductivity in Ta-Nb-Hf-Zr-Ti high-entropy alloys: The influence of thermal annealing«, kjer je predstavil raziskave superprevodnosti v novem tipu kovinskih spojin z imenom visokoentropijske spojine. Komisija uglednih znanstvenikov C-MAC je v konkurenci dvajsetih mlajših raziskovalcev iz najrazvitejših evropskih držav izbrala Primoža Koželja kot najboljšega mladega predavatelja in mu podelila diplomu ter praktično nagrado. Na fotografiji, narejeni ob podelitvi priznanja, sta Primož Koželj in



direktor C-MAC prof. dr. Marc de Boissieu iz CNRS Grenoble.

Primožu Koželju čestitamo in mu želimo še veliko raziskovalnih uspehov.

*Uredništvo*

## UTEMELJITEV ZOISOVE NAGRADE ZA ŽIVLJENJSKO DELO TER ZOISOVEGA PRIZNANJA

V prejšnji številki Novic IJS smo objavili kratek prispevek o podelitvi najvišjih priznanj za znanstveno in raziskovalno odličnost v Republiki Sloveniji za leto

2016. Zoisovo nagrado za življenjsko delo je prejel naš nekdanji sodelavec akad. prof. dr. Uroš Skalerič, Zoisovo priznanje pa doc. dr. Jernej Fesel Kamenik.

### ZOISOVA NAGRADA ZA ŽIVLJENJSKO DELO

Akad. prof. dr. Uroš Skalerič

Življenjska pot akad. prof. dr. Uroša Skaleriča se je vila med kliničnim in raziskovalnim delom. Po doktoratu in specializaciji na medicinski fakulteti je bil dvakratni Fullbrightov štipendist in gostujoči profesor na Univerzi Emory in kasneje na Nacionalnem inštitutu za stomatološke raziskave v Bethesda, ZDA. Po vrnitvi je postal redni profesor na medicinski fakulteti in znanstveni svetnik Instituta »Jožef Stefan«, saj je povezal svoje raziskovalno delo z neposrednim prenosom v klinično prakso na Centru za ustne bolezni in parodontologijo Stomatološke klinike Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana in Instituta »Jožef Stefan« in s tem zasejal seme pri nas tedaj še slabo razvite parodontologije. Je redni član SAZU in častni član Ameriške akademije za parodontologijo.



z metodami magnetne resonance, epidemiološke raziskave ustnih bolezni in parodontalne bolezni, etiopatogenezo parodontalne bolezni, parodontalno medicino in nove možnosti zdravljenja parodontalne bolezni.

Vzgojil je generacije stomatologov in uvedel poklic ustnih higienikov, ki so nepogrešljivi člen pri preprečevanju bolezni zob in obzobnih tkiv, ter kot prodekan medicinske fakultete vplival na sodobno poučevanje v svoji stroki. V klinično prakso je vnesel vrsto inovativnih rešitev, kot so uporaba elektronske parodontalne sonde, obnova obzobnih tkiv in novi implantološki sistemi, sodeloval pa je tudi s slovensko industrijo, in sicer pri uvedbi laserjev v zobozdravstvo.

O svojih raziskavah je poročal na številnih vabljenih predavanjih na tujih univerzah in kongresih ter strokovnih srečanjih. Bil je predsednik Evropskega odseka Mednarodne zveze za stomatološke raziskave, Evropske federacije za parodontologijo in Mednarodne akademije za parodontologijo, kar odseva izjemen ugled in prispevek k razvoju stomatologije tudi v svetovnem merilu.

Raziskovalni opus prof. dr. Uroša Skaleriča vsebuje več področij: raziskave zobnih in obzobnih tkiv

### ZOISOVO PRIZNANJE ZA POMEMBNE DOSEŽKE ISKANJA NOVE FIZIKE V TEORIJI OSNOVNIH DELCEV

Doc. dr. Jernej Fesel Kamenik

Dr. Jernej Fesel Kamenik je višji znanstveni sodelavec na Institutu »Jožef Stefan« in docent za fiziko na Univerzi v Ljubljani. Njegovo znanstveno delo sega na področje teoretske fizike osnovnih delcev. Ukvarja se s fiziko kvarkovskih in leptonskih okusov, procesi in lastnostmi kvarkov  $t$  in s fiziko Higgsovega bozo-



na. Izjemno mednarodno odmevnost je dosegel z raziskavami na področju tvorbe kvarkov  $t$  in anti- $t$ , izmerjenih v eksperimentih na trkalnikih Tevatron in LHC, ter z interpretacijo nekaterih redkih razpadov mezonov  $B$  in  $D$ , izmerjenih v eksperimentih Belle, BaBar in LHCb.

Dr. Fesel Kamenik je med redkimi teoretskimi fiziki, ki se izredno hitro odzivajo na nova eksperimentalna spoznanja v fiziki delcev. V preteklih letih je na podlagi nekaterih presenetljivih rezultatov meritev v eksperimentih z osnovnimi delci podal razlage

signalov ter napovedi in predloge novih meritev, ki so bili skupaj v znanstveni literaturi citirani že več kot 1 500-krat.

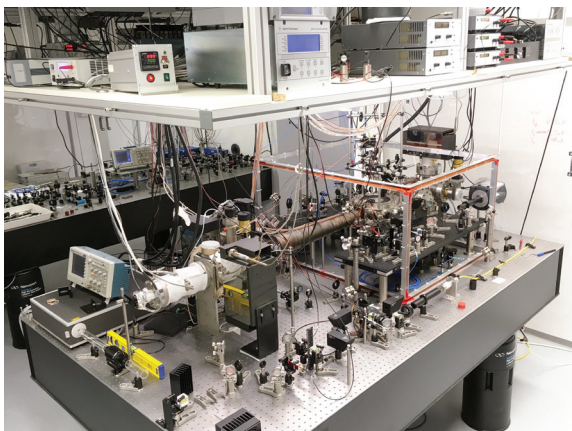
Dr. Jernej Fesl Kamenik je eden izmed svetovno najuspešnejših in najprodornejših mladih fizikov.

Njegov prispevek k mogočim razlagam eksperimentalnih podatkov, ki kažejo na morebiten obstoj doslej neznanih osnovnih delcev, je v mednarodnem znanstvenem prostoru visoko cenjen.

## NAJHLADNEJŠI LABORATORIJ V SLOVENIJI

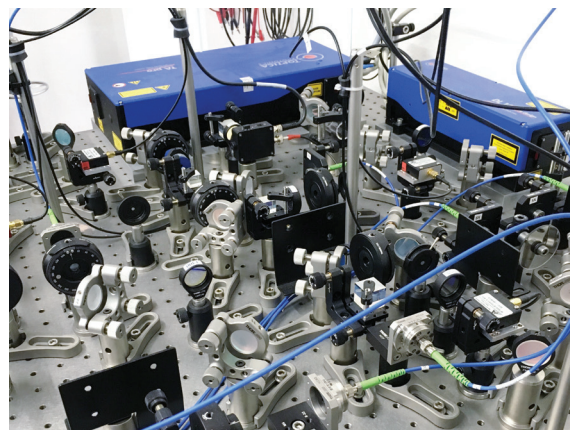
Tadej Mežnaršič, Erik Zupanič, Peter Jeglič, F5

Hladni atomi so v zadnjih dveh desetletjih postali eden glavnih eksperimentalnih sistemov za preučevanje kvantne narave snovi, atomske fizike in simulacijo kristalnih sistemov [1]. Danes je mogoče vrsto atomov ujeti v pasti, ustvarjene z elektromagneti in lasersko svetlobo, ter jih s posebnimi postopki ohladiti do temperatur nekaj nanokelvinov. Z akusto-optičnimi modulatorji je mogoče izredno hitro in natančno spreminjati lastnosti laserskih žarkov ter s tem razmere, pri katerih potekajo eksperimenti, s tem pa simulirati in preučevati najrazličnejše pojave, ki jih sicer opazimo v snoveh. Po svetu obstajajo eksperimenti z bozoni ( $^{133}\text{Cs}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ) in fermioni ( $^6\text{Li}$ ,  $^{40}\text{K}$ ), kar omogoča preučevanje bogate fizike obeh vrst delcev.



**Slika 1: Optična miza z glavno eksperimentalno komoro, v kateri lahko pripravimo do 100 milijonov atomov pri temperaturah od 10 nK do 100 μK**

Ker je področje raziskav s hladnimi atomi v polnem razcvetu, smo se pred nekaj leti odločili, da postavimo lasten laboratorij za hlajenje in eksperimentiranje s hladnimi atomi, prvi te vrste v Sloveniji. Pred samim začetkom postavljanja skrbno načrtovanega eksperimenta je bilo treba pripraviti prostore, ki zagotavljajo primerne pogoje za delo. Odločili smo se za popolno obnovo dveh prostorov v kleti glavne stavbe na reaktorskem centru. Eksperiment namreč zahteva čisto okolje, stabilno temperaturo, čim manjše elektromagnetne motnje iz okolice ter stabilno elek-

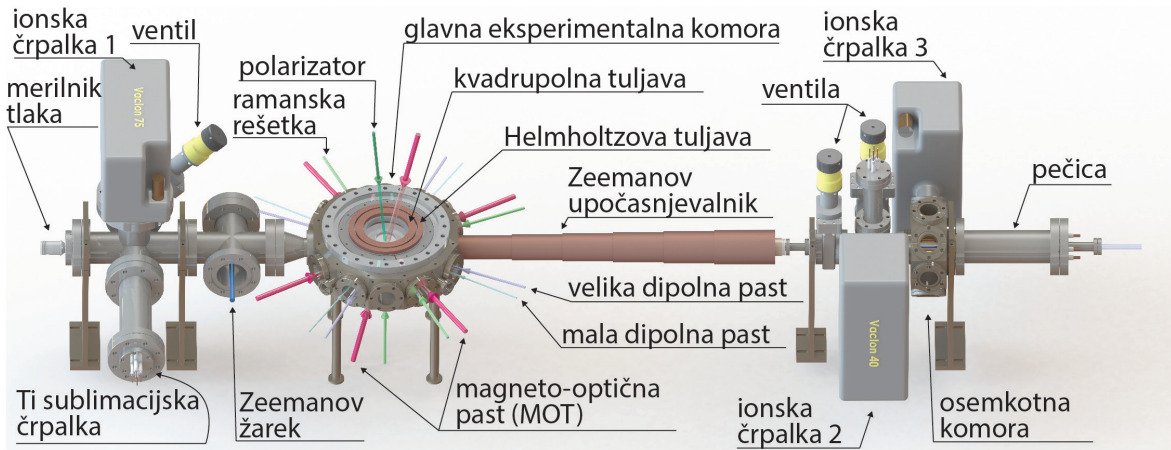


**Slika 2: Laserja in optični elementi, s katerimi pripravimo žarke, preden jih skozi optična vlakna pošljemo do glavne eksperimentalne komore**

trično napajanje. Sledile so optične mize z blažilniki tresljev, vakuumski sistem ter vsi potrebni laserji, optične komponente za pripravo laserskih žarkov ter elektromagnetne tuljave. Vse komponente povezuje doma izdelan kontrolni sistem, s katerim z mikrosekundno natančnostjo kontroliramo moč in valovno dolžino več kot deset laserskih žarkov, kvadrupolno in homogeno magnetno polje, 3 kamere, od katerih ima ena občutljivost posameznega fotona, ter vrsto manjših podsistemov, ki so potrebni za delovanje eksperimenta. Danes imamo tako eksperimentalni sistem, s katerim lahko atome cezija hladimo do nanokelvinskih temperatur.

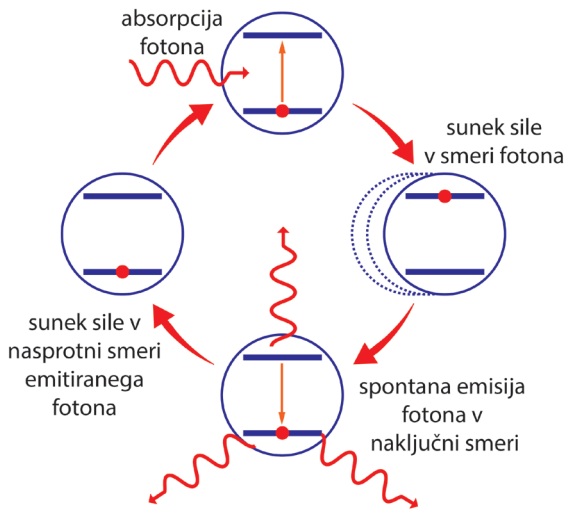
Cezijevi atomi so bozoni, in če bozone ohladimo do dovolj nizke temperature in hkrati dosežemo zadostno gostoto, se zgodi fazni prehod v Bose-Einsteinov kondenzat (BEC) [2]. To je stanje snovi, v katerem atomi ne letijo vsak v svojo smer kot v plinu, ampak se vedejo kot en delec. Zato jih lahko opišemo z makroskopsko valovno funkcijo. BEC je poleg superprevodnosti in supertekočnosti eden od treh makroskopskih kvantnih pojavov. Z laserji lahko ustvarimo atomske pasti različnih oblik, od dveh rezervoarjev, povezanih s tankim mostom za preučevanje transporta, do optičnih mrež za simulacijo





**Slika 3: Shema eksperimentalne naprave**

kristalnih sistemov. Poleg tega je mogoče z lasersko svetlobo ustvariti sintetična magnetna in električna polja [3] ter preučevati njihove učinke na hladne atome (ker so atomi električno nevtralni, navadno električno in magnetno polje nimata želenega učinka). BEC se uporablja tudi kot vir koherentnih atomov za atomske laserje, ki delujejo na podobnem principu kot navadni laserji, samo da namesto svetlobe (fotonov) sevajo atome [4].

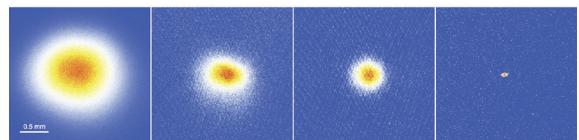


**Slika 4: Lasersko hlajenje atomov**

So pa elektromagnetna polja bistvenega pomena za hlajenje atomov do nizkih temperatur. Navadno za hlajenje snovi uporabljamo toplotne stroje (hladilnike) in utekočinjene pline, ki so že sami po sebi zelo hladni. Hladne atome pa hladimo samo z lasersko svetlobo in magnetnimi polji. Postopek hlajenja je zato zelo omejen, kar se tiče različnih vrst atomov: z enim eksperimentom lahko navadno ohladimo le atome enega oz. dveh elementov v bolj kompleksnih eksperimentih. Pri našem eksperimentu tako lahko hladimo le atome cezija ( $^{133}\text{Cs}$ ), ki so bozoni, torej imajo celoštevilski spin. Cezij je posebno zanimiv zaradi

svojih fizikalnih lastnosti, med katerimi se odlikuje zmožnost uravnavanja moči interakcije med atomi s spreminjanjem magnetnega polja – t. i. Feshbachove resonance [5].

Lasersko hlajenje temelji na zmožnosti atoma, da absorbira foton s pravo energijo, tj. energijo, enako razliki med energijskimi stanji elektrona v atomu. Ko atom absorbira foton, prevzame tudi njegovo gibalno količino. Zaradi spontane emisije nato atom izseva foton z enako energijo in gibalno količino, a v naključni smeri. Zdi se, kot da nič ne pridobimo, a če se atom giblje v nasprotni smeri laserskega žarka, in se zgoraj opisani proces absorpcije in spontane emisije velikokrat ponovi, absorbirani foton atom upočasnjuje, medtem ko se prispevki spontano emitiranih zaradi naključnosti procesa med seboj odštejejo (slika 4). Tako na atome, ki letijo iz pečice v smeri nasproti laserskemu žarku, deluje zaviralna sila, ki jih na razdalji enega metra upočasnjuje iz 200 m/s na 20 m/s, pri čemer je pojemek več kot 2 000-krat večji od gravitacijskega pospeška. Atome tako upočasnjujemo, ko letijo po ozki cevi od pečice proti glavni eksperimentalni komori (slika 3). Ker je kinetična energija atomov sorazmerna njihovi temperaturi, jih z upočasnjevanjem torej ohladimo.



**Slika 5: Slike atomov v različnih fazah hlajenja. Od leve proti desni: magnetno-optična past ( $T = 20 \mu\text{K}$ ), ramansko hlajenje ( $T = 0,5 \mu\text{K}$ ), dipolna past ( $T = 1 \mu\text{K}$ ), mala dipolna past ( $T = 100 \text{nK}$ ). Rdeča barva pomeni več atomov. Lahko ugotovimo, da se na prehodu med fazami število atomov zmanjša.**

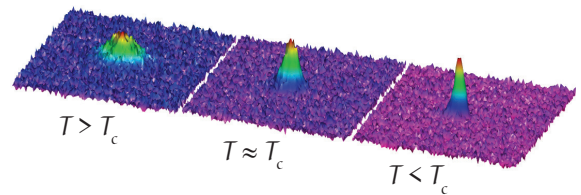
V pečici imajo atome cezija temperaturo približno 360 K (87 °C), v glavno eksperimentalno komoro pa

iz Zeemanovega upočasnjevalnika pridejo s temperaturo le nekaj kelvinov. Tam jih ujamemo v magneto-optično past, ki jo ustvarimo s šestimi žarki vzdolž vseh treh koordinatnih osi iz pozitivne in negativne smeri ter kvadrupolnim magnetnim poljem. Žarki potiskajo atome proti središču, kvadrupolno polje pa poskrbi, da jih čutijo le atomi, ki jih odnese ven iz središča, tisti na sredini pa ne. Magneto-optična past atome ohladi do nekaj 10  $\mu\text{K}$ . Atome bi sicer lahko v tej fazi ohladili do temperature približno 5  $\mu\text{K}$ , ampak bi jih pri tem veliko izgubili. Zato jih raje prenesemo v optično mrežo, kjer poteka degenerirano ramansko hlajenje, ki jih ohladi pod 1  $\mu\text{K}$  brez velikih izgub. Optična mreža je interferenčni vzorec svetlobe, ki ga v tem primeru ustvarimo s štirimi laserskimi žarki. V mreži so atomi ujeti vsak v svojem kvantnem harmonskem oscilatorju, kjer nihajo. Med hlajenjem nihanje upočasnjujemo (nižamo vibracijsko energijo), dokler ne dosežemo stanja z najnižjo mogočo energijo.

**Tabela 1: Temperatura, hitrost in število atomov v različnih fazah hlajenja**

|                                | Temperatura      | Hitrost  | Št. atomov     |
|--------------------------------|------------------|----------|----------------|
| Pečica                         | 360 K            | 212 m/s  | /              |
| Zeemanov upočasnjevalnik       | 3 K              | 19 m/s   | /              |
| Magneto-optična past           | 20 $\mu\text{K}$ | 5 cm/s   | $1 \cdot 10^6$ |
| Degenerirano ramansko hlajenje | 500 nK           | 7,9 mm/s | $3 \cdot 10^7$ |
| Dipolna past                   | 1 $\mu\text{K}$  | 11 mm/s  | $5 \cdot 10^6$ |
| Mala dipolna past              | 3 $\mu\text{K}$  | 19 mm/s  | $5 \cdot 10^5$ |
| Evaporacija                    | 10 nK            | 1,1 mm/s | $1 \cdot 10^4$ |

Od tu atome preselimo v dipolno past, ki jo ustvarimo z dvema laserskima žarkoma, katerih frekvenca je daleč stran od frekvence atomskih prehodov v ceziju. To pomeni, da atomi ne bodo absorbirali fotonov iz teh dveh žarkov. Dipolna past v nasprotju s prejšnjimi stopnjami ohlajanja ne deluje po principu laserskega hlajenja, ampak atome ujame z dipolno silo. Princip je podoben kot pri optični pinceti [6]. Kot vemo, si lahko žarek predstavljamo kot elektromagnetno valovanje oz. če stojimo na mestu, kot periodično spreminjajoče se elektromagnetno polje. To polje lahko inducira dipolni moment v atomu (oz. dielektrični kroglici pri optični pinceti) in ta dipolni moment nato interagira s taistim poljem. Tako na atom deluje sila, ki kaže proti delu laserskega žarka z večjo intenziteto. Ker imajo laserski žarki gaussovski profil intenzitete, se atomi ujamejo na sredini dveh prekržanih žarkov. Na hitro bi pomislili, da sploh ne potrebujemo vseh prej omenjenih stopenj ohlajanja in lovljenja atomov, če jih lahko ujamemo le z dvema prekržanima žarkoma.



**Slika 6: Prehod iz normalne faze v kondenzat. 10 000 atomov je slikanih po 50 ms pri temperaturi nad kritično temperaturo  $T_c$ ,  $T \approx T_c$  ter temperaturi pod  $T_c$  (od leve proti desni). Slike prikazujejo dvodimenzionalno gostoto atomov. Pri prehodu v BEC se oblak atomov močno zoža, gostota pa poveča.**

Žal je dipolna past dokaj šibka in lahko ujame samo atome, ki so dovolj počasni, tj. ohlajeni na približno 1  $\mu\text{K}$ . Iz velike dipolne pasti s premerom 1 mm, ki jo ustvarimo z žarkoma moči 30 W, atome prestavimo v manjšo dipolno past s premerom 60  $\mu\text{m}$ , ki jo ustvarimo z žarkoma moči 1 W. S tem povečamo gostoto atomov, kar je pomembno za doseg BEC-a. V mali dipolni pasti nato začnemo evaporacijsko hlajenje, pri čemer postopoma znižujemo globino pasti tako, da najbolj vroči atomi uhajajo ven in s tem postaja celoten oblak hladnejši. Tako nam je uspelo atome ohladiti do temperatur pod 10 nK.

Atome slikamo tako, da skoznje posvetimo s svetlobo in na kameri posnamemo njihovo »senco«. Iz tako posnetih slik v različnih razmerah lahko določimo temperaturo, gostoto in število atomov. Temperaturo na primer določimo tako, da atome slikamo ob različnih časih po izklopu pasti in s tem opazujemo širjenje prostega oblaka. Iz hitrosti širjenja izračunamo temperaturo. S slik oblike atomskega oblaka med hlajenjem lahko opazimo prehod v BEC. V BEC-u je namreč hitrost atomov skoraj nič, zato se oblak ne širi. Na sliki 6 levo je prikazan oblak Cs-atomov pri 10 nK, ki se pri nadaljnjem hlajenju oža in ko doseže kritično temperaturo  $T_c$  preide v BEC. Zaradi zelo nizke temperature, pri kateri se je zgodil fazni prehod, ne moremo ločiti kondenzirane faze od atomov v normalni, plinasti fazi. Če se prehod zgodi pri višjih temperaturah (pri Cs je mogoče ob večji gostoti doseči prehod že pri nekaj 10 nK), se na slikah pri  $T_c$  opazi poleg faze BEC tudi normalna faza, porazdelitev atomov pa je tipično bimodalna. Pri temperaturi pod kritično temperaturo pa ostane le še kondenzat (slika 6, desno).

Eksperimenti s hladnimi atomi so tehnično izredno zahtevni, saj je med celotnim postopkom hlajenja potrebna kar najboljša kontrola nad magnetnimi polji, močmi, frekvencami in polarizacijami laserskih žarkov. V prihodnosti se bomo lotili simulacije dvodimenzionalnih kristalnih sistemov v optični mreži [1]. Le-to se ustvari z interferenco laserskih žarkov in vanjo

naloži hladne atome. Jakost interakcije med delci je mogoče preko Feshbachovih resonanc spreminjati z magnetnim poljem [5]. Tako dobimo sistem, ki simulira periodični potencial kristalov, kakršne preučuje fizika trdne snovi, prednost pa je, da je vse skupaj večje in se dogaja počasneje, kar pomeni, da je stvari mnogo lažje opazovati. Ustvarjenih je bilo že kar nekaj zanimivih mnogodelčnih stanj, kot so: superfluid, Mottov izolator [7] in antiferomagnet kratkega dosega [8, 9, 10]. Za opazovanje stanja atomov v optičnih mrežah pa je potreben tudi občutljiv mikroskop, ki omogoča razločevanje posameznih atomov in s katerim je mogoče posneti njihovo razporeditev na mreži v danem trenutku [11]. Novih izzivov nam torej gotovo ne bo manjkalo.

K postavitvi eksperimenta so pripomogli: Rok Žitko, Jaka Pišljar, Jure Brence, Žiga Gosar, Rok Venturini,

Maj Škerjanc, Pavel Kos, Nejc Janša, Nejc Rosenstein, Gregor Bensa, Ivan Kvasić in Igor Mušević, za kar se jim iskreno zahvaljujemo.

#### Literatura:

- [1] I. Bloch et al., Rev. Mod. Phys., 80 (2008), 885
- [2] M. H. Anderson et al., Science, 269 (1995), 198
- [3] J. Dalibard et al., Rev. Mod. Phys., 83 (2011), 1523
- [4] I. Bloch et al., Phys. Rev. Lett., 82 (1999), 3008
- [5] C. Chin et al., Rev. Mod. Phys., 82 (2010), 1225
- [6] C. J. Foot, Atomic physics (Oxford University Press, New York, 2005)
- [7] W. S. Bakr et al., Science, 329 (2010), 547
- [8] M. F. Parsons et al., Science, 353 (2016), 1253
- [9] M. Boll et al., Science, 353 (2016), 1257
- [10] L. W. Cheuk et al., Science, 353 (2016), 1260
- [11] M. F. Parsons et al., Phys. Rev. Lett., 114 (2015), 213002

## ODKRITJE ZNIŽANE SIMETRIJE V KVANTNI SPINSKI TEKOČINI HERBERTSMITHIT

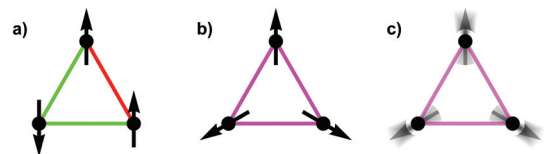
Matjaž Gomilšek, F5

### Kvantne spinske tekočine

Kvantna spinska tekočina je posebno stanje spinov v snovi, ki se razlikuje od običajnih stanj po tem, da ostane neurejeno in dinamično pri poljubno nizki temperaturi [1, 2]. Tako nasprotuje tendenci snovi po urejanju (zamrzovanju) pri nižanju temperature, ki ga izraža tretji zakon termodinamike. Ta, poenostavljeno, pravi, da se »pri absolutni ničli vse gibanje ustavi«. V kvantni spinski tekočini ta zakon ne velja, saj težnji po urejanju nasprotujeta močna mehanizma frustracije (nezmožnosti sistema, da bi zadostil vsem parskim interakcijam hkrati) in kvantnih fluktuacij, ki s skupnimi močmi »stalita« red v kvantni spinski tekočini tudi pri idealizirani temperaturi 0 K (slika 1).

Pomanjkanje statičnega reda v kvantni spinski tekočini pa ima nepričakovane in daljnosežne posledice. Ker so za njen obstoj ključne kvantne fluktuacije, se izkaže, da so pravzaprav vsi spini v kvantni spinski tekočini v skupnem, kvantno-prepletenem<sup>1</sup> stanju. Kvantne spinske tekočine so tako naraven primer kvantne prepletenosti velikega števila delcev na makroskopskem nivoju.

Prav tako imajo kvantne spinske tekočine vzbuditve, ki se vedejo kot kvazidelci brez električnega naboja, vendar z neničelnim spinom (spinoni s spinom 1/2,



**Slika 1: Primer frustracije predstavlja trikotnik antiferomagnetno sklopljenih spinov. a) V njem lahko največ dva para spinov zadostita antiferomagnetni interakciji, ki spina v paru sili, da bi kazala v nasprotnih smereh (zeleno), en par pa tej omejitvi ne more zadostiti (rdeče). To poveča moč fluktuacij in ruši red v sistemu. b) Klasično stanje z najnižjo energijo takšnega trikotnika je vendarle urejeno, spini so pod koti 120°. c) Kvantne fluktuacije prispevajo še zadnji, a odločilni, mehanizem, ki prepreči nastanek statičnega reda.**

vizioni itd.). Kvantna spinska tekočina tako prevaja toplotni in spinski tok, ne pa električnega. Ti kvazidelci so lahko bozoni, fermioni (Diracovi ali Majoranovi) ali celo eksotični anioni. Slednji bi lahko bili uporabni pri realizaciji robustnega (topološkega) kvantnega računalnika, osnovanega na kvantni spinski tekočini [3].

Kvazidelci v kvantni spinski tekočini se med seboj lahko tudi čutijo z efektivno umeritveno interakcijo, podobno kot osnovni delci v vakuumu. Ta umeritvena interakcija ima lahko simetrijo  $U(1)$  (kot elektroma-

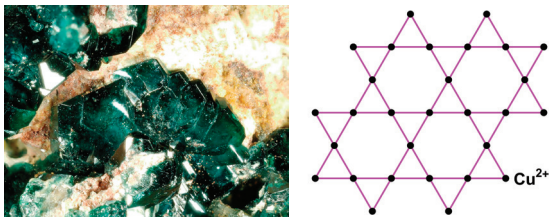
<sup>1</sup> ang. quantum-entangled

gnetna sila),  $SU(2)$  (kot šibka sila) ali  $\mathbb{Z}_2$ , ki pa nima analogije v fiziki osnovnih delcev. Kvantne spinske tekočine in njene vzbuditve lahko tako simulirajo alternativno vesolje, v katerem bi imeli drugačne osnovne delce in drugačne interakcije med njimi [1, 2].

### Herbertsmithit in eksperimentalna realizacija

Eksperimentalne realizacije kvantnih spinskih tekočin so precej redke, saj se pojavijo le v zelo posebnih in čistih sistemih, hkrati pa je njihova identifikacija otežena ravno zato, ker se ne uredijo. Njihov obstoj je prvi teoretično napovedal Philip W. Anderson leta 1973 [4] (pod imenom *resonating valence bond*) ter kasneje leta 1987 [5] predlagal še povezavo med kvantnimi spinskimi tekočinami in visokotemperaturno superprevodnostjo, kar je takrat sprožilo veliko zanimanja med teoretiki [1, 2]. Vendar pa smo šele leta 2007 dobili prvo potrjeno eksperimentalno realizacijo kvantne spinske tekočine v dveh dimenzijah [6].

Najdena je bila v kristalu herbertsmithit,  $ZnCu_3(OH)_6Cl_2$  (slika 2). Magnetni ioni v herbertsmithitu so  $Cu^{2+}$  in nosijo spin  $1/2$ , razporejeni pa so v vzporedne mreže kagomé (slika 2), ki jih ločijo nemagnetni ioni  $Zn^{2+}$ . Interakcije med  $Cu^{2+}$  so antiferomagnetne in vodijo do izjemno močne frustracije, kar skupaj s kvantno naravo spina  $1/2$  omogoči realizacijo kvantne spinske tekočine v tem kristalu.



Slika 2: (Levo) Naraven mineral herbertsmithit [8]. Prvič je bil najden v Čilu leta 1972 in poimenovan po mineralogu Herbertu Smithu (1872–1953). V dovolj čisti obliki za eksperimente je bil sintetiziran leta 2005 [6]. (Desno) Močno frustrirana mreža kagomé v herbertsmithitu, sestavljena iz antiferomagnetnih trikotnikov ionov  $Cu^{2+}$ , ki se stikajo v ogliščih.

Odkritje kvantne spinske tekočine v herbertsmithitu je sprožilo plaz eksperimentalnih aktivnosti na področju kvantnih spinskih tekočin. Najdenih je bilo še več spojin, ki se vedejo kot kvantne spinske tekočine, od katerih ima večina spina  $1/2$  na antiferomagnetni mreži kagomé ali na trikotni mreži. Kljub novim spojinam pa ostaja herbertsmithit paradigmatičen in do sedaj najbolj preučevan primer kvantne spinske tekočine v dveh dimenzijah.

### Znižana simetrija

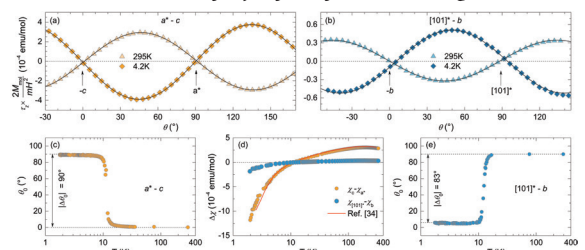
V Landauovi teoriji faznih prehodov opišemo urejanje sistema s spontanim zlomom neke simetrije (npr. zlom zvezne na diskretno translacijsko simetrijo opiše zamrzitev tekočine v kristal). Ker se kvantne spinske tekočine po definiciji ne uredijo, bi tako v najpreprostejšem primeru pričakovali, da naj bi spoštovale vse simetrije visokotemperaturne faze tudi pri nizkih temperaturah.

V primeru herbertsmithita bi to pomenilo, da bi morala imeti kvantna spinska tekočina šestštevno simetrijo idealne mreže kagomé. Takšna je bila implicitna predpostavka raziskovalcev na področju kvantnih spinskih tekočin zadnjih 10 let in več. Občasno se je uporabljala kar kot definicija (simetrične) kvantne spinske tekočine: stanje spinov, ki ohrani vse simetrije pri poljubno nizki temperaturi.

S sodelavci smo nedavno pokazali, da je tako preprosta slika vsaj v primeru herbertsmithita napačna [7]. Z natančnimi meritvami magnetnega navora in elektronske spinske resonance (ESR) na novo sintetiziranih monokristalih herbertsmithita iz Laboratoire de Physique des Solides, Université de Paris-Sud, Orsay, Francija, smo pokazali, da je šestštevna simetrija v herbertsmithitu zlomljena vsaj pri nizkih temperaturah.

### Meritve magnetnega navora

Meritve magnetnega navora je izjemno natančna metoda za neposredno določitev anizotropije magnetne susceptibilnosti preučevanega vzorca v izbrani ravnini. V sodelovanju z Institutom za fiziko, Zagreb, Hrvaška, smo opravili meritve magnetnega navora na kristalih herbertsmithita ter nedvoumno pokazali, da je globalna simetrija magnetnega odziva herbertsmithita manjša od polne šestštevne simetrije [7]. To smo dokazali z določitvijo projekcij lastnih magnetnih osi



Slika 3: Rezultati meritev magnetnega navora v dveh merilnih ravninah  $a^*-c$  (levo) in  $[101]^*-b$  (desno). Dokaz za znižanje simetrije je pod (e), kjer je razvidno, da se magnetna os v ravnini  $[101]^*-b$  pri znižanju temperature zavrti za kot  $83^\circ$  namesto za kot  $90^\circ$ , kot bi to zahtevala globalna šestštevna simetrija mreže kagomé [7].

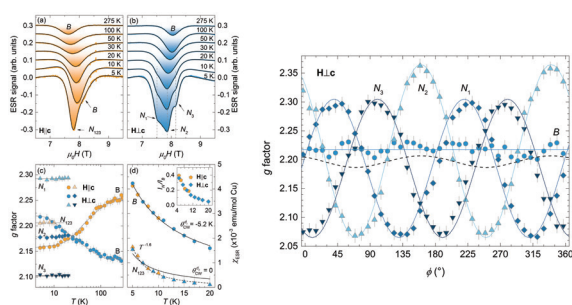
na merilno ravnino ter z opazovanjem spreminjanja smeri le-teh s temperaturo (slika 3).

Hkrati smo potrdili pričakovano prisotnost manjše količine magnetnih defektov, ki pa vendarle dajo glavni prispevek k susceptibilnosti vzorca pri nizkih temperaturah. Izvor teh je v kemijski podobnosti ionov  $\text{Cu}^{2+}$  in  $\text{Zn}^{2+}$ , kar vodi do približno 8-odstotnega presežka ionov  $\text{Cu}^{2+}$  na mestih  $\text{Zn}^{2+}$  v vseh umetno sintetiziranih vzorcih herbertsmithita, ki so bili kdaj preučevani. To je dobro znana pomanjkljivost herbertsmithita v primerjavi z idealno kvantno spinsko tekočino na mreži kagomé [6], ki se ji ne da izogniti. Kljub dolgoletnim študijam pa vpliv teh defektov na stanje kvantne spinske tekočine v herbertsmithitu še ni povsem razjasnjen [7].

### Elektronska spinska resonanca

Meritve elektronske spinske resonance (ESR) v visokem magnetnem polju, s katerimi lahko zelo natančno določimo lokalne anizotropije, in posledično, atomske okolice magnetnih ionov, so bile opravljene v National High Magnetic Field Laboratory, Florida State University, Tallahassee, Florida, ZDA.

Meritve so prve, ki jasno pokažejo, da sta v herbertsmithitu pravzaprav dve vrsti defektov, ne zgolj ena [7]. Prva vrsta defektov ( $d_1$ ) je močno sklopljena bodisi med sabo bodisi s kvantno spinsko tekočino, na kar kaže Curie-Weissova odvisnost njihove susceptibilnosti s temperaturo. Druga vrsta defektov ( $d_{11}$ ), ki ima mnogo manjšo magnetno susceptibilnost, pa se učinkovito vede kot skoraj prosti spini.



**Slika 4: Rezultati meritev elektronske spinske resonance na kristalu herbertsmithita. Kotna odvisnost (desno) defektov tipa  $d_{11}$  ( $N_{1,2,3}$  na sliki) jasno kaže na pomanjkanje globalne šestštevne simetrije, ki bi zahtevala, da bi bili položaji ( $g$ -faktorji) spektralnih črt  $N_{1,2,3}$  identični, razen za zamik  $\pm 60^\circ$  v kotu. V nasprotju s tem pričakovanjem ugotavljamo, da je kotna odvisnost položaja črte  $N_2$  vidno drugačna od kotnih odvisnosti položajev črt  $N_1$  in  $N_3$ , kar pomeni, da je simetrija globalno znižana [7].**

Prvo vrsto defektov ( $d_1$ ) si razlagamo kot posledico že znane zamenjave ionov  $\text{Zn}^{2+}$  z ioni  $\text{Cu}^{2+}$  med kagomé ravninami. Mogoča razlaga novo odkritih šibkih defektov tipa  $d_{11}$  pa je, da so odziv kvantne spinske tekočine na lokalno deformacijo mreže kagomé v okolici defektov tipa  $d_1$  (zaradi spremenjenega ionskega radija in elektronske konfiguracije iona  $\text{Cu}^{2+}$  naproti ionu  $\text{Zn}^{2+}$ ). Tako si lahko predstavljamo defekte tipa  $d_{11}$  ne kot samostojne spine, ampak kot nekakšne »sence« defektov tipa  $d_1$  v mreži kagomé, ki se izražajo v lokalno spremenjenem vedenju kvantne spinske tekočine. Kotna odvisnost novo odkritih defektov tipa  $d_{11}$  v herbertsmithitu neodvisno od meritev magnetnega navora pokaže jasen zlom globalne šestštevne simetrije mreže kagomé (slika 4).

### Sklep

Odkritje znižane simetrije v herbertsmithitu ima lahko bistven vpliv na prihodnje razumevanje kvantnih spinskih tekočin, saj je teoretičnih predlogov za dejansko osnovno stanje kvantne spinske tekočine v herbertsmithitu izjemno veliko [1]. Izkaže se, da v naravi realizirano stanje ni simetrična kvantna spinska tekočina, kot je bilo predpostavljeno do sedaj, saj ima znižano simetrijo, čeprav ostanejo spini v herbertsmithitu neurejeni in dinamični do poljubno nizkih temperatur.

Tako bo potrebno razširiti teoretično razpravo tudi na nesimetrične kvantne spinske tekočine ali pa, alternativno, resno upoštevati možnost, da je za vedenje herbertsmithita pri nizkih temperaturah pomembna poleg spinskih prostostnih stopenj tudi sklopitev le-teh z drugimi prostostnimi stopnjami v kristalu, na primer z deformacijami mreže oziroma mrežnimi nihanjem (fononi). Slednji scenarij bi lahko razložil opaženo znižanje simetrije preko delne sprostitve frustracije z rahlo deformacijo mreže kagomé. Sklopitev spinov v kvantni spinski tekočini s fononi bi lahko razložila tudi nekatere druge prej nerazložene anomalije v izmerjeni relaksaciji NMR in infrardeči reflektometriji [7].

V vsakem primeru pa dajo ti rezultati nov pogled na kvantne spinske tekočine in predstavljajo kvalitativen napredek v razumevanju teh izjemno zanimivih kvantnih stanj.

### Literatura:

- [1] L. Balents, Spin liquids in frustrated magnets, *Nature*, 464 (2010), 199
- [2] P. A. Lee, An end to the drought of quantum spin liquids. *Science*, 321 (2008), 1306

- [3] A. Kitaev, Anyons in an exactly solved model and beyond, *Ann. Phys.*, 321 (2016), 2
- [4] P. W. Anderson, Resonating valence bonds: A new kind of insulator?, *Mater. Res. Bull.*, 8 (1973), 153–160
- [5] P. W. Anderson, The Resonating Valence Bond State in  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  and Superconductivity, *Science*, 235 (1987), 1196
- [6] J. S. Helton *et al.*, Spin dynamics of the spin-1/2 kagome lattice antiferromagnet  $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ , *Phys. Rev. Lett.*, 98 (2007), 107204
- [7] A. Zorko, M. Herak, M. Gomilšek, J. van Tol, M. Velázquez, P. Khuntia, F. Bert, in P. Mendels, Symmetry reduction in the quantum kagome antiferromagnet herbertsmithite, *Phys. Rev. Lett.*, 118 (2017), 017202
- [8] <https://www.mindat.org/VYK-1LX> (2017)

## OBISK OBRTNO-PODJETNIŠKE ZBORNICE SLOVENIJE

Miha Čekada (F3), Marjeta Trobec (CTT), Špela Stres (CTT)

Sodelovanje Instituta »Jožef Stefan« z gospodarstvom je že tradicionalno močno. Še posebej se je razmahnilo v 80. letih, ko je prihodek Instituta kar v polovičnem deležu prihajal iz gospodarstva. Tudi danes je sodelovanje med inštitutskimi raziskovalci in podjetji izredno živahno, saj se podjetja v vedno večjem obsegu obračajo na raziskovalce, tako z enostavnejšimi kot tudi zahtevnimi in zapletenimi razvojnimi problemi, ki jih nato v sodelovanju razrešujejo. Ob tem ne gre pozabiti na Center za prenos tehnologij in inovacij, ki je obema stranema pri spoznavanju ter iskanju ustreznih tematik za skupno delo in razvoj v veliko podporo in pomoč.

Obrtno-podjetniško zbornico Slovenije (OZS, glej [www.ozs.si](http://www.ozs.si)) sestavlja 30 strokovnih sekcij, ki obsegajo posamezna ožja področja, npr. Sekcija elektronikov in mehatronikov, Sekcija kovinarjev, Sekcija plastičarjev ... Ločeno od teh strokovnih področij delujejo še trije odbori: za izobraževanje, za gospodarstvo in za znanost in tehnologijo.

Odbor za znanost in tehnologijo je mnogim sodelavcem IJS dobro znan, še posebej je treba omeniti g. Janeza Škrleca, ki že desetletje uspešno vodi odbor in je oktobra 2016 prejel častno listino Instituta »Jožef Stefan«. Dogovor o sodelovanju med Odborom in Institutom je bil podpisan že leta 2006, kmalu po ustanovitvi Odbora, od tedaj pa se je zvrstila množica dogodkov. Omenimo naj že tradicionalne Nanotehnološke dneve, na katerih je bilo že veliko predavateljev z Instituta, in nastope na raznih sejmih, kjer so odseki gostovali na razstavnih mestih Odbora. Gre predvsem za Mednarodni obrtni sejem (MOS), Mednarodni sejem za avtomatiko in mehatroniko (IFAM) ter Ljubljanski obrtno-podjetniški sejem (LOS). Vodstvo OZS na čelu s predsednikom g.

Brankom Mehom je Institut obiskalo aprila 2015 in si ogledalo več odsekov na Jamovi cesti in na reaktorju.



Maja 2016 je bila imenovana nova sestava Odbora, in sicer g. Marko Lotrič (predsednik), g. Joško Rozina (podpredsednik) ter trije člani: g. Janez Kunaver, prof. dr. Maja Ravnikar (Nacionalni inštitut za biologijo) in doc. dr. Miha Čekada (Institut »Jožef Stefan«). Sekretarka odbora je ga. Valentina Melkič (OZS). Člani sicer formalno ne zastopajo institucij, iz katerih prihajajo, vseeno pa je pomembna povezovalna vloga člana odbora z Institutom »Jožef Stefan«.

Že na ustanovni seji Odbora v novi sestavi se je pojavila ideja o organizaciji obiskov raziskovalnih inštitutov po Sloveniji. Prvi tak obisk je bil 16. 11. 2016 na Nacionalnem inštitutu za biologijo, vzporedno pa so začele potekati priprave na obisk na Institutu »Jožef Stefan«. Že takoj na začetku smo se postavili na stališče, da to ne sme biti protokolaren obisk, temveč obisk delovne narave, namenjen posameznim obrtnikom. Za nadaljnje delo je bila ključna vključitev Centra za prenos tehnologij in inovacij (CTT), ki ima z organizacijo podobnih dogodkov veliko izkušenj.

CTT vsako leto organizira različne povezovalne dogodke med podjetji in raziskovalci IJS. Srečanje s člani Obrtno-podjetniške zbornice smo si zamislili kot skupek treh delov: plenarnega, informativnega in individualnega. Datum obiska, 17. 1. 2017, je bil postavljen že več mesecev vnaprej, Zbornica ga je po internih kanalih najavila svojim članom (e-obvestila, dopisne liste, revija Obrtnik), in sicer na podlagi materialov, ki so jih pripravili v CTT. Še posebej pomemben je bil pregled zainteresiranih odsekov IJS za obisk obrtnikov ter oblikovanje prioritarnih list posameznih odsekov IJS glede interesa za posamezne sekcije Obrtne zbornice.

Na dan dogodka smo srečanje začeli ob 10<sup>h</sup> v Veliki predavalnici, kjer se je zbralo 40 udeležencev. Po začetnih pozdravilih in predstavitev smo obrtnike povabili na ogled enega od štirih programov, ki smo jih oblikovali posebej zanje, in sicer glede na njihove potrebe in želje, izražene v postopku prijave na obisk IJS. Vsak program je vključeval obisk treh odsekov, skupaj se je obrtnikom predstavilo 12 odsekov Instituta »Jožef Stefan«. V popoldanskem

delu so potekali »1 na 1«-sestanki, na katerih so bili pogovori še bolj konkretni. Skupaj se je zvrstilo 27 takšnih bilateralnih sestankov, del teh so v CTT predhodno organizirali glede na interese obrtnikov po posameznih področjih, del pa so jih organizirali skladno z idejami, ki so se obrtnikom porodile med samim obiskom. Tako je bil izkupiček izmenjave mnenj kot tudi zadovoljstvo ob obisku največji. Trud se je izplačal, saj so zahvale obrtnikov glede koristnosti in dobre organizacije kar deževale, dogodek pa je odmeval tudi v slovenskem merilu z reportažami na PoP TV, Kanalu A, Radiu 1 in drugih.

Najlepša hvala raziskovalcem za odprto sprejemanje idej za povezovanje in razumevanje ciljev, ki jih želimo doseči skupaj, in za vso podporo. Hvala za predstavitev odsekom in skupinam za vse informacije, ki so jih raziskovalci delili z udeleženci obiska.

Vsekakor bi bili veseli, če bi se odločili, da bo januarski termin postal na neki način »tradicionalen«. Verjamemo, da se bomo na to temo še slišali!

## JIH POZNAMO

## SANTORIO SANTORIO

Po seriji prispevkov o znanstvenikih iz prve polovice 20. stoletja bomo tokrat skočili nekaj stoletij v preteklost in spoznali pionirja na področju sodobne medicine, zdravnika Santoria Santoria.

Santorio, znan tudi kot Sanctorio Sanctorio, Santorio Santorii, Sanctorius iz Padove in Sanctorio Sanctorius, se je rodil leta 1561 v Koprju, ki je takrat spadal pod Beneško republiko. Na portretu iz leta 1609 je pripis Justinopolitanus, ki se nanaša na staro ime za Koper (Justinopolis). Santorijev oče je bil plemiškega porekla in se je rodil v Čedadu. Slovenski biografski leksikon navaja, da je bil družinski priimek prvotno verjetno Svetina. Oče je bil najemniški častnik v beneški vojski in vrsto let poveljnik posadke v Koprju. Mati je prihajala iz Kopra, prav tako iz plemiške družine. Po Santoriju je danes v Koprju poimenovana ulica.

Santorio se je izobraževal najprej v Koprju, nato v Benetkah, leta 1575 pa je prišel na Univerzo v Padovi. Leta 1582 je, pri 21 letih, diplomiral kot zdravnik. Nato je deloval kot osebni zdravnik hrvaških plemičev, morda grofa Zrinjskega, viri omenjajo tudi Frankopane v Vinodolu in poljskega kralja. Leta 1599 je v Benetkah odprl svojo ordinacijo. V Benetkah se

je Santorio v palači Morosini družil s pomembnimi intelektualci tistega časa. Srečanja so obiskovali Galileo Galilei, Paolo Sarpi, beneški državnik, zgodovinar in podpornik znanosti, Fabrizio d'Acquapendente, še en znamenit zdravnik, pionir na področju anatomije in embriologije, in drugi. To je bilo obdobje, ko so nove ideje v znanosti začele izpodrivati sprejete nauke avtoritet iz antike in ko so nastajale znanstvene akademije. Te so podpirale inovacije v znanosti, medtem ko so se univerze še vedno držale starih načel. Hkrati je bil to čas inkvizicijskih procesov proti naprednim izobražencem. Giordano Bruno je tudi zaradi kopernikanskih nazorov končal na grmadi, Galilej pa se je moral javno odreči svoji podpori heliocentrizmu, da se je izognil podobni usodi.

**Santorio Santorio se je rodil 29. marca 1561 v Koprju in umrl 22. februarja 1636 v Benetkah. Bil je zdravnik in profesor medicine na Univerzi v Padovi. Santorio velja za začetnika iatromehanične šole v medicini. Pri poskusih, tudi na sebi, je uporabljal merske naprave in v medicino prinesel nova spoznanja o delovanju metabolizma. Izumil je več medicinskih naprav, tudi prvi medicinski termometer.**

Leta 1611 je bil Santorio izvoljen za profesorja medicine na Univerzi v Padovi. Viri navajajo, da je bil znan po svojem talentu in profesionalnem odnosu ter je dobival celo višjo plačo kot Galilej, ki je prav tako predaval v Padovi. Cenjen je bil tako na Univerzi (ki mu je z naslednjo pogodbo plačo še podvojila) kot tudi med sodobniki. Ko je bil Sarpi leta 1607 žrtev poskusa atentata, je zahteval, da ga zdravita prav Santorio in d'Acquapendente. Sarpi je prišel navzkriž s papežem v Rimu in je zdravnikoma, ki sta po napadu pregledovala poškodbe (petnajst vbodov z bodalom) komentiral, da prepozna stil rimske Kurije. Sarpi je nato okrevал in živel še petnajst let.

Na Univerzi je Santorio predaval do upokojitve leta 1624. Preostanek življenja je preživel v Benetkah, kjer je leta 1636 umrl. Del svojega imetja je namenil za deset štipendij za študente na Univerzi v Padovi, od tega del posebej za študente, rojene v Kopru.



Danes gledamo na Santoria kot na za svoje čase izredno naprednega zdravnika, ki je poudarjal pomen merskih količin za medicinsko diagnostiko. Postavil je temelje za znanstveno študijo metabolizma. Izbražen je bil še v skladu z antičnimi nauki Hipokrata, Galena in Aristotela, vendar pa se je pri svojem delu zanašal tudi na lastne eksperimente in iz njih delal nove sklepe. Ustanovil je t. i. iatrofizično šolo, ki je povezovala fiziološke in patološke procese v človeku s fizikalnimi zakonitostmi. Na telo je gledal kot na uro, na delovanje katere vplivajo oblike in položaji sestavnih delov. Ta pogled je bil v nasprotju z iatrokemičnim načinom, ki je izviral še iz alkimije, temeljil pa je predvsem na ravnovesju telesnih tekočin (znan zagovornik tega načina je bil Paracelsus). Santorio

je bil tudi oster nasprotnik v tistem času še vedno priljubljene astrologije kot diagnostične metode.

Ob opravljanju zdravniške prakse je Santorio izumil vrsto naprav in pripomočkov. Omenimo lahko trokar, brizgo za maternico, napravo za zdrobitev kamna v sečnem mehurju, merilo za pulz (pulsilogium), higroskop ter posebno posteljo, v kateri lahko bolnik sedi kakor na stolu in opravlja potrebo. Santorio je sestavil tudi anemometer, merilnik jakosti vetra, s katerim je meril jakost burje v Vinodolu. Pripisujejo mu tudi izum medicinskega termometra. Enostavno napravo za merjenje spremembe temperature z bučko s tekočino je sestavil že Galilej, Santorijev ključni prispevek pa je v tem, da je dodal merilno skalo, kar je omogočalo dejanske meritve temperature. Tudi pri razvoju naprave za merjenje pulza se je oprl na Galileja. Galilej je namreč preučeval nihala in ugotovil, da je nihajni čas matematičnega nihala neodvisen od njegove amplitude – zato ga lahko uporabimo za natančno merjenje časa.

Najznamenitejši Santorijev poskus je sistematična študija metabolizma. Ker je želel raziskati, kako spremembe fizikalnih količin (predvsem telesne mase – »teže«) vplivajo na zdravje, je sestavil posebno tehtnico, s katero je v tridesetih letih opravil raziskave na več kot deset tisoč ljudeh. Tudi Galilej je bil med njimi. Na podlagi meritev količine zaužite hrane in pijače ter mase izločkov (blata in urina) je Santorio postavil teorijo »nezaznavne perspiracije« (*perspiratio insensibilis*). Ugotovil je, da pomemben del zaužite hrane in pijače telo zapusti na ta način. Takrat seveda še niso razumeli kemijskih procesov, ki potekajo med presnovo. Tudi to, da ima zrak maso, je bil še tuj koncept. Santorio je svojo teorijo uporabljal kot indikator za zdravstveno stanje – pri zdravem človeku je določil razmerje osem enot zaužite hrane in pijače ter tri enote perspiracije, odmiki pa so lahko kazali na bolezen. Mogoč način zdravljenja je tako vseboval diuretike, odvajala ter sredstva, ki pospešujejo potenje. Pri tem še omenimo, da je bil Santorio pri svojih poskusih izredno sistematičen in natančen, poskuse je izvajal tudi na sebi, in to kar trideset let. Tehtnico si je postavil doma in na njej preživel dobršen del svojega prostega časa, na njej je med drugim jedel in spal. Poleg nihanja mase je Santorio pri diagnostiki upošteval tudi druge dejavnike, kot so količina fizične aktivnosti, starost, spolno aktivnost in količino spanja, zraven pa še dejavnike okolja, kot sta temperatura in vlažnost.



Svoja spoznanja je Santorio objavil v knjigi *De Statica Medicina* (O statični medicini), ki je izšla v leta 1614. Pisana je v obliki aforizmov, ki se nanašajo na Santorijeve opazke in poskuse. Knjiga je bila prava uspešnica in je doživela okrog štirideset ponatisov ter prevode v angleščino, italijanščino, francoščino in nemščino. Vplivala je tudi na Antoine-Laurenta de Lavoisiera, »očeta sodobne kemije«.

Santorijevih spoznanj seveda že dolgo ne uporabljamo več v diagnostiki, je pa v zgodovino medicine zapisan kot znanstvenik, zaslužen za uvedbo meritev in matematičnih izračunov v povezavi s



**Santorio na svoji tehtnici**

poskusi na ljudeh. V medicinske raziskave je uvedel samoeksperimentiranje. De Santo kot njegova dediča v tem duhu navaja Johna Hunterja, škotskega zdravnika iz 18. stoletja, in kolega Edwarda Jennerja, za katerega se govori, da se je načrtno okužil z gonorejo, ter nemškega kirurga in Nobelovega nagrajenca Wernerja Forssmanna, ki si je pod lokalno anestezijo leta 1929 sam vstavil srčni kateter.

*Anton Gradišek*

Viri:

- Slovenski biografski leksikon
- Primorski biografski leksikon
- Natale G. De Santo et al. Santorio Santorio (1561–1636) – The Pioneer of Modern Clinical Science, *Annales Kinesiologiae*, 2, 2011, 1
- The Galileo Project: Santorio Santorio
- Wikipedia (sliki)

## PRIŠLI–ODŠLI

### PRIŠLI - ODŠLI (12. 11. 2016 – 10. 2. 2017)

#### Zaposlili so se:

1. 11. 16 Martin Gjoreski, mladi raziskovalec, E9  
 11. 11. 16 dr. Vedrana Vidulin, asistentka z doktoratom, E8  
 21. 11. 16 dr. Mario Karlovčec, asistent z doktoratom, E3  
 17. 11. 16 dr. Jovan Tanevski, asistent z doktoratom, E8  
 1. 12. 16 mag. Barbara Krašovec, vodilna strokovna sod., CMI  
 1. 12. 16 Tamara Matevc, samostojna strokovna sod., CTT  
 1. 12. 16 Tine Pezdič, projektni sodelavec, SPI  
 12. 12. 16 Grigory Evseev, samostojni raz., E9  
 14. 12. 16 Barbara Bercko, koordinatorka področij, E9  
 1. 12. 16 Uroš Stele, strokovni sodelavec, F3  
 1. 1. 17 dr. Nikola Ljubešić, asistent z doktoratom, E8  
 1. 1. 17 Dania Consuegra Rodriguez, mlada raziskovalka, F9  
 9. 1. 17 Tina Dokl, samostojna str. sodelavka, U4  
 1. 1. 17 Gašper Juvančič, koordinator področij, CTT  
 16. 1. 17 Urban Gregorc, strokovni sodelavec, E6  
 23. 1. 17 Jan Skolimowski, strokovni sodelavec, F1

26. 1. 17 Vladimir Kuzmanovski, asistent z doktoratom, E8  
 1. 2. 17 Jaka Jereb, strokovni sod., E1  
 1. 2. 17 Mitja Gliha, strokovni sod. s specializacijo, 20 ur/teden, E1  
 1. 2. 17 Luka Stepančič, samostojni raz., E9

*Novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu!*

#### Odšli:

22. 11. 16 Darja Grošelj, strokovna sodelavka, E3  
 30. 11. 16 dr. Hristijan Gjoreski, asistent z doktoratom, E9  
 28. 11. 16 Samo Štajner, mladi raziskovalec, F2  
 30. 11. 16 Mateja Košir, asistentka, K7  
 18. 12. 16 Janja Smrke, projektna sodelavka, O2,  
 20. 12. 16 dr. Martina Lorenzetti, asistentka z doktoratom, K7  
 31. 12. 16 prof. dr. Gorazd Kandus, znanstveni svetnik, E6, upokojitev  
 31. 12. 16 Lea Aissatou Levpušček, strokovna sodelavka, CTT  
 31. 12. 16 dr. Tilen Čadež, asistent z doktoratom, F1

- |            |   |            |  |
|------------|---|------------|--|
| 31. 12. 16 | dr. Špela Konjar, asistentka z doktoratom, B3             | 31. 12. 16 | dr. Marjeta Kramar Fijavž, asistentka z doktoratom, E1     |
| 31. 12. 16 | dr. Andraž Kocjan, vodilni str. sod., F5                  | 31. 12. 16 | doc. dr. Dušan Ponikvar, znanstveni sodelavec, E1          |
| 31. 12. 16 | dr. Jan Kogoj, asistent z doktoratom, F1                  | 31. 12. 16 | doc. dr. Aleš Dobnikar, znanstveni sodelavec, E9           |
| 31. 12. 16 | Daniele Vella, asistent, F7                               | 31. 12. 16 | prof. dr. Jernej Iskra, višji znanstveni sodelavec, K3     |
| 31. 12. 16 | dr. Lev Vidmar, asistent z doktoratom, F1                 | 31. 12. 16 | doc. dr. Aleš Dobnikar, znanstveni sodelavec, E9           |
| 31. 12. 16 | dr. Nataša Adžić, asistentka z doktoratom, F1             | 15. 1. 17  | dr. Vida Kocbek, asistentka z doktoratom, B3               |
| 31. 12. 16 | Griša Grigorij Prinčič, mladi raziskovalec, K3            | 31. 1. 17  | Damjan Fink, strokovni sodelavec, E1                       |
| 31. 12. 16 | dr. Mirela Dragomir, asistentka z doktoratom, K5          | 31. 1. 17  | dr. Blaž Mikuž, asistent z doktoratom, R4                  |
| 20. 12. 16 | Mojca Hren, projektna sodelavka, K7, upokojitev           | 26. 1. 17  | dr. Darinka Kek Merl, znanstvena sodelavka, F3, upokojitev |
| 31. 12. 16 | doc. dr. Anita Prapotnik Brdnik, znanstvena sodelavka, F1 | 31. 1. 17  | Aljaž Drnovšek, višji asistent, F3                         |
| 31. 12. 16 | Tetiana Borzda, asistentka, F7                            |            |  |
| 31. 12. 16 | prof. dr. Tomaž Košir, asistent z doktoratom, E1          |            |  |

*Barbara Gorjanc*

## OBISKI PO ODSEKIH

### OBISKI PO ODSEKIH (12. 11. 2016 – 17. 2. 2017)

#### Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2)

Dne 20. 12. 2016 so na pogovore o sodelovanju na prihodnjih mednarodnih razpisih s področja varstva pred sevanji prišli Stefano Micheletti, Concettina Giovanni in dr. Luca Marchesi, ARPA FVG, Palmanova, Italija.

Med 14. in 16. 12. 2016 sta bila na obisku Jos Rutten in dr. Tim Vidmar, SCK-CEN, Mol, Belgija. Obisk je potekal v okviru belgijskega nacionalnega projekta o sodelovanju z mobilnimi enotami po Evropi.

Dne 7. 12. 2016 sta bila na obisku dr. Ivica Prlič in Branko Petrincec, IMI, Zagreb, Hrvaška. Obisk je bil namenjen pogovorom o možnostih sodelovanja na prihodnjih razpisih iz gospodarstva na Hrvaškem ter mednarodnih razpisih EU.

#### Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F-4)

Od 23. do 28. 1. 2017 je bil na obisku dr. Tomislava Vukušić, Prehrambeno-Biotehniška univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška. Obisk je bil namenjen preizkušanju embalaže za prehrambno industrijo in ogledu raziskovalne opreme na IJS, predvsem na F4. Potekali so tudi razgovori o nadaljnjem sodelovanju.

Od 19. do 22. 1. 2017 je bila na obisku dr. Danijela Vujošević, Inštitut za javno zdravje Črne gore, Podgorica, Črna gora. Gostja je prišla v okviru projekta NATO SPS.984555, katerega nosilec na odseku je prof. dr. Uroš Cvelbar. Namen obiska so bili pogovori o končanju projekta in dogovori o nadaljnjem sodelovanju.

**V Novicah IJS objavljamo le tiste obiske, ki so vneseni v bazo podatkov (<http://www.ijs.si/ijs/obiski>). S tem lahko zagotavljamo večjo ažurnost, pravilnost in zanesljivost objav.**

Od 12. do 13. 1. 2017 je bil na obisku prof. dr. Reinhard H. Schwarz, Institut Superior Técnico, Lizbona, Portugalska. Obisk je bil namenjen pogovorom o pripravi in sodelovanju pri evropskem projektu.

Od 22. do 24. 11. 2016 je bil na obisku prof. dr. Petr Špatenka, Tehniška univerza Praga, Praga, Češka. Obisk je bil namenjen pregledu raziskovalnih del, analizi eksperimentalnih rezultatov ter pogovorom o nadaljnjem sodelovanju.

Od 12. do 15. 11. 2016 sta bila na obisku prof. dr. Makota Sekine in Masakazu Tomatsu ter prof. dr. Hyung Jun Cho, Univerza v Nagoyi, Nagoya, Japonska. Obisk je bil namenjen meritvam v okviru projekta in analizi

rezultatov, pregledu raziskovalnih del in pogovorom o nadaljnjem sodelovanju. Med obiskom je imel prof. Sekine več odsečnih predavanj: *Making designed carbon nanowalls*, *Grafting of carbon nanowalls in Advances in applications of nanowalls*.

#### Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)

Od 29. 1. do 4. 2. 2017 je bila na obisku prof. dr. Valentina Domenici, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa, Pisa, Italija. V času obiska je gostja opravljala raziskave urejanja termomehanskih aktivnih elastomernih mikrodolcev v polimernih matrikah v magnetnem polju z metodo jedrske magnetne resonance.

Od 20. 11. do 2. 12. 2016 je bila na obisku dr. Ana Varlec, APE Research, Bazovica, Italija. Obisk je potekal v okviru študentske izmenjave pri projektu Marie Curie SIMDALEE2.

Med 13. in 19. 11. 2016 je bil na obisku prof. Eung Je Woo, Kyung Hee University, Južna Koreja. Obisk je bil namenjen dogovoru o možnostih nadaljnega sodelovanja.

#### Odsek za kompleksne snovi (F-7)

Od 23. do 25. 1. 2017 je bil na obisku Valentino Jadriško, Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška. Obisk je potekal v okviru bilateralnega projekta BI-HR/16-17-027 - Gojenje in karakterizacija funkcionalnih 2D-materialov na osnovi grafena in dihalogenidov.

Od 10. do 15. 1. 2017 je bil na obisku Victor Vega Mayoral, Trinity College Dublin, Dublin, Irska. Obisk je namenjen zagovoru doktorske naloge in pogovorom o skupnem znanstvenem sodelovanju.

Od 18. do 26. 1. 2017 je bil na obisku dr. Yoshiaki Uchida, Department of Materials Engineering Science, Graduate School of Engineering Science, Osaka University, Osaka, Japonska. Obisk je bil namenjen študiji suspenzij magnetnih ploščic v paramagnetnem tekočem kristalu.

Od 19. do 20. 12. 2016 je bila na obisku Sanja Fekart, Univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija. Obisk je bil namenjen pogovorom o skupnem znanstvenem sodelovanju v okviru bilateralnega projekta SLO-AT 2016-17 - Nevtralni polarizatorji na osnovi kompozitov iz polimera in nanodelcev.

Od 11. do 15. 12. 2016 je bil na obisku Sunil Kumar, Department of Physics, Indian Institute of Technology (IIT), Delhi, Indija. Obisk je bil namenjen skupnim pogovorom o zanimanju gosta za nadzor dinamike novih kvantnih materialov, ki vključujejo različne superprevodnike.

#### Odsek za reaktorsko fiziko (F-8)

Dne 6. 1. 2017 je bila na obisku dr. Ivana Capan, Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška. Namen obiska je bil delovni sestanek o delu pri skupnem projektu NATO E-SiCure, katerega vodja je gostja.

Od 28. 11. do 2. 12. 2016 sta bila na obisku Adrien Gruel in Mael Le Guillou, Commissariat à l'Énergie Atomique - CEA, DEN, Cadarache, Francija. Obisk je potekal v okviru slovensko-francoskega projekta CEA in je bil namenjen meritvam, ki jih potrebujemo pri karakterizaciji gama polja v reaktorju TRIGA.

#### Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9)

Med 11. in 15. 12. 2016 je bila na delovnem obisku Nataša Savič, Max Planck Institute, München, Nemčija. Gostja je z metodo TCT preučevala obsesane detektorje na IJS. Gostjo je sprejel dr. Gregor Kramberger.

#### Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3)

Med 19. in 23. 12. 2016 je bila na obisku dr. Dominique Costa, CNRS, Institut de Recherche de Chimie Paris - Chimie ParisTech, Pariz, Francija. Obisk je potekal v okviru bilateralnega projekta med Slovenijo in Francijo (CECICORR Molekulska modeliranje in eksperimentalna karakterizacija faznih mej, relevantnih za korozijo: pasivne tanke plasti in inhibitorji korozije). Med obiskom je imela gostja odsečni seminar.

#### Odsek za elektronsko keramiko (K-5)

Od 23. do 25. 11. 2016 je bil na obisku prof. dr. Sverre M. Selbach, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norveška. Gost je bil član komisije za zagovor doktorata Evgenije Khomyakove. Med obiskom je sodelavecem K5 predstavil seminar z naslovom Local structure of ferroelectrics by x-ray and neutron total scattering, z njim pa so se pogovarjali tudi o nadaljnjem sodelovanju.

Med 5. in 18. 11. 2016 je bil na obisku dr. Denis Alikin, Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rostov-on-Don, Rusija. Obisk je bil namenjen usposabljanju. Med obiskom je imel gost odsečni seminar z naslovom Strain-based scanning probe microscopy in ferroelectric and ionic conductors materials.

#### Odsek za raziskave sodobnih materialov (K-9)

Od 18. 11. do 23. 12. 2016 je bila na obisku dr. Sonja Jovanović, Instituta za nuklearne nauke Vinča, Beograda, Srbija. Obisk je potekal v okviru bilateralnega projekta »Zlato/feritni nanokompoziti: antimikrobne in magnetne lastnosti za uporabo v biomedicini«, ki ga na slovenski strani vodi ddr. Marija Vukomanović. Namen obiska je bila izvedba aktivnosti, ki vključujejo optimizacijo hidrofилnosti magnetnih nanodelcev na osnovi kobalt-ferita, tvorbo kompozitov s funkcionaliziranimi nanodelci zlata ter analizo antibakterijskih lastnosti.

Od 21. 11. do 25. 12. 2016 je bila na obisku študentka Jelena Mitrić, Beograda, Srbija. V času njenega obiska smo pregledali do sedaj opravljene raziskave na področju sinteze in karakterizacije nanodelcev z vnaprej določeno obliko in načrtovali nove.

#### Odsek za znanosti o okolju (O-2)

Od 10. do 16. 2. 2017 je bil na obisku prof. dr. Ivana Ivancev Tumbas, Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija. Obisk je potekal v okviru slovensko-srbskega bilateralnega projekta - Screening of organic pollutants and their effects in water. Nosilka projekta na slovenski strani je dr. Ester Heath. Obisk je bil namenjen preučevanju fotorazgradnje izbranih zdravilnih učinkovin in sredstev za osebno nego.

Od 1. do 15. 1. 2017 je bil na obisku Delali Tulasi, University of Ghana, School of Nuclear and Allied Sciences, Legon, Accra, Gana. Obisk je potekal v okviru izpopolnjevanja ICTP-IAEA Sandwich Training Educational Programme (STEP), in sicer na problematiki meritev celotnega Hg in njegovih zvrsti v sedimentih in zemljah.

Dne 19. 12. 2016 so bili na obisku dr. Senka Terzić, dr. Marijan Ahel, dr. Ivan Senta in Ivona Krizman Matasić, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvaška. Obisk je potekal v okviru slovensko-hrvaškega bilateralnega projekta BI-HR/16-17-025 »Ocena prisotnosti novih organskih onesnažil v reki Savi«. Namen obiska so bili pogovori o sodelovanju in

obisk Centralne čistilne naprave Ljubljana ter ogled vzorčnih mest na reki Savi.

Med 5. in 11. 12. 2016 sta bila na obisku prof. dr. Arndt Schimmelmann in dr. Lesley Chesson, Indiana University, Department of Geological Sciences, ZDA, in IsoForensics Inc., ZDA, Bloomington, Salt Lake City, ZDA. Obisk je potekal v okviru slovensko-ameriškega bilateralnega projekta BI-ZDA/15-16-52 z naslovom »Uporaba novih metod pri določanju starosti mlajših podzemnih vod v Sloveniji«. Obisk je bil namenjen delu za razvoj referenčnih materialov in statistična obdelava rezultatov ter udeležba na ISO-FOOD workshop »Isotopic techniques in food characterization« in MASSTWIN group training »Metrology in measurements of stable isotopes of light elements: traceability, uncertainty and comparability«.

Od 12. do 16. 12. 2016 so bili na obisku dr. Milena Jovašević Stojanović, dr. Miloš Davidović, Dušan Topalović, Ivan Lazović, Vinča Institute of Nuclear Sciences, Beograd, Srbija. Obisk je potekal v okviru bilateralnega projekta BI-RS/16-17-032 »Monitoring in kartiranje onesnaženosti zraka ter orodja za oceno izpostavljenosti izbranim onesnažilom v Sloveniji in Srbiji«. Namen obiska je bil izdelava prostorskih modelov onesnaženja za območje Ljubljane in Beograda na podlagi obstoječih do sedaj zbranih podatkov o kvaliteti zraka z uporabo kombinacije metod t. i. LUR (Land-Use-Regression) modeliranja in podatkovne fuzije.

#### Odsek za reaktorsko tehniko (R-4)

Dne 12. 2. 2017 je bil na obisku prof. Hiroshige Kikura, predstojnik mednarodnih izmenjav, Tokyo Institute of Technology, Tokio, Japonska. Gost je bil na obisku v okviru mednarodnih izmenjav študentov s Tokyo Institute of Technology. Med obiskom je imel sestanek s prof. dr. Leonom Cizljem, predsednikom združenja ENEN, mentorjema prof. dr. Tomažem Gyergyekom in dr. Jernejem Kovačičem ter študentom Shintarom Inoujem iz Tokyo Institute of Technology, School of Environment and Society (Tokio, Japonska), ki je na izmenjavi v okviru projekta EUJEP2.

Dne 19. 1. 2017 je bil na obisku veleposlanik Združenih držav Amerike Brent R. Hartley s sodelavci. Srečal se je z vodstvom Instituta in strokovnjaki s področja jedrske energije, v pogovorih pa so ocenili sedanje in nadaljnje možnosti za sodelovanje med državama.

## Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)

Dne 15. 2. 2017 so bili na obisku učenci 8. in 9. razredov OŠ Cvetka Golarja, Škofja Loka.

Dne 9. 2. 2017 so bili na obisku učenci 8. in 9. razredov OŠ Dob.

Dne 31. 1. 2017 so bili na obisku učenci od 7. do 9. razreda OŠ Antona Martina Slomška, Vrhnika.

Dne 25. 1. 2017 so bili na obisku učenci od 7. do 9. razreda OŠ Staneta Žagarja.

Dne 18. 1. 2017 so bili na obisku dijaki Gimnazije Nova Gorica.

Dne 11. 1. 2017 so bili na obisku učenci 9. razreda OŠ Draga Bajca, Vipava.

Dne 6. 1. 2017 so bili na obisku dijaki Gimnazije Litija (10 dijakov).

Dne 22. 12. 2016 so bili na obisku učenci 9. razreda OŠ Mengeš.

Dne 13. 12. 2016 so bili na obisku učenci 9. razreda OŠ Mengeš.

Dne 7. 12. 2016 so bili na obisku učenci 9. razreda OŠ Mengeš.

Dne 30. 11. 2016 so bili na obisku študentje 4. letnika Graz University of Tehnology, Gradec, Avstrija.

Dne 21. 11. 2016 so bili na obisku učenci 8. in 9. razreda OŠ Črni Vrh.

Dne 17. 11. 2016 so bili na obisku dijaki 3. in 4. letnika Gimnazije Ormož.

## VARNOST PRI DELU

## OSEBNA VAROVALNA OPREMA (OVO)

Ana Marija Horvat, dipl. var. inž., in mag. Bojan Huzjan, Služba za varnost in zdravje pri delu IJS

Med osebno varovalno opremo spadajo:

- delovna obleka,
- obuvalo,
- zaščitne rokavice,
- zaščita za obraz (maska, zaščitni vizir, zaščitna očala),
- druga varovalna obleka (predpasnik, pokrivalo oz. zaščitno plašč ...).

V laboratoriju se morajo redno uporabljati halje oz. po navodilih ustrezna varovalna obutev, predpasniki, rokavice, varovalna očala oz. obrazni ščitniki ali maske. V laboratorijskem redu mora biti postavljena jasna zahteva za uporabo osebne varovalne opreme (v nadaljevanju OVO), katere uporaba se kontrolira. Glede na vrsto dela in kemikalije morajo biti v laboratoriju na voljo primerna osebna varovalna sredstva in se vedno uporabljati v skladu z varnostnim listom in navodili za delo. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. l. RS št. 43/11) ter Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Ur. l. RS št. 89/99, 39/05) določata, da mora delodajalec zagotoviti sredstva in opremo za osebno varnost pri delu in njihovo uporabo, če sredstvo za delo in delovno okolje kljub varnostnim ukrepom ne zagotavlja varnosti in zdravja pri delu. Osnova

za določanje OVO so varnostni listi kemikalij, ki se uporabljajo v laboratoriju. V njih je določena vsa potrebna OVO z navedenimi specifikacijami<sup>1</sup>.

Laboratorijske halje morajo biti iz takega materiala, ki se na vročini ne stali. **Raba odprtih natikačev (uporaba samo laboratorijskih) in sandal v laboratorijih je prepovedana.** Pri delih, kjer je nevarnost za poškodbo oči (npr. prelivanje jedkih tekočin), se morajo nositi varovalna očala,

ki popolnoma zavarujejo oči, ali ščitnik za oči? Rokavice so mehanična zaščita za roke. Uporabljamo jih, kadar lahko pridemo v stik z določeno snovjo.

Pri delu z biološkim materialom je treba uporabljati rokavice. Priporočena je uporaba dvojnih rokavic, ki jih je treba zaradi vidnih napak in poškodbo pred vsako uporabo pregledati. Rokavice morajo biti nepudrane in preizkušene na prepustnost (debelejše so po navadi manj prepustne). Posebno pozornost je treba posvetiti tudi možnosti poškodb zaščitnih rokavic z notranje strani (ostri deli prstanov, poškodba nohtov idr.). Pri delu z rokavicami (možnost konta-



OBVEZNA UPORABA OSEBNE VAROVALNE OPREME

Vir: Arhiv SVZD

minacije) je prepovedano prijemat i druge predmete in površine ter se z njimi prijemat i za obraz, lase itd. Pred vsako uporabo in po njej temeljito umijemo roke z vodo in milom.

Zaščitna obleka, ki se pri delu uporablja in umaže, se **ne nosi zunaj laboratorijev**. Umazana OVO se zamenja s čisto in iztrošena z novo. Umazana obleka se do pranja shranjuje v namenskih, zaprtih posodah. Zgornja tri določila je treba zlasti upoštevati pri delu z rakotvornimi, mutagenimi snovmi in/ali biološkimi dejavniki. OVO se redno čisti in vzdržuje v skladu z navodili proizvajalca in mora biti v

primernem stanju. V skladu z navedenimi predpisi, mora delodajalec<sup>1</sup>:

- zagotoviti brezhibno delovanje, ustrezne higien-ske razmere, potrebno vzdrževanje ter popravila in nadomestitev osebne varovalne opreme;
- skrbeti, da delavci uporabljajo osebno varovalno opremo namensko in v skladu s prejetimi navodili, ki morajo biti delavcem razumljiva;
- voditi evidenco o pregledih in preizkusih sredstev ter opreme za osebno varnost<sup>1</sup>.

Z rakotvornimi, mutagenimi in/ali biološkimi dejavniki kontaminirana obleka se shranjuje v omaricah, ločenih od osebne oblačila.

### Uporaba OVO pri izpostavljenosti biološkim dejavnikom

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem (Ur. l. RS št. 101/05) in Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti biološkim dejavnikom pri delu (Ur. l. RS št. 4/02, 39/05) določata higienske in individualne ukrepe<sup>3</sup>:



Vir: Arhiv SVZD

Delodajalec mora za vsa dela, pri katerih obstaja tveganje za varnost ali zdravje delavcev zaradi dela z biološkimi dejavniki, sprejeti ustrezne ukrepe, s katerimi zagotovi, da:

- a) delavci ne uživajo hrane ali pijače na delovnih območjih, kjer obstaja tveganje, da bo prišlo do kontaminacije z biološkimi dejavniki;
- b) so delavci preskrbljeni z ustrezno varovalno obleko ali drugimi posebnimi oblačili;
- c) imajo delavci na voljo umivalnice, toaletne prostore, tekočino za spiranje oči in/ali razkužila za kožo;
- d) se natančno določijo postopki za vzorčenje, ravnanje in obdelovanje vzorcev človeškega ali živalskega izvora (dobra laboratorijska praksa);
- e) je potrebna varovalna oprema:
  - pravilno shranjena na točno določenem mestu,
  - pregledana in očiščena, če je mogoče pred vsako uporabo in vsekakor po njej,
  - popravljena, če ima kakšne pomanjkljivosti, ali zamenjana pred nadaljnjo uporabo.

Delovna oblačila in varovalno opremo, vključno z varovalno obleko, ki so morda kontaminirana z biološkimi dejavniki, je treba ob odhodu z delovnega

območja odstraniti. Delodajalec mora zagotoviti, da se kontaminirana oblačila in varovalna oprema hranijo ločeno od drugih oblačil, dokler se ne zagotovi dekontaminacija in čiščenje ter, če je potrebno, uničenje takšnih oblačil in varovalne opreme<sup>3</sup>.

**Dolžnost vodje OE, vodje laboratorija, mentorja in Službe za varnost in zdravje pri delu je, da usposobi uporabnike OVO za pravilno uporabo in vzdrževanje.** Uporabniki morajo svojega nadrejenega opozoriti, ali potrebujejo dodatna pojasnila za pravilno uporabo in vzdrževanje oz. če navodila niso jasna.

**Dolžnost vodje OE, vodje laboratorija, mentorja in Službe za varnost in zdravje pri delu je, da opravljajo nadzor glede uporabe OVO.** OVO se uporablja za zmanjševanje tveganja nastanka poškodb in okvar zdravja, ki izvirajo iz morebitnih nevarnosti delovnega mesta. Brez ustrezne OVO je prepovedano opravljanje kakršnega koli dela, če se škodljivi vplivi ali nevarnosti ne morajo odpraviti predhodno s tehničnimi ali organizacijskimi zaščitnimi ukrepi. OVO, ki je predpisana od proizvajalcev, varnostnih listov nevarnih snovi, navodil, standardov in predpisov RS, moramo namensko uporabljati. Neuporaba osebne varovalne opreme, kjer je to predpisano in potrebno, lahko privede do nezgode ali poklicne bolezni<sup>4</sup>.

Literatura:

1. Smernice za zagotavljanje varnosti in zdravja v kemijskih laboratorijih. Pripravili Dominika Slabajna in Barbara Novosel, UL FKKT, projekt Kemijska varnost 3, november 2009

2. Varno delo v laboratorijih; Delo in varnost, Knjižnica zavoda SR Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana 1980
3. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti biološkim dejavnikom pri delu (Ur. l. RS št. 4/02, 39/05)
4. Navodila za varno delo študentov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo

## POZIV K SODELOVANJU

Spoštovane sodelavke/-ci

Vabljeni k sodelovanju pri izvajanju promocije zdravja na delovnem mestu. Sodelujete lahko na različne načine: s pisanjem člankov v IJS Novicah, na predavanjih ali delavnicah. Teme so poljubne (prehrana, telesne aktivnosti, stres na delovnem mestu ipd.), aktualne in aplicirane na delovno okolje Instituta.

Zainteresirani pošljite predloge Službi za varnost in zdravje pri delu IJS – SVZD:

**mag. Bojan Huzjan** (bojan.huzjan@ijs.si) in  
**Ana Marija Horvat** (anamarija.horvat@ijs.si).

Skupaj soustvarjajmo zdravo in varno delovno okolje.

## KULTURNO DOGAJANJE NA IJS

### ODPRTJE RAZSTAVE MITA GEGIČA

PONEDELJEK, 7. NOVEMBER 2016, OB 18.00

#### Na preži

Zaradi nejasnih meja do tradicionalnega umetniškega vrednotenja v likovni umetnosti redko razpravljamo o lovu, čeprav je od nekdanjih del človekovega življenja. Drugačno razmišljanje se oblikuje takoj, ko se zazremo v daljno zgodovino. Lov vse od začetkov ni pomenil človekovega okrasa, njegovih prostočasnih dejavnosti, temveč njegovo družbeno vlogo, življenjsko nujno in identiteto, postal je predmet umetniškega izražanja že pred tisočletji, stoletji. Predvsem zaradi povezanosti z osnovnimi instinkti preživetja in močnimi čustvi, ki so s tem povezana, je imel in ima še danes pomembno vlogo. S posebej zasnovanimi slikami lova, ki le na prvi pogled delujejo domačijsko, ter s posebnim odnosom do divjih živali in lova slikar Mito Gegič z različno zastavljenimi cikli podob sebi in gledalcem zastavlja ontološka vprašanja o statusu slike in o moči likovne govorice. Teza, ki jo vzpostavlja v svojem delu, je, »da je sodobna podoba, torej digitalna in generična, repetitivna in izmuzljiva, osvobojena svojih nosilcev in da dobiva nov pogon v okvirih kibernetičnega prostora in elektronskih zaslonov. Podoba se je z nenehno digitalno demokratizacijo znebila konstitutivnega elementa svojega obstoja (telo) ter prešla v šum in fluks podatkov globalne izmenjave. V prostor povezav in intertekstualnih vzlišč«. Na razstavi je pet njegovih velikih slik: 01:49

AM, 4:35 AM, 07:02 PM, Cut and Paste in Waiting and Waiting and Waiting. Naslovi so za Gegiča vedno zelo pomenljivi, za gledalca naj bi bili ključ do podobe.



V zgodovini lov ni pomenil samo preživetja, ampak je lovec pustil tudi kulturne sledi. Upodobitve živali so že iz prazgodovine priljubljena tema, v tem kontekstu se kaže lov že od nekdanjih življenjsko pomemben. Najlepši podzemni jami Lascaux v Franciji danes pravijo Sikstinska kapela prazgodovinske umetnosti. Mikaven je Morski prizor z delfini v Minosovi palači (Knosos, Grčija), nastal okoli leta 1500 pred našim štetjem. Motiv Ribolov iz Grobnice lova in ribolova (Tarquinia, Italija) je z letnico okoli leta 520 pred na-

šim štetjem mnogo mlajši, a likovno blizu današnjim sodobnim predstavam. Ponavljajoče se upodobitve na situlskih spomenikih (Vaška situla, 5. stoletje pr. n. št.) so preproste. Pripovedujejo o lovu in delu na polju, o dvobojih, tekmovanjih z dvokolesnimi vozovi, o ritualnih žrtvovanjih in sprevodih ter tudi o svečanih gostijah, plesu in erotiki. V pradavnini so bile divje živali in lov nanje za človeka življenjskega pomena. Predstavljal je način preživetja, od hrane do oblačil in obutev, določeni deli živalskih teles pa so postali religiozni simboli ali celo fetiši, ki so bili med pomembnejšimi umetniškimi izzivi. Zgodovina človeka in njegove kulture je tako dolga in pestra, kot je zgodovina lova. Ne le v vsej kasnejši zgodovini umetnosti se nekateri umetniki tudi danes lotevajo tematike lovstva in divjih živali. Pri tej temi, ki je danes vsekakor redka, je lov večinoma prikazan kot del ljudskega izročila in lovske kulturne dediščine, pri kateri se zastavljajo različna etična vprašanja. V tem kontekstu je Gegič sodeloval tudi na letošnji razstavi v UGM Studiu Maribor *Ta je lovska!*, ki je kazala vpetost lova v sodobno likovno snovanje. Lovstvo je sestavni del njegovega umetniškega ustvarjanja. Enega svojih večjih umetniških ciklov je poimenoval *Očetnjava* ter tako naslovil tudi razstave, na katerih je predstavil dela iz tega cikla. Več kot očitno je, da se je s tem pojmom in njegovimi pomeni veliko ukvarjal ter mu je blizu.



Čeprav izhaja iz družine z lovsko tradicijo, ne izhaja iz lastnega spomina, še manj iz lastnih izkušenj, kar kažejo tudi druge njegove razstave: *Online/Offline*, *Encryption*, *Waiting and Wanting and Waiting in Vemo, kje živite!*. Provokativne podobe iz spleta, ki so lahko fotografije, reprodukcije slik ali kakšne drugačne podobe, izbere in umetniško obdela tako, da z njimi prinaša nedvoumna sporočila. Čim bolj prikrita so, čim bolj se mora gledalec truditi, da vidi in razvozla podobo pod trakovi, tem bolj močno učinkujejo. Razmerje med namenoma zakrito digitalno naneseno podobo in praznino, ki jo puščajo

odlepljeni trakovi, je osnova skrajno premišljeno načrtovane vsebine.



Pri Gegičevih večplastnih podobah gre za spoj klasične slikarske tradicije in digitalnih podob. Ustvarja razprte podobe, ki kličejo pogled v njihovo vsebino, globino. Polje podobe ustvarja postopno. Na svetovnem spletu išče provokativno ekspresivne podobe, ki jih nato izpostavi svoji umetniški obdelavi. Digitalno podobo prenese v slikarsko zgodbo na platno tako, da uporabi asemlaž, tridimenzionalno izpeljanko kolaža. Z lepljenjem traka na platno podudari prostorsko, pripovedno in simbolno vrednost zakritega sporočila pod njo. Tehnično Gegič digitalne fotografije s prizori lova prenaša na platno ter jih s čopiči in barvo oblikovno obdela na način, ki ni virtualen-računalniški, temveč realen. Gre torej pri teh podobah za realizem ali za abstrahiranje realistične podobe? Abstraktna likovna umetnost ne predstavlja predmetov, spreminja oblike in realnost spreminja v neodvisne likovne odnose tako, da niso povezani z realnim izvirom. Pri Gegičevih podobah pa se kot gledalci sprašujemo, kaj vidimo oziroma česa ne vidimo in ali si manjkajoče dele podobe pravilno predstavljamo?

Žanr ali podobe iz vsakdanjika – tudi lova – so pogosto del kompozicije, poznane že od časov starih civilizacij dalje in priljubljene v vseh obdobjih. Gegičeve lovske slike so nadgradnja zgodovinskega spomina, družinske tradicije in umetnikovega pogleda na probleme današnjega sveta, saj zajemajo zgodovinski pogled, simbolne vsebine in kritiko družbe. »Lovstvo v mojih projektih nastopa kot kontekstualni katalizator kulturnega bazena, ki je potisnjen na rob neciviliziranega in je izmaknjen iz dominantnega pluralističnega prostora; je pomaknjen na rob, na margino, med človeškim in divjim, med kulturo in civilizacijo ter potlačeno živalskostjo, tretjim svetom, kaosom,« pravi. S takimi slikami, ki kažejo na človekov odnos do narave in tradicije, ki



govorijo o problemih smrti in etike ter se zavzemajo tudi za ekologijo, enega resnejših problemov sodobnega sveta, se zdi, da je umetnik ves čas na preži.

Tatjana Pregl Kobe

## Mito Gegič

Rojen je bil leta 1982 v Ljubljani. Leta 2002 je končal splošno maturo na gimnaziji Ptuj in se še istega leta vpisal na slikarski oddelek Akademije za likovno umetnost in oblikovanje (ALUO) v Ljubljani, njegov mentor pa je bil prof. Emerik Bernard. Leta 2006 je preko programa za izmenjavo študentov CEEPUS obiskoval Akademijo likovnih umjetnosti v Zagrebu, oddelek za nove medije. Leta 2008 je diplomiral pri prof. Hermanu Gvardjančiču (somentor je bil prof. Zmago Lenárdič) z naslovom *Rob in polje moči*. Leta 2016 je končal slikarsko specialko na ALUO pod mentorstvom Zmaga Lenárdiča z naslovom *Upljenje na podoba*. Sodeloval je na pomembnih skupinskih razstavah doma in v tujini. Izbor samostojnih razstav: 2010/2011 – *Online/Offline*, likovna razstava, Tovarna umetnosti, Majšperk / Galerija Media Nox, Maribor; 2013 – *Očetnjava*, Narodni dom v Trstu / Sokolski dom, Škofja Loka; 2013 – *Likovni kritiki izbirajo: Mito Gegič*, Cankarjev dom, Ljubljana; 2014 – *UN-DO*, Galerija Ivana Groharja, Škofja Loka; 2015 – *Encryption*, Gaia Gallery, Istanbul, TUR / Exhibit320 Gallery, New Delhi, Indija; 2015 – *Waiting and Waiting and Waiting*, Miheličeva galerija, Pokrajinski muzej Ptuj – Ormož, Ptuj / Likovni salon, Center sodobnih umetnosti, Celje; in 2016 – *VEMO, KJE ŽIVITE!*, multimedijaska razstava, Mestna galerija Nova Gorica, Nova Gorica. Prejel je naslednje nagrade in priznanja: 2005 – Nagrada ALUO za posebne umetniške dosežke, slikarstvo; 2010 – Finalist za

*Henkel Art Award Slovenija 2010; Finalist Nagrade skupine OHO 2010; 2013 – Velika odkupna nagrada ex-tempore Ptuj; 2014 – Arte Laguna 13.14 – Artist in gallery prize; in 2014 – Finalist Premio Combat Prize, Livorno, Italija. Živi in dela v Škofji Loki.*



Cesta talcev 12, 4220 Škofja Loka  
Telefon: +386 40 660 626  
Spletna stran: mitogegic.carbonmade.com  
Email: mito.gegic@gmail.com

## ODPRTJE FOTOGRAFSKE RAZSTAVE MATEJA RUKAVINE

PONEDELJEK, 16. JANUAR 2017, OB 18.00

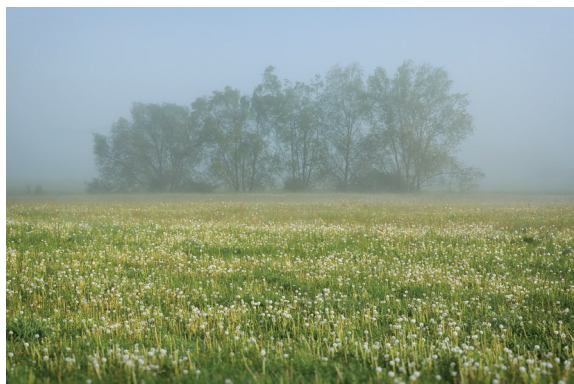
### Iskanje podob, ki vzbudijo občutje miru

S pridobivanjem izkušenj Matej Rukavina kot fotograf ve, da nastane mnogo fotografij spontano, intuitivno, mnogo pa je načrtovanih. Učil se je iz knjig, revij in interneta, ki je bil v novem tisočletju v razcvetu tudi na področju fotografije. S fotografiranjem se je začel resneje ukvarjati leta 2006 ob rojstvu prvega sina. Kadar se načrtno odloča za inscenirano izvedbo določenega motiva, postane slep za vse drugo okoli sebe, pa naj gre za katerokoli zamišljeno témo. Ža-

nrsko ni opredeljen na posamično zvrst fotografije, saj je dejaven na področju portreta, akta, narave, pokrajine in ulične fotografije. Vselej pa je odprt za nove izzive, saj ga včasih prav nenačrtovani posnetki presenetijo, prinesejo kak nov motiv in pogosto celo boljši posnetek od načrtovanega.

Na področje akta je Matej Rukavina zašel že zelo zgodaj v svojem fotografskem delovanju, pri čemer

je ohranil relativno temno ozračje, kar je pokazal že s serijo fotografij *Muze*. Poleg tega je zanj pri tej tematiki značilna prefinjena uporaba svetlobe ter izbira okolja, ki igra zelo pomembno vlogo: je hkrati oder in v sopostavitvi z golim ženskim telesom tudi enakovreden del fotografirane zgodbe, zgrajene kot skrajno estetska kompozicija. V tem kontekstu lahko primerjamo na videz zelo različne fotografije, ki pa vendarle na določen način osvetlujejo Rukavinov fotografski pogled. Na samostojni razstavi dunajskega umetnika Markusa Guschelbauerja v ljubljanski Galeriji Photon so bila na ogled postavljena dela, ki obravnavajo zapletene odnose med naravo in kulturo. V svojih fotografijah instalacij Guschelbauer uporablja koncept krajine tako, da v lepoto narave vključuje industrijske materiale, s čimer inscenira postavitev, ki spominjajo tako na sakralne prostore kot na biotehnoške laboratorije. Drevesa, voda, hribi, trava ... so iztrgani iz naravnega konteksta in inscenirani v umetne sopostavitve za doseg estetske kompozicije. Inscenacija je Mateju Rukavini blizu, ko gre za podobe golih teles, ženskih aktov, ki jih upodablja v kontekstu z izbrano arhitekturo ali natančno izbranim izrezom iz narave. Vsi dodani elementi ob naravni lepoti teles so torej gradniki neke ustvarjene konstrukcije, ki prav tako poleg sija gole kože in svetlobe, sprehajajoče se po linijah teles, uporabi dodane detajle atraktivne umetnostnozgodovinsko pomembne arhitekture, poslikanih zidov ali umetelnih tkanin. V ospredje teh fotografij postavlja Rukavina zapletene odnose med lepoto telesa in sopostavljenim okoljem, kjer gre prav tako kot pri Guschelbauerju za doseg estetske kompozicije.



S pretanjeno občutljivostjo izbira Matej Rukavina fotografske motive in se predaja različnim fotografskim vzgibom. V njegovih izpostavljenih serijah fotografij so bili doslej posnetki ženskih aktov, fotografije muze, in tudi že tišini zavezujoči posnetki narave, izbrani za eno prejšnjih samostojnih razstav *Postoj*, *poglej. Drevo*. Drevesa so povsod okrog nas, v gozdovih, parkih, vrtovih so del krajinske arhitek-

ture. Tako samoumevna so, da se komaj zavedamo njihovega obstoja in širšega pomena. Fotografije za serijo dreves je avtor izbral najprej podzavestno kot motiv, povezan s tišino in umirjenostjo. Motivu, ki je prebogosto prezrt v hitrem in preobremenjenem svetu, je zvesto sledil z lastnim motom: »Umiri korak in poglej okrog sebe.« Tudi za tokratno razstavo fotografij je Rukavina v pokrajinske prizore ujel motive, ob katerih je v sebi začutil notranji mir. Ustavil korak, umiril dih, prisluhnil tišini.



Fotografije, ki jih nenehno gledamo v medijih, so največkrat širša slika razpadajočega se sveta. So pretresljive podobe, ki jih, ves čas ponavljajočih se, ne zaznavamo več. Na eni strani je to čas za prava vprašanja in iskanje pravih odgovorov, na drugi je umik v lasten notranji svet. Serija fotografij *Objem tišine* seveda ne predstavlja fotografove elegije, polne stisk, opremljene z bleščečim slovarjem demokratizmov, ampak je njegov tih, resen, a iskren način izpovedovanja stanja lastne duše, lastnega iskanja miru in tišine. Večinoma v hrupnem in vrvečem vsakdanu živimo stresno življenje, zato želi Rukavina s svojo minimalistično fotografijo tudi pri gledalcu vzbuditi občutje notranjega miru. Pri tem so pomembni najfinjši detajli, filigranske vejice, drobne silhuete človeških figur, pa tudi premišljene kompozicije, v katere so vse te miniaturne pomembnosti vpletene. Fotograf Matej Rukavina je v čakanju na zeleni posnetek v objektiv nehote ujel prizor ptice v letu in letalo v daljavi, ne da bi zmotil to sveto tišino. Pred gledalcem so tako brezčasne podobe, ki bi bile lahko ujete v objektiv kjerkoli, pa vendar jih določa trenutni vzgib, nostalgično občutje. Odsev križa, ki se v belini steguje proti nebu, val sipkega snega, ki ga odnaša mrzel veter, padajoče snežinke v morju dreves, detajl skoraj zasutih hišic v daljavi, ki dajejo vtis osamljenosti, zasneženo pobočje, na katero ni stopil še nihče, in daleč, daleč proč tudi silhuete ljudi v tej tihoti. S temi podobami, ki nagovarjajo gledalca v poetičnem jeziku, prikazuje Rukavina tišino kot neskončnost, v kateri smo tako zelo majhni. Ko gle-

dalec stoji pred temi fotografijami v objemu tišine, ki želi nekaj povedati, lahko to tudi zares občuti.



Poetika izbranih pokrajinskih fotografij izhaja iz pozitivnega pomena, ponazarja čustveni, slovesen in zdravilen učinek tišine. Kot bi fotografu ponavljajoči posnetki predstavljali sveti, sebi posvečen čas. V osrednjo serijo fotografij z naslovom *Razkritja* je odbral podobe, posnete na različnih krajih Slovenije, ki so mu to občutje in videnje ponudili. To so brezčasne podobe, ki bi bile lahko ujete v objektiv kjer koli. Niz z belino snega prepredenih motivov povezuje občutje nenavadne tišine, ki leze iz podob in se ob pogledu nanje nehote naseli tudi v gledalcu. Te fotografije zlahka povežemo s poezijo. Pesem je treba občutiti, dograjevati, se z njo poigrati in jo videti še z drugih zornih kotov. Tudi cilj serije črno-belih fotografij, nastalih v območju tišine, je poetična postavitev fotografovih motivov v nov kontekst. Fotografije, ki neinscenirano kažejo podobe narave in ljudi, dobijo nov pomen z drugačnim pogledom nanje. Že na prvi pogled se zdijo neresnične, sanjske. V tem kontekstu bi sporočilo te fotografske serije zlahka povezali s spominom na Williama Shakespeara, ki je v drami *Vihar* (1611) vizionarsko zapisal *Iz take smo snovi kot sanje*. Fotografije izražajo mit o srečnem miru, v katerega je vstop odprt vsem. A vemo, da v današnjem burnem in kaotičnem času to ni tako. Le sanjači in pesniki po duši si dovolijo, da neobremenjeno vstopajo vanj. Kljub viharjem, ki nenehno vrtinčijo naša življenja. Iskanje podob, ki vzbudijo občutje miru, se pred gledalcem razpre v neskončnost in obstane v zapredku neizgovorljivega.

*Tatjana Pregl Kobe*

**Matej Rukavina** se je rodil leta 1975 v Ljubljani, kjer je obiskoval osnovno šolo in gimnazijo. V začetku gimnazijskega obdobja je dobil prvo knjigo o fotografiji, na voljo mu je bila očetova kamera za prve poizkuse fotografiranja. Fotografija ga na

nek način spremlja skozi gimnazijsko obdobje, ko je z enostavno filmsko kamero 'trotlzihr' beležil trenutke iz potepanj in raznih dogodkov ter kasneje skozi diplomsko nalogo, ki je temeljila na slikovnem materialu, posnetem z elektronskim mikroskopom. Leta 1994 je vpisal študij mikrobiologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Leta 1999 je diplomiral iz elektronske mikroskopije, ki za produciranje slike namesto fotonov (svetlobe) uporablja curek elektronov. Zaposlen je v podjetju Pliva. Konec leta 2010 se je včlanil v Fotoklub Ljubljana. Od tedaj redno sodeluje na domačih in tujih fotografskih salonih in ustvarja v okviru fotokluba, kjer je tudi član klubskega izvršnega odbora. Samostojne razstave: *Mestni utrinki*, Galerija Šolt, 2012; *Muze*, Galerija Šolt, 2013; *Postoj, poglej. Drevo.*, Galerija Šolt, 2014; *Objem tišine*, Galerija Šolt, 2016. V okviru Fotografske zveze Slovenije (FZS) je njegov razstavljalni naziv F1 FZS. Živi v Ljubljani.



Savska cesta 25, 1000 Ljubljana  
Gsm: 041 741 643  
e-naslov: [matej.rukavina@gmail.com](mailto:matej.rukavina@gmail.com)  
<http://matejrukavina.wixsite.com/photomr>

## Beli žafran ali nunka

Nunka (*Crocus vernus* ssp. *albiflorus*) je ena od dveh podvrst pomladanskega žafrana (*Crocus vernus*), ki uspevata v Sloveniji. Kot drugi žafrani tudi nunka nima razvitega nadzemnega stebela. Svoj nežni cvet med marcem in majem požene neposredno iz gomolja, skritega v prsti.

Nunke so bolj drobne od svojega najbližjega sorodnika. Cvetni listi od konca cvetne cevi do vrha merijo od 1,5 do 3,5 cm. Cvet je navadno bel, tu in tam pa se vanj prikrade še kaj vijoličnega barvila. vzdolž sredine temnozelenih črtalastih listov se vleče belkasta proga. Nasprotno od druge (tipske) podvrste je živo oranžna brazda nunke navadno krajša od temno rumenih prašnikov. Predvsem na nahajališčih, kjer obe podvrsti rasteta skupaj, to ne drži vedno.

Beli žafran travnike na bogatih svežih tleh pogosto pokrije kot preproga. Razen na severovzhodu ga bomo na hladnejših legah lahko opazili cveteti raztreseno po vsej Sloveniji. Beli žafran ponuja sladko nagrado prvim spomladanskim letalcem, pred objedanjem pa se varuje s strupenimi snovmi.

*Jošt Stergaršek*

Viri:

**Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands**, H. Haeupler in T. Muer, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2000

**Gradivo za Atlas flore Slovenije**, N. Jogan et. al., Center za kartografijo favne in flore, 2001;

**Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk**, A. Martinčič et al., Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2007

