

<i>Napovednik 31. dnevov Jožefa Stefana .....</i>	3
<i>Slavnostni nagovor direktorja IJS ob koncu leta.....</i>	5
<i>Nagrade in priznanja .....</i>	5
<i>Državne nagrade in priznanja za leto 2022 .....</i>	5
<i>Prof. dr. Miran Čeh prejemnik medalje Spiridion Brusina za leto 2022 .....</i>	8
<i>Projekti.....</i>	8
<i>Peter Križan do denarja za razvoj nove vrste detektorjev za pozitronsko tomografijo .....</i>	8
<i>Analiza velikanske toče: mikroplastika in raznolike bakterijske združbe v troposferi .....</i>	9
<i>Visokoentropijske zlitine kot novi magnetno mehki materiali .....</i>	13
<i>Okoljski in zdravstveni vplivi kromovega trioksida po izpustu iz obrata Unior Zreče.....</i>	19
<i>IJS v evropskem raziskovalnem prostoru.....</i>	24
<i>Podpisan sporazum o sodelovanju IJS in CNR .....</i>	24
<i>Podporna shema IJS za prijavo projektov Evropskega raziskovalnega sklada (ERC).....</i>	25
<i>Izobraževanja o enakosti spolov .....</i>	27
<i>Ob 70. obletnici odprtja glavne stavbe Instituta "Jožef Stefan" (8. 2. 1953).....</i>	28
<i>Kje so naši nekdajši sodelavci: Janja Vrzel.....</i>	32
<i>Jedrski strokovnjaki na 31. mednarodni konferenci Jedrska energija za novo Evropo .....</i>	33
<i>In memoriam - prof. Lahajnarju v slovo .....</i>	34
<i>Malce drugačno prednovoletno druženje.....</i>	38
<i>Prišli - odšli.....</i>	38
<i>Kulturno dogajanje na IJS .....</i>	39
<i>Odprtje razstave Danijela Demšarja.....</i>	39
<i>Odprtje razstave Luka Široka .....</i>	41

Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

Urednika: dr. Polona Umek in mag. Marjan Verč

Lektorica: Špela Komac

Foto: mag. Marjan Verč in avtorji prispevkov



Naslovnica: Slika prikazuje shemo možnega nastanka velike toče. Sprožajo jo majhni delci, ki so tudi posledica našega onesnaževanja. Po našem mnenju močni vzgonski tokovi potiskajo lahka vlakna višje v ozračje, saj smo jih našli v sredini toče (SEM mapiranje delcev, slika desno zgoraj). Težji delci peska pa ostajajo nižje, več smo jih detektirali v zunanjih slojih toče (SEM mapiranje delcev, slika levo). Višje in pri manjših koncentracijah vlage kot običajno verjetno nastaja velikanska toča, ki na svoji poti proti tlom samo še raste.  
Avtorji: Pika Štefančič, Marko Kozjek in Matejka Podlogar

<http://www-novice.ijs.si>, e-pošta: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si), naklada: 1250 izvodov

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

## 31. DNEVI JOŽEFA STEFANA (20.–25. 3. 2023)

Tudi za letošnje Stefanove dneve smo pripravili raznovrsten program prireditev. Od ponedeljka do petka se bodo v **Veliki predavalnici IJS** z začetkom **ob 13. uri** zvrstila zanimiva predavanja in okrogla miza:

Ponedeljek, 20. marec 2023

Prof. dr. Frédéric Mila,  
Zvezna politehnična šola v Lausanni (EPFL), Švica

**KVANTNE SPINSKE TEKOČINE IN NJIHOVE  
EKSPERIMENTALNE URESNIČITVE**  
*predavanje bo v angleščini*

Ponedeljek, 20. marec 2023, ob 14.30

Galerija IJS

odprte razstave

Nande Vidmar  
izbor del iz zbirke Galerije Božidar Jakac  
Kostanjevica na Krki

Torek, 21. marec 2023

Dr. Lukáš Palatinus  
Fizikalni inštitut Češke akademije znanosti,  
Republika Češka

**KRISTALOGRAFIJA V 21. STOLETJU:  
DOBA ELEKTRONA?**  
*predavanje bo v angleščini*

Sreda, 22. marec 2023

prof. dr. Ester Heath  
Inštitut "Jožef Stefan"

**ONESNAŽEVALA, KI VZBUJAJO ZASKRBLJENOST:  
POTOVANJE OD VIROV DO OKOLJA**

Sreda, 22. marec 2023, ob 15. uri

**SLOVESNA PODELITEV ZLATIH ZNAKOV  
JOŽEFA STEFANA**

Četrtek, 23. marec 2023

Prof. dr. Nada Lavrač  
Inštitut "Jožef Stefan"

Prof. dr. Marko Robnik - Šikonja,  
Fakulteta za računalništvo in informatiko,  
Univerza v Ljubljani

**STROJNO UČENJE IZ RELACIJSKIH IN  
TEKSTOVNIH PODATKOV**

Petek, 24. marec 2023

okrogla miza  
**FIZIČNO IN PSIHIČNO ZDRAVJE: POMEN  
AKTIVNOSTI, POČITKA/SPANJA IN PREHRANE**

Sobota, 25. marec 2023

**DAN ODPRTIH VRAT**

**Dan odprtih vrat** je namenjen splošni javnosti, ko na obisk sprejmemo vse, ki jih zanima, kaj raziskujemo na našem inštitutu in kako bomo lahko s tem prispevali k skladni družbi prihodnosti.

Ogledi bodo potekali na dveh lokacijah: na Jamovi cesti 39 v Ljubljani in na Reaktorskem centru Podgorica v Brinju. Dan odprtih vrat bo potekal v živo, ob upoštevanju vseh varnostnih in epidemioloških navodil. Pripravili smo različne programe obiska po področjih, na katerih raziskujejo znanstvenice in znanstveniki našega inštituta.

Dan odprtih vrat se bo na Jamovi s prvimi ogledi začel ob 9. uri, zadnji obiskovalci pa si bodo lahko predstavitev znanstvenoraziskovalnega dela ogledali ob 13. uri.

Na Reaktorskem centru se ogledi začnejo ob 9.30, zadnji se začne ob 13.30. Program in navodila so dostopni na strani [www.dov.ijs.si](http://www.dov.ijs.si).

Celoten program bo v tednu pred Stefanovimi dnevi objavljen na spletni strani [www.ijs.si](http://www.ijs.si).

*Vljudno vabljeni!*

Drage kolegice in dragi kolegi, pred nekaj dnevi smo se pogovarjali s kolegi o tem, kaj bi rekli za leto 2022. Dejstvo je, da nas je do neke mere še vedno določal covid. Potem nas je doletela še ena groza, vojna v Ukrajini, na koncu leta, kar je bilo res nenavadno in kar je le še potrdilo, da stvari nimamo pod nadzorom, pa je bilo svetovno prvenstvo v nogometu. Če malo karikiram: veliko se je dogajalo in same krizne situacije.



**Prof. dr. Boštjan Zalar, direktor IJS, med slavnostnim nagovorom**

Za nami je prvo malce pocovidno leto, ko smo se začeli sproščati, nova normalnost, kot smo ugotovili, pa je kar drugačna, kot je bila prejšnja. Veliko delamo od doma, kar se opazi tudi na inštitutu. Čeprav se počasi vrača življenje tudi na inštitut, upam, da bo v prihodnjih letih še malo bolj zaživel. Bodimo optimisti in upajmo, da bo vsaj tako dobro ali pa celo boljše.

Tudi od zunaj nam obljublajo boljše čase. Letos smo dobili nov znanstvenoraziskovalni zakon, ki pove to: od kosa potice, ki si jo režemo v Sloveniji, bo naš delež zmeraj večji. Edina težava je ta, da bo lahko potica zmeraj manjša?! Tega se malo bojimo, ampak bodimo optimisti in počakajmo na to, kaj bodo prinesli časi. Raziskovalci smo sploh tisti, ki se vsakodnevno prilagajamo. Danes je tako, jutri te preseneti nekaj novega. In živeti s to miselnostjo, da se ne bo nič spreminjalo in da smo zdaj ugotovili, kako bomo srečno in veselo živeli, tega pač v življenju ni. Naloga raziskovalcev je, da tudi družbi dopovemo, da živimo v nekem sistemu, ki se vsak dan spreminja, in da se je vsak dan treba boriti, da ohranjamo standard, ki ga imamo.

Zadnje čase veliko poslušamo o raznoraznih strategijah, zelenem prehodu, digitalni preobrazbi in v zadnjih mesecih po Ukrajini predvsem o reindustrializaciji Evrope. Zdaj smo vsi polni tega. Kaj pa smo delali 30 let? Smo mislili, da bodo ljudje na drugih

celinah delali za nas, mi bomo pa samo uživali v luksuzu? Tega ni več, ampak tako ali tako je bistvo življenja raziskovalca to, da vsak dan trdo dela na stvareh, ki jih ne razume. Naša težava je morda, da ko stvar enkrat razumemo, nas ne zanima več in jo prepustimo drugim. In se zato včasih premalo ukvarjamo s tuzemskimi stvarmi.

Tuzemske stvari so nas v minulem letu kar doletele. Težavo imamo predvsem s kadri, ki ga počasi poskušamo naslavljanje. Obljubljeno nam je več denarja, a žal sodelavk ali sodelavk ne moremo nagraditi toliko, kot jih lahko naša soseščina. Slovenci se radi veliko pritožujemo. Živimo v okolju s sosedi Italijani in Avstrijci, ki so standard za določen način življenja, ki bi ga vsi radi ohranjali tudi v prihodnje. Kapitalizem je dokaj pod nadzorom, še zmeraj smo ljudje svobodni. Ob vseh težavah je to vseeno tista klasična Evropa, za katero si vsi domišljamo, da je postavila neke svetovne civilizacijske standarde in standarde sožitja. V naslednjih letih se bomo morali predvsem boriti za to, da bomo te standarde ohranili.

Raziskovalci imamo tu še posebej pomembno vlogo. Nismo namreč tisti del družbe, ki se prepušča toku dogajanja, češ da se ne da nič narediti in spremeniti. Kakorkoli je včasih težko, smo prav mi tisti, ki se moramo truditi za to, da bo tudi drugim okoli nas bolje. Takšno nagovarjanje je sicer značilno za kakšno podeljevanje diplom, a je to vseeno dejstvo in resnica. Nekdo mora biti vlečni konj, in če raziskovalci to ne bomo, ne vem, kdo bo.



Nismo pa na našem inštitutu samo raziskovalke in raziskovalci. Imamo tudi kolegice in kolege, ki nam zelo pomagajo pri našem delu. Kot najbrž veste, smo morali en del podpornih služb zaradi nemogoče prostorske situacije letos preseliti. Vsem, ki ste sodelovali pri tem, se iskreno zahvaljujem. To je bil kar velik podvig, dolga leta smo se na to pripravljali, žal ni šlo drugače. Je pa to začasna rešitev, za katero

si želim, da se bo v nekaj letih razrešila. Za zdaj smo uspešno prestali ta podvig in upam, da se bomo počasi stabilizirali. Res smo prostorsko ločeni, a v zadnjih letih smo se vsaj dobro naučili, kaj je pogovarjanje na daljavo.

To, da vse delamo na daljavo, je prineslo tudi negativne posledice, saj na daljavo ljudje drugače komuniciramo kot v živo. V živo si lažje kaj poveš in lažje razrešiš kakšno težavo. Dejstvo je, da smo se zaradi dela na daljavo odvadili drug drugega in si gremo pogosto na živce. Na daljavo je prilagajanja v komunikaciji precej manj. Upam, da se bo to sčasoma izboljšalo, vas pa vseeno pozivam: poskušajte zdaj, ko se življenje normalizira, zopet medsebojno komunicirati v živo in težave reševati direktno iz oči v oči, ne po elektronski pošti. Ta se zvečer lahko bere super, ko jo pa prebereš zjutraj, včasih zaboli glava. No, vsaj meni se to pogosto dogaja. Bodimo malo

bolj humani do kolegov, jim včasih prihranimo kakšno elektronsko pošto in jih raje pokličimo ali celo povabimo na kavo. Sicer kot direktor morda ne bi smel preveč govoriti o kofetkanju, ampak vemo, da je kava nujni sestavni del delovanja in na inštitutu nihče nikogar ni preganjal zaradi vroče strokovne debate s kolegi ob kavi. To smo verjetno vsi v zadnjih letih pogrešali. Razčiščevanje težav ob kavi je verjetno učinkovitejše kot prenapeljena elektronska sporočila.

Naj bo za danes z moje strani povedanega dovolj. Še enkrat se vam vsem ob zaključku relativno težkega in zahtevnega leta 2022 zahvaljujem za vso potrpežljivost in zagnanost. Čisto v redu bo, če bomo v neobičajnih okoliščinah delovali tako kot do zdaj. Ker pa smo raziskovalci, si želimo vedno boljšega.

Hvala vam in vse dobro v letu 2023!

## NAGRADE IN PRIZNANJA

### DRŽAVNE NAGRADE IN PRIZNANJA S PODROČJA ZNANSTVENORAZISKOVALNE IN RAZVOJNE DEJAVNOSTI ZA LETO 2022 Z IJS

Na slavnostni podelitvi v Cankarjevem domu, ki je bila 19. decembra 2022, so podelili najvišje nagrade v Sloveniji za izjemne dosežke v znanstvenoraziskovalni in razvojni dejavnosti. Med prejemniki nagrad in priznanj sta tudi sodelavki in sodelavca Instituta "Jožef Stefan". Prof. dr. Nada Lavrač z Odseka za tehnologije znanja je prejela Zoisovo nagrado za izvirne metode predstavitve podatkov za učinkovito strojno učenje. Zoisovo nagrado za vrhunske dosežke za rabo organske analize na področju okolja, hrane in zdravja je prejela prof. dr. Ester Heath z Odseka za znanosti o okolju. Izr. prof. dr. Rok Žitko z Odseka za teoretično fiziko je prejel Zoisovo priznanje za razvoj teorije nanoskopskih kvantnih sistemov. Puhovo nagrado za življenjsko delo na področju funkcionalne električne stimulacije in robotizacije pa je prejel nekdanji sodelavec izr. prof. dr. Uroš Stanič.

Zoisovi nagradi za življenjsko delo sta prejela akademik in ustavni sodnik dr. Marijan Pavčnik ter profesor z ljubljanske medicinske fakultete dr. Radovan Komel.



**Nagrajenci z IJS, z leve: prof. dr. Rok Žitko, prof. dr. Nada Lavrač, prof. dr. Ester Heath in prof. dr. Uroš Stanič**

Nagrajencem iskreno čestitamo!

*Uredništvo*

V nadaljevanju objavljamo utemeljitve.

## Zoisova nagrada za vrhunske znanstvene dosežke na področju strojnega učenja

Prof. dr. Nada Lavrač,

raziskovalka Odseka za tehnologije znanja Instituta "Jožef Stefan" in profesorica na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana ter na Univerzi v Novi Gorici, je vrhunska strokovnjakinja na področju strojnega učenja iz tabelaričnih, relacijskih in tekstovnih podatkov ter aplikacij umetne inteligence v medicini in bioinformatiki. V raziskavah se osredotoča na razvoj metod za učenje iz kompleksnih relacijskih in omrežnih podatkov. Prof. Lavrač je ustanoviteljica področja simbolnega strojnega učenja reprezentacij, imenovanega propozicionalizacija, ki z avtomatizirano pretvorbo relacijskih podatkov v preprostejšo tabelarično obliko omogoča učinkovitejšo uporabo algoritmov strojnega učenja. V nedavno izdani monografiji *Representation Learning: Propositionalization and Embeddings* so vrhunski znanstveni dosežek izvirne metode strojnega učenja za učenje reprezentacij kompleksnih relacijskih podatkov, ki jih je razvila s sodelavci. Uporaba predlaganih nevrosimbolnih pristopov učenja reprezentacij zagotavlja razumljivost, izrazno in razlagalno moč simbolnih



modelov učenja ter točnost in učinkovitost sodobnih nevronske mreže. Monografija poleg opisa izvirnih metod poda tudi celovit pregled raziskovalnega področja učenja reprezentacij, dosežen z vzpostavitvijo skupnega okvira in enotne terminologije, ki sta omogočila poenoten opis tehnik učenja reprezentacij za potrebe klasičnega strojnega učenja in globokih nevronske mreže.

## Zoisova nagrada za vrhunske dosežke za rabo organske analize na področju okolja, hrane in zdravja

Prof. dr. Ester Heath

je znanstvena svetnica na Odseku za znanosti o okolju Instituta "Jožef Stefan" in vodja Skupine za organsko analizo. Njeno delo odlikujeta interdisciplinarni pristop in uporaba organske analize pri proučevanju kroženja in učinkov ostankov novih prioritarnih organskih onesnaževal na področju okolja, hrane in zdravja. Že v doktorskem delu je začrtala novo področje raziskav v svetovnem prostoru – pojavnost prioritarnih organskih onesnaževal in njihovih novonastalih produktov pretvorbe na področju okoljskih znanosti ter njihove remediacije. Raziskave



je razširila na kroženje ostankov novih prioritarnih organskih onesnaževal, kot so zdravilne učinkovine in sredstva za osebno nego ter industrijske kemikalije, na primer bisfenoli, v vodnem okolju. Z novimi analitskimi metodami in tehnologijami čiščenja, ki jih je razvila s sodelavci in iz laboratorija prenesla na pilotno in realno skalo, je kot prva ovrednotila onesnaženost slovenskega vodnega okolja z ostanki novih prioritarnih onesnaževal. Ta poleg starševskih spojin vključujejo tudi njihove transformacijske produkte/metabolite. S tem je tlakovala pot številnim raziskovalcem, ki se v zadnjem desetletju lotevajo proučevanja te izjemno zahtevne problematike. Raziskave okoljske problematike v zadnjih letih intenzivno povezuje z raziskavami zdravja in hrane. Bibliografija prof. Heath obsega več kot 100 izvirnih del, citiranih več kot 4500-krat s H-indeksom 37. Odmernost njenega dela dokazujejo tudi številna sodelovanja z vodilnimi raziskovalnimi skupinami v mednarodnem prostoru ter vabljena predavanja na mednarodnih konferencah in simpozijih. Od leta 2011 je članica Sekcije za kemijo in okolje pri Evropskem združenju za kemijske in molekularne vede EuChemS.

## Zoisovo priznanje za razvoj teorije nanoskopskih kvantnih sistemov

Izr. prof. dr. Rok Žitko

raziskovalno deluje na Institutu "Jožef Stefan" ter na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Njegovo raziskovalno delo posega na številna področja fizike trdnih snovi in nanofizike, kot so fizika kvantnih nečistoč, fizika površin in magnetnih nanostruktur, tunnelska mikroskopija in spektroskopija, transportni pojavi ter superprevodne naprave. Razvija metode za simbolno in numerično računanje. Z unikatno izvedbo metode numerične renormalizacijske grupe »NRG Ljubljana«, s katero je mogoče upoštevati različne simetrijske lastnosti in ki uporablja napredno diskretizacijsko shemo, je rešil mnoge prej nerešljive probleme kvantnih nečistoč in sklopljenih kvantnih pik ter kot prvi napovedal nenavadna obnašanja teh sistemov pri nizkih temperaturah. Izvirnost njegovega dela se kaže tudi v povezovanju temeljnih teoretičnih pristopov z eksperimentalnimi napovedmi in opazovanji. Čeprav



raziskovalno delo dr. Roka Žitka spada med temeljne raziskave, imajo njegova odkritja pomemben vpliv na razvoj kvantnih tehnologij na področju superprevodnih vezij in spintronike.

## Puhova nagrada za življenjsko delo na področju funkcionalne električne stimulacije in robotizacije

Izr. prof. dr. Uroš Stanič,

upokojeni znanstveni svetnik Instituta "Jožef Stefan", je svoje dolgoletno raziskovalno-razvojno delo posvetil funkcionalni električni stimulaciji hemiplegičnih pacientov in bistveno prispeval k razvoju celotne



družine stimulatorjev, njihovi validaciji v klinični praksi in industrijski proizvodnji. Njegovi raziskovalni dosežki so bili povod za ustanovitev novega znanstvenega področja – funkcionalne električne stimulacije trebušnih mišic (FESAM) za povečanje ventilacije pri pljučnih bolnikih. Pridobljeno znanje in izkušnje so omogočili njegov pionirski prispevek pri razvoju slovenskih industrijskih robotov in robo-

tiziranih proizvodnih celic. Dr. Stanič in ljubljanska skupina soavtorjev so bili v obdobju 1970–2002 na področju raziskav, razvoja produktov in prenosa tehnologije FES-stimulatorjev v industrijo med vodilnimi v svetu. Široka uporaba FES-stimulatorjev v klinični praksi doma in po svetu dokazuje njihovo izvedbeno odličnost, ki jo je omogočilo sodelovanje inženirjev, zdravnikov, fizioterapevtov in vrhunskega industrijskega oblikovalca. Novi FES-stimulatorji so v primerjavi s prejšnjimi rešitvami bistveno izboljšali kakovost življenja pacientov z oteženim gibanjem, olajšali delo zdravnikov in fizioterapevtov ter zmanjšali stroške zdravstvenih storitev. Dr. Stanič je pomembno prispeval tudi k prenosu inovacij in tehnologij v industrijo in medicino. Bil je pobudnik in soustanovitelj Mednarodnega združenja za funkcionalno električno stimulacijo (International Functional Electrical Stimulation Society – IFESS) s sedežem v Kaliforniji, ZDA. Organiziral je ustanovitev slovenskega tehnološkega Centra za analizo in sintezo gibanja IJS, ki je združil funkcionalno stimulacijo gibanja in robotizacijo v novo celovito raziskovalno področje z visokim potencialom za industrializacijo in prenos znanj v medicino.

## PROF. DR. MIRAN ČEH PREJEMNIK MEDALJE SPIRIDION BRUSINA ZA LETO 2022

Hrvaško prirodoslovno društvo (HMD) vsako leto podeljuje eno medaljo Spiridion Brusina uglednemu tujemu ali hrvaškemu znanstveniku s stalnim prebivališčem v tujini, ki je s svojim delom pomagal tudi hrvaškemu prirodoslovju; ali da je sodeloval s hrvaškimi znanstveniki ali znanstveno deloval na Hrvaškem. V letu 2022 je bil dobitnik te prestižne nagrade prof. dr. Miran Čeh z Odseka za nanostrukturne materiale (K7) in vodja Centra za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo (CEMM).

Nagrado je prejel na podlagi naslednje obrazložitve: Profesor Miran Čeh je sodeloval na veliko letnih srečanjih HMD, na katerih je imel predavanja o uporabi tehnik elektronske mikroskopije, ter tako spodbujal in izobraževal mlade znanstvenike za uporabo tovrstnih tehnik pri svojem znanstvenem delu. Ravno tako podpira delo društva s sodelovanjem na hrvaških mikroskopskih kongresih in simpozijih z vabljenimi in plenarnimi predavanji. Na ta način je



veliko prispeval in še prispeva k razvoju mikroskopije ter mikroskopskih tehnik na Hrvaškem in je s tem spodbudil in izboljšal razvoj znanosti na Hrvaškem nasploh.

*Čestitamo!*

## PROJEKTI

### RAZISKOVALEC PETER KRIŽAN DO DENARJA ZA RAZVOJ NOVE VRSTE DETEKTORJEV ZA POZITRONSKO TOMOGRAFIJO

Prof. dr. Petru Križanu z Odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev Instituta "Jožef Stefan" je uspelo pridobiti ERC-projekt *Proof of Concept*, ki ga Evropski raziskovalni svet (ERC) razpisuje za potrditev koncepta raziskav. Dr. Križan bo tako lahko raziskovalni ERC-projekt z naslovom FAIME, v katerem raziskuje nove pojave v fiziki osnovnih delcev, nadgradil z ERC-projektom za potrditev koncepta CherPET. CherPET (Cherenkov light for total-body Positron Emission Tomography) je namenjen razvoju nove vrste detektorjev za pomembno diagnostično metodo, imenovano pozitronska tomografija (PET). Na podlagi izkušenj v eksperimentalni fiziki delcev in z uporabo več prebojnih inovacijskih korakov pri detekciji svetlobe s hitrimi detektorji velikih površin bo možna izvedba aparature za slikanje s PET po nižji ceni, z boljšimi zmogljivostmi in s preprostejšim rokovanjem v primerjavi z najsodobnejšimi zdajšnjimi kliničnimi napravami. Obetajo se učinkovitejše diagnosticiranje raka, zgodnje odkrivanje nevrogenitivnih in srčnih bolezni ter usmerjanje in spremljanje zdravljenja.





## ANALIZA VELIKANSKE TOČE: MIKROPLASTIKA IN RAZNOLIKE BAKTERIJSKE ZDRUŽBE V TROPOSFERI

Tina Radošević, Odsek za nanostrukturne materiale (K7) in Odsek za raziskave sodobnih materialov (K9), Matejka Podlogar, Odsek za nanostrukturne materiale (K7), ter Damjan Vengust, Odsek za raziskave sodobnih materialov (K9), Odsek za plinsko elektroniko (F6) in Odsek za kompleksne snovi (F7)

Objava je razširjen povzetek članka *Dissecting giant hailstones: A glimpse into the troposphere with its diverse bacterial communities and fibrous microplastics*, ki je bil objavljen v *Science of the Total Environment*, 2023. IF (2022) 10,753. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158786>

V predstavljeni raziskavi smo sodelavci z Inštituta "Jožef Stefan" Damjan Vengust, Tina Radošević in Matejka Podlogar ter Marko Kozjek in Manca Kovač Viršek z Inštituta za vode Republike Slovenije, Ivan Jerman s Kemijskega inštituta, Nataša Toplak in Simon Koren iz podjetja Omega, d. o. o., Gregor Žitko s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo UL ter Matej Butala z Biotehniške fakultete UL združili moči in izkušnje in kar se da natančno analizirali največjo točo, ki je kdaj koli padala v Sloveniji. Ob pomoči infrastrukturnih centrov IJS (CEMM, Nanocenter), ki sta bogato opremljena s karakterizacijskimi sistemi, smo na podlagi široke palete znanj precej podrobno (kot še nikoli do zdaj) orisali biotsko in abiotsko sestavo velike toče.

Toča je vedno bolj pogost vremenski pojav. Delci ledu, ki padajo z neba, imajo običajno majhen premer, vendar se prav tako čedalje bolj pogosto zgodi, da z neba padajo t. i. velikanske toče, take s premerom 10 cm in več. Medtem ko mala toča povzroča gospodarsko škodo na poljščinah, velikanska toča, če pada v urbanih območjih, povzroči pravo katastrofo. Velikanska toča naj bi po dosedanjih spoznanjih nastala visoko v troposferi, v najvišjih predelih nevihtnega kumulonimbusa. Nukleacijo in rast toče sprožajo majhni delci, ki jih dolgotrajni močni vzgonski tokovi, značilni za tak nevihtni oblak, dvignejo v najvišje plasti. Ob morebitni prisotnosti visokih koncentracij podhlajene vode se v takem področju ustvarijo idealne razmere za rast velikih ledenih kosov (Houze, 2014; Pruppacher et al., 1998).

11. junija 2019 je prebivalce vasi Prelesje in njeno okolico na območju Bele krajine presenetila največja toča, ki je kdaj koli klestila na Slovenskem. Ta nesrečni dogodek je prebivalce vasi močno prizadel, dotičnega znanstvenika med njimi pa malo manj, saj si je vedno želel vedeti, kaj lahko tako velikanski kamen drži tako dolgo v zraku. Priložnost mu je tako rekoč skočila v naročje. S prikritim nasmehom in štirimi velikanskimi točami v 'žepu' (zamrznjeni-

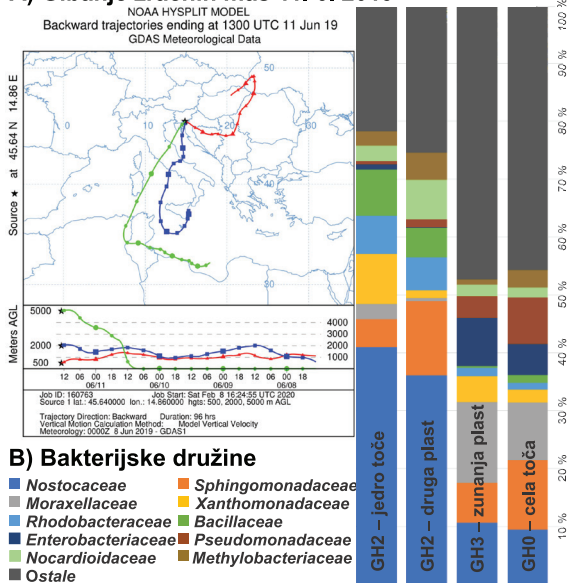
mi na -20 °C) se je odpravil v laboratorij. Sumil je bakterije ter druge biotske dejavnike in ni bil edini (Šantl-Temkiv et al., 2012).

Podobne študije, opravljene do nedavnega, so po navadi vključevale raziskave, ki so pokazale vsebovanost različnih bakterijskih vrst pa tudi drugih organskih in anorganskih delcev v posamezni toči. Na podlagi pridobljenih informacij so znanstveniki sklepali, kateri dejavniki, tj. fragmenti, povzročajo abnormalno rast. Primerjalne študije, opravljene v različnih regijah in na naboru različno velikih toč, so pokazale pestro paleto potencialnih kandidatov. Različne študije so vključevale različne tehnike. Znanstveniki so na primer opravili makroskopsko analizo, kjer so določili razmerja posameznih molekul in atomov, na podlagi katere so potem določili prisotnost večjih struktur, ki naj bi bile sestavljene iz teh gradnikov. Tudi prisotnost precej velikih in kompleksnih bioloških specij je mogoče identificirati na podoben način. Z DNA-sekvencioniranjem so na primer prepoznali prisotnost različnih bakterijskih vrst.



Z leve v prvi vrsti: dr. Manca Kovač Viršek, mag. Marko Kozjek, dr. Matejka Podlogar, v drugi vrsti: doc. dr. Ivan Jerman, dr. Simon Koren, mag. Damjan Vengust, izr. prof. dr. Matej Butala, v tretji vrsti: mag. Gregor Žitko, dr. Nataša Toplak in mag. Tina Radošević

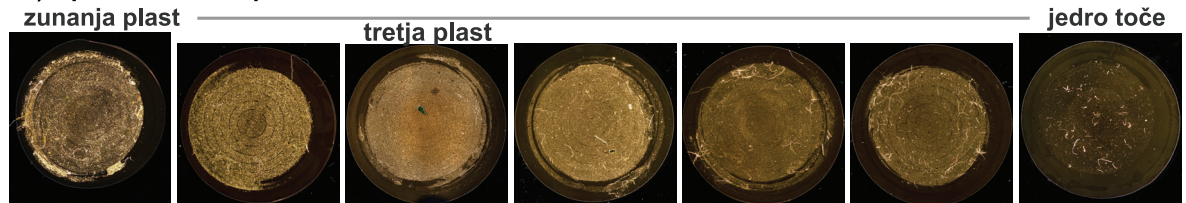
**A) Gibanje zračnih mas 11. 6. 2019**



**Slika 1: A) Gibanje zračnih mas, ki so kulminirale v nastanek največje toče pri nas. Gibanje primarno vpliva na populacijo biotskih in abiotskih delcev, B) med njimi tudi na raznolikost bakterijskih vrst.**

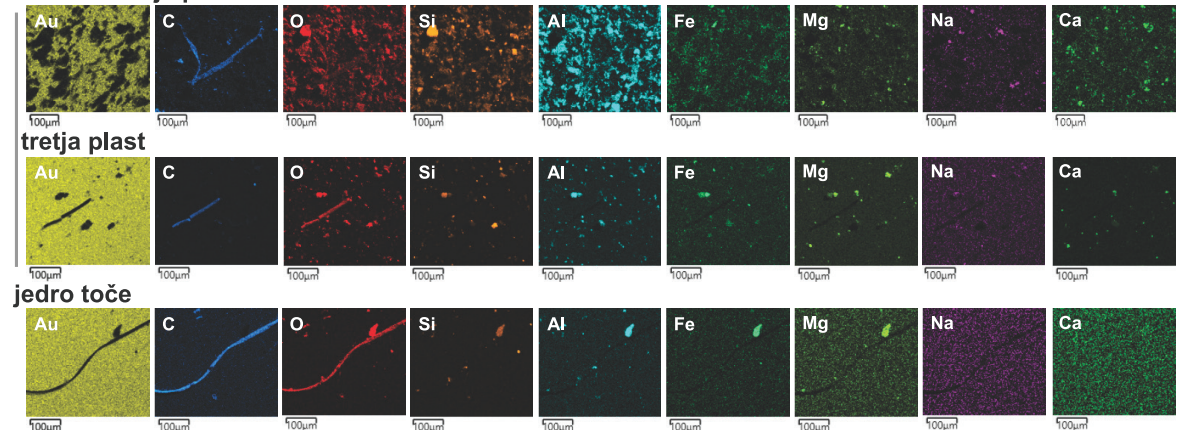
Z mnogo bolj počasnimi mikroskopskimi metodami so znanstveniki iskali potencialne kandidate za nastanek velike toče tako rekoč fizično. Poleg delcev mineralnega izvora so opazili glive, bakterije, cvetni prah, bakteriofage pa tudi različna vlakna, pogosto iz celuloze. Vsebino toče je mogoče predvideti tudi

**A) Optični mikroskop**



**B) Analiza SEM-EDS**

**GH1 – zunanja plast**

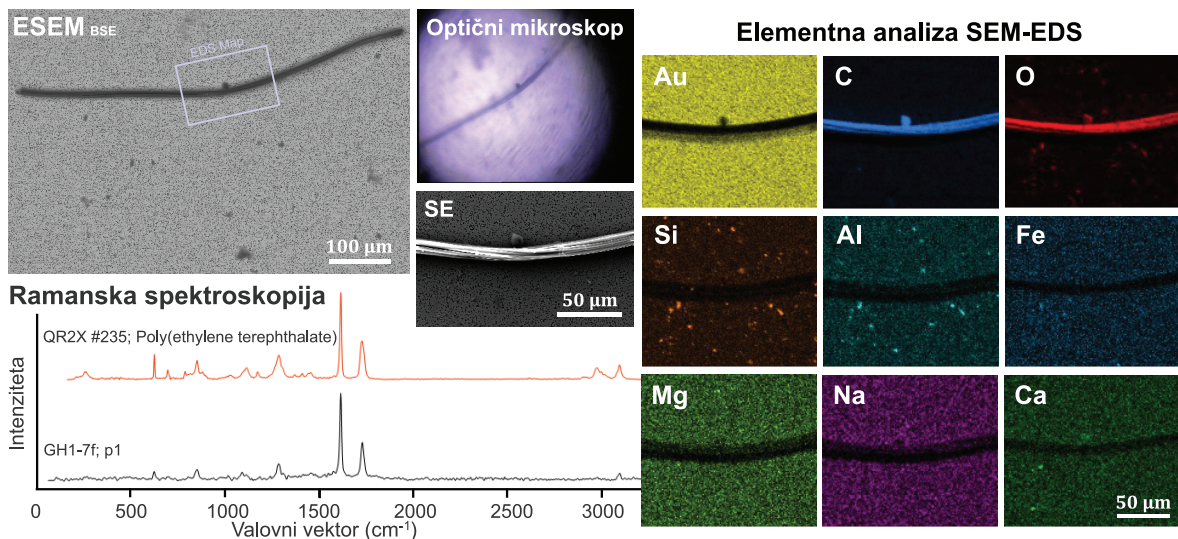


**Slika 2: A) Posnetki filtrov vseh sedmih frakcij velike toče z optičnim mikroskopom in B) SEM/EDS-analiza dela zunanje in tretje plasti ter jedra toče**

na podlagi gibanja zračnih mas pred nevihto. Tri dni pred uničujočo nevihto vetrovi, po navadi na različnih koncih celine oddaljeni nekaj tisoč kilometrov, akumulirajo vse, kar jim pride pod roke. Ko take tople in hladne mase trčijo, ustvarijo razmere za rast nevihtnih oblakov. Različni delci v zračnih tokovih pa vplivajo na dinamiko kondenziranja vode.

V raziskavi, ki je bila objavljena v revije *Science of the Total Environment*, smo združili skoraj vse našete karakterizacijske tehnike in med prvimi (če odštejemo raziskavo iz sedemdesetih, kjer so morali ob manku karakterizacijskih naprav izvajati raziskave bolj metodično) secirali točo. Z bolj podrobnim vpogledom v porazdelitev različnih fragmentov po celem volumnu toče smo tako lahko tudi sklepali o dinamiki nastanka tako velikih primerkov.

Najprej smo raziskovali biotsko raznolikost z makroskopsko metagenomsko analizo na podlagi 16S rRNA, da bi popisali bakterijsko združbo v različnih frakcijah toč. Bakterije so najpogostejši mikroorganizmi v troposferi (Archer et al., 2022) in zdi se, da so bakterijske skupnosti v zraku v glavnem določene z aerosolizacijo z zemeljske površine kot posledica gibanja zračnih mas (slika 1A). Analize so pokazale vsebovanost več kot 240 bakterijskih družin (slika 1B). V vseh vzorcih je bila večina bakterijskih vrst povezanih z desetimi družinami;



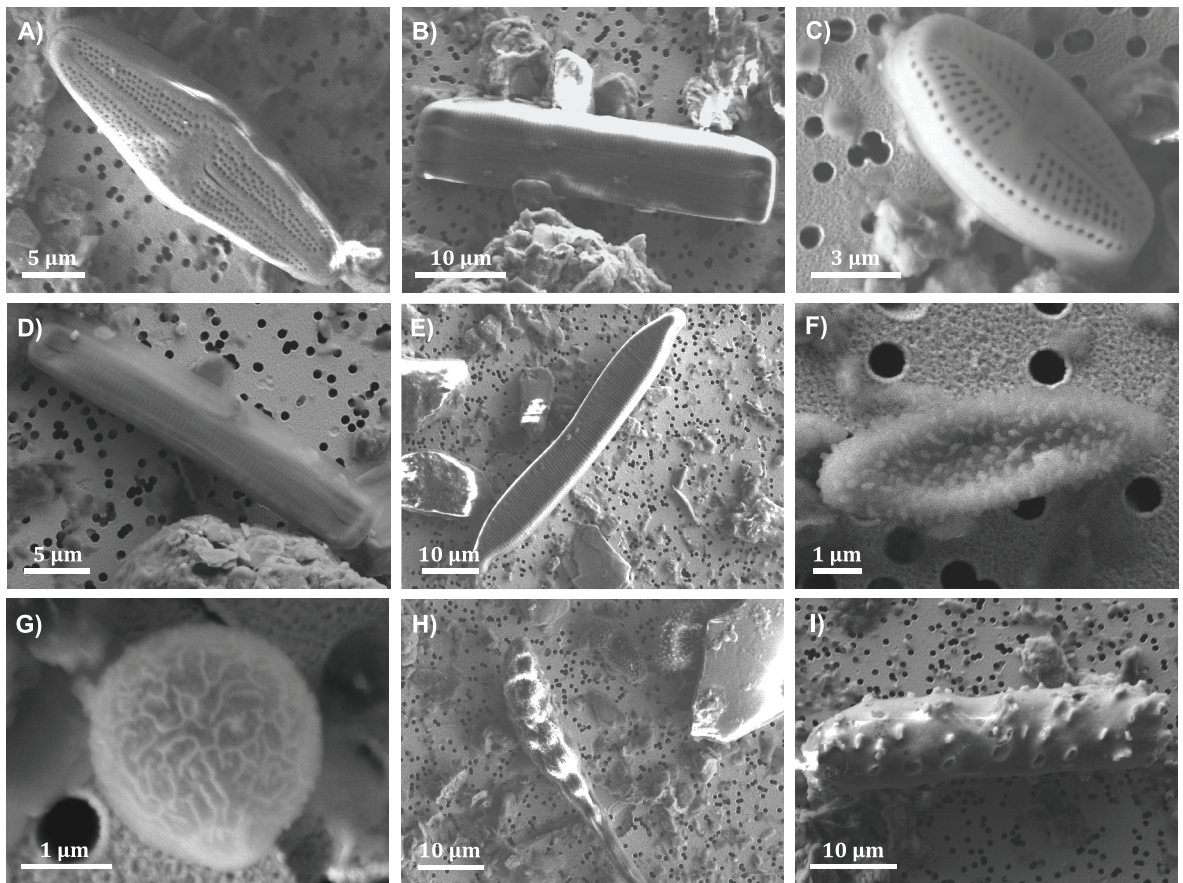
**Slika 3: Celostna analiza najdenega PET-vlakna, ki verjetno izvira iz sintetičnega tekstila.**

*Sphingomonadaceae*, *Nostocaceae*, *Moraxellaceae*, *Xanthomonadaceae*, *Rhodobacteraceae*, *Bacillaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Nocardioideae* in *Methylobacteriaceae*. Naši rezultati so skladni s študijo o bakterijski populaciji v manjših zrnih toče (Šantl-Temkiv et al., 2013). Tudi v zrnih manjše toče je ta običajno raznolika. Največ je sevov *Actinobacteria*, sledijo *Planctomycetes*, *Bacteroidetes* in *Gammaproteobacteria*. Med družinami, ki so malo manj zastopane, je bila *Pseudomonas syringae* prepoznana kot pomemben dejavnik pri nastajanju večjih zrn toče (de Araujo et al., 2019). Od naštetih smo v naši toči zaznali tri identične in v nasprotju z dosedanjimi študijami ugotovili, da je bakterijska družina *Sphingomonadaceae* najbolj zastopana (kar 5–13 % od vseh vrst prisotnih v vzorcih). Sevi teh rodov imajo sposobnost razgradnje poliaromatskih spojin naravnega ali človeškega izvora, kot so bifetil, naftalen, klor, piren, pa tudi herbicidov in pesticidov (Stolz, 2009). Prisotnost pripadnikov teh družin bi lahko povezali z visoko vsebnostjo policikličnih herbicidov in insekticidov, uporabljenih pri škropljenju poljščin. To potrjuje tudi monitoring gibanja zračnih mas, ki smo ga pridobili na ARSO. Zračna masa, ki bi prispevala k njeni vsebnosti, se je tri dni in verjetno še več gibala po celinski Evropi, bogati s pridelovalno dejavnostjo. Proti središču toče se bistveno zvišuje koncentracija *Nostocaceae*. Zanj je znano, da biva v sladki in slani vodi. Vzrok za njihovo večjo koncentracijo v našem primeru pa je to, da sta se kar dva zračna tokova zadrževala nad Sredozemskim morjem.

Mikroskopska analiza je bila še bolj pestra. Kot je običaj pri tovrstnih študijah, smo najprej analizirali vzorce z optičnim mikroskopom (slika 2A). Posebej

izstopajoča je bila populacija večjih vlaknatih delcev antropogenega ali naravnega izvora. Relativna koncentracija je bila kar štirikrat večja v vzorcih toče z večjim premerom. Koncentracija vlaken pa se je spreminjala tudi v posameznih frakcijah toče. V samem jedru največje toče je bila koncentracija vlaken večja kot v zunanjih plasteh. Populacija drugih fragmentov pa je bila obratna. Število okroglih verjetno peščenih delcev in drugega slabše ločljivega materiala se je zmanjšalo od zunanjega proti notranjemu sloju. Slika 2B prikazuje različne frakcije toče, analizirane s SEM/EDS. Ta zelo dobro loči materiale glede njihove atomske sestave, omogoča boljše globinsko slikanje in mikroskopiranje na precej večji resoluciji oz. povečavi. Vsebinsko toče sestavlja množica nepravilnih drobcev različnih velikosti in oblik, ki so precej manjše, kot bi jih opazili le z optičnim mikroskopom (slika 2A). Veliko drobcev in manj vlaken je mogoče opaziti pri vzorcih, pridobljenih z zunanjih delov največje toče. Elementna analiza je pokazala raznoliko sestavo. Vlakna so pretežno iz ogljika, preostale delce pa sestavljajo tudi atomi O, Si, Al, Mg, Ca, Na, Ti in Fe. Koncentracija majhnih delcev različnega izvora se z uporabo SEM še bolj opazno niža, bliže kot gremo k centru toče, manj je delcev na filtru. V centru največje toče je filter skorajda prazen (slika 2B). Vidna so le posamezna vlakna, bogata z ogljikom, zlahka vidimo pozlačen filter in njegove pore. Majhnih delcev anorganskega izvora je izjemno malo, medtem ko je število vlaken na enoto površine največje. Elementarna sestava redko prisotnih delcev je pokazala sledove Si, Al, Fe, Mg in Ca. Natrija pa v jedru skorajda ni.

S stališča okoljske problematike je bilo dokazano, da predvsem tekstilna vlakna predstavljajo očem



Slika 4: SEM-slike prisotnosti mikroorganizmov v toči: A–E) različne vrste diatomelj, F) spora, G) spora glive, H) *Alternaria* in I) vrsta praživali

večinoma nevidna onesnaževala, ki čedalje bolj množično vstopajo v ekosistem. Njihove negativne vplive na zdravje ljudi in živali pa so začeli proučevati šele pred kratkim. Sestavljena so primarno iz ogljika (še več je vodika, vendar ga analize, ki smo jih mi opravljali, ne zaznajo), kot so naravna vlakna. Posredno jih dokaj dobro ločimo po njihovi obliki. Umetna so po navadi bolj homogena. Če je vlakno dovolj debelo, nekaj mikrometrov, ali pa jih je več skupaj, jim lahko zelo natančno določimo tudi elementarno strukturo. Vibracijska spektroskopija npr. loči različne polimerne spojine antropogenega izvora. Za zelo majhne, take, ki smo jih opazili v naši toči, je mogoče najbolj primerna ramanska konfokalna mikrospektroskopija.

Rezultati te analize so pokazali, da je > 90 % vlaken sestavljenih iz lignoceluloze, lignina in/ali celuloze. To so gradniki skeletov dreves in trav, ki naredijo rastlino takšno, kot je. Na prvi pogled bi lahko torej sklepali, da so naravnega izvora (Agarwal, 2019), vendar je analiza vlaken bolj kompleksna. Bombaž na primer, ki se uporablja za oblačila, je prav tako sestavljen iz čiste celuloze. Če takemu vlaknu doda-

mo umetno barvilo, ki ga ramanska analiza prav tako prepozna, je mogoče sklepati, da so nastala pri industrijski pridelavi sintetičnih tekstilnih vlaken. To pa ni presenetljivo, saj je tovrstnih fragmentov v okolju že precej veliko (De Falco et al., 2018). Smo pa prvi na svetu odkrili vlakna polimernega izvora. V jedru največje toče je bilo 500 µm dolgo in s premerom 12 µm nenaravno gladko vlakno iz polietilen tereftalata (PET) (slika 3). V jedru manjše toče pa smo našli fragment kopolimera polietilen vinil acetata (PEVA). Ramanski spektri kažejo tudi na prisotnost TiO<sub>2</sub>. Ta mineral se lahko pojavi tudi naravno, vendar je na podlagi čistosti ramanskega spektra in dejstva, da se TiO<sub>2</sub> proizvaja v velikih količinah (Haider et al., 2019), bolj verjetno umetno proizveden. Prav nič presenetljivo ni bilo, ko smo izvedeli, da se TiO<sub>2</sub> uporablja v tekstilni industriji kot barvilo.

Ramanska analiza je skupaj s SEM/EDS precej učinkovita pri identifikaciji različnih materialov, tudi takih, kot so v toči. Pri nas sta sistema sicer ločena, a z malo sreče uloviš/analiziraš isti delec na obeh napravah. Celostna analiza vlakna PET, najdenega v jedru toče, prikazuje slika 3. Majhni delci, ki so

prisotni v bližini, so večinoma na osnovi Si. Neko-liko večji kos, ki je pritrjen na vlakno, je iz C, O in Ca ter verjetno pripada  $\text{CaCO}_3$ , medtem ko samo vlakno kaže prisotnost samo O in C. To potrjuje tudi ramanski spekter za PET (slika 3).

V velikanski toči smo prepoznali tudi različne mikroorganizme (slika 4). Poleg cvetnega prahu, gliv in bakterij smo prvi na svetu našli alge in prav zanje so v objavljeni študiji ugotovili, da hitreje nukleirajo točo (Knopf et al., 2011). Pokazali so, da tudi celuloza tvori ledena jedra pri nižji koncentraciji vlage (Hiranuma et al., 2015). Naša študija pa dokazuje, da je te največ v jedru. Sklepamo, da je povečanje posledica dejavnosti, ki jih opravlja človek. To je tudi skladno z ugotovitvijo o povečanju antropogenih mikrovlaknen v zemeljskem ekosistemu, uničujoče posledice pa se kažejo s čedalje pogostejšim nastankom velikanske toče. Po našem mnenju močni vzgonski tokovi potiskajo lahka vlakna še višje v ozračje, težji delci peska, ki so običajno minerali z večjo gostoto, pa ostajajo nižje. Višje kot običajno in pri manjših koncentracijah vlage tako nastaja toča, ki na svoji divji poti proti tloravju samo še raste. Pričakujemo, da bo naše poročilo spodbudilo nadaljnje študije zrn toče na večjem naboru in iz drugih regij sveta. Verjamemo, da bi nekaj dodatnih temeljitih študij lahko osvetlilo, ali človekove dejavnosti, ki vodijo do povišanih koncentracij naravnih in sintetičnih nano- in mikrovlaknen, spodbujajo tudi uničujoča neurja. Prebivalce Prelesja z okolico in tudi druge pa bi v prihodnje morda lahko opozorili na nevarnost.

Tako jim ne bi bila več edina uteha po neurju to, da jih bodo mogoče posneli na nacionalni televiziji.

#### Reference:

1. R. A. Houze; International Geophysics, 2014, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374266-7.00002-0>
2. H. R. Pruppacher, et al., Microphysics of clouds and precipitation. Aerosol Science and Technology, 1998, <https://doi.org/10.1080/02786829808965531>
3. T. Šantl-Temkiv, et al., FEMS Microbiology Ecology, 2012, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2012.01402.x>
4. S. Archer, et al., Research Square, 2022, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-244923/v4>
5. T. Šantl-Temkiv, et al., PLOS ONE, 2013, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053550>
6. G. G. de Araujo, et al., Scientific Reports, 2019, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44283-3>
7. A. Stolz, Applied Microbiology and Biotechnology, 2009, <https://doi.org/10.1007/s00253-008-1752-3>
8. U. P. Agarwal, Molecules, 2019, <https://doi.org/10.3390/molecules24091659>
9. F. De Falco, et al., Environmental Pollution, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.057>
10. A. J. Haider, et al., Energy Procedia, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.159>
11. D. A. Knopf, et al., Nature Geoscience, 2011, <https://doi.org/10.1038/ngeo1037>
12. N. Hiranuma, et al., Nature Geoscience, 2015, <https://doi.org/10.1038/ngeo2374>

## VISOKOENTROPIJSKE ZLITINE KOT NOVI MAGNETNO MEHKI MATERIALI

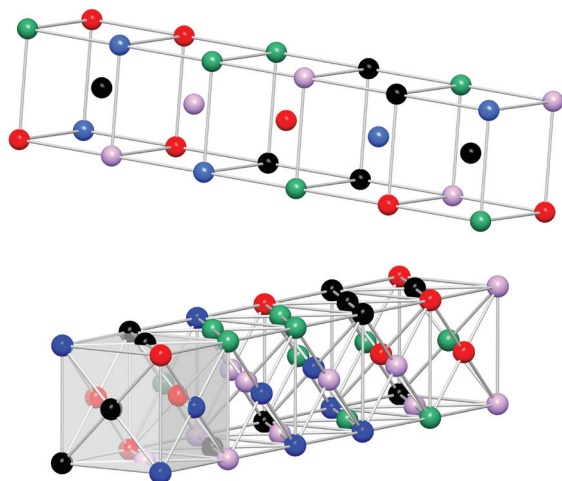
Primož Koželj<sup>1,2</sup>, Jože Luzar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IJS - Odsek za fiziko trdne snovi (F5), <sup>2</sup>Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

Objava je razširjen povzetek člankov "Discovery of a FeCoNiPdCu High-Entropy Alloy with Excellent Magnetic Softness" in "Zero-Magnetostriction Magnetically Soft High-Entropy Alloys in the Al-CoFeNiCu<sub>x</sub> (x = 0.6–3.0) System for Supersilent Applications", ki sta bila objavljena v *Advanced Engineering Materials*, 2019, IF (2021) 4,122, doi: 10.1002/adem.201801055 oz. *Advanced Materials Interfaces*, 2023, IF (2021) 6,389, doi: 10.1002/admi.202201535.

Visokoentropijske zlitine so strategija za razvoj novih kovinskih materialov, ki intenzivno raziskuje prostor koncentriranih večkomponentnih zlitin. Od prvih objav nekaj let po začetku tisočletja [1] popularnost področja ves čas narašča predvsem zaradi možnosti optimizacij lastnosti prek sestave, ki jih dopušča fazni prostor štiri, pet ali več kovinskih elementov, še posebej v kombinaciji z množico dostopnih sinte-

znih metod. Točne meje definicije visokoentropijskih zlitin so v zadnjih letih stvar debate, zlasti glede razmejitev s podobnimi skupinami, vendar ne bo škode, če si »standardno« visokoentropijsko zlitino predstavljamo kot naključno premešan material na enostavni kristalni mreži, sestavljen iz štirih, petih ali več kovinskih elementov, ki so vsi glavni elementi v koncentracijah med 5 % in 35 %. Veliko število



**Slika 1:** Shematski prikaz visokoentropijskih zlitin na telesno in ploskovno centrirani kubični mreži, ki nastopata v tem prispevku.

glavnih elementov poskrbi, da kot pomemben del entropije pri visokih temperaturah nastopa še konfiguraciona entropija – tj. entropija zaradi naključnih zamenjav atomov različnih elementov med seboj –, ki poskrbi za stabilizacijo stanja trdne raztopine kot glavne faze (ali ene od glavnih faz) v materialu. Cilj prispevka je predstaviti del raziskav magnetnih visokoentropijskih zlitin, ki potekajo na IJS.

### Mehki magnetizem v FeCoNiPdCu

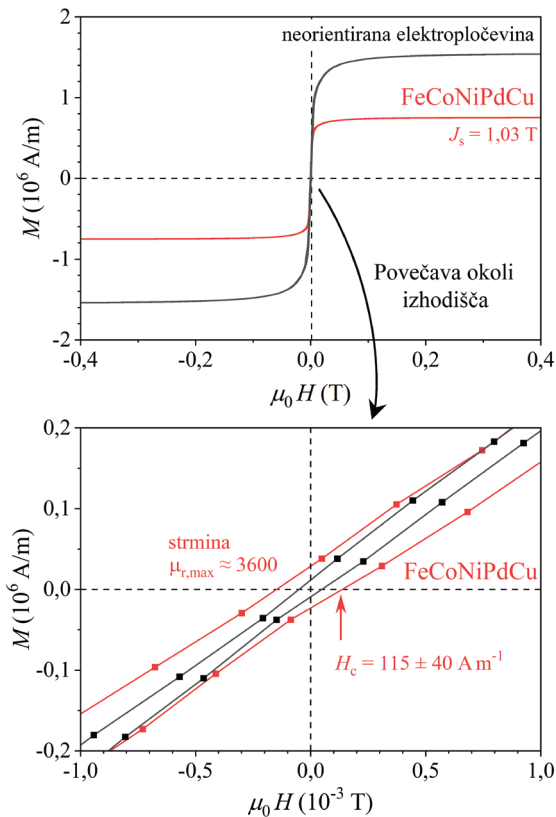
Ker so železo, nikelj in kobalt med najpogostejšimi elementi, uporabljenimi pri sintezi visokoentropijskih zlitin, ni presenetljivo, da je kar nekaj raziskav visokoentropijskih zlitin posvečenih magnetnim lastnostim. Visokoentropijske zlitine so tipično magnetno mehki materiali s koercitivnostmi med  $1000 \text{ A m}^{-1}$  do nekaj  $10\,000 \text{ A m}^{-1}$  [2], pri čemer je še danes znanih le nekaj svetlih izjem s koercitivnostmi pod  $250 \text{ A m}^{-1}$ .

Magnetno mehki materiali so eden od dveh tipov magnetnih materialov, ki jih potrebujemo za učinkovito rabo energije v vsakdanu. Dobri mehki magnetni materiali imajo majhno koercitivnost in majhno remanentno magnetizacijo, veliko magnetno permeabilnost ter veliko saturacijsko magnetizacijo. Preprosto povedano, njihove histerezne zanke  $M(H)$  niso trebušaste tako kot pri permanentnih magnetih, ampak ozke in strme. V nasprotju s permanentnimi magneti brez zunanjih magnetnih polj tako niso magnetni. Ko se pojavi magnetno polje, pa imajo velik odziv. V praktičnih aplikacijah se uporabljajo za koncentracijo magnetnega pretoka (npr. v VSM-magnetometrih, NMR-napravah z

elektromagneti), kot magnetni zaščitni materiali, za usmerjanje in omejevanje magnetnega pretoka (npr. na jedro transformatorjev) ter za povečevanje učinkovitosti tuljav, generatorjev in elektromotorjev. Za aplikacije, kjer so pomembna izmenična magnetna polja, mora biti histerezna zanka  $M(H)$  čim ožja, ker je njena površina direktno povezana z izgubami. Električna upornost materiala pa mora biti čim višja, ker to preprečuje vrtnične tokove.

Vzorec materiala FeCoNiPdCu v naši raziskavi [3] je bil sintetiziran s taljenjem z obločnim plamenom, nato pa je bil še termično popuščan tri ure pri  $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Rentgenska difrakcija je pokazala le vrhove, ki ustrezajo ploskovno centrirani kubični osnovni celici (fcc), kar pomeni, da je vzorec dobre kakovosti in nima problematične mikrostrukture. Povprečna izmerjena sestava s tehniko EDS je bila  $\text{Fe}_{19,8}\text{Co}_{19,5}\text{Ni}_{19,7}\text{Pd}_{21,9}\text{Cu}_{19,1}$ , kar pomeni, da je vzorec blizu ekvimolarnosti.

Curiejeva temperatura  $962 \text{ K}$  nakazuje za potencialno praktično rabo materiala spodbudno ugotovitev, da prehod iz nemagnetne v mehko magnetno stanje poteka pri dovolj visoki temperaturi, da se magnetne lastnosti materiala v bližini sobne temperature ne spreminjajo bistveno s temperaturo. Pravilno določanje drugih magnetnih lastnosti materiala prek histereznih zank  $M(H)$  oziroma odvisnosti magnetizacije od magnetnega polja v magnetometru Quantum Design MPMS3 pa je pomenilo nekaj izziva: primerno je bilo treba omejiti odstopanja magnetnega polja superprevodnega magneta ter jih kompenzirati z uporabo znanega paladijevega standarda, treba je bilo prilagoditi geometrijo vzorca ter s pomočjo demagnetizacijskih faktorjev iz zunanjega polja preračunati magnetno polje v materialu. Da je naša analiza lastnosti relevantna, kot referenčni material uporabljamo neorientirano elektropločevino tipa M270-35A s sestavo  $\text{Fe}_{96,8}\text{Si}_{3,2}$ , ki se uporablja v statorjih električnih motorjev. Histerezna zanka za FeCoNiPdCu (glejte sliko 2) pri majhnih poljih strmo narašča, kar nakazuje, da je zlitina res mehak magneten material. Saturacijska raven krivulje  $M(H)$  je merilo za maksimalen magnetni pretok, ki ga lahko material prenaša. Saturacijska magnetna polarizacija  $J_s = 1,03 \text{ T}$  za FeCoNiPdCu je zaradi okoli 40-% deleža nemagnetnih Pd in Cu približno polovico manjša kot za električno pločevino. Za visokoentropijsko zlitino smo izmerili koercitivnost  $H_c = 115 \pm 40 \text{ A m}^{-1}$ , kar nakazuje zelo ozko histerezno krivuljo in je približno trikratnik koercitivnosti elektropločevine. Pri meritvi magnetne permeabilnosti materiala oziroma strmine histere-



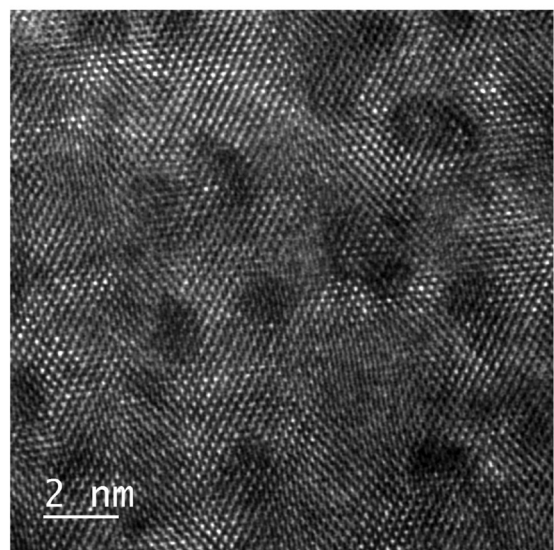
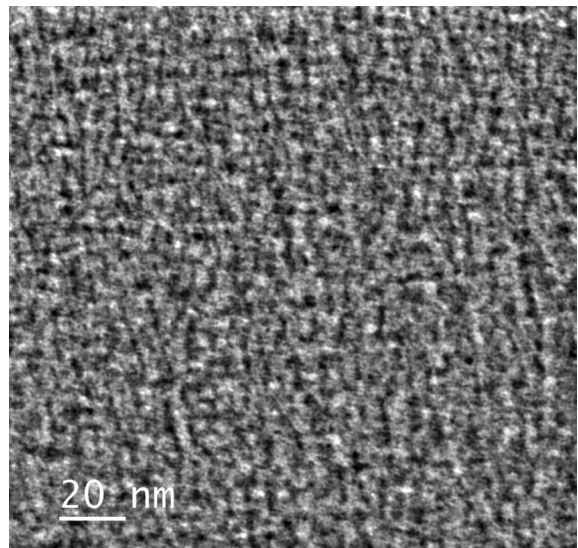
**Slika 2: Primerjava histereznih krivulj  $M(H)$  za zlitino FeCoNiPdCu in neorientirano elektroločevino ter odčitovanje parametrov za magnetno mehke material**

zne krivulje izrazito močno nastopajo geometrijski učinki oblike in postavitve vzorca v magnetometru, tako to lastnost zelo dobro poznamo relativno glede na elektroločevino, absolutne vrednosti pa lahko le ocenimo. Maksimalna permeabilnost FeCoNiPdCu je 90 % permeabilnosti elektroločevine, tako da je  $\mu_{r,max} \approx 3600$ , kar nakazuje veliko strmino histerezne krivulje in dober magnetno mehke material. Zaradi visoke stopnje substitucijskega nereda je za visokoentropijske zlitine tipična visoka električna upornost. Za FeCoNiPdCu je npr. pri sobni temperaturi  $33,3 \mu\Omega\text{cm}$  oziroma 80 % upornosti za elektroločevino, kar je indikacija nizkih vrtilčnih tokov v potencialnih aplikacijah z izmeničnimi magnetnimi polji.

Visokoentropijska zlitina FeCoNiPdCu ima tako dobro kombinacijo mehkih magnetnih in električnih lastnosti (majhna koercitivnost, velika magnetna permeabilnost, relativno velika saturacijska polarizacija, električna upornost), ki bi jo lahko popeljala proti praktični uporabi v magnetnih aplikacijah [3]. Njene lastnosti so sicer nekoliko slabše, a vseeno v

grobem primerljive z neorientirano elektroločevino, ki je komercialen material.

Z našim raziskovanjem FeCoNiPdCu pa smo tudi odkrili mehanizem, ki poskrbi za tako dobre magnetno mehke lastnosti [3]. Zaradi nizke koercitivnosti FeCoNiPdCu je takoj očitno, da ne gre za običajen magnetizacijski proces premikanja domenskih sten. Odgovor na to dilemo nam poda slikanje s tehniko HAADF in meritev sestave v vrstičnem presevnem elektronskem mikroskopu (STEM), ki je predstavljeno na sliki 3. Naša zlitina FeCoNiPdCu na ravni nanostrukture ni homogena, temveč nanokompozit, sestavljen iz magnetnih domen, bogatih s Fe, Co in Ni, ter iz nemagnetnih domen, bogatih s Pd in Cu.



**Slika 3: Prikaz nanodomen velikosti od 2 do 5 nanometrov v FeCoNiPdCu pri dveh povečavah. Svetlejšje so bogatejše s Pd in Cu.**

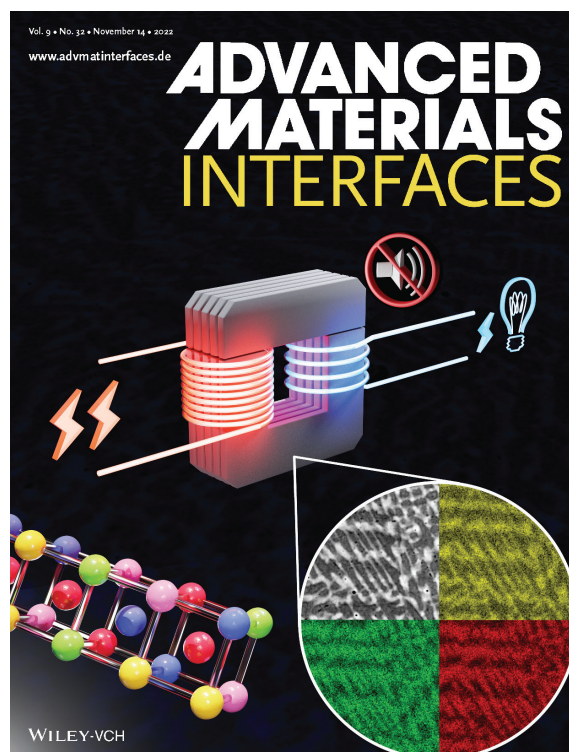
Te domene so nastale med termično obdelavo vzorca in so v veliki meri posledica medatomske interakcije, ki jih na področju visokoentropijskih zlitin tipično opišemo s parskimi entalpijami mešanja. Baker ima s Fe, Co in Ni pozitivne parske entalpije med +4 in +13 kJ mol<sup>-1</sup>, kar nakazuje močen odboj. Po drugi strani baker močno privlači paladij (-14 kJ mol<sup>-1</sup>). Te parske entalpije in približno 10 % večji radij paladija so razlog za nastanek nanodomov.

Majhna velikost nanodomov med 2 in 5 nm zagotovi, da posamezna strukturna nanodomena ne more vsebovati dveh ali več magnetnih domen. To nam v kombinaciji z obstojem sklopitve med magnetnimi nanodomovami pove, da gre pri mehkem magnetizmu FeCoNiPdCu za mehanizem izpoprečenja magnetne anizotropije zaradi izmenjalne interakcije. Na kratko bi ga lahko povzeli takole. Zaradi izmenjalne interakcije se smer magnetizacije v materialu lahko obrača le na dolge razdalje (takšne, ki ustrezajo debelini magnetne domenske stene), nanodomene pa so veliko manjše od tega in naključno orientirane. Pri običajnih kristalih je energijska gostota zaradi anizotropije odvisna od kota med lahko smerjo kristala ter magnetizacijo in enaka po celotnem kristalu. Zaradi naključne orientacije magnetnih nanodomov glede na smer magnetizacije v FeCoNiPdCu se smer med magnetizacijo in lahko osjo kristala spreminja od nanodomene do nanodomene, tako da se ta energijska kazen zaradi anizotropije učinkovito izpopreči. Manjša učinkovita anizotropija v FeCoNiPdCu pa ima za direktno posledico majhno koercitivnost in dober mehek magnetizem.

### Mehki magnetizem v kombinaciji z majhno magnetostrukturo v AlCoFeNiCu<sub>x</sub>

Pred kratkim smo se lotili tudi raziskav mehkega magnetizma sistema visokoentropijskih zlitin AlCoFeNiCu<sub>x</sub> za  $x = 0,6-3,0$ . Poleg nabora meritev, ki smo jih izvedli pri FeCoNiPdCu, smo se tu lotili še karakterizacije dodatne lastnosti. Magnetostruktura je lastnost, da material spreminja dimenzije v odvisnosti od magnetnega polja. Posledica magnetostrukturalne je nadležno brenčanje naprav (razni polnilci, transformatorji), ki se napajajo z omrežno napetostjo pri 50 Hz. Z objavo članka v *Advanced Materials Interfaces* [4] smo si prislužili promocijo raziskave prek priprave zadnje naslovnice revije (slika 4).

V visokoentropijskih zlitinah AlCoFeNiCu<sub>x</sub> je situacija nekoliko bolj zapletena kot pri FeCoNiPdCu, saj na mikrometrski skali vzorec ni homogen, temveč nastanejo tri faze, ki so še dodatno strukturirane na

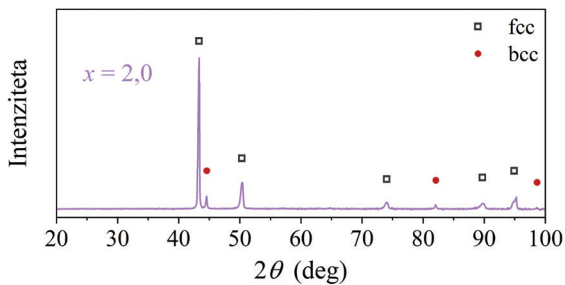


Slika 4: Zadnja naslovnica revije *Advanced Materials Interfaces*

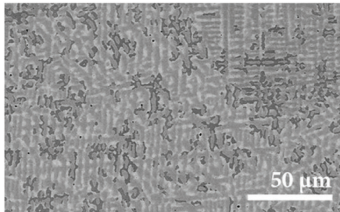
nanometrski skali. Slika 5 prikazuje primer mikrostrukture za  $x = 2,0$ , slika 6 pa spreminjanje deležev posameznih faz v odvisnosti od vsebnosti bakra  $x$ . Rentgenska difrakcija pokaže, da v vzorcih z najnižjo vsebnostjo bakra,  $x = 0,6$  in  $0,8$ , prevladuje bcc oziroma telesno centrirana kubična faza ( $\approx 85$  wt%), preostali delež je fcc oziroma ploskovno centrirana kubična faza ( $\approx 15$  wt%). Z večanjem deleža bakra se povečuje delež ploskovno centrirane fcc faze, delež telesno centrirane bcc faze pa se zmanjšuje. Natančen ogled difrakcijskega spektra vzorca  $x = 3,0$ , npr. razcepljenega vrha pri  $2\theta \approx 74^\circ$ , pokaže, da ne gre za eno samo fcc fazo, temveč v vzorcu nastopata dve ploskovno centrirani fazi fcc(S) in fcc(L), ki imata različni dimenziji osnovne celice,  $a = 3,614$  Å oziroma  $a = 3,623$  Å. Pri treh vzorcih z najvišjo koncentracijo bakra  $x = 2,0$  in  $2,5$  ter  $3,0$  dejansko opazimo, da telesno centrirana bcc faza popolnoma izgine, ostaneta le ploskovno centrirani fazi fcc(L) in fcc(S). Splošni trend z večanjem koncentracije bakra je, da se večja količina z bakrom izjemno bogate faze fcc(L), količina z bakrom bolj revnih bcc in fcc(S) faz pa se zmanjšuje.

Nehomogena mikrostruktura zlitin AlCoFeNiCu<sub>x</sub> je vidna tudi pri vrstični elektronski mikroskopiji, posamezne opažene faze pa smo povezali s tistimi, opaženimi v rentgenski difrakciji. Z večanjem vseb-

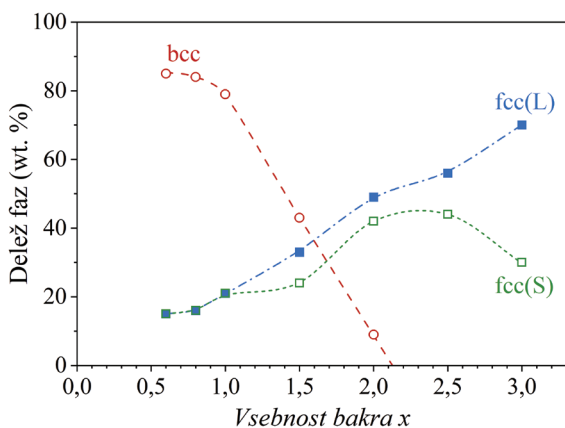




$x = 2,0$



**Slika 5:** Prikaz mikrostrukture v  $\text{AlCoFeNiCu}_{2,0}$  prek rentgenske difrakcije (zgoraj) in vrstične elektronske mikroskopije (spodaj)



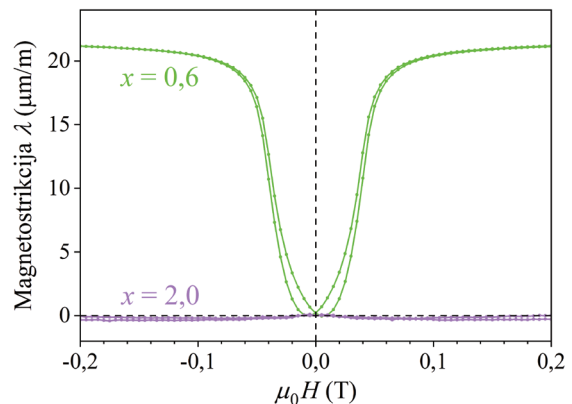
**Slika 6:**  $\text{AlCoFeNiCu}_x$  vsebuje različne faze v odvisnosti od vsebnosti bakra.

nosti bakra  $x$  gremo najprej od dvofazne dendritske strukture (pri  $x = 0,6$ ), prek pojavljanja z bakrom bogatih vozlišč faze fcc (pri  $x = 0,8$ ) do pojavljanja med seboj povezanih z bakrom bogatih fcc dendritov pri še malo večjih koncentracijah bakra. Nadaljnje povečevanje vsebnosti bakra vodi do nastanka trofazne strukture s prevladujočima fazama fcc(L) in fcc(S) in ostanki faze bcc (pri  $x = 1,5$  in  $2,0$ ) pa vse do mikrostrukture, sestavljene le še iz faz fcc(L) in fcc(S) pri vsebnostih bakra  $x = 2,5$  in  $3,0$ . Iz vrstične elektronske mikroskopije dobimo tudi grobo predstavo o sestavi posameznih faz. V telesno centrirani bcc fazi je vseh petih elementov približno enako, njena koncentracija v različnih vzorcih gre od  $\text{Al}_{20}\text{Co}_{22}\text{Fe}_{21}\text{Ni}_{21}\text{Cu}_{16}$  do  $\text{Al}_{20}\text{Co}_{20}\text{Fe}_{21}\text{Ni}_{19}\text{Cu}_{20}$ . Ploskovno centrirana faza fcc(S) je s tipično sestavo  $\text{Al}_{14}\text{Co}_{22}\text{Fe}_{22}\text{Ni}_{17}\text{Cu}_{25}$  ravno tako blizu ekvimolarni sestavi. Ploskovno centrirana faza fcc(L) pa ima večjo vsebnost bakra ter znižano

vsebnost elementov Fe, Co in Ni (sestave za različne vzorce med  $\text{Al}_{13}\text{Co}_7\text{Fe}_7\text{Ni}_{10}\text{Cu}_{63}$  in  $\text{Al}_{13}\text{Co}_5\text{Fe}_4\text{Ni}_7\text{Cu}_{71}$ ). Analizo strukture na podlagi vrstične elektronske mikroskopije smo obogatili še s presežno elektronsko mikroskopijo. Najpomembnejši rezultat te analize je obstoj precipitativ v smereh  $\{111\}$ , ki so najverjetneje Guinier-Prestonove cone. Te so bogate z bakrom in poskrbijo za nehomogenost materiala na nanoskali, kar podobno kot v  $\text{FeCoNiPdCu}$  zagotovi delovanje mehanizma izpovprečenja magnetne anizotropije zaradi izmenjalne interakcije in mehke magnetizem.

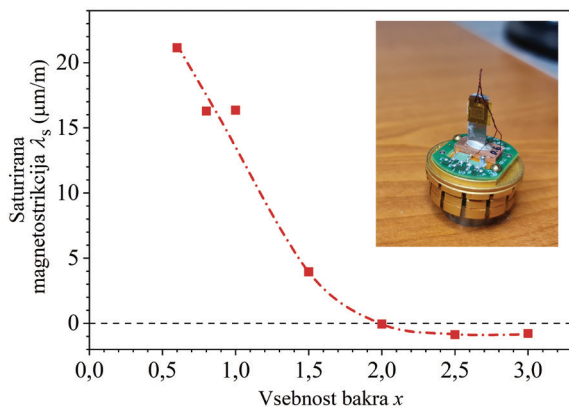
Magnetno mehkost serije materialov  $\text{AlCoFeNiCu}_x$  smo na enak način kot pri  $\text{FeCoNiPdCu}$  preverili z meritvami magnetizacije v odvisnosti od magnetnega polja  $M(H)$ . Velika strmina  $M(H)$  krivulje za majhna polja in nizka koercitivnost vzorcev sta jasna indikatorja magnetne mehkości celotne serije materialov. Vrednosti  $H_c$  so sicer manjše od  $1000 \text{ A m}^{-1}$ , kar je pogoj, da lahko material označimo kot magnetno mehek, vendar so za vse materiale znatno večje kot za  $\text{FeCoNiPdCu}$ . Nasičena magnetna polarizacija  $J_s$  je za  $x = 0,6$  spodobnih  $0,9 \text{ T}$  in se skoraj linearno zmanjšuje s povečanjem koncentracije bakra. V temperaturnem območju od  $300 \text{ K}$  do  $500 \text{ K}$  se  $J_s(T)$  in  $H_c(T)$  z višanjem temperature malenkostno znižata, kar je konsistentno z običajno odvisnostjo koercitivnosti in nasičene magnetizacije  $M_s$  pri feromagnetnih materialih, vendar to ne bi povzročalo težav pri morebitnih poskusih uporabe teh materialov.

Za meritve magnetostrikcije – oziroma neželenega raztezanja in krčenja materiala, ki povzroča brenčanje elektronskih naprav – smo pripravili novo mersko postavitev, kjer na vzorec nalepimo uporovni listič. Iz upornosti, izmerjene prek Wheatstonovega mostička, lahko preračunamo raztezek materiala v



**Slika 7:** Visokoentropijska zlitina  $\text{AlCoFeNiCu}_x$  pri  $x = 0,6$  ima veliko magnetostrikcijo, tista pri  $x = 2,0$  pa skoraj ničelno.

odvisnosti od magnetnega polja (primer na sliki 7). Meritve smo opravili pri sobni temperaturi v območju statičnega magnetnega polja  $-0,2 \text{ T} < \mu_0 H < 0,2 \text{ T}$ . Vzorci z vsebnostjo bakra  $0,6 < x < 1,5$  imajo pozitivno saturirano magnetostrikcijo (magnetostrikcija pri največjem magnetnem polju). Kot je razvidno na sliki 8, pri vzorcu  $x = 2,0$  magnetostrikcija popolnoma izgine oziroma znaša natanko  $\lambda_s = 0$ . Magnetostrikcija vzorcev z najvišjo vsebnostjo bakra  $x = 2,5$  in  $3,0$  je še vedno nizka, vendar je rahlo negativna in znaša približno  $\lambda_s = -1 \mu\text{m/m}$ . Natančnost eksperimenta smo preverili z aluminijem (Al), za katerega je znano, da ima ničelno magnetostrikcijo.



**Slika 8: Odvisnost magnetostrikcije zlitin  $\text{AlCoFeNiCu}_x$  od vsebnosti bakra in (v detajlu) slika eksperimenta**

Glavni dosežek naše raziskave  $\text{AlCoFeNiCu}_x$  je, da smo pokazali, da je v visokoentropijskih zlitinah mogoče najti kombinacijo spodobne magnetne mehкости materiala v kombinaciji z ničelno magnetostrikcijo [4]. Ob nadaljnjem razvoju bi bil tak material zanimiv za magnetne aplikacije, kjer se uporabljajo izmenična magnetna polja, saj bi lahko imeli želene magnetne lastnosti brez nadležnega brenčanja. Najboljše lastnosti ima zlitina z  $x = 2,0$  oziroma  $\text{AlCoFeNiCu}_{2,0}$ , ki ima ničelno saturirano magnetostrikcijo  $\lambda_s = 0$ , dokaj nizko koercitivnost  $H_c \approx 650 \text{ A m}^{-1}$  in znatno nasičeno magnetno polarizacijo  $J_s \approx 0,55 \text{ T}$ . Tudi materiala z malenkost večjo vsebnostjo bakra  $x = 2,5$  in  $x = 3,0$  imata podobno dobre lastnosti, npr. skoraj ničelno magnetostrikcijo.

### Zaključek

V prispevku sva avtorja poskušala predstaviti raziskave naše raziskovalne skupine (glej sliko 9) o ma-

gnetno mehkih visokoentropijskih zlitinah, ki gredo v smeri praktičnih aplikacij. Zlitina  $\text{FeCoNiPdCu}$  je zelo dober magnetno mehek material, ki ima vsaj v grobem primerljive lastnosti s komercialno neorientirano elektropločevino [3]. Zlitina  $\text{AlCoFeNiCu}_{2,0}$  sicer nima tako dobrih magnetno mehkih lastnosti, ima pa hkrati ničelno magnetostrikcijo – je torej neke vrste »supertih« magneten material [4]. Če bo visokoentropijske zlitine možno dejansko pripeljati v praktično rabo, pa lahko pokažejo le nadaljnje raziskave.



**Slika 9: Ožja raziskovalna skupina v trenutni sestavi. Od leve proti desni dr. Primož Koželj, dr. Andreja Jelen, dr. Jože Luzar, dr. Stanislav Vrtnik, Peter Mihor, prof. dr. Janez Dolinšek, Julia Petrovič in gostujoča raziskovalka dr. Magdalena Wencka**

[1] J. W. Yeh, S. K. Chen, S. J. Lin, J. Y. Gan, T. S. Chin, T. T. Shun in C. H. Tsau; *Advanced Engineering Materials*, 2004, doi: 10.1002/adem.200300567

[2] J. W. Yeh, S. K. Chen, H. C. Shih, Y. Zhang, T. T. Zuo. V knjigi »High-Entropy Alloys: Fundamentals and Applications«, str. 243-248.

[3] P. Koželj, S. Vrtnik, A. Jelen, M. Krnel, D. Gačnik, G. Dražič, A. Meden, M. Wencka, D. Jezeršek, J. Leskovec, S. Maiti, W. Steurer in J. Dolinšek; *Advanced Engineering Materials*, 2019, doi: 10.1002/adem.201801055

[4] J. Luzar, P. Priputen, M. Drienovský, S. Vrtnik, P. Koželj, A. Jelen, M. Wencka, D. Gačnik, P. Mihor, B. Ambrožič, G. Dražič, A. Meden in J. Dolinšek; *Advanced Materials Interfaces*, 2022, doi: 10.1002/admi.202201535

## OKOLJSKI IN ZDRAVSTVENI VPLIVI KROMOVEGA TRIOKSIDA PO IZPUSTU IZ OBRATA UNIOR ZREČE

Radmila Milačič, Janez Ščančar, Katarina Marković, Odsek za znanosti o okolju - O2

### Uvod

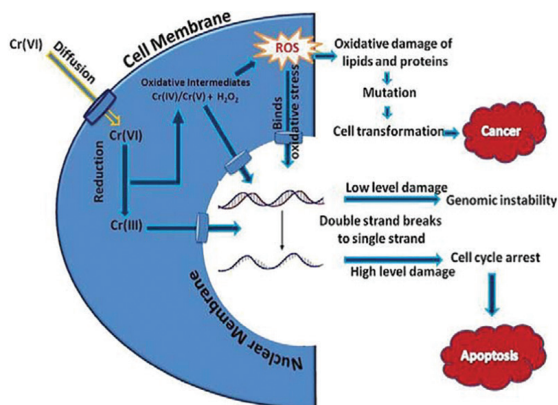
26. 10. 2022 je okoli sedme ure zjutraj iz obrata Unior Zreče, d. d., ob zamenjavi filtrirne naprave prišlo do nehotenega izpusta pare kromovega trioksida ( $\text{CrO}_3$ ) v okolje.  $\text{CrO}_3$  je strupena spojina šestvalentnega kroma ( $\text{Cr(VI)}$ ), ki se uporablja pri postopku galvanizacije. Med dogodkom je bilo vetrovno in deževno vreme. Na avtomobilih, ki so bili parkirani pred obratom, so zaposleni na karoseriji opazili madeže. Trije delavci Uniorja so okoli 7.30 odšli na streho obrata in v desetih minutah odpravili okvaro ter preprečili nadaljnje izhajanje  $\text{CrO}_3$  v okolje. Obsega izpusta ni bilo mogoče natančno določiti, ocenjuje se, da je šlo za manjši izpust. Kakšne so bile morebitne posledice dogodka, lahko ocenimo na osnovi poznavanja kemije kroma in njegovega obnašanja v okolju, kakšen je bil vpliv na zdravje ljudi, pa z analizo Cr v rdečih krvnih telesih – eritrocitih.

### Nekaj splošnih dejstev o kromu, njegovih kemijskih oblikah in strupenosti

Krom (Cr) je element, ki je v naravi pretežno v trivalentnem oksidacijskem stanju ( $\text{Cr(III)}$ ). Izjemoma je lahko prisoten tudi v šestvalentnem oksidacijskem stanju ( $\text{Cr(VI)}$ ), v obliki pare in prahu, ki nastanejo iz kromovih mineralov pri zelo visokih temperaturah ob vulkanskih izbruhih (1, 2).

Strupenost Cr je odvisna predvsem od njegovega oksidacijskega stanja. Spojine  $\text{Cr(VI)}$  so zelo strupene in povzročajo dermatitise ter ob vdihavanju pare lahko dražijo in poškodujejo sluznico v nosni votlini. Izpostavljenost šestvalentnemu Cr lahko vodi tudi v razvoj rakavih obolenj (3, 4). Njegova strupenost je povezana z zmožnostjo prehoda celične membrane negativno nabitih oksianionov kromata ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) ali dikromata ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) prek transportnega sistema sulfatnih/fosfatnih anionov. Po vstopu v celice se  $\text{Cr(VI)}$  hitro reducira do  $\text{Cr(III)}$  s celičnimi reducenti: glutationom, cisteinom in askorbati. Redukcija poteka prek kratkoživih intermediatov petvalentnega in štirivalentnega Cr. Omenjeni intermediati ter nastali  $\text{Cr(III)}$  lahko poškodujejo celično deoksiribonukleinsko kislino (DNK) in motijo proces prepisa (transkripcijo) DNK.  $\text{Cr(VI)}$  je zato genotoksičen in kancerogen (povzroča maligne spremembe celic). Ko  $\text{Cr(VI)}$  vstopi v človeško telo in preide v kri, se tam kopiči v rdečih krvnih celicah – eritrocitih. V eritrocitih se hitro reducira v  $\text{Cr(III)}$ , predvsem z glutatio-

nom in manj z askorbati. Nasprotno spojine  $\text{Cr(III)}$  ne prehajajo celičnih membran in se ne akumulirajo v eritrocitih (5-7). Ker ne morejo vstopiti v celice, so spojine trivalentnega Cr nestrupene oziroma bistveno manj strupene od šestvalentnega Cr.



Slika 1: Shematski prikaz celičnega privzema Cr (VI) v eritrocite (povzeto po ref. 5, Ray, 2014)

### Kje smo ljudje lahko izpostavljeni šestvalentnemu kromu?

Ljudje smo šestvalentnemu Cr večinoma izpostavljeni na delovnih mestih, kjer  $\text{Cr(VI)}$  nastaja (varjenje, rezanje nerjavečega jekla s plazmo, proizvodnja cementa), uporabljamo pa ga tudi pri različnih industrijskih procesih (kemijska industrija, zaščitna sredstva za les, kovinska industrija, galvanski obrati) (1, 2).

Splošna populacija pa je lahko izpostavljena šestvalentnemu Cr zaradi emisij iz prometa pri izgorevanju dizelskega goriva (8), šestvalentni Cr pa nastaja tudi pri visokih temperaturah ob kurjenju premoga in lesa (9, 10).

### Kako se obnaša šestvalentni Cr v okolju?

$\text{Cr(VI)}$  je obstojen v celotnem območju pH-vrednosti in je bolj stabilen pri alkalnih kot kislih pogojih. V stiku z reducenti oziroma antioksidanti se  $\text{Cr(VI)}$  zelo hitro reducira v trivalentno obliko. Redukcija v prisotnosti reducentov poteka zelo hitro, še posebej hitra je v kislih raztopinah. V naravi so močni reducenti, ki lahko reducirajo  $\text{Cr(VI)}$ , spojine dvovalentnega železa, sulfidi in organska snov. Šestvalentni Cr lahko reducirajo tudi nekatere vrste bakterij. Znan reducent, ki učinkovito reducira  $\text{Cr(VI)}$ , je tudi askorbinska kislina (vitamin C) (1, 2, 6, 7). Zaradi

dejstva, da se Cr(VI) hitro reducira z organsko snovjo, ne more obstajati v hrani rastlinskega in živalskega izvora (1, 2, 12-16).

Spojine Cr(VI) so v vodi v glavnem zelo topne in v okolju zelo mobilne. Cr(VI) je v vodnih raztopinah vedno prisoten v obliki dikromatnega ali kromatnega oksianiona, ki imata dvakrat negativen naboj: zaradi negativnega naboja oksianiona zlahka prehajata celične membrane, medtem ko je prehod spojin trivalentnega Cr prek celičnih membran neznačen. Znotraj celice se Cr(VI) z reducenti, prisotnimi v živih celicah, učinkovito reducira. Redukcija poteka hipoma prek vmesnih spojin petvalentnega in štirivalentnega Cr do njegove trivalentne, stabilne oblike. Pri tem nastanejo poškodbe DNK. Zato je šestvalentni Cr karcinogen. Trivalentni krom, ki ni posledica redukcije iz šestvalentnega Cr, pa ni strupen, saj v celico ne prehaja (2).

### **Kaj se je zgodilo s šestvalentnim Cr po izpustu CrO<sub>3</sub> v okolico?**

Cr(VI), ki je prekril strehe, betonske in asfaltne površine in se je z meteornimi vodami spral v vodotoke, se je v površinskih vodah razredčil in se vezal na delce, ki so se usedli na rečno dno in se združili s sedimentom. Organska snov, prisotna v sedimentu, je Cr(VI) reducirala (17). Šestvalentni Cr, ki je prekril travnate površine, tla, drevje in odpadlo listje, se je v stiku z organsko snovjo zreduciral v nestrupen oziroma bistveno manj strupen Cr(III) (1, 2, 12-16). Zato je tudi njegovo morebitno pronicanje skozi tla v podtalnico malo verjetno, saj se je na svoji poti najverjetneje v celoti zreduciral. Koncentracije naravno prisotnega Cr(III) v zemlji se v povprečju gibljejo med 80 in 120 mg kg<sup>-1</sup>, v rastlinah pa so koncentracije Cr(III) med 0,5 in 5 mg kg<sup>-1</sup> Cr (2, 14). Koncentracije Cr(VI), ki se je sprostil v okolje in prekril okoliška tla in rastline, so bile v primerjavi s temi, ki so prisotne v tleh oziroma v rastlinskem materialu, po vsej verjetnosti zaradi učinka redčenja, ko se je izpust par CrO<sub>3</sub> z vetrom in dežjem širil v okolico, bistveno nižje. Kmalu po izpustu iz obrata Unior obstoj Cr(VI) v okolju ni bil več mogoč, saj se je zreduciral z organsko snovjo in ga tudi z najbolj občutljivimi metodami kemijske analize (1, 2) ne moremo ločiti od koncentracij naravno prisotnega Cr(III) v okolju - torej od njegovega naravnega ozadja.

Na podlagi poznavanja kemije Cr torej lahko zaključimo, da po izpustu CrO<sub>3</sub> v okolico obrata Unior Zreče ni bilo večjih škodljivih učinkov na okolje. Poleg tega je šlo za krajši in po dostopnih poročanjih manjši izpust.

### **Kaj je povzročilo poškodbe na avtomobilskem laku?**

Cr(VI) v obliki CrO<sub>3</sub>, ki se uporablja v galvanskih obratih, je v vodi zelo topna spojina. CrO<sub>3</sub> se je v stiku z vodo (dežne kapljice) spremenil v šibko kromovo kislino H<sub>2</sub>CrO<sub>3</sub> (pH = 3,03). Ta je prekrila površine avtomobilov na parkirišču Unior Zreče in pustila korozijske poškodbe na lakirani pločevini avtomobilov. Madeže je bilo možno odstraniti s poliranjem.

### **Ali lahko ovrednotimo obseg izpusta šestvalentnega Cr iz obrata Unior?**

Obseg izpusta bi lahko ovrednotili le takoj po dogodku, če bi zajeli vzorce zraka in analizo vsebnosti Cr(VI) opravili takoj, kar pa je bilo praktično nemogoče izvesti. Za izračune pa bi morali poznati tudi volumen izpuščenih par.

### **Kako lahko ocenimo izpostavljenost ljudi šestvalentnemu Cr?**

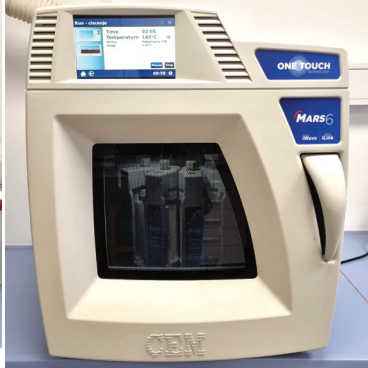
Nedavno izpostavljenost (po največ dveh dneh) trivalentnemu in šestvalentnemu Cr lahko ocenimo z merjenjem koncentracij Cr v urinu in krvni plazmi (ali serumu) (18), medtem ko povišane koncentracije Cr v eritrocitih specifično kažejo na nedavno ali dolgotrajno izpostavljenost šestvalentnemu Cr (18-20). Ker je življenjska doba eritrocitov od 70 do 140 dni (povprečna življenjska doba 115 dni) (18, 21), predstavlja koncentracija Cr v eritrocitih množino Cr(VI), ki se je v eritrocitih akumulirala v preteklih 8 do 10 tednih. Koncentracija Cr v eritrocitih je tako pokazatelj (biomarker) morebitne izpostavljenosti (v zadnjih 8 do 10 tednih) Cr(VI) (18).

### **Ali je bilo po izpustu CrO<sub>3</sub> v okolico zdravje prebivalcev Zreč ogroženo?**

Trije delavci, ki so na strehi obrata Unior odpravljali napako, niso poročali o draženju dihalnih poti ali jedkem občutku na koži. Prav tako ljudje, ki so bili med dogodkom na prostem v bližini izpusta, niso poročali o občutkih draženja. Zato lahko sklepamo, da je bila akutna izpostavljenost CrO<sub>3</sub> minimalna. Šlo je za krajši in po dostopnih poročanjih manjši izpust.

Odgovorni v podjetju Unior so se kljub temu odločili, da ocenijo nevarnost, ki jo je izpust predstavljal za prebivalstvo. Najbolj izpostavljeni so bili trije delavci, ki so na strehi odpravljali okvaro. Njihovo izpostavljenost smo ocenili na osnovi meritev koncentracije Cr v krvi; in sicer v krvni plazmi (serumu) in eritrocitih. Za primerjavo smo v študijo vključili delavce iz galvane, ki niso bili na strehi, in delavce, ki le občasno delajo v galvani. Referenčne vrednosti za koncentracije Cr v krvi neizpostavljene populacije

ljudi smo pridobili iz literature, na podlagi podatkov iz obsežnih študij, narejenih v Pakistanu, na Kitajskem in v Evropi (19, 20, 22).



**Slika 2: Razkroj vzorcev eritrocitov v mikrovalovni pečici**

V Ambulanti medicine dela Pacient, d. o. o., Zreče so 16. 12. 2022, sedem tednov (51. dan) po dogodku, devetim delavcem iz obrata Unior odvzeli 2-krat po 3,5 mL krvi v epruvete BD Vacutainer™ SST™ II Advance Tubes, ki vsebujejo gel, namenjen ločitvi seruma in eritrocitov. Vzorce krvi so takoj po odvzemu zamrznili (-20 °C). Zamrznjene vzorce so nato z osebnim avtomobilom 21. 12. 2022 pripeljali na Institut "Jožef Stefan", kjer smo takoj začeli opravljati analizo. Vsebnost Cr smo določili v eni epruveti krvi, drugo (paralelni vzorec) hranimo zamrznjeno na Institutu "Jožef Stefan" pri -20 °C. Zaradi nepristranskosti analiz smo vzorce oštevilčili od 1 do 9. Naročniku smo posredovali rezultate tako označenih vzorcev. Po oddanih rezultatih smo pridobili tudi podatke o tem, kateri trije delavci so bili med izpustom CrO<sub>3</sub> na strehi in kateri delajo v galvanii ali zunaj nje.

### Določitev koncentracij Cr v humanem serumu in eritrocitih

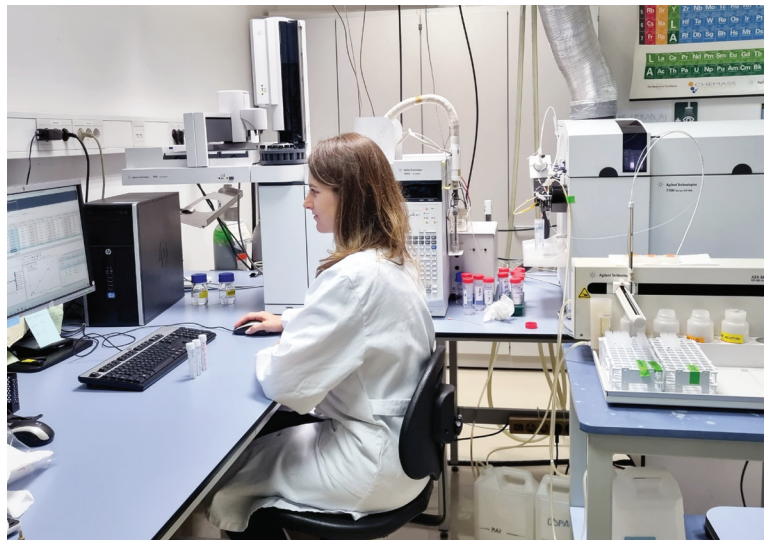
Vzorce krvi smo odmrznili in s pipeto ločili serum od eritrocitov. Analizo smo opravili po validiranem postopku, opisanem v članku Nübler in sod. (23), kjer je v študiji sodelovala tudi naša skupina. Serum smo pred določitvijo Cr z ICP-MS 5-krat redčili z ultra čisto Milli-Q vodo (24). Približno 1 g vzorca eritrocitov smo odpipetirali v teflonske posode, dodali 1 mL spektralno čistega H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (s.p.) in 0,5 mL spektralno čiste HNO<sub>3</sub>

ter razkrajali v analizni mikrovalovni pečici 1 uro pri 120 °C in maksimalni moči mikrovalov 1200 W (slika 2). Koncentracijo Cr v vzorcih smo določili z uporabo ICP-MS instrumenta Agilent 7700x z eksterno kalibracijo. Za odstranitev poliatomnih interferenc na  $m/z$  52 smo meritve izvedli v High Energy Collision Mode (HECM) (slika 3).

Umeritveno premico za določitev Cr v eritrocitih smo pripravili v isti koncentraciji kislin, kot smo jih uporabili pri razkroju (»matrix matched standards«). Kontrolo kakovosti meritev z ICP-MS za določitev Cr smo preverili z analizo referenčnega materiala SPS-SW1 (Reference material for measurements of elements in surface waters)

proizvajalca Spectrapure Standards (Oslo, Norveška), za določitev Cr v eritrocitih pa z analizo referenčnega materiala Seronorm (Trace elements in whole blood, High Level (L1)) proizvajalca Sero (Billingstad, Norveška). Rezultati analiz referenčnih materialov so pokazali dobro ujemanje med določenimi in certificiranimi koncentracijami Cr ter potrdili točnost uporabljenih analiznih postopkov za določitev Cr v serumu in eritrocitih z ICP-MS.

Meja zaznave (LOD) določitve Cr v vzorcih seruma in eritrocitov z ICP-MS je 0,10 ng mL<sup>-1</sup>.



**Slika 3: Določitev koncentracij Cr v humanem serumu in eritrocitih z metodo ICP-MS**

## Rezultati

Rezultate meritev Cr v serumu in eritrocitih delavcev Uniorja z ICP-MS prikazuje tabela 1.

**Tabela 1:** Koncentracije Cr v serumu in eritrocitih, določene z metodo ICP-MS. Rezultati predstavljajo povprečno vrednost dveh paralelnih vzorcev (vsak pomerjen 5-krat). Merilna negotovost za določitev Cr v serumu je boljša od  $\pm 10\%$ , za določitev Cr v eritrocitih pa boljša od  $\pm 20\%$ .

Vzorec št.	Starost (let)	Kadilec/ nekadilec	Delovno mesto	Bil na strehi, da odpravi izpust CrO <sub>3</sub>	Koncentracija Cr v eritrocitih (ng mL <sup>-1</sup> )	Koncentracija Cr v serumu (ng mL <sup>-1</sup> )
1	53	nekadilec	Laborant okoljevarstvenik, ne dela v galvani	DA	2,91	0,49
2	31	nekadilec	Vodja oddelka I, vodja galvane, občasno dela na liniji	DA	2,18	0,34
3	51	nekadilec	Obdelovalec kovin III, dela v istem prostoru, 20 m od galvanske linije	NE	1,86	0,35
4	31	nekadilec	Vodja oddelka II, dela na galvanski liniji, <b>dnevno dela na liniji</b>	NE	2,04	0,40
5	50	pred kratkim nehal kaditi	Vodja oddelka I, upravljanje linije galvaniziranja, <b>dnevno dela na liniji</b>	NE	2,18	0,33
6	52	nekadilec	Obd. kovin III, dela v istem prostoru, 20 m od galvanske linije	NE	1,90	0,34
7	53	kadilec	Vzdrževalec – vzdrževanje galvane, občasno dela na liniji	DA	2,17	0,27
8	58	nekadilec	Električar – elektro vzdrževanje galvane, občasno dela na liniji	NE	1,64	0,20
9	57	pred 5 leti nehal kaditi	Električar – elektro vzdrževanje galvane, občasno dela na liniji	NE	1,99	0,34

Podatke iz literature o koncentracijskih nivojih Cr v eritrocitih pri delavcih iz galvanskih obratov in pri kontrolni, neizpostavljeni populaciji, prikazuje tabela 2.

**Tabela 2:** Koncentracije Cr v eritrocitih pri delavcih iz galvanskih obratov in pri neizpostavljeni populaciji.

Država	Koncentracija Cr v eritrocitih (ng mL <sup>-1</sup> ) Kontrolna skupina <b>Mediana</b> (minimalna – maksimalna vrednost)	Koncentracija Cr v eritrocitih (ng mL <sup>-1</sup> ) Delavci v galvanskih obratih <b>Mediana</b> (minimalna – maksimalna vrednost)	Ref.
Pakistan	<b>0,685</b> (0,605 – 0,765), n=110	<b>4,4</b> (4,2 – 4,6), n=220	19
Kitajska	<b>1,65</b> (0,17 – 3,30), n=93	<b>4,77</b> (1,10 – 14,98), n=157	20
Finska	<b>1,14</b> (0,92 – 1,57), n=25	<b>1,55</b> (0,30 – 7,61), n=40*	22
Francija	<b>4,45</b> (3,58 – 5,56), n=22	<b>4,49</b> (2,97 – 10,00), n=56*	22
Nizozemska	<b>4,67</b> (4,17 – 5,34), n=12	<b>5,69</b> (4,67 – 21,2), n=20*	22
Portugalska	<b>0,66</b> (0,56 – 3,40), n=27	<b>1,89</b> (0,61 – 4,56), n=20*	22
EUdržave skupaj	<b>0,63</b> (<LOQ – 5,56), n=175	<b>4,34</b> (<LOQ – 21,22), n=70	22

\*podatki vključujejo vse poklicno izpostavljene delavce, vključno tiste, ki delajo v galvanskih obratih  
LOQ = meja kvantifikacije

Rezultati v tabeli 1 kažejo, da delavci Uniorja niso bili izpostavljeni škodljivi koncentraciji Cr(III), saj so koncentracije Cr v njihovem krvnem serumu med 0,196 in 0,487 ng mL<sup>-1</sup>. Te koncentracije so primerljive koncentracijam Cr v serumu, ki so jih za neizpostavljeno populacijo izmerili Bergant in sod. (0,19–0,46 ng mL<sup>-1</sup>) (24), in tistim, ki so jih za neizpostavljeno evropsko prebivalstvo izmerili Ndaw in sod. (mediana 0,48 ng mL<sup>-1</sup>, <LOQ – 3,36 ng mL<sup>-1</sup>) (22).

Iz rezultatov v tabeli 1 je nadalje razvidno, da so koncentracije Cr v eritrocitih med 1,86 in 2,91 ng mL<sup>-1</sup>. Vrednosti Cr v eritrocitih se bistveno ne razlikujejo med delavci, ki delajo dnevno ali le občasno na galvanski liniji, in tudi ne med delavci, ki so na strehi odpravljali okvaro. Izmerjene koncentracije Cr so nižje od maksimalnih izmerjenih koncentracij v neizpostavljeni populaciji na Kitajskem (20), v Franciji, Nizozemski, Portugalski in državah EU (22) (tabela 2). V primerjavi z delavci iz galvanskih obratov po svetu so koncentracije Cr v eritrocitih delavcev podjetja Unior nižje od srednjih vrednosti (mediana) koncentracij, ki so jih določili v Pakistanu (4,4 ng mL<sup>-1</sup>) (19), na Kitajskem (4,77 ng mL<sup>-1</sup>) (20) in v državah EU (4,34 ng mL<sup>-1</sup>) (22) ter precej nižje od maksimalnih izmerjenih koncentracij v Pakistanu (4,6 ng mL<sup>-1</sup>) (19), na Kitajskem (14,98 ng mL<sup>-1</sup>) (20) in v državah EU (21,22 ng mL<sup>-1</sup>) (22) (tabela 2).

Iz podatkov o izmerjenih koncentracijah Cr v eritrocitih delavcev Uniorja (tabela 1) in podatkov iz literature (tabela 2) lahko ugotovimo, da so bili delavci, ki delajo v galvani Uniorja, na delovnem mestu minimalno izpostavljeni šestvalentnemu Cr, kar kaže na zavedanje o potrebni zaščiti na delovnem mestu. Prav tako ni bistvenih razlik v koncentraciji Cr v eritrocitih pri delavcih, ki so med izpustom odpravljali okvaro na strehi, in delavcih, ki delajo v galvani oziroma delajo tam le občasno.

### Zaključek

Kemijske analize Cr v eritrocitih so pokazale, da delavci, ki so 26. 10. 2022 na strehi obrata Unior odpravljali okvaro, niso bili toliko izpostavljeni šestvalentnemu Cr, da bi to lahko negativno vplivalo na njihovo zdravje, čeprav so bili najdalj časa in najbližje izvoru izpusta CrO<sub>3</sub> v okolico.

Zato lahko sklepamo, da je bila izpostavljenost prebivalcev Zreč, ki so bili med dogodkom v bližini obrata Unior, minimalna in ni imela negativnih posledic na njihovo zdravje.

### Literatura

1. J. Ščančar, R. Milačič; *J. Anal. At. Spectrom.*, 2014, DOI: 10.1039/c3ja50198a
2. R. Milačič, J. Ščančar; *Trends Anal. Chem.*, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115888>
3. R.R. Ray; *Interdiscip. Toxicol.* 2016, doi:10.1515/intox-2016-0007
4. Y. Wang, H. Su, Y. Gu, X. Song, J. Zhao; *Onco. Targets. Ther.*, 2017, doi:10.2147/OTT.S139262
5. R. Ray; *Interdiscip. Toxicol.*, 2016, doi: 10.1515/intox-2016-0007
6. A. Zhitkovich, *Chromium: Exposure, Toxicity, and Biomonitoring Approaches*, V: S.H. Wilson, W.A. Suk (Ur.). *Biomarkers of Environmentally Associated Disease: Technologies, Concepts and perspectives*, Lewis Publishers, CCR Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2002, str. 267–286.
7. P.A. Lay, A. Levina; *Chromium*, V: W. Maret, A. Weed (Ur.), *Binding, Transport and Storage of metal Ions in Biological Cells*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2014, str. 188–222.
8. C.H. Yu, L. Huang, J. Young Shin, F. Artigas, Z. Fan; *Atmos. Environ.*, 2014, doi:10.1016/j.atmosenv.2014.06.004
9. Z. Li, Q. Wang, Z. Xiao, L. Fan, D. Wang, X. Li, J. Du, J. Cheng; *Atmosphere* 2020, doi:10.3390/atmos11090951
10. Y.W. Weldu, G. Assefa, O. Jolliet; *Appl. Energy*, 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.101>
11. E. Plestenjak, B. Kraigher, S. Leskovec, I. Mandić Mulec, S. Marković, J. Ščančar, R. Milačič; *Sci. Reports*, 2022, DOI 10.1038/s41598-022-24797-z
12. B. Novotnik, T. Zuliani, J. Ščančar, R. Milačič; *J. Anal. At. Spectrom.*, 2013, doi: 10.1039/C3JA30233D.
13. B. Novotnik, T. Zuliani, J. Ščančar, R. Milačič; *J. Trace Elem. Med. Biol* 2015, doi: 10.1016/j.jtemb.2015.04.003
14. S. Marković, M. Gabrič, M. Islamčević Razboršek, R. Milačič, J. Ščančar; *J. Food Compos. Anal.*, 2022, doi: 10.1016/j.jfca.2022.104422
15. S. Marković, L. Lvestek, D. Žigon, J. Ščančar, R. Milačič; *Front. Chem.*, 2022, doi: 10.3389/fchem.2022.863387
16. R. Milačič, J. Ščančar; *Food Chem.* 2017; doi: 10.1016/j.foodchem.2018.01.191
17. A. Drinčić, T. Zuliani, J. Ščančar, R. Milačič; *Sci. Total Environ.*, 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.112
18. J. Devoy, A. Géhin, S. Müller, M. Melczer, A. Remy, G. Antoine, I. Sponne; *Toxicol. Lett.*, 2016, 10.1016/j.toxlet.2016.05.008.hal-0303811

19. M. Ateeq, H.U. Rehman, S. Zareen, F. Ullah, K.A. Rehman, B. Zahoor, N. Mahmood, N.L. Hidayati, K. Saeed; *J. Entomol. Zool. Stud.*, 2016, 4, str. 247–248.
20. X-H. Zhang, X. Zhang, X-C. Wang, L-F. Jin, Z-P. Yang, C-X. Jiang, Q. Chen, X-B. Ren, J-Z. Cao, Q. Wang, Y-M. Zhu; *BMC Public Health*, 2011, <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/11/224>
21. R.S. Franco; *Transfus. Med. Hemotherapy.*, 2012, DOI: 10.1159/000342232
22. S. Ndaw, V. Leso, R. Bousoumah, A. Rémy, B. Bocca, R. Corneliu Duca, L. Godderis, E. Hardy, B. Janasik, A. van Nieuwenhuysse, H. Pinhal, K. Poels, S.P. Porras, F. Ruggieri, T. Santonen, S. Reis Santos, P.T.J. Scheepers, M. João Silva, J. Verdonck, S. Viegas, W. Wasowicz, I. Iavicoli, HB/M4EU chromates study team; *Environ. Res.*, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113758>
23. S. Nübler, M. Schäfer, K. Haji-Abbas-Zarrabi, S. Marković, K. Marković, M. Esteban López, A. Castaño, H. Mol, H.M. Koch, J-P. Antignac, J. Haj-slova, C. Thomsen, K. Vorkamp, T. Göen; *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126912>
24. M. Bergant, J. Ščančar, R. Milačič; *Talanta*, 2020, doi: 10.1016/j.talanta.2020.121199.

## PODPISAN SPORAZUM O SODELOVANJU IJS IN CNR

Na Institutu "Jožef Stefan" bomo v sodelovanju z Italijanskim nacionalnim svetom (National Research Council of Italy – CNR) letos začeli izvajati dejavnosti, s katerimi želimo krepiti sodelovanje med raziskovalci in raziskovalkami obeh institucij. Decembra lani smo namreč podpisali sporazum o medsebojnem sodelovanju in tako vzpostavili formalni okvir za sodelovanje.

### Kaj prinaša sporazum?

CNR je največji raziskovalni svet v Italiji s sedežem v Rimu, kot javna organizacija pa je njegova naloga podpirati znanstvene in tehnološke raziskave. V okviru sporazuma bomo krepili sodelovanje na področjih kvantnih znanosti, robotike, nanostrukturnih materialov, fuzije in fisije.

Z internim razpisom bomo vsaki dve leti finančno podprli dejavnosti, ki so potrebne, da se raziskovalke in raziskovalci dogovorijo za sodelovanje v programu Obzorje Evropa ali drugih mednarodnih programih. Gre torej za semenski kapital, s katerim bomo financirali skupne delovne sestanke, obiske, izmenjavo raziskovalcev in podobno. Na razpisu bo izbranih pet projektov s proračunom po 12.000 evrov, od tega bo vsaka institucija podprla dejavnosti svojih zaposlenih na projektu v vrednosti 6.000 evrov.

V okviru sporazuma so urejene tudi zaupnost informacij, intelektualna lastnina in znanstvene objave.

### Katere dejavnosti bodo potekale letos?

Interni razpis bo objavljen do 1. aprila, predloge projektov bomo zbirali najpozneje do 1. julija 2023.

Po neodvisni evalvaciji predlogov projektov na vsaki od institucij bosta sledila sestanek IJS in CNR ter izbira projektov, ki jo je treba izpeljati do konca leta. Izbrani projekti se bodo lahko začeli izvajati januarja 2024 in bodo trajali dve leti.

Da vam olajšamo sodelovanje in iskanje partnerjev, bomo 15. marca organizirali spoznavni dogodek, ki bo služil izključno raziskoval-

cem in raziskovalkam, da se medsebojno predstavite in poiščete morebitne teme za sodelovanje.

Ker smo vstopili šele v prvo leto tovrstnega sodelovanja, se dogovarjamo tudi o organizaciji promocijskega dogodka v drugi polovici leta 2023 v Italiji.

Vprašanja o sodelovanju s CNR mi lahko pošljete na elektronski naslov [Romana.Jordan@ijs.si](mailto:Romana.Jordan@ijs.si)

*dr. Romana Jordan,  
pomočnica direktorja za zadeve EU*





## PRIDRUŽITE SE PODPORNIM SHEMI IJS ZA PRIJAVO PROJEKTOV EVROPSKEGA RAZISKOVALNEGA SKLADA (ERC)

Želite postati del skupine raziskovalcev in raziskovalk Instituta "Jožef Stefan", ki so prejemniki projektov Evropskega raziskovalnega sklada (ERC)? Trenutno na IJS izvajamo šest ERC-projektov, dva za izkušene raziskovalce (AdG), tri za raziskovalca in raziskovalko na začetku znanstvene kariere (StG) in enega za potrditev koncepta raziskav (PoC). Pridružite se naši podporni shemi za prijavitelje in prijaviteljice, v okviru katere poskušamo izpolniti vaše individualne želje, hkrati pa vam omogočimo medsebojno povezovanje in izmenjavo informacij.

Razpisi za raziskovalce in raziskovalke na začetku kariere (StG) bodo predvidoma odprti med julijem in oktobrom 2023, za utrditev znanstvene kariere (CoG) v drugi polovici leta ter za uveljavljene raziskovalce in raziskovalke konec letošnjega in v začetku naslednjega leta.

Da bo prijava projekta uspela, mora biti izpolnjenih več potrebnih pogojev. Izkazati je treba odličnost raziskovalca oziroma raziskovalke, znanstvena ideja mora biti prebojna z vplivom na razvoj znanstvenega področja, prijava mora biti prepričljivo napisana, v primeru vabila na ustni zagovor pa se je treba zelo dobro pripraviti na časovno strogo omejen nastop

pred komisijo. Del prijave je tudi raziskovalna institucija, tudi IJS mora namreč dokazati, da omogoča nemoteno delo nosilkam in nosilcem ERC-projektov.

V okviru podporne sheme, ki je zdaj že utečena, saj jo izvajamo že nekaj let, prijaviteljem in prijaviteljicam ponujamo vrsto podpornih ukrepov, ki bi jih po sklopih razdelila takole: enotna informacijska točka o IJS ERC-podpori, poznavanje razpisov in njihovih posebnosti, presoja CV in možne izboljšave, razvoj projektne ideje, pomoč pri pisanju prijave (administrativno-finančni in vsebinski del), predstavitev projektne prijave, dostop do uspešnih prijav, podpora pri uveljavljanju ukrepov iz komplementarne sheme, koordinacija s podpornimi ukrepi MIZŠ in (v zelo omejenem obsegu) podpora pri izvajanju projekta.

Podporne sheme za prijaviteljice in prijavitelje StG in CoG-projektov bomo začeli izvajati že marca, zato vabim vse, ki bi se nam želeli priključiti, naj nam to sporočijo na elektronska naslova Alma.Mehle@ijs.si in Romana.Jordan@ijs.si

*dr. Romana Jordan,  
pomočnica direktorja za zadeve EU*

## ENAKOST SPOLOV

### IZOBRAŽEVANJA O ENAKOSTI SPOLOV ZA VKLJUČUJOČO ORGANIZACIJSKO KULTURO IN SPODBUJANJE RAZISKOVALNEGA POTENCIALA

Iva Perhavec, oseba za enakost spolov, etične vidike in reševanje sporov na IJS

Za uspešne institucionalne spremembe, ki dolgoročno izboljšajo položaj žensk v organizaciji, sta ključnega pomena krepitev ozaveščenosti in izvajanje izobraževanj na temo enakosti spolov. Slednja vodstvu in drugim zaposlenim omogočijo pridobitev znanj in veščin, kako prepoznati ter odpravljati prakse, vidike organizacijske kulture in nezavedno pristranskost, ki prispevajo k neenaki obravnavi

žensk in moških. Še pomembneje je, da tovrstne dejavnosti ponudijo prostor za izmenjavo zamisli ter dobrih praks, kako oblikovati in udejanjiti bolj vključujoče delovno okolje, kar dolgoročno prinese koristi organizaciji kot celoti.

Prav krepitev zmogljivosti na področju enakosti spolov je eden izmed ciljev projekta Athena - Izvajanje načrtov za enakost spolov za sprostitvev raziskovalnega potenciala v raziskovalnih organizacijah in organiza-



**athena**  
gender equality to unlock  
research potential



"This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101006416"

cijah za financiranje raziskav v Evropi, ki ga Institut "Jožef Stefan" s financiranjem programa Obzorje 2020 izvaja v obdobju februar 2021–januar 2025. V ta namen sta konzorcij projekta Athena<sup>1</sup> in Odbor za izvedbo načrta za enakost spolov (INES)<sup>2</sup> za zaposlene na IJS oktobra in novembra 2022 organizirala cikel petih izobraževanj, ki so naslovili različne vidike



**Enakost spolov na vodilnih položajih in pri odločanju, 13. 10. 2022**

spodbujanja enakosti spolov in krepiteve vključujoče organizacijske kulture na IJS. Več kot 200 sodelavk in sodelavcev se je seznanilo z vplivom in posledicami nezavedne pristranskosti v delovnem okolju, razpravljalo o spodbujanju enakosti spolov v okviru politik zaposlovanja ter kariernega napredovanja, procesov odločanja in zasedanja vodilnih položajev na IJS ter vzpostavljanju ravnovesja med poklicnim in zasebnim življenjem. Organizirano je bilo tudi izobraževanje o etiki in integriteti v znanstvenih raziskavah. Pri izvedbi so sodelovale zunanje predavateljice in predavatelji ter številne sodelavke in sodelavci IJS, ki so delili svoja znanja in spretnosti, potrebna za spodbujanje enakosti spolov v delovnem okolju.



**Mirjana Dimc Perko, Incon, d.o.o.**

Direktor Instituta "Jožef Stefan" prof. dr. Boštjan Zalar je udeleženko in udeležence izobraževanj nagovoril ob vsakem dogodku ter poudaril pomembnost projekta Athena, ki ga je IJS začel izvajati v

ključnem obdobju, ko se kot družba začnemo bolj resno zavedati težav na področju enakosti spolov, ki so nas spremljale skozi zgodovino: »Želel bi si, da se čez nekaj let o teh zadevah ne bi bilo treba več pogovarjati, ker bi dosegli želeno stanje na področju enakosti spolov, a do tam je še dolga pot, ki jo moramo prehoditi skupaj. Cikel izobraževanj je spodbudil razmislek in razvoj idej, kako to področje na IJS izboljšati in pohitriti potreben napredek.«

Tudi številne sodelavke in sodelavci so se udeležili vseh petih izobraževanj, s tem pa izkazali poseben interes in zavezanost enakosti spolov. Med njimi je tudi izr. prof. dr. Miha Čekada, vodja odseka F3, ki je imel v sklopu izobraževanj tudi sam predavanje o deležu žensk v vodstvu IJS v zadnjih 30 letih: »Kot predavatelj na enem od petih usposabljanj sem se čutil obvezanega, da se udeležim vseh dogodkov, ne le „svojega“. Edino tako sem dobil širši vpogled v več vidikov, ki jih je delavnica pokrivala. Čeprav je bila nominalno tematika osredotočena na enakost spolov, pa je odprla več družboslovnih tem, ki se jim na IJS kot naravoslovno-tehniškem inštitutu kar nekako izogibamo. Naj omenim vprašanja izbora vodstvenega kadra, kariernega napredovanja, odnosa med zasebnim in službenim, pa tudi nekatere negativne vidike, denimo mobing in razni stereotipi. Delavnico bi lahko na prvi pogled sprejeli kot zaključen projekt; nasprotno, smatrati bi jo morali kot začetek, da se začnemo o teh tematikah bolj poglobljeno pogovarjati, iskati za IJS specifične šibke točke in jih odpravljati.«



**Prof. dr. Boštjan Zalar, direktor IJS, mag. Sonja Šmuc, izvršna direktorica v podjetju Blueberry, dr. Peter Venturini, direktor, Helios TBLUS, d. o. o., prof. dr. Maja Ravnikar, direktorica NIB, prof. dr. Barbara Malič, IJS**

Tudi mag. Marja Mali, vodja mednarodne projektne pisarne, poudarja pomen tovrstnih izobraževanj za učinkovite spremembe na ravni celotne organizacije: »Različna predavanja so mi prikazala širok spekter

problemov, izzivov, s katerimi se ženske srečujemo na svojih delovnih mestih, v kariernem razvoju in tudi na vodilnih položajih. Za IJS je koristno, da smo se začeli o teh zadevah pogovarjati, se zavedati, da obstajajo, in iskati rešitve tako na ravni posameznih oddelkov kot na ravni organizacije. Do zdaj je bilo to področje prepuščeno posameznikom, na ravni odsekov, ki so težave reševali sami, s svojo iznajdljivostjo in intuitivnostjo. Menim, da morajo biti za plodno in zadovoljno delo v prihodnje tovrstna usposabljanja stalnica za zaposlene na IJS.« Mag. Mali še dodaja, da jo je najbolj pritegnilo predavanje prof. dr. Miha Čekade, saj je z zanimanjem sledila številčnemu prikazu žensk v vodstvu IJS v zadnjih nekaj desetletjih.



**Doc. dr. Rok Benčin in dr. Jovana Mihajlovič Trbovc, oba ZRC SAZU**

Udeleženke in udeleženci so v anonimni evalvaciji izobraževanja ocenili kot koristna in dobro organizirana, želijo pa si, da bi se takšnih dogodkov udeležilo več vodstvenega kadra IJS ter nasploh več moških sodelavcev. Sodelavke so se izobraževanj namreč udeležile v skoraj enkrat večjem številu kot sodelavci (63 % žensk in 34 % moških; 3 % neopredeljenih). Vendar enakost spolov vsekakor ni le ženska tema, saj so neenakosti na delovnem mestu posledica neravnovesja moči med moškimi in ženskami v družbi, zato so prizadevanja, ki spodbujajo spremembe vedenja ter vključujejo moške in dečke kot zaveznike žensk ključne za doseganje enakosti spolov.

Žan Gostenčnik, mladi raziskovalec na odseku F3 in predsednik Študentskega sveta Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana, meni, da so izobraževanja podala uvid v neenak položaj žensk v družbi: »Skozi celotno zgodovino so bili v večini družb privilegirani moški. Vesel sem, da živimo v družbi, kjer se položaj obeh spolov izenačuje, vendar v praksi še vedno nimamo povsem enakih priložnosti in obravnave. Moški se včasih sploh ne zavedamo, da smo privilegirani, zato je pomembno, da razumemo

položaj žensk v družbi in kakšne težave imajo samo zaradi tega, ker so ženske, kar nam omogočajo ravno ta predavanja. S tem bomo lahko prispevali k večji pravičnosti med spoloma.«



**Prof. dr. Spomenka Kobe, IJS**

Nina Reščič, raziskovalka na odseku E9, se je prvega predavanja udeležila predvsem iz radovednosti: »Zanimali so me rezultati in zaključki ankete med zaposlenimi, v katero sem bila vključena tudi sama. Resen in objektivni pristop k obdelavi podatkov me je prepričal, da sem se udeležila tudi drugih predavanj. Verjamem, da so tovrstna usposabljanja pomembna, ker opozarjajo na zelo pomembno dejstvo – nihče si ne želi privilegirane ali posebne obravnave, samo enakih možnosti. Sama si želim, da bi se takih usposabljanj udeležilo še več tistih, ki imajo dejansko moč pri zagotavljanju enakih možnosti za vse.«

Posnetki vseh petih izobraževanj so objavljeni na spletni strani <https://www.ijs.si/ijsw/EnakostSpolov>. Tu bodo objavljena tudi obvestila o prihodnjih dejavnostih projekta Athena in izobraževanjih, ki jih načrtujemo letos, med katerimi bo tudi delavnica o preprečevanju nasilja na podlagi spola, vključno s spolnim nadlegovanjem.

<sup>1</sup> Članice konzorcija Athena so: prof. dr. Borka Jerman Blažič, dr. Romana Jordan, doc. dr. Ita Junkar, prof. dr. Spomenka Kobe, prof. dr. Barbara Malič, prof. dr. Ingrid Milošev, prof. dr. Dunja Mladenec, prof. dr. Maja Remškar, dr. Melita Tramšek in dr. Vida Vukašinović.

<sup>2</sup> Članice in člani Odbora INES so: prof. dr. Barbara Malič, predsednica; prof. dr. Aleš Berlec; Vesna Butinar; dr. Romana Jordan; doc. dr. Ita Junkar; mag. Matjaž Koželj; prof. dr. Saša Novak Krmpotič; Junoš Lukan; Alma Mehle; Rok Novak; doc. dr. Mojca Otoničar; Iva Perhavec; prof. dr. Maja Remškar; dr. Marina Santo Zarnik; Pia Starič; dr. Špela Stres; Luka Virag; dr. Vida Vukašinović.

## OB 70. OBLETNICI ODPRTJA GLAVNE STAVBE INSTITUTA "JOŽEF STEFAN" (8. 2. 1953)

Tatjana Peterlin Neumaier, Breslauer Straße 58, D-85748 Garching, Nemčija, tanja\_pn@gmx.de

Prešernov dan, 8. februar, je slovenski kulturni praznik, ki ga vsako leto v spomin na največjega slovenskega pesnika Franceta Prešerna tudi primerno praznujemo. A le malokdo ve, da so pred 70 leti na Prešernov dan na Jamovi cesti 39 slavnostno odprli prve lastne prostore Fizikalnega inštituta Jožefa Stefana. Inštitut se je od takrat zelo povečal, večkrat spremenil svoje raziskovalne cilje in ime. Danes se imenuje Institut "Jožef Stefan". Postal je največji slovenski raziskovalni zavod na področju naravoslovja in tehnologije, ki obsega več stavb in ima enoto v Podgorici (Reaktorski center). V njegovih 28 raziskovalnih odsekih in 21 centrih deluje 1170 ljudi, od katerih je 568 raziskovalcev z doktoratom.

Njegovi skromni začetki segajo v leto 1945. Že na prvi povojni seji predsedstva Akademije znanosti in umetnosti (AZU) 15. junija 1945 so na predlog predsednika slovenske vlade Borisa Kidriča, ki je bil vse do svoje smrti odločen podpornik slovenskih kulturnih in znanstvenih institucij, razpravljali o ureditvi raziskovalnih inštitutov pod okriljem Akademije. Ker niti okvirno ni bila znana finančna podpora države, brez katere znanstvenega središča po sovjetskem vzoru ne bi bilo mogoče ustvariti, je ostalo le pri idejah. O zamisli so razpravljali tudi na ljubljanski univerzi, kajti novih inštitutov ni bilo mogoče ustanoviti brez sodelovanja njenega znanstvenega osebja. Komaj dober mesec po seji AZU, 27. julija 1945, je Anton Peterlin, izredni profesor na Filozofski fakulteti in edini visoko usposobljeni fizik na Univerzi, na seji univerzitetne uprave predložil načrt za izgradnjo fizikalnega inštituta, ki ga je želel opremiti z nevtronskim generatorjem na podlagi reakcije  $D(d,n) \text{ } ^3\text{He}$  za proučevanje sipanja nevtronov v snovi.

Že naslednji mesec je prek predsednika AZU Franceta Kidriča od njegovega sina Borisa dobil 3 milijone lir (danes okoli 125.000 evrov) v bankovcih po 100 lir za nakup instrumentov za potrebe takega inštituta. Ker je bilo denarja za tri kovčke, je za pot v Milano, kjer je želel kupiti fizikalne aparate, pregovoril asistenta Antona Moljka in Antona Kuhlja, profesorja mehanike na Tehniški fakulteti. Pred odhodom v Trst in naprej v Milano pa jih nihče ni opozoril, da bi morali od zavezniških oblasti vnaprej pridobiti dovoljenje za uvoz denarja. Ko so se 31. avgusta 1945 odpeljali v Trst, se je angleška mejna kontrola čudila,

da nosijo denar na tako neverjeten način. Na poti z avtobusom naprej v Milano je v Vicenzi policijska kontrola potnikov pri njih našla ta ogromen znesek denarja, jim ga odvzela, vse tri pa odpeljala v zapor.



**Anton Peterlin v pogovoru z Mladenom Paićem (na levi), predstojnikom Oddelka za jedrske reakcije na Institutu »Ruđer Bošković« v Zagrebu, in s Stevanom Dedijerom (na desni), upravnikom Instituta za jedrska istraživanja v Vinči. Slednji je leta 1966 na univerzi v švedskem Lundu ustanovil in dolga leta vodil Research Policy Institute.**

Novembra so jih premestili v taborišče za begunce in nato v britanski vojaški zapor v Padovi. Verjetno bi še dolge mesece životali v zaporu, če ne bi posredovali angleški parlamentarci, ki jih je predsednik slovenske vlade Kidrič na obisku v Ljubljani prosil za pomoč. Po skoraj štirih mesecih so jih 21. 12. 1945 izpustili iz zapora, tako da so se tik pred božičem vrnili v Ljubljano. Prizadevanja za vrnitev zaplenjenega denarja so trajala dobrih šest let, a povrnili so le pičlega pol milijona lir.

Odprava v Italijo se je izjalovila, a ni zaustavila izvedbe Kidričeve zamisli o osrednji vlogi akademij pri organizaciji mreže znanstvenih inštitutov, ki naj bi tvorili osnovo naprednega gospodarskega razvoja Jugoslavije. Spomladi 1946 je predsedstvu AZU predlagal ustanovitev fizikalnega inštituta in statusno nadgradnjo kemijskega laboratorija, ki ga je vodil Maks Samec, v kemijski inštitut. Tistega leta so okvirno sestavili statute več inštitutov. Na Peterlinovo pobudo v dopisu z dne 28. 8. 1946 je glavna skupščina AZU na svoji seji 21. 12. 1946 po iniciativi III. razreda za leto 1947 predvidela »ustano-

vitev posebnega fizikalnega inštituta za raziskovanje atomskih jeder in speleološkega inštituta v Postojni. Za oba je že izdelan statut in v proračunskem predlogu so tudi krediti za njuno aparaturu«. Toda v letu 1947 se ni veliko premaknilo. Sele na glavni skupščini 20. 12. 1947 so potrdili statute petih načrtovanih inštitutov, med njimi Fizikalnega inštituta, in imenovali njihove upravnike. V zvezi z novim zakonom in statutom Akademije, ki se je preimenovala v Slovensko akademijo znanosti in umetnosti (SAZU), so na skupščini 14. julija 1948 sklenili preurediti svoje inštitute in potrdili dopisnega člana Peterlina za upravnika Fizikalnega inštituta SAZU. A inštitut razen upravnika ni imel ničesar: ne osebja, ne opreme, ne literature in ne svojih prostorov. Do leta 1950 je gostoval v prostorih Fizikalnega inštituta Filozofske in Tehniške fakultete v visokem pritličju starega poslopja univerze na Kongresnem trgu.

Leta 1948 je jugoslovanski minister za gospodarstvo Boris Kidrič postal predsednik Zvezne planske komisije in bil kot tak odgovoren za izvedbo 1. petletnega gospodarskega plana. V ta namen je ustanovil Zvezno upravo za pospeševanje proizvodnje (SUZUP), ki je med drugim financirala razvoj znanosti in izgradnjo raziskovalnih inštitutov. SAZU je pridobil investicijska sredstva iz zveznih skladov, tako da so po načrtih arhitekta Janka Omahna lahko začeli adaptirati nekdanje skladišče Kmetijske družbe na Salendrovi ulici za potrebe Kemičnega in Fizikalnega inštituta. Fizikalni inštitut je dobil prvega sodelavca, radijskega tehnika Leona Gradišarja, ki ga je redno nastavila Akademija. Začeli so nabavljati literaturo in opremo za laboratorije, a ker SAZU ni imel na voljo dovolj denarja, ni bilo pravega napredka. Peterlin je uvidel, da mu brez pogovora z ministrom Kidričem ne bo uspelo uresničiti hitrega razvoja inštituta. Zato se je 15. 12. 1948 sestal z njim v Beogradu, toda ker je Kidriča, tako kot veliko politikov tistega časa, očarala velikanska energija atomske bombe, je želel financirati le raziskovanje uporabe jedrske energije. Če je Peterlin hotel dobiti denar za svoj inštitut, je moral spremeniti njegovo raziskovalno usmerjenost in jo prilagoditi zahtevam politikov. Kidrič je na sestanku 16. 2. 1949 odobril Peterlinov načrt inštituta za jedrsko fiziko, ki bo pripravljal postavitve jedrskega reaktorja, in privolil v manjši oddelek za Peterlinovo strokovno področje, proučevanje polimerov. Kidrič, ki ni imel pravega zaupanja v uspeh Savičevega jedrskega inštituta v Vinči za postavitve jedrskega reaktorja, je za gradnjo in razvoj ljubljans-

skega inštituta odobril ogromno denarja, ki ga je uspešno upravljal ljubljanski zastopnik SUZUP Milan Osredkar<sup>1</sup>. SUZUP je 19. 2. 1949 iz Beograda pisno obvestil Peterlina o investiciji 40 milijonov dinarjev (danes okoli 10 milijonov evrov) za Fizikalni inštitut in 30 milijonov dinarjev za Kemični inštitut v letu 1949. Ta in poznejše zvezne investicije so omogočile postavitve zgradb Fizikalnega inštituta, predavalnice in šest stanovanjskih hiš za sodelavce na Viču, nakup nujno potrebne opreme, literature in instrumentov, nastavitve tehničnega in administrativnega osebja ter strokovno izobraževanje nadarjenih mladih ljudi v priznanih jedrskih središčih v tujini. Februarja 1949 se je torej začel hiter in uspešen razvoj Fizikalnega inštituta, ustanovljenega na glavni skupščini SAZU 20. 12. 1947. Za ukinitve ali razpust tega inštituta in ustanovitev novega Fizikalnega inštituta SAZU v februarju 1949 ni nobenih podatkov.

Arhitekt Emil Medvešček je po Peterlinovih zamislih izdelal načrte za stavbe in prostore, inž. Živič za delavnico in inž. Omahen za notranjo opremo. Avgusta 1949 je bil odobren lokacijski načrt in izdano gradbeno dovoljenje za glavno stavbo. Proti koncu leta so začeli izkopavati in betonirati temelje ter naslednje leto nadaljevali gradnjo. Peterlin, ki je vseskozi od blizu spremljal gradnjo, ki je trajala dobra tri leta, je v svoji neobjavljeni avtobiografiji napisal, da se je ta vsako pomlad ustavila: »Izvrgli so srbski pomočniki iz proračuna ves denar za ljubljanski inštitut, ker je bil denar baje bolj potreben drugje, skoraj gotovo kje na srbskem ozemlju. Torej sem se moral pritožiti pri Kidriču, ki je svojega pomočnika grdo ozmerjal in zahteval ponovno vključitev v predračun. To se je ponavljalo vsako leto. Vendar bi bilo napačno misliti, da so bile slovenske oblasti kaj bolj naklonjene inštitutu. Vsako jesen, na koncu gradbene sezone, so obile zidove rastočega inštituta z deskami, da se ne pokvari, ko stoji brez nadaljevanja, ker denarja za zidavo ni. Da gre tu za več, za enkratno možnost postavitve slovenskega inštituta, to je za vse preveč, tega se nihče trenutno ne zaveda, ker se vsi preveč ukvarjajo s samim seboj.« Zdelo se jim je »popolnoma nepotrebno, da se porablja državni denar za tako nepotrebno stvar, ko vendar že imamo podoben inštitut v Beogradu«.

Leta 1949 je Peterlinu uspelo na inštitut pritegniti več študentov višjih letnikov, ki so delali zastoj ali za manjši honorar. Sestavljali so razne merilne naprave in z njimi že izvajali meritve ter reševali

<sup>1</sup> Milan Osredkar je po ukinitvi SUZUP-a januarja 1953 prešel na inštitut, kjer je bil kot študent 3. letnika fizike redno nastavljen kot pomočnik upravnika. Direktor inštituta je bil v letih 1963–1975.

nekatero teoretične naloge, ki so bile potrebne za nadaljnje delo. Napredovala je tudi adaptacija začasnih prostorov na Salendrovi ulici. Leta 1950 se je »posrečilo izvršiti toliko instalacij ..., da se je mogel vseliti kemijski in električni oddelek, oddelek za jedrsko tehniko in skladišče materiala«. Število zaposlenih, število laboratorijev in obseg raziskovalnega programa inštituta so se stalno povečevali. Dogajale so se tudi druge spremembe. 24. 5. 1952 so na seji razreda za matematične, fizikalne in tehnične vede SAZU sprejeli Peterlinov predlog, naj se Fizikalni inštitut poimenuje po Jožefu Stefanu (1835–1893), najvidnejšem slovenskem fiziku svetovnega slovesa. Inštitut se je od tedaj imenoval Fizikalni inštitut Jožefa Stefana (FI JS). Novembra 1952, ko je bila zgrajena glavna stavba inštituta in se je začela selitev iz provizorija na Salendrovi ulici, je raziskovalno delo potekalo že v 13 laboratorijih, od katerih so imeli le trije vodjo z doktoratom. To sta bila Franjo Havliček, ki je vodil dva laboratorija, in Ljubo Knop. Druge so vodili diplomirani sodelavci France Bremšak, Edvard Cilenšek, Janez Dekleva, Bibijana Dobovišek (por. Čučec), Darko Jamnik, Lado Kosta, Velibor Marinković, Gorazd Mohorčič, Anton Moljk in Ivan Perman. V njih so se posvečali študijam za postavitve reaktorja, problematiki obogatitve urana in izdelave jedrskega goriva  $UF_6$ , se ukvarjali z izdelovanjem planparalelnih plošč za načrtovani interferenčni refraktometer in velikih organskih kristalov za scintilacijske števe, izvajali analize uranovih rud, izdelovali jedrske emulzije za odkrivanje sledi fotonuklearnih reakcij, razvijali jedrsko tehniko in pripravili gradbene načrte za prizidek za betatron. Gradili so razne merilne inštrumente (števce), van de Graaffov pospeševalnik za 2 MeV, nevtronski generator z napetostjo 140 kV, masni spektrometer in polindustrijsko napravo za pridobivanje težke vode z elektrolizo. Za raziskave makromolekul so izdelali aparat za sipanje svetlobe in aparaturo za meritev dvojnega loma v toku ter izvedli meritve na vzorcih, pripravljenih na Inštitutu. Vsa ta dela ne bi bila izvedljiva brez odličnih izdelkov iz mehanične, elektronske in steklarske delavnice. Na inštitutu je bilo zaposlenih 77 sodelavcev, od katerih so bili trije, med njimi upravnik Peterlin, le honorarno nastavljeni.

Od novembra 1952 je raziskovalno delo na inštitutu počivalo, kajti vsi sodelavci so bili zaposleni s selitvijo iz provizorija na Salendrovi ulici v nove prostore na Jamovi 39, z urejanjem laboratorijev in s pripravami na slavnostno odprtje glavne stavbe inštituta. Za odprtje so po zamisli docenta Antona Moljka v visokonapetostnem stolpu pripravljali razstavo jedrskih merilnih naprav in zgodovinski pregled

razvoja jedrske fizike in tehnike od Becquerelovega odkritja radioaktivnosti leta 1896 do danes. Razstavo, razdeljeno na osem poglavij, so poleg Moljka uredili predvsem M. Čopič, D. Jamnik, E. Cilenšek in L. Kosta. Pomagali so jim študenti višjih letnikov, ki več mesecev niso počeli nič drugega. Modele in »žive table«, na katerih so ponazorili principe nekaterih pojavov, merilnih naprav in pospeševalnikov, sta izdelala tehnika Leon Gradišar in Davorin Tomažič.



**Vrhunski slovenski znanstveniki na odprtju v sejni sobi inštituta (od leve proti desni): fizik Lavo Čermelj, ravnatelj Inštituta za narodnostna vprašanja, strojnik Anton Kuhelj, rektor Tehniške visoke šole, zgodovinar Fran Zwitter, rektor Univerze v Ljubljani, umetnostni zgodovinar France Stelè, vodja Sekcije za zgodovino pri SAZU, matematik Josip Plemelj, ustanovni član Akademije v letu 1938, in kemik Maks Samec, upravnik Kemičnega inštituta SAZU.**

Na Prešernov praznik 8. februarja 1953 dopoldne so se v veliki predavalnici inštituta zbrali njegovi zaposleni in številni ugledni gosti (v Knjigi gostov je 70 podpisov), med njimi najvidnejši znanstveniki iz Slovenije in drugih republik, predstavniki oblasti, političnih in znanstvenih ustanov, kot so Univerza, Akademija, raziskovalni inštituti ... Slovesnost je odprl predsednik SAZU Josip Vidmar, ki je na kratko orisal velik pomen Fizikalnega inštituta Jožefa Stefana za razvoj znanstvenega dela, čestital vsemu delovnemu kolektivu in vodji inštituta ter razglasil, da je glavna stavba odprta. Peterlin je nato podal kratek pregled razvoja inštituta. Odprtje so s kratkimi nagovori pozdravili še Stevan Dedijer, vodja Jedrskega inštituta v Vinči, Mladen Paić z Inštituta »Ruđer Bošković« v Zagrebu, Željko Marković, predstavnik Jugoslovanske akademije znanosti in umetnosti v Zagrebu, in nazadnje Slobodan Nakićenović, predsednik Komisije za pomoč znanstvenim ustanovam. Po slovesnosti so si gostje pod vodstvom upravnika Peterlina ogledali laboratorije, delavnice in druge prostore inštituta.

Ogled so zaključili z obiskom razstave, kjer so gostom strokovni sodelavci FI JS pokazali in razložili razne poskuse, razstavljene table in modele. Na »živih tablah« sta bila princip in potek nekaterih pojavov, merilnih instrumentov in pospeševalnikov prikazana z raznobarnimi lučmi, ki so se po vrsti prižigale in ugašale. Razstava, ki je bila tisto popoldne odprta za javnost in nato vsak delavnik od 10. do 12. ure in po dogovoru ter od 22. februarja do 1. marca tudi od 15. do 18. ure, je lepo uspela. Obiskalo jo je več kot 10.000 ljudi.

Po ogledu razstave so vodilni sodelavci inštituta ugledne goste odpeljali na slovesno kosilo v novo urejeno restavracijo na Ljubljanskem gradu, na katero pa so morali čakati skoraj tri ure. Med čakajočimi so se razvili strokovni in drugi koristni pogovori. Po Peterlinovih besedah prisotni visoki slovenski politiki niso dojeli pomena inštituta za napredek slovenske znanosti in njenega uveljavljanja v svetu, kajti »edina opomba, ki sem jo slišal od predstavnikov ljubljanske vlade, ki so prišli na proslavo, [je bila,] zakaj imamo dva taka inštituta v državi, ko ima vendar Indija samo enega«.

Večina sodelavcev inštituta se slavnostnega kosila ni udeležila. Po pripovedovanju izredno sposobnega tehnika Davorina Tomažiča je po zaprtju razstave praznovala na inštitutu. Vodiči, ki so popoldne obiskovalce vodili skozi razstavo, so že bili na inštitutu, preostali pa so se zdaj v spremstvu zakonskih partnerjev, družinskih članov, kolegov in prijateljev vrnili na inštitut. Vrnil se je tudi upravnik Peterlin. Praznovanje je organiziral kemik Jože Slivnik, znan po tem, da je leta 1962 prvi na svetu sintetiziral spojino  $XeF_6$ . Najprej je pevski zbor sodelavcev inštituta ob instrumentalni spremljavi zapel nekaj narodnih pesmi, nato je sledil skeč okrog kulise, velikega okenskega okvirja, ki ga je izdelal inštitutski mizar. Za dekle v narodni noši, laborantko Marino Špenko, ki je stala za oknom, sta se pod njim potegovala dva fanta, Tomažič v noši in njen mož, laborant Jože Špenko v običajni obleki. Potem ko so zapeli Avsenikovo pesem »Dve let' in pol sva se midva ljubila ...«, prispodobo na tri leta trajajočo zidavo inštituta

in njen uspešen zaključek, se jim je pridružil celoten zbor in skupaj so veselo zaključili predstavo. Potem so skupaj s Peterlinom praznovali, peli in plesali dolgo v noč. Razigrani mladi ljudje, večina precej mlajših od 44-letnega Peterlina, so ga pozno zvečer vprašali, ali lahko na inštitut pripeljejo še njegovo ženo. Potem ko so dobili pritrdilni odgovor, je šofer Vinko Ravnikar v inštitutskem avtu odpeljal Tomažiča in izvrstnega elektronskega tehnika Stanka Vrščaja k Peterlinu na dom, kjer sta zbudila njegovo ženo. Ko je ta došla, za kaj gre, se je z veseljem pridružila praznujočim.

Tistega leta so za glavnim poslopljem prizidali še poseben del za betatron švicarskega podjetja Brown Boveri in stavbo najmoderneje predavalnice v Jugoslaviji za potrebe FI JS ter za potrebe študija fizike in matematike na univerzi. Potem ko so bili do jeseni dokončno urejeni in usposobljeni laboratoriji in delavnice, se je vse delo lahko osredotočilo na raziskovalne probleme. Inštitut, ki ob svoji ustanovitvi konec leta 1947 poleg upravnika Peterlina ni imel nobenega sodelavca in je bil brez znanstvenega podmladka, lastnih prostorov, instrumentov in literature, se je v petih letih do odprtja svoje glavne stavbe na Viču 8. februarja 1953 že lepo razvil. Ustvarjene so bile idealne razmere za hiter, obetaven in produktiven razvoj: moderno opremljeni in prostorni laboratoriji in delavnice, rastoče število mladih, sposobnih in sčasoma visoko kvalificiranih fizikov in pogoji za interdisciplinarno raziskovalno delo, ki je pogosto potekalo pod pretvezo, da je potrebno za razvoj jedrske fizike in za postavitev reaktorja. Začelo se je neverjetno bujno delo, ki je po nekaj letih obrodilo bogate sadove. Sodelavci so se s svojim raziskovalnim delom uveljavili v mednarodnih znanstvenih krogih in tako prinesli inštitutu svetovno priznanje. Razmah raziskovalnega dela ter rast sodelavcev in njihovih dosežkov so se nadaljevali do danes. Želimo si, da ostane tako tudi v prihodnosti.

*Članek je avtorica pripravila za objavo v Obzorniku za matematiko in fiziko, ki dovoljuje, da se natisne v Novicah IJS še pred objavo v Obzorniku.*

## KAKO SE OBNAŠA VODA V VODONOSNIKU?

### Živite in delate v Gradcu, ki je geografsko blizu, ampak ga morda manj poznamo kot Dunaj. Kakšno mesto je Gradec?

Po številu prebivalcev Gradec le za las prekaša Ljubljano. Življenje v obeh mestih je zelo podobno, to je uživanje prednosti mestnega življenja z možnostjo hitrih pobegov v naravo, kar mi je kot ljubiteljici narave posebej všeč. Mesto namreč obdajajo hribi s pohodniškimi in kolesarskimi potmi. Za slednje je lepo poskrbljeno tudi v samem mestu, zato je kolo priljubljeno prevozno sredstvo za mnoge Gradčane, ne le v prostem času, ampak tudi za prevoz v službo ali po drugih opravkih. Čeprav jezik postavlja neke vrste navidezno bariero med Slovence in Avstrijce, se tako v nemškem kot v slovenskem štajerskem narečju uporabljajo številne podobne ali celo enake besede. Prav tako opažam precej podobno mentaliteto in kulinariko nas Štajercev, ne glede na to, na kateri strani meje smo odraščali. Kar seveda spominja na našo bogato skupno zgodovino. Naj spomnim, šele leta 1919 je prišlo do ločitve slovensko in nemško govorečih Štajercev.

**Janja Vrzel** je diplomirala iz geologije na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani leta 2012. Leta 2018 je doktorirala iz ekotehnologije na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Danes je zaposlena na JR-AquaConSol GmbH v Gradcu v Avstriji.

### Na Odseku za znanosti o okolju ste delali kot mlada raziskovalka iz gospodarstva. Kam vas je nato vodila pot?

Kot mlada raziskovalka iz gospodarstva sem bila zaposlena na Institutu za ekološki inženiring (IEI, d. o. o.) v Mariboru, medtem ko sem raziskave opravljala na Reaktorskem centru Podgorica. V času, ko so se sredstva prvega financiranja iztekala, sem prejela štipendijo Ad Futura. Ta mi je omogočila odhod na Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), oddelek za geografijo. Tam nisem le zaključila raziskav za doktorat, ampak sem jih celo razširila, kar je omogočal takratni evropski projekt GLOBAQUA (št. 603629), na katerem sta bila IJS in LMU partnerja. Ta zgodba se je odlično razvijala tudi po zaslugi profesionalnega sodelovanja med obema institucijama, še posebej med mentorico prof. Nives Ogrinc z IJS in somentorjem prof. Ralfom Ludwikom z LMU. Že pred zagovorom doktorske disertacije sem bila zaposlena na LMU kot znanstvena sodelavka oz. po nemško Wissenschaftliche Mitarbeiterin. Sodelovala sem tudi z European Research Centrom (JRC) v Italiji, kot zunanji ekspert za hidrogeološko modeliranje.

Kakšno leto po zaključeni doktorski disertaciji sem želela spoznati delo v industriji. Tako me je pot vodila v Limo, v Peru, saj mi je življenje v nekoliko manj razviti in oddaljeni državi predstavljalo izziv, v katerem sem se želela preizkusiti. V Limi sem bila zaposlena pri podjetju DHI Peru S.A.C., ki spada pod multinacionalno podjetje Danish Hydrological Institute s sedežem na Danskem. DHI Peru S.A.C. je znan predvsem po izvrstnem numeričnem modeliranju podzemnih voda v rudarski industriji, DHI pa po razvijanju vrhunskih računalniških programov za numerično modeliranje v hidro(geo)logiji.



Sem ena od tistih, ki jim je epidemija koviida začrtane načrte obrnila na glavo. To je bil namreč razlog za naglo selitev v Evropo. Kljub takratnemu kaosu na letališčih sem na prvi dan prvega zaprtja prišla v Gradec, kjer sem se zaposlila v podjetju JR-AquaConSol GmbH.

### Kakšno podjetje je JR-AquaConSol GmbH?

JR-AquaConSol GmbH je hčerinsko podjetje Joanneum Research Forschungsgesellschaft GmbH. Ta je (če izzamemo univerze) druga največja raziskovalna institucija v Avstriji in zelo dobro poznana v mednarodnem krogu. Všeč mi je dinamika med strokovnim in znanstvenim delom v podjetju, kar nam daje proste roke za izpopolnjevanja in stik z znanstvenimi novostmi.

JR-AquaConSol GmbH zaposluje zgolj 20 ljudi, a kljub temu pokriva zelo širok spekter hidro(geo)loških



tematik. Te vključujejo numerično modeliranje podzemnih in površinskih voda, monitoring voda, laboratorijske analize vode itd. Prav tako imamo zelo močan sektor za lizimetre, tako pri monitoringu in analizah podatkov kot pri prodaji. Lizimeter je naprava, ki se uporablja za proučevanje interakcije med prstjo in vodo v tleh s kvantitativnega in kvalitativnega vidika.

### **Vi se ukvarjate z modeliranjem podzemnih voda. Kje se uporabljajo rezultati vaših študij?**

Z numeričnimi modeli iščemo odgovore na številna zanimiva vprašanja vodarn, državnih institucij, gradbenih podjetij in drugih. Najpogosteje se navezujejo na pitno in industrijsko vodo v naslednjih kontekstih: količine in lokacije odvzemov podzemne vode, varovalni pasovi črpalnih vrtin, onesnaženja voda, geotermalna energija, namakanje, ocene vplivov raznih posegov v okolje itd.

Naša prednost so nestacionarni regionalni numerični modeli, ki v medzrnskih vodonosnikih zajemajo zasičeno in nezasičeno cono ter druge površinske vode. Umerjamo jih na daljše časovno obdobje, tako zagotovimo njihovo delovanje v sušnih in mokrih obdobjih. Naj pojasnim, v porah nezasičene cone sta voda in zrak, tam voda pronica od površja tal do nivoja podzemne vode. Pod nivojem podzemne

vode, kjer podzemna voda zapolni vse razpoložljive pore v tleh, pa je tako imenovana zasičena cona. Te razlike so razlog za rabo različnih modelov, takšnih, ki so specializirani za fizikalne procese v eni ali drugi coni. Te je treba medsebojno povezati, saj sta obe coni v naravi odvisni ena od druge.

### **Ali ohranjate stike s kolegi z IJS?**

S kolegi z IJS trenutno ne sodelujemo na nobenem projektu, kljub temu smo v lepih odnosih, posebej s prof. Nives Ogrinc in njeno delovno skupino za Organsko biogeokemijo na O2. Zelo me veseli, da si kljub natrpanim urnikom vzamejo čas za kavo in prijeten klepet, ko me pot zanese v Ljubljano. Seveda pa bi me vnovično sodelovanje z IJS-jem zelo zanimalo.

### **Za zaključek nam zaupajte še kaj o sebi, s čim se radi ukvarjate v prostem času?**

Ljubezen do športa in narave me motivirata za aktivnosti v naravi. Posebej uživam v gorskem teku, poleti ga kombiniram s kolesarstvom in pohodništvom, pozimi pa s smučanjem. Čeprav sem le rekreativna športnica, me občasno zamika udeležba na organiziranih športnih dogodkih, lani sem odtekla polovični maraton na Dunaju. Všeč mi je tudi premagovanje v glavi nekoliko težje dosegljivih ciljev, kot je bila 800 km dolga kolesarska pot od Salzburga do Pule, ki sem jo prekolesarila lansko pomlad.

## MINULI DOGODKI

### JEDRSKI STROKOVNJAKI NA 31. MEDNARODNI KONFERENCI JEDRSKA ENERGIJA ZA NOVO EVROPO



Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije (DJS) je v sodelovanju z Institutom "Jožef Stefan" med 12. in 15. septembrom 2022 organiziralo 31. mednarodno konferenco Nuclear Energy for New Europe 2022 (Jedrska energija za novo Evropo 2022). Na konferenci se je zbralo 219 udeležencev iz 18 držav Evrope, ZDA in Azije. Udeleženci konference so predstavili 135 strokovnih prispevkov.

Programski odbor letošnje konference je vodil **dr. Igor Jenčič**, predsednica organizacijskega odbora pa je bila **mag. Mateja Južnik**, oba z Izobraževalnega centra za jedrsko energijo (ICJT).

Vabljeni predavatelji so predstavili tri pomembne vidike trenutnega stanja na področju jedrske energije: **dr. Patrick Blaise**, direktor raziskav znanstvenega oddelka za energetiko na Francoski komisiji za jedrsko in alternativno energijo (CEA), je govoril o vlogi raziskovalnih reaktorjev, **dr. Abderrahim Al Mazouzi**, višji raziskovalni inženir na oddelku za raziskave in razvoj v podjetju Electricite de France (EdF), je povzel izzive jedrske energije v evropski in francoski prihodnosti, **dr. Henri Weisen** (EPFL, Švica) pa je predstavil najnovejše dosežke na področju razvoja fuzijske tehnologije.

Med konferenčno večerjo so že tradicionalno podelili nagradi najboljšima mladima avtorjema. Prejela sta jo **Domen Kotnik** z IJS (za članek Analysis of water activation loop at the JSI TRIGA research reactor) in **Silvia Lo Muzio** iz Italije (Implementation and validation of the steady state SP3 approximation in the GRS FENNECS code).

Nagradi za najboljši poster sta prejela prispevka Common misconceptions about nuclear energy – case study from interactions in visitors centre (avtorji Jure Jazbinšek, Garsia Kosinac, Melita Lenošek Kavčič in Tomaž Žagar, GEN energija, Slovenija) ter Analysis of the void coefficient in Pavia TRIGA Mark-II reactor: Monte Carlo numerical evaluation



and comparison with experimental data (avtorji Riccardo Boccelli, Antonio Cammi in Carolina Introini, University of Milano, Italija).

Veliko prijavljenih udeležencev, polna dvorana poslušalcev med vsemi predavanji, živahna debata ob posterjih, veliko pokroviteljev, zadovoljstvo in pozitivni odzivi udeležencev, vse to dokazuje, da je konferenca Nuclear Energy for New Europe z leti postala ena najbolj uveljavljenih jedrskih konferenc v Evropi.

Več informacij na <https://www.djs.si/nene2022/>.

*Dr. Igor Jenčič*



## PROF. LAHAJNARJU V SLOVO

Spoštovani profesor Lahajnar, dragi Gojmir!

Dragi prijatelji, sorodniki, sodelavci, vsi, ki se nas je Gojmir dotaknil in se danes od njega poslavljamo, se ob tem spominjamo lepih trenutkov.

Rodil si se 30. 3. 1937 v Ljubljani. Starša sta bila učitelja, družina je izvirala iz Šentviške Gore, zaposlena sta bila na Kočevskem, s sestro Marijo pa ste živeli v Novi Cerkvi pri Kočevju. Kmalu si dobil še brata Marka in Nika. Vaše srečno otroštvo je prekinila

vojna. Bili ste pregnani s svojega doma, kar devetkrat ste se morali seliti, pri 7 letih si rešil svojo družino in sostanovalce ob podtaknjem požaru. Oče je bil med vojno v nacističnem taborišču, a tudi po vojni je bilo težko. Živeli ste v Dolskem, a je oče moral v službo v Črnomelj, tako da ste ga redko videli. Trdo življenje te je zaznamovalo, naredilo te je boljšega. Odrasel si v trdnega, zvestega, vernega in pokončnega moža. Rad si pomagal, številne si razveselil z drobnimi pozornostmi.

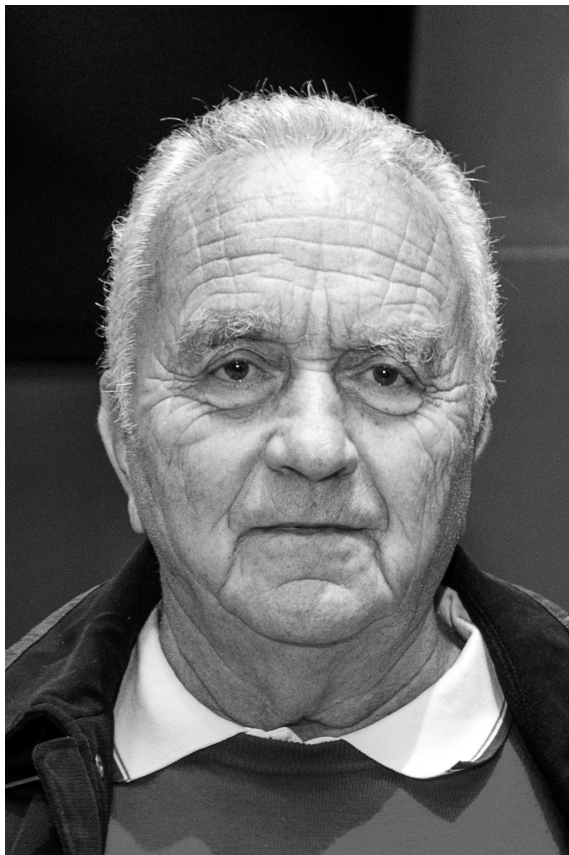
Med šolanjem na poljanski gimnaziji in študijem fizike na Univerzi v Ljubljani si se z bratoma rad vračal v domače Dolsko, kjer ste poleti trdo delali, a tudi znali uživati, med drugim pri kolanju v Savi, zelo so te veselili tudi metulji. Leto pred zaključkom študija se je tvoja družina preselila v Ljubljano. Na fiziki si spoznal veliko dobrih prijateljev, pri prof. Zvonku Trontlju si zadnja leta tudi gostoval v pisarni na Jadranski. Diplomsko si opravil pri prof. Ivanu Kuščerju, ki je bil izjemno zahteven, a je bil s tvojim delom tako zadovoljen, da ti je ponudil službo na fakulteti. Ker si imel štipendijo Instituta "Jožef Stefan", si se mu zahvalil in našel svoje mesto na inštitutu, na Odseku F5, za fiziko trdne snovi.

Poročil si se z Aljošo, dobila sta hčerko Veroniko. Živeli ste v Ljubljani, zgradili ste si tudi hišo v Koritnem na Bledu.

Tvoje delo je bilo tesno povezano s prof. Blicem, ki je v Slovenijo le nekaj let pred tvojo diplomsko prinesel jedrsko magnetno resonanco – NMR kot novo eksperimentalno tehniko. Rad si jo uporabljal na različnih področjih fizike. Bil si v prvi generaciji študentov biofizike, študij je bil takrat v Zagrebu, kjer si magistriral in doktoriral ter spoznal veliko dobrih prijateljev.

S prof. Blicem si objavil veliko lepih del. Najbolj odmeven je bil članek o dinamiki n-decilamonijevih verig v strukturalni spojini perovskitnega tipa diamonij-tetrametilheksanov tetraklorokadmiat. Članek je bil objavljen leta 1979 v reviji J. Chem. Phys. S soavtorji z IJS, ETH Zürich, Univerze v Lausanni in Demokritosu v Atenah ste pokazali, da je bil prehod iz nizkotemperaturne faze v vmesno temperaturno fazo dinamičen prehod red–nered togih alkilnih verig, medtem ko je bil prehod iz vmesne v visokotemperaturno fazo povezan s taljenjem alkilnih verig, oba prehoda pa sta bila nekoliko podobna tistim, ki jih najdemo v lipidnih dvoslojnih membranah in ju je mogoče opisati s parametri reda, ki se uporabljajo za smektične tekoče kristale.

Rad si pomagal mladim, kot mentor, somentor in prijatelj. Tudi mene si skrbno spremljal, odkar sem prišel na inštitut.



Sodeloval si s prof. Ruprechtom, z njim si proučeval DNA in hialuronsko kislino. Že zelo mlad si bil v CERN-u, nato pa še v Kanadi, po svetu si redno obiskoval znanstvene konference. Bil si aktiven član Društva biofizikov. Odlično si poznal celično biofiziko, dolga leta si kot redni profesor na Univerzi v Ljubljani predaval fizikalno biokemijo in pogosto s svojimi zanimivimi in skrbno pripravljenimi predavanji napolnil tudi inštitutsko veliko predavalnico.

Rad si sodeloval z industrijo. Zelo uspešno je bilo tvoje sodelovanje s Salonitom na področju NMR–meritev hidracije cementov, ki je privedlo tudi do patenta. Za izum *Nedestruktivni postopek za določevanje aktivnosti cementa* si bil skupaj s sodelavci leta 1983 kot prvi avtor nagrajen z nagrado za iznajdbe in tehnične izboljšave Sklada Borisa Kidriča. Še več patentov je bilo na področju detekcije eksplozivov, predvsem TNT, z jedrsko magnetno resonanco in jedrsko kvadrupolno resonanco. Dolga leta si na Institutu "Jožef Stefan" tudi vodil patentno komisijo.

Vsako nalogo si opravil izjemno vestno in natančno. Nikoli ti ni bilo težko izpolniti prošnje svojih prijateljev. Ko je prof. Blinc organiziral konference ali letne šole, številne v okviru mednarodne organizacije za magnetno resonanco AMPERE, se je zanesel na tebe, saj si skrbno opravil vsako, tudi manj prijetno opravilo, ki ni prinašalo točk in priznanj. Enako je bilo tudi na biofizikalnih konferencah, ki so jih organizirali kolegi iz Zagreba. Za delo v biofiziki si bil nagrajen tudi z državno nagrado, nagrado Sklada leta 1988 za raziskave vode v strukturnih in bioloških materialih.

Prof. Blinc te je povabil k sodelovanju pri Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana še pred ustanovitvijo leta 2004. Svoje znanje si skrbno prenašal na naslednje generacije, tako pri biofiziki kot pri seminarjih. Pred kratkim si me poklical, da zaradi zdravja letos ne boš mogel sodelovati. Zdravje se ti ni več izboljšalo in tvoja zemeljska pot se je končala.

Draga soproga, gospa Aljoša, hčerka, gospa Veronika z družino, vnukinja in vnuk, sestra Marija z družino, brata Marko in Nikolaj z družinama, dragi sorodniki, z vami delimo žalost in bolečino ob slovesu od našega dragega Gojmirja ter vam izrekamo iskreno sožalje.

Sodelavci in prijatelji smo ti neizmerno hvaležni. Veseli smo, da smo bili del tvojega življenja, v naših srcih imaš zelo posebno mesto.

Prijateljem si povedal, da tvoje ime pomeni: »Tisti, ki goji mir.« To si tudi živel, prinašal si nam mir.

Hvala ti za vse, dragi Gojmir. Počivaj v miru.

*Prof. dr. Aleksander Zidanšek*

*Žale, 13. 12. 2022*

## DOGAJANJE NA IJS

### GASILSKA VAJA NA REAKTORJU 2022

6. decembra 2022 smo zaposleni na RIC in SVPIŠ v sodelovanju s Prostovoljnimi gasilskim društvom Vižmarje-Brod organizirali gasilsko vajo na Objektu vroče celice (OVC), ki je namenjen ravnanju z radioaktivnimi materiali. Na vajo smo povabili še Gasilsko brigado Ljubljana (GBL), Prostovoljno gasilsko društvo Podgorica-Šentjakob in Ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME), ki deluje v okviru civilne zaščite, člani ekipe pa so zaposleni na našem inštitutu.



Scenarij vaje je predvideval nastanek eksplozije med obdelovanjem radioaktivnih odpadkov v manipulativnem območju OVC. Začetni požar se je zelo hitro razvil v večji požar. Zaradi nastalega dima je v objektu ostalo ujetih 6 ljudi.

Zaradi zadimljenosti se je okoli 17.00 sprožil požarni alarm. Operater reaktorja je ugotovil, da gre za požar večjega obsega in da pogrešajo več oseb. Skladno z Načrtom ukrepov ob izrednem dogodku je nemudoma klical na številko 112 in se povezal s preostalimi službami, ki so bile v času dogodka še prisotne na Reaktorskem centru. To so varnostniki, operaterji in Služba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji. Pred prihodom gasilcev smo postavili kompetentne ljudi na točke, kjer smo predvidevali, da bodo gasilci najlažje vstopali v objekt OVC (na južni strani OVC ter na parkirišču med objektom fizike in kemije). Gasilci GBL in PGD Vižmarje-Brod so kot prvi posredovalci prispeli na reaktorski center približno 20 minut po klicu na številko 112 in začeli posredovati na južni strani objekta OVC. Nekaj minut pozneje sta prispela še ELME in PGD Podgorica-Šentjakob, ki sta posredovala na lokaciji parkirišča med objektoma fizike in kemije. Vodja odziva in prisotni zaposleni na IJS so gasilcem ponudili podporo z informacijami o nevarnostnih znotraj objekta in jim pomagali pri kontroli kontaminacije opreme in oseb, ki so prihajale iz objekta OVC. Hkrati so obveščali pristojne službe IJS za izredni dogodek, in sicer Službo za varstvo in zdravje pri delu, vodjo reaktorja, direktorjevo pisarno, tehnične servise, dežurnega inšpektorja Uprave za jedrsko varnost in Agencijo za radioaktivne odpadke.

Vsem gasilcem, ki so vstopali v zadimljen objekt, smo dali elektronske dozimetre. Prejeta doza je bila pri vseh  $0 \mu\text{Sv}$ . Ko so bile vse pogrešane osebe rešene iz objekta in ko je bil simuliran požar pogašen, so gasilci začeli iskati radioaktivni vir. Ko je bil ta varno shranjen v vsebnik, so objekt prezračili, pospravili opremo in končali vajo.

Vajo so si ogledali zunanji ocenjevalci, predstavniki Uprave za jedrsko varnost ter predstavniki Uprave za zaščito in reševanje. Skupaj smo identificirali dobre in slabe strani izvedene vaje. Večino najdenih pomanjkljivosti smo že odpravili in lahko rečemo, da je naša pripravljenost na izredni dogodek zelo dobra.

*Anže Jazbec, vodja izmene reaktorja TRIGA*



## MALCE DRUGAČNO PREDNOVOLETNO DRUŽENJE

Na Odseku za tehnologije znanja (E8) nas Mili (Mili Bauer) vsako leto tradicionalno preseneti iz izvirnim prednovoletnim družabnim dogodkom. Letos smo se globoko v kočevskih gozdovih učili osnovnih tehnik preživetja v naravi. Naučili smo se, kako zakuriti ogenj, kako zavezati kakšen vozec in kako ujeti zajca. Zajec se nam je žal izmuznil, zato smo se na koncu okrepčali v lokalni gostilni. V novo leto se tako podajamo oboroženi s koristnimi novimi znanji in izkušnjami.

*Bernard Ženko*



## PRIŠLI - ODŠLI

## PRIŠLI - ODŠLI (5. 11. 2022 – 10. 2. 2023)

## Zaposlili so se:

- |              |  |             |   |
|--------------|--|-------------|---|
| 1. 11. 2022  | Valentina Igorevna Zhukova, asistentka, F9                     | 1. 1. 2023  | dr. Nina Verdel, asistentka z doktoratom, E6 30 %, E1 20 %        |
| 1. 11. 2022  | Alexey Vladimirovich Nefediev, znanstveni svetnik, F1          | 1. 1. 2023  | Daška Mohar, strokovna sodelavka, K9                              |
| 1. 11. 2022  | doc. dr. Simon Krek, višji strokovnoraziskovalni sodelavec, E3 | 1. 1. 2023  | dr. Jure Pohleven, vodilni strokovni sodelavec, B3                |
| 3. 11. 2022  | Ihor Prudiiev, strokovni sodelavec, F9                         | 1. 1. 2023  | dr. Lorenzo Ubaldi, znanstveni sodelavec, F1                      |
| 4. 11. 2022  | dr. Andrei Shumilin, asistent z doktoratom, F7                 | 1. 1. 2023  | dr. Denis Sačer, asistent z doktoratom, K3                        |
| 7. 11. 2022  | dr. Soukaina Merselmiz, asistentka z doktoratom, K5            | 1. 1. 2023  | dr. Jelena Papan Djaniš, asistentka z doktoratom, K8              |
| 10. 11. 2022 | Davud Topalović, strokovni sodelavec, E5                       | 1. 1. 2023  | dr. Tanmoy Sarkar, asistent z doktoratom, F1                      |
| 15. 11. 2022 | Olha Sanko, asistentka, K1                                     | 1. 1. 2023  | dr. Marion Antonia Van Midden Mavrič, asistentka z doktoratom, F5 |
| 22. 11. 2022 | Anja Blažun, samostojna strokovna delavka, ZIC                 | 9. 1. 2023  | Jure Grabnar, strokovni sodelavec, E9                             |
| 28. 11. 2022 | Gjorgjina Cenikj, mlada raziskovalka, E7                       | 15. 1. 2023 | dr. Kriszian Antal Buza, asistent z doktoratom, E3                |
| 1. 12. 2022  | Marko Jordan, strokovni sodelavec, E9                          | 16. 1. 2023 | Petra Ferfolja, samostojna strokovna delavka, U3                  |
| 1. 12. 2022  | Nika Zaveršek, strokovna sodelavka, B3                         | 1. 2. 2023  | Kristina Benko, samostojna strokovna sodelavka, F2                |
| 1. 12. 2022  | Luka Žirovec, samostojni strokovni sodelavec, U3               | 1. 2. 2023  | dr. Milan Vukšič, asistent z doktoratom, K7                       |
| 1. 12. 2022  | Sintija Stevanoska, asistentka, E8                             | 1. 2. 2023  | dr. Nina Popov, asistentka z doktoratom, K8                       |
| 1. 12. 2022  | dr. Saša Harkai, asistent z doktoratom, F5                     | 1. 2. 2023  | dr. Valentina Milašinović, znanstvena sodelavka, K1               |
| 1. 12. 2022  | dr. Leonidas Ioannou, asistent z doktoratom, E1                | 1. 2. 2023  | dr. Patricija Hribar Boštjančič, asistentka z doktoratom, F7      |
| 1. 12. 2022  | Blaž Velkavrh, asistent, K5, 20 ur/teden                       | 1. 2. 2023  | Gal Sajko, strokovni sodelavec, E1                                |
| 1. 12. 2022  | Manca Černila, strokovna sodelavka, B3                         | 1. 2. 2023  | Martina Žabčič, mlada raziskovalka, K9                            |
| 1. 12. 2022  | mag. Helena Medved Ivanuš, samostojna strokovna sodelavka, U6  | 13. 2. 2023 | Marko Keber, vodilni strokovni sodelavec, CToP                    |
| 5. 12. 2022  | Niko Kroflič, strokovni sodelavec, E1                          | 10. 2. 2023 | dr. Oleksandra Topal, asistentka z doktoratom, E3                 |
| 15. 12. 2022 | Vahida Suljić, pomožni laborant II, B1, B2, B3                 |             |   |
| 19. 12. 2022 | Klara Laura Konda, strokovna sodelavka, K7                     |             |   |
| 22. 12. 2022 | Kristina Savevska, mlada raziskovalka, E1                      |             |   |
| 1. 1. 2023   | dr. Adam Bacsi, višji znanstveni sodelavec, F1                 |             |   |
| 1. 1. 2023   | Ana Krišelj, strokovna sodelavka, F5                           |             |   |
| 1. 1. 2023   | Andraž Filipčič, projektni sodelavec, CMI                      |             |   |
| 1. 1. 2023   | dr. Helena Fajfar, strokovnoraziskovalna sodelavka, F2         |             |   |

*Novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu.*

**Odšli:**

14. 11. 2022 dr. Jan Gačnik, asistent, O2  
 15. 11. 2022 dr. Dane Lojen, asistent z doktoratom, F4  
 24. 11. 2022 Mateja Hrast, mlada raziskovalka, F2  
 24. 11. 2022 dr. Patricija Hribar Boštjančič, asistentka z doktoratom, F7  
 30. 11. 2022 dr. Vladimir Kuzmanovski, asistent z doktoratom, E8  
 30. 11. 2022 dr. Luka Stopar, asistent z doktoratom, E3  
 10. 12. 2022 Franc Setnikar, vodilni inženir, delavnice, smrt  
 31. 12. 2022 dr. Maja Zorc, asistentka z doktoratom, F5  
 31. 12. 2022 Joshua Toby Royal, asistent, E1  
 31. 12. 2022 prof. dr. Tanja Urbančič, znanstvena svetnica, E8  
 31. 12. 2022 dr. Dževad Kozlica, asistent z doktoratom, K3  
 31. 12. 2022 dr. Szcepan Glodzik, znanstveni sodelavec, F1  
 31. 12. 2022 dr. Matej Holc, asistent z doktoratom, F4  
 31. 12. 2022 Andrej Zadnik, strokovni sodelavec s specializacijo, E1  
 31. 12. 2022 Jani Bizjak, samostojni raziskovalec, E9  
 31. 12. 2022 dr. Matej Bobnar, asistent z doktoratom, F5  
 31. 12. 2022 dr. Jaka Vodeb, asistent z doktoratom, F7  
 31. 12. 2022 Teja Goli, strokovna sodelavka, E3  
 31. 12. 2022 dr. Jernej Kovačič, asistent z doktoratom, F8  
 31. 12. 2022 dr. Stefan Costea, asistent z doktoratom, F8  
 31. 12. 2022 dr. Saša Harkai, asistent z doktoratom, F5  
 31. 12. 2022 dr. Matej Martinc, asistent z doktoratom, E8  
 31. 12. 2022 dr. Luka Drinovec, vodilni strokovni sodel., F5  
 31. 12. 2022 Din Mušič, strokovni sodelavec, E6  
 31. 12. 2022 Tinkara Mlinar, asistentka, E1  
 31. 12. 2022 dr. Amid Ranjesh Siahkal, višji znanstveni sodelavec, F5  
 31. 12. 2022 Viktor Cvrtila, strokovni sodelavec, E6  
 31. 12. 2022 dr. Jakob Lenardič, asistent z doktoratom, E8  
 31. 12. 2022 prof. dr. Darja Fišer, višja znanstvena sodelavka, E8  
 31. 12. 2022 prof. dr. Griša Močnik, višji znanstveni sodelavec, F5  
 31. 12. 2022 dr. Horacio Andres Vargas Guzman, znanstveni sodelavec, F1  
 2. 1. 2023 doc. dr. Tomaž Skapin, višji znanstveni sodelavec, K1, upokojitev  
 8. 1. 2023 Alja Čontala, mlada raziskovalka, K9  
 15. 1. 2023 Ana Arnež, strokovna sodelavka, E9  
 20. 1. 2023 dr. Lara Ulčakar, asistentka z doktoratom, F1  
 22. 1. 2023 Branko Jeromel, strugar IV, delavnice  
 29. 1. 2023 Swati, mlajši raziskovalec, E3  
 31. 1. 2023 Blaž Rojc, strokovni sodelavec, E6  
 31. 1. 2023 Zdenko Vuk, strokovni sodelavec, E9  
 31. 1. 2023 Saša Žnidar, samostojna strokovna delavka, ZIC  
 5. 2. 2023 dr. Jernej Čamernik, asistent z doktoratom, E1

Barbara Gorjanc

## KULTURNO DOGAJANJE NA IJS

## ODPRTJE RAZSTAVE DANIJELA DEMŠARJA

PONEDELJEK, 5. DECEMBRA 2022, OB 18.00

**Podobe, skrivnostne, srčne, krhke**

Za slogovno raznolikost se je Danijel Demšar odločil že zelo zgodaj. Največjo svobodo mu je omogočalo ilustriranje poezije, kjer je liričen navdih njegovih prosojno krhkih podob prišel zelo do izraza. Ena od njegovih ilustracij za knjigo *Ljubi me kot sonce sije* (Feri Lainšček, 2019), izbranih iz množice nenehno nastajajočih risb na papirju, bi lahko bila slikarjevo avtobiografsko sporočilo (*Pobarvanka*), da je njegov ilustratorski opus zaokrožen.

Izumljanje lastnih tehnik in absolutna svoboda pri ustvarjanju sta osnova njegovega dolgoletnega umetniškega ustvarjanja. Pri tem ima svetloba vselej bistveno vlogo. Še posebej blizu mu je bilo vpenjanje stiliziranih figur v harmonijo barv in svetlobe, ki ves čas preseva njegove vizualne pripovedi. Je ilustrator leposlovnih del za otroke in odrasle. Kot nenehni iskalec vanje vpisuje, vrisuje in odtiskuje poleg vsebine tudi lastna občutja

in čudenja. Njegove ilustracije so skrivnostne, srčne, krhke, utripajoče in spremenljive kot življenje samo.

Človek in narava sta bila vedno v središču umetnikove likovne pozornosti, naslikani motivi pa so bili vse bolj in bolj zasnovani kot prividnost resničnega sveta.



*Slovenski pesniki o jeseni, Založba Mladinska knjiga, 1997*

Njegove ilustracije ponekod dejansko kažejo konkretne predmete, figure in pokrajine, lahko pa tudi delujejo kot abstraktne prisposode, ki odsevajo lirično vsebino. Na začetku ustvarjalne poti ni sam izbiral, kaj bo ilustriral, a že takrat je najraje slikal živali (*Mama žaba in žabčki*, Gvido Tartalja, 1983). To kaže tudi slikanica *Kuža Luža* (Leopold Suhodolčan, 1984), ena njegovih prvih nagradenih ilustracij za knjige. Takrat so bili zanj značilni smisel za humor in poetičnost ter visoka likovna profesionalnost. Njegove duhovite domislice so bile pri najmlajših bralcih opažene in popolnoma sprejete (*Potovanje račke Dine*, Samo Kuščer, 1990). Primerjave njegovih zgodnjih ilustracij temeljijo na različnih izhodiščih, od ilustracij, ki so nazorno prevajale literarno predlogo (*Modra kapica in začarani volk*, Branka Jurca, 1986), kar je bilo sprva tudi ilustratorju edino logično, do novih, bolj raziskovalnih.



Danijel Demšar je slogovno zelo raznolik ilustrator. Kot raziskovalec je menjal različne pristope k ilustriranju. Ob besedilu ga je zanimalo vstopanje v slikovno površino. Spopad z belino slikovnega prostora, namenjenega vsaki v sebi zamišljeni podobi, je gradil na različnih izkušnjah (*Strupena Brigita*, Mate Dolenc, 1989). Ko je prvič uporabil inovativna sredstva in postopke, se je sprostil in začel ilustrirati na bolj slikarski način. Prelomnica v njegovem ustvarjanju je bila knjiga *Med bogovi in demoni* Alenke Goljevšček (1988). Vsaka literarna predloga je bila zanj poseben izziv in jo je osmisliš čisto na novo. Takrat je imel zavetje v razrvani naravi in v množici na hitro ustvarjenih podob, ki pa so kljub temu nastajale nadzorovano. Z različnimi materiali in tehnikami je impulzivno, a skoncentrirano ustvarjal desetminutne ilustracije za knjigo *Zvezde obal* (Franjo Frančič, 1990). Ta na videz sproščena dela pa so bila ustvarjena načrtovano. Popolnoma preiščene in na podlagi skic pa so nastajale ilustracije za *Arabske basni* (1991).

Njegove ilustracije v slikanicah za otroke z lepoto in iskrenostjo pritegnejo in prepričajo otroke že v najbolj zgodnjih letih ter jih povedejo v poetično ubeseden svet podob in poezije (*Nebesno gledališče*, Boris A.

Novak, 1990). Značilno slikarsko poetično je s prepoznavnim bogatim likovnim rokopisom prevedel tudi drugo Novakovo slikanico *Mala in velika luna* (1994). Ilustracije, stkane iz tišin in iz zamolkov, iz razpetosti med prvo radostjo in bolečino odraščanja, v sozvočju z nežno modrino barv in krhko risbo sledijo luni, njenemu hrepenenju po odraslosti in poznejši grenkobi, ko se ji, odrasli, spet toži po brezskrbni otroški igri. Krhke in zelo povedne ilustracije so očarljivo zveste sopotnice vsebine. Tudi vsi utrinki, porojeni med branjem



*Ljubi me, kot sonce sije, Feri Lainšček,  
Založba Mladinska knjiga, 2019*

pravljicne pripovedke iz Tisoč in ene noči (*Šamardalov zaklad*, 1997), so bili Demšarju kot inventivnemu ilustratorju dragoceni, saj je na podlagi mnogih skic lahko nastala urejena, besedilu primerna vizualna celota. Ilustriranje je zanj pomenilo ustvarjanje po literarni predlogi, sprva natančno in posnemovalno, pozneje se je predanosti predloženi besedilu osvobodil. Odprl je lastne prostore vizualne pripovedi in jim dopustil, da so poleteli na krilih domišljije in samosvoje inovativne ustvarjalnosti.

V ilustriranju poezije se Danijel Demšar sprehaja med spomini in zavedanjem svojega trenutka. V ta kontekst nedvomno spada vseh šest knjig poezije za otroke Bine Štampe Žmavc, ki so bile oplemenitene z njegovimi ilustracijami. Ustvarjalna dvojica je vselej prepričala in s popolno usklajenostjo očarala mlade bralce. S silovito umetniško sporočilnostjo, mojstrsko dovršenostjo in hkrati z umirjeno zrelostjo so nastale knjige za različne založbe: *Nebeške kočije* (1994), *Zrnca sonca* (1994), *Vprašanja srca* (2008), *Roža v srcu* (2010), *Svilnate rime* (2011) in *Barka zvezd* (2014). Včasih se ilustrator na fantazijski barki pozibava med zvezdami, ki jih občuti kot otoke samote, vpete v čar barv, ruja in borovcev. V pesničino besedilo tke prefinjena večnostna sporočila, da bralka in bralec med mojstrskimi verzi pesnice in silovito virtuoznostjo slikarjevih čarnih podob plujeta v sanjarjenje in resničnost, zasidrana v zalivih svoje, pesničine in ilustratorjeve domišljije.

Slikar je kot neustavljiv popotnik na ladji širnega sveta in lastnega intimnega občutja, ki za seboj – namesto drobtin, ki naj omogočajo pot nazaj – pušča množice



porisanih in poslikanih papirčkov. Poti nazaj ni, k ilustriranju vsake nove knjige pristopa od čistega začetka. Take so tudi imaginarne pokrajine in občutja narave na njegovih podobah ob verzih slovenskih pesnikov o pomladi in jeseni (1997). Te njegove skrajno lirične podobe so mešanica lepote, hipnosti in preleta svetlobe, valovanja. So sproščene spontane, eruptivno strastne, vilinsko mile, nadgrajene z nizanjem minimalistično preprostih, deloma skoraj abstraktnih prisodob.

Na Demšarjevem lastnem otoku, v njegovem kraškem domu, ki so ga poustvarile in mu dale dušo njegove roke, so naseljeni prijetni in slabi trenutki. Motiv hiše, ateljeja, domovanja, skritega v poetičnih ilustracijah, se pojavlja v mnogih različicah in preobrazbah: od čiste geometrične zasnove do romantičnih podob v objemu pokrajine. V njegovih delih so, ne glede na besede, bivanjska vprašanja, kje smo in kam gremo. Tu je v eni osebi čakajoči in pričakujoči ustvarjalec, čudeči se otrok in spoznavajoči modrec s svojimi izkušnjami ter spoznanjem o preteklosti in zavedanjem nedoumljivosti v tu-bitu. Umetnik, ki nosi s sabo tudi eksistencialno izkušnjo bolj temnih plati življenja. Tu sta ljubezen in tišina in so vprašanja o minljivosti. *Lep je angel ljubezni, / kot je ljubezen lepa* (Tone Pavček, *Angeli*, 2012): dvostranska, krhko lebdeča slika stiliziranega para (*Angel ljubezni*), ki *hlepi po poljubih*, ob čemer se njun angel umakne v svoja mala nebesa. Njegov svet diši po borovcih in po poeziji. Kot da umetnik sledi utripu svojega cilja, ki ga išče in kdaj tudi najde v žaru življenja. Upočasnjeno, a z življenjsko energijo v vnemi novih spoznanj lebdi na mostu med preteklostjo in prihodnostjo. V prosojno ozadje umeščen *Angel za bolečino* s krili in s slikarsko paletto v roki (kot slikarjev alter ego) ve: nič ne izgine v nič,

teče edino čas, ki ga mora človek napolniti z ljubeznijo in umetnostjo.

Tatjana Pregl Kobe

### Danijel Demšar

Rodil se je 8. maja 1954 v Mariboru. Leta 1979 je diplomiral na Akademiji za likovno umetnost v Ljubljani. Po nekaj letih pedagoškega dela se je kot svobodni umetnik posvetil knjižnim ilustracijam, grafikam, slikarstvu in delu za lutkovno gledališče (izdelava lutk, scenografija, kostumografija). Z Ireno Majcen in Judito Krivec Dragan je bil leta 1992 pobudnik za ustanovitev sekcije ilustratorjev pri Zvezi društev slovenskih likovnih umetnikov. Ilustriral je 52 knjig. Ilustracije je objavljaj tudi v revijah za otroke (Ciciban, Cicido, Kecek, Kurirček) in likovno opremljal šolske učbenike in berila. Svoje delo je predstavil na 39 samostojnih in 59 skupinskih razstavah doma in v tujini ter se udeležil skoraj vseh razstav bienala ilustracij. Za svoje delo je prejel številne nagrade, med drugim: leta 1984 - Levstikova nagrada za ilustracije v knjigah Kuža Luža Leopolda Suhodolčana, Mama žaba in žabčki Gvida Tartalje in Kužmucke Marjete Novak; leta 1993 - plaketa Hinka Smrekarja; leta 1997 - priznanje Hinka Smrekarja; leta 2010 - nagrada Hinka Smrekarja; leta 2013 - Levstikova nagrada za življenjsko delo; leta 2012 - častna lista Mednarodne zveze za mladinsko književnost (IBBY) za ilustracije v pesniški zbirki Roža v srcu Bine Štampe Žmavc; leta 2021 - nagrada Hinka Smrekarja za življenjsko delo. Živi in dela na Krasu.

Naslov: Griže 21, 6210 Sežana; e-naslov: danijel.demsar@guest.arnes.si, telefon: 031 020 169

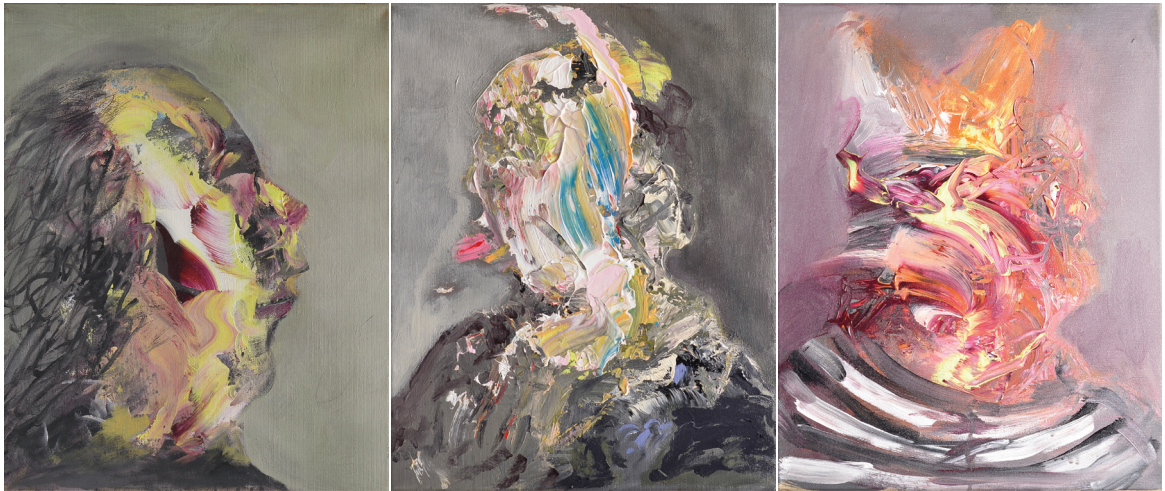
## ODPRTJE RAZSTAVE LUKA ŠIROKA

PONEDELJEK, 9. JANUAR 2023, OB 18.00

### Portreti brez obrazov

Za slikarja Luka Široka, vsestranskega ustvarjalca vizualne umetnosti, so značilne odprtost, širina, mnogoplastnost in popolna ustvarjalna svoboda. Zavestno deluje iz sebe, dovoli si, da ga pritegujejo različne umetniške smeri, na katerih gradi lastno prepoznavnost. Pri ustvarjanju ne dela načrtov in si vnaprej ne zamišlja dokončanega dela. Slikar lahko ustvarja kot začaran občudujoč otrok, lahko pa podoba izpričuje tudi misel modreca, ki vidi združen tako izvorni primitivni svet kot današnji svet civilizacije.

Pri ustvarjanju z določenim konceptom je pomembno, da umetnik ve, zakaj se loteva novega projekta, četudi je do njega prišel naključno. Da ne ustvarja zaradi težnje po ustvarjanju samem, ampak z razlogom, ki se ga zaveda, ga reflektira, se z njim ukvarja. Že iz velikih platen cikla slik o zombijih veje temačen, mračen svet. Zombiji, mitološka bitja, ki s pomočjo magije oživijo, s poudarjeno belino morbidnih glav dominirajo v nedefiniranem temnem prostoru, kamor vstopa komaj zaznavna svetloba od zgoraj. Podobe razpadajočih bitij so v



*Brezobrazi - triptih 3, akril na platnu, 3 × (60 cm × 40 cm), 2022*

mrazu strašljive in groteskne, mimo nas obrnjene zrejo s srepro zijajočimi odprtinami, kjer naj bi bile oči, pri tem pa so zijajoči zobje iz odprtih ust in do kraja razprte čeljusti grozljivo uperjene v gledalca. Če so bili slikarjevi vizionarski zombijeovski junaki redki preživeli pričevalci fiktivne kataklizme, ki so od nekod (nemočno nemo) opazovali usodo človeštva, pa se to seveda komajda nanaša na nosilce mask v času pandemije, ki je v preteklih letih dejansko obvladala ves svet. Tu se je zgodila realnost. Na sliki *Kaj naj rečem nekomu, ki ne nosi maske* (2020) ni nikjer nobenega obiskovalca, moška figura s klasično svetlomodro medicinsko masko z daljnogledom, ki ima dve žareče rdeči goriščni točki, zre nekam v daljavo.

Črta, barva, svetloba, gmota – substanca in forma označujejo obličje, izpišejo obraz. Posebno občutje nelagodja, tesnobe in odtujenosti se kaže na obeh podobah diptiha *Neudobje* (2020), čeprav sta obraza ‚premazana‘, a toga en face drža, klobuk in nekakšna naglavna ruta pričajo o tem, da naj bi šlo za portret. Če sliki *Plavi fant* (2021) in *Inspector Derick* (2021) še delujeta kot portreta, pa je na podobi obraza na sliki *Ludvik* (2021) že navzoč slikarjev psihološki odziv: portretiranec (tudi če dejansko ne sledi slikarju kot klasičen model) se počuti osamljenega in neopaženega, zato tudi slikar opušča potrebo po predstavitvi zunanjega obraza. Razkrit je odnos do portretirancev in tudi do sebe. Tako Širokove slike na osnovni ravni pričajo o ustvarjanju identitete skozi pogled drugega, o anonimnosti, brezosebnosti ali brezobzirnosti. Lahko pa, da se v njih skriva simbolika (ne)obstajanja.

Težko bi rekli, da so bili umetniki iz zgodovine umetnosti privilegirani, tako kot tudi danes niso. Seveda ne moremo mimo misli na figurativnega

umetnika irskega porekla Francisa Bacona in na njegovo serijo slik *Glave* (1949), ki je v svojem času povzročila nepopisen šok. Naključje je tudi pri njegovem delu igralo pomembno vlogo. Pogosto se je približal slikarskemu platnu, ne da bi imel jasno predstavo o tem, kaj naj bi nastalo. Potrebo po naključju je vključil v svoje delo: podoba se je pogosto na sredini spremenila v popolnoma nekaj drugega, kot je prvotno nameraval. Dobesedno je iskal za svobodo, ki se mu je zdela ključna za lasten razvoj. Za napredovanje umetnika. Življenjski slog in umetnost sta se zanj prepletala, saj mu je morda, kot je sam dejal, »pijača pomagala, da je bil nekoliko bolj svoboden«<sup>1</sup>, kar se precej očitno kaže v seriji slik iz leta 1949, ki se je začela kot precej morbidna študija razgrajene glave, motiva, ki ga je obvladoval naslednjih dvajset let. Tudi Širokove podobe brezobraznih glav danes izzivajo šok. Za mnoge umetnike – včasih in danes – so res značilne težke zgodbe, pomanjkanje, bolečina, duševni pretresi, notranji boji, za druge način sprejemanja življenja glede na stanje v družbi ali kot odsev lastne notranje naravnosti. Vsem je skupno iskanje tiste posebne lepote, predvsem notranje, iskanje presežnega, kopanje po temnih koticah človeške duše, da bi svetu dali morda vizijo ali preprosto le občutek, da nismo sami, da se je nekdo, nekje, pred sto, dvesto ali petsto leti spopadal s podobnimi vprašanji. S takimi, kot se mnogi umetniki tudi danes.

Sodobna umetnost ima pogosto izraz temne, včasih grozljive resničnosti. Kot odsev časa. Če je Bacon pritegnil pozornost evropskega umetniškega sveta s svojimi podobami glav in teles, ki se zvijejo v groteskne konfiguracije in neprimerne poze, ter razkrival grozljivo dušo 20. stoletja, in če se je v dialog časa

<sup>1</sup> David Sylvester. *Pogled nazaj na Francisa Bacona*. London: Thames in Hudson, 2000

proti koncu tega stoletja vključila tudi umetniška izpoved Jožeta Tisnikarja s slikanjem deformiranih obrazov, se v svetu, ki mu tesnoba, usodnost in diabolčne vizije niso tuje, oglašajo tudi današnje generacije slikarjev. Ker je upodabljanje figure v slikarstvu navzoče, odkar obstaja človek, je ta motivika tako izrabljena, da je le stežka narediti figuro, ki ne asociira na že upodobljeno, že videno rešitev. Ampak ko začetni šok na podobe glav brez obrazov Luke Široka mine, pozornejši pregled razkrije tako natančno izdelavo kot zapleten simbolizem. Družbeno bitje postane vsota svojih nevroz, ki jih slikar poskuša prenesti tako, da subjekt sprva zmanjša na simbolno označena usta, ušesa, oči, čeljust, nato pa še vse to povsem prekrije. Izniči. Pogled od spredaj preneha biti edini in subjekt je nenadoma prost, razdrobljen in izpostavljen nenavadnim spremembam.

Širokove podobe ljudi brez obrazov so skrajno neobičajne, nadrealistične. Slikarjevi doprtni portreti brez obrazov so ustvarjeni s silovitimi, izraznimi potezami čopiča, prostor za njimi pa ostaja (večinoma) povsod nedefiniran. Pri sliki *Brezobrazi 1* (2022) brezčasno praznost ozadja označuje temno modra površina, ki bi jo lahko razumeli celo kot black hole ali črno luknjo v vsemirju. Brezobrazne podobe potujejo skozi prostor in čas, slikar jih je z barvno ekspresivno pisano paletto barv bogato oblikoval kot neskončen, pomnožen vrtinec do neprepoznavnosti izslikanih oseb. Kaj so junaki teh zgodb doživljali, ko so zrl v svet? Kam so gravitirali vsi ti pogledi, da jih slikar, zgrožen, ne more več gledati v oči? Jih v ihti maliči, z barvo na barvo, z živo, udarno, ne mehko in toplo, temveč z vehementnimi potezami čopiča, ki puščajo sledi, kot da se slikarjeva roka ne more ustaviti? Od razčlovečenja (krikov in groze, nestrinjanja in nesprejemanja) do brezobraznih podob izginjanja, ponikanja, prisluškovanja tišini je (lahko) le en korak (*Brezobrazi ultimum 5/10*, 2022). Postanek za premislek. Ni nujno, da te ljudje vidijo, ampak da ti prisluhnejo ne glede na to, kakšen si. Kako izgledaš. Ker v bistvu niso več pomembne naše vizualne podobe, da se razumemo in sprejemamo taki, kakršni smo, ampak da si ne glede na zunanjo podobo znamo prisluhniti. Pomembno je, kdo si. Kompozicije in podobe, ki (tudi) v eni barvi lahko to sporočajo, so zato dragocene.

Čeprav slikar z razstavljenim nizom slik *Brezobrazi* ponuja zelo prostorsko naravnano doživetje, v katerem spretno veže raztresene pripovedne fragmente v eno sporočilo, je s ponavljanjem posamičnih izbrisov obrazov njegov namen prav nasproten. Sporočilo, ob katerem gledalec ne more ostati brezbrizen, včasih

do skoraj abstraktne nerazpoznavnosti portretov ni preprosto, ni enoznačno. Le poiskati ga je treba.

Tatjana Pregl Kobe



### Luka Širok

Rodil se je 7. oktobra 1982 v Šempetru pri Gorici. Maturiral je na srednji šoli Maxa Fabianija v Gorici (Liceo Artistico Max Fabiani di Gorizia) in diplomiral na akademiji v Benetkah (Accademia di Belle Arti di Venezia), smer slikarstvo. Sodeloval je v umetniških društvih Attivarte in SPA+A v Benetkah. Je član združenja Fondazione Malutta a Venezia in Društva likovnih umetnikov slovenske Primorske (DLUSP) Ajdovščina. Udeležil se je več umetniških rezidenc: 2022 – *Who killed Bamby? / Dolomiti Contemporanee*, Borca di Cadore, Belluno, Italija; 2018 – *novomeški likovni dnevi*, Dolenjski muzej, Novo mesto; 2015 – *Terraformazione: Padiglione Sloveno*, Dolomiti Contemporanee, Borca di Cadore, Italija; 2014 – *E ultimo venne il bosco*, Dolomiti Contemporanee, Borca di Cadore, Italija. Svoja dela redno predstavlja na samostojnih in skupinskih razstavih v Sloveniji in tujini. Samostojne razstave: 2007 – *Also be conceptual*, Galleria Spazio Bianco, Mestre, Italija; 2009 – *Only part of my day*, Gradska galerija Fonticus, Grožnjan, Hrvaška; 2013 – *Answers without questions*, Emeroteca Mimexity, Trst, Italija; *L'onda stratificata*, Gary Lee Studio, Trst, Italija; 2014 – *Plastic Playground Now*, SiTi ART store, Kristalna palača, Ljubljana; 2018 – *Gostota slojevitosti*, Galerija Zorana Mušiča, Grad Dobrovo; 2019 – *Vice Versa*, Galerija Blok, Beograd, Srbija; 2021 – *(Ne)udobje*, Hiša kulture, Pivka; 2021 – *RRRRRRR*, Mestna galerija, Nova Gorica; 2022 – *Brezobrazi*, Galerija Rika Debenjaka, Kanal ob Soči. Leta 2022 je prejel posebno nagrado na 18. novomeških likovnih dnevih. Živi in ustvarja v Goriških brdih.

Naslov: *Ceglo 26, 5212 Dobrovo v Brdih*; e-naslov: *sirok.luka@gmail.com*; telefon: *031 715 861*

## Trobentica ali navadni jeglič (*Primula vulgaris*)

Rod jegličev (*Primula*) je dal ime družini jegličevk (*Primulaceae*). V slovenski flori v družino jegličevk uvrščamo deset rodov, rod jegličev pa je pri nas prav tako zastopan z desetimi vrstami. Eno od njih

Trobentica je znana tudi po uporabi v ljudskem zdravilstvu. Predvsem včasih so jo precej uporabljali pri lajšanju težav z dihali, obtočili in prebavili pa tudi za blaženje bolečin in celjenje ran.



vsi poznamo pod imenom trobentica. Trobentica, ki jo botaniki imenujejo tudi navadni jeglič, je ena od znanilk pomladi, na njene cvetove pa lahko prihajajoči pomladi z malo truda celo zatrobimo v pozdrav. Poleg tega so njeni cvetovi lahko popestritev spomladanske solate, ki si jo pripravite za malico ali svojim dragim postrežete s kosilom.

Kako pa to vrsto opiše sistematski botanik? Veliko bolj pusto, kot je primerno za to bujno cvetočo rastlino, ki po dolgem času omejene zimske barvne palete razveseli oko sprehajalca ali kakega čmrlja, ki se je prvi zbudil iz zimskega spanca in si na pladnjastem cvetu privoščiči sladko malico ...

Zgoraj goli podolgasti do narobejajčasti in v krilat pecelj zoženi listi trobentice so praviloma dolgi do 15 cm in oblikujejo pritlično rozeto, ki je pravzaprav značilnost vseh vrst jegličev. Izrazito mrežasto žilnata listna ploskev ima grobo nazobčan rob. Steblo socvetja je močno skrajšano, zato je videti, da bledorumeni petštevni cvetovi z živo rumenim ustjem posamično poganjajo iz korenike. Štrleče- do kuštravodlakavi cvetni peclji trobentic so dolgi od 5 do 10 cm. Čaša se prilaga cevi venca lijaste oblike.

Območje razširjenosti oz. areal trobentice je Balkanski polotok, zahodna, srednja in južna Evropa, britansko otočje, skrajni jug Skandinavije in sever Afrike ob Sredozemskem morju ter del obale Črnega morja in vzhodnega Sredozemlja. V Sloveniji je pogosta, raste pa na svežih, zmerno bogatih tleh po vsej deželi. Našli jo bomo na travnikih, v svetlih gozdovih, sadovnjakih in med grmovjem. Cvetočo bomo praviloma uzrli med februarjem in majem, odvisno od temperatur tistega leta ali nadmorske višine, kjer uspeva posamezen primerek.

*Jošt Stergaršek*

Viri:

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

**Domača lekarna patra Simona Ašiča**, S. Ašič. Društvo Mohorjeva družba, 2011.

**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.

**Both morph- and species-dependent asymmetries affect reproductive barriers between heterostylous species**, Barbara Keller et al., Ecology and Evolution, July 2016.