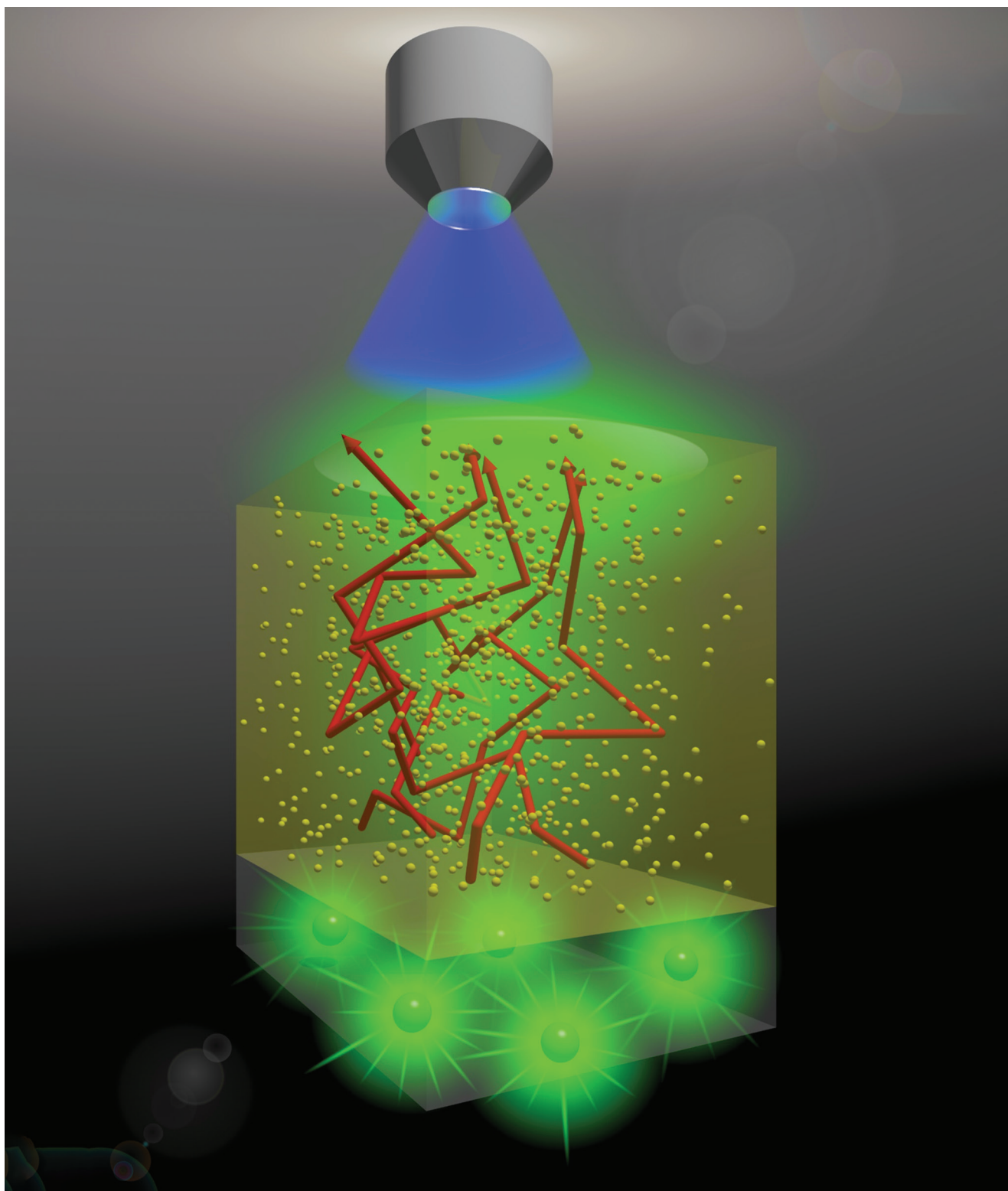


NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 201, junij 2022



Prejemniki zlatega znaka in častnih listin ~ Rekordni dosežek na področju jedrske fuzije ~ Raziskave in dosežki IJS ~ Nova rubrika: Kje so naši nekdanji sodelavci ~ In memoriam: akad. prof. dr. Peter Gosar

<i>Dosežki</i>	3
<i>Z magnetnim segrevanjem pospešujemo kemijske reakcije</i>	3
<i>Metoda lokalizacije in sensorika skozi sipajoča tkiva na podlagi optičnih mikroresonatorjev</i> ...	3
<i>Novo odkritje v nanotehnologiji DNA plod dela slovenskih raziskovalcev</i>	3
<i>Nagrade</i>	4
<i>Prvo mesto na hackatlonu Dragonhack</i>	4
<i>Prejemniki zlatega znaka Jožefa Stefana za leto 2022</i>	4
<i>Prejemniki častnih listin Instituta "Jožef Stefan"</i>	6
<i>Aktualno</i>	7
<i>Rekordni dosežek na področju jedrske fuzije</i>	7
<i>SRIP ToP razvil novo storitev za izboljšanje upravljanja z digitalno intelektualno lastnino podjetij v Evropski uniji</i>	10
<i>Raziskave IJS</i>	11
<i>Lokalizacija in sensorika skozi sipajoča tkiva z uporabo optičnih mikroresonatorjev</i>	11
<i>Ali naš dedni zapis nosi informacije o tem, kako smo občutljivi na izpostavljenost ftalatom in njihovim nadomestkom?</i>	13
<i>Katalizator predstavlja srce vodikove gorivne celice in ključ do njene masovne uporabe</i>	15
<i>Točne rešitve mnogodelčnih kvantnih kaotičnih sistemov</i>	19
<i>Mikrofluidne strukture na osnovi nematskih tekočih kristalov</i>	21
<i>Minuli dogodki</i>	24
<i>Dan odprtih vrat Instituta "Jožef Stefan"</i>	24
<i>Odprtje novih prostorov elektronike IJS na Teslovi</i>	25
<i>In memoriam: akad. prof. dr. Peter Gosar (1923–2022)</i>	26
<i>Knjižnica se predstavi</i>	27
<i>Kje so naši nekdanji sodelavci</i>	29
<i>Prišli - odšli</i>	31
<i>Obiski po odsekih</i>	32
<i>Sindikata IJS: zbiranje pomoči za ukrajinske begunce</i>	34
<i>Varnost in zdravje na delovnem mestu</i>	34
<i>Ukrepi za preprečevanje kostno-mišičnih obolenj pri delu od doma</i>	34
<i>Kulturno dogajanje na IJS</i>	36

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: Ilustracija zajemanja difuznega signala optičnih mikroresonatorjev skozi debele sipajoče plasti. Na račun njihovih edinstvenih spektralnih lastnosti je mikroresonatorje mogoče natančno lokalizirati ter uporabiti za označevanje, sledenje in sensoriko posameznih celic. Avtor slike: Aljaž Kavčič, F5

<http://www-novice.ijs.si>, e-pošta: novice@ijs.si, naklada: 1250 izvodov

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

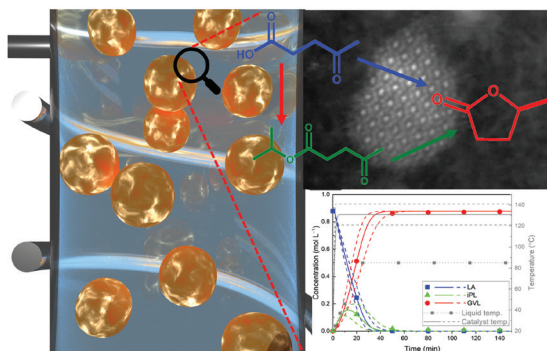
Članke, predloge in pripombe lahko pošljete po e-pošti: novice@ijs.si.

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

ISSN 1581-2707

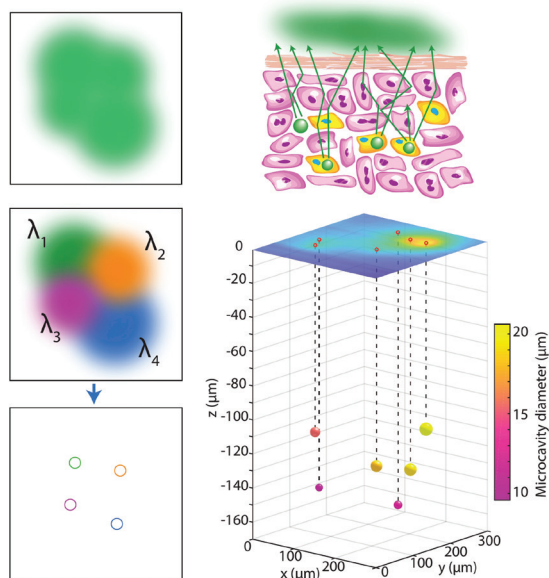
Z magnetnim segrevanjem pospešujemo kemijske reakcije

Raziskovalca doc. dr. Sašo Gyergyek in prof. dr. Darko Makovec z Odseka za sintezo materialov sta v sodelovanju s sodelavci z Odseka za katalizo in reakcijsko inženirstvo Kemijskega inštituta objavila članek v znanstveni reviji *Green Chemistry* z naslovom *Electro-hydrogenation of biomass-derived levulinic acid to γ -valerolactone via the magnetic heating of a Ru nanocatalyst*. V članku so avtorji prikazali možnost uporabe gretja magnetnih nanodelcev kompozitnega Ru katalizatorja v izmeničnem magnetnem polju kot izvora termične energije, potrebne za kemijsko reakcijo. S podrobno analizo in modeliranjem procesov na površini so pokazali, da površina magnetnega katalizatorja doseže bistveno višjo temperaturo, kot je temperatura medija. Zaradi tega reakcija poteka bistveno hitreje kot pri uporabi konvencionalnega gretja, kar vodi k znatno večjemu izkoristku γ -valerolaktona pri milih pogojih. S tem so avtorji pokazali na velik potencial magnetnega segrevanja heterogenih reakcijskih sistemov za pretvorbo termično občutljivih reaktantov, kot so npr. biomasne komponente.



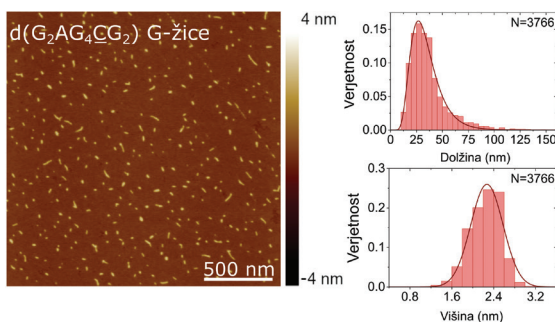
Metoda lokalizacije in sensorika skozi sipajoča tkiva na podlagi optičnih mikroresonatorjev

Raziskovalci Aljaž Kavčič, dr. Maja Garvas, Matevž Marinčič in doc. dr. Matjaž Humar z Odseka za fiziko trdne snovi ter dr. Boris Majaron z Odseka za kompleksne snovi Inštituta "Jožef Stefan" so skupaj s sodelavci z Univerze v Gradcu objavili članek v reviji *Nature Communications* z naslovom *Deep tissue localization and sensing using optical microcavity probes*. V članku so avtorji predstavili novo metodo globinskega slikanja skozi sipajoče materiale, ki temelji na lokalizaciji whispering gallery mode mikroresonatorjev, katerih ozka spektralna emisija omogoča dekompozicijo zajetega difuznega signala na prispevke posameznih mikroresonatorjev. Razvita metoda združuje sposobnost lokalizacije na ravni posameznih celic s sensoriko raznovrstnih parametrov, kot so temperatura, pH in lomni količnik, kar predstavlja vsestransko in perspektivno orodje za globinsko slikanje v tkivih. Prvi avtor članka Aljaž Kavčič je izsledke tega dela predstavil v svoji magistrski nalogi, za katero je prejel Prešernovo nagrado Univerze v Ljubljani.



Novo odkritje v nanotehnologiji DNA plod dela slovenskih raziskovalcev

Raziskovalke z Odseka za fiziko kompleksnih snovi Inštituta "Jožef Stefan" Nerea Sebastian, Lea Spindler in Irena Drevenšek so skupaj z raziskovalci z drugih slovenskih institucij (KI, UL, UM, MPŠ, Center odličnosti EN-FIST) s pomočjo jedrske magnetne resonance razkrili, kako se z gvanini bogati oligonukleotidi DNA spontano združujejo v gvanozinske nanožice (G-žičke), in tako dobili vpogled v obnašanje tovrstnih nanostruktur na molekularni ravni. Za sistematično



karakterizacijo G-žičk so uporabili komplementarne metode, kot so CD, DLS, AFM, SEM in TEM. Ključni korak razkritega mehanizma samozdruževanja je strukturna preureditev kinetično kontroliranega G-kvadrupleksa v termodinamsko preferenčni G-kvadrupleks. Razumevanje podrobnosti navedenega mehanizma jim je omogočilo nadzorovano sintezo G-žičk. Opisano odkritje je pomembno tako za

nadaljnji razvoj DNA-nanotehnologije kot tudi za poglobljeno razumevanje temeljnih lastnosti G-kvadrupleksnih agregatov, ki lahko nastanejo v različnih bioloških procesih. Rezultati študije - *Understanding self-assembly at molecular level enables controlled design of DNA G-wires of different properties* - so bili objavljeni v reviji Nature Communications.

PRVO MESTO NA HACKATLONU DRAGONHACK

Boško Koloski in Ilija Tavchioski, sodelavca Odseka za tehnologije znanja Instituta "Jožef Stefan", sta zmagala na največjem in najdaljšem slovenskem univerzitetnem hackathonu Dragonhack, ki sta ga 14. in 15. maja 2022 organizirala Fakulteta za računalništvo Univerze v Ljubljani in Društvo računalničarjev Slovenije. Na tekmovanju je nastopilo 39 ekip in skupno več kot 150 udeležencev, ki so v neprekinjenem 24-urnem delu izkazali svoja znanja in veščine za reševanje težav iz resničnega življenja z uporabo programske in strojne opreme. Koloski in Tavchioski sta predstavila kreativno rešitev za problem odvoza kosovnih odpadkov: najprej sta povezala ljudi, ki oddajajo kosovne odpadke, z iskalci rabljene opreme in tako zmanjšala količino kosovne opreme, poleg tega sta optimizirala tudi načrtovanje odvoza.

Dragonhack je fantastična priložnost za mreženje in spoznavanje odličnih podobno mislečih ljudi,



za najuspešnejše pa trenutek, ko lahko komisiji in drugim strokovnjakom pokažejo svoje sposobnosti in naredijo vtis.

Čestitamo!

PREJEMNIKI ZLATEGA ZNAKA JOŽEFA STEFANA ZA LETO 2022

Institut "Jožef Stefan" podeljuje priznanja za doma in v tujini najodmevnejše doktorate v zadnjih treh letih s področja naravoslovno-matematičnih, tehniških, medicinskih in biotehniških ved. V okviru tradicionalnih Dnevoev Jožefa Stefana, ki so letos spet potekali v živo, smo že tridesetič podelili zlate znake Jožefa Stefana. Prejeli so jih Matija Gatalo, Pavle Kos in Žiga Kos.

V nadaljevanju objavljamo obrazložitve.

Čestitamo!

Uredništvo

Dr. Matija Gatalo je v svojem doktorskem delu nagovarjal aktualno tematiko zelenega dogovora in vodikovih tehnologij. Razvil je postopek priprave katalizatorja za gorivne celice, ki vsebuje majhno količino drage platine. Namesto slednje je namreč za katalizatorsko osnovo uporabil zlitine platine in prehodnih elementov, kot so baker, nikelj ali kobalt.

Z inovativno kombinacijo različnih sinteznih postopkov je pokazal, da so tako pripravljene katalizatorji lahko zelo aktivni in hkrati tudi stabilni. Posebej je treba omeniti, da novi postopek omogoča pripravo velikih količin morfološko in kemijsko homogenih zlitin, kar pomeni, da je primeren tudi za uporabo na industrijski skali. Zato se odmevnost doktorskega

dela Matije Gatala ne izraža zgolj v velikem številu citatov z delom povezanih člankov, temveč tudi v njegovi uporabnosti. Zaradi velikega interesa industrije je dr. Gatalo ustanovil odcepljeno podjetje, ki se ukvarja s trženjem v doktoratu pripravljenih katalizatorskih materialov. Predlog nadaljnjih raziskav sintezne ideje, razvite v doktoratu, je Evropski raziskovalni svet (ERC) nagradil z nagrado Proof of Concept. Za svoj izum je dr. Gatalo prejel še številne druge nagrade na uveljavljenih slovenskih forumih inovacij (GZS, OZ GZS, MOS, rektorjeva nagrada za najboljšo inovacijo).



Z leve: dr. Pavel Kos, dr. Žiga Kos in dr. Nejc Hođnik (na podelitvi je nadomeščal odsotnega dr. Matijo Gatala)

Dr. Pavel Kos je teoretični fizik, ki raziskuje na področju kvantnega kaosa. Tema njegovih raziskav so modeli in mehanizmi, ki razložijo robustnost kvantnega kaosa in teorije slučajnih matrik pri opisu dinamike spinskih verig in kubitnih vezij z lokalno interakcijo.

Raziskave Pavla Kosa so prinesle tri prebojna odkritja. Pavel Kos je pokazal, kako točno izračunati t. i. spektralni oblikovni faktor v Floquet-Isingovih spinskih verigah, ki razloži uspešnost teorije slučajnih matrik v interagirajočih kvantnih mnogodelčnih sistemih, ki jih sicer ne moremo obravnavati s perturbacijskim računom. Ta metoda je sicer zelo splošna, a za precizno utemeljitev potrebuje predpostavko o naključnih fazah, ki jo je v splošnem nemogoče dokazati. Temu je bilo namenjeno drugo prebojno odkritje, ko je predstavil rešljiv model, t. i. samodualen brčan Isingov model, kjer je mogoče spektralne korelacije oz. spektralni oblikovni faktor matematično rigorozno izračunati brez predpostavk in pokazati ujemanje s teorijo slučajnih matrik. Tretji preboj mu je uspel, ko je identificiral splošen razred kaotičnih mnogodelčnih sistemov, ki jih lahko načeloma točno rešimo s podobno metodo. Takšne

sisteme se da predstaviti kot kvantna vezja, ki jih lahko beremo/izvajamo v dveh pravokotnih smereh: v običajni, časovni smeri ali k njej pravokotni, prostorski smeri. Pravimo jim dvojno unitarni sistemi. To je prva znana družina neintegrabilnih mnogodelčnih sistemov (oz. sistemov z močno interakcijo oziroma korelacijo), za katere znamo točno izračunati dinamične korelacije. Takšna točno rešljiva vezja lahko s pridom uporabimo za umerjanje prve generacije kvantnih računalnikov. Skupina iz Honeywella je tako npr. pred kratkim reproducirala Kosove točne rešitve samodualnega brčanega Isingovega modela z njihovim ionskim kvantnim simulatorjem. Širše pa dvojno unitarne sisteme lahko razumemo kot univerzalnostni razred maksimalno kaotičnih neravnovesnih kvantnih materialov.

Rezultati doktorskega dela so objavljeni v 9 mednarodno recenziranih člankih, pri čemer je dr. Pavel Kos prvi avtor v treh delih. Ti članki so bili do zdaj citirani več kot 340-krat, tri najpomembnejša dela, ki tvorijo jedro doktorata in so objavljena v najbolj prestižnih fizikalnih revijah, pa več kot 150-krat. Rezultati dela so porodili plaz povezanih raziskav drugih avtorjev v svetu, novembra 2021 pa so na indijskem tehnološkem institutu (IIT) v Madrasu celo organizirali spletno delavnico o študijah, ki so jih spodbudili članki Pavla Kosa in sodelavcev.

Dr. Žiga Kos je teoretični fizik, ki raziskuje na področju mehke snovi, bolj specifično na področju nematskih tekočih kristalov in aktivnih tekočin. Odlika doktorskega dela Žige Kosa je celovit teoretičen pogled na fiziko dinamičnih struktur v pasivnih in aktivnih kompleksnih tekočinah, ki izrazito originalno temelji na dvosmernem prenosu znanja med na videz močno različnima področjema pasivnih kompleksnih materialov in aktivnih snovi. Posebej je Kosu uspelo povezati teme pasivne nematske mikrofluidike z defektno dinamiko aktivnih nematov, kar so teme v svetovnem vrhu modernih raziskav mehkih snovi.

Raziskave Žige Kosa so prinesle nekaj prebojnih odkritij, in sicer: rešitev in razumevanje strukture in topoloških stanj 3D aktivne nematske turbulence, odkritje novih neznanih dinamičnih aktivnih in pasivnih nematskih struktur, fundamentalno novo rešitev Stokesove enačbe v šibko anizotropnem sredstvu ter odkritje topološko pogojenih dinamičnih nematskih defektnih stanj. Metodološko je Kos razvil originalne dodelave modeliranja dinamike kompleksnih tekočin, kar je razširilo stabilnost, natančnost,

časovni ter krajevni doseg simulacij in kompleksnost geometrij, ki jih lahko obravnavamo.

Delo je v svetovnem vrhu raziskav na področju kompleksnih mehkih snovi, kar med drugim izkazuje izbran nabor najodličnejših objav - 6 člankov od skupno 14 je v revijah s faktorjem vpliva 10 ali

več. Po bazi Web of Science imajo dela Žige Kosa že več kot 170 citatov. Rezultati dela so prinesli plodna sodelovanja z več eksperimentalnimi in teoretičnimi skupinami po svetu (Barcelona, Nymegen, Chicago) in doma (IJS in UL) ter so odlična osnova za nadaljnje teoretične in eksperimentalne bazične študije in pri aplikativnem razvoju novih materialov.

NAGRADE IN PRIZNANJA

PREJEMNIKI ČASTNIH LISTIN INSTITUTA "JOŽEF STEFAN"

Priznanja častna listina Instituta "Jožef Stefan" podeljujemo organizacijam in posameznikom ali posameznikom iz gospodarstva za sodelovanje pri prenosu znanstvenih in tehnoloških dosežkov ter znanj, ustvarjenih na IJS, v družbeno in gospodarsko zaledje doma in v tujini.

V okviru Dnevoev Jožefa Stefana smo letos podelili 11 priznanj, med katerimi so štiri prejela podjetja, sedem pa posamezniki:

- podjetje **ELES, d. o. o.**, ter mag. Uroš Salobir, direktor področja za strateške inovacije v podjetju ELES, d. o. o., in dr. Janko Kosmač, vodja službe za procesne sisteme v podjetju ELES, d. o. o.

- podjetje **Gorenje, d. o. o.**, in Samo Gazvoda, vodja tehnologije v podjetju Gorenje, d. o. o.
- podjetje **Kolektor Group, d. o. o.**, ter Ludvik Kumar, izvršni direktor za raziskave v podjetju Kolektor Group, d. o. o., dr. Boris Saje, R&D MAGNETIKA Kolektor Group, d. o. o., in mag. Karla Kosmač, vodja razvoja CML v podjetju KFH, d. o. o.
- podjetje **UNIOR, d. d.**, in mag. Jože Ravničan, vodja tehnologije in razvoja v podjetju Unior, d. d.

Uredništvo



Uroš Kerin, dr. Janko Kosmač in mag. Uroš Salobir, predstavniki podjetja ELES, d. o. o., s podeljevalcema častnih listin: prof. ddr. Borisom Turkom, predsednikom ZS IJS, in prof. dr. Boštjanom Zalarjem, direktorjem IJS



Samo Gazvoda, nagrajenec iz Gorenja, d. o. o., prof. ddr. Boris Turk in prof. dr. Boštjan Zalar



Dr. Boris Saje, mag. Karla Kosmač in Ludvik Kumar, nagrajenci iz podjetja Kolektor Group, d. o. o.

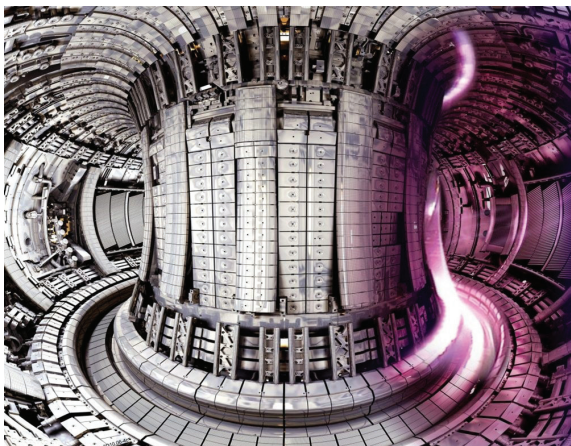


Mag. Jože Ravničan in mag. Rosana Šuc Ravničan iz podjetja Unior, d. d.

REKORDNI DOSEŽEK NA PODROČJU JEDRSKE FUZIJE

Igor Lengar, Odsek za reaktorsko fiziko, F8

Že od 60. let prejšnjega stoletja se znanstveniki trudijo za izkoriščanje energije zlivanja jeder na kontroliran način. Danes veljajo za najperspektivnejši način za nadzorovano termonuklearno fuzijo reaktorji tipa tokamak, ki delujejo v pulzih. Energija na pulz se je od začetnih mili joulov dvignila na mega joule. Nov mejnik je bil dosežen decembra 2021 na največjem fuzijskem reaktorju JET (Joint European Torus), ki deluje v Culhamu, Oxfordshire, VB. Raziskovalcem je uspelo sprostiti 59 MJ toplotne energije med pulzom, ki je trajal 5 sekund. S tem so skoraj potrojili predhodni rekord, ki je znašal 22 MJ. Ob tem dosežku je Tony Donne, vodja programa EUROfusion, dejal: »Ta dosežek je rezultat dolgoletnih priprav raziskovalcev po vsej Evropi. Vse, kar smo se pri tem naučili o fuziji, in dejstvo, da dosežek v celoti potrjuje naše teoretične napovedi, je dokaz, da smo na pravi poti v prihodnost izkoriščanja fuzijske energije.« Dodal je še: »Če lahko vzdržujemo fuzijo pet sekund, jo lahko tudi pet minut in nato pet ur.«



Notranjost tokamaka JET, delno je prikazana fuzijska plazma (foto: UKAEA)

Fuzijski reaktor JET

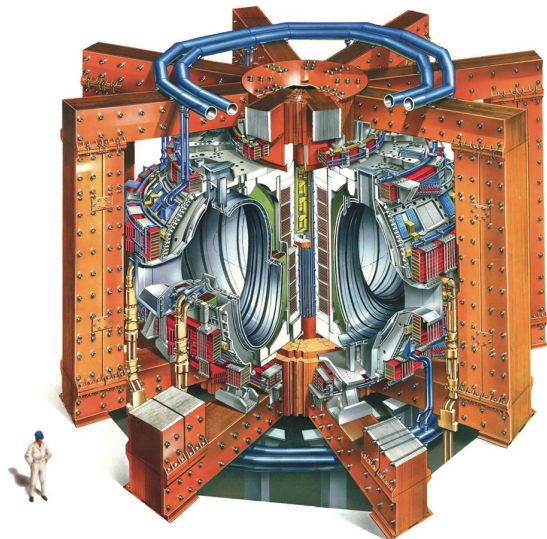
JET je fuzijski reaktor tipa tokamak, v katerem lahko kot gorivo uporabljamo izotope vodika; devterij ali mešanico devterija in tritija. S slednjo daleč najlažje dosežemo potrebne pogoje za fuzijsko reakcijo, a je za obratovanje zahtevnejše zaradi radioaktivnosti tritija. V fuzijskem reaktorju moramo doseči predvsem dva pogoja, zelo visoko temperaturo (energijo) goriva, ki znaša okoli 100 milijonov stopinj Celzija, in dovolj visoko gostoto goriva. Oboje dosegamo s pomočjo močnega magnetnega polja, mikrovalovnega segrevanja plazme in pospeševalnikov delcev, s pomočjo katerih del goriva v plazmo vbrizgamo pri visoki energiji.

Tokamak je naprava, ki uporablja močno magnetno polje za omejevanje plazme v obliki torusa. Fuzijsko



Prof. dr. Igor Lengar (foto: © kolektiff)

gorivo, ki je v stanju plazme, je med obratovanjem stisnjeno proti sredini torusa in torej v obliki obroča. Pri reaktorju JET je polmer plazme 3 metre, vakuumska posoda v obliki toroida ima skupni premer okoli 10 metrov in višino 5 metrov, celotna naprava pa je zaradi množice podpornih sistemov še precej večja. Skupna prostornina, ki jo lahko zaseda plazma, je 80 kubičnih metrov. Pomembni sestavni deli tokamaka so elektromagneti, ki obkrožajo vakuumsko posodo. Med fuzijskim pulzom, ki lahko traja več deset sekund, po njih teče skupni električni tok 51 MA,



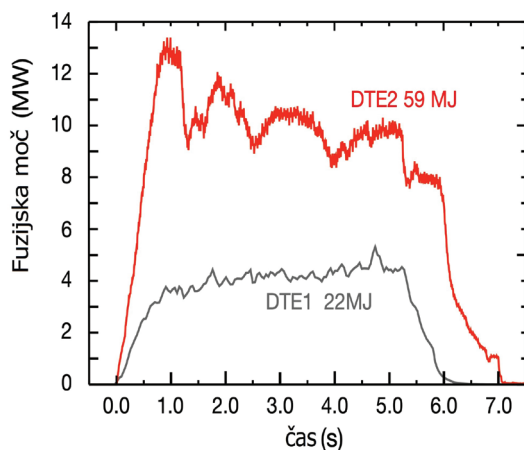
Shema tokamaka JET, vakuumska posoda toroidne oblike je v sredini, obdajata jo dve vrsti elektromagnetov (foto: UKAEA)

zato so hlajeni z vodo in predstavljajo tudi glavno omejitev dolžine plazemskega pulza v tokamaku JET.

Glavni vir segrevanja plazme v JET zagotavljata dva sistema, injiciranje dela goriva pri visoki energiji v plazmo s pomočjo pospeševalnika in ionsko ciklotronsko resonančno gretje. Celotne potrebe po električni moči za vse sisteme JET med pulzom so okoli 500 MW, največja trenutna potrebna moč lahko presega celo 1000 MW, efektivna moč segrevanja plazme pa znaša nekaj deset MW.

Rekordni dosežek na reaktorju JET

Predhodni rekord v energiji, sproščeni v enem pulzu, je bil prav tako dosežen na tokamaku JET leta 1997 pri približno enaki dolžini pulza, a manjši moči. Podlaga za sedanjí rekord je bila obsežna prenova sten tokamaka med letoma 2010 in 2011. Takrat je bila grafitna stena tokamaka, ki meji na fuzijsko plazmo, zamenjana s kovinsko steno iz berilija in volframa, ki omogoča 10-krat manjše zadrževanje goriva v steni. Doseganje rekordno visokih energijskih pulzov pa je bilo možno s poznejšo nadgradnjo zmogljivejših sistemov gretja ter z naprednimi scenariji segrevanja in obvladovanja plazme.



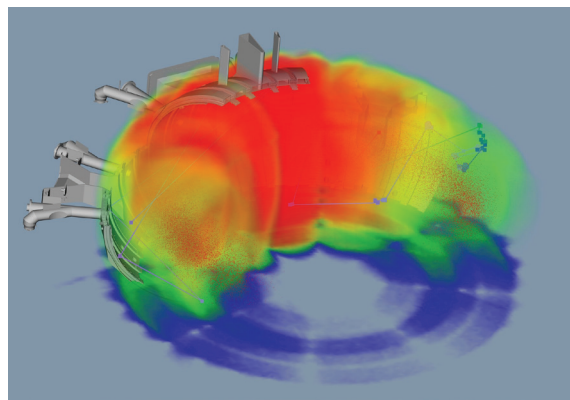
Moč med rekordnim pulzom (DTE2), primerjava s prejšnjim največjim pulzom (DTE1, 1997). Plazmo v tokamaku je treba med pulzom ves čas aktivno vzdrževati in jo segrevati, kar je vidno tudi na poteku moči (foto: JET)

Tokamaki v osnovi delujejo v ponavljajočih se pulzih. Zato je bila nadgradnja zelo pomembna, saj je zagotovila nekajkratno povečanje energije, sproščene v enem pulzu, z 22 MJ na 59 MJ. Zgolj petsekundna dolžina pulza je predvsem posledica omejitve segrevanja bakrenih elektromagnetov, sicer bi lahko stabilno fuzijsko plazmo v reaktorju vzdrževali tudi dlje.

Razmerje med sproščeno fuzijsko močjo in močjo gretja plazme označujemo s faktorjem Q. Leta 1997 je bila sicer dosežena najvišja moč 16 MW, vendar v zelo kratkem pulzu (0,15 sekunde), kjer je bil izmerjen faktor $Q = 0,67$. Oboje v zadnjem pulzu ni bilo preseženo, maksimalni Q med rekordnim pulzom je bil 0,32. To niti ni bil cilj, saj je bil glavni poudarek na dolgotrajnem stabilnem obratovanju na visoki moči, kar je ključno pri načrtovanju obratovanja prihodnjih fuzijskih naprav. To velja predvsem za fuzijski reaktor ITER, največji fuzijski reaktor do zdaj, ki ga gradijo na jugu Francije.

Slovenski prispevek

Neposredno pri raziskavah, povezanih z reaktorjem JET, sodeluje okoli 10 slovenskih raziskovalcev z različnih odsekov IJS. Več nas je tudi dalj časa delalo v Culhamu, kjer smo intenzivno sodelovali pri pripravi in načrtovanju zadnjega rekordnega eksperimenta. Trenutno sta na JET zaposlena dva nekdanja sodelavca Odseka za reaktorsko fiziko. Delujemo na različnih področjih, kot so meritve in priprava eksperimentov, predvsem pa pri računski podpori eksperimentom.



Rezultat simulacije porazdelitve nevtronskega fluksa v tokamaku JET, točkast izvor nevtronov ^{252}Cf . Vidna je ena izmed nevtronskih sledi, barvno je prikazana porazdelitev nevtronskega fluksa. Izračun na računalniški gruči IJS.

Konkretno smo sodelavci odseka za reaktorsko fiziko sodelovali pri kalibraciji detektorjev za nevtrone, kar je ključno prispevalo k dovolj natančni določitvi energije, sproščene med zadnjim rekordnim pulzom. Naš del je obsegal računsko podporo kalibraciji. Določili smo razlike v nevtronskem fluksu točkastega kalibracijskega izvora (^{252}Cf in generator nevtronov DT) med kalibracijo in nevtronskega fluksa plazemskega izvora med rednim obratovanjem JET. Tako smo lahko izračunali korekcijske faktorje, potrebne za uspešno kalibracijo, in s tem določitev moči

tokamaka, saj so nevtronski detektorji njen najnatančnejši pokazatelj. Poleg tega smo raziskovalci Odseka za reaktorsko fiziko vpleteni tudi v analize izseva delcev iz plazme oz. natančneje v reprodukcijo plazme kot izvora nevtronov in žarkov gama za uporabo v simulacijah. Tako lahko z računsko podporo eksperimentom še dodatno izboljšamo razumevanje dogajanja v plazmi in s primerjavami z eksperimentalnimi rezultati prispevamo k validaciji in razvoju orodij za plazemske simulacije.

Bodoči fuzijski reaktorji

Mednarodni projekt Iter je naslednji korak v razvoju, ki bo z naskokom največji fuzijski reaktor, volumen plazme pri tem tokamaku bo kar 830 kubičnih metrov, kar je 10-krat več kot pri JET. Pri tem je pomembno, da so komponente reaktorja JET narejene iz enakih materialov, kot bodo v reaktorju Iter. Uspeh trenutnih eksperimentov je torej odlična popotnica za eksperimente v reaktorju Iter. Njegov najpomembnejši cilj je, da bi prvokrat dosegli Q večji kot 10 in s tem dokazali znanstveno in tehnološko izvedljivost pridobivanja fuzijske energije. Iter naj bi iz 50 MW dovedene moči za gretje plazme ustvaril 500 MW fuzijske moči. Načrtovana dolžina pulza v reaktorju Iter je precej daljša in bo znašala nekaj minut, predvsem zaradi superprevodnih magnetov, s katerimi bo opremljen, in zaradi boljšega zadrževanja plazme zaradi večjih dimenzij tokamaka.



Največji fuzijski reaktor Iter v sklopu velikega mednarodnega projekta gradijo na jugu Francije. (foto: Iter)

Dokončanje reaktorja in prva plazma sta načrtovana za leto 2025, nato bo sledilo nekaj let predfuzijskih raziskav s plazmo vodika in helija, sledili bodo eksperimenti z devterijevo plazmo in posledično

manjšo fuzijsko močjo, po nadaljnji nadgradnji naprave pa je za leto 2035 predvideno obratovanje z mešanico devterija in tritija, ko bo Iter dosegel pričakovano fuzijsko/toplotno moč 500 MW. Iter bo eksperimentalni reaktor, ki bo služil kot testni korak do njegovega naslednika reaktorja EU DEMO s podobno zasnovo, ki pa bo že proizvedel prvo električno energijo. Reaktor EU DEMO je načrtovan po letu 2050.

Energija prihodnosti

Pri fuziji enega atoma devterija (D) in enega atoma tritija (T) se sprosti 17,6 MeV energije, kar pomeni, da se na enoto mase sprosti okoli trikrat več energije kot pri fisiji (fuzija: 17,6 MeV/5 amu – atomic mass unit, fisija: 200 MeV/235 amu). To je glavni razlog, da za obratovanje fuzijskih reaktorjev potrebujemo izjemno majhne količine goriva. Devterij, ki je potreben za reakcijo, lahko v velikih količinah in po nizki ceni pridobimo iz vode, saj ta vsebuje nekaj več kot desetino promila devterija. Tritij danes pridobivamo v težkovodnih reaktorjih, velik dobavitelj so kanadske jedrske elektrarne tipa CANDU, v prihodnosti pa bomo tritij pridobivali neposredno v fuzijskem reaktorju iz litija ob jedrski reakciji z nevtroni.

Pridobivanje elektrike iz fuzije ima veliko prednosti, osnovni surovini za gorivo (devterij in tritij) sta kar voda in litij, ki ju je v naravi za potrebe fuzije praktično v neomejenih količinah, razpršena sta po vsej zemeljski obli in relativno poceni. Fuzija je tudi varna; čeprav gre za jedrsko reakcijo, ni nevarnosti za resno nezgodo, v reaktorju je namreč v vsakem trenutku prisotno največ nekaj desetlin grama goriva D in T, ki ga dovajamo kontinuirano. Izpustov toplogrednih plinov pri fuziji ni, posredni izpusti pa so majhni.

Slaba lastnost fuzije je izjemna zahtevnost zagotavljanja potrebnih pogojev za reakcijo, to je temperature plazme v središču tokamaka, ki za okoli 10-krat presega tisto v središču Sonca, in dovolj visoke gostote fuzijskega goriva. Tudi materiale, ki bodo vzdržali obsevanje z nevtroni pri toplotnih močeh fuzijske elektrarne s toplotno močjo 2 GW, bo treba še izpopolniti. Zato lahko pričakujemo, da bodo prve komercialne fuzijske elektrarne na voljo po letu 2050.

SRIP TOP RAZVIL NOVO STORITEV ZA IZBOLJŠANJE UPRAVLJANJA Z DIGITALNO INTELKTUALNO LASTNINO PODJETIJ V EVROPSKI UNIJI

Z izdajo preglednega e-priročnika za upravljanje z digitalno intelektualno lastnino v podjetjih je 30. 5. 2022 Center Tovarne prihodnosti SRIP ToP na IJS končal enoletni projekt Go-DIP - Upravljanje z digitalno intelektualno lastnino v procesih digitalizacije proizvodnih podjetij. Gre za pomemben prispevek SRIP Tovarne prihodnosti in Inštituta "Jožef Stefan" k procesom digitalizacije v evropskih podjetjih in k izgradnji novih, na digitalnih podatkih temelječih poslovnih modelov. Projekt naslavlja aktualne izzive Evropske skupnosti na področju dostopa, rabe in ponovne uporabe podatkov, etične rabe in zaupanja v podatke na področju umetne inteligence.

Projekt Go-DIP je spremljal različne vidike upravljanja z digitalno intelektualno lastnino v podjetjih, in sicer na treh področjih: delitev digitalnih podatkov in na digitalnih podatkih temelječe inovacije, upravljanje intelektualne lastnine na področju programske opreme in upravljanje s podatki ter lastništvo nad podatki in izkoriščanje podatkovne intelektualne lastnine. Projekt je skozi praktične delavnice s podjetji in strokovnjaki iz Švice, Italije in Slovenije prek vprašalnika, posredovanega podjetjem, in z izborom konkretnih praks v podjetjih naslavljal vprašanja, kot so npr. kateri digitalni podatki so predmet pogodb, ali so pravice izkoriščanja digitalnih podatkov ekskluzivne ali ne, katere digitalne podatke lahko komercializiramo, kako so digitalni podatki ovrednoteni pri skrbnih pregledih podjetij, kakšne poslovne modele omogočajo podatki, in druga aktualna vprašanja na področju upravljanja z digitalno intelektualno lastnino in digitalnimi podatki.

E-priročnik Go-DIP - Upravljanje z digitalno intelektualno lastnino v procesih digitalizacije proizvodnih podjetij je imel za cilj razviti nove svetovalne storitve za podjetja digitalne ekonomije, saj znanja v priročniku omogočajo usmerjanje podjetij na področjih izboljšane upravljanja z digitalno lastnino podjetij, izboljšanja varne uporabe, delitve in zaščite digitalnih podatkov, ki se uporabljajo v proizvodnih procesih.

V projekt je bilo vključenih 69 malih in srednje velikih podjetij iz treh držav, pet raziskovalnih organizacij, dve inovacijski agenciji, dvanajst javnih administracij ter enajst nevladnih organizacij in združenj. E-priročnik je opremljen tudi s konkretnimi primeri praks podjetij, ekspertnimi mnenji na področjih upravljanja z intelektualno lastnino in varstvom podatkov ter vsebuje pregledne matrike za izboljšano upravljanje z digitalnimi podatki v podjetjih in kratek pregled relevantne zakonodaje, ki zadeva upravljanje digitalnih podatkov.

Projekt se je izvajal v okviru programa Obzora Innosup 2018-2020. Skupna vrednost projekta je bila 50.000 EUR. Sodelujoči partnerji v projektu so bili Hub Inovazione Trentino iz Italije in Innosquare iz Friburga v Švici. Trajal je eno leto.

Priročnik Go-DIP pomembno prispeva k izboljšanju upravljanja digitalne intelektualne lastnine v podjetjih v Sloveniji, Italiji, Švici in širše v Evropski skupnosti ter je dostopen tako za raziskovalne in svetovalne organizacije kot za podjetja in javne institucije prek spletne strani SRIP ToP <https://ctop.ijs.si/sl/projekti/> in prek spletne strani projekta Go-DIP <https://go-dip.eu/#b158>.

SRIP Tovarne prihodnosti je s tem projektom pomembno prispeval k razumevanju priložnosti, ki jih imajo lahko digitalni podatki pri rasti in razvoju novih poslovnih modelov podjetij v digitalni dobi. Na podlagi projekta Go-DIP je SRIP ToP pridobil tudi nov projekt Zoom, ki se začne izvajati 1. 10. 2022, zadeva pa upravljanje digitalne intelektualne lastnine v podjetjih ter večje izkoriščanje odprtih podatkov.

*Bojana Omersel Weeks,
vodja projekta Go-DiP SRIP ToP*

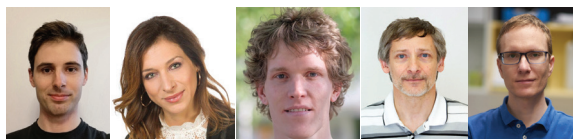


LOKALIZACIJA IN SENZORIKA SKOZI SIPAJOČA TKIVA Z UPORABO OPTIČNIH MIKRORESONATORJEV

Aljaž Kavčič¹, Maja Garvas^{1,2}, Matevž Marinčič^{1,3}, Katrin Unger⁴, Anna Maria Coclite⁴, Boris Majaron^{3,5} in Matjaž Humar^{1,2,3}

¹ IJS – Odsek za fiziko trdne snovi (F5), ² CENN Nanocenter, ³ Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, ⁴ Institut za fiziko trdne snovi, Univerza v Gradcu, ⁵ IJS – Odsek za kompleksne snovi (F7)

Objava je razširjen povzetek članka *Deep tissue localization and sensing using optical microcavity probes*, ki je bil objavljen v *Nature Communications*, 2022. IF (2022) 14:919 doi članka: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28904-6>



Z leve: Aljaž Kavčič, Maja Garvas, Matevž Marinčič, Boris Majaron in Matjaž Humar

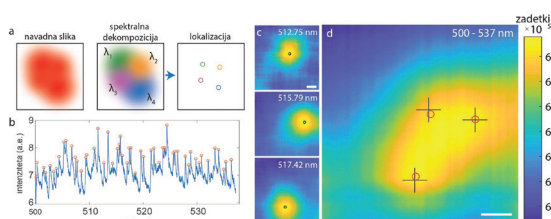
Pri raziskavah bioloških tkiv in celic, proučevanju njihovih lastnosti ter razumevanju mehanizmov in procesov, ki narekujejo njihovo delovanje, ključno vlogo igrajo metode optičnega slikanja in mikroskopije. Žal pa je njihova sposobnost močno omejena z globino slikanja v snoveh, ki sipljejo svetlobo [1]. V bioloških in biomedicinskih preiskavah, kjer je želja specifična in natančna razpoznavna posameznih celic skozi plasti kože, možganskega tkiva itd., je razvoj novih metod, ki se ukvarjajo s premostitvijo omejitve sipanja, ključen [2].

V okviru te raziskave smo razvili nov način natančne lokalizacije skozi debele plasti bioloških tkiv. Temelji na uporabi posebnega tipa optičnih mikroresonatorjev, t. i. WGM mikroresonatorjev [3], kot preiskovalnih sond v snovi, s katerimi lahko označujemo tarčna tkiva in posamezne celice na podoben način kot s standardnimi fluorescentnimi označevalci, od katerih pa se ključno ločijo po edinstvenih spektralnih lastnostih, kot sta ostra spektralna emisija in velika občutljivost na spremembe v okolju [4]. Tovrsten način označevanja omogoča natančno lokalizacijo skozi sipajoče plasti, saj spektri različnih mikroresonatorjev kljub sipanju zaradi ostrih resonanc ostanejo razločljivi, kar pomeni, da iz difuznega signala kot posledice sipanja lahko izoliramo posamezne mikroresonatorje. Na podlagi dejstva, da se spektralne lastnosti različnih mikroresonatorjev medsebojno razločujejo že ob velikostnih razlikah nekaj nanometrov, lahko na ta način edinstveno zaznamujemo in natančno lokaliziramo veliko različ-

nih celic, hkrati pa spektralna občutljivost omogoča zaznavanje sprememb različnih količin, kot so lomni količnik, temperatura in pH vrednost, kar omogoča istočasno lokalizacijo in sensoriko.

Princip lokalizacijskega algoritma

Postopek lokalizacije je prikazan na sliki 1. Temelji na dekompoziciji zajetega signala na prispevke posameznih mikroresonatorjev. Čeprav je signal s preiskovanega območja povsem difuzen (ozadje slike 1d), so v spektru zastopani očitni vrhovi, ki ustrezajo posameznim mikroresonatorjem (slika 1b). Če se torej osredotočimo le na signal pri točno definirani valovni dolžini spektralnega vrha, izoliramo izbrani mikroresonator ter izmerimo zgolj njegovo intenziteto (slika 1c). Celoten koncept si lahko plastično ponazorimo z analogijo časovnega prižiganja ter ugašanja v natančno določenih časovnih intervalih. Z nadaljnjimi računskimi algoritmi in ob upoštevanju statistike različnih vrhov pridemo do natančnih položajev vsakega mikroresonatorja (slika 1d).



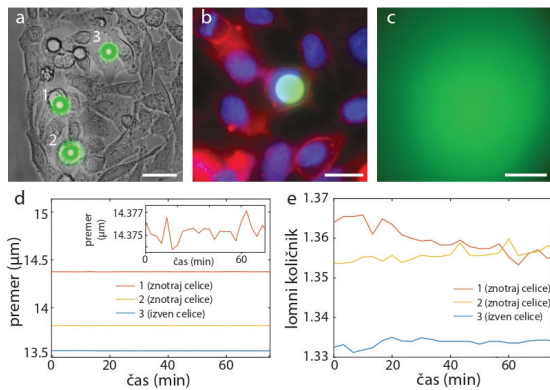
Slika 1: Difuzna spektralna lokalizacija. **a)** Ilustracija temeljnega koncepta metode. **b)** Spektralna vsota celotnega slikanega območja iz **d)**. V njej so zastopani 3 mikroresonatorji. **c)** Prostorska porazdelitev intenzitete pri izbranih valovnih dolžinah, ki ustrezajo spektralnim vrhovom posameznih mikroresonatorjev. **d)** Rezultat lokalizacije (rdeči krožci) in primerjava z dejanskimi položaji (križci). Ozadje predstavlja klasično difuzno sliko, kakršno dobimo brez spektralne dekompozicije. Velikostna skala je 50 μm .

Metoda omogoča lokalizacijo velikega števila mikroresonatorjev na globinah več 100 μm v močno sipajočih snoveh, kot je denimo mišja koža ali

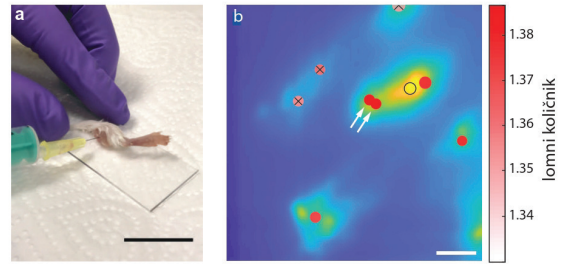
možgansko tkivo, z natančnostjo 5 μm . Poleg tega lahko na račun izolacije posameznega mikroresonatorja širino izsevanega signala enolično povežemo z globino in s tem rekonstruiramo trodimenzionalne položaje. Združevanje razpoznanih vrhov v celokupnem spektru v skupine, ki ustrezajo različnim mikroresonatorjem, nam hkrati z možnostjo lokalizacije omogoča rekonstrukcijo njihovih spektrov ter s tem izračun velikosti in lomnega količnika okolice ter raznovrstne senzorične aplikacije.

Lokalizacija in spremljanje individualnih celic

Pri testiranju uporabnosti metode v realnih in občutljivih bioloških sistemih smo mikroresonatorje prek naravne fagocitoze integrirali v celice HeLa [5]. Prek lokalizacije mikroresonatorjev smo tako sposobni prepoznati posamezne celice globoko v sipajočih snoveh. Meritve spektrov omogočajo izračun velikosti (slika 2d) in lomnega količnika (slika 2e). Velikost mikroresonatorja se s časom ne spreminja ter jo je mogoče izmeriti z natančnostjo 0,6 nm. Uporaba mikroresonatorjev s širokim razponom velikosti tako omogoča enolično zaznavanje, sledenje in

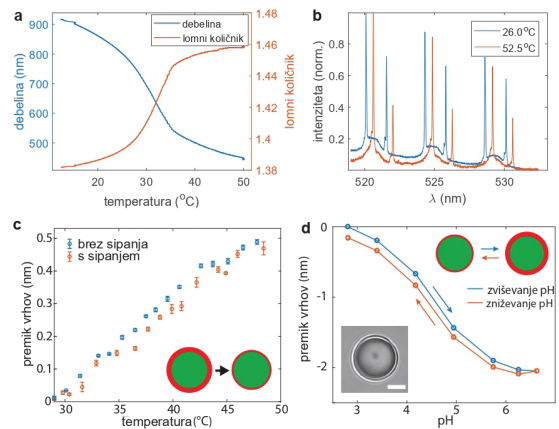


Slika 2: Identifikacija ter spremljanje posameznih celic skozi sipajoča tkiva. **a)** Primer treh mikroresonatorjev, od katerih sta dva v celični notranjosti (označena kot 1 in 2). Velikostna skala je 30 μm . **b)** Fluorescentna slika celic in integriranega mikroresonatorja, kjer so jedra in celične membrane obarvani z različnimi barvami. Velikostna skala je 20 μm . **c)** Difuzna slika področja **a** kot posledica sipanja. Velikostna skala je 100 μm . **d)** Velikost mikroresonatorjev se ne spreminja in je izmerljiva z veliko natančnostjo, kar predstavlja zmožnost enolične označbe sicer nerazločljivih celic. **e)** Meritev lomnega količnika omogoča razločevanje med mikroresonatorji v celicah ter zunaj njih in hkrati senzorično sprememb v sistemu. Vidimo, da se lomni količnik predvsem v primeru mikroresonatorja 1 bistveno bolj spreminja kot pri mikroresonatorju 3, kar je posledica živega in dinamičnega sistema celice.



Slika 3: Lokalizacija ter sensorika z mikroresonatorji in celicami, injiciranimi v mišje podkožje. **a)** Ilustracija postopka injiciranja suspenzije mikroresonatorjev in celic v vzorec mišje noge. Velikostna skala je 30 mm. **b)** Reprodukcijska injeiciranih mikroresonatorjev. Prikazani so njihovi položaji in velikosti (proporcionalne velikosti krožcev), medtem ko barva pomeni lomni količnik, na podlagi česar se ločijo mikroresonatorji znotraj in zunaj celic (slednji so predstavljeni s križci). S puščicami je poudarjen primer identifikacije dveh mikroresonatorjev, ki sta po vsej verjetnosti znotraj iste celice. Velikostna skala je 50 μm .

spremljanje velikega števila individualnih celic. Hkrati meritev lomnega količnika omogoča razločevanje med mikroresonatorji v celicah oziroma zunaj njih na račun razlikujočega se lomnega količnika različnih medijev, njegovo časovno merjenje pa spremljanje znotrajceličnih sprememb in procesov.



Slika 4: Temperaturna občutljivost funkcionaliziranih mikroresonatorjev **(a)**, ki se odraža v premiku položajev spektralnih vrhov **(b)**. **c)** Premik spektralnih sprememb služi kot merilo za detekcijo temperaturnih sprememb. Rezultati se ujemajo za primer mikroresonatorja, lokaliziranega skozi sipajočo plast, in za prost mikroresonator. **d)** Z drugačno funkcionalizacijo površine mikroresonatorja dosežemo podobno natančnost tudi za detekcijo sprememb pH-vrednosti.

Specifična senzorika različnih parametrov

WGM-resonance so izjemno dobro določene na račun majhnih izgub znotraj resonatorske votline, kar je razlog za ostre vrhove v spektru, njihovi položaji pa so odvisni le od fizičnih parametrov resonatorja in okolice. To prinaša možnost posrednega zaznavanja številnih parametrov prek meritev spektralnih sprememb. S posebno funkcionalizacijo smo mikroresonatorje v okviru naše raziskave naredili občutljive na temperaturo in vrednost pH. To dosežemo z depozicijo tankega polimernega plašča na površino mikroresonatorjev, katerega debelina in lomni količnik sta močno odvisna od navedenih količin. S tem smo razvili metodo, zmožno simultane lokalizacije ter specifične senzorike raznovrstnih količin skozi sipajoča tkiva. V prihodnje bi bilo možno senzorične sposobnosti razširiti še na številna druga področja, od merjenja koncentracije glukoze ali kalcija do zaznavanja mehanskih sil in napetosti.

Razvita metoda ponuja številne nove možnosti pri slikanju v sipajočih snoveh, od natančne lokalizacije do označevanja, razločevanja in sledenja posameznih celic in nazadnje sposobnosti simultane senzorike raznovrstnih količin. Poleg tega superiornost WGM-mikroresonatorjev v primerjavi s standardnimi

fluorescenčnimi označevalci omogoča potencialno kombinacijo s številnimi drugimi metodami za globinsko slikanje, njihovo razširitev ter posledično pomikanje meje detekcije vse globlje. Predstavljene možnosti, enostavnost izvedbe, inovativen koncept in večnamembnost so prednosti, zaradi katerih lahko razvita metoda v prihodnje pusti pomemben pečat na področju globinskega slikanja v bioloških tkivih.

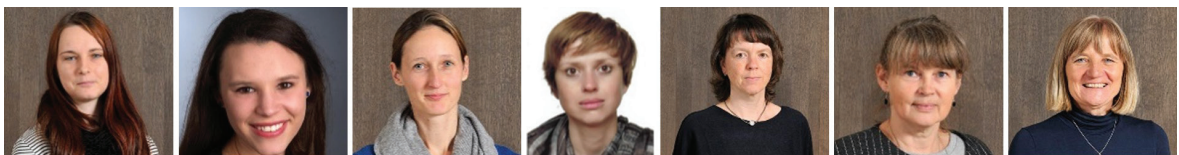
Literatura

- Jacques, S. L. Optical properties of biological tissues: a review. *Phys. Med. Biol.* 58, R37–R61 (2013).
- Yoon, S. et al. Deep optical imaging within complex scattering media. *Nat. Rev. Phys.* 1–18 (2020).
- Matsko, A. B. & Ilchenko, V. S. Optical resonators with whispering gallery modes I: Basics. *IEEE J. Sel. Top. Quant.* 12, 3–14 (2006).
- Humar, M. & Yun, S. H. Intracellular microlasers. *Nat. Photonics* 9, 572–576 (2015).
- Gratton, S. E. et al. The effect of particle design on cellular internalization pathways. *P. Natl. A. Sci. U.S.A* 105, 11613–11618 (2008).

ALI NAŠ DEDNI ZAPIS NOSI INFORMACIJE O TEM, KAKO SMO OBČUTLJIVI NA IZPOSTAVLJENOST FTALATOM IN NJIHOVIM NADOMESTKOM?

Anja Stajniko, Agneta Annika Runkel, Janja Snoj Tratnik, Tina Kosjek, Darja Mazej, Ingrid Falnoga in Milena Horvat, Odsek za znanosti o okolju, O2

Objava je razširjen povzetek znanstvene publikacije *Assessment of susceptibility to phthalate and DINCH exposure through CYP and UGT single nucleotide polymorphisms*, ki je objavljena v reviji *Environmental International*, 2022. IF (2021) 9,621. doi: 10.1016/j.envint.2021.107046.



Ljudje smo v našem bivalnem okolju vsak dan izpostavljeni različnim kemikalijam, ki imajo lahko na naše zdravje škodljive učinke. Med te uvrščamo tudi estre ftalne kisline oziroma **ftalate** in njihove nadomestke, med katerimi je najbolj poznan **DINCH**. Gre za skupino sintetičnih spojin, ki se primarno

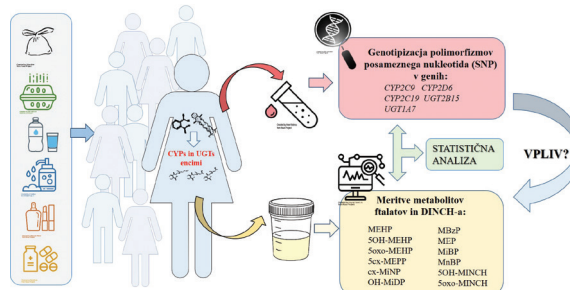
uporabljajo kot mehčala v proizvodnji plastike, kot dodatki pa so prisotni tudi v različnih izdelkih za osebno nego. Številni znanstveniki so s svojimi študijami opozorili na zdravju škodljive učinke teh snovi, predvsem na motnje v ravnovesju hormonov, zaradi česar te spojine pogosto označujemo kot en-

dokrine motilce [1]. Splošna populacija je ftalatom in njihovim alternativam izpostavljena prek uživanja pijače in hrane, prek stika s kožo ter v manjši meri tudi prek vdihavanja prašnih delcev v zraku [1].

Po vstopu v človeško telo so te spojine podvržene presnovi s procesi hidrolize, oksidacije ter konjugacije, ki vodijo v nastanek primarnih in sekundarnih presnovkov ter v njihovo izločanje, večinoma z urinom [2]. Ocena izpostavljenosti ftalatom in DINCH-u pri ljudeh poteka z določanjem koncentracij presnovkov teh spojin v urinu, pri čemer pa različne študije poročajo o razlikah v presnovi teh kemikalij med posamezniki. Eden od morebitnih razlogov za te razlike je genetska variabilnost med posamezniki. Natančneje, gre za **polimorfizme posameznih nukleotidov (SNP-ji)** v genih, ki kodirajo encime, odgovorne za presnovo teh kemikalij, predvsem citokrom P450 encimi (**CYP-i**) in UDP-glukuronosiltransferaze (**UGT-ji**) [3-5]. Med ftalati je presnova najbolj raziskana v primeru bis(2-etilheksil) DEHP ftalata, za katerega so in vitro študije izpostavile CYP-encime CYP2C9, CYP2C19, CYP2D6 in CYP3A4 ter UGT-encime UGT2B7, UGT1A9 in UGT1A7 kot najbolj aktivne pri presnovi. Prav tako so na podlagi raziskav na celičnih linijah poročali o vplivu različnih SNP-jev na aktivnost nekaterih od teh encimov [3-5]. Spremenjena aktivnost teh encimov tako vpliva na presnovo teh kemikalij in posledično tudi na občutljivost posameznikov na škodljive učinke kot rezultat izpostavljenosti. Medtem ko je povezava SNP-jev z izpostavljenostjo potencialno strupenim kovinam in polkovinam (npr. Hg, As, Pb itd.) pri ljudeh zelo dobro raziskana, pa **vpliva genetske predispozicije na presnovo ftalatov in DINCH-a pri človeški populaciji do zdaj še niso potrdili.**

Zato smo raziskovalci Instituta "Jožef Stefan" preverili potencialno vlogo izbranih SNP-jev v treh CYP (*CYP2C9*, *CYP2C19*, *CYP2D6*) in dveh UGT (*UGT2B15* in *UGT1A7*) genih na presnovo ftalatov (DEHP, DEP, DiBP, DnBP, BBzP, DiNP in DiDP) ter DINCH-a pri **slovenski populaciji** 274 moških in 298 doječih žensk, ki so med letoma 2008 in 2014 sodelovali v prvem nacionalnem humanem biomonitoringu. Koncentracije primarnih in/ali sekundarnih presnovkov zgoraj navedenih ftalatov in DINCH-a smo v urinu določili z uporabo metode tekočinske kromatografije ultra visoke ločljivosti (UHPLC-MS/MS). Iz periferne krvi vsakega posameznika smo izolirali DNK, ki smo jo analizirali za naslednje SNP-je: rs1799853 (t. i. *CYP2C9*2*), rs1057910 (t. i. *CYP2C9*3*), rs4244285 (t. i. *CYP2C19*2*), rs12248560 (t. i. *CYP2C19*17*), rs38920979 (t. i. *CYP2D6*4*), rs1902023

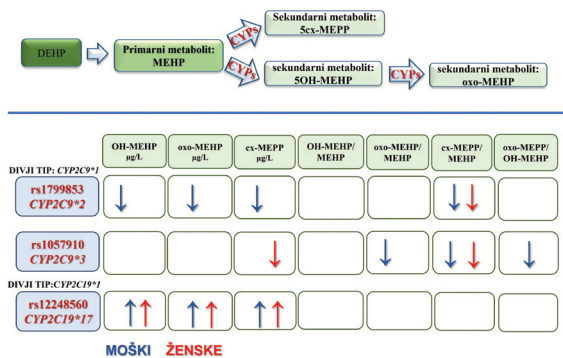
(t. i. *UGT2B15*2*) in rs11692021 (t. i. *UGT1A7*3*). Po sameznikov genotip za vsak SNP smo določili s pomočjo predhodno dizajniranih hidrolizirajočih sond ter metode verižne reakcije s polimerazo v realnem času (qPCR). Morebiten vpliv posameznega SNP-ja na presnovo ftalatov in DINCH-a smo testirali s pomočjo statističnih testov ter linearne in logistične regresije v programu RStudio.



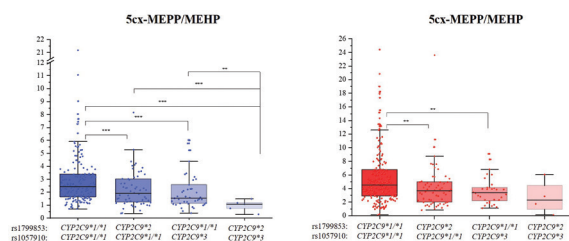
Slika 1: Namen in potek študije

Med vsemi testiranimi SNP-ji smo najbolj očiten vpliv opazili za SNP-je **rs1799853 (*CYP2C9*2*)**, **rs1057910 (*CYP2C9*3*)**, **rs12248560 (*CYP2C19*17*)** v primeru DEHP ftalata (slika 2), ki se presnavlja v primarni MEHP presnovek ter sekundarne OH-MEHP, oxo-MEHP in cx-MEHP presnovke. Pri posameznikih s prisotnim rs1799853 ali rs1057910 SNP-jem v genu *CYP2C9* je bila **presnova iz primarnega presnovka v sekundarne presnovke zmanjšana**, kar se je pokazalo na podlagi ravni izločanja presnovkov in njihovih razmerij. Učinek SNP-jev je bil najbolj očiten na podlagi razmerja cx-MEHP/MEHP. Kot je razvidno s slike 3, je bilo to razmerje pri posameznikih s prisotnim enim ali drugim SNP-jem (*CYP2C9*2* ali **3*) pomembno nižje od tistih, kjer SNP-ja nista bila prisotna (divji tip) (*CYP2C9*1*). Pri devetih posameznikih, kjer sta bila hkrati prisotna oba SNP-ja, je bil učinek še večji. Tako imajo posamezniki, kjer je prisoten vsaj eden od zgoraj navedenih SNP-jev – in predvsem tisti, kjer sta prisotna oba hkrati – povečano koncentracijo MEHP presnovka, za katerega pa velja, da je strupenost celo večja kot v primeru izvorne spojine.

Po drugi strani pa smo v primeru prisotnosti SNP-ja rs12248560 opazili pomembno povečanje izločanja vseh sekundarnih presnovkov, čeprav učinka nismo opazili na podlagi razmerij med presnovki, ki so najboljši odraz presnove, temveč samo na podlagi koncentracij v urinu. Vpliv zgoraj navedenih SNP-jev na aktivnost encimov, ki smo ga opazili v naši študiji, se sklada z opažanji iz predhodnih in vitro in farmakoloških študij [3,4].



Slika 2: Presnova DEHP in statistično pomemben vpliv SNP-jev na izločanje DEHP metabolitov ter njihovih razmerij



Slika 3: Vpliv SNP-jev v genu CYP2C9 na razmerje 5cx-MEPP/MEHP (CYP2C9*1/*1 predstavlja divji tip oziroma odsotnost SNP-ja)

Poleg DEHP smo vpliv zgoraj navedenih SNP-jev in rs11692021 (t. i. UGT1A7*3) opazili tudi v primeru DINCH-a ter nekaterih drugih ftalatov (DiNP, DiDP, DiBP in DBzP), vendar bi, podobno kot pri DEHP, za boljšo potrditev rezultatov potrebovali v primeru posameznega ftalata ali DINCH-a podatke o koncentracijah več primarnih in sekundarnih presnovkov.

Tako smo raziskovalci v tej študiji pri ljudeh prvič testirali in potrdili predhodno predlagan vpliv genetskih variacij na aktivnost encimov ter posledično presnovo ftalatov, predvsem DEHP-ja. Z drugimi besedami, naši rezultati nakazujejo, da lahko prisotnost določenih SNP-jev v presnovnih encimih (predvsem CYP-ih) pomembno vpliva na občutljivost posameznikov na škodljive učinke teh kemikalij. Zato predlagamo te SNP-je (predvsem rs1799853 in rs1057910) kot pomembne markerje občutljivosti in izpostavljamo nujnost vključitve takih podatkov v proces ocene tveganja izpostavljenosti ftalatom in njihovim alternativam.

Literatura:

- [1] Wang in sod. 2019, A Review of Biomonitoring of Phthalate Exposures. *Toxics* 7, 21. <https://doi.org/10.3390/toxics7020021>.
- [2] Frederiksen in sod. 2007, Metabolism of phthalates in humans. *Mol. Nutr. Food Res.* 51, 899–911. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600243>
- [3] Choi in sod. 2012, In vitro intestinal and hepatic metabolism of Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in human and rat. *Toxicol. Vitr.* 27 (5), 1451–1457. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2013.03.012>.
- [4] Choi in sod. 2013, In vitro metabolism of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) by various tissues and cytochrome P450s of human and rat. *Toxicol. Vitr.* 26 (2), 315–322. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2011.12.002>.
- [5] Hanioka in sod. 2017, Glucuronidation of mono(2-ethylhexyl) phthalate in humans: roles of hepatic and intestinal UDPglucuronosyltransferases. *Arch. Toxicol.* 91, 689–698. <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1708-9>.

KATALIZATOR PREDSTAVLJA SRCE VODIKOVE GORIVNE CELICE IN KLJUČ DO NJENE MASOVNE UPORABE

Matija Gatalo, Odsek za kemijo materialov, Kemijski inštitut

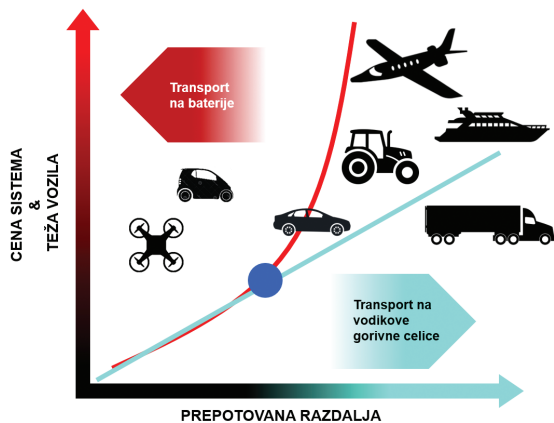


Objava je povzetek doktorskega dela *Razvoj sinteze nanodelcev binarnih in ternarnih zlitin platine na ogljikovem nosilcu kot elektrokatalizatorjatalov*, ki je bilo nagrajeno z zlatim znakom Jožefa Stefana.

Človeštvo je v 21. stoletju postavljeno pred dva velika izziva, ki sta posledica tehnološkega napredka vse od industrijske revolucije – na eni strani onesnaževanje našega okolja in na

drugi strani podnebne spremembe kot posledica izpustov toplogrednih plinov. Pri reševanju teh izzivov bo imela dekarbonizacija energetskega in transportnega sektorja ključno vlogo in bo zahtevala konkretne ukrepe za doseganje podnebno nevtralne družbe najpozneje do leta 2050.

V smislu proizvodnje čiste energije sta veter in sončna energija ključnega pomena, vendar pa nista nenehno na voljo, saj sonce vedno ne sveti in prav tako veter vedno ne piha. Za funkcionalno izkoriščanje večjih količin vetrne in sončne energije je tako ključnega pomena, da smo jo sposobni shraniti takrat, ko jo je na voljo veliko, in porabiti takrat, ko jo je na voljo premalo, hkrati pa tudi dostaviti točno tja, kjer jo najbolj potrebujemo. Baterije v tej enačbi so izjemno pomemben del rešitve, pa vendar brez podpore tudi drugih zelenih tehnologij ne bodo zadostovale za popolno dekarbonizacijo energetskega in transportnega sektorja. V tem smislu bodo baterije potrebovale pomoč že pri razogljčenju transportnega sektorja, ki predstavlja kar 1/3 vseh emisij toplogrednih plinov. Izkaže se namreč, da predvsem pri težjih transportnih aplikacijah, kjer je želja po daljših prepotovanih razdaljah, trenutne baterije morda niso več najbolj smiselna rešitev (slika 1). To so predvsem težja tovorna vozila, vlaki, avtobusi, ladje, lahka letala in pomožni sistemi za letalstvo. V podvožju povprečnega avtomobila na baterije namreč danes le z vidika aktivnega materiala najdemo več kot 50 kg kovin (Li, Ni, Mn, Co),¹ medtem ko pri težjih vozilih pridemo do paradoksa, kjer potrebujemo več baterij, da bi povečali prepotovano razdaljo, kar ima vpliv na ceno in težo vozila (baterije še zdaleč niso lahke), dodatna teža pa zmanjša njihovo učinkovitost in s tem dodaten domet itd. Pri vodikovih gorivnih celicah pa bomo tudi pri težjih aplikacijah govorili le o gramih kovin v aktivnem materialu, več o tem pa pozneje.



Slika 1: Primerjava primernosti tehnologij transporta na baterije in gorivne celice v odvisnosti od prepotovane razdalje in cene sistema/teže vozila.

Evropa je tako z novim Zelenim dogovorom in nedavno sprejeto Vodikovo strategijo sprejela dejstvo, da je za premostitev te vrzeli v enačbo skupaj z baterijami

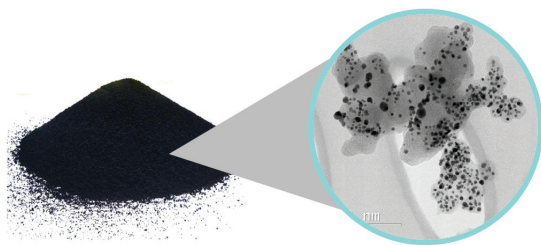
in drugimi zelenimi tehnologijami treba vključiti tudi vodik kot nosilec energije in vodikove gorivne celice (s protonsko izmenjevalno membrano) kot tehnologijo za pretvorbo vodika v čisto električno energijo.² Vodikove gorivne celice namreč porabljajo vodik kot gorivo in kisik iz zraka, pri čemer proizvajajo čisto električno energijo in vodo kot edini stranski produkt (slika 2).



Slika 2: Shematska ponazoritev principa delovanja vodikove gorivne celice s protonsko izmenjevalno membrano

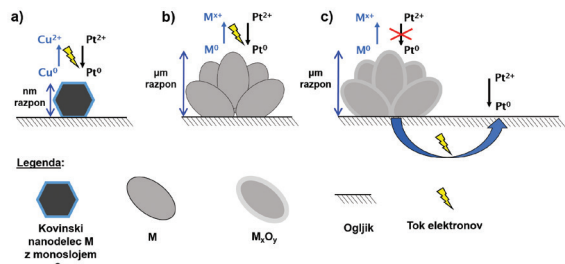
Smo torej v desetletju, ki bo v prihodnosti znan po masovni komercializaciji vodika in gorivnih celic. Pričakujemo torej lahko, da se bodo po vsem svetu vzpostavile ključne vrednostne verige proizvodnje, distribucije in dobave vodika. Okrog nas bomo tako začeli videvati vedno več polnilnic na vodik, hkrati pa se bodo na cesti vedno bolj pogosto začela pojavljati tudi vozila, ki jih bodo poganjale vodikove gorivne celice. V tem smislu industrija že danes še zdaleč ne počiva. Toyota, ki je vodilno podjetje na področju tehnologije vodikovih gorivnih celic, je na primer leta 2021 izdala že drugo generacijo vozila Toyota Mirai,³ ki ga nameravajo dobavljati na vse trge z zadostno podporno infrastrukturo vodikovih polnilnic, kot so na primer Kalifornija v Ameriki, Južna Koreja, Nemčija, Japonska in drugod. Največja prelomnica druge generacije tega sofisticiranega vozila je predvsem v za magnitudo višjem nivoju proizvodnje, ki se je s 3.000 enot povišal na 30.000 enot letno. Čeprav je ta številka še vedno majhna v primerjavi s proizvajalci vozil na baterije, pa pri svojih podvigih k doseganju ekonomije skale Toyota še zdaleč ni edina. Njihov velik konkurent Hyundai je namreč zastavil svojo vizijo, da bodo leta 2030 sposobni proizvajati kar 700.000 sistemov za vodikove gorivne celice, pri čemer jih bo kar 500.000 uporabljenih za transport.⁴ Hyundai pa še zdaleč ne bo edino podjetje, ki bo začelo proizvajati transportna sredstva s pogonom na vodik. Svetovno gledano bo torej z vsakim letom in posledično višjim nivojem proizvodnje sistemov gorivnih celic v glavi proizvajalcev vedno večja migrena, saj imajo danes gorivne celice s protonsko prevodno membrano ključno pomanjkljivost – preveč drage in redke platine. Medtem ko platino že uporabljamo v vozilih z notranjim izgorevanjem (~5 gramov na

vozilo), ki se nahaja v avtokatalizatorju za čiščenje izpušnih plinov, pa jo dandanes za pogon primerljivih vozil na gorivne celice potrebujemo kar za celo magnitudo več (~50 gramov na vozilo). Platina je v gorivni celici prav v osrčju te tehnologije – v (elektro) katalizatorju. Pri večjih aplikacijah, kot so tovorna vozila, ladje, letala in vlaki, pa si hkrati lahko predstavljamo, da je potreba po platini še toliko večja. Tovrstne aplikacije namreč potrebujejo večje moči in s tem torej še občutno več katalizatorja na osnovi platine. Ker je trg gorivnih celic trenutno v fazi povečevanja proizvodnje, je tako ključnega pomena, da se v naslednjem desetletju prav tako izognemo migreni pomanjkanja platine. Potreben je torej razvoj rešitev, s katerimi se bo (u)poraba platine na vozilo, ki jo poganja gorivna celica, vsaj povsem približala količini, ki jo že danes lahko najdemo v vozilih z motorjem na notranje izgorevanje. S tem pa ne bi bila rešena le migrena pomanjkanja platine, ampak na drugi strani tudi stroškovna konkurenčnost tehnologije vodikov gorivnih celic, kjer brez prebojnih rešitev že ob upoštevanju ekonomije skale katalizator na osnovi platine pomeni skoraj polovico proizvodnih stroškov celotnega sistema vodikove gorivne celice s protonsko prevodno membrano.⁵ Iz teh dveh vidikov – na eni strani prevelike (u)porabe platine in na drugi strani previsoke cene, ki jo ta predstavlja v proizvodnji te tehnologije –, je torej ključno, da platino kar se da učinkovito uporabimo. Pri tem z razvojem na katalizatorju, ki je srce gorivne celice, lahko dosežemo največji vpliv. Prilagajanje drugih komponent in sistema slabemu katalizatorju namreč predstavlja le inkrementalne izboljšave, ki pod nobenim pogojem ne bodo dosegle zelenega cilja.



Slika 3: Katalizator izgleda kot črn prah, na desni strani, v turkiznem krogu, pa je slika materiala, posneta s presevnim elektronskim mikroskopom, na kateri so razvidni tudi nanodelci platine. Slednji imajo povprečno velikost 5 nm. Primer slike komercialnega katalizatorskega kompozita platinskih nanodelcev na ogljiku, ki je narejena s presevnim elektronskim mikroskopom.

Današnji katalizatorji za vodikove gorivne celice s protonsko izmenjevalno membrano so po izgledu črni prahovi, ki se od daleč ne ločijo pretirano drug od drugega. Z uporabo novodobnih presevnih elektronskih mikroskopov pa od blizu spoznamo, da so ti kompozitni materiali sestavljeni iz prevodnega podpornega materiala (nosilca) – delno grafitiziranega ogljika z visoko površino, na katere razporejamo aktivni material – nanodelce platine ali pa njenih zlitin (**slika 3**).

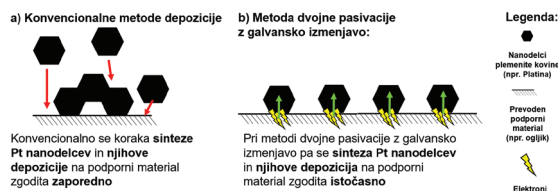


Slika 4: Shematski prikaz (a, b) konvencionalnega mehanizma 'kovina na kovino' galvanke izmenjave in (c) novega mehanizma galvanke izmenjave, kjer je izmenjava 'kovine na kovino' onemogočena.

Čeprav obstaja kar nekaj načinov nanašanja nanodelcev kovin na podporne materiale (nosilce), pa jih je zelo malo industrijsko zanimivih. Eden od sicer zanimivih pristopov je galvanška izmenjava, saj konvencionalno (**sliki 4a in b**) omogoča spontano depozicijo bolj plemenite kovine (ki je po standardnem elektrodnem potencialu višji – na primer platina, paladij itd.) na površino manj plemenite kovine (ki je po standardnem elektrodnem potencialu nižje – na primer baker, nikelj ali kobalt). Pri tem žrtvujemo del manj plemenite kovine v zameno za elektrone. In prav elektroni so tisti, ki jih bolj plemenita kovina prejme in s tem preide iz kationskega v kovinsko stanje. Znano je tudi, da elektroni najraje potujejo po poti najnižjega upora. In prav to lastnost elektronov je mogoče izkoristiti v kompozitnih materialih manj plemenitih kovin na prevodnih nosilcih.

Če je manj plemenita kovina na površini pasivirana – z na primer plastjo kovinskega oksida –, postane upornost teh kovinskih delcev manj plemenite kovine za izmenjavo elektronov prevelika. Posledično postane pot za elektrone z najmanjšim uporom kar sam prevodni nosilec (**slika 4c**). To lahko izkoristimo, da plemenita kovina, kot je na primer platina, preferenčno prejme elektrone na nosilcu. S tem se hkrati izognemo prekrivanju delcev manj plemenite kovine s slojem plemenite kovine kot v primeru **slike 4a ali 4b**. Namesto tega lahko na nosilcu zraven delno žrtvovanih delcev manj plemenite ko-

vine nastanejo kar nanodelci plemenite kovine.⁶ Z nadaljnjo toplotno obdelavo kompozita lahko nato nanodelce plemenite kovine legiramo s preostankom manj plemenite kovine in s tem pridobimo nanodelce platinskih zlitin.⁷ Proces galvanizacije, ki se ga uporablja za zaščito kovinskih površin (na primer pocinkanje), je v industriji že uveljavljen postopek, medtem ko je postopek galvanske izmenjave za depozicijo nanodelcev plemenite kovine, kot je platina, na podporne materiale še v razvoju. Pri tem za depozicijo platinskih nanodelcev v literaturi večinoma naletimo le na primere uporabe galvanske izmenjave z delnim žrtvovanjem bakra kot manj plemenite kovine. V nasprotju z do zdaj znano literaturo smo v našem delu tako poleg povsem novega mehanizma galvanske izmenjave dokazali tudi, da je nov mehanizem mogoče ekstrapolirati tudi na druge manj plemenite kovine (kot sta na primer kobalt in nikelj), pa tudi na druge plemenite kovine (kot na primer paladij in iridij) in na katerekoli prevodne ogljike ali pa na druge prevodne nosilce (na primer prevodne keramike).^{6,8,9} Ker v postopku poleg manj plemenite kovine pasiviramo tudi delce plemenite kovine, smo metodo poimenovali metoda dvojne pasivacije z galvansko izmenjavo.



Slika 5: Shematska ponazoritev razlike med (a) konvencionalnimi kemijskimi načini depozicije nanodelcev plemenitih kovin in (b) nove metode dvojne pasivacije z galvansko izmenjavo

Ta način nanašanja pa ima pred konvencionalnimi (kot je na primer industrijska metoda impregnacije s kemijsko ali termično redukcijo¹⁰) še dodatno prednost. Konvencionalno se namreč koraka sinteze platinskih nanodelcev in njihove depozicije na podporni material zgodita sekvenčno (slika 5a), medtem ko z metodo dvojne pasivacije z galvansko izmenjavo ta dva ključna koraka naredimo hkrati (slika 5b). V primeru dvojne pasivacije namreč nanodelci plemenite kovine kristalizirajo direktno na podpornem materialu, prek katerega tudi prejmejo elektrone za prehod v kovinsko stanje. Način depozicije plemenite kovine tako na novo razviti metodi dvojne pasivacije prinaša ključno prednost pred konkurenčnimi in konvencionalnimi metodami ter omogoča intrinzično boljše metodo razporejanja

nanodelcev plemenite kovine. To nas vrne k ugotovitvi, da se platine v gorivnih celicah še dolgo ne bomo znebili, jo pa moramo uporabiti zelo učinkovito. In prav metoda dvojne pasivacije že v osnovi omogoča njeno učinkovito uporabo, s katero bomo dosegli zastavljen cilj - naslednjo generacijo vodikovih gorivnih celic s količino platine, ki bo primerljiva današnjim vozilom z motorjem na notranje izgorevanje.

Reference:

- (1) Castelvocchi, D. Electric Cars and Batteries: How Will the World Produce Enough? *Nature* **2021**, 596 (7872), 336–339. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02222-1>.
- (2) A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, EC. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf (Date accessed 7.9.2020).
- (3) Yoshizumi, T.; Kubo, H.; Okumura, M. Development of High-Performance FC Stack for the New MIRAI; 2021. <https://doi.org/10.4271/2021-01-0740>.
- (4) Hyundai Motor Group reveals “FCEV Vision 2030”. <https://www.hyundai.news/eu/brand/hyundai-motor-group-reveals-fcev-vision-2030/> (Date accessed: 11.Aug.2020).
- (5) Fan, J.; Chen, M.; Zhao, Z.; Zhang, Z.; Ye, S.; Xu, S.; Wang, H.; Li, H. Bridging the Gap between Highly Active Oxygen Reduction Reaction Catalysts and Effective Catalyst Layers for Proton Exchange Membrane Fuel Cells. *Nat. Energy* **2021**, 6 (5), 475–486. <https://doi.org/10.1038/s41560-021-00824-7>.
- (6) Gatalo, M.; Bele, M.; Ruiz-Zepeda, F.; Šest, E.; Šala, M.; Kamšek, A. R.; Maselj, N.; Galun, T.; Jovanovič, P.; Hodnik, N.; Gaberšček, M. A Double-Passivation Water-Based Galvanic Displacement Method for Reproducible Gram-Scale Production of High-Performance Platinum-Alloy Electrocatalysts. *Angew. Chemie - Int. Ed.* **2019**, 58 (38), 13266–13270. <https://doi.org/10.1002/anie.201903568>.
- (7) Gatalo, M.; Ruiz-Zepeda, F.; Hodnik, N.; Dražić, G.; Bele, M.; Gaberšček, M. Insights into Thermal Annealing of Highly-Active PtCu₃/C Oxygen Reduction Reaction Electrocatalyst: An in-Situ Heating Transmission Electron Microscopy Study. *Nano Energy* **2019**, 63, 103892. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.103892>.
- (8) Gatalo, M.; Hodnik, N.; Gaberšček, M.; Bele, M. Method for Preparation of a Supported Noble Metal-Metal Alloy Composite, and the Obtained Supported Noble Metal-Metal Alloy Composite. PCT/EP2020/057334, 2020.

(9) Pavko, L.; Gatalo, M.; Križan, G.; Križan, J.; Ehelebe, K.; Ruiz-Zepeda, F.; Šala, M.; Dražič, G.; Geuß, M.; Kaiser, P.; Bele, M.; Kostelec, M.; Đukić, T.; Van de Velde, N.; Jerman, I.; Cherevko, S.; Hodnik, N.; Genorio, B.; Gaberšček, M. Toward the Continuous Production of Multi-gram Quantities of Highly Uniform Supported Metallic Nanoparticles and Their Application

for Synthesis of Superior Intermetallic Pt-Alloy ORR Electrocatalysts. *ACS Appl. Energy Mater.* **2021**. <https://doi.org/10.1021/acsaem.1c02570>.
 (10) Matsutani, K.; Tomoyuki, T.; Hayakawa, K. Effect of Particle Size of Platinum and Platinum-Cobalt Catalysts on Stability Against Load Cycling. *Platin. Met. Rev.* **2010**, 54 (4), 223. <https://doi.org/10.1595/147106710x523698>.

TOČNE REŠITVE MNOGODELČNIH KVANTNIH KAOTIČNIH SISTEMOV

Pavel Kos, Max Planck Institute of Quantum Optics

Objava je del povzetka doktorskega dela *Točne rešitve mnogodelčnih kvantnih kaotičnih sistemov*, ki je bilo nagrajeno z zlatim znakom Jožefa Stefana.

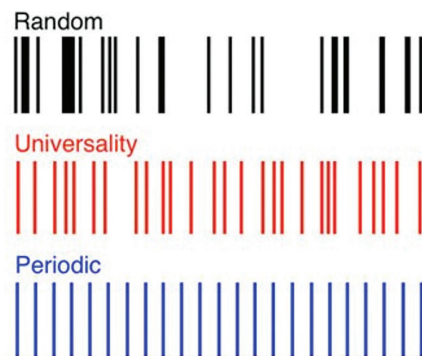
Uvod

Razumevanje dinamike mnogodelčnih kvantnih sistemov je še vedno velik teoretični izziv. Ta je trenutno še posebej aktualen, saj predstavlja pomemben člen v tekmi pri razvoju prvega uporabnega kvantnega računalnika. Na eni strani lahko veliko materialov dobro pojasnimo s skupkom renormaliziranih prostih delcev. V splošnem pa se močno sklopljeni kvantni sistemi obnašajo drugače – so kaotični. V primeru kaotičnih sistemov je razumevanje zelo omejeno, saj nimamo na voljo teoretičnih orodij za pojasnitev obnašanja. Večina razumevanja tako temelji na numeričnih simulacijah. Te nam dajo le omejen vpogled na dogajanje, saj časovna zahtevnost simulacije raste eksponentno s številom delcev. V praksi to pomeni, da so simulacije omejene na približno štirideset kubitov (kvantnih bitov oziroma osnovnih kvantnih sistemov z dvema stanjema). Točna obravnava takih sistemov se je pred našim delom zaradi pomanjkanja teoretičnih metod zdela nemogoča. Na veliko presenečenje smo odkrili razmeroma preproste predstavnike večdelčnih kvantno kaotičnih sistemov, za katere lahko na določena vprašanja odgovorimo točno. Osredotočili smo se na vprašanja kvantnega kaosa, dinamične kompleksnosti in korelacijskih funkcij.

V klasični fiziki s pojmom *kaos* razumemo izjemno občutljivost sistema na začetne pogoje – tako imenovan metuljev pojav [1], ki ponazarja, da lahko udarec metuljevih kril vpliva na vreme na drugi strani oceana. Hkrati pa korespondenčni princip pravi, da mora kvantni sistem ob velikih kvantnih številih reproducirati klasično obnašanje. Torej se mora kaos odražati tudi v obnašanju kvantnih sistemov, s čimer



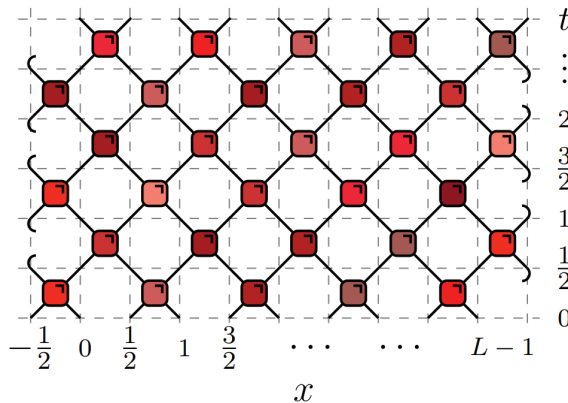
se ukvarja teorija kvantnega kaosa. V kvantni mehaniki delci nimajo hkrati določenega položaja in hitrosti, zato pri njih ne moremo opaziti občutljivosti na začetne pogoje. Eden od najbolj zanimivih in pomembnih indikatorjev kvantnega kaosa so univerzalne fluktuacije spektralnih linij, ki se ujemajo s fluktuacijami v teoriji naključnih matrik (glej sliko 1). Povedano drugače, v določenih vidikih se kaotični sistemi, tudi le lokalno sklopljeni, obnašajo kot naključni nelokalni sistemi. To presenetljivo opažanje – da sistemi, ki so v semiklasični limiti kaotični, izražajo univerzalne spektralne fluktuacije, je znano kot *hipoteza kvantnega kaosa* [2]. Ta pojav je dobro razumljen v enodelčnih kvantnih sistemih z dobro definirano klasično limito. V naših objavah [3,4,5] pa smo ta pojav pojasnili v mnogodelčnih kvantnih sistemih brez klasičnih limit.



Slika 1: Primerjava spektralnih črt za naključen spekter (črno), kaotičen spekter (rdeče) in spekter harmoničnega oscilatorja (modro). (Vir: Simons Science News)

Obravnavani sistemi

Za primer se bomo osredotočili na enodimenzionalni sistem kubitov, ki je ekvivalenten enodimenzionalni spinski verigi. Njegova dinamika je podana s kvantnim vezjem, prikazanim na sliki 2, kjer so sosednja mesta sklopljena z lokalnimi kvantnimi vrati. Dvokubitna kvantna vrata se lahko razlikujejo, zato smo jih prikazali s kvadratki različnih odtenkov rdeče barve. Čas teče od spodaj navzgor, tako da je na spodnjem koncu vhod vezja, na zgornjem koncu pa izhod. Za študijo kaosa se bomo še dodatno omejili na časovno periodične (Floquetove) sisteme, kjer se ob različnih časih na enakih mestih pojavijo enaka kvantna vrata.



Slika 2: V prikazanem kvantnem vezju čas teče od spodaj navzgor. Različno obarvani rdeči kvadrati predstavljajo delovanje dvokubitnih kvantnih vrat na dva sosednja kubita na določenem položaju in ob določenem času (Vir: [5]).

Kot smo omenili v uvodu, so točne rešitve kaotičnih sistemov izjemno redke. Za nas je ključna lastnost *dualna unitarnost* [6], ki nam omogoča točno obravnavo. Ta lastnost zahteva, da pri zamenjavi vloge prostora in časa lokalna dvokubitna vrata ostanejo unitarna. Povedano drugače: vrata ostanejo unitarna, če kot vhod obravnavamo priključke na levi in kot izhod priključke na desni strani, kar ustreza kvantni dinamiki v prostorski (in ne časovni) smeri. Za splošna dvokubitna vrata to ne drži. Iz dualne unitarnosti vrat sledi, da tudi celotna dinamika sistema ostane smiselna (unitarna), če zamenjamo vlogi prostora in časa.

Dualno unitarni modeli so kaotični

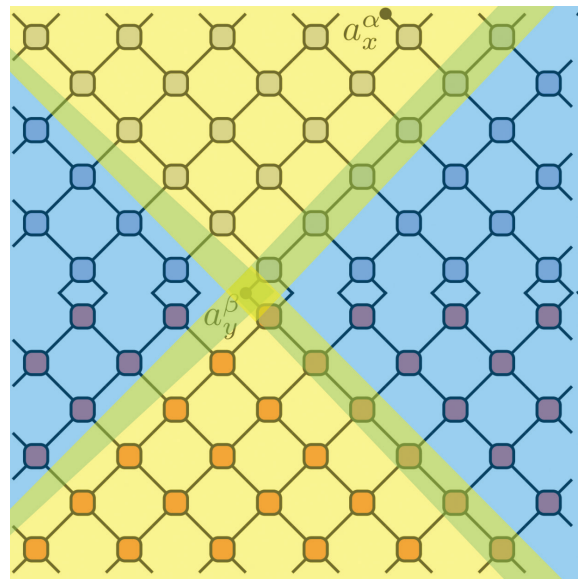
Bistveni dosežek našega dela [5] je bil, da smo za dualno unitarne modele dokazali, da so kvantno kaotični in da se njihove spektralne fluktuacije ujemajo s teorijo naključnih matrik. To smo dosegli s točnim izračunom *spektralnega oblikovnega faktorja*

(SOF), ki te fluktuacije dobro zaobjame in omogoči točno matematično obravnavo problema. SOF je Fourierova transformiranka kvazispektralnih dvotočkovnih korelacijskih funkcij in se izraža kot kvadrat absolutne vrednosti sledi časovnega propagatorja: $|\text{tr} U^t|^2$. Čas t v enačbi je konjugirana spremenljivka energije. SOF je zelo podoben particijski funkciji sistema (predstavljajmo si, da zamenjamo čas in temperaturo). Ker se SOF ne povpreči sam, moramo uvesti tudi rahlo povprečenje po enokubitnih vratih.

Dokaz kaotičnosti temelji na zapisu SOF kot produkt transfernih matrik, ki delujejo v prostorski smeri. Zaradi povprečenja so te matrike neunitarne. Z uporabo dejstva, da so vrata dualno unitarna, lahko problem vodilnih lastnih vrednosti prevedemo na algebrajski problem. Ta problem smo rešili in dokazali, da imajo te transferne matrike natanko t vodilnih lastnih vrednosti velikosti ena. Iz tega sledi, da je vrednost SOF enaka t , kar se ujema s teorijo naključnih matrik. To dokazuje, da so ti sistemi *kaotični*.

Korelacijske funkcije

Lokalne odzive mnogodelčnih sistemov največkrat opišemo z dvotočkovnimi korelacijskimi funkcijami. Te nam povedo, kako korelirana sta dva kubita ob različnih časih in na različnih položajih v sistemu. V



Slika 3: Na sliki prikazujemo izračun korelacijskih funkcij dualno unitarnih modelov. Z rumeno barvo smo označili običajni svetlobni stožec, ki sledi iz kavznosti, z modro pa stožec v prostorski smeri, saj je dinamika tudi v tej smeri fizična in kavzalna. Stožca se sekata le v svetlobnem žarku zelene barve. Ničelne korelacije so le vzdolž tega žarka.

splošnem lahko iz njih izluščimo tudi transportne koeficiente, kot je na primer difuzijska konstanta.

Ker je kvantna dinamika za dualno unitarne sisteme smiselna v prostoru in v času, dobimo zaradi kavzalnosti dva svetlobna stožca, ki se sekata le v žarku, ki potuje z največjo možno hitrostjo, kar prikazuje slika 3. Posledično so dvotočkovne korelacijske funkcije neničelne le vzdolž tega žarka. Točen izračun [6] pokaže, da je res tako, in nam poda vrednosti korelacij vzdolž žarka. Te v splošnem eksponentno padajo, lahko pa tudi ostanejo konstantne ali oscilirajo. Vsa ta različna obnašanja prikazujejo bogastvo družine dualno unitarnih modelov.

Zaključek

Razumevanje neravnovesnih večdelčnih sistemov je v zadnjih letih močno napredovalo. Ti so relevantni tudi za kvantne računalnike. Eden od glavnih gradnikov kvantnega računalnika je kvantni register, ki je sestavljen iz niza kubitov, in je kot tak tudi večdelčni kvantni sistem. S tekmo v razvoju kvantnega računalnika in s pomočjo prvih prototipov lahko pričakujemo, da se bo razvoj samo še pospešil. V tem sestavku smo predstavili nekaj idej, kako lahko

nekatero kvantno večdelčne sisteme tudi točno obravnavamo. Za njih lahko dokažemo, da so kaotični, izračunamo njihove korelacijske funkcije in odgovorimo na mnoga druga zanimiva vprašanja.

- [1] J. Gleick, S. Kuščer, *Kaos: rojstvo nove znanosti*, Državna založba Slovenije (1991).
- [2] G. Casati, F. Valz-Gris and I. Guarneri, On the connection between quantization of nonintegrable systems and statistical theory of spectra, *Lett. Nuovo Cimento Soc. Ital.* 28 (1980).
- [3] P. Kos, M. Ljubotina and T. Prosen, Many-Body Quantum Chaos: Analytic Connection to Random Matrix Theory, *Phys. Rev. X* 8, 021062 (2018).
- [4] B. Bertini, P. Kos and T. Prosen, Exact Spectral Form Factor in a Minimal Model of Many-Body Quantum Chaos, *Phys. Rev. Lett.* 121, 264101 (2018).
- [5] B. Bertini, P. Kos and T. Prosen, Random Matrix Spectral Form Factor of Dual-Unitary Quantum Circuits, *Communications in Mathematical Physics* 387 (1), 597-620 (2021).
- [6] B. Bertini, P. Kos and T. Prosen, Exact Correlation Functions for Dual-Unitary Lattice Models in 1 + 1 Dimensions, *Phys. Rev. Lett.* 123, 210601 (2019).

MIKROFLUIDNE STRUKTURE NA OSNOVI NEMATSKIH TEKOČIH KRISTALOV

Žiga Kos, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, Odsek za fiziko trdne snovi F5, IJS

Objava je povzetek doktorskega dela *Mikrofluidne strukture na osnovi nematskih tekočih kristalov*, ki je bilo nagrajeno z zlatim znakom Jožefa Stefana.

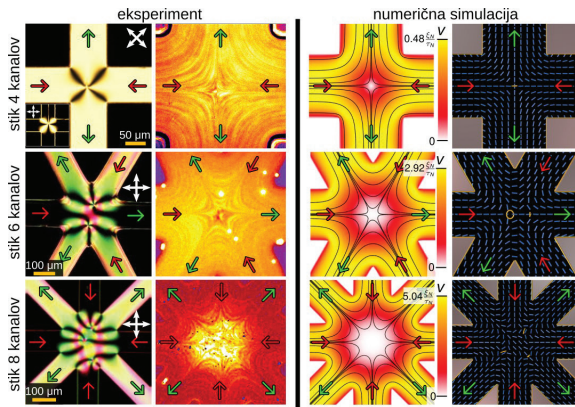
Struktura nematskih tekočih kristalov ima izrazit pomen pri razvoju novih aplikacij v optiki, fotoniki, gradnji koloidnih struktur, senzorjih in mikrofluidiki. V svoji doktorski disertaciji sem raziskoval neravnovesne nematske strukture, ki so močno pogojene s sklopitvijo s hitrostnim poljem.

Nematski tekoči kristali so tekočine z orientacijskim redom gradnikov vzdolž osi, ki jo imenujemo direktor. Na mezoskali kažejo nematiki efektiven elastičen odziv na deformacijo direktorja, močno pa so odzivni tudi na zunanja polja in efekte ograditve ter kažejo močno sklopitev z materialnim tokom. To lahko vodi do kompleksnih prostorskih in dinamičnih vzorcev in topoloških defektov znotraj



strukture direktorskega polja, stopnje reda in hitrostnega polja, hkrati pa ponuja možne mehanizme kontrole dinamičnih nematskih struktur.

Nematska ureditev pa se pojavlja tudi v mnogih biološko relevantnih materialih, kot so na primer bakterijske kolonije, celična tkiva in gnane suspenzije mikrotubulov. Struktura takšnih *aktivnih* snovi je venomer gnana izven ravnovesja s pomočjo energije, ki jo aktivni gradniki dobijo iz okolice. V fiziki mehke snovi so aktivni materiali v zadnjih letih deležni izredne pozornosti. Tipičen eksperimentalni primer aktivne nematske tekočine pa so prav suspenzije kinezina in mikrotubulov, ki jih poganja raztopina ATP molekul [1]. Dinamika

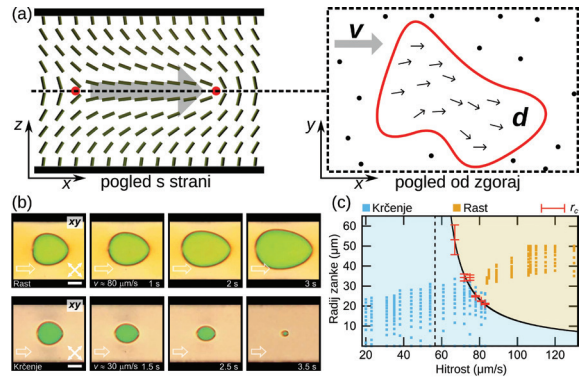


Slika 1: Nematski topološki defekti ter hidrodinamske singularnosti v stikih mikrokanalčkov. Z izbiro smeri toka v posameznem kanalčku generiramo: defekt s topološkim nabojem -1 (stik 4 kanalov), dva -1 defekta s skupnim nabojem -2 (stik 6 kanalov) in tri -1 defekte s skupnim nabojem -3 (stik 8 kanalov) [2].

aktivnih nematkov je močno pogojena s strukturo direktorskega polja in defekti v njem, ki lahko v dveh dimenzijah kažejo izrazito samopropagacijo vzdolž svoje simetrijske osi. V treh dimenzijah pa je bila dinamika aktivnih nematkov še neraziskana. V raziskavah smo pokazali osnovne dinamične načine takšnih 3D materialov.

Teoretično ozadje raziskav in numerična metoda

Smer in stopnjo orientacijskega reda tekočih kristalov opišemo s tenzorjem ureditvenega parametra Q . V ravnovesju ustreza prostorska struktura Q minimumu proste energije. Izven ravnovesja dinamika Q poleg relaksacije k minimumu proste energije vključuje tudi sklopitev s hitrostnim poljem, ki lahko lokalno spremeni smer ureditve. Hkrati pa smer in časovna dinamika orientacijskega polja vplivata tudi na tok tekočine prek napetostnega tenzorja. Osnovni numerični metodološki pristop, ki ga uporabimo za rešitev sklopljene dinamike orientacijskega in hitrostnega polja, je hibridna mrežna Boltzmannova metoda. Pristop vključuje metodo končnih razlik za enačbe dinamike Q -tenzorja in mrežno Boltzmannovo metodo za rešitev generalizirane Navier-Stokesove enačbe. Metodološki pristop omogoča numerično stabilen izračun enačb nematodinamike ter implementacijo potrebnih robnih pogojev in zunanjih polj. Numerični pristop pa smo pogosto kombinirali z analitičnimi približki in z eksperimentalnimi rezultati sodelujočih raziskovalnih skupin.



Slika 2: Dinamika strukturalnih domen v nematskih mikrokanalčkih. (a) Domene pobegle strukture se tvorijo na območjih, kjer se direktorsko polje med spodnjo in zgornjo površino obrne za kot 180° . (b) Glede na pretok v kanalčku se domene bodisi raztezajo bodisi krčijo. (c) Teoretični pristop opiše dinamiko in fazni diagram rasti/krčenja [3].

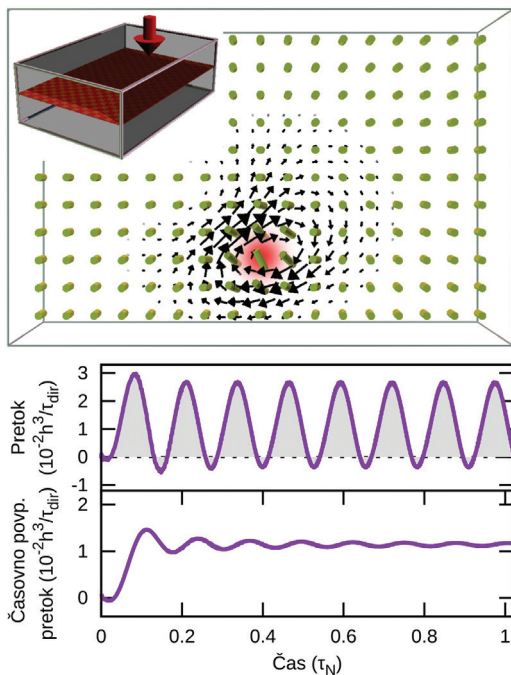
Nematske strukture v mikrofluidiki

Mikrofluidni kanali omogočajo dobro testiranje lastnosti sklopitve nematske ureditve s hitrostnim poljem [2-4]. S kontrolo pretoka skozi posamezne kanale nam je uspelo pokazati, da lahko natančno nadziramo strukturo v posameznih kanalih ter v stikih kanalov ustvarimo topološke defekte z različnim skupnim topološkim nabojem (slika 1). Dinamika strukturne reorientacije pa je močno odvisna od sklopitve s hitrostnim poljem, kar kaže slika 2. V posameznih mikrokanalih ustvarimo strukturne domene in opazujemo spreminjanje njihove velikosti. Za šibka hitrostna polja so domene nestabilne in se skrčijo ter anihilirajo. Za močna polja pa domene rastejo. Analitično proces razložimo z efektivnim potencialom, ki opisuje sklopitev med hitrostnim in orientacijskim poljem pri disipaciji energije. Tak pristop se je pozneje uveljavil kot učinkovita metoda za opis strukturne dinamike v nematski mikrofluidiki [5].

Prav tako lahko prek dinamične kontrole strukturne ureditve poganjamo tok v mikrokanalih, kar sem pokazal v simulaciji za primer laserskega snopa z vrtečo se linearno polarizacijo [6]. Tak laserski snop generira rotacijo direktorskega polja, ta pa privede do hitrostnih vrtincev, ki generirajo pretok skozi mikrokanal (slika 3), kar je primer mikrofluidne črpalke brez gibljivih delov.

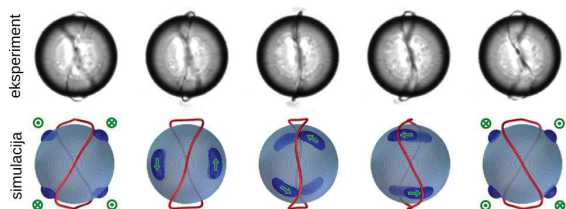
Aktivni nematiki

Nematska tekočina se lahko deformira tudi prek stika z aktivnimi materiali. Primer tega je mikroplavalec v tekočini z orientacijskim redom, ki generira hitrostno polje v svoji okolici. Za šibko anizotropijo



Slika 3: Črpanje toka v nematskem mikrokanalu prek rotacije direktorskega polja. Hitrostni profil (črne puščice) ustvarja neto pretok v desno smer [6].

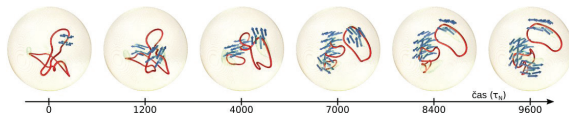
viskoznosti tekočine sem pokazal analitične rešitve singularnosti v hitrostnem polju in s tem prispeval k razumevanju fizike plavanja mikroplavalcev v kompleksnih tekočinah [7]. Drug primer aktivnega gnanja nematske deformacije, ki sem ga proučeval, pa je potekal prek stika pasivnega nematika s sferičnim slojem aktivnega nematika, kjer se pojavi močna sklopitev med dinamiko topoloških defektov v aktivnem sloju in v pasivnem nematiku (slika 4). V simulacijah ter v sodelovanju z eksperimentalnimi raziskavami smo pokazali način sklopitve in stabilne trajektorije takšnih aktivno-pasivnih nematskih emulzij [8].



Slika 4: Dinamika aktivno-pasivnih nematskih emulzij. Aktivni defekti na sferični lupini ženejo periodično deformacijo defektne zanke v okolnem pasivnem nematiku [8].

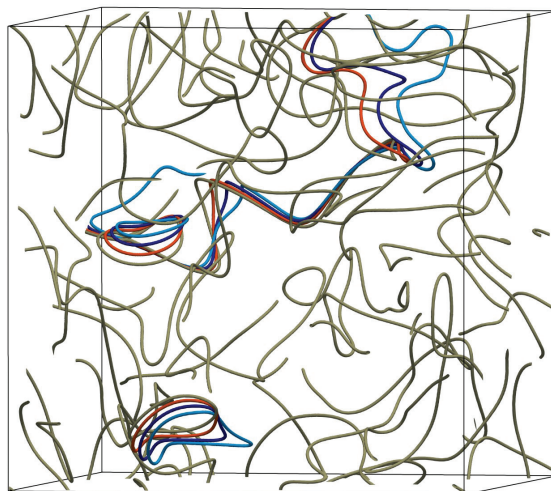
Aktivne nematske tekočine so bile tipično proučevane kot dvodimenzionalni materiali, kjer je ključen mehanizem dinamika točkastih defektov. V trodimenzionalnih nematikih pa smo s teoretičnimi

in numeričnimi pristopi pokazali, da v strukturi prevladujejo topološke defektne zanke. Glede na geometrijo posameznih zank smo pokazali več deformacijskih načinov – rast zanke, krčenje zanke in upogib zanke [9]. V večjih vzorcih ograjenega



Slika 5: Dinamika hitrostnega polja (modre puščice) in defektne zanke (v rdečem) v aktivnih nematskih kapljicah [10].

aktivnega nematika (slika 5) defektne zanke interagirajo med seboj, se prevezujejo, anihilirajo in cepijo [10]. Takšni 3D aktivni nematiki so bili nato prebojno razviti tudi v eksperimentu [1]. V neograničenih aktivnih nematikih (slika 6) pa poleg defektne zanke opazimo tudi daljše defektne linije. Dinamiko takšnih struktur smo opisali s statističnimi pristopi [11] in fenomenološkimi modeli [12].



Slika 6: Aktivna turbulenca v trodimenzionalnih aktivnih nematskih tekočinah. Barve označujejo različna zaporedna stanja časovne dinamike izbranih defektne linij [11].

Zaključek

Predstavljeni rezultati so del doktorske disertacije s področja ravnovesnih in neravnovesnih mikrofluidnih nematskih struktur. Raziskovalno delo, ki je vsebovalo številna sodelovanja z eksperimentalnimi skupinami v Sloveniji in tujini, je bilo usmerjeno proti novim materialom, teoretičnim pristopom, odkritju novih stanj snovi ter morebitnim aplikacijam v neravnovesnih sistemih z nematskim redom. Neravnovesni aktivni nematski materiali so pomembni v kontekstu širših znanosti o življenju,

kot prispevek k razumevanju urejanja in materialnih lastnosti bioloških snovi. Prav tako nematska ureditev omogoča tudi kontrolo nad materialnim tokom, kar je možno izkoristiti v mikrofluidnih vezjih. Rezultati v okviru doktorske disertacije so vodili do številnih publikacij v vplivnih znanstvenih revijah, pridobitve ARRS projekta na osnovi Pečata odličnosti, podoktorskega dela na Tehnološkem inštitutu Massachusettsa ter nadaljnjih raziskav na področju neravnovesne mehke snovi.

- [1] G. Duclos, R. Adkins, D. Banerjee, M. S. E. Peterson, M. Varghese, I. Kolvin, A. Baskaran, R. A. Pelcovits, T. R. Powers, A. Baskaran, F. Toschi, M. F. Hagan, S. J. Streichan, V. Vitelli, D. A. Beller in Z. Dogic, *Topological structure and dynamics of three-dimensional active nematics*, *Science* **367**, 1120 (2020).
- [2] L. Giomi, Ž. Kos, M. Ravnik in A. Sengupta, *Crosstalk between topological defects in different fields revealed by nematic microfluidics*, *Proc. Natl. Acad. Sci.* **114**, E5771 (2017).
- [3] T. Emeršič, R. Zhang, Ž. Kos, S. Čopar, N. Osterman, J. J. de Pablo in U. Tkalec, *Sculpting stable structures in pure liquids*, *Science Advances* **5**, eaav4283 (2019).
- [4] S. Čopar, Ž. Kos, T. Emeršič in U. Tkalec, *Microfluidic control over topological states in channel-confined nematic flows*, *Nat. Commun.* **11**, 977 (2020).

- [5] X. Tang in J. V. Selinger, *Minimization principle for shear alignment of liquid crystals*, *Phys. Rev. E* **101**, 032701 (2020).
- [6] Ž. Kos in M. Ravnik, *Field generated nematic microflows via backflow mechanism*, *Sci. Rep.* **10**, 2550 (2020).
- [7] Ž. Kos in M. Ravnik, *Elementary Flow Field Profiles of Micro-Swimmers in Weakly Anisotropic Nematic Fluids: Stokeslet, Stresslet, Rotlet and Source Flows*, *Fluids* **3**, 15 (2018).
- [8] P. Guillamat, Ž. Kos, J. Hardöuin, J. Ignés-Mullol, M. Ravnik in F. Sagués, *Active nematic emulsions*, *Science Advances* **4**, eaao1470 (2018).
- [9] J. Binysh, Ž. Kos, S. Čopar, M. Ravnik in G. P. Alexander, *Three-Dimensional Active Defect Loops*, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 257 (2020).
- [10] S. Čopar, J. Aplinc, Ž. Kos, S. Žumer in M. Ravnik, *Topology of Three-Dimensional Active Nematic Turbulence Confined to Droplets*, *Phys. Rev. X* **9**, 031051 (2019).
- [11] Ž. Krajnik, Ž. Kos in M. Ravnik, *Spectral energy analysis of bulk three-dimensional active nematic turbulence*, *Soft Matter* **16**, 9059 (2020).
- [12] N. Kralj, M. Ravnik in Ž. Kos, *Defect line coarsening and refinement in active nematics*, arXiv:2204.11957 (2022).

MINULI DOGODKI

DAN ODPRTIH VRAT INSTITUTA "JOŽEF STEFAN"

V soboto, 26. marca 2022, smo na Inštitutu "Jožef Stefan" znova odprli vrata laboratorijev in raziskovalnih odsekov za obiskovalce, ki so se želeli поблиže seznaniti z iskrivim svetom znanosti. Če smo zaradi epidemioloških razmer v preteklem letu tradicionalni dogodek izvedli v virtualni obliki, je letos potekal v tradicionalni obliki na obeh lokacijah Inštituta, tako na Jamovi cesti kot v Reaktorskem centru Podgorica.

Prvi obiskovalci so se začeli zbirati že pred deveto uro na sedežu Inštituta v Ljubljani, ko so se začele prve predstavitve, hkrati pa so se lahko z organiziranim avtobusnim prevozom udeležili predstavitev v Podgorici pri Ljubljani. Do zgodnjega popoldneva so se predstavili raziskovalni odseki s praktičnimi primeri in zanimivimi temami s področij fizike, kemije, biologije, elektronike, informacijsko-komunikacijskih in jedrskih tehnologij, kot so površine, mikroskopija, energija, sodobni materiali, odprti sistemi in mreže, biotehnologija, osnovni delci, robotika, okolje, svetovni splet, umetna inteligenca,



Mlada nadobudneža Zarjo in Aljaža iz Slovenj Gradca so navdušili kačji strupi, superprevodniki in magneti. (Fotografija: mag. Robert Blatnik, CTT)

računalniški sistemi ... V tem času si je bilo z organiziranimi ogledi možno ogledati laboratorije in druge prostore, kjer se izvajajo raziskave, vključno z reaktorjem TRIGA Mark II, ter pospeševalnik. Hkrati so se obiskovalci lahko potopili v svet virtualne resničnosti, se preizkusili na znamenitem kolesu za ustvarjanje električne energije in ocenjevali dolžino črčikovega skoka.

O pestrem dogajanju so spregovorili tudi obiskovalci, ki so pozdravili vnovično fizično izvedbo Dneva odprtih vrat po dveh letih zatišja, in marsikdo je čakal, da se dogodek znova vrne v klasični obliki. Med mladimi nadobudneži sta bila tudi Zarja in Aljaž iz Slovenj Gradca, ki so ju očarali strupi kač, Aljaža pa so navdušili še superprevodniki, magneti in poskus, kjer so plošče potovale čez magnet, ter poskus, kako železo zarjavi. Praktični poskusi so pritegnili pozornost obiskovalcev, o čemer je spregovoril Jure iz Ljubljane: »Najbolj mi je bil všeč poskus z dušikom. Šli smo še na računalništvo in roboti so bili zelo zabavni.« Če sta se Tina iz Ljubljane in Jakob iz Škofje Loke že drugič udeležila ogleda reaktorja, je Matica iz Kopra navdušila serija Černobil in ga spodbudila k njegovemu prvemu ogledu reaktorja. Tina je navedla pogost razlog obiska - spoznavanje novih področij in možnost pogovora z raziskovalci: »Imamo vprašanje za znanstvenike, ki delajo na različnih oddelkih in pravzaprav spoznavamo stvari, ki jih nismo poznali oziroma smo jih poznali res slabo.« Drugi razlog je bilo spoznavanje možnosti uporabe rezultatov raziskav v vsakdanjem življenju. Tak primer je bil prikaz eksoskeleta z vidika zdravljenja, na primer po operaciji.

Vnovična izvedba Dneva odprtih vrat s 13 programskimi sklopi je na obe lokaciji privabila približno 500 obiskovalcev, ki so na zanimiv način spoznali

svet znanosti. In zna se zgoditi, da bo čez nekaj let tudi kdo izmed njih raziskoval na Institutu "Jožef Stefan". Že zdaj pa so lahko podjetniki pridobili prva izhodišča za možnosti sodelovanja z Institutom "Jožef Stefan", kar spodbujamo v okviru Konzorcija za prenos tehnologij iz JRO v gospodarstvo (KTT).



Matic, Tina in Jakob so si ogledali reaktor in laboratorije, navdušeni pa so bili tudi zaradi možnosti pogovora z raziskovalci. (Fotografija: mag. Robert Blatnik, CTT)

Za odlično izvedbo Dneva odprtih vrat in dragocen prispevek k popularizaciji znanosti v družbi in gospodarstvu se iskreno zahvaljujemo vsem raziskovalkam in raziskovalcem, ki so s svojim delom in predstavitvami sodelovali pri izvedbi.

*Robert Premk,
Center za prenos tehnologij in inovacij*

ODPRTJE NOVIH PROSTOROV ELEKTRONIKE IJS NA TESLOVI

V ponedeljek, 9. maja, je potekalo slovesno odprtje novih prostorov Instituta "Jožef Stefan" v prvem nadstropju nekdanje zgradbe Tehnološkega parka na Teslovi 30 (to je zgradba, ki stoji na drugi strani Fakultete za matematiko in fiziko, če gledamo z Jamove). Novi prostori obsegajo multimedijško predavalnico, ki je z 80 sedeži po kapaciteti druga največja na IJS, za Veliko predavalnico, ter več pisarn in pomožnih prostorov. Polovico prostorov uporabljajo člani odsekov E, preostanek pa drugi odseki in centri.

Pridobivanje novih prostorov se je začelo že pred desetimi leti in je potekalo v več fazah. Nova predavalnica se sicer uporablja že od leta 2019, zadnje pisarne pa so dobile »stanovalce« v zadnjih dveh letih. Zaradi pandemije covid-19 smo morali na uradno odprtje nekoliko počakati.

Prostore je odprl direktor IJS prof. dr. Boštjan Zalar. Govore sta pripravila še predsednik elektronike doc.



Doc. dr. Gregor Dolanc med slovesnim nagovorom

dr. Gregor Dolanc in koordinator nabave prostorov prof. dr. Matjaž Gams. Pridobitev novih prostorov je uspeh za IJS, saj so v neposredni bližini osrednjih prostorov IJS na Jamovi, cenovno pa so bili ugodni. Nekaj utrinkov je delil tudi posebni gost prof. dr. Jadran Lenarčič, ki je bil direktor IJS v času, ko je potekala obnova.

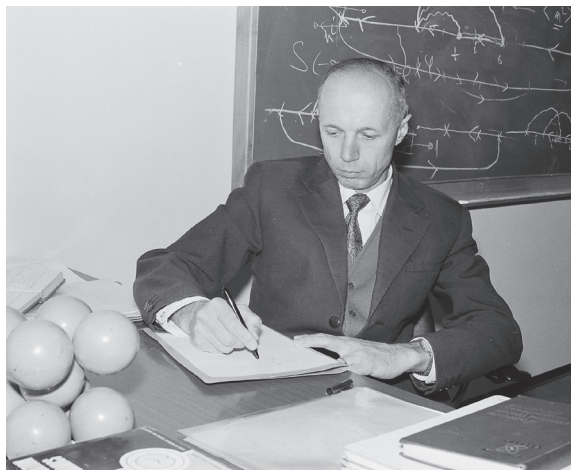
Nova multimedijška predavalnica omogoča organizacijo predavanj, seminarjev in mednarodnih dogodkov, na voljo pa bo (v okviru zmožnosti) odsekom in centrom IJS. Zainteresirani uporabniki naj se o razpoložljivosti predavalnice pozanimajo v tajništvu predsedujočega odseka E.

Sodelavcem v novih prostorih želimo veliko zadovoljstva in uspešno delo!

Uredništvo

IN MEMORIAM: AKAD. PROF. DR. PETER GOSAR (1923–2022)

Aprila letos je na svojem domu v Ljubljani v 99. letu umrl prof. dr. Peter Gosar, zaslužni znanstvenik Instituta "Jožef Stefan".



Peter Gosar je bil rojen v Ljubljani. Po končani klasični gimnaziji je študiral fiziko, takrat na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani. Zaradi vojne je moral prekiniti študij, diplomiral je leta 1951. Leta 1956 je na Univerzi v Ljubljani zagovarjal doktorsko disertacijo o razširjanju svetlobe v optično nehomogenem sredstvu. Po diplomi in odsluženi vojaščini se je leta 1953 zaposlil v laboratoriju za polprevodnike pri Inštitutu za elektrozeve v Ljubljani. Delal je na razvoju polprevodniških sestavnih delov, diod in tranzistorjev. Po dogovoru o skupnem delu na polprevodnikih se je leta 1957 zaposlil na Nuklearnem Institutu Jožef Stefan (NIJS). Istega leta je dobil francosko dveletno štipendijo, kjer je v Laboratoire de Magnetisme et de Physique du Solide, Bellevue v Parizu delal na raziskavah sončnih celic, fotoefekta in lastnostih silicija. Po vrnitvi leta 1959 se je posvetil teoretičnim raziskavam v fiziki trdne snovi in bil še istega leta izvoljen v znanstvenega sodelavca NIJS. Leta 1961 je postal predstavnik Odseka za teorijsko fiziko NIJS in pozneje tudi vodja odseka. V letih 1967–1969 je bil načelnik Oddelka za fiziko instituta. Za njegovo delo na teoretični fiziki sta bili zelo pomembni poznejši

gostovanji leta 1964 v Chapel Hillu, ZDA, in v letih 1972 in 1973 v Grenoblu, Francija.

Profesor Gosar je začetnik teoretičnih raziskav trdnih snovi pri nas. Tudi na IJS, ki je bil v začetnem obdobju usmerjen v jedrsko fiziko in s tem povezano teorijo. Fizika trdne snovi je s prihodom prof. Roberta Blinca in z razširitvijo na eksperimentalne raziskave postala ena od osrednjih znanstvenih problematik na IJS. V začetnem obdobju je prof. Gosar raziskoval površinske lastnosti silicija, fotoefekt in silicijeve sončne celice. Kot teoretik je sprva obravnaval vprašanja fizike polprevodnikov. Po svojih gostovanjih v tujini pa se je lotil takrat najbolj aktualnih teoretičnih izzivov v fiziki trdne snovi. Njegova dela obravnavajo predvsem transportne in dinamične probleme v trdnih snoveh: protonsko prevodnost v ledu; dinamični in statični odziv paraelastičnih centrov; gibljivost elektronov v molekularnih in neurejenih kristalih; gibanje majhnih polaronov; notranje trenje trdnih snovi; gibanje povezanih elektronov. Deloma so bili tematika in objavljeni članki vezani tudi na delo z diplomanti in doktorandi, kjer je bil prof. Gosar mentor pri štirih doktorskih delih. V začetnih desetletjih IJS so bile mednarodne objave redke, prof. Gosar pa je objavil več kot 50 člankov v uglednih strokovnih revijah. Pri svojem delu je sledil hitremu razvoju in uporabi teoretičnih metod kvantne mehanike in statistične fizike pri razumevanju trdnih snovi. Zlasti odmevna in za razvoj tukajšnje teorije pomembna so bila njegova dela o kvantni dinamiki z uporabo odzivnih in Greenovih funkcij.

Prof. Peter Gosar se je leta 1961 vključil v poučevanje na Oddelku za fiziko takratne Fakultete za naravoslovje in tehnologijo (FNT), kjer je bil redno zaposlen od leta 1966 do svoje upokojitve leta 1993. Na Univerzi v Ljubljani je bil leta 1971 izvoljen v rednega profesorja. S svojimi raziskovalnimi izkušnjami je bil začetnik predavanj s tematiko fizike trdne snovi, tako na diplomskem kot na podiplomskem študiju. Na FNT je predaval tudi druge predmete teoretične fizike. Njegova predavanja so med nami študenti

veljala kot vzor dobro pripravljenih in kljub zahtevnosti razumljivih predavanj. V zadnjem desetletju je bila ključna njegova vloga kot predsednika komisije in glavnega izpraševalca pri zaključnih izpitih. V tej vlogi pa tudi sicer pri drugih izpitih je vedno vztrajal zlasti pri trdnosti osnovnega znanja, kar je bila sploh (in ostaja) odlika ljubljanske fizikalne šole.



Peter Gosar je zaradi svoje doslednosti in znanstvene avtoritete prevzel vrsto odgovornih zadolžitev. Na IJS je bil v letih 1980 in 1982 predsednik znanstvenega sveta in predsednik komisije za zlati znak

Jožefa Stefana (na fotografiji), na FNT pa več let predstojnik Oddelka za fiziko. V letih 1970 in 1971 je bil predsednik Društva matematikov, fizikov in astronomov. Bil je član predsedstva Raziskovalne skupnosti in predsednik njene področne komisije za matematično-fizikalne vede. Za raziskave protonske prevodnosti je profesor Gosar leta 1964 prejel Kidričevo nagrado in leta 1994 tudi državno nagrado Republike Slovenije za življenjsko delo za znanstvenoraziskovalno delo. Slovenska akademija znanosti in umetnosti ga je leta 1976 izvolila za rednega člana. Univerza mu je ob upokojitvi podelila naziv zaslužnega profesorja, IJS pa naziv zaslužnega znanstvenika.

Prof. Peter Gosar upravičeno velja za enega od stebrov slovenske fizikalne šole. V okviru Odseka za teoretično fiziko IJS zdaj uspešno nadgrajujejo delo prof. Gosarja na teoriji trdnih snovi in statistične fizike njegovi znanstveni vnuki in pravnuiki.

Peter Prelovšek

KNJIŽNICA SE PREDSTAVI

KNJIŽNICA NA IJS: DELOVANJE KNJIŽNICE OD NJENIH ZAČETKOV DO DANES

Knjižnica Instituta "Jožef Stefan" je del Znanstvenoinformacijskega centra (ZIC) in je ena od 25 specialnih knjižnic v Sloveniji, ki delujejo na področju znanosti. Od ustanovitve dalje je skrbela za nakup, obdelavo in izposajo gradiva. Gradivo se obdeluje po veljavnih strokovnih standardih, od leta 1991 pa se uporablja sistem COBISS. Prek kataloga COBISS vsi zaposleni in zunanji uporabniki ter druge knjižnice, s katerimi sodeluje v sistemu medknjižnične izpose, dobijo informacije o dostopnem gradivu v knjižnici. Knjižnica je odprtega tipa in je dostopna vsem, predvsem pa je namenjena raziskovalcem na inštitutu.

Knjižnica je bila ustanovljena hkrati z odločitvijo o ustanovitvi inštituta oziroma fizikalnega laboratorija na SAZU in je bila v začetku del Biblioteke SAZU. Leta 1946 je Anton Peterlin, poznejši direktor Instituta "Jožef Stefan", v svojem predlogu za ureditev laboratorija namreč že govoril o knjižnici in nakupu literature, ki bi pokrivala strokovno literaturo zadnjih sedmih let. Leta 1950 je knjižnica dobila svojo prvo knjižničarko, ki je bila hkrati tudi raziskovalka na področju fizike.



Saša Žnidar in Branka Štrancar

Po odprtju stavbe na Jamovi cesti (leta 1953) je svoje prostore dobila tudi knjižnica, leta 1988 pa še svojo enoto na reaktorskem centru. Na Jamovi cesti so bili prostori knjižnice od leta 1979 v prvem nadstropju stavbe B. Od leta 2012 je knjižnica zaradi prostorske stiske odsekov, ki so potrebovali prostore za nove laboratorije, večkrat menjala prostore. Leta 2016 so knjižnici namenili prazno stavbo odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo, ki je bila delno obnovljena. Od takrat pa do leta 2020 je knjižnica postopoma svoje gradivo v celoti preselila na Reaktorski center v

Podgorici v stavbo K, kjer je na voljo nekaj čitalniških mest, na Jamovi pa je ostala le pisarna.

Knjižnica ima v svoji zbirki okoli 50.000 knjig, večina njenega gradiva pa je izposojenega. Knjižnica svoje nabavne politike za nabavo knjig nima. Te raziskovalci in odseki naročajo glede na potrebe svojega dela in jih plačujejo iz lastnih raziskovalnih sredstev. V preteklosti je bil način nakupa oziroma izbire gradiva organiziran podobno. V 70. letih je na primer za nabavo skrbel komisija za knjižnico, ki so jo sestavljali strokovni sodelavci inštituta. Potrebe po knjižnem gradivu za raziskovalno delo so se v zadnjih dvajsetih letih precej zmanjšale. Od leta 2009, ko smo na IJS kupili nekaj več kot 500 novih knjig, to število vztrajno pada. Lani smo jih kupili le 144.



Jasna Malalan, Tamara Debeljak in dr. Luka Šušteršič

V nasprotju s knjigami pa so se potrebe po revijah precej povečale. Podobno kot pri knjigah je število tiskanih izvodov minimalno, močno pa se je povečalo število revij, dostopnih prek spleta. Tiskanih izdaj revij knjižnica prejema vsako leto manj, letos jih je dobila le 15. Od tega jih šest prejema v dar, dobra polovica pa je v slovenskem jeziku. Knjižnica hrani 1400 tiskanih revij. Naslovi tiskanih izdaj revij so enako kot knjige zavedeni v katalogu COBISS, natančnejše podatke o zalogi pa se lahko poišče na spletni strani <http://library.ijs.si/IJSRevije/Defsi.php>. Med najstarejšimi revijami, ki jih hranimo v knjižnici, so letniki revije Proceedings of the Royal Society of London iz leta 1894.

Knjižnica zagotavlja spletni dostop do nekaj več kot 5000 znanstvenih revij. Pri njihovem nakupu knjižnica sodeluje pri konzorcijski nabavi gradiva založb Elsevier, Springer, Wiley, IEEE in American Chemical Society (ACS), ki jo koordinira Centralna tehniška knjižnica ter Taylor & Francis, ki jo koordinira Narodna in univerzitetna knjižnica. Dostop

do drugih naslovov zagotavljajo bodisi naročnine, sklenjene za posamične naslove, bodisi paketne naročnine. Večji paketi so sklenjeni z Institute of Physics (IOPScience), American Institute of Physics, American Physical Society in Cell Press. V okviru konzorcijskih pogodb imajo raziskovalci inštituta ugodnosti pri plačilu stroškov objave prispevkov (APC) v odprtem dostopu. Te ugodnosti v omejenem številu prinašajo oprostitev plačila celotnih stroškov. Kadar se avtorji odločijo za takšno objavo, jo mora potrditi še administrator na IJS dr. Luka Šušteršič.

Na voljo sta tudi bibliografski bazi Web of Science (WoS) in Scopus, ki ju zagotavlja ARRS. Dodatno pa ima IJS sklenjeni še pogodbi z založbo Elsevier za uporabo evalvacijskega orodja SciVal in podatkovne baze s področja kemije Reaxys.

Pomemben del dejavnosti knjižnice predstavlja vodnje bibliografij raziskovalcev, ki jih od leta 1997 vodimo v sistemu COBISS. Vnos bibliografij je kar velik zalogaj, saj je naša knjižnica po podatkih iz leta 2021 po številu vpisov v COBISS za potrebe bibliografije na drugem mestu med vsemi slovenskimi knjižnicami. Januarja letos smo uvedli skupni elektronski naslov bibliografije@ijs.si, na katerega raziskovalci pošiljajo zahteve za vpis svojih prispevkov. Razlog je predvsem lažja organizacija dela, saj tako vnos bibliografij v primeru odsotnosti katere od sodelavk ne zastaja. V knjižnici prav tako poskrbimo za vnos vaših prispevkov v repozitorij Dirros.



Stavba knjižnice na Reaktorskem centru v Podgorici

V knjižnici je na dveh lokacijah pet zaposlenih. Na Reaktorskem centru so vodja knjižnice dr. Luka Šušteršič, Jasna Malalan in Tamara Debeljak, ki se je našemu kolektivu pridružila januarja, v pisarni na Jamovi, v stavbi C, pa sva Branka Štrancar in Saša Žnidar. Zaposlene se lahko kontaktira po elektronski pošti na njihove osebne naslove, po telefonu ali v prostorih knjižnice.

Saša Žnidar, ZIC

KVANTNI RAČUNALNIKI BODO NEKATERE PROBLEME REŠEVALI VELIKO HITREJE KOT KLASIČNI

S to številko Novic IJS začnemo novo rubriko, v kateri bomo spoznavali raziskovalke in raziskovalce, ki so del svoje znanstvene poti preživeli na IJS, zdaj pa so aktivni v industriji ali v tujini. V prvem prispevku se bomo pogovarjali z **dr. Antonom Potočnikom**, ki trenutno živi in raziskuje v Leuvnu v Belgiji.

Začniva s krajem, kjer živite in delate. Kakšno mesto je Leuven?

Trenutno živim v Leuvnu, ki je približno 25 kilometrov vzhodno od Bruslja v Belgiji. Mesto je znano predvsem po katoliški univerzi (KU Leuven), veliko pa je približno kot Maribor. Mesto je močno povezano s študentskim življenjem, je izredno živahno med študijskim semestrom, a skoraj popolnoma zamre med poletnimi počitnicami. V zadnjih nekaj letih (pred pandemijo) je mestna občina poleti namenoma organizirala glasbene koncerte za druge prebivalce mesta, a so žal pritegnili le starejše. KU Leuven je ena od najstarejših univerz v Evropi. Čez tri leta bo praznovala svoj 600. rojstni dan. Izjemna tradicija univerze in študentskega življenja je povezana tudi z izredno razvito pivsko industrijo, ki je skozi zgodovino cvetela v okolici Leuvna. Danes v Leuvnu obratuje tudi ena od največjih mednarodnih pivovarn na svetu – Stella-Artoise. Poleg univerze in pivske industrije je Leuven znan tudi po mednarodnem raziskovalnem inštitutu za mikroelektroniko (IMEC), kjer sem trenutno zaposlen.



Anton Potočnik je diplomiral na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Kot mladi raziskovalec je delal na Inštitutu "Jožef Stefan" in leta 2013 doktoriral s področja eksperimentalne fizike trdne snovi. Po doktoratu ga je pot najprej vodila v Švico na inštitut ETH v Zürichu, zdaj pa dela kot raziskovalec v IMEC-u v Leuvnu v Belgiji, kjer razvija kvantne računalnike.

Med doktorskim študijem ste raziskovali razne eksotične superprevodnike z metodama elektronske paramagnetne resonance in jedrske magnetne resonance. Kako vas je pot pripeljala do kvantnih računalnikov?

Po doktoratu sem začel iskati možnosti za podoktorsko usposabljanje na področju, ki je blizu tistemu, kar sem počel do tedaj. Spogledoval sem se z delovnim mestom na univerzi na Kreti v Grčiji, kjer je odsek za fiziko le nekaj metrov oddaljen od obale.

Mojo končno odločitev je močno zaznamoval pogovor s prof. Igorjem Muševičem, ko me je vprašal, ali me zanima tudi kakšno drugo področje fizike. Takrat sem se spomnil na konferenco, kjer sem poslušal predavanje o zmogljivosti kvantnega računanja z metodo jedrske magnetne resonance, tema me je hitro očarala. Priznam, da predavanju nisem dobro sledil, a sem verjetno luknje v razumevanju zapolnil s sanjami. Pozneje sem spoznal, da so kvantni računalniki na osnovi superprevodnih vezij ena od najbolj perspektivnih tehnologij in da je za njihov razvoj potrebno znanje o superprevodnosti in mikrovalovni tehnologiji, česar sem se med doktoratom pri prof. Denisu Arčonu zelo dobro naučil. Nato sem kontaktiral vodilne la-

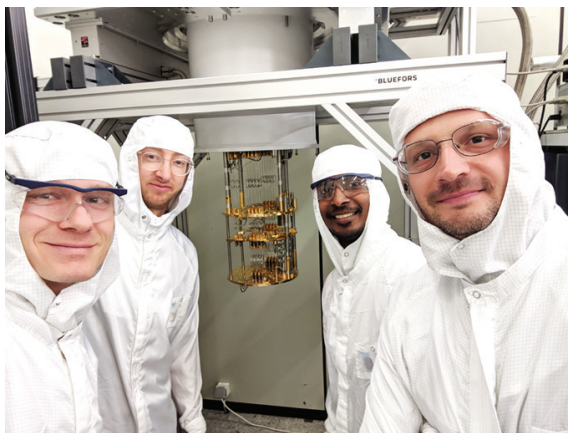
boratorije za superprevodne kvantne računalnike v Evropi in pozitiven odgovor sem dobil iz skupine prof. Andreasa Wallraffa z ETH v Zürichu.

Kako bi popolnemu laiku pojasnili, kaj je kvantni računalnik?

Kvantni računalniki so podobno kot klasični računalniki sposobni obdelave informacij, se pravi računanja. Določene probleme na področju kvantne kemije/farmacije, optimizacije in umetne inteligence bodo kvantni računalniki lahko reševali precej hitreje in bolj natančno kot klasični. Prednosti izhajajo iz kvantne mehanike, ki smo jo razvili za opis atomov in osnovnih delcev. Podobno, kot je klasični bit osnovni gradnik klasičnega računalnika, je kvantni bit oz. kubit osnovni gradnik kvantnega računalnika. Klasični bit je lahko v stanju 0 ali 1, kot kovanec na mizi, ki kaže ali cifro ali grb. Kubit pa je lahko v obeh stanjih hkrati. Naivno si ga lahko predstavljamo kot kovanec, ki ga vržemo v zrak. Med letom se nenehno vrti in na videz kaže cifro in grb hkrati. A ko na koncu pristane na mizi, bo vedno pokazal samo eno stran kovanca. Podobno se dogaja s kubitom, lahko je v superpoziciji med stanjema 0 in 1. Takoj ko ga pomerimo, pa bo kolapsiral le v eno od dveh klasičnih stanj, 0 ali 1. Kvantni računalnik bo zgrajen iz veliko kubitov, ki bodo med seboj povezani.

Ker tale intervju delava za Novice IJS, si seveda lahko privoščiva tudi nekoliko bolj strokoven pogovor. Kaj konkretno razvijate na področju kvantnih računalnikov?

Superprevodni kubitni so makroskopski nelinearni oscilatorji, sestavljeni iz kondenzatorja in Josephsonovega stika, ki se obnaša kot nelinearna tuljava. Med kopico dobrih lastnosti imajo superprevodni kubitni dva večja problema, ki nas omejujeta pri gradnji velikega uporabnega kvantnega računalnika. Kubitni so izredno občutljivi na motnje iz okolice, kar lahko privede do napak pri kvantnem računanju, in njihove lastnosti se lahko močno razlikujejo med njimi. V IMEC-u po eni strani razvijamo recepte za izdelavo superprevodnih kvantnih procesorjev z industrijskimi orodji z namenom, da zmanjšamo variacijo lastnosti kubitov, po drugi strani pa raziskujemo materialne defekte na površinah, ki so danes glavni vir motenj in napak v superprevodnih kubitih.



Ožja skupina, ki se ukvarja z razvojem superprevodnih kubitov. V ozadju je hladilnik z mešanico He³/He⁴, s katerim ohladimo kubite na temperaturo ~ 10 mK.

Kakšni pa so v tem trenutku najzmogljivejši kvantni računalniki?

Obstaja veliko tehnologij, s katerimi lahko naredimo kvantne računalnike. V IMEC-u razvijamo dve tehnologiji - superprevodni kubitni in spinski kubitni na osnovi elektronskih spinov, ujetih v kvantnih pikah. Druge tehnologije, ki so tudi izredno perspektivne, so ujeti ioni, hladni atomi in optični fotoni. Različne tehnologije imajo različne prednosti in slabosti. Danes jih težko primerjamo, ker še vedno ni ustaljene metrike za njihovo delovanje. Pomembni so različni vidiki, kot so število kubitov, število sosedov, s katerimi je posamezen kubit sklopljen, kakovost krmiljenja posameznih kubitov, dveh kubitov, hitrost krmiljenja itd. Po mojem (pristranskem) mnenju imata danes

najzmogljivejše superprevodne kvantne računalnike Google s 53 kubitni in IBM s 127 kubitni. Google je leta 2019 tudi prvi demonstriral kvantno premoč, kjer so pokazali, da noben klasičen računalnik ne more v razumnem času ponoviti računa, ki ga kvantni računalnik opravi v nekaj minutah. Danes se največji kvantni računalniki uporabljajo za razvoj in testiranje novih kvantnih algoritmov in metod za kvantno popravljanje napak.

Seveda je vprašanje, kdaj bomo dobili delujoči kvantni računalnik, precej nehvaležno, zato bom raje vprašal takole - kako se je spremenilo stanje na tem področju, odkar ste se pred osmimi leti začeli ukvarjati z njim?

Sam sem vstopil v svet kvantnih računalnikov s stališča namenskih analognih kvantnih računalnikov, ki so zgrajeni za reševanje posameznega določenega primera, v mojem primeru simulacije fotosinteznega procesa. Na začetku sem videl preveč problemov, ki otežujejo izgradnjo uporabnih univerzalnih kvantnih računalnikov, zato nisem verjel, da so perspektivni. Po štirih letih se je moje mnenje spremenilo. Videl sem, kako hitro se lahko področje razvija in se odkrivajo nove rešitve, saj je celotna mednarodna skupnost usmerjena v dobro definirani cilj. Profesor John Martinis, ki je pozneje uvedel kvantno računalništvo v Googlu, je na nekem predavanju izjavil: »Vse inovacije, ki smo jih slišali na tej konferenci, morajo v naslednjem letu postati del rutine.« Čeprav razvoj pogosto vzame dlje od načrtov (znana šala pravi, da moramo predvideni čas pomnožiti s faktorjem pi), sem prepričan, da bomo preseglili prag uporabnih kvantnih računalnikov relativno hitro. IBM denimo načrtuje izdelavo računalnika s 1000 kubitni že naslednje leto (2023).

Institut, na katerem delate, je delno zasebna organizacija. Kako se to kaže na delu in delovnem okolju, če ga denimo primerjamo z IJS, ki je javna raziskovalna ustanova?

Ker sam prihajam skoraj izključno z akademskih inštitutov IJS in ETH, vidim v delno zasebni organizaciji tako dobre kot slabe strani. Dobra stran je vsekakor povezana z občutno finančno podporo, ki prihaja od zasebnega sektorja. S tem in z dobrim ekosistemom zasebnih podjetij je IMEC-u uspelo zgraditi vrhunski raziskovalni inštitut za mikroelektroniko in pritegniti pester kader z vsega sveta. Po drugi strani pa takšen organizacijski pristop omejuje neodvisne raziskovalne projekte z akademsko svobodo, ki so nujno potrebni za razvoj novih disruptivnih idej. Morda je kvantno računalništvo specifično, saj sta akademski in inženirski razvoj še vedno močno

prepletana. Inštitut spodbuja predvsem obiskovanje velikih inženirskih konferenc, kjer je prisotnih le malo odprtih debat o globljih vprašanjih. Poleg tega poslovni model prinese s seboj tudi previdno in dolgotrajno podpisovanje pogodb o razkritju informacij, potrebnih za sodelovanje med institucijami. Mislim, da to zavira hitrejši razvoj. So pa vrhunski inštituti po mojem mnenju tudi presenetljivo prilagodljivi, kar se vidi pri hitrem odzivu, ko se strateški problemi prepoznajo in formulirajo.

Ali ohranjate kakšno sodelovanje s kolegi z IJS?

V dobrih stikih sem z doktorskim mentorjem prof. Denisom Arčonom, med drugim skupaj pripravljava občasna predavanja na področju kvantnega računalništva za študente na Fakulteti za matematiko in fiziko. Imamo tudi nekaj projektov s prof. Draganom Mihailovićem in prof. Sašom Džeroskim, ki so tik pred zagonom. Letos se je na IJS ustanovila tudi nova programska skupina - Fizika kvantnih tehnologij. Upam, da bomo lahko tako sodelovanje še okrepili.

Kaj pa v Belgiji pogrešate? Vem, da ste navdušen planinec, vam kaj manjkajo gore? Ste se v Belgiji morda lotili kakšnega novega konjička?

Belgija je pretežno ravninska, najvišjo točko (694 metrov) predstavljajo kamnite stopnice na hribček sredi široke ravnine. Če želiš hoditi v hrib, se moraš najprej spustiti do reke in se nato povzpeti nazaj do parkirišča. Kljub temu pa ima Belgija zelo lepo naravo, kamor sva se z ženo pogosto odpravila med pandemijo. Gore seveda pogrešam. Ko lahko, priletim za vikend v Slovenijo ali Italijo in se odpravim nad 2000 metrov. V Slovenijo pridem, ker imam tu veliko prijateljev, v Italijo pa ... zaradi hrane. V Belgiji prav tako najdem način, da si razširim obzorje. Tu sem se začel ukvarjati z vodenjem letalskih modelov, opremljenih z računalnikom, GPS-om in videokamero, s katero lahko med letenjem opazujem naravo, kot da bi sedel v kabini. Maksimalna višina je zakonsko omejena za amatersko licenco, ampak je dovolj visoka, da so pogledi nepozabni.

Anton Gradišek

PRIŠLI - ODŠLI

PRIŠLI - ODŠLI (15. 2. – 5. 5. 2022)

Zaposlili so se:

- 1. 3. 2022 Ana Kump, asistentka, B1
- 1. 3. 2022 Nika Mlinarič, strokovna sodelavka, E6
- 1. 3. 2022 Tomaž Majerle, projektni sodelavec V, delavnice
- 14. 3. 2022 dr. Maruša Bizjak, asistentka z doktoratom, B3
- 15. 3. 2022 dr. Ilja Doršner, višji znanstveni sodelavec, F1
- 23. 3. 2022 Mirjana Vasić, mlada raziskovalka, F2
- 25. 3. 2022 Abdur Rehman Anwar, mlajši raziskovalec, F5
- 29. 3. 2022 Cathrine Terro, mlajša raziskovalka, O2
- 1. 4. 2022 dr. Tilen Knaflič, asistent z doktoratom, F5
- 1. 4. 2022 dr. Vesna Ribić, asistentka z doktoratom, K7
- 1. 4. 2022 dr. Jurica Levatić, asistent z doktoratom, E8
- 1. 4. 2022 Veronika Bukina, mlada raziskovalka, F1
- 1. 4. 2022 dr. Emmanuel Ortiz Pacheco, asistent z doktoratom, F1
- 4. 4. 2022 Marko Pranjić, asistent, E8
- 4. 4. 2022 Boro Bokan, tehnični delavec, TS
- 11. 4. 2022 Urška Andrenšek, strokovna sodelavka, F1
- 12. 4. 2022 dr. Žiga Kos, asistent z doktoratom, F5

- 18. 4. 2022 dr. Adrian Rene Lugo, višji znanstveni sodelavec, F1
- 18. 4. 2022 Luka Bizjak, strokovni sodelavec, E3
- 21. 4. 2022 dr. Amit Mishra, asistent z doktoratom, K7
- 1. 5. 2022 dr. Apparao Gudimalla, asistent z doktoratom, F5
- 1. 5. 2022 Jurij Marinko, asistent, E8

Novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu.

Odšli:

- 28. 2. 2022 dr. Matic Korent, asistent z doktoratom, K7
- 28. 2. 2022 Nikolina Lešić, asistentka, K3
- 28. 2. 2022 Peter Novak, strokovni sodelavec, E7
- 28. 2. 2022 dr. Lamprini Athanasopoulou, znanstvena sodelavka, F1
- 13. 3. 2022 dr. Tjaša Parkelj Potočnik, asistentka z doktoratom, K9
- 31. 3. 2022 Sara Gregl, strokovna sodelavka, ICJT
- 31. 3. 2022 dr. Marian Lehocky, asistent z doktoratom, F4

31. 3. 2022 dr. Marina Santo Zarnik, višja znanstvena sodelavka, E7, upokojitev
31. 3. 2022 dr. Janez Kranjc, asistent z doktoratom, E8
31. 3. 2022 Viktor Zupančič, mladi raziskovalec, B1
31. 3. 2022 Tine Bizjak, asistent, O2
31. 3. 2022 Katarina Modic, samostojna strokovna sodelavka, ZIC
15. 4. 2022 Primož Radanovič, strokovni sodelavec, E1
30. 4. 2022 dr. Miha Mlakar, strokovno raziskovalni sodelavec, E9
30. 4. 2022 Anže Marinko, strokovni sodelavec, E9
30. 4. 2022 dr. Živa Stepančič, strokovno raziskovalna sodelavka, E5
30. 4. 2022 Samo Rajković, svetovalec VII/1, TS
17. 4. 2022 Matej Posinkovič, strokovni svetnik, E3
11. 4. 2022 dr. Luka Suhadolnik, asistent z doktoratom, K7
30. 4. 2022 mag. Tomaž Ogrin, strokovni sodelavec, K1, upokojitev

Barbara Gorjanc

OBISKI PO ODSEKIH

OBISKI PO ODSEKIH (11. 2. – 17. 5. 2022)

Odsek za plinsko elektroniko (F-6)

Od 4. do 8. 4. 2022 je bila na obisku dr. Andrea Jurov, Fakulteta za kemijsko inženirstvo in tehnologije, Zagreb, Hrvaška. Eksperimentalno delo je potekalo v okviru projekta Obzorje H2020 PEGASUS.

Odsek za kompleksne snovi (F7)

V okviru EU projekta H2020 INTERFAST je bil med 10. in 11. 3. 2022 na obisku prof. dr. Alek Dediu, CNR-ISMN, Bologna, Italija.

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

Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F9)

Z namenom sestave in umeritve mikromanipulatorja, kupljenega v okviru paketa velike opreme XIX, je bil od 11. do 13. 4. 2022 na obisku inž. Vladimir Kochergin, MicroXact Inc., Radford, Virginija, ZDA. Gosta je sprejel prof. dr. Vladimir Cindro.

dr. Andrii Tykhonov, Univerza v Ženevi, Ženeva, Švica, je bil na enomesečnem obisku (6.–31. 3. 2022) v okviru svojega projekta ERC PeVSPACE (Starting Grant), ki ga izvaja na Univerzi v Ženevi. Projekt meri na uporabo metod umetne inteligence za sledenje nabitim delcem ekstremnih energij v vesolju. Sinergijo smo našli na uporabi silicijevih detektorjev in metodah za analizo podatkov.

Odsek za elektronsko keramiko (K5)

V okviru bilateralnega projekta *Pametna zasnova večfunkcijskih kompozitov z optimiziranim prenosom energije* (BI-FR/22-23-PROTEUS-004) je bil med 21. 3. in 29. 4. 2022 na obisku Mathieuu Fricaudet, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, Pariz, Francija. Med obiskom je imel gost odsečni seminar z naslovom *Ferroelectric materials for multiphysics energy harvesting*.

Med 8. 3. in 2. 4. 2022 je bil na obisku prof. Dragan Damjanovic, École polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica. Namen obiska je bilo svetovanje pri nadgradnji sistema električnih in elektromehanskih meritev nelinearnih dielektrikov. Med obiskom je imel gost odsečni seminar z naslovom *Emergence of forbidden properties and symmetry breaking in complex materials*.

Na dvodnevem obisku (4.–5. 4. 2022) je bila skupina 16 profesorjev iz Veleučelišta v Bjelovarju, Bjelovar, Hrvaška. Z omenjeno izobraževalno ustanovo zadnjih šest let zelo uspešno sodelujemo v okviru izmenjave ERASMUS+. Gostje so si ogledali laboratorije odseka, študentje, ki so bili v tistem času na izmenjavi, pa so pripravili predstavitve o njihovem praktičnem usposabljanju.

Od 1. do 30. 4. 2022 je bila na obisku dr. Ilona Zama-raite, Vilnius University, Vilna, Litva. Namen obiska so bile dielektrične, feroelektrične in elektrokalične meritve. Med obiskom je imela gostja tudi odsečni seminar z naslovom *Probing Perovskite Oxides: An Optical and Magnetic Study*.

Odsek za nanostrukturne materiale (K7)

Od 5. do 8. 5. 2022 je bil na obisku prof. dr. Peter Fantke, Technical University of Denmark, Kopenhagen, Danska. Namen obiska sta bila poglobitev sodelovanja po prijavi dveh skupnih EU projektov in pogovor o morebitnih prijavih na nove projekte. Gost je imel tudi predavanje v sklopu predavanj Kolokviji na IJS. Gosta je sprejela dr. Kristina Žagar Soderžnik.

Od 18. do 23. 4. 2022 sta bila na obisku dr. Vincent Fournée in Justine Boutbien, Institut Jean Lamour (CNRS), Nancy, Francija. Namen obiska so bili eksperimentalno delo, meritve fizikalnih lastnosti nekaterih novih vzorcev (CaCu_2Si_2 in CeFe_2Si_2) in pogovor na področju skupnega raziskovalnega dela. Obisk je potekal v okviru sodelovanja med IJS in CNRS, v okviru sporazuma *The international associated laboratory LIA PACS2: Push-Pull AlloyS and Complex CompoundS (PACS2): from bulk properties to surface functions*. Gosta je sprejel prof. dr. Sašo Šturm.

12. 4. 2022 so bili na obisku predstavniki podjetja Rolex, Alain Semoroz, Olliver Pujol in Alexandra Maegli, Plan-les Quates, Švica. Udeležili so se skupne t. i. Rolex delavnice, na kateri je sodelovalo tudi pet sodelavcev odseka. Skupaj so pregledali pretekle rezultate in se dogovorili glede nadaljnjega sodelovanja. Goste je sprejel prof. dr. Sašo Šturm.

V okviru bilateralnega projekta BI-HR/20-21-003 (Nanostrukturirani materiali na osnovi kovinskih oksidov za aplikacije v fotokatalističnih procesih) sta bila na obisku Daria Jardas in izr. prof. dr. Aleš Omerzu, Sveučilište u Rijeci, Reka, Hrvaška. Gosta je sprejela dr. Matejka Podlogar.

Od 21. 3. do 19. 6. je bil na obisku Lucie Pejchalova, Brno University of Technology, Brno, Češka. Obisk je potekal v okviru odobrenega projekta sklada JECS Trust z *Mechanical testing of zirconia scaffolds prepared via MSLA infiltrated with porous calcium phosphates*. JECS Trust spodbuja kratka gostovanja mladih raziskovalcev s področja keramičnih materialov, pri čemer morajo biti vpletene države izmenjave članice evropskega keramičnega združenja (ECERS). Gostjo je sprejel izr. prof. dr. Andraž Kocjan.

Odsek za znanosti o okolju (O2)

Od 14. do 23. 4. 2022 je bila na obisku Sholpan Nazarkulova, Al-Farabi Kazakh National University,

Almaty, Kazakhstan. Obisk je potekal v okviru sodelovanja pri projektu *Vpliv aplikacije mineralnih gnojil na akumulacijo radionuklidov in težkih kovin v gomoljni zelenjavi*.

Od 14. 2. do 29. 4. 2022 je bila na usposabljanju Nurgul Nursapin, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan. Gostja je bila štipendistka ICTP-IAEA programa za usposabljanje.

Z namenom usposabljanja v določevanju Sr-89/90 in Ra-226 prek radiokemijske separacije so bili od 14. 2. do 1. 4. 2022 na obisku:

- Hanadi Al Shammari, Kuwait Institute for Scientific Research, Shuwaikh, Kuvajt
- Salah Alnajadat, EMRC, Aman, Jordanija
- Hamzeh El Jaaid, LAEC, CNRS, Bejrut, Libanon
- Ayesha Al Shouq, FANR, Abu Dhabi, Združeni arabski emirati

Usposabljanje je potekalo v okviru projekta IAEA RAS7036.

Kratkega izobraževanja v speciaciji živega srebra v bioloških vzorcih se je med 28. 3. in 1. 4. 2022 udeležil Cealan Henry, Ulster University, Belfast, Severna Irska.

Odsek za reaktorsko tehniko (R4)

Zaradi možnega sodelovanja pri raziskavah je na obisk prišel dr. Mario J. Müller iz podjetja Emerald Horizon AG, Gradec, Avstrija (6. 5. 2022). Pogovora sta se udeležila tudi izr. prof. dr. Luka Snoj, vodja odseka za reaktorsko fiziko (F8), in dr. Špela Stres, vodja centra za prenos tehnologij in inovacij (CTT).

Clayton Scott iz podjetja NuScale (ZDA) in Wadié Joseph Habboush iz podjetja Habboush group (ZDA) sta imela 24. 3. 2022 predstavitev malih modularnih modulov podjetja NuScale. Sestanka se je udeležil tudi mag. Mitja Jermol, vodja centra za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij (CT3).

Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)

Predstavniki podjetja Cestel, d. o. o., iz Trzina Matjaž Skobir, Mitja Mavričin in Teo Zalar so se 10. 3. 2022 udeležili sestanka glede možnosti raziskovalno-razvojnega sodelovanja med IJS in podjetjem na področju elektronike in umetne inteligence.

ZBIRANJE POMOČI ZA UKRAJINSKE BEGUNCE

V Sloveniji se je začelo zbiranje humanitarne pomoči za Ukrajino takoj, ko je zanjo zaprosila podpredsednica tamkajšnje vlade Olga Stefanišina, pristojna za evropske in evroatlantske integracije. Območne in nacionalne humanitarne organizacije so objavile sezname najnujnejših izdelkov, zato se je pod okriljem našega sindikata na Institutu začelo zbiranje humanitarne pomoči. Zaposlenim smo po elektronski pošti posredovali seznam najnujnejših stvari in povezave do posameznih humanitarnih organizacij, kamor so lahko nakazali denarna sredstva.

Akcija zbiranja materialne pomoči je potekala od 8. do 10. marca 2022. Že prvi dan smo bili pričr velikemu odzivu, ki se je samo še stopnjeval. V treh dneh smo zbrali:

- 108 kg higienskih pripomočkov (robčki, plenice, osvežilni robčki, mila, šamponi, zobne paste, ženski higienski pripomočki, pralna sredstva ...),
- 5 kg sanitetnega materiala in nekaj kompletov prve pomoči,
- 33 kg otroške hrane (prigrizki, piškoti, sokovi, mleko v prahu, različne kašice),
- 48 kg drugih prehranskih izdelkov in
- 71 kg hrane za male živali.

Zavedamo se, da je 265 kg zbrane pomoči skromen prispevek k humanitarnim potrebam, ki se iz dneva

v dan samo povečujejo, vendar šteje tudi pripravljenost zaposlenih, da so se odzvali na potrebe ljudi v stiski.

Zbrano pomoč smo v dveh dostavah posredovali v Humanitarni center Rdečega križa Ljubljana na Tržaški 132.



Zahvaljujemo se zaposlenim iz garaže, ki so priskočili na pomoč pri prenašanju in prevozu humanitarne pomoči.

Kot nam je vsem poznano, pa se vojne grozote na prizadetem območju nadaljujejo, zato bomo tudi v prihodnjih mesecih spet organizirali zbiranje materialne pomoči.

Tatjana Martun, IO IJS/SVIZ

VARNOST IN ZDRAVJE NA DELOVNEM MESTU

UKREPI ZA PREPREČEVANJE KOSTNO-MIŠIČNIH OBOLENJ PRI DELU OD DOMA

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

Pri delu od doma nimamo vedno omogočenih enakih delovnih razmer, kot jih imamo v delovnem okolju pisarne. Zato je pomembno, da sledimo nekaterim ukrepom, ki pomagajo, da je tudi delo v domačem okolju udobno in zdravo. Na kratko ponovimo nekaj preprostih ukrepov, o katerih smo v preteklosti v Novicah že pisali, ki nam pomagajo, da ustvarimo ustrezno delovno okolje tudi doma.

ZASNOVA DELOVNEGA MESTA IN ERGONOMSKA UREDITEV

Pisarniški stol

Prilagodimo višino stola, tako da so boki rahlo višji od kolena in stegna usmerjena rahlo navzdol. Kadar

nimamo stola, ki je po višini nastavljen, si pri nastavljanju višine pomagamo z blazino. Zagotovimo, da so stopala v stiku s tlemi, pri tem si lahko pomagata in jih podložite s kakšnim predmetom.

Pisarniška miza

Miza mora biti dovolj velika (120 cm × 80 cm), pod mizo mora biti dovolj prostora za noge. Višina mize naj bo v višini komolcev, če je miza previsoka, si nastavimo stol ali si podložimo blazino oziroma mizo dvignemo tako, da jo podložimo.

Zaslon

Zaslon naj bo nameščen v višini oči ali malo pod očmi in od nas oddaljen za dolžino naše raztegnjene

roke. Če uporabljamo prenosnik, ga namestimo na stojalo za prenosnik ali ga položimo na trdno površano podlago (npr. nizka lesena škatla, čvrsta manjša škatla, kup težkih, večjih knjig ...), če je možno, uporabljajmo zunanji zaslon. Pri uporabi dveh zaslonov jih razporedimo pred seboj v obliki črke V ali pa osrednji zaslon postavimo neposredno pred sebe, drugega pa na eno stran, če en zaslon uporabljate pogosteje. Za razbremenitev vida si lahko pomagamo s pravilom 20 - 20 - 20 (vsakih 20 minut za 20 s pogledamo točko na razdalji 20 čevljev oziroma 6 metrov).

Miška in tipkovnica

Uporabljajmo zunanjo miško in zunanjo tipkovnico. Tipkovnico namestimo pred zaslon in 5-10 cm od roba mize. Miško položimo čim bližje tipkovnici. Po možnosti uporabljajte ploščato tipkovnico ali zložite noge tipkovnice. Poskrbite, da miza ali naslonjalo za roke roki daje zadostno podporo in da je stranski del roke na mizi. Ko miške ne uporabljate, pazite, da roka ne počiva na miški. Klikite na miško po možnosti zmanjšajte s pomočjo bližnjic na tipkovnici. Vertikalna miška ali roler bi lahko bila primerna za tiste zaposlene, ki že trpijo za kostno-mišičnimi obolenji.

Razsvetljava

Zagotoviti si moramo zadostno razsvetljava, dnevno ali umetno svetlobo. Priporočljiva osvetlitev je najmanj 500 luksov. Izogibati se moramo svetlobnim kontrastom in bleščanju sončne svetlobe in zato sedeti ob oknu, obraz ali hrbet pa ne smeta biti obrnjena proti oknu (svetloba naj pada s strani). Po potrebi zastrimo okna.



Zrak in temperatura v prostoru

Optimalna temperatura prostora je med 22 °C in 24 °C. Kakovost zraka vzdržujemo z rednim odpiranjem oken in vrat, preden začnemo zjutraj delati in med odmori. Oblecimo se tako, da se zlahka prilagajamo temperaturi delovnega mesta. Ne sedimo na prepihu.

godimo temperaturi delovnega mesta. Ne sedimo na prepihu.

Hrup

Po možnosti delajmo v ločenem prostoru. Pomagamo si lahko tudi s slušalkami.

NASVETI ZA GIBANJE

Poleg vseh ukrepov upoštevajmo še nekaj nasvetov, poskušajmo sedeti manj ur, pogosto menjajmo položaj telesa in osvojimo dober položaj sedenja. Ravno tako je pomembna fizična aktivnost zunaj delovnega časa. Gibajmo se med delavnikom, dan začnimo s kratkim sprehodom. Redno vstajajmo med telefonskimi pogovori in med spletnimi sestanki. Izogibajmo se dolgim obdobjem sedenja, nagibajmo se k temu, da vsakih 20-30 minut vstanemo, obvezno pa po dveh urah vstanemo za 10 minut. Kratki postanki so boljši kot daljši odmor, ki si ga vzamemo samo občasno. Menjajmo delo v sede in stoje. Kadar nimamo na voljo mize, nastavljive na višino, prestavimo prenosnik na višjo omarico in postojmo na tak način. Pri delu od doma si med odmorom za kosilo lahko privoščimo razgibanje na prostem in čas izkoristimo na svežem zraku. Tudi med sedenjem se lahko gibljemo, s premikanjem teže z ene na drugo stran in z nagibanjem naprej in nazaj. Redno izvajajmo naslednje hitre razgibalne vaje, da izboljšamo cirkulacijo in sprostimo mišično napetost:

- obračamo glavo v levo in v desno,
- nagnemo glavo naprej in z njo nežno stresamo z ene na drugo stran, pri tem so naše roke sproščene ob telesu,
- ramena obrnite proti stopalom, obračajte jih naprej in nazaj,
- roke iztegnemo v višino ramen in jih združimo z dlanmi, obrnjenimi navzven, ter jih raztegujemo,
- roke razširimo na stran in nazaj,
- pete postavimo trdno na tla in dvignemo prste in obratno.

ORGANIZACIJA DELA

Pri delu od doma se meje med delom in zasebnim življenjem hitro zabrišejo. Nekaj nasvetov za boljše delovno zasebno ravnatežje:

- Zagotovimo si, če imamo možnost, ločeno domačo pisarno, kjer lahko nemoteno delamo. Tako vzdržujemo ločevanje med delom in zasebnostjo.

- Načrtujemo si delovni dan, vključno s kosilom in krajšimi odmori. Vsak dan začnimo s tem, da si zastavimo cilje, in opazujemo svoj napredek. Če je treba, prilagodimo cilje trenutnim okoliščinam in delovnemu ritmu.
- Upoštevajmo normalni delovni čas.
- Vzdržujemo rutino: vstanemo, se oblečemo in začnemo delati ob istem času, kot če ne delamo od doma. Delavnik končamo s sprehodom.
- Naredimo si načrt za čas po delavniku, mogoče se bo tako lažje odklopiti od dela.
- Ko smo na dopustu, pri elektronski pošti vključimo avtomatski odgovor, da nismo dosegljivi.
- Čez dan si vzemimo dovolj premorov, da prekinemo intenzivno delo, ne preskakujemo odmorov za malico, med temi odmori in premori se odklopimo od interneta.
- Kadar nismo dosegljivi, zaradi boljše koncentracije in da se izognemo motnjam, o tem obvestimo svoje sodelavce.

Kljub vsem ukrepom, da si zagotovimo varno in zdravo delo od doma, je nadvse pomembno, da ostanejo povezani s sodelavci in nadrejenimi. Namenimo nekaj časa tudi za prijateljske pogovore in pogovore o zadevah, ki niso samo strogo povezane z delom.

Viri – povzeto po:

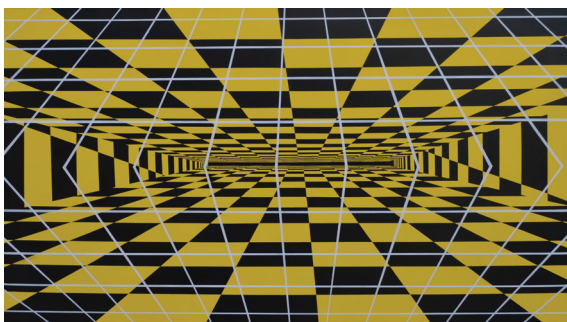
<https://osha.europa.eu/sl/publications/preventing-musculoskeletal-disorders-when-teleworking>
<https://healthy-workplaces.eu/en/publications/musculoskeletal-disorders-related-telework-tips-teleworkers>

ODPRTJE RAZSTAVE DUŠANA FIŠERJA

PONEDELJEK, 14. FEBRUAR 2022

Tkanina psihične opne v skladjih geometrije

Dušan Fišer je na tej razstavi izpostavil likovni element barvo in jo opredelil kot globoko črno (Deep Black). Obdobje preteklih dveh let je označil kot obdobje globoke ustvarjalne krize. Tako dojema čas življenjskih preizkušenj, svojih in od soljudi. Melanholija in izguba življenjskega smisla, ki se dotakneta slehernika ob osebnih življenjskih travmatičnih dogodkih, je značilna tema za obdobje pandemije. Velika preizkušnja za človeštvo v času covida-19 se kaže tudi tako, da je posameznik še bolj osamljen in nerazumljen. Tudi umetniki. Zato moramo zaupati znanosti in se predati umetnosti, saj nam prav umetnost kot »razodetje« vlija pogum in daje življenju smisel. Umetnost je časovno dejanje, povezuje preteklost s prihodnostjo, živimo pa jo tukaj in zdaj ter se oziramo v nebo.

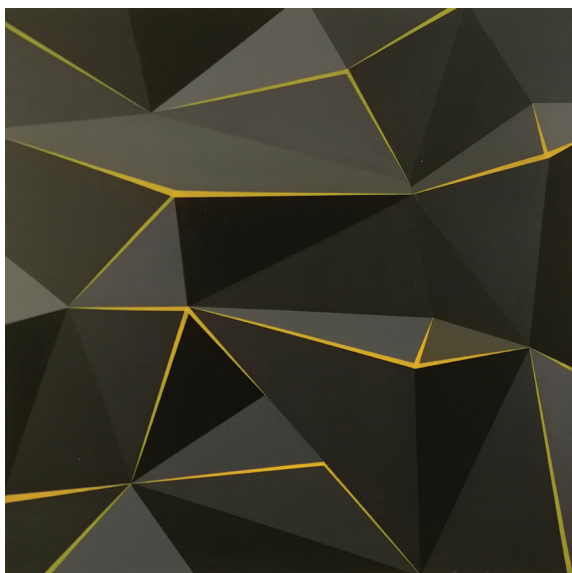


Deep Black, akril na platnu, 140 cm × 250 cm, 2015

Za izhodišče ob razmišljanju ob njegovih slikah in objektih (pogosto tudi instalacijah) sem pomislila na znanstvenika Briana Greena, ta je tudi laikom, ki se radi ozirajo (oziramo) v nebo, uspel približati pogled na čudovito vesolje. V poglavju Pot do poskusa pravi: »Tako teorija strun trdi, da ureditev v družine, ki smo jo eksperimentalno opazili, ni nekakšna nerazložljiva značilnost bodisi naključnega bodisi božjega izvora, pač pa odsev števila lukenj v geometrijski obliki dodatnih dimenzij! To je rezultat, ob katerem fiziku zaigra srce.«¹ Vse potem pojasni s sliko svitka in multisvitka, ob katerem zaigra srce tudi umetnikom in vsem drugim, ki jih (nas) privlači geometrija. Vse je v elementarnih gradnikih, v snovi, videnju in odsevanju svetlob ... Green govori tudi o ukrivljeni tkanini prostora. Neustavljivo nas privlačijo znanstvene, še bolj pa poljudne razlage t. i. črnih lukenj. Za te super masivne luknje, ki so v središču galaksij, se nam že s samim poimenovanjem črne luknje vzbudijo asociacije ... Tem ugaslim zvezdam se umetniki znajo približati intuitivno. Znanost in umetnost sta vedno hodila/hodita z roko v roki.

Črna barva je prasnov – materia prima; Vasilij Kandinsky jo imenuje nič in tišina. Je prisposoba globoke vode, Homer vidi ocean črn. Iz kaosa, teme vsega začetka, je nastala noč, ki je prehajala v svetlobo stvarjenja. V Visoki pesmi je črna simbol velike preizkušnje, muslimanski mistiki pa v njej vidijo božansko svetlobo (tudi kamen v Mekki je črn). Fišer

pravi, da je izhajal iz vprašanja, kaj se skriva za to črno, če jo razkrije svetloba. Gledalcu dopušča miselno potovanje v črno. Z iluzionističnimi elementi mu pomaga vstopiti v prostor črne. Pogled se potopi v globino, v brezno, ki nas posrka. Prepoznamo moč prasnovi. Črna barva vzbuja v nas emocije, največkrat tesnobe občutke in prebujajo nezavedno. Teža črne barve, ki je barva elementa zemlje, spreminja naše dožemanje. Z njo lahko upodobimo (izrazimo) tišino in (vse)mogočni mir nepredstavljaljivih (vesoljskih) prostranstev. Je trebuh sveta in odseva svetlobe; lesket črnega je zato identičen lesketu belega in v gledalcu vzbudi izkušnjo sublimnega. Nasprotje belega in črnega je kot dan in noč (yin in yang) in se manifestira tako v nasprotjih kot v dotikališčih. Črno je žensko, zemeljsko in instinktivno s pridihom skrivnosti transcendentnega, kot so npr. podobe črnih Madon.



Za črno, akril na platnu, 90 cm × 90 cm, 2020

Ko pa se na črnem polju izpišejo besede in avtor vstopi v polje znakov in pomenov, v imaginarij določene kulture, postane sporočilo zavezano tako njemu samemu kot gledalcu. Besedam bi lahko pripisali arhaično magično moč, so kot urok. Prav črke/znaki/besede/pomeni pridajo sliki posebne psihične opne; ko se izpiše COVID-19, je to engram, trajna sled duševnih vtiskov v možganih, ki bodo kot spomini in asociacije ostali zapisani v zavesti naše civilizacije.

Fišer se posveča črni barvi, ki mu pomeni začetek iskanja izhoda, potem ko meni, da je ostal brez idej (tudi simbolno). Ugotovi, da je to pravzaprav predah, ki mu sledi povratek v abstraktno geometrijo in geometrijsko abstrakcijo. Ko izhaja iz ideje, kako črni določiti prostor – globino in jo vzpostaviti v

prostoru, spet prostorsko razmišlja, kar je vseskozi rdeča nit njegovega ustvarjanja. Slika barvna polja in riše linije/črte, nastajajo vzorci, ki dajejo iluzijo teles. Te umešča v prostor s pomočjo geometrije. Slika skladja in zaporedja znakov/vzorcev v različnih perspektivah in legah. Gradi prostor, ki je hkrati hipnotičen in melodičen. Razteza se sam vase, v ambient in v gledalca. Umetnik ustvari telo slike, ki se skozi eksaktno estetiko približa mističnemu videnju. S prostorskimi konstrukcijami, upoštevajoč geometrijo, nas z minimalističnim naborom likovnih elementov in njihovim spreminjanjem nagovarja z načinom optične umetnosti. Op-art je seveda pomemben v smislu optičnih učinkov na gledalca – dobesedno ga potegne v prostor slike in gledalca celo zmede (umetnik to tudi želi doseči), dokler ne prevladajo druge relacije med sliko in gledalcem. Fišer pravi, da geometrija in minimalizem radikalno podpirata njegovo idejo in iskanje. Nekatera njegova dela pa so tudi aluzija na historične elemente. Blizu mu je obdobje gotike, miselnosti, da umetniki postavljajo svoja dela v arhitektonsko razširjen prostor, v dvoransko arhitekturo katedrale, ki predstavlja mesto (nebeški Jeruzalem). Uporabili so veliko geometrijskih elementov, najbolj pomenljiv pa je krog. Okrogla okna, rozete – simboli sonca in rože, so podobe neba na zemlji: protiutež tem likom so vertikale, vse se dviga v višino in se dotika neba. Fišer se na enak način ukvarja z ritmičnim redom celote, ki je lasten katedralam, in vstopa s slikami/objekti tudi v duhovne sfere, značilne za občutenje sakralnih prostorov. Že leta 2006 se je likovni publikli v Mariboru predstavil na razstavi z naslovom Antilopa in enigma mentalne strukture prostora (KIBLA in UGM), ki je razpirala problematiko dožemanja stvarnosti skozi iluzijo mentalnih podob, tudi njihovih psihedeličnih učinkov na poti kontemplacije.



»Človek še nikoli ni bil tako blizu zvezdam in tako zelo daleč od samega sebe,« so misli modreca (McCavol) in takšna ugotovitev se dandanes še kako

potrjuje. Intuitivno zaznavanje življenja posameznika in družbe je lastno umetnikom, ki se odzivajo na različne načine, tudi tako zagonetno kot Dušan Fišer. Na prvi pogled čista estetika, ki pa z dotikom naše psihične opne postane mnogo več: umetnikova osebnost izpoved in iskanje absolutnega se prezrcali na gledalca.

Milena Zlatar

¹ Brian Green je vodilni teoretik strun, ki zna poljubno opisovati pojave v sodobni fiziki. Govori na primer o tkanini našega vesolja in tke po Einsteinu zgodbo o prostoru in času ... (Brian Green, *The elegant universe*, 1999), za Slovenijo izšla v Zbirki Žepna knjiga, založba Učila international, Tržič, 2005.

Simbolika povzeta po Slovarju simbolov (miti, sanje, liki, običaji, barve, števila), avtorja Jean Chevalier in Alain Gheerbrant, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana, 1993.

Dušan Fišer

Rodil se je 1. februarja 1962 na Ptujju. Šolal se je na Akademiji za likovno umetnost v Ljubljani, kjer je leta 1989 diplomiral pri prof. Metki Krašovec. Leta 1991 je na isti akademiji končal še študij na slikarski specialki, pri prof. Emeriku Bernardu. Študijsko se je izpopolnjeval na Akademiji Minerva v Groningenu



na Nizozemskem ter nato na Dunaju in v Parizu. Deluje kot vizualni umetnik (ukvarja se tudi s performansom in scenografijo), je tudi mentor in profesor ter kustos in galerist. Od leta 2009 do 2020 je vodil galerijo Tovarna umetnosti v Majšperku. Od leta 2020 je vodja Galerije mesta Ptuj. Je strokovni sodelavec, sodelujoči umetnik mednarodnega Festivala sodobne umetnosti Art Stays in Festivala Poezije in vina Ptuj. Že trideset let vodi umetniške delavnice za Javni sklad za kulturne dejavnosti Republike Slovenije. Živi na Slapah pri Ptujski Gori.

Kontakt:

Slape 13, 2323 Ptujška Gora

E-naslov: fiser.dusan@gmail.com

Gsm: 041 967 427

ODPRTJE RAZSTAVE ZORANA DIDKA

PONEDELJEK, 21. MAREC 2022

Barvni poet

Galerija Božidar Jakac – muzej moderne in sodobne umetnosti iz Kostanjevice na Krki se z eno od svojih likovnih zbirk že drugič zapored pridružuje slavnostnemu odprtju Dnevov Jožefa Stefana, ki so letos še posebej slovesni, saj praznujejo častitljivo 30. obletnico. Če smo lani z bratoma Kralj predstavili del naših zbirk, posvečenih ekspresionizmu, smo tokrat z Zoranom Didkom premaknili časovnico desetletje naprej, v polje barvnega realizma. Zoran Didek namreč spada v generacijo slovenskih študentov, ki so med obema svetovnima vojnama diplomirali na Akademiji za likovno umetnost v Zagrebu. Zagreb je bil med obema vojnama kulturno in izobraževalno središče z edino likovno akademijo v Kraljevini Jugoslaviji, ki jo je med letoma 1923 in 1944 vodil Ivan Meštrović. Na njej so v tem času študirali številni umetniki iz celotne kraljevine, med njimi tudi skoraj



Vrbe ob Savinji, olje/platno, 56,5 cm × 71,5 cm, 1935

sto slovenskih umetnic in umetnikov, poleg Didka še Zoran Mušič, Gabrijel Stupica, France Mihelič, Dore Klemenčič, France Gorše, Nikolaj Pirnat, Marij Pregelj, Maksim Sedej, Mira Pregelj, Frančišek Smerdu, Boris in Zdenko Kalin, Bara Remec ter številni drugi. Ti umetniki so pozneje tvorili tudi jedro profesorjev leta 1945 ustanovljene Akademije likovnih umetnosti v Ljubljani, med njimi od leta 1967 do upokojitve leta 1974 tudi Zoran Didek.



Pokrajina ob Krki, olje/platno, 126 cm × 152 cm, 1975

Umetnost Zorana Didka je bila od samega začetka razpeta med empirično raziskovanje skozi slikarstvo ter teoretično znanstveno proučevanje in snovanje likovne teorije. To je združeval na svojih slikah in nepreglednem številu risb ter v neposrednem in strastnem prenosu znanja na mlajše rodove. To je počel s humanistično predanostjo ustvarjalnemu delu in poklicu, kot je nekoč sam zapisal in dodal, da je pomembno ves čas negovati občutljivost za ustvarjalne, likovne probleme in vlagati napore za razločevanje bistva v svoji likovni izpovedi. To je počel na način, ki je zapisan kot Didkov moto v njegovi posthumno izdani knjigi: *Vsega se ne da naučiti – bistvo je prepuščeno ustvarjalni intuiciji*. Še iz študentskih časov ter pozneje iz obdobja poučevanja v Sarajevu, kjer se je družil z arhitektom Dušanom Grabrijanom, je bila njegova velika ljubezen arhitektura, katere del je implementiral v sodelovanju z bratom, gradbenim inženirjem Josipom Didkom, na mnogih industrijskih objektih po Sloveniji.

Pri izboru del za Galerijo IJS smo hoteli z nekaj akcenti predstaviti avtorjevo bogato umetniško pot in nazorno pokazati razliko med njegovim ustvarjanjem pred II. svetovno vojno, kjer njegovo slikarstvo temelji na »čistem slikarstvu« barve ali barvnem realizmu, ki sta ga celi generaciji študentov v Zagrebu

predajala predvsem znamenita profesorja Vladimir Becić in Ljubo Babić, ter njegovo povojno fazo, ki ohranja temelje v barvnem realizmu, a z abstrahiranjem forme prestopa v geometrijsko slikarstvo.

Po zelo uspešnem končanju študija z odliko leta 1933 je Didek prvo zaposlitev z dekretom dobil na otoku Krk. Tam je sicer nastalo malo oljnih slik, saj je na otoku večinoma slikal akvarele, pa vendar je tam naslikal delo *Hiša na soncu*, 1935, in isto poletje v Celju delo *Vrbe ob Savinji*, ki smo jo postavili kot uverturo v razstavo. Obe deli sta bili razstavljeni novembra 1936 v Jakopičevem paviljonu na 1. razstavi del mladih slovenskih slikarjev in kiparjev, kjer se je Didek predstavil s štirimi slikami. Umetnostni kritik Rajko Ložar je ob tej priložnosti v časopisu Slovenec zapisal, da »Didkova dela razodevajo talentiranega in močno impulzivnega slikarja« in da so »Vrbe, izvedene pod rahlim vplivom profesorja Vladimirja Becića, z izjemnim slikarskim občutenjem barv«.

Če so krajine iz tega obdobja še naslikane v precej klasični maniri pejzaža, v večinoma rjavo-zeleni barvni tonaliteti in s konturo zamejenimi predmetnimi robovi, z vrbbami v ospredju in gradnjo slikarskega polja z reko, čolni in silhueto hribovja v ozadju horizonta, je za sliko *Portret grabljice (Mirca)*, 1937, ki jo lahko vidimo na tej razstavi, že značilna ploskovitost. Na sliki je figura ujeta pri počitku, z roko ležerno naslonjena preko grabelj, z zamišljenim in zaskrbljenim pogledom. Čeprav gre za žanrsko upodobitev kmečkega opravila, je ozadje figure ploskovno zaprto in grajeno zgolj z barvno tonaliteto rjavih in zelenih tonov. Slike, nastale okrog leta 1939, ko se je Didek s Krka vrnil v Zagreb in se, tik pred ponovno premestitvijo v Sarajevo, pripravljaj na svojo prvo večjo razstavo v celjskem domu (skupaj z Doretom Klemenčičem in Gabrielom Stupico), izpričujejo spremembo v barvni lestevici in



V internacijo, gvaš/ papir, 73 cm × 100 cm, ni dat.

načinu slikanja. Atmosfera prostora, ki jo zasledimo na sliki *Pokrajina, 1939*, je ponazorjena s štimungo trepetanja sončnih žarkov na levi strani slike in senčnimi predeli krošenj na desni, barvna paleta pa je usmerjena v izrazito zelene odtenke.



Prof. dr. Boštjan Zalar, direktor IJS, odpira razstavo

Tem delom smo nasproti postavili nekaj povojnih del, ki povzemajo Didkove slogovne in raziskovalne težnje. Tu lahko vidimo zanj značilne motive, kot so krajina, portret, tihožitje, in žanrske figuralne kompozicije, kot je denimo delo *V zidanici, 1958*, ki je reducirano v barvni modulaciji temnih tonov in naznačeni deformaciji oblik. Iz več zornih kotov pomenljivo je tudi delo *V ateljeju*, ki nazorno kaže na Didkove interpretacije ali citiranja znanih umetniških del, ki so posledica njegove bogate teoretične podlage in večnega raziskovanja.

Zoran Didek je bil znan tudi kot bravurozen risar. Risal je po katerikoli podlagi, s čimerkoli, kar mu je prišlo pod roko. Izjemne mojstrovine so nastale znotraj pedagoškega procesa, s kredo na šolski tabli, ki so jih po pričevanjih med odmori hodili občudovat tudi drugi profesorji. Te risbe na tabli simbolno nakazujejo še eno Didkovo lastnost – večno iskanje slikarske rešitve. Ko je po lastni presoji do nje prišel, je sliko ali risbo zaključil. Na razstavi lahko v različnih, zanj značilnih ciklih, od krajine, internacije in sedmine do avtoportreta, obiskovalci občudujejo njegovo virtuosno potezo. Didek se je v risbi zelo pogosto upodabljal, vendar, kot lahko vidimo tudi na razstavljenem *Avtoportretu*, nikoli zgolj formalno deskriptivno, temveč vedno izrazito značjsko.

Za postavitev v zgornjem delu razstavišča smo namenili Didkovo povojno lirično upodabljanje dolensjske pokrajine, v kateri je v jeseni življenja našel zavetje,

mir in identiteto. Upodabljanje krajine lahko spremljamo skozi vso njegovo ustvarjalno dobo. V njej je po napotkih profesorja Ljuba Babića iskal njen karakter in njeno barvo, njeno čistost in nepotvorjenost. S kontrasti svetlobe in sence ter ploskovno, dvodimenzionalno geometrizacijo je postopoma prehajal v njeno abstrahiranje. Pri tem je reduciral barvno paletu in to nadomestil s tonskim slikanjem ali pa je strukturo slikarskega polja modeliral z monohromnimi ploskvami temno svetlega kontrasta s kristaliziranimi formami trepetanja sončnega odbleska od reke. Sinteza tega sta po njegovem doživetju in red, tisti pejsaži, ki imajo to v sebi, so dobri, drugi ne, je še dejal v enem od intervjujev ob prejeti Prešernovi nagradi.

Goran Milovanović



Goran Milovanović

Zoran Didek (1910–1975)

Rodil se je 11. junija 1910 v Ljubljani očetu Rudolfu, po rodu Čehu, in mami Ani Stritar iz Podbočja pri Kostanjevici na Krki. Leta 1928 se je vpisal na Kraljevo akademijo za umjetnost i umjetni obrt v Zagrebu. Diplomiral je leta 1933 z odliko. Prvič je razstavljal na skupinski razstavi v Mariboru (Razstava moderne slovenske umetnosti). Od leta 1934 do leta 1938 je bil zaposlen kot suplent risanja na gimnaziji na Krku, leta 1938 so ga prestavili v Zagreb, leta 1940 pa v Sarajevo. S Klubom neodvisnih slovenskih likovnih umetnikov je razstavljal v Jakopičevem paviljonu v Ljubljani (1937) in v Umjetničkem paviljonu v Zagrebu (1940). Leta 1945 se je vrnil v Slovenijo, leta 1946 pa na povabilo dr. Staneta Mikuža in akad. slikarja Mirka Šubica prišel v Ljubljano kot profesor novoustanovljene Šole za umetno obrt, kjer je uvedel predmet likovna teorija. Bil je med ustanovitelji Umetniške zadruga in Zveze likovnih umetnikov Jugoslavije ter Društva likovnih oblikovalcev Slovenije. Leta 1955 je s trimesečno



**GALERIJA
BOŽIDAR
JAKAC**

MUZEJ
MODERNE
IN SODOBNE
UMETNOSTI

štipendijo odpotoval v Pariz. Leto pozneje je na Pedagoški akademiji v Ljubljani začel predavati slikarstvo in likovno teorijo. Leta 1962 je prejel Trdinovo nagrado za likovne stvaritve z dolensko motiviko. Leta 1965 je bil izvoljen za predsednika DSLU. Od leta 1966 je bil honorarno zaposlen na Akademiji za likovno umetnost v Ljubljani, kjer je leta 1967 postal redni profesor. Leta 1966 je z odmevnim referatom sodeloval na kongresu INSE-a (International Society

of Education through Art) v Pragi ter ostal redni sodelavec organizacije. Leta 1970 mu je Zveza mladine Slovenije podelila zlato značko za mentorsko delo z mladimi, leta 1973 pa mu je Zveza društev likovnih umetnikov Jugoslavije ob 25-letnici podelila srebrno plaketo. Leta 1974 se je upokojil, leta 1975 pa je prejel Prešernovo nagrado. Jeseni istega leta je bil zaradi srčnih težav sprejet v bolnišnico, kjer je 27. oktobra umrl. Pokopan je na ljubljanskih Žalah.

ODPRTJE RAZSTAVE TOMA VRANA

PONEDELJEK, 9. MAJ 2022

Poklon veliki naravi

Slikarstvo Toma Vrana se giblje med dvema poloma, hipnim in od nekdaj v sebi globoko hedonistično-mediterskim. Na prvi pogled njegove ekspresivno abstraktne slike delujejo vznemirljivo, pritegnejo s svojo obliko in barvo. Gledalca nagovarjajo silovito, da ne more mimo njihovega sporočila. Svojo slikarsko pripoved že desetletja doživlja kot likovno iskanje sozvočja med barvami, svetlobo in kompozicijo, pri čemer premišljeno stopnjuje intenzivnost teh soodvisnih komponent. Vsebinsko desetletja nastajajočih ciklov slik označuje romantično nadvladujoča in



Brez naslova, akril na platnu, 100 cm × 100 cm, 2021

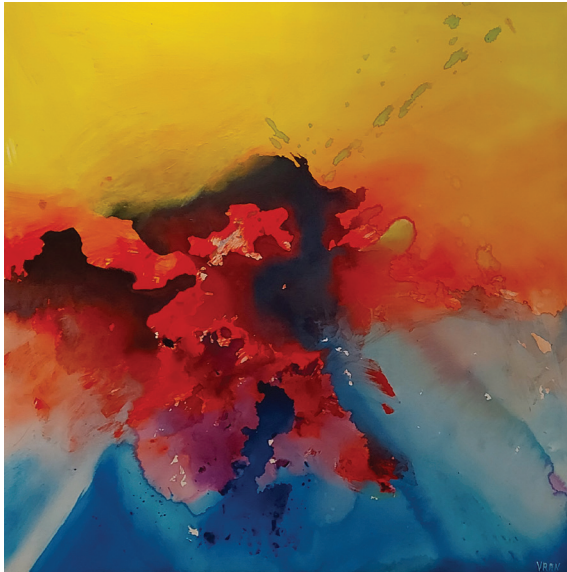
divja narava, ki pa je ne posnema. Bolj sledi sodobni filozofski misli Jeana-Luca Nancyja, ki kot odgovor na vprašanje, kdaj se vzpostavi krajina kot krajina, odgovarja: *Krajina ne vsebuje nobene prisotnosti: je sama na sebi popolna prisotnost*. Krajina po njegovo ni zgolj ozadje, temveč samo ospredje. In samo to. Torej Vranova dinamična pokrajina v tem kontekstu ni toliko mimetična predstavitev katerekoli dane

lokacije, temveč bolj reprezentacija dane odsotnosti prisotnosti. V tem kontekstu ne presenečajo vihrovo ustvarjene linije, vpete v meditativen ambient, kjer so desetletja dominirale modre barve s sinjimi odsevi, tem pa so se v zadnjih obdobjih pridružile intenzivne rdeče, oranžne, zelene in druge žive barve.

Proces slikanja je za Vrana čista intuicija, ki pa je vendarle podrejena prej osmišljenim likovnim zakonitostim. Njegova slikarska pripoved je osnovana na trenutnem navdihu, na osebni izpovedi. Svobodno krmari med zavednim in nezavednim, med nadzorovanim in nenadzorovanim, med čustvom in razumom. Za slikarja je to zavezujoč proces. Njegovo slikarsko odzivanje je vselej prežeto z njegovim najglobljim bistvom, edini končni cilj pa je njegova upesnitev v materijo. Prevladujoči element je odvisen od trenutnega položaja, od slikarjevega razpoloženja, skratka od tega, kako se pripravi ali ne pripravi na vstop v sliko.

Vranovi najpomembnejši izrazni sredstvi sta barva in gesta, ki največkrat v divjem zanosu plešeta po večini enako zamejenih slikovnih površinah. Spontana likovnega zapisa dosega slikar z vehementnimi potezami čopiča, z načrtnim kapljanjem barve po platnu in premišljenim prepletanjem ujemajočih se ali namenoma disharmoničnih barvnih kombinacij. Sam postopek je za slikarja enako pomemben kot razmišljanje o odnosih med vsebino in obliko, pri čemer je dinamika nanašanja barv cikla slik *Joie de vivre* (2021) v sozvenenju z njegovim hedonističnim podoživljanjem okolja. Med barvami mu je bila dolgo najpomembnejša modra, s katero je v svoja dela vnašal občutja in impresije. Vranove nove podobe odkrivajo novo esenco slikarjeve aktualne misli. Na nekaterih slikah gledalca sooča z vsebino, z dramo na sliki, ki je daleč od tega, da bi bila (le) romantično prijazna. Prevzame ga z vizualno energijo ter s predrugačenim in posodobljenim pristopom do

obravnavane tematike, s katerim ga vsaj za nekaj časa odtegne od nepregledne množice bleščavih podob in banalnih novic, v katere je hote ali nehote ujet že skoraj na vsakem koraku. Pogled v te slike vodi v odkrivanje drugačnih pomenov, bolj odprtih razsežnosti življenja in vliva upanje, da vendar še nismo popolnoma izgubljeni v tem prostoru in času.



Brez naslova, akril na platnu, 100 cm × 100 cm, 2021

Slike Toma Vrana vzbujajo občudovanje nad širino slikarjeve notranjosti, ki jo izraža z estetsko zasnovanim podajanjem snovnosti, z umirjenim nanašanjem osnovnih barv in z vehementnimi nanosi spontane pripovedi na (večinoma) kvadratne slikovne nosilce. Hkrati pa na tako zgrajenih barvnih ploskvah vsevpriek begajoči, ponekod kot v trenutku zamrznjeni pljuski barv izdajajo notranji strah po dokončnosti, po času brez časa in prostoru brez prostora. Ne, Vranove slike niso distopične, ne napovedujejo katastrof v prihodnosti, čeprav se veliko tega že dogaja. A danes, ko so ekološki problemi sodobnega sveta vse bolj pereči in je (v tej luči) bližajoči se konec planeta postal najobičajnejši predmet pomenkovanj pogosto celo ob družinskem kosilu, se zlahka zgodi, da se določena slikarjeva vizija kot neke vrste prerokba (nepredvideno) uresniči v kateri izmed njegovih dramatičnih podob. Da se ob njej gledalec vpraša: *Se res bliža konec sveta?* Saj vse kaže na to: letni časi so postmoderni, prehajajo eden v drugega in so neprepoznavni, ledeniki se ne premikajo več in so samo še kup mrtvega snega, veter in ogenj se združujeta v ognjene tornade in uprizarjata reminiscenco srednjeveškega sodnega dne. Novejše Vranove slike dopuščajo (tudi) tak pogled nanje. Brez pomenskih naslovov postajajo vse bolj poklon

veliki naravi, iz katere je slikar vselej črpal in se vanjo zatekal po navdih.



V štirih desetletjih je Tomo Vran prešel od figurlike (*Dekle s knjigo*, 1971), ki je zaznamovala njegov likovni izraz takoj po končani akademiji, prek številnih različic slik in grafik z motivom galeba Jonathana Livingstona (po knjigi Richarda Bacha *Jonatan Livingston Galeb*) do fiktivnih (*Erotična pokrajina*, 1987) in realističnih pokrajin (*Naplavine*, 1998), dokler se na njegovih delih niso naselili mediteranski motivi, ki so ga z modrino morja in neba dolgo časa privlačili. V abstraktno prikazovanje (večinoma) obmorske pokrajine je prešel s postopnim reduciranjem motivnih elementov najprej zaradi možnosti svobodnejšega izbiranja barv, pozneje tudi zaradi učinkovitejšega izražanja občutij. Nato se je kar dolgo prepuščal čisti abstrakciji, spontanim oblikam, izmišljenim fragmentom, zanimivim oblikam, ki so nastale naključno, in užitek ob nastajajočih strukturah prelivačih se barv. Slikam je dodajal naslove, ki naj bi gledalčev pogled vodile vanje. Pretekle cikle podob slikar nenehno širi in zaokroža v večjo celoto, z dialogom med prejšnjimi cikli in novimi podobami pa zaokroža svoj opus. Še vedno ga privlači modrina, predvsem voda, ki se ista pretaka po planetu že milijarde let in se v svojem spreminjanju agregatnih stanj vedno znova čudežno pomlaja. A nič manj tudi



narava, njena sončnost in živost, drevesa in gozdovi, ob pogledu nanjo v kateremkoli obdobju (dneva ali leta) pa eksplozija prvinskih čustev.

Slikarjeve abstraktne pokrajine, nekdam obogatene s povednimi naslovi, ki so izdajali slikarjeva ustvarjalna izhodišča, so zdaj brez naslovov. Dopuščajo gledalcev svoboden vstop vanje. Novi cikel slik *Joie de vivre* je nastal v času epidemije covid-19, ko so bile razglašene izredne razmere, za mnoge samoizolacija ali karantena. To je vplivalo na medsebojne odnose ljudi, na njihovo ranljivost in dožemanje sveta, kot smo ga poznali. Psihične stiske in odtujenost so pri marsikaterem posamezniku sprožali vprašanja o smislu in pomenu življenja. Z eksplozijo živih barv in asociativno vizualno pripovedjo je ta cikel slik poklon novemu času. Radosti življenja.

Tatjana Pregl Kobe

Tomo Vran

Rodil se je 29. decembra 1946 v Ljubljani, leta 1950 se je družina preselila v Koper. Slikarstvo in grafiko je študiral na Akademiji za likovno umetnost v Ljubljani, kjer je leta 1972 diplomiral pri prof. Marjanu Pogačniku. Dve leti je poučeval umetnostno zgodovino na slovenski in italijanski gimnaziji v Kopru in Piranu, nato šest let vodil oddelek za industrijsko oblikovanje na Inštitutu Tomos v Kopru, od leta 1980 pa deluje kot svobodni umetnik. Od leta 1972 je član Zveze društev slovenskih likovnih umetnikov, od leta 1994 je bil dva mandata tudi njen predsednik ter v obdobju 1989–1999 komisar Intarta. Dve leti



je bil član Sveta za kulturo pri vladi RS, v obdobju 1999–2006 je bil predsednik Kulturniške zbornice Slovenije. Leta 1999 je bil v Bruslju izvoljen za podpredsednika Evropskega sveta umetnikov (European Council of Artists) in to funkcijo opravljal dva mandata. Leta 2005 je bil v ECA spet izvoljen za člana predsedstva. Od leta 2000 je selektor Mednarodne likovne kolonije – Festival Ljubljana, ki vsako leto poteka v ljubljanskih Križankah in na Ljubljanskem gradu. Prvo samostojno razstavo je pripravil v Trstu (Italija) leta 1981, nato pa se je samostojno predstavil več kot stokrat v Sloveniji, Italiji, Avstriji, Nemčiji in Kanadi. Sodeloval je tudi na številnih skupinskih razstavah doma in v tujini. Za svoje delo je prejel vrsto nagrad in priznanj. Živi in ustvarja v Kopru.

Naslov: Krožna cesta 24, 6000 Koper

E-naslov: tomo@vran.net

Mobilni telefon: 041 687 396

Spletna stran: <http://www.vran.net>

NAVADNI GLOG (*Crataegus laevigata*)

Navadni glog je navadno grm, redko nizko drevo. Kot večino rastlin iz družine rožnic tudi navadni glog krasijo lepi petštevni cvetovi. Bogastvo cvetov ta grm naredi še posebej privlačen v pomladanskem času, ko se snežnobeli cvetovi odprejo. V bran pred objedanjem ima glog razvite močne trne.



Če cvet pogledamo od blizu, opazimo, da ima navadni glog praviloma dva ali tri vratove pestiča, medtem ko ima enovrati glog večinoma le en vrat pestiča. Čašni listi so približno enako dolgi in široki. Od sorodnega in na prvi pogled podobnega enovratnega gloga se navadni glog najlažje loči po obliki listov. Listi so pri tej vrsti plitvo krpasti, listne krpe pa tudi v spodnji polovici nazobčane. Spodnji stranski žili na listih sta lokasto upognjeni navzgor.

Navadni glog uspeva v gozdovih in na gozdnih robovih, med grmovjem in v živih mejah od nižin do gorskega pasu. Najdemo ga lahko skoraj po vsej Sloveniji, a veliko redkeje kot sorodni enovrati glog.

Obe vrsti gloga proizvajata tudi snovi z zdravilnimi učinki, zato se zlasti pripravki iz cvetov ali listov od nekdaj uporabljajo v domačem zdravilstvu. V rabi so predvsem kot sredstvo za krepitev srčne mišice, uravnavanje srčnega utripa in izboljšanje prekrvitve, zaradi blagodejnega učinka na srce pa lahko pomagajo uravnati tudi krvni tlak. Pred vsako uporabo domače lekarne pa se posvetujte z zdravnikom ali farmacevtom.

Rdečecvetni navadni glog *Paul's Scarlet*

V okras inštitutskim zelenim površinam, kjer si lahko zaposleni privoščijo kratek odmor ali jih izkoristijo za razmišljanje na svežem zraku, je Inštitut posadil nekaj okrasnih rastlin. Med njimi tudi kultivar navadnega gloga, imenovan *Paul's Scarlet*. Ta okrasna

sorta se bo pokazala v vsej svoji drugačnosti šele, ko bo drevesce zacvetelo.

To je nizko drevo s proti tlom iztezajočimi se vejami, ki oblikujejo gosto okroglasto krošnjo. Od sredine do pozne pomladi se na cikcakastih trnatih vejah razvije veliko cvetov. Prav to bogastvo svetlo rdečih do rožnato rdečih cvetov z dvojnimi cvetnim odevalom dela kultivar navadnega gloga *Paul's Scarlet* tako zanimivega za okras vrtov. Čeprav njegovi listi jeseni ne zažarijo v toplih barvah, pa je zaradi obilice živo rdečih plodov v njegovi družbi lepo tudi v tem času.

Navadni glog *Paul's Scarlet* zraste od 4 do 8 metrov v višino, njegova krošnja pa se razteza od 4 do 8 metrov v širino. Končno velikost doseže v 20 do 50 letih. Glede pH tal ni zahteven, ustrezajo pa mu vlažna, a dobro odcedna tla in sončna lega.

To okrasno drevo je vrtnarju Williamu Paulu leta 1858 uspelo vzgojiti iz mutiranega poganjka navadnega gloga, ki je uspeval v vrtu Christopherja Boyda, prvič pa ga je predstavil leta 1866 na mednarodni vrtnarski razstavi. Gre torej za naravno mutacijo, ki jo je vrtnarskemu mojstru uspelo ukoreniniti in razmnožiti, za svoj trud pa je bil leta 2002 tudi nagrajen, ko je „njegov“ rdečecvetni glog *Paul's Scarlet* prejel zlato priznanje kraljevega hortikulturnega društva.

Jošt Stergaršek

Viri:

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

Spletna stran Gardenia – *Crataegus laevigata*, 'Paul's scarlet'; 9. 5. 2022 dostopno na: <https://www.gardenia.net/plant/crataegus-laevigata-paul-scarlet>

Spletna stran Pomurske lekarne – Zdravilne rastline; 9. 5. 2022 dostopno na: <https://www.pomurske-lekarne.si/tocka-zdravja/navadni-glog-in-enovrati-glog-crataegus-laevigata-et-crataegus>

Spletna stran Frank P. Matthews; 9. 5. 2022 dostopno na: <https://www.frankpmatthews.com/catalogue/ornamental-trees/crataegus/crataegus-pauls-scarlet/>

Spletna stran Wikiwand – William Paul; 9. 5. 2022 dostopno na: [https://www.wikiwand.com/en/William_Paul_\(horticulturalist\)](https://www.wikiwand.com/en/William_Paul_(horticulturalist))