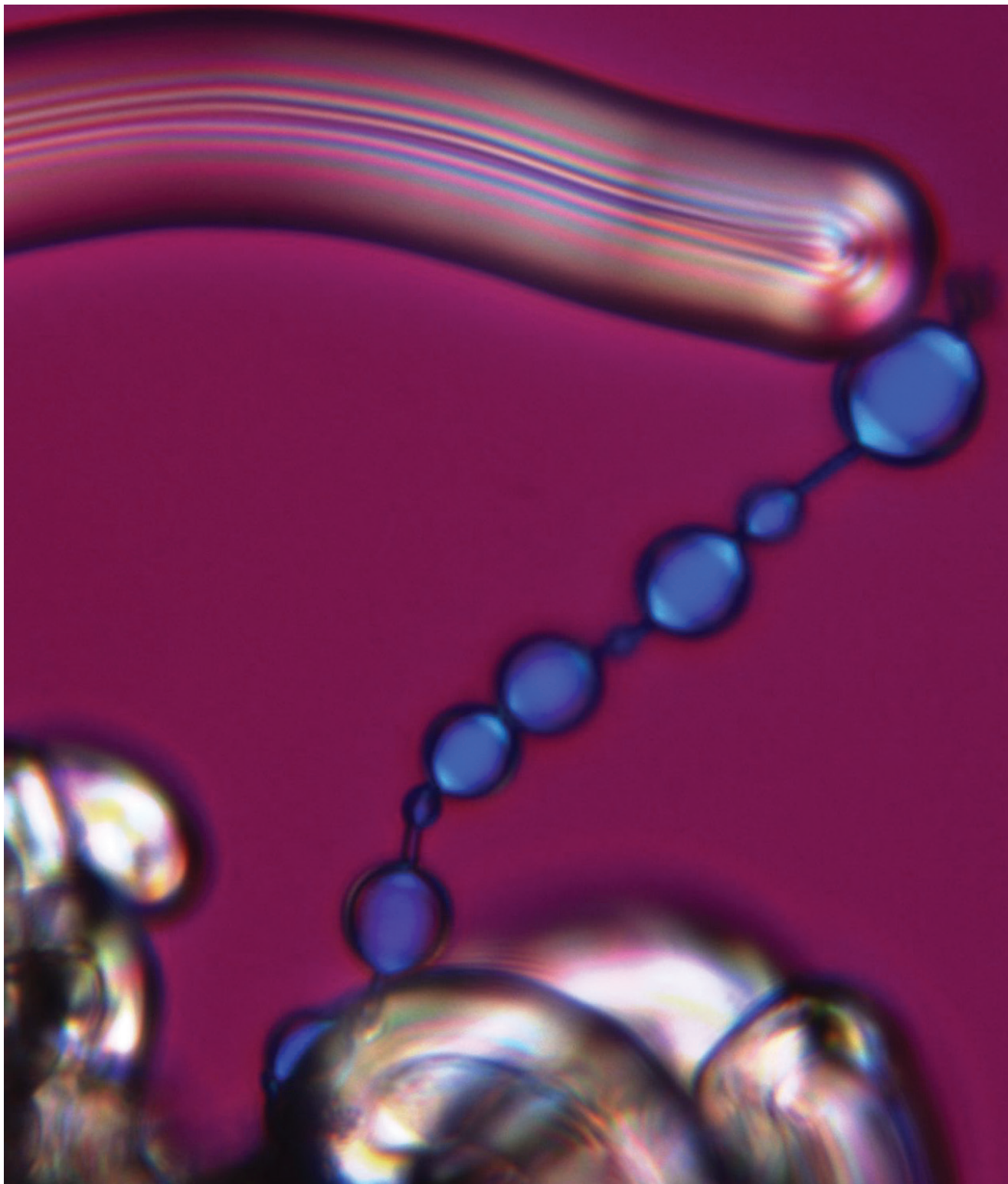


NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 194, september 2020



Doc. dr. Matic Lozinšek, prejemnik projekta ERC ~ Prispevka prejemnika projekta ERC in nagrajenca za zlati znak Jožefa Stefana ~ Sodelovanje z gospodarstvom ~ Varnost na delovnem mestu

Nov uspeh IJS na razpisih ERC	3
Pomembne objave	3
Prispevki.....	5
ERC-projekt LOGOS: Light-operated logic circuits from photonic soft-matter	5
Struktura človeškega tiroglobulina – prekursorja ščitničnih hormonov.....	9
Topološke strukture v kiralnih nematskih kapljicah.....	11
Minuli dogodki	14
OE4BW Eduscope 2020	14
Regijsko spletno posvetovanje za pripravo Unescovega priporočila o etiki umetne inteligence ..	15
Sodelovanje med IJS in gospodarstvom	16
Jih poznamo	17
Friedrich Welwitsch.....	17
Varnost in zdravje na delovnem mestu	20
Nevarne snovi – rakotvorne ali mutagene snovi	20
Prišli - odšli.....	23
Kulturno dogajanje na IJS	24
Odprtje razstave Andreje Gregorič.....	24
Odprtje razstave Bojana Golčarja.....	26

Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Urednika: dr. Polona Umek in mag. Marjan Verč

Lektorica: Špela Komac

Sodelavka: Polona Strnad, univ. dipl. nov.

Foto: mag. Marjan Verč in avtorji prispevkov

Naslovnica: Slika prikazuje spontano rast struktur v obliki niti in kapljic, povezanih z nitmi. Rast teh struktur se sama od sebe sproži ob stiku smektičnega tekočega kristala in vode z dodanimi surfaktanti. Avtor slike je Karthik Peddireddy iz Max Planck Institute v Goettingenu, nastala je leta 2012.

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

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

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

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

ISSN 1581-2707

NOV USPEH IJS NA RAZPISIH ERC

Doc. dr. Matic Lozinšek z Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo Instituta "Jožef Stefan" je novi prejemnik ERC-projekta za raziskovalce na začetku samostojne raziskovalne kariere. Za projekt HiPeR-F (Challenging the Oxidation-State Limitations of the Periodic Table via High-Pressure Fluorine Chemistry) bo prejel 2,4 milijona evrov. To je prvi ERC-projekt v Sloveniji, za katerega so odobrili še dodatna sredstva za nakup pomembne raziskovalne opreme za obetaven projekt z visoko stopnjo tveganja. Projekt HiPeR-F se bo osredotočal na raziskave kemijskih reakcij s fluorom pod izredno visokim tlakom – od 10.000 barov do več kot 100.000 barov.



Z novo pridobljenim projektom se je Institut "Jožef Stefan" izenačil z Univerzo v Ljubljani s petimi ERC raziskovalnimi projekti, doc. dr. Matic Lozinšek pa se je pridružil prof. dr. Draganu Mihailoviću (2014), doc. dr. Matjažu Humarju (2019), prof. dr. Petru Križanu (2020) in prof. dr. Igorju Muševiču (2020), sodelavcem Instituta "Jožef Stefan", ki so že prejemniki ERC-projektov.

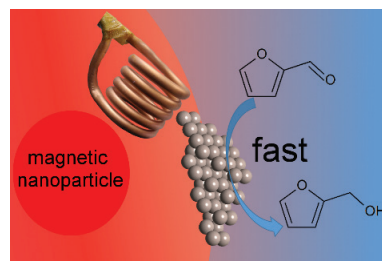
Na razpis ERC Starting Grant je prišlo 3248 prijav, za financiranje so jih izbrali 436. Doc. dr. Matic Lozinšek je projekt HiPeR-F prijavil na panel PE4 – fizikalna in analizna kemija, kjer so izmed prejetih 120 projektnih predlogov za financiranje izbrali le 16 projektov.

Polona Strnad

POMEMBNE OBJAVE

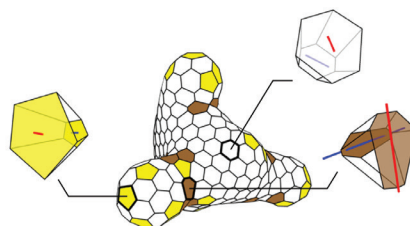
Velik izkoristek pretvorbe furfurala v furfural alkohol s katalizo v AC magnetnem polju

Sašo Gyergyek in Darko Makovec z Odseka za sintezo materialov (K9) ter Andraž Kocjan z Odseka za nanostrukturne materiale (K7) so v sodelovanju z raziskovalci z Odseka za katalizo in reakcijsko inženirstvo Kemijskega inštituta objavili članek v znanstveni reviji Green Chemistry z naslovom Hierarchical Ru-bearing alumina/magnetic iron-oxide composite for the magnetically heated hydrogenation of furfural. V članku so prikazali možnost uporabe gretja magnetnih nanodelcev v AC magnetnem polju kot izvora energije, potrebne za reakcijo. Avtorji so pokazali znatno višjo pretvorbo (95 %) furfurala v furfural alkohol, ko so uporabili »ciljano« segrevanje katalizatorja z AC magnetnim poljem, kot v primeru, ko so uporabili konvencionalno segrevanje reaktorja (63 %). Tako so kot prvi prikazali, da lahko dobro načrtovan hierarhičen kompozit simultano služi kot katalizator in izvor toplote za potek tehnološko pomembne kemijske reakcije v reaktorju z goščo.



Do razčlenjenih oblik organoidov tudi brez diferenciacije celic

Jan Rozman, Matej Krajnc in Primož Zihlerl z Odseka za teoretično fiziko (F1) so v reviji Nature Communications objavili članek Collective cell mechanics of epithelial shells with organoid-like morphologies. V članku so teoretično pokazali, da kolektivni mehanski pojavi v enoslojnih lupinah identičnih celic vodijo do nastanka kompleksnih morfologij, podobnih značilnim oblikam organoidov. Organoidi so v laboratoriju vzgojeni skupki celic z lastnostmi pravih organov in spadajo

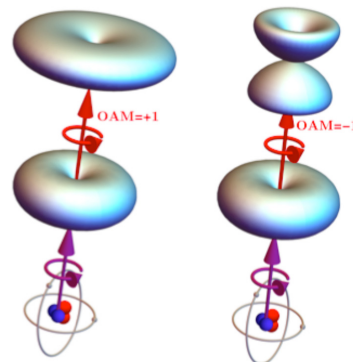


med najbolj aktivna sodobna področja biologije in biofizike. Rozman, Krajnc in Zihlerl so ugotovili, da lahko razčlenjene oblike organoidov, med katerimi so brstaste, razvejene in uvihane, dobimo že z uravnavanjem le treh vrst površinskih napetosti, in sicer

tistih na notranji in zunanji strani tkiva ter tistih na stiku med celicami; te napetosti so pri vseh celicah enake, tako da ni potrebe po diferenciaciji. Njihovi rezultati nakazujejo pot do novih metod za razvoj sintetičnih celičnih skupkov.

Fotoionizacija z zasukom

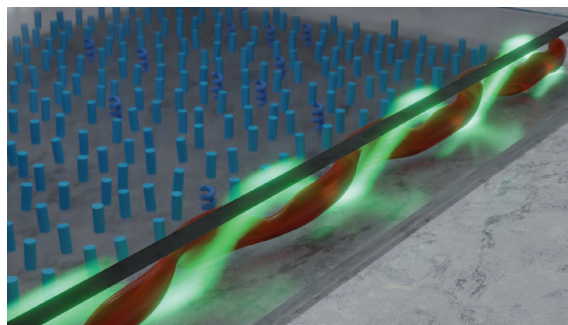
Skupina raziskovalcev iz Slovenije, Italije in Nemčije, med katerimi so tudi Andrej Mihelič, Špela Krušič in Matjaž Žitnik z Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F2), je izvedla poskus, s katerim so pokazali, da je kotna porazdelitev fotoelektronov odvisna od tirne vrtilne količine svetlobe (OAM), ki jo absorbirajo elektroni po izbitju – opazili so majhno razliko v signalu, ko se je topološki naboj žarka spremenil iz +1 v -1. Opazeni dikrozem kaže na novo vrsto elektronske spektroskopije, kjer poleg spinske vrtilne količine svetlobe določa izbirna pravila za absorpcijo tudi vrednost topološkega naboja svetlobnega žarka. Prenos OAM na ansambel kvantnih delcev je težko opazovati, ker je najbolj učinkovit v osi žarka, kjer je intenziteta svetlobe nič. Pri poskusu sta bili ključni fokusirana svetloba laserja na proste elektrone FERMI ter fazna maska, s katero so pripravili infrardeči svetlobni žarek z vrtilno količino 1. Rezultati so podani v članku Photoelectric effect with a twist v reviji Nature Photonics.



Napoved spremembe kotne porazdelitve fotoelektrona, potem ko absorbira foton iz curka infrardeče svetlobe s tirno vrtilno količino (OAM) +1 ali -1 (rdeča puščica). Helijev atom, iz katerega izvira fotoelektron, je v verteksu svetlobnega žarka. Primarno ionizacijo povzroči foton cirkularno polarizirane svetlobe VUV iz laserja na proste elektrone (vijolična puščica). Učinek, ki smo ga opazili pri poskusu, ni tako izrazit zaradi prostorske razmazanosti helijeve tarče.

Samofokusiranje svetlobe v frustriranih kiralnih nematiki

Guilhem Poy s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in Slobodan Žumer z Odseka za fiziko trdne snovi (F5) sta v sodelovanju z raziskovalcema Andrewom Hessom in Ivanom Smalyukhom z University of Colorado Boulder v reviji Physical Review Letters objavila članek Chirality-enhanced periodic self-focusing of light in birefringent soft media. Avtorji v članku pokažejo, da kiralnost močno ojača nelinearni optični odziv frustriranih kiralnih nematikov. Delo predstavlja celovito študijo, ki vključuje numerični in teoretični opis ter eksperimentalno preveritev. Za razliko od nekiralnih tekočih kristalov, kjer preorientacija molekul v močnem laserskem curku omogoča nastanek krajevnega optičnega solitona – nematikona, v frustriranem odvitem kiralnem nematiku kiralnost prinaša iz-



razito ojačenje nelinearnega odziva in posledično lažjo tvorbo optičnih solitonov. Študija tako daje osnovo za nove možnosti uporabe kiralno ojačenih nelinearnih pojavov za aplikacije.

ERC-PROJEKT LOGOS: LIGHT-OPERATED LOGIC CIRCUITS FROM PHOTONIC SOFT-MATTER

Prof. dr. Igor Muševič, Odsek za fiziko trdne snovi F5 ter Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

ERC-projekt LOGOS je zasnovan na idejah, ki so se razvijale zadnjih 15 let, cilj projekta pa je dvojen. Prvič, želimo izdelati delujoča optična mikrovezja, ki bodo izvajala logične operacije AND in NAND izključno s pomočjo svetlobe. V vezja bomo vodili optične signale, iz njih bodo izhajali optični signali, delovanje vezja pa bomo nadzorovali s svetlobo. Drugič, želimo raziskati tehnološke meje samosestavljanja optičnih vezij iz tekočih kristalov in drugih nezmesljivih tekočin. Predstavljajmo si, da imamo kapljico tekočine, ki lebdi v drugi nosilni tekočini. Z dodajanjem aktivnih snovi in z uporabo zunanje laserske svetlobe želimo sprožiti kontrolirano rast optičnih vlaken s površine kapljice v določenih smereh in tako nadzorovati rast mreže optičnih tekočih vlaken v nosilni tekočini. Ta mreža optičnih vlaken bo služila kot osnova, na katero bomo dodali mikrolaserje in druge optične mikroelemente, prav tako narejene iz tekočin. Mogoče se to bere kot znanstvena fantastika, ampak del teh pojavov smo v nekontrolirani obliki dejansko že opazili v eksperimentih.

Optična logična vezja, ki bodo izvajala logične operacije na svetlobnih signalih, bodo izdelana na podlagi enega ali več 3D-mikrolaserjev, ki bodo v tej vlogi delovali kot optična stikala. Izkoristili bomo prednosti krogelne oblike 3D-mikrolaserja, ki deluje neodvisno od smeri osvetljevanja z enim ali več laserskimi žarki iz različnih smeri. Zamislili smo si tudi način, kako bomo s pravilno časovno usklajenimi laserskimi impulzi uravnavali prehod svetlobnega signala skozi 3D-mikrorezonator. Tako bomo dosegli, da bo posamezni 3D-mikrolaser deloval kot svetlobno kontrolirano stikalo za optične signale, kar je v resnici optični tranzistor. S kombinacijo dveh ali treh 3D-mikrolaserjev lahko dosežemo funkcijo AND in NAND logičnih vezij, ki so osnova za vse nadaljnje logične operacije na svetlobnih signalih. Ta logična vezja bodo izdelana v plastični nosilni matriki velikosti $100 \times 100 \times 100 \mu\text{m}^3$, s pomočjo 3D-nanotiska v resoluciji 200 nm. Izdelano logično vezje bomo preskusili pod mikroskopom. Predstavljamo si množico laserskih žarkov, ki jih pošiljamo skozi mikroskop in jih v goriščni ravnini pozicioniramo na posamezne mikrolaserje. Del teh žarkov bo nosil vhodne logične informacije, drugi del bo služil za vzbujanje fluorescence v logičnih vezjih, izhodni

signal pa bomo odčitali z zaznavanjem fluorescenčne svetlobe na izhodu logičnega vezja.

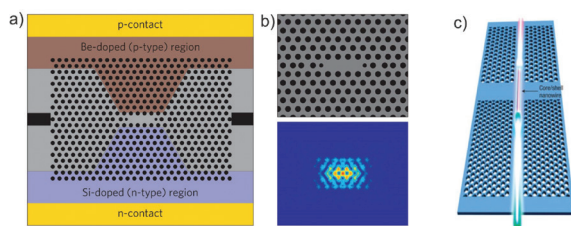
Če je prvi del projekta LOGOS usmerjen v izdelavo logičnih vezij z že preiščeno zasnovno, je drugi del projekta dosti bolj odprt, usmerjen v neznano in s tem visoko tvegan. Če so logična vezja iz prvega dela projekta narejena na osnovi nosilne plastične konstrukcije in ustreznih tekočokristalnih mikrolaserjev, je cilj drugega dela projekta razvoj tehnologije samosestavljanja optičnih vezij iz različnih nezmesljivih tekočin. Predstavljajmo si futuristično tridimenzionalno fotonsko vezje, ki ga sestavljajo mikrovlakna, ki zrastejo iz kapljice tekočega kristala. Ta vlakna so s pomočjo drugega tekočega kristala zavozlana v tesen stik z mikrolaserji in optičnimi elementi, ki so prav tako narejeni iz tekočin. Skupaj tvorijo prepleteno fotonsko strukturo iz nezmesljivih tekočin in surfaktantov, kar vse spominja na strukture živih bitij.

Prve zamisli, ki so se razvile v projekt LOGOS, segajo v obdobje okoli leta 2000, ko se je začela razvijati nova smer, poimenovana fotonika (»photonics«). Razvoj sovпада z začetkom uporabe optičnih vlaken za spletne komunikacije, po katerih pošiljamo svetlobne impulze in s tem prenašamo informacije na medcelinskih razdaljah. Ko svetlobni impulzi dosežejo spletne strežnike, jih pretvorimo v električne signale, obdelamo, jih preusmerimo, zopet pretvorimo v optične signale in odpošljemo naprej po optičnih vlaknih. V sodobnih podatkovnih centrih ti postopki potekajo pri hitrostih 100 GB na sekundo, kar povzroča izjemno veliko porabo električne energije. Povprečni podatkovni center potrebuje tipično 30 MW električne moči samo zaradi toplotnih izgub pri visokofrekvenčnem delovanju elektronskih delov in električnih povezav. Poraba elektrike je velika težava ne samo pri podatkovnih centrih, temveč tudi pri procesorjih v računalnikih, kjer se je razvoj zaradi tega upočasnil.

Že v 90. letih so se pojavile prve ideje, kako uravnavati svetlobne impulze s svetlobnimi impulzi in s tem v računalnikih v celoti nadomestiti elektriko s svetlobo. Znanstveniki predvidevajo, da je mogoče z uporabo svetlobe zmanjšati porabo energije, kar bi omogočilo manjšo porabo energije za delo podatkovnih centrov in računalnikov. Prav tako je

mogoče z uporabo svetlobe narediti optična vezja hitrejša v primerjavi z električnimi vezji. To prav dobro vidimo pri svetovnem spletu, kjer se je hitrost pretoka informacij po svetlobnih vodnikih povečala za milijonkrat, ko so električne vodnike nadomestili z optičnimi vlakni. Ta nova raziskovalna smer se je spontano poimenovala »photonics«, po analogiji z »electronics«. Če v elektroniki uravnavamo tok elektronov z elektroni, potem v fotoniki v ožjem pomenu uravnavamo tok svetlobe s svetlobo.

Začetne ideje s področja fotonike so v 80. letih izvirale iz Bellovih laboratorijev v New Jerseyju v ZDA in so se bliskovito razširile po svetu. Pri spremljanju teh novonastajajočih idej sta imela zame posebno vlogo dva članka, na videz komajda povezana po



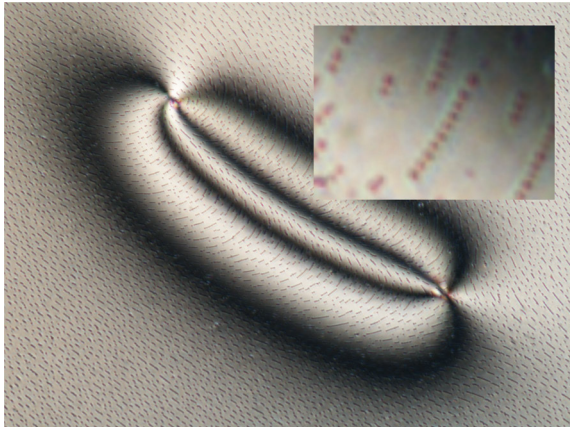
Slika 1: Tipična ftonska struktura, ki deluje na Yablonovičevi ideji, je tenka rezina prozornega dielektrika, ki ima mrežo izvrtin v razmiku reda valovne dolžine svetlobe. (a) Shema električno vzbujanega mikrolaserja, narejenega iz dopiranega polprevodnika. Področje p-dopiranja je označeno z rdečo, področje n-dopiranja pa z modro barvo. Rezonančna votlina mikrolaserja je osrednji polni del, obkrožen z izvrtinami, ki delujejo kot ftonska, Braggova zrcala za svetlobo, s čimer jo konfinirajo v osrednjem delu. (b) Struktura (zgoraj) in električno polje elektromagnetnega valovanja (spodaj), ki je konfinirano v ftonski votlini, obkroženi z Braggovimi zrcali. Ponatisnjeno z dovoljenjem Macmillan Publishers Ltd: Ellis, B., Mayer, M. A., Shambat, G., Sarmiento, T., Harris, J., Haller, E. E. and Vučković, J. *Ultralow-threshold electrically pumped quantum-dot photonic-crystal nanocavity laser*. *Nature Photonics*. 2011; 5: 297–300. Copyright (2011). (c) Primer valovnega vodnika iz tanke rezine prozornega dielektrika, v katerem je izdelana pravilna mreža izvrtin, ki tvorijo štiri ftonske kristale, ki delujejo kot zrcala in s tem vodijo svetlobo po polni progji v sredini vezja. Ponatisnjeno z dovoljenjem Macmillan Publishers Ltd: Park, Hong-Gyu, Barrelet, C. J., Wu, Y., Tian, B., Qian, Fang and Lieber, C. M. *A wavelength-selective photonic-crystal waveguide coupled to a nanowire light source*. *Nature Photonics*. 2008; 2: 622–626. Copyright (2008).

vsebinah, ki sem ju dolga leta imel na svoji pisalni mizi. Prvi je bil članek Elija Yablonoviča v reviji *Physical Review Letters* iz leta 1987 z naslovom *Inhibited Spontaneous Emission in Solid-State Physics and Electronics*. Drugi članek so leta 1997 objavili Poulin, Stark, Lubensky in Weitz v reviji *Science* z naslovom *Novel Colloidal Interactions in Anisotropic Fluids*. Eli Yablonovich v svojem članku potegne vzporednico med elektronskimi stanji v kristalih in spektrom elektromagnetnega valovanja v umetnih kristalih, narejenih iz periodične dielektrične snovi, ki jih poimenuje ftonski kristali, »photonic crystals«. Eli Yablonovich pokaže na podobnost med prepovedanimi pasovi za elektrone v kristalih, narejenih iz atomov, in prepovedanimi pasovi za ftonska stanja v umetnih (ftonskih) kristalih, ki so narejeni iz dielektrične snovi. Analogija ima zanimive posledice: če na ftonska kristala posvetimo s svetlobo, ki ima frekvenco ravno v področju prepovedanega pasu, bo tak kristal odbil vso svetlobo. Kristal torej deluje kot »ftonska zrcala«, s čimer omogoča uravnavanje smeri širjenja svetlobe. Ideja Elija Yablonoviča je izjemno preprosta in je imela dolgoročen vpliv na razvoj fotonike, kar kaže tudi več kot 18.000 citatov njegovega PRL-članka iz leta 1987. Ftonski kristali so postali »mainstream« področja fizike, kemije in znanosti o materialih, saj omogočajo usmerjanje in zamejevanje, konfiniranje svetlobe ter s tem izdelavo kompleksnih ftonskih vezij. Nekaj primerov preprostih vezij na osnovi ftonskih kristalov je prikazanih na sliki 1.

Če je Eli Yablonovich v svojem PRL-članku leta 1987 pokazal načelo vodenja in generiranja toka svetlobe v mikrofonskih vezjih, so Poulin in drugi v članku v reviji *Science* leta 1997 pokazali, kako je mogoče ftonske strukture sestaviti oziroma zgraditi v tekočinah ali v tekoče kristalnih disperzijah. Tekoče kristalne disperzije so mešanice tekočih kristalov in neke druge tekočine, ki se s tekočim kristalom ne meša, na primer voda ali glicerol. Poulin in kolegi so opazili drobne, mikrometrске kroglice vode, razpršene v tekočem kristalu, ki so se spontano združevale v verige, med njimi pa so se v tekočem kristalu pojavili topološki defekti.

Primer mešanice tekočega kristala in glicerina je prikazan na sliki 2. Ker se glicerol ne meša s tekočim kristalom, se izloči v obliki drobnih kroglic premera nekaj mikrometrov, ki se med seboj povezujejo v verige, te pa sledijo smeri urejenosti tekočega kristala. Seveda se kar sama od sebe ponuja ideja, da bi se tekoči kristal uporabilo kot svojevrstno vezivo. Če tekoči kristal lahko med seboj elastično povezuje

kapljice glicerina ali vode, potem lahko povezuje tudi poljubne, mikroskopsko majhne objekte, ki jih vstavimo v tekoči kristal. Prva misel je bila sestaviti fotonski kristal iz mikrometrskih steklenih kroglic, ki bi jih vključili v tekoči kristal. Toda kako to narediti, kako kontrolirano dodajati mikrokroglice v tekoči kristal, kako jih voditi po tekočem kristalu, kako jih opazovati?

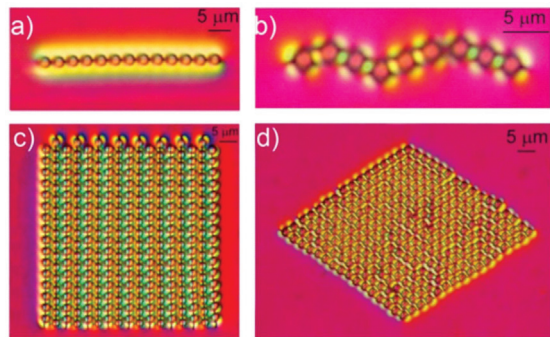


Slika 2: Kapljice glicerina se v tekočem kristalu spontano združujejo v verige, ki sledijo smeri urejenosti tekočega kristala. Povečana slika kapljic glicerina je prikazana v vstavljeni sliki desno zgoraj. Slike je posnel V. S. R. Jampani na IJS na optičnem mikroskopu z vzorcem med prekržanima polarizatorjema.

Na srečo so se v tistih letih pojavile prve optične pincete, s katerimi je mogoče pod mikroskopom in brez mehanskega dotika premikati mikrodolce. Prvo premikanje steklenih mikrokroglic v tekočem kristalu nam je dejansko uspelo z uporabo laserske pincete leta 2004, pozneje smo postopoma odkrivali fantastične zmožnosti uporabe laserske pincete v koloidnih sistemih na osnovi tekočih kristalov. Našli smo nekaj izjemno učinkovitih mehanizmov, ki so omogočali manipuliranje praktično poljubnega delca v tekočem kristalu. Nekaj primerov 1D in 2D koloidnih kristalov, sestavljenih iz steklenih mikrokroglic v tekočem kristalu, je prikazanih na sliki 3.

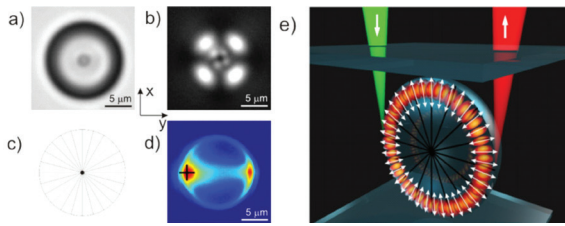
V letih od 2004 do 2014 smo raziskali praktično vse mehanizme vezave nematskih koloidnih sistemov, pri čemer smo odkrili izjemno bogato področje eksperimentalne topologije. Raziskave topoloških defektov v tekočih kristalih z vključenimi mikroobjekti so se izkazale kot neizčrpen vir izjemno zanimivih pojavov, ki dejansko potrjujejo nekatere osnovne matematične teoreme vektorskih polj, po drugi strani pa topološki defekti omogočajo gradnjo 3D fotonskih struktur praktično poljubne

kompleksnosti. Tekoči kristali s svojo elastičnostjo in topološkimi defekti torej lahko trdno povežejo med seboj mikrodolce, kot so mikroskopska optična vlakna, mikrolaserji ipd., vendar se postavi vprašanje, ali sploh lahko naredimo optična vlakna in mikrolaserje iz tekočih kristalov. Kakšni mikrolaserji naj bi to bili? Prav gotovo ne mikrolaserji, ki jih poganja elektrika, saj po tekočih kristalih, ki so odlični električni izolatorji, pač ne more teči elektrika.



Slika 3: Fotonski kristali iz steklenih kroglic, ki jih sestavimo v tekočem kristalu s pomočjo optične pincete. (a) 1D ravna in (b) cik-cak veriga iz steklenih kroglic v tekočem kristalu. (c), (d) dve različni vrsti 2D fotonskih kristalov, sestavljenih iz več kot 100 steklenih kroglic v tekočem kristalu. Vsaka kroglica je vezana v kristal z energijo reda $1000 k_B T$. Slike je posnel Miha Škarabot.

V literaturi sem zasledil članke o barvilnih mikrolaserjih na osnovi tekočin, ki so izpeljani iz zelo popularnih barvilnih laserjev iz 70. let. Prvi barvilni mikrolaserji so se imenovali Whispering Gallery Mode (WGM) mikrolaserji in so jih tvorile kapljice tekočine z visokim lomnim količnikom, ki so lebdele v zraku ali kakšni drugi tekočini, ki je imela nižji lomni količnik. Obenem so v kapljici raztopili fluorescenčne molekule, ki so imele funkcijo generiranja svetlobe v notranjosti takšne kapljice. Ko na takšno kapljico posvetimo s svetlobo, ta vzbudi fluorescenčne molekule, ki potem fluorescirajo in oddajajo svetlobo v notranjost kapljice. Del te svetlobe, ki gre proti površini kapljice (iz njene notranjosti), se na notranji površini odbije zaradi totalnega odboja in nadaljuje pot po notranjosti kapljice s serijo zaporednih odbojev. Če se svetloba po enem obhodu povrne v izhodiščno točko z isto fazo, imamo optično rezonanco v mikrokapljici. Takšna kapljica s fluorescenčnim barvilom lahko deluje kot mikrolaser, saj fluorescenčno barvilo deluje kot optično ojačevalno sredstvo, kapljica pa kot optični mikrozonator. Takšna kapljica bo oddajala družino laserskih črt, ki tvorijo WGM-spekter.

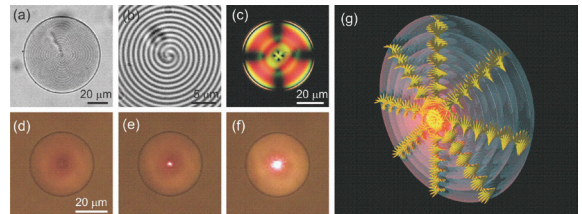


Slika 4: WGM-rezonance v mikrokapljici nematskega tekočega kristala. (a) Mikrokapljica nematskega tekočega kristala v nosilni polimerni matriki. (b) Ista kapljica med prekržanimi polarizatorjema. (c) Urejenost molekul tekočega kristala znotraj kapljice prikazemo z »direktorjem«. To so črte v smeri orientacije molekul. V središču kapljice je topološki defekt, imenovan »radialni jež« ali »radial hedgehog«. (d) Intenziteta svetlobe, ki jo oddaja kapljica pri osvetlitvi z Ar^+ laserjem na mestu, kjer je črni križec. Opazna je znatna intenziteta izhajajoče svetlobe na diametralni strani, kar pomeni, da svetloba kroži po notranjosti kapljice. (e) Shematski prikaz delovanja WGM barvilnega mikrolaserja na osnovi tekočih kristalov. Zeleni snop je žarek, ki od zunaj vzbudi fluorescenco v kapljici. Rdeči pas označuje področje WGM-svetlobe, ki izhaja proti objektivu mikroskopa, kar je prikazano z rdečim snopom. Slike je posnel Matjaž Humar.

Seveda se je takoj porodila misel o WGM v mikrokapljicah iz tekočega kristala, kar je ilustrirano na sliki 4. Leta 2009 smo v Nature Photonics objavili prvi članek o WGM-mikrolaserju, ki je bila kapljica nematskega tekočega kristala v vodi oziroma nosilni polimerni matriki z nizkim lomnim količnikom. Posebnost tega mikrolaserja je bila nastavljenost valovne dolžine izsevane svetlobe s pomočjo zunanje električnega polja. Takšno polje namreč močno vpliva na notranjo strukturo kapljice in s tem spremeni rezonančne pogoje. Dobimo električno nastavljeni mikrolaser, ki ga je mogoče uravnavati stokrat bolj učinkovito kot mikrolaserje iz trdne snovi.

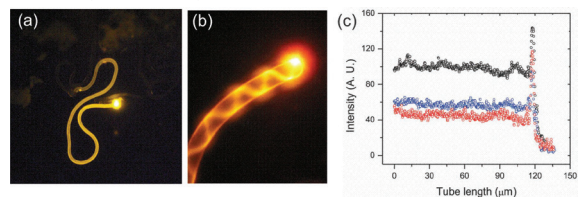
Po uspešni demonstraciji mikrolaserja na osnovi nematskih tekočih kristalov smo takoj naslednje leto 2010 izdelali prav poseben mikrolaser na osnovi holesteričnih tekočih kristalov, ki je osnova projekta LOGOS. Holesterični mikrolaser je narejen iz kapljice kiralnega tekočega kristala, ki ima dolžino vijačnice izbrano tako, da se področje refleksije pokriva s področjem emisije fluorescenčne svetlobe barvila, ki ga dodamo v tekoči kristal. Vijačna struktura holesteričnega tekočega kristala se v kapljici uredi tako, da tvori »čebulno« (»onion Bragg«) strukturo, ki je lepo vidna na slikah 5 (a, b). Vijačnica izvira iz centra kapljice in se zavija radialno navzven, tako da

dobimo čebulaste plasti visokega in nizkega lomnega količnika, kot prikazuje slika 5 (g). To pomeni, da je center kapljice obdan s pasom krogelnega fonskega zrcala, ki odbija proti notranjosti vso svetlobo, ki se iz centra širi radialno navzven. Če tako kapljico osvetlimo s pulzno svetlobo, ki vzbudi fluorescenčne molekule, bo prišlo do stimulirane emisije in laserskega sevanja svetlobe v radialni smeri. Takšna kapljica bo torej lasersko sevala v vse mogoče smeri, kot kažejo slike 5 (d-f). Dobimo »omnidirectional laser« ali 3D mikrolaser, ki seva v vse smeri v prostoru. Predstavili smo ga leta 2010 v članku v reviji Optics Express.



Slika 5: 3D mikrolaser na osnovi holesteričnega tekočega kristala. (a, b) Tipična holesterična kapljica ima plastovito optično strukturo, ki spominja na plasti čebule. V smeri radialno navzven se lomni količnik periodično viša in niža zaradi vijačne strukture tekočega kristala. (c) Kapljica med prekržanimi polarizatorjema. (d-f) Pri vse močnejšem vzbujanju z zunanjo pulzno svetlobo se pojavi v centru kapljice močna laserska svetloba, laser začne sevati v vse smeri v prostoru. (g) Shematski prikaz notranje strukture 3D-mikrolaserja. Slike je posnel in izdelal M. Humar.

Nadaljevanje raziskav disperzij tekočih kristalov v različnih tekočinah je v letu 2012 vodilo do odkritja rasti optičnih mikrovlaknen iz smektičnih tekočih kristalov, prikazanih na sliki 6. Smektični tekoči kristali imajo plastovito strukturo, a so še vedno tekoči in lahko spontano rastejo ob stiku z vodo in dodanimi detergenti. Dobimo spontano tvorbo izjemno kakovostnih optičnih vlaken, katerih debelina je enakomerna znotraj dolžine ene same molekule. Po takih tekočih vlaknih se svetloba širi z zelo majhnimi izgubami.



Slika 6. (a, b) Vlakna, ki spontano zrastejo iz smektičnega tekočega kristala, so odlični svetlobni vodniki. Po njih se svetloba širi z zelo majhnimi izgubami, kar kaže graf na sliki (c). Slike je posnel K. Peddireddy.

Predstavil sem zgolj manjši del več kot 15-letnih raziskav na področju fotonjskih mikrostruktur, ki so narejene izključno iz tekočin in tekočih kristalov. Izkazalo se je, da gre za izjemno bogato novo področje, ki odpira možnosti tehnologije samosestavljanja fotonjskih struktur. Na voljo so mehanizmi vezave mikroelementov v fotonjske kristale ali kakšne druge strukture, kar je osnova za mehansko vezavo optičnih mikrovezij. Prav tako je mogoče realizirati tekoče mikrolaserje in mikrovlakna, ki delujejo izključno na

svetlobo. To nam ponuja neslutene možnosti izdelave optičnih mikrovezij na osnovi kompleksnih tekočin.

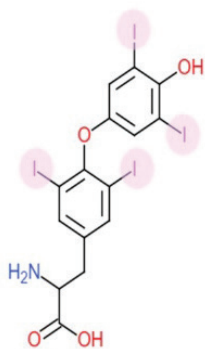
Na koncu naj omenim, da so bile ideje projekta LOGOS zelo dobro sprejete pri vseh desetih ERC-recententih, ki so projekt ocenjevali. Poudarili so, da je projekt visoko tvegan, vendar je nabor doseženega impresiven in odpira vrata v povsem novo smer tehnologije prihodnosti. Ali bo ta smer uspešna ali ne, bomo vedeli leta 2026, ko se bo projekt zaključil.

STRUKTURA ČLOVEŠKEGA TIROGLOBULINA – PREKURZORJA ŠČITNIČNIH HORMONOV

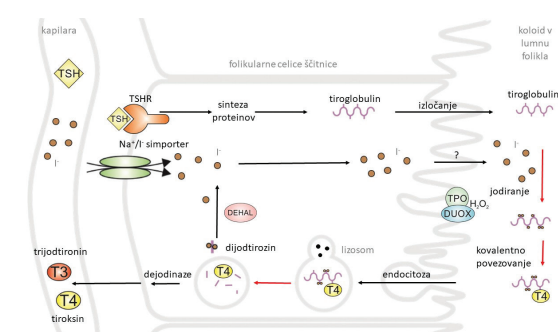
dr. Ajda Taler - Verčič in dr. Dušan Turk, B1

Raziskovalci z Odseka za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo, Skupine za strukturno biologijo smo v sodelovanju s sodelavci iz Velike Britanije in Nemčije določili strukturo človeškega tiroglobulina ter pokazali, kako nastanejo ščitnični hormoni. Na velik pomen tega dela je opozoril prispevek Nancy Carrasco »Molecular architecture of thyroglobulin revealed« v kategoriji News & views, ki vsebino našega članka na poljuden način približa bralcem.

Protein tiroglobulin je prekurzor ščitničnih hormonov, tetrajodtironina (T4) (slika 1) in trijodtironina (T3). Ti hormoni so pomembni za rast in razvoj organizma. Pri vretenčarjih uravnavajo metabolizem in vrsto drugih ključnih procesov. Približno 5 % svetovne populacije ima težave s pravilnim delovanjem ščitnice, ta bodisi deluje preveč (hipertiroidizem) ali premalo (hipotiroidizem). Posledice se kažejo kot spremenjeno bitje srca, nihanje telesne teže v eno ali drugo smer, motena možganska funkcija, nepravilen razvoj ploda. Sinteza T3 in T4 hormonov poteka v žlezi ščitnici, ki je na sprednjem delu vratu. Hormoni nastanejo kot posledica jodiranja in nato kovalentnega povezovanja dveh jodiranih aminokislin tirozinov v polipeptidni verigi tiroglobulina. Tej sintezi sledi razgradnja tiroglobulina, ki sprosti nastale T4 oz. T3 hormone.



Slika 1: Tiroksin oz. hormon tetrajodtironin ali krajše hormon T4.



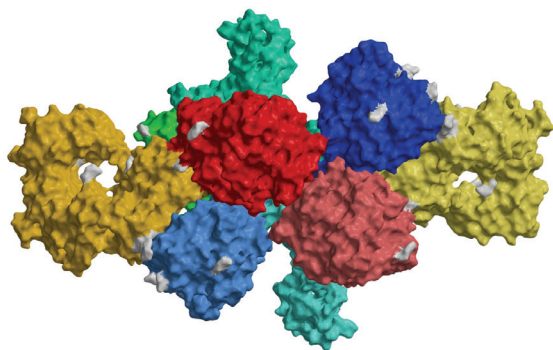
Slika 2: Shematska predstavitev jodovega kroga v ščitnici.

Hipofiza proizvaja hormon tirotropin (TSH), ki stimulira delovanje ščitnice in s tem nastajanje hormonov T4 in T3. Sistem se regulira prek negativne povratne zanke, kar pomeni, da zmanjšana količina T4 in T3 vpliva na povišano količino TSH, povišana količina T4 in T3 pa vpliva na znižano količino TSH. Jodid (I⁻) se v telesu akumulira v ščitnici, tako v citoplazmi folikularnih celic ščitnice kakor tudi v koloidu v lumnu foliklov (slika 2). Jodid iz krvi v celice prehaja z aktivnim transportom prek Na⁺/I⁻ simporterja, ki je le v bazolateralni membrani teh celic in v času dojenja tudi v membrani celic mlečnih žlez. V lumen folikla jodid prehaja z aktivnim transportom, vendar identifikacija teh transporterjev še poteka. Folikularne celice v velikih količinah izločajo tiroglobulin v lumen folikla, kjer je tiroglobulin shranjen v visokih koncentracijah. V apikalni membrani folikularnih celic sta še dva encima, dualoksidaza (DUOX) in tiroid peroksidaza (TPO), ki sodelujeta pri jodiranju tirozinov tiroglobulina. DUOX proizvaja vodikov peroksid, ki ga TPO potrebuje za jodiranje tirozinov in sintezo ščitničnih hormonov, ki so takrat še vedno del polipeptidne verige tiroglobulina. Nato

tiroglobulin z endocitozo vstopi nazaj v celice, kjer v lizosomu pride do razgradnje polipeptidne verige in sprostitve hormonov. Z jodiranih tirozinov, iz katerih niso nastali hormoni, pa tirozin dejodinaza (DEHAL) v citoplazmi odstrani jod in ga vrne v jodov cikel. Tiroid dehalogenaza – jodtirozin dejodinaza nato odstrani jod iz tistih tirozinov, ki niso bili vpleteni v nastanek hormonov, tako da ta vstopi v ponoven cikel jodiranja in nastanka novih hormonov.

Kljub dolgoletnim raziskavam, dobremu razumevanju molekularnih mehanizmov, povezanih s ščitničnimi hormoni, je osnovno vprašanje, zakaj je evolucija izbrala za sintezo T3 hormonov protein z eno najdaljših verig med globularnimi proteini, ostalo neznanka. Ključni del – struktura tiroglobulina in pojasnitev nastanka hormonov sta do danes ostala neznanka. Določitev strukture je omogočil predvsem razvoj na področju krio-elektronske mikroskopije v zadnjih letih, saj so bili vsi poskusi določitve le-te z uporabo kristalizacije in makromolekularne rentgenske difrakcije neuspešni.

Nejodiran rekombinantni človeški tiroglobulin (rTG) smo pripravili v HEK293T celicah. Krio-elektronska mikroskopija (krio-EM) in SDS PAGE sta pokazali, da med rTG in tiroglobulinom, izoliranim iz ščitnice bolnikov z golšo (eTG), ni opaznih razlik. Molekule tiroglobulina so dimeri rogljičkaste oblike povprečnih dimenzij 120 x 235 Å. Posneti krio-EM podatki rTG in eTG so zadoščali, da smo s kombinacijo *de novo* modeliranja in modeliranja na podlagi homolognih struktur dobili atomarni model molekule, ki zajema 93 % od 2749 aminokislin (monomerna enota).



Slika 3: Dimerna molekula tiroglobulina z obarvanimi regijami. 3D-strukturo smo razdelili na pet osnovnih regij (slika 3): N-terminalna domena (NTD; modra), jedro (core; svetlo modro), povezovalna regija (flap; rumena), roka (arm; rumena) in holin esterazi podobna domena (ChEL; rdeča). Površina prve molekule je obarvana z jasnimi barvami, druge pa s pastelnimi.

3D struktura je razkrila, da vsaka monomerna enota vsebuje ~60 disulfidnih mostičkov in 17 glikoziliranih preostankov, kar vse znatno prispeva k stabilnosti in topnosti proteina.

Struktura tiroglobulina (slika 3) ima izredno veliko površino na področju kontaktov med monomera (29350 Å²). Pravilno interpretacijo zaporedja manjših domen, ki so si med seboj zelo podobne, smo potrdili tudi z uporabo prečnih povezovalcev (cross-linkers) in identifikacijo povezanih peptidov z masno spektrometrijo. 23 domen tiroglobulina smo poimenovali po abecedi od N- do C-terminala s črkami A–V. Med njimi je več domen bogatih s cisteini. Te domene so že od prej poimenovali kot ponovitve tiroglobulinskega tipa 1, 2 in 3. Med seboj so povezane s povezovalnimi domenami, ki vključujejo imunoglobulinske domene, na C-koncu pa se veriga zaključuje z domeno, podobno holin esterazi (ChEL).

Monomer vsebuje 66 tirozinov, od katerih jih je ~30 jodiranih. Le 8 pa jih sodeluje pri nastanku ščitničnih hormonov. Mesta, na katerih nastanejo hormoni, imenujemo hormonogena mesta. V procesu sodelujeta dva jodirana tirozina. Eden deluje kot donor in svojo stransko skupino – jodiran aromatski obroč z OH skupino donira drugemu, prav tako jodiranemu tirozinu. Na mestu donorja v polipeptidni verigi ostane dehidroalanin, na akceptorskem mestu pa nastane hormon (T4 ali T3). Hormonogena mesta so poimenovana s črkami A–D. Akceptorski tirozini na hormonogenih mestih so bili znani že prej, saj njihova identifikacija z masno spektrometrijo ni težka, medtem ko je bilo donorske tirozine zaradi nastanka nestabilnega dehidroalanina na njihovem mestu težko identificirati. 3D-struktura nam je omogočila, da smo identificirali tudi vse donorske tirozine s pregledom strukture v določenem radiju od akceptorskih mest. Donorji na mestih A, B in D so znotraj elementov sekundarne strukture, medtem ko so akceptorji v bolj fleksibilnih regijah. Mesto C v strukturi ni razločeno. Na mestu A je akceptor Y24, donorja pa sta lahko Y234 ali Y149; na mestu B je akceptor Y2573, donor je Y2540; na mestu C je Y2766, ki skupaj z enakoležnim tirozinom iz sosednjega monomera tvori akceptorsko donorski par; na mestu D je Y1310 akceptor, Y108 pa donor, tudi na tem mestu sta to tirozina iz dveh polipeptidnih verig. Celokupno so sicer v strukturi res le 4 različna hormonogena mesta, vendar se mesta A, B in D pojavijo 2x, tako iz ene dimerne molekule tiroglobulina nastane 7 molekul hormona. Vse poznane in iz strukture identificirane preostanke smo validirali s točkovnimi mutacijami (zamenjava tirozina v fe-

nilalanin). Tako smo pokazali, da zamenjava vseh 4 akceptorjev vodi v izgubo hormonogenih mest, medtem ko je potrebna zamenjava vseh 5 donorjev (obeh na mestu A), da se prepreči nastanek hormonov. Nastanek hormonov smo validirali s prilagojenim komercialnim ELISA testom za identifikacijo T4 in T3 hormonov v plazmi. Hkrati smo pri uporabljenih pogojih pokazali, da pri *in vitro* sintezi hormonov nastaja le T4, T3 pa ne. Količina nastalih hormonov je enaka, kadar uporabljamo rTG kakor tudi vsoti rezultatov pri uporabi rTG z aktivnim po enim hormonogenim mestom hkrati.

Čeprav reakcijski mehanizem nastanka hormonov še ni popolnoma pojasnjen, smo lahko zaključili: da morajo biti hormonogeni tirozini v strukturi na mestih, izpostavljenih topilu; da morata biti donor in akceptor prostorsko dovolj blizu in hkrati v približno antiparalelni orientaciji; da mora biti regija, kjer pride do nastanka hormona, precej mobilna oz. fleksibilna.

Naše zaključke glede prostorskih zahtev hormonogenih mest smo preverili z vpeljavo strukturno podobnega mesta v bakterijski maltoze binding protein (MBP), ki ni nikakor povezan z nastankom T4 ali T3 hormona. Z vpeljavo nekaj dodatnih aminokislin na C-terminalu smo dobili hormonogeno

mesto, na katerem T4 nastaja enako učinkovito kakor na posameznem hormonogenem mestu v tiroglobulinu. S tem smo pokazali, da tiroglobulin kot tak ni nujen za sintezo. Njegovo vlogo bi lahko privzel skoraj katerikoli drug protein.

Tiroglobulin opravlja dve funkciji, je prekurzor hormonov, hkrati pa pomeni zalogo joda v ščitnici, saj številni jodirani tirozini, ki niso vpleteni v hormonogenezo, predstavljajo vir joda za sintezo novih hormonov. Kompleksnost tiroglobulinske strukture verjetno znatno prispeva k regulirani endocitozi, do neke mere regulirani proteolizi in transportu do lizosomov ter razmerju med nastalima T4 in T3 hormona. Razkrita atomarna struktura tiroglobulina je podlaga za nadaljnje študije, ki bodo pripomogle k boljšemu razumevanju delovanja ščitnice, cikla joda v telesu in vpletenosti tiroglobulina v bolezni.

Delo je podprla tudi ARRS s financiranjem raziskovalnega projekta J1-7479 in raziskovalnih programov P1-0048 in IO-0048.

Članek: Coscia, F., Taler - Verčič, A., Chang, V. T., Sinn, L., O'Reilly, F. J., Izore, T., Renko, M., Berger, I., Rappsilber, J., Turk, D. and Löwe, J. (2020): The structure of human thyroglobulin. *Nature*. Vol 578. Issue 7796, 627–630.

TOPOLOŠKE STRUKTURE V KIRALNIH NEMATSKIH KAPLJICAH

Gregor Posnjak, Fakultät für Physik, Ludwig-Maximilian-Universität, München, Nemčija

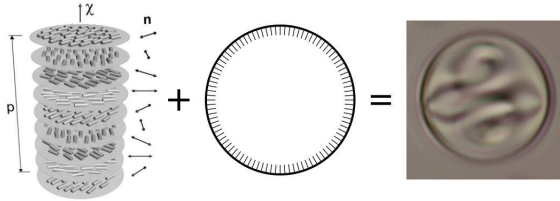
Kaj se zgodi, če vijačno strukturo kiralnih nematskih tekočih kristalov ogradimo v radialne robne pogoje? Odgovor na to vprašanje je presenetljiva kopica raznolikih struktur, ki je zahtevala razvoj nove eksperimentalne metode, da smo jih lahko razvozlati [1].

Tekoči kristali so samoumeven del našega vsakdanjega življenja, saj jih srečamo, kadarkoli se zazremo v tekočokristalni zaslon. Ob tem se pogosto pojavljajo tudi v naravi v obliki raznolikih samoorganiziranih molekul, kot so hitin, celuloza, kolagen in celo DNK. V tekočih kristalih lahko relativno enostavno opazujemo vrsto pojavov, ki imajo ne le aplikativen, temveč tudi temeljni znanstveni pomen. Takšen primer so kiralna vektorska polja, ki so univerzalen pojav z raznolikih področij fizike, kot so na primer magnetizem, elektromagnetno polje, magnetohidrodinamika in seveda tekoči kristali.

Tekoči kristali so snovi, v katerih se molekule zaradi svoje podolgovate ali ploščate oblike usmerijo v približno isto smer. Povprečno orientacijo molekul tekočega kristala v vsaki točki opisuje linijski vektor direktor. Zaradi urejenosti molekul se tekoči kristali obnašajo kot elastična snov, ki se želi izogniti hitrim spremembam orientacije direktorja. To pa ni vedno mogoče, saj lahko že robni pogoji povzročijo, da se ureditev v določenih točkah zlomi. V kapljicah tekočega kristala, v katerih so molekule na robu kapljice poravnane pravokotno na površino, se ureditev zaradi minimizacije elastičnih deformacij z roba kapljice propagira proti njeni sredini, kjer pa se zaradi velikih elastičnih deformacij zlomi. Takšni točki pravimo topološki defekt, saj gre za posledico topologije sistema.

Situacija postane še bolj zanimiva, če v kapljico s pravokotno poravnavo molekul na površini zapremo kiralni nematski kristali, v katerem direktor v rav-

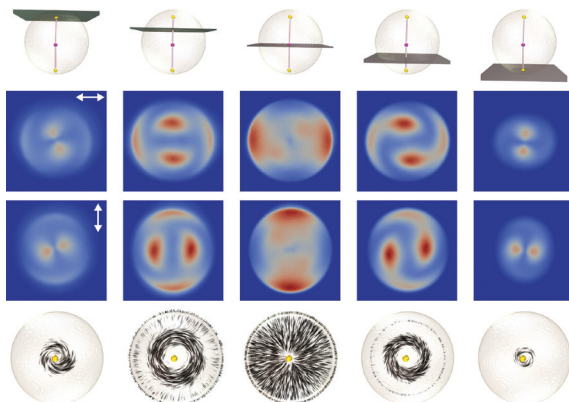
novesnem stanju spontano tvori helično strukturo (sl. 1). V tem primeru robni pogoji niso združljivi z ravnovesnim stanjem direktorja, kar vodi do topološke frustracije in posledično velike raznolikosti zapletenih metastabilnih struktur.



Slika 1: Vijačna struktura direktorskega polja v kiralnem nematiku ni združljiva z radialnimi robnimi pogoji, ki jih vsiljuje kapljica s pravokotno orientacijo molekul na površini. Ta topološka frustracija vodi do raznolikih zapletenih direktorskih struktur.

Metoda

Da bi lahko natančno opazovali in razvozlati zapletene direktorske strukture, ki so prisotne v kapljicah, je bilo najprej treba razviti novo eksperimentalno metodo [2]. Najnaprednejša metoda za vizualizacijo direktorskih polj, ki je bila na voljo ob začetku študije, se imenuje fluorescentna polarizirana konfokalna mikroskopija. Ta metoda s pomočjo polarizirane ekscitacije in detekcije ter konfokalnega skeniranja razkriva trodimenzionalno porazdelitev intenzitete fluorescence, ki je v vsaki točki vzorca odvisna od orientacije direktorja (sl. 2). Na tej stopnji je metoda ponujala zgolj porazdelitve intenzitete, iz katerih je možno sklepati o direktorski strukturi ali pa jo primerjati s teoretičnimi modeli. V primeru kiralnih nematskih kapljic se je izkazalo, da zaradi kompleksnosti in raznolikosti struktur takšna preprosta

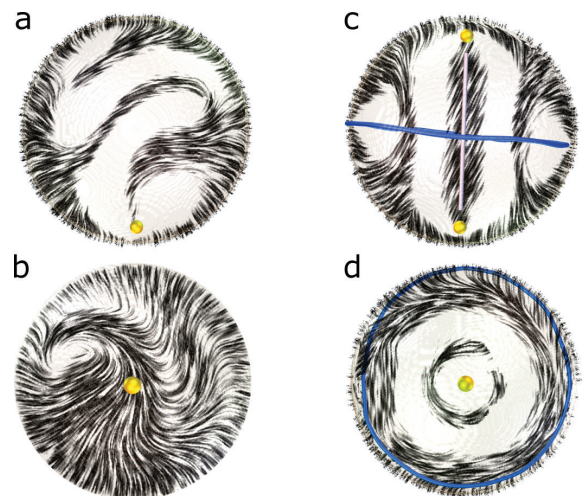


Slika 2: Intenzitete fluorescence v različnih slojih kapljice za vodoravno (druga vrsta) in navpično polarizacijo (tretja vrsta) ter direktorsko polje, rekonstruirano z novorazvito metodo.

analiza eksperimentalno pridobljenih podatkov ni zadostna. Zato smo metodo v prvem koraku nadgradili z optimiziranim eksperimentalnim pristopom, s katerim smo povečali kvantitativno moč meritev. V drugem koraku smo dodali poglobljeno numerično analizo podatkov, med katero s pomočjo algoritma simuliranega ohlajanja poiščemo model direktorske strukture, ki se najtesneje prilega eksperimentalnim podatkom in modelu elastične proste energije sistema, ki vključuje kiralnost tekočega kristala. Temeljita karakterizacija je pokazala, da nadgrajena metoda omogoča zanesljivo rekonstrukcijo direktorskega polja tudi v kapljicah z najbolj zapletenimi strukturami, kar smo potrdili tudi s temeljito primerjavo eksperimentalnih in simuliranih optičnih tekstur kapljic [3].

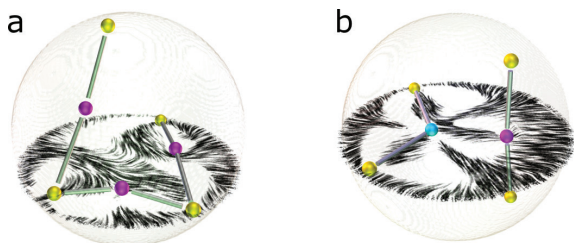
Razkrite strukture

Raziskave kiralnih nematskih kapljic z novo, obogateno metodo so razkrile, da je direktorska struktura v večini primerov slojevita ter da so najpogostejši defekti točkasti in ne linijski, kot bi pričakovali v holesterikih. Slojevite strukture v kapljicah imajo lahko skoraj sferično ali cilindrično simetrijo, najpogosteje pa niso simetrične (sl. 3). Eden od strukturnih motivov, ki se pogosto pojavlja v kapljicah, je holesterični cilindri, kjer se holesterični sloj cilindrične simetrije na vsaki strani zaključijo s točkastim defektom. V kapljicah s holesteričnimi cilindri so pogosto tudi linijski defekti v obliki zaključenih obročev (sl. 3c,d).



Slika 3: Primeri dveh direktorskih struktur v kapljicah. (a, b) Kapljica z enim točkastim defektom (označen z rumeno) in asimetrično plastovito strukturo. (c, d) Kapljica s cilindrično strukturo, ki vsebuje dva točkasta defekta, in linijski defekt v obliki zaključenega obroča (modra). Oba prereza vsake kapljice sta si pravokotna.

Pogosto je v kapljici več kot en točkasti defekt. Kadar so blizu površine kapljic, so sorodni radialnim točkastim defektom, tisti v notranjosti pa so hiperbolični. Defekti se lahko organizirajo v urejene vzorce, v katerih so med seboj ločeni z lokaliziranimi kiralnimi strukturami ali holesteričnimi sloji. Pogosto so defekti urejeni v nize s po 3, 5, 7 ali celo 9 defekti (sl. 4a), v posebnih primerih pa se lahko pojavijo tudi defekti višjega reda, ki nosijo topološki naboj -2 ali -3 (sl. 4b) [4]. Skupni topološki naboj direktorske strukture v kapljici s homeotropnim sidranjem je vedno liho število.

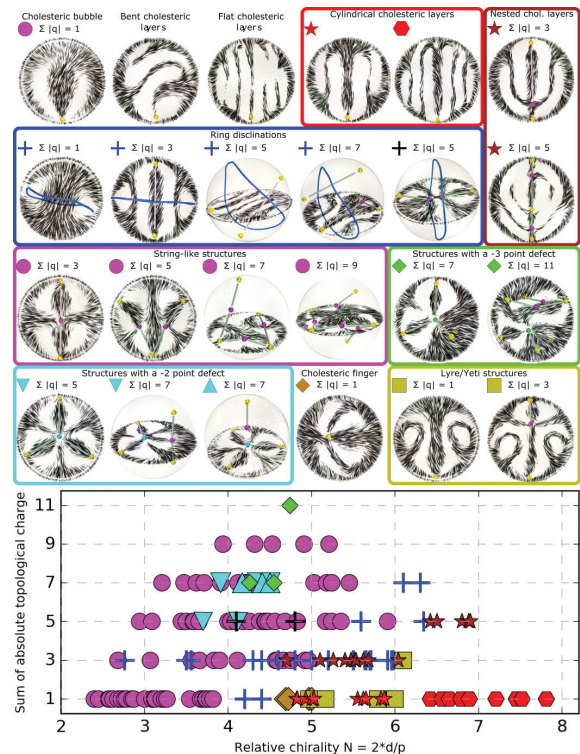


Slika 4: Kapljica z nizom 7 defektov (a) in (b) kapljica s topološko molekulo, ki vsebuje točkasti defekt s topološkim nabojem -2 (modra barva). Z rumeno barvo so označeni točkasti defekti, ki so sorodni radialnim, z vijolično pa hiperbolični defekti.

Ti raznoliki strukturni elementi se v kapljicah lahko pojavljajo v različnih kombinacijah, iz česar sledi analogija, da so direktorske strukture kot molekule, kjer lahko en del nadomestimo z drugačno strukturo z enakim topološkim nabojem. Parameter, ki vpliva na kompleksnost direktorske strukture, je relativna kiralnost kapljice oziroma razmerje med premerom kapljice in karakteristično dolžino kiralnosti. Pri mnogih vrednostih tega parametra je možnih več različnih struktur v kapljici, katera je realizirana, pa je odvisno tudi od zgodovine sistema oz. od začetnih pogojev (sl. 5). Prehodi med stanji so možni, če tekoči kristal segrejemo v izotropno fazo in ga nato hitro ohladimo nazaj v urejeno fazo. Hitrejše ohlajanje da direktorju manj časa za minimizacijo deformacij in s tem doseganja globalnega minimuma elastične proste energije, zato se lahko ujame v enega od lokalnih minimumov, ki je tipično katera izmed bolj kompleksnih struktur z večjim številom defektov.

Nadaljnje teoretične raziskave so pokazale, da obstajajo fundamentalne razlike med radialnimi in hiperboličnimi točkastimi defekti, saj so le hiperbolni združljivi s kiralnostjo medija [5]. Zaradi tega so radialni le na robovih kapljic, kjer so ujeti na mejo med nematsko površino kapljice in kiralno nematsko notranjostjo. Prav tako se je izkazalo, da se lahko le

hiperbolični defekti pojavljajo v oblikah višjega reda, kot sta defekta z nabojem -2 in -3 .



Slika 5: Pregled struktur, ki se pojavljajo v kiralnih nematskih kapljicah s homeotropnim sidranjem. Graf prikazuje, pri katerih relativnih kiralnostih se pojavljajo strukture z različnim številom defektov.

Doktorsko delo je najnaprednejša eksperimentalna metoda, ki z zajemom več projekcij vektorskega polja ter z algoritmom simuliranega ohlajanja omogoča popolno rekonstrukcijo kompleksnih tridimenzionalnih direktorskih polj v tekočih kristalih in s tem predstavlja zelo močno orodje za nadaljnje raziskave. Strukture, ki smo jih razvozlati s to metodo, imajo fundamentalni pomen. Točkasti defekti z višjim topološkim nabojem niso bili do sedaj opaženi še v nobenem drugem sistemu. Razporeditve lokaliziranih razvojnih struktur v obliki verig in molekul nakazujejo nove možne stabilne strukture v sorodnih kiralnih vektorskih poljih.

[1] G. Posnjak, *Topological Formations in Chiral Nematic Droplets*. Springer Theses (Springer, 2018).

[2] G. Posnjak, S. Čopar in I. Muševič, Points, skyrmions and torons in chiral nematic droplets. *Sci. Rep.* **6**, 26361 (2016).

[3] U. Mur, S. Čopar, G. Posnjak, I. Muševič, M. Ravnik in S. Žumer, Ray optics simulations of polarised

microscopy textures in chiral nematic droplets. *Liquid Crystals* **44**, 679–687 (2017).

[4] G. Posnjak, S. Čopar in I. Muševič, Hidden topological constellations and polyvalent charges in chiral nematic droplets. *Nat. Commun.* **8**, 14594 (2017).

[5] J. Pollard, G. Posnjak, S. Čopar, I. Muševič in G. P. Alexander, Point defects, topological chirality, and singularity theory in cholesteric liquid-crystal droplets. *Physical Review X* **9**, 021004 (2019).

MINULI DOGODKI

KONEC JUNIJA JE ŽE TRETJIČ, TOKRAT V SPLETNI IZVEDBI, POTEKAL DOGODEK OE4BW EDUSCOPE 2020

Ana Fabjan (CT3) in Anja Polajnar (CT3)

Dogodek OE4BW Eduscope 2020, ki spada pod okrilje mentorskega programa »Open Education for a Better World« (Odprto izobraževanje za boljši svet) (OE4BW), sta že tretje leto zapored organizirala pobudnika programa prof. dr. Tanja Urbančič z Univerze v Novi Gorici in mag. Mitja Jermol iz Unescove katedre o odprtih tehnologijah za prosto dostopne izobraževalne vire in odprto učenje na Institutu "Jožef Stefan".



Štiridnevni dogodek, ki je potekal med 29. junijem in 2. julijem 2020, je bil zaradi izjemnih okoliščin v času pandemije v celoti izveden prek spletne platforme MiTeam na povezavi oe4bw.miteam.si.

Dogodek je gostil številne domače in tuje strokovnjake z različnih področij in omogočil izjemen vpogled v svet odprtega izobraževanja, bogatega s prosto dostopnimi izobraževalnimi viri, inovativnimi orodji, revolucionarnimi tehnologijami in dobrimi praksami.

Udeležence je v četrtek, 2. julija, prek videosporočila nagovorila ministrica za izobraževanje znanost in šport prof. dr. Simona Kustec, ki je Slovenijo umestila v sam vrh držav, ki so se med epidemijo covid-19 hitro in učinkovito odzvale na veliko preizkušnjo premestitve izobraževanja v novo spletno okolje. Zasluga za to gre predvsem dolgoletnemu načrtnemu razvoju IKT, ki sega v obdobje ustanovitve samostojne države, neneh-

nemu izpopolnjevanju politik in spodbujanju dobrih praks. Vse to je Slovenijo pripeljalo v vrh držav, ki so na Unescovem kongresu v Ljubljani sprejele akcijski načrt za spodbujanje k aktivnostim za zagotovitev vključujočega in pravičnega kakovostnega izobraževanja ter spodbujanja vseživljenjskega učenja prek zagotavljanja kulturne in jezikovne raznolikosti prostodostopnih izobraževalnih virov. Poudarila je še, da sta vizija in delo OE4BW mentorskega programa jasen pokazatelj razvoja Slovenije v smeri vključujočega, odprtega in pravičnega izobraževanja, ki hkrati spodbuja in krepi mednarodna sodelovanja.

Na ta dan smo praznovali tudi 25-letnico Univerze v Novi Gorici.



Dogodek OE4BW Eduscope 2020, postavljen v inovativno spletno okolje MiTeamovih integriranih orodij, je pod svojim okriljem ob pomoči devetih koordinatorjev tematskih sklopov mentorskega programa in IJS organizacijsko ekipo povezal s svetovno publiko, saj je gostil kar 470 udeležencev iz 26 držav vseh šestih celin.

Več informacij o OE4BW mentorskem programu in letošnjem dogodku najdete na spletni strani programa Odprto izobraževanje za boljši svet: <http://oe4bw.ijs.si/>.

REGIJSKO SPLETNO POSVETOVANJE ZA PRIPRAVO UNESCOVEGA PRIPOROČILA O ETIKI UMETNE INTELIGENCE

Mihajela Črnko, IRCAI

Mednarodni raziskovalni center za umetno inteligenco pod okriljem UNESCO – IRCAI, ki je bil ustanovljen na Institutu "Jožef Stefan", ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport sta v sodelovanju z Unescom organizirala spletni posvet za evropsko regijo (skupina II) za pripravo Unescovega priporočila o etiki umetne inteligence.



Regijski posvet je na spletu potekal od 27. do 29. julija, na njem pa je sodelovalo več kot 70 strokovnjakov s področja umetne inteligence in etike. Unesco je k nominaciji strokovnjakov povabil vlade 24 držav, in sicer Albanijo, Armenijo, Azerbajdžan, Belorusijo, Bosno in Hercegovino, Bolgarijo, Hrvaško, Češko, Estonijo, Gruzijo, Madžarsko, Latvijo, Litvo, Črno goro, Severno Makedonijo, Poljsko, Republiko Moldavijo, Romunijo, Rusko federacijo, Srbijo, Slovaško, Slovenijo in Ukrajino.

Sodelujoči strokovnjaki izhajajo iz različnih interesnih skupin, vključno z akademiki, znanstveno in tehnično skupnostjo, civilno družbo, zasebnim sektorjem, vladnimi predstavniki in širšo javnostjo. Na posvetu so aktivno razpravljali o osnutku priporočila, ki ga je na podlagi odločitve, sprejete na 40. zasedanju generalne konference Unesco novembra 2019, sestavila *ad hoc* delovna skupina 24 mednarodnih strokovnjakov.

Glavni rezultat regijskih posvetov, kot je ta, ki ga je od 27. do 29. julija vodila Slovenija, bo skupek predlogov k besedilu osnutka, na katerem bo *ad hoc* delovna skupina strokovnjakov vnovič razpravljala septembra 2020. Izsledki regionalnih posvetov tako pomembno vplivajo na zagotavljanje enakopravnega zastopanja regionalnih in kulturnih raznolikosti. Končno Unescovo priporočilo pa bo opredelilo skupne vrednote in načela ter konkretne ukrepe politike na področju etike umetne inteligence.

Posvet je skupaj s predstavniki Unesco otvorila ministrica za izobraževanje, znanost in šport prof.

dr. Simona Kustec Lipicer, ki je poudarila pomen umetne inteligence kot ene od ključnih in izjemno strateških tehnologij 21. stoletja, ki ima potencial, da prispeva k razvoju številnih sektorjev, med drugim tudi izobraževanja, znanosti, kulture in komunikacij. Njen razvoj pa mora biti usmerjen v temeljno razumevanje njene vloge tako pri posameznikih kot v družbi. »Slovenija ima dolgo zgodovino raziskav na področju umetne inteligence, ki sega že v 70. leta. Na tem področju imamo več kot 300 raziskovalcev, kar Slovenijo postavlja v svetovno ospredje držav glede na število raziskovalcev v primerjavi s številom državljanov. Slovenske raziskovalne institucije in vse štiri osrednje univerze imajo pomembne povezave s svetovnimi centri s področja umetne inteligence in so aktivno vpletene v dejavnosti številnih tovrstnih mednarodnih skupnosti,« je še povedala v svojem nagovoru.

Strokovnjaki so v treh delovnih skupinah razpravljali o vseh točkah obsežnega osnutka. Konsolidirano poročilo, ki so ga sestavili moderatorji skupin, vsi strokovnjaki s področja etike in umetne inteligence, natančno opredeljuje izboljšave besedila, ki bo prispevalo k zagotavljanju upoštevanja etike v umetni inteligenci, ki se nanaša na številna področja. Med drugimi besedilo naslavlja vprašanja povezave UI z varnostjo, izobraževanjem, varovanjem okolja, njezne zanesljivosti, zagotavljanja etičnega razvoja UI, transparentnosti, predvideva razvoj UI, ki upošteva ranljive skupine in enakovredno prispeva k prosperiranju vseh, medtem ko temelji na upoštevanju človekovega dostojanstva ter človekovih temeljnih pravic in svoboščin.

Posvet je bil uspešno zaključen 29. 7. 2020 s poročilom, o katerem bo med drugimi znova razpravljala *ad hoc* skupina strokovnjakov. Z zaključkom posveta je IRCAI, ki je bil ustanovljen julija 2020, uspešno sklenil svoje prvo sodelovanje z Unescom.

KAJ JE SKUPNEGA NASLEDNJIM SODELOVANJEM MED IJS IN GOSPODARSTVOM V VIŠINI VEČ KOT 350.000 EUR?

Tomaž Justin, Marjeta Trobec, Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT)

Maja sta se s pomočjo Centra za prenos tehnologij in inovacij začela še dva industrijska projekta

Raziskovalci IJS so pomagali hrvaškemu podjetju Bor-plastika, d. o. o., pri uvedbi tehnologije za biološko čistilno napravo. Portugalsko podjetje ChemiTek je med sodelovanjem z raziskovalci IJS pridobilo tehnološke rešitve o uporabi hidrofobnih aditivov, pripravi nanodelcev s hidrofobnim vedenjem ter pripravi površinskega premaza z dobrimi oprijemljivimi in korozijskimi lastnostmi. Raziskovalci IJS so sodelovali še z enim podjetjem iz Portugalske. Simtrona je slovensko mikro podjetje, specializirano za razvoj in proizvodnjo oznak RFID za označevanje lesa. S pomočjo raziskovalcev IJS so razvili izdelek s 40-letno garancijo. Raziskovalci IJS so jim pomagali pri tehnologiji spajanja polimernih izdelkov. V slovenskem podjetju Brinox jim je zaradi sodelovanja z raziskovalci IJS uspelo zmanjšati uporabo kemikalij za kemično pasivizacijo površine, vključno s skrajšanim časom obdelave, kar zmanjšuje stroške izdelave in ogljični odtis končnega izdelka.

Na vprašanje iz naslova lahko odgovorimo takoj: Vsi ti projekti IJS z gospodarstvom, in še nekaj, ki jih ne omenjamo poimensko, v skupni višini več kot 350.000 EUR, so neposredna posledica projekta KET4CleanProduction, ki ga izvajamo na CTT. Omenjeni projekt je še posebej zanimiv, ker omogoča, da del na razpisu Obzorje 2020 pridobljenih sredstev dodelimo naprej kot nepovratna sredstva: dva milijona evrov imamo v okviru projekta namenjenih za podporo izbranim projektom med raziskovalnimi organizacijami in podjetji. Tak način izvajanja projektov se imenuje kaskadno financiranje, v angleščini poznano tudi kot Financial Support for Third Parties (FSTP). Evropska komisija je kaskadno financiranje uvedla kot enega od ukrepov za poenostavitev razdeljevanje sredstev in s tem omogočila sodelovanje tudi manj izkušenim podjetjem. V okviru projekta namreč poteka tudi podpora podjetjem in raziskovalcem pri prijavi za pridobitev omenjenih sredstev. Na IJS to podporo prijavi ponujamo na CTT, hkrati s financiranjem, ki je za industrijske projekte na voljo v okviru istega projekta, pa pomeni velik korak v neposrednem povezovanju podjetij z raziskovalci.

Med projektom je že bilo objavljenih 7 razpisnih rokov. Od julija 2018 je bilo odobrenih 32 financi-

ranj projektov raziskovalnih institucij iz različnih držav. Skupno so se raziskovalci IJS v okviru projekta KET4CleanProduction s pomočjo CTT vključili v 11 industrijskih projektov (od 32). Ob uspešni zaključitvi bodo sodelujoči odseki za svoje delo skupno prejeli nekaj več kot 357.000 EUR. Štiri od enajstih projektov (zadnja dva sta se začela 1. 5. 2020), kjer sodeluje tudi IJS, je že uspešno zaključenih. Uspešno zaključeni projekti so predstavljeni na spletni strani <https://www.ket4sme.eu/success-stories>.

Na CTT se bomo še naprej trudili, da bomo vključeni v projekte, kot je KET4Clean Production, saj interes raziskovalcev in podjetij kaže na to, da so tovrstni projekti zelo zanimivi, ker jim razširijo dostop do zainteresiranih podjetij, olajšajo administracijo in pustijo sodelujočim več časa za delo na skupnem projektu.



Brinox, d. o. o., prej: procesna posoda pred kemično obdelavo, potem: procesna posoda po kemični pasivaciji

Tudi za zadnji razpis z junijskim rokom imamo velika pričakovanja, saj si želimo podpreti še dodatne povezave med raziskovalci IJS ter slovenskimi in tujimi partnerji. Tako smo pomagali pri pripravi 8 projektnih prijav z IJS, skupno je na razpis prispelo 41 prijav iz različnih evropskih držav. Rezultati bodo predvidoma znani v začetku jeseni. Ob tem je treba poudariti, da so izvajalci projektov lahko le raziskovalne organizacije, ki so hkrati tudi člani konzorcija KET4CleanProduction. To pomeni, da je sodelovanje IJS pri konkretnih projektih z industrijo mogoče prav zaradi partnerstva CTT, kot edinega v Sloveniji, v krovnem projektu KET4Clean Production.

Sodelovanje pa je tako uspešno (v kar 11 od 32 projektov je vključen IJS) tudi zato, ker CTT redno v majhnih in srednje velikih podjetjih išče za sodelovanje z raziskovalci IJS primerne projektne teme, ki jih predstavi raziskovalnim odsekom na IJS. Raziskoval-

cem, ki izrazijo interes za sodelovanje pri konkretni projektni temi, CTT pomaga pri pridobivanju najbolj komplementarnega partnerskega tehnološkega centra za prijavo (eden od razpisnih pogojev) in izvedbo projekta, vodi prijavne postopke za raziskovalce in podjetja ter pomaga pri oblikovanju projektnih prijav IJS do oddaje. Če je podjetje z raziskovalci IJS in partnerskim tehnološkim centrom uspešno na razpisu, CTT pomaga pri pripravi in podpisu pogodbe o razvojno-raziskovalnem sodelovanju in pri pripravi dogovora o nerazkrivanju podatkov ter

pomaga raziskovalcem organizirati uvodni sestanek za začetek dela na projektu.

Na CTT trenutno koordiniramo dva projekta, Konzorcij za prenos tehnologij in Enterprise Europe Network ter kot partnerji sodelujemo pri treh, konec lanskega in v letošnjem letu pa smo zaključili delo še na štirih projektih.

Prav vsi projekti so namenjeni tudi podpori raziskovalcev.

JIH POZNAMO

FRIEDRICH WELWITSCH

V tokratni številki Novic IJS bomo spoznali Friedricha Welwitscha, po slovensko Friderika Velbiča, enega od najpomembnejših botanikov 19. stoletja. Welwitsch je bil glede na priimek slovenskega porekla, vsaj tako ga obravnavajo slovenski avtorji najmanj od leta 1901. Kratek čas je kot zdravnik deloval v Cerknici, večino življenja pa zunaj Avstro-Ogrske. Zato v prispevku uporabljamo nemško verzijo priimka, kot ga je uporabljal tudi sam in pod katerim je poznan v strokovni javnosti.

Friedrich Martin Josef Welwitsch se je rodil očetu Josephu Antonu in materi Genovefi kot edini sin iz drugega očetovega zakona. Oče je bil uspešen posestnik, salzburški svetnik in okrajni sodnik. Po zaključeni gimnaziji v Celovcu je oče Friedricha poslal na Dunaj, kjer naj bi študiral pravo. Sina je bolj zanimalo naravoslovje in se je prepisal na medicinsko fakulteto. V sporu, ki je sledil, mu je oče ukinil finančno pomoč, tako da se je moral Friedrich preživljati sam, med drugim tako, da je pisal kritike gledaliških predstav. Ob študiju se je ukvarjal tudi z botaniko, tako v knjižnici kot na terenu, in še kot študent je naredil nekaj pomembnih sistematičnih prispevkov k poznavanju flore Spodnje Avstrije. Pri 28 letih je od župana Dunaja prejel nagrado za članek o flori brezcvetnic v regiji, po tem se je počasi pobotal z očetom. Še kot študent se je prijavil na razpis za zdravniško službo v Ljubljani. Ob izbruhu kolere so ga poslali v Cerknico, kjer pa ni dolgo zdržal kot podeželski zdravnik, zato je nekaj časa kot vzgojitelj mladega plemiča potoval po Iliriji. Nato se je vrnil na Dunaj in leta 1836 diplomiral iz medicine. Med bivanjem na Slovenskem se je ob



službi ukvarjal tudi z botaniko, leta 1837 je v Pragi na zboru naravoslovcev predaval o rastlinstvu Postojnske jame, njegov slovenski herbarij pa danes hrani Prirodoslovni muzej na Dunaju.

19. stoletje je bilo obdobje raziskovanja sveta in sistematičnega proučevanja flore in favne v še nepoznatih koncih. Organizacije, kot je angleška Royal Geographic Society, so financirale odprave, s katerih so potem raziskovalci pošiljali rastline, živali, minerale in etnografsko gradivo. Odprave so financirala tudi manjša društva, kjer so denar prispevali člani. Tako je leta 1839 društvo Unio Itineraria iz Württenburga Welwitscha poslalo zbirat rastline na Azore in na Zelenortske otoke, ozemlji pod portugalsko krono. Po postanku v Londonu je prispel v Lizbono. Načrtovane odprave nato ni bilo, najprej zaradi slabega vremena, potem pa razlogi niso več jasni. Welwitsch je na Portugalskem ostal naslednjih 14 let. Naučil se je jezika, potem pa sistematično raziskal skoraj vso državo in izdelal obsežne zbirke cvetnic, praproti, mahov, gliv, alg pa tudi mehkužcev in žuželk. Biografi pišejo, da je ure in ure do pasu v vodi v delti reke Tejo nabiral alge. Na podpornike iz württenburškega društva pa ni pozabil, saj jim je poslal na tisoče vzorcev rastlin in živali, čeravno ne iz krajev, kamor so ga poslali.

Ko je bil na Portugalskem, je Welwitsch postal vodilni strokovnjak na svojem področju v državi. Med drugim je vodil botanična vrtova v Lizboni in Coimabri, zaradi česar so mu portugalske oblasti zaupale obsežno misijo v Angoli. Portugalci so prišli v Angolo že v začetku 16. stoletja, vendar je bila regija še slabo

raziskana. Welwitsch je bil takrat star že 46 let, kar je bilo veliko za raziskovalca, ki naj bi se za devet let odpravil v daljne kraje z zahtevnim podnebjem, živet z »ljudmi primitivne kulture, tujega jezika in občasnno bojevitega razpoloženja«. Ne pozabimo, to so bili še časi pred antibiotiki in zdravili proti malariji, tropske bolezni pa so pogosto kosile med popotniki. Welwitsch se je avgusta 1853 vkrcal na ladjo in konec septembra prispel v São Paulo da Loando, današnje Luando, prestolnico Angole.

Friedrich Welwitsch se je rodil 5. februarja 1806 v Gospe Sveti na avstrijskem Koroškem in umrl 20. oktobra 1872 v Londonu. Bil je naravoslovec, predvsem botanik, ki je večino svoje kariere preživel na Portugalskem, v takratni portugalski koloniji Angoli in v Angliji. Po njem je poimenovana vrsta živali in rastlin, od katerih je najbolj znana velbičevka *Welwitschia mirabilis*.

V naslednjih osmih letih je sistematično proučeval angolsko floro in favno. Zbirka, ki jo je v tem času izdelal, je bila po besedah poznejših botanikov nedvomno najboljša in najbolj obsežna, kar so jih pripravili v tropski Afriki. Raziskave so bile zahtevne in predvsem drage, že za nekajdnevno odpravo je moral najeti nosače in vodiče, pa še varovanje. Po tem, ko je dolgo časa neuspešno nagovarjal portugalsko vlado za povečanje sredstev, se je Welwitsch odločil, da si bo priskrbel dodatne vire financiranja, in sicer iz Anglije, kamor je pošiljal zaboje vzorcev za prodajo. Ob tem so Welwitscha pestile bolezni, od skorbuta, griže do razjed na nogah. A je kljub temu vztrajal. Za nameček je nekoč obtičal v utrdbi Lopollo, ki jo je napadlo in dva meseca oblegalo 15.000 pripadnikov plemena Munanos.

Ko je temeljito raziskal obalne regije, se je leta 1854 odpravil v notranjost. Nekaj tednov je preživel v družbi britanskega misijonarja in zdravnika Davida Livingstona (1813–1873). Nato je prispel v Pungo Andongo, ki ga je opisal kot čudovit botanični vrt, poln vsakovrstnih rastlin. Tam si je nekoliko opomogel, odkritja pa je opisal v delu *Apontamentos phyto-geographicos sobre a Flora da Provincia de Angola* (1859).

Leta 1859 se je odpravil na skrajni jug Angole in ob Črnem rtu (Cabo Negro) dosegel okoli 1000 m visoko planoto iz lehnjaka in peščenjaka. Za razliko od severnega dela in notranjosti je tu obalna regija izredno suha zaradi hladnega Benguelskega toka. Skoraj nikoli ne dežuje, edini vir vode je zračna vlaga z Atlantika. To je dovolj, da tam uspevajo nekatere rastlinske vrste in lišaji. Nekaj kilometrov v notra-

njost se začne vroča puščava, ki omogoča življenje še manj vrstam. Na meji te puščave je Welwitsch naletel na nadvse nenavadno rastlino, ki velja za njegovo največje odkritje. Kot je sam zapisal, je lahko samo pokleknil na žgoča tla in jo opazoval, v strahu, da se bo ob dotiku razblinila kot privid. In kaj je tako posebnega pri tej rastlini? Gre za golosemenko, edino predstavnico v rodu *gnetophyta* (gnetovci). Rastlina je sestavljena iz korena, nizkega stebela in samo dveh debelih usnjatih listov, ki počasi rastejo v nasprotnih smereh. Lista dosežeta dolžino od dva do tri metre, potem pa se konci začnejo cefrati in gniti. Oprašuje jo veter in nekatere žuželke, semena pa razpiha veter, dokler ne najdejo primerne mesta za kaljenje. Posamezna rastlina lahko živi več sto let, tako da je povsem možno, da primerki, ki jih je opazoval Welwitsch, rastejo še danes.

Poročila, ki jih je Welwitsch pošiljal v Evropo, so vzbudila izredno zanimanje med stroko, pa tudi nekaj zmede pri poimenovanju. Welwitsch je rastlino najprej postavil v rod *Tumboa*, po besedi tumbo iz jezika domačinov. Le dve leti pozneje je na rastlino v pokrajini Damara v današnji Namibiji naletel angleški raziskovalec Thomas Baines (1820–1875), ki je tudi poslal vzorce v London. Tam je angleški raziskovalec in botanik Joseph Dalton Hooker (1817–1911), dober prijatelj Charlesa Darwina in zagovornik evolucionistične teorije, ugotavljal, ali gre za dve ali za eno vrsto ter se ukvarjal s taksonomijo, nato pa je o rastlini leta 1863 objavil monografijo, kjer jo je, z dovoljenjem odkritelja, poimenoval *Welwitschia mirabilis*, velbičevka. Kot zanimivost omenimo, da sta v 19. stoletju med botaniki podobno zanimanje poželi le še orjaška raflezija (z največjim znanim cvetom) in Viktorijin lokvanj (ki ima liste s premerom do tri metre).

Med delom v Angoli je bil Welwitsch pogosto v sporu z delodajalci. Portugalska vlada je želela, da bi Welwitsch hitro ugotovil, katere ekonomsko zanimive rastline uspevajo v Angoli in katere poljščine bi lahko gojili tam ter poslal zanimive vzorce domov. Botanik je nalogo razumel nekoliko drugače, saj se je lotil sistematičnega proučevanja flore in favne, kar bi sicer dolgoročno pripeljalo do podobnega cilja, a se »čudoviti primerki«, ki jih je pošiljal v Lizbono, delodajalcem niso zdeli »čudoviti« na pravi način. Še celo znamenita velbičevka je bila zanje »grda in povrhu še neuporabna«.

Januarja 1861 se je Welwitsch s svojimi zbirkami vrnil v Lizbono. Tam so ga zaposlili kot svetovalca in člana različnih odborov. Pomagal je pri pripravi razstavnega gradiva na Veliki razstavi v Londonu

leta 1862, kjer je za svoje delo od organizatorjev prejel zlato medaljo. Kot kaže, se je takrat pobotal z delodajalci, ki so končno ugotovili, da Welwitsch s svojimi raziskavami ni zapravljajal časa (in denarja). Priznanji je dobil tudi od portugalskega kralja in od avstrijskega cesarja Franca Jožefa.

Oktobra 1863 je Welwitsch z večino svojih zbirk odpotoval v London. Dogovoril se je namreč, da lahko botanično delo nadaljuje v Londonu, v dveh takratnih najuglednejših botaničnih ustanovah na svetu, v Kraljevih botaničnih vrtovih (Kew Gardens) in v botaničnem oddelku Britanskega muzeja. V naslednjih letih je sistematično popisoval gradivo zbirk. Objavljal je malo, predvsem pa v Lizbono ni pošiljal poročil, kako bi z znanjem botanike izboljšali gospodarstvo v Angoli. Zato je bil spet deležen jeznih pisem in pozivov, naj kaj napiše ali pa naj se vrne v Lizbono. Leta 1866 so mu ukinili plačo, zato je sam financiral izdajo svojega najpomembnejšega dela iz tega obdobja, *Sertum Angolense* iz leta 1869, popis novih rastlinskih vrst s čudovitimi ilustracijami. Po nekaj letih se je začel dogovarjati, da se vrne na Portugalsko, vendar je pred tem leta 1872 umrl, izčrpan od vseh tropskih boleznih, po katerih ni nikoli zares okreval. Pokopali so ga v Londonu na pokopališču Kensal Green.

Tu bi običajno končali biografijo, vendar je Welwitsch duhove buril še po smrti. V svoji oporoki je zbirke in herbarije zapustil različnim znanstvenim zavodom po svetu, predvidoma z željo, da bi prišle v roke ljudem, ki bi nadaljevali njegovo delo. Portugalska vlada, kjer so bili prepričani, da so upravičeni do celotne zapuščine, saj jo je zbral kot njihov uslužbenec, je oporoko seveda izpodbijala. Sodni proces, v katerem so bile stranke med drugim portugalski kralj ter predstavnik Kew Gardens in Britanskega muzeja, je bil skrajno nenavaden. V 20-stranskem biografskem članku, ki je izšel ob stoletnici Welwitscheve smrti v reviji *Biological Journal of the Linnean Society*, je temu procesu posvečena skoraj tretjina članka. No, po treh letih so se dogovorili, da je glavni del zbirke odšel v Lizbono, »drugi najboljši

del«, skupaj s kopijami zapiskov, pa je pripadel Britanskemu muzeju.



Welwitscha je biograf označil za enega največjih botanikov 19. stoletja. Čeprav je imel glede na življenjepis težaven značaj, je bila večina sporov in nespo-razumov, v katere se je zapletal, posledica njegove globoke ljubezni do botanike. Njegova zbirka rastlin iz tropske Afrike je bila v tistem času neprimerljiva in je še danes zanimiva. Po njem se imenuje ena družina, šest rodov, več kot 300 vrst rastlin in 29 vrst živali. Pri navajanju botaničnega imena se za vrste, ki jih je prvi opisal, uporablja standardna avtorska okrajšava Welw. Velbičevke so zaščitene, rastišča v Namibiji so uvrščena na poskusni seznam svetovne dediščine pri Unesco, rastlina pa je upodobljena tudi v namibijskem grbu.

Anton Gradišek

Viri:

- Slovenska biografija
- T. D. V Swinscow, Friedrich Welwitsch, 1806–72. A centennial memoir. *Biol. J. Linn. Soc.*, 1972, 4, 289–296.
- Peter pl. Radics: Friderik Velbič, vsled svojih študij po Afriki slaven slovenski botanik. *Ljubljanski zvon*, 1901.
- Matija Strlič: dr. Friderik Velbič, 1806–1872. *Proteus*. 1999, 61, 9/10, 396–404.
- Wikimedia Commons (sliki)

KEMIJSKA VARNOST (3. DEL)

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

Nevarne snovi – rakotvorne ali mutagene snovi

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem (Uradni list RS, št. 101/05, 43/11 – ZVZD-1, 38/15 in 79/19) določa minimalne zahteve za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem pri delu ter zavezujoče mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost. Uporablja se za vsa dela, pri katerih so delavci izpostavljeni ali so lahko izpostavljeni rakotvornim ali mutagenim snovem (razen dela, pri katerih so delavci izpostavljeni ionizirajočemu sevanju – velja druga zakonodaja in predpisi na tem področju).



nil tveganje za varnost in zdravje delavcev ter na podlagi te ocene določil potrebne varnostne ukrepe.

Delodajalec mora oceno periodično obnavljati in dopolnjevati, še posebej kadar se spremenijo razmere, ki lahko vplivajo na izpostavljenost delavcev rakotvornim ali mutagenim snovem.

Pri ocenjevanju tveganja se morajo upoštevati vsi dejavniki izposta-

Rakotvorne snovi so snovi, ki lahko pri zaužitju, vdihavanju ali prehajanju skozi kožo povzročijo raka ali pa povečajo pogostost za njegov nastanek.

Mutagene snovi so snovi, ki lahko pri zaužitju, vdihavanju ali prehajanju skozi kožo povzročijo dedne genske okvare ali povečajo pogostost njihovega nastanka.

Določanje in ocenjevanje tveganja

Na lastnosti nevarnih snovi ne moremo vplivati, lahko pa ocenimo tveganje in vplivamo na naslednje dejavnike:

- psihosocialna tveganja,
- zdravstveni nadzor zaposlenih,
- usposabljanje in obveščanje zaposlenih,
- delovna oprema,
- ustrezno delovno okolje (toplotno udobje, prezračevanje, osvetljenost, ustreznost hrambe in skladiščenje nevarnih snovi, ročno premeščanje bremen itd.),
- redno izvajanje meritev kemičnih škodljivosti,
- osebna varovalna oprema (zaščita telesa/dihal),
- biološki monitoring,
- redni notranji nadzor.

Pri izvajanju del, pri katerih obstaja tveganje izpostavljenosti delavcev rakotvornim ali mutagenim snovem, mora delodajalec ugotoviti naravo, stopnjo in trajanje izpostavljenosti delavcev, da bi lahko oce-

vljenosti, posebno pa je treba nameniti pozornost rakotvornim ali mutagenim snovem z lastnostmi lažjega prehajanja skozi kožo, pri katerih lahko pride do absorpcije rakotvorne ali mutagene snovi v kožo in/ali skozi kožo.

S posebno skrbnostjo je treba opraviti oceno tveganja za rizično skupino delavcev (mlade delavce, noseče in doječe delavke), ki lahko pri opravljanju svojega dela pridejo v stik z rakotvornimi ali mutagenimi snovmi, ter pri tem upoštevati možnost razporeditve teh skupin delavcev na takšna delovna mesta, kjer ne bodo prihajali v stik z rakotvornimi ali mutagenimi snovmi.

Zamenjava in nadomestitev

Delodajalec mora **zamenjati in nadomestiti rakotvorno ali mutageno snov na delovnem mestu s snovjo, zmesjo ali procesom, ki pod pogoji uporabe ni nevarna ali je manj nevarna za varnost in zdravje delavcev**, če je to tehnično možno.

Zmanjšanje izpostavljenosti

Kadar rakotvorne ali mutagene snovi tehnično ni možno nadomestiti s snovjo, zmesjo ali procesom, ki pod pogoji uporabe niso nevarni ali so manj nevarni za varnost in zdravje delavcev, mora delodajalec zagotoviti, da se rakotvorne ali mutagene snovi proizvajajo ali uporabljajo v zaprtem sistemu.

Kadar tudi zaprtega sistema tehnično ni možno zagotoviti, mora delodajalec zagotoviti, da je stopnja izpostavljenosti delavcev zmanjšana na najnižjo možno stopnjo, kot je to tehnično možno. Delodajalec mora zagotoviti, da delavci ne bodo izpostavljeni

koncentracijam rakotvornih ali mutagenih snovi v zraku na delovnem mestu, višjim od mejnih vrednosti, določenih v pravilniku.

Za vsa dela, pri katerih se ni možno izogniti uporabi rakotvornih ali mutagenih snovi, je treba sprejeti in izvajati naslednje ukrepe:

- a) zmanjšanje količine rakotvornih ali mutagenih snovi na delovnem mestu na najmanjšo možno mero;
- b) zmanjšanje števila delavcev, ki so izpostavljeni ali so lahko izpostavljeni rakotvornim ali mutagenim snovem, na najnižje možno število;
- c) načrtovanje delovnih postopkov in tehničnih kontrolnih ukrepov tako, da bo sproščanje rakotvornih ali mutagenih snovi v zrak na delovnem mestu preprečeno ali zmanjšano na najmanjšo možno mero;
- d) odstranjevanje rakotvornih ali mutagenih snovi pri viru z uvedbo lokalnega ali splošnega prezračevalnega sistema, pri čemer morajo biti vsi načini odstranjevanja primerni in združljivi z načeli varovanja zdravja ljudi in okolja;
- e) uporaba ustreznih obstoječih postopkov za merjenje koncentracij rakotvornih ali mutagenih snovi v zraku na delovnem mestu, še zlasti za zgodnje odkrivanje neobičajne izpostavljenosti zaradi nepredvidenega dogodka ali nezgode z upoštevanjem standarda SIST EN 689;
- f) uporaba ustreznih delovnih postopkov in metod dela;
- g) izvajanje kolektivnih varnostnih ukrepov in/ali izvajanje osebnih varovalnih ukrepov, kjer se izpostavljenosti ni mogoče izogniti z izvajanjem drugih ukrepov;
- h) izvajanje higienskih ukrepov, kot so redno čiščenje tal, sten in drugih površin;
- i) obveščanje delavcev;
- j) označevanje nevarnih območij z ustreznimi opozorilnimi in varnostnimi znaki, vključno z znaki "prepovedano kajenje" ter "prepovedano uživanje hrane in pijače" na območjih, kjer so delavci izpostavljeni ali so lahko izpostavljeni rakotvornim ali mutagenim snovem;
- k) priprava načrtov za ukrepanje v izrednih primerih, ki so posledica neobičajno visoke stopnje izpostavljenosti;
- l) zagotovitev ustrezne opreme za varno shranjevanje, ravnanje in prevoz rakotvornih ali mutagenih snovi, še posebno zagotovitev uporabe zapečatenih in jasno ter vidno označenih vsebnikov rakotvornih ali mutagenih snovi;
- m) zagotovitev sredstev, s katerimi lahko delavci varno zbirajo, shranjujejo in odstranjujejo odpadke,

ter zagotovitev zapečatenih in jasno ter vidno označenih vsebnikov rakotvornih ali mutagenih snovi, ki se morajo pri delu tudi uporabljati.

Nepredvidena izpostavljenost

Če pride pri delu do nepredvidenega dogodka ali nezgode, ki lahko povzroči povečano izpostavljenost delavcev rakotvornim ali mutagenim snovem, mora delodajalec o tem takoj obvestiti delavce. Dokler ni ponovno vzpostavljeno ustrezno delovno stanje in niso odstranjeni vzroki za neobičajno izpostavljenost, mora delodajalec:

- a) zagotoviti, da delajo na prizadetem območju le tisti delavci, ki so nujno potrebni za izvedbo nujnih vzdrževalnih in drugih za delo pomembnih del;
- b) zagotoviti delavcem, ki delajo na prizadetem območju, vso potrebno varovalno opremo (varovalno obleko, varovanje dihal), ter zagotoviti, da jo delavci tudi uporabljajo;
- c) za vsakega delavca posebej zagotoviti, da bo njihova izpostavljenost rakotvornim ali mutagenim snovem omejena na najkrajši možni čas;
- d) nezaščitenim delavcem prepovedati delo na prizadetem območju.

Predvidena izpostavljenost

Pri izvajanju določenih del, kot so vzdrževanje, sanacija, rušenje, kontrola, popravila na strojih, napravah, pripravah in objektih, za katera se predvideva znatno povečana izpostavljenost delavcev in za katera so že bili izvedeni vsi tehnični preventivni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti, mora delodajalec po posvetovanju z delavci ali njihovimi predstavniki določiti varnostne ukrepe za zmanjšanje trajanja izpostavljenosti delavcev na najmanjšo možno mero ter zagotoviti varnost in zdravje delavcev med opravljanjem takih del.

Delodajalec mora vsem izpostavljenim delavcem zagotoviti varovalno obleko in osebno varovalno opremo za varovanje dihal, ki jo morajo delavci uporabljati ves čas trajanja izpostavljenosti.

Izpostavljenost ne sme biti stalna, čas izpostavljenosti posameznega delavca mora biti omejen na najkrajši možni čas.

Dostop do območij je dovoljen le pooblaščenim osebam. Ta območja morajo biti od preostalih območij jasno razmejena in ustrezno označena (prepovedan dostop nepooblaščenim osebam).

Uporaba osebne varovalne opreme

Kadar se škodljivi vplivi ali nevarnosti ne morejo odpraviti s tehničnimi in organizacijskimi zaščitnimi ukrepi, je pri delu treba uporabljati predpisano osebno varovalno opremo (OVO).

Ukrepi pri ustrezni izbiri osebne varovalne opreme²:

1. Identifikacija nevarnosti;
2. Določitev tipa osebne varovalne opreme;
3. Določitev razreda propustnosti;
4. Določitev zaščitnih zahtev glede učinkovitosti zaščite;
5. Določitev mehanskih zahtev;
6. Udobje osebne varovalne opreme (prilagajanje posamezniku (velikost), razmere dela);
7. Izbira proizvajalca;
8. Ugotavljanje pravilnosti uporabe osebne varovalne opreme;
9. Testiranje v uporabi;
10. Izbor in vključitev v interne akte.

Osebna varovalna oprema mora ustrezati vsem veljavnim predpisom in standardom ter se jo mora dosledno uporabljati.

Tudi kadar delo poteka krajši čas (pretakanje, priprava vzorca, mešanje itd.), je pri delu treba uporabljati vso predpisano osebno varovalno opremo. Neuporaba osebne varovalne opreme lahko privede do nezgode pri delu ali poklicne bolezni.

Splošna navodila za ravnanje z nevarnimi snovmi

Vsak odsek oz. laboratorij mora voditi evidenco nevarnih snovi, ki se uporabljajo pri delovnih procesih. Vodenje evidence vključuje podatke, kot so: ime in CAS številka nevarne snovi, količina, kdo in kdaj ter koliko uporablja nevarno snov.

Evidenco je treba neprestano dopolnjevati oz. posodabljati ter jo posredovati službi, ki skrbi za varnost in zdravje pri delu.

Pred vsako uporabo nevarnih snovi je treba najprej:

- prebrati etiketo in navodila za uporabo – varnostni list s priložo (scenarij izpostavljenosti);
- nevarno snovi uporabljati za točno določene namene;
- nevarne snovi hraniti na ustreznih (predpisanih) mestih;
- ostanke in stare nevarne snovi, ki niso več v uporabi, predati Službi za ravnanje z odpadnimi kemikalijami (SROK).

Vir:

1. Povzeto iz Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem (Uradni list RS, št. 101/05, 43/11 – ZVZD-1, 38/15 in 79/19).
2. Povzeto z 10. Posveta kemijska varnost za vse: varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje.

OBISKI PO ODSEKIH

OBISKI PO ODSEKIH (16. 5.–20. 8. 2020)

Odsek za plinsko elektroniko (F-6)

Med 16. 6. in 18. 7. 2020 je bila na doktorskem izpopolnjevanju in meritvah v okviru skupnega ARRS projekta (N3-0059-2) Ivana Sremački, Univerza v Gentu, Gent, Belgija.

Odsek za kompleksne snovi (F7)

Med 24. 7. in 3. 8. 2020 je bila na obisku dipl. inž. Inna Belyaeva, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, OTH Regensburg, Nemčija zaradi karakterizacije magnetno reguliranih optičnih uklonskih mrež. Obisk je potekal v okviru bilateralnega sodelovanja z Nemčijo.

Odsek za elektronsko keramiko (K5)

17. 6. 2020 so bili zaradi pogovorov o možnostih sodelovanja na področju izvajanja meritev v klimatski komori na obisku predstavniki podjetja Rimac Automobili (PE Novo mesto): Marko Pavlin, Tadej Koželj, Marko Vovk in Aleš Štrukelj.

Odsek za nanostrukturne materiale (K7)

Med 5. in 7. 8. 2020 je bila na obisku Lana Staver, Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija. Gostja je sodelovala pri pripravi vzorcev ZrO₂ v okviru projekta Izboljšanje zanesljivosti monolitne dentalne keramike iz cirkonijevega oksida (J2-9222). Gostjo je sprejel dr. Anže Abram.

7. 7. 2020 je bil na obisku doc. dr. Aleš Omerzu, Univerza na Rijeki, Reka, Hrvaška. Obisk je potekal okviru bilateralnega projekta Nanostrukturirani materiali na osnovi kovinskih oksidov za aplikacije v fotokatalističnih procesih (BI-HR/20-21-003). Gosta je sprejela dr. Matejka Podlogar.

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.

Med 28. 6. in 26. 7. 2020 je bil na obisku Milan Vukšič, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška. Obisk je potekal v okviru projekta mobilnosti sklada JECS Trust, ki finančno podpira gostovanja mladih raziskovalcev s področja keramičnih materialov na institucijah, ki so pridružene članice evropskega keramičnega združenja (ECERS). Gost je delal pri projektu z naslovom Spark plasma sintering of alumina ceramics with addition of waste (secondary) alumina powder pod vodstvom doc. dr. Andraža Kocjana.

Odsek za raziskave sodobnih materialov (K9)

Od 19. 7. do 24. 7. 2020 je bila na obisku dr. Taisia Alifirova, Department of Lithospheric Research, University of Vienna, Avstrija. Namen obiska je bilo raziskovalno delo z vzorci granatov z vključki rutila v okviru projekta »Vključki v granatih od makroskopskega do atomarnega nivoja: Odpiranje petrogenetskega arhiva«.

Od 1. 6. do 30. 9. 2020 je bil na obisku dr. Manal Benyoussef, Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, Amiens, Francija. Namen obiska je bilo raziskovalno delo na področju keramičnih materialov na osnovi $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$ za shranjevanje energije.

Odsek za znanosti o okolju (O2)

Na sestanek v zvezi z novim okoljsko-zdravstvenim projektom v sodelovanju s Salonitom Anhovo je 30. 6. 2020 prišel na obisk dr. Hanns Moshhammer, Medical University of Vienna, Dunaj, Avstrija.

PRIŠLI - ODŠLI

PRIŠLI - ODŠLI (2. 5.–20. 8. 2020)

Zaposlili so se:

- 1. 6. 2020 Primož Ponikvar, strokovni svetnik, E3
- 1. 6. 2020 dr. Eva Ogorevc, asistentka z doktoratom, B3
- 1. 6. 2020 Mojca Kristl, samostojna strokovna delavka, CMPIS
- 1. 6. 2020 Mark D Minevich, asistent z magistriranjem, E3
- 8. 6. 2020 Katja Meden, strokovna sodelavka, E8
- 15. 6. 2020 dr. Ke Guan, višji znanstveni sodelavec, E6
- 1. 7. 2020 Tim Podlogar, strokovni sodelavec, E1
- 20. 7. 2020 Gašper Petelin, strokovni sodelavec, E7
- 1. 8. 2020 dr. Žiga Barba, asistent z doktoratom, F2
- 1. 8. 2020 Kim Sevšek, samostojna strokovna delavka, CT3 50%, E3 50%

Novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu.

Odšli:

- 15. 5. 2020 Klemen Ambrožič, asistent, F8
- 31. 5. 2020 doc. dr. Vedrana Vidulin, asistentka z doktoratom, E8

- 31. 5. 2020 dr. Metka Benčina, asistentka z doktoratom, F4
- 31. 5. 2020 dr. Vladimir Kuzmanovski, E8
- 31. 5. 2020 dr. Jovan Tanevski, asistent z doktoratom, E8
- 30. 6. 2020 dr. Friedrich Johannes Krien, asistent z doktoratom, F1
- 30. 6. 2020 Tilen Knaflič, asistent, F5
- 30. 6. 2020 Matjaž Ličen, asistent, F7
- 30. 6. 2020 prof. dr. Roman Trobec, znanstveni svetnik, E6, upokojitev
- 30. 6. 2020 dr. Andraž Bradeško, asistent z doktoratom, K5
- 30. 6. 2020 Damir Hamulić, mladi raziskovalec, K3
- 31. 7. 2020 dr. Marina Trkman, asistentka z doktoratom, E5
- 31. 7. 2020 dr. Sara Pintar, asistentka z doktoratom, B1
- 31. 7. 2020 dr. Heli Maarit Jantunen, znanstveni svetnik, K9

Barbara Gorjanc

ODPRTJE RAZSTAVE ANDREJE GREGORIČ - MESTO

PONEDELJEK, 10. FEBRUAR 2020, OB 18.00

Potepi po mestu

Andreja Gregorič je ustvarjalka, ki je v svojem dosedanjem opusu izkazala velik občutek za tisto področje sodobne likovne in vizualne umetnosti, ki danes pogosto še vedno ostaja nekoliko na robu umetniškega sistema. V svojem delu se namreč že vse od začetkov svojega ustvarjanja še posebej kreativno posveča risbi. Risbi kot mediju in risbi kot konceptu. Ta je osrednje vezno tkivo, okoli katerega se pletejo skorajda vsa avtoričina dela. Avtorica mojstrsko obvlada temeljne prvine dobre risbe, kar ji omogoča, da lahkotno prehaja v vsa tista izrazna polja, kjer so v ospredju poteza, črta, linija, ki materializirajo tok misli in ga prevajajo v univerzalno vizualno govorico. Risba Andreje Gregorič ima torej različne odvode, ki segajo vse od ilustracije, študijskih skic, krokijev do samostojne risbe, širi pa jo tudi na specifično področje kolažev, kjer ruši meje med enim drugim. In temu razponu je posvečena tudi avtoričina tokratna razstava. Andreja Gregorič je sicer tudi slikarka in grafična oblikovalka, a tema poglavlja se velja posebej posvetiti ob kakih prihodnjih priložnostih. Razstava torej ponuja vpogled resda le v en segment avtoričinega dela, ki pa vendarle kaže kompleksnost pristopa Gregoričeve do umetniškega dela kot ustvarjalnega procesa in načina življenja hkrati. Njena dela nastajajo ves čas. V dela namreč prevaja svoj vsakdan kar sprti, dokler so vtisi še sveži in trenutki toliko živi, da jih še lahko ujame s svojo potezo. Iz njenih del diha posebno vzdušje, ki govori o tem, da avtorica ne ločuje umetniškega ustvarjanja od svojega življenja, ampak oboje med seboj tesno prepleta. Še posebej rada beleži življenje in utrip mesta, v katerem živi, mestne ulice, ljudi in vse, kar spada zraven. Kot prevladujoč motiv njenih del je mesto tako izpostavljeno kot vezni člen tudi na razstavi.



Razstava je razdeljena na tri segmente. V spodnjem prostoru je predstavljen cikel risb, ki so nastale v kombinaciji z mešanimi tehnikami, ta pa se povezuje s ciklom ilustracij, kombiniranih s kolaži, v zgornjem nadstropju. Oba združuje motiv mestnih vedut. Tu prihaja do izraza umetničina navdušenost nad urbano podobo in vzdušjem mesta kot takega. Pri tem se avtorica osredotoča zlasti na mesto, v katerem živi, na Ljubljano, občasno pa se v njenih delih najde tudi Škofja Loka in Piran. Tako v njenih delih prepoznamo mnoge tipične ljubljanske motive, a avtorica se tu seveda ne ustavi. Znotraj značilne mestne kulise, ki jo verodostojno upodobi, namreč išče in izpostavlja predvsem utrip mesta. Zanimajo jo vsakdanje, tudi banalne situacije, ljudje, zgodbe, ki jih skriva mesto. Zanima jo vse tisto, kar morda običajno človek v svoji vsakodnevni naglici spregleda. Mesto je zanj predvsem skupek trenutkov. Podoba mesta v osnovi podaja v njegovi sivini, vanjo pa nato intervenira z živobarvnimi poudarki, tam, kjer mesto pritegne njeno pozornost. Tako avtorica naš pogled usmerja zlasti k zanimivim detajlom ulic in trgov, pa k obrazom, mimiki, kretnjam in pogovorom mimoidočih. Dela dajejo možnost, da skozi avtoričine oči podoživimo vse tisto, kar je v nekem trenutku dneva vzbudilo njeno pozornost. Iz konkretnih lokacij konkretnega mesta Gregoričeva, zlasti v kolažih, prehaja tudi v domišljajska mesta, kjer podoba deluje kot hibrid med realnim in navideznim. Tretji sklop, ki ga tvorijo skicirke, predstavlja prav poseben segment razstave. Ponuja namreč vpogled v tisto najbolj zasebno intimnost avtoričinega ustvarjalnega in miselnega sveta, saj so tu razstavljene umetničine osebne beležke. Razkriva nam ozadje oziroma notranjost mestnega tkiva, torej dogodke, ki mestu dajejo dušo. Njene beležke so nekakšni dnevniški zapiski vtisov, ki jih je avtorica doživela zlasti na koncertih in jih neposredno na dogodkih sprti *beležila* v obliki skic. Gre za glasbene krokije, kjer ni več toliko poudarka na prostorskem kontekstu, ampak bolj na figuri, ljudeh, zlasti podobah in izrazih glasbenikov. Njena risba tu, v primerjavi s prejšnjima cikloma, postaja minimalistična, izrazito hipna, dinamična, poteza trepetljava, saj je omejena na kratko trajanje trenutka. Osebe so velikokrat zarisane le v grobi silhueti, a z zelo definiranimi držami in gibi, kar daje celoti dinamiko. Ta nedorečenost daje delom neko skrivnostnost in omogoča bolj svobodno in prosto pot gledalčevemu pogledu in misli kot dorečena in do polnosti izdelana risba. To velja tudi za podobe mestnega vrveža, ki jih Andreja Gregorič lovi v svoje skicirke med svojim po-

hajkovanjem po mestu. Lahko rečemo, da zato prav beležke razodevajo tisto najbolj primarno avtoričino izrazno moč. V njih je zajeta neposredna energija neke trenutne izkušnje, ki ne dopušča izgubljanja v nepomembnih detajlih, ampak zajema bistvo, to je avtoričin vtis nekega doživetega vzdušja.



Andreja Gregorič za svoje delo ne uporablja posebej zapletenega nabora materialov, tehnik ali orodja. Večinoma le svinčnik, akvarel, flomaster, rotring, barvice. Ne uporablja ogromnih formatov in različnih medijev, zadostujeta ji papir in beležka, da vanje intervenira s svojimi idejami in s tem ohranja spomin na nekaj, kar je lahko tudi naš skupen kolektiven spomin na mesto, v katerem živimo. Njena dela torej obravnavajo temo urbanega v kombinaciji z intimno poetiko avtorice. Ta je pogosta obarvana tudi s humorjem in igrivostjo, kar je tudi značilnost mnogih njenih knjižnih ilustracij – zlasti za otroke in mladostnike. Do zdaj je ilustrirala že več kot 47 knjig.

Risba kot specifično ustvarjalno področje ima dolgo zgodovino in sega še v čase jamskih slikarjev, ko se je človek prvič začel izražati. Od tu dalje je nenehno prisotna in je skozi zgodovino umetnosti postopoma pridobivala na svoji avtonomiji. Sprva je služila umetnikom kot pripomoček in pripravljalni medij za slikanje, potem pa se je osamosvojila. Pri nas je to stopnjo dosegla po 1. svetovni vojni, zlasti z risbami Frana Tratnika in Hinka Smrekarja. Potem je šel njen razvoj strmo naprej. Danes je risba eno od ključnih področij ustvarjanja in čeprav je pomembna za avtorje, kot izpričuje tudi delo Andreje Gregorič, in se ji vse več umetnikov tudi sistematično posveča, je še vedno treba opozarjati na njen potencial, avtonomni status in pomen v umetniškem sistemu. In k temu vsekakor pripomore tudi razstava, kakršna je avtoričina.

Andreja Gregorič zase pravi, da je kot majhna kradljivka drobnih, na videz neopaznih trenutkov, in

duhovito dodaja: »Če bi za takšne *tatvine* dajali kazni, bi jih imela že kar nekaj.« Še najbolj nazorno pa svoj ustvarjalni način osvetli, ko pravi: »K sreči skicirke in svinčniki na koncertih še niso prepovedani.« Od tu dalje je verjetno vsaka naša nadaljnja beseda odveč in se je najbolje prepustiti kar njenim umetniškim delom.

Barbara Sterle Vurnik



Andreja Gregorič

Rojena je bila 19. junija 1972 v Ljubljani. Po končanem šolanju na ljubljanski Gimnaziji Poljane je vpisala študij na Akademiji za likovno umetnost v Ljubljani, smer oblikovanje vizualnih komunikacij pod mentorstvom prof. Petra Skalarja. Diplomirala je pod mentorstvom prof. Zdravka Papiča in prof. dr. Staneta Bernika na temo oblikovanje in ilustriranje sodobne mladinske literature – oblikovanje knjige kot vizualno bralnega organizma. Med študijem se je usmerila predvsem na tri področja: področje oblikovanja, ilustracije in slikarstva. Slikarstvo je študirala pod mentorstvom prof. Franca Novinca.

Poleg slikanja se ukvarja z oblikovanjem in ilustriranjem knjižnih del s področja mladinske in otroške literature ter oblikovanjem celostnih grafičnih podob in notranjih interjerjev. Ustvarjanje na različnih interesnih področjih, ki so hkrati med seboj tudi sorodna in združljiva, je zanjo nenehen izziv. Je članica DLUL, Društva likovnih umetnikov Ljubljana, in članica sekcije ilustratorjev na Društvu likovnih umetnikov Ljubljana. Od leta 2008 ima status samozaposlene v kulturi. Leta 2009 in leta 2015 je prejela delavni štipendiji za perspektivne avtorje iz naslova knjižničnega nadomestila za ilustratorje in fotografe. Živi in ustvarja v Ljubljani.

ODPRTJE RAZSTAVE BOJAN GOLČAR - POSLEDICE

PONEDELJEK, 1. JUNIJ 2020

Nič več ne bo, kot je bilo

Pandemija, ki je zadnje mesece zagospodarila svetu, je marsikaj postavila na glavo. Čeprav naravovarstvene organizacije, znanstveniki in ozaveščeni posamezniki že leta opozarjajo, da s svojim načinom življenja in hiperprodukcijo dobrin ubijamo naš *modri planet*, a so prepogosto preslišani pri tistih, ki imajo moč odločanja v svojih rokah, nas je očem nevidni virus za hip ustavil in nas je narava v svoji, za nas nedoumljivi inteligenci opozorila, kako ne gre več naprej. Kajti tudi ko trenutna ogroženost mine, nič več ne bo, kot je bilo. Vprašanje pa ostaja, kakšno pot bomo kot človeštvo ubrali. Pot v bolj pravično delitev dobrin in trajnostni razvoj ali pa bo prevladalo sebično prilasčanje bogastva ter nadaljnje izkoriščanje in siromašenje naravnega bogastva.



Življenje na Zemlji je najveličastnejši in najkompleksnejši pojav, kar jih poznamo. Okolje in življenje sta nerazdružljivo prepletena. A naš planet je danes v hudi nevarnosti. Po vsem svetu uničujemo gozdove, puščave se širijo, reke in morja propadajo zaradi onesnaževanja. Tudi zrak, ki ga vdihavamo, se slabša. S tem, ko se ozračje segreva, se povečujejo puščave, ledeniki pa se topijo, kar zelo vpliva na vremenske razmere po svetu. Narava nas z vse pogostejšimi ekstremnimi vremenskimi pojavi opozarja, da se dogajajo spremembe, ki so lahko v bližnji prihodnosti nevarnost za naše bivanje na planetu. Sanje okoljevarstvenikov o rajju, ki ga izgublamo, so samo sanje, četudi kot posamezniki ne pustimo sledi, da smo proti onesnaženju storili vse, kar je v naši moči. Kot to, recimo, s svojimi izbranimi fotografijami že nekaj časa počne fotograf Bojan Golčar. Na njegovih fotografijah obstaja magično nevidna povezava med zemljo in nebom, skrivnostna pot, po kateri nekateri ljudje lahko hodijo. Izbrani, ne vsi. Tisti, ki vidijo, ki so dojeli bistvo in stremijo k rešitvi, ker se zavedajo,

da bodo podnebne spremembe zahtevale mnogo žrtev. Otoškim ljudem grozijo naraščanje morske gladine in orkani, ljudem na celini poplave in zemeljski plazovi, uničeni bodo alpski ekosistemi, vse večja grožnja je suša. Posledica podnebnih sprememb bo izumrtje številnih živali. Zaradi taljenja ledenikov bo zmanjkalo tudi veliko zalog pitne vode. V sodobni družbi je nemaren odnos do okolja zastrašujoč, saj kaže nezrel odnos posameznika do zdravega planeta. Z novo serijo fotografij Bojan Golčar o posledicah tega kratkovidnega odnosa ljudem odpira oči v upanju, da za rešitev Zemlje še ni prepozno. Prihodnost je velika uganka, ne moremo je določiti ali ugotoviti, kakšna bo, obstajajo pa teorije, ki se bodo morda uresničile, mogoče pa tudi ne. Golčar s svojimi futurističnimi fotografijami, ki ne prikazujejo vzrokov, temveč posledice podnebnih sprememb ter urbanega onesnaževanja zraka s smetmi in navzočnostjo ogljikovega oksida v zemeljski atmosferi, predstavlja svojo vizijo. Kakšne bodo dejanske posledice, bo pokazala prihodnost.

Ob fotografiranju sta danes vse bolj pomembna namen in razmislek, kaj fotografirati in zakaj, avtor naj bi vedel tudi, kako to povedati in koga bo to zanimalo. Osnova za Golčarjevo serijo fotografij *Posledice* so motivi iz narave, predvsem pokrajina, posneta na nizozemskem Frizijskem otočju. Lepota narave je avtorja tako prevzela, da je zlahka naredil serijo odličnih posnetkov, ki so izhodiščni material za vizualno pripoved o spremembah v naravi, ki jih povzročamo ljudje. Končne dodelane in izbrane podobe odtujene pokrajine ne prikazujejo dejanskih posledic ogrožanja Zemlje, saj avtorjev namen ni bil dokumentarni prikaz onesnaževanja ter vremenskih pojavov in naravnih nesreč, ki se povezujejo s podnebnimi spremembami.

Na Golčarjevih prejšnjih dveh serijah fotografij podobne ljudi niso navzoče, tokrat so. Morda bi bila marsikatera fotografija teh njegovih pokrajin, kjer se tu in tam pokaže zelena, bela in s svetlobo ožarjena modra barva, popolnoma normalna, a ko jo gledamo v kontekstu z izgubljenimi in osamljenimi miniaturnimi podobami ljudi, se sicer estetsko vabljiva podoba vidi drugače. Na nekaterih fotografijah so navzoči ljudje v svoji navidezni sproščenosti, kot da se posledic, ki so že tu in ki že vplivajo na nas, ne zavedajo, jih ne vidijo, se z njimi ne obremenjujejo. Na drugih fotografijah med miniaturnimi podobami ljudi in njihovimi nevidnimi stopinjami brez odmeva drhti podoba apokaliptične pokrajine v moreči in vse prežemajoči tihoti. Spet dru-

gje je svetloba na morju bleščeče zamolka, meče dolge žametne sence in oblačno, sivo grozeče nebo je kakor s kakšnega drugega planeta. Ljudje. Bližajo se morju in poskušajo ujeti valove, ki so jih nekoč preslišali. Na modri fotografiji, kjer ni barvne ločnice med pasom zemlje, morja in neba, so v ospredju porazgubljene skupine ljudi. Če bodo v svoja telesa vsrkali strah, bodo obupali, zblazneli. Voda se peni, jezna na svet, jezna na umazanijo, ki jo skriva v svojih utrujenih nedrjih, opustošenih globinah. Jezna na val, ki pride in takoj zbeži, zabriše sledi, se obrne in išče novo pot. Ki je ni več. Avtor v prizoru za prizorom predstavlja upočasnjeno pulzirajoče podobe, kar daje občutje verjetja v prihodnost. Popolna mirnost, mirovanje, a ne odsotnost, temveč navzočnost kot omotica.

Samotne luči, ograje, pomoli, ki brezizhodno izginjajo v daljavi, brezdušni vzorci razbrazdanih tal, razpokanine. Brezčasje. Hrepenenje. Ljudje, ki prisluškujejo zvoku pravih korakov. Sredi presušenega morja čakajo, da se gladina premakne in da v soju nežnih žarkov sonca zagledajo vse tisto, o čemer so tako dolgo sanjali. Veter jih poboža, premakne, pričara nasmeha na obraze in jasne poglede v očeh, polne neba, saj drugače ne more biti. In skozi čas opazijo, da so še vedno tam in da se ne bo nič spremenilo, če tudi sami ne bodo pripomogli k temu. Izbrane podobe gledalca ne puščajo neprizadetega. Perspektivna in tonska privlačnost, kompozicijska dovršenost, tehnična virtuoznost in izdatna računalniška večšina so lahko čisti formalizmi, če fotografije ne odkrivajo avtorjeve zamisli, njegovega osebnega pogleda na (tokrat) posledice vseh vrst onesnaževanja planeta. Kar Golčarju vsekakor uspeva.

Domišljijско futuristične podobe stanja Zemlje, v katerega brezglavo drvimo s svojimi dejanji, so ustvarjene z uporabo digitalnih orodij. Avtor je sam ustvaril vse fotografije za to serijo, noben posnetek ni vzet s spleta in tudi računalniška obdelava je njegovo delo. Pri nekaterih sestavljenih fotografskih podobah gre za združevanje dveh posnetkov, enega prek drugega, nekateri pa so (zaradi vsebinskih poudarkov) ustvarjeni le z računalniško obdelavo. V smislu doktrine šoka je avtor za končno podobo fotografij uporabil praske in madeže, spreminjal konture in barve. Tako radikalno kot človek posega v svoj naravni prostor, so radikalni tudi njegovi posegi v lastne fotografske posnetke. Z njimi je ustvaril ozračje sporočila, pri katerem je ohranil videz resnične podobe. Ne gre torej za pretirano uporabo filtrov in učinkov brez smisla, za *l'art pour l'art* torej, temveč za *ready made* lastnih posnetkov, s katerim je avtor poudaril dramatičnost apokaliptičnega videnja ranjenega sveta v prihodnosti. Vse te

možnosti je Bojan Golčar uporabil zato, da je čim bolj nazorno prikazal lastno občutenje groznje, ki lahko v bližnji prihodnosti postane resničnost. Njegova serija fotografij *Posledice* je le njegovo videnje, kajti nihče ne ve in nihče si niti približno ne upa napovedati, kakšen bo jutrišnji svet, ki umira pred našimi očmi. Le eno je gotovo: drugačen bo.

Tatjana Pregl Kobe



Bojan Golčar

Rodil se je 25. junija 1966 v Mariboru, po izobrazbi je magister managementa socialnih dejavnosti. Zaposlen je v Zavodu PIP – Pravni in informacijski center Maribor, kjer se ukvarja s področjem razvoja nevladnih organizacij in spodbujanjem sodelovanja med lokalno samoupravo in civilno družbo pri razvoju skupnosti. Fotografija ga privlači že od zgodnje mladosti, na fotografsko sceno pa je kot študent vstopil z gledališko fotografijo konec osemdesetih let prejšnjega stoletja, ko je ustvaril serijo fotografij gledaliških predstav režiserja Igorja Štromajerja z naslovom *Pogled pogleda*. Leta 1997 je sledila serija z naslovom *Medprostori teles*, ki jo je ustvaril v sodelovanju s plesalko in koreografinjo Mojco Kasjak. Ob ponovnem vstopu v resno fotografsko ustvarjanje se je posvetil ustvarjanju eksistenčnih in ekoloških zgodb. Serija dvesto dveh črno-belih fotografij *Usedline in sledovi*, ki je posvečena Mariboru, je našla svoje mesto poleg samostojnih predstavitev tudi v obsežni monografiji z enakim naslovom (Založba Litera, 2017). Istega leta je nastala tudi njegova serija fotografij z naslovom *Onkraj tišine*, s katero povezuje svojo strast do fotografije in glasbe ter se dotika usode propadajočih prostorov in vizije njihove nove namembnosti. Pri seriji fotografij *Posledice* je njegovo sporočilo namenjeno ekološki ozaveščenosti. Fotoknjigo *Posledice/Consequences* (samozaložba, 2019) se lahko naroči na avtorjevem elektronskem naslovu. Samostojno razstavlja od leta 1993 in je član Fotokluba Maribor. Živi in ustvarja v Mariboru.

Navadna pijavčnica (*Lysimachia vulgaris*)

Družino jegličevk vsi poznamo, saj v njo uvrščamo vrste, kot sta trobentica in ciklama. Drugi rodovi te družine, v katero spada okoli 800 vrst razširjenih v glavnem na severni zemeljski polobli, pa so vsaj po imenu manj znani. Tak je tudi rod pijavčnic (*Lysimachia*), ki je z nekaj vrstami zastopan tudi pri nas.

Navadna pijavčnica (*Lysimachia vulgaris*) je postavna rastlina, ki navadno zraste od 50 do 100 cm visoko. Na vrhu pokončnega, gosto kratkodlakavega stebela, ki je v zgornjem delu pogosto razvejano, se razvije mnogocvetno socvetje živorumenih cvetov. Pokončno steblo je olistano z jajčasto suličastimi listi, ki niso temno pikčasti. Stebelni listi so praviloma dolgi do 12 cm in razvrščeni v vretencih po tri ali štiri. Cvetovi v premeru merijo od 15 do 20 mm. Če cvet pogledamo od blizu, lahko opazimo, da je vseh pet rumenih venčnih listov pri dnu zraslih. Zelo prepoznavna značilnost te vrste je rdeč rob čašnih listov.

Ta, v Sloveniji splošno razširjena vrsta, je vezana na sončna rastišča z vlažnimi tlemi. Tako jo bomo v visokogorju in na suhih ali skalnatih pobočjih iskali zaman. Kraje, kjer uspeva, s svojimi cvetovi navadno poživi med junijem in avgustom.



Jošt Stergaršek

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

Flora Helvetica, K. Lauber in G. Wagner, Verlag Paul Haupt, Bern, 1998

Gradivo za Atlas flore Slovenije, N. Jogan (ur.), Center za kartografijo favne in flore SLO, Miklavž na Dravskem polju, 2001

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

Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji, B. Vreš et al., Pipinova knjiga, 2014

P. S. Pri opisu šmarne hrušice v prejšnji številki Novic sem zapisal, da tudi jablana in hruška spadata v rod *Prunus*, čeprav vsako od njiju uvrščamo v svoj rod. Jablano v rod *Malus*, hruško pa v rod *Pyrus*. Za neljubo napako se opravičujem.