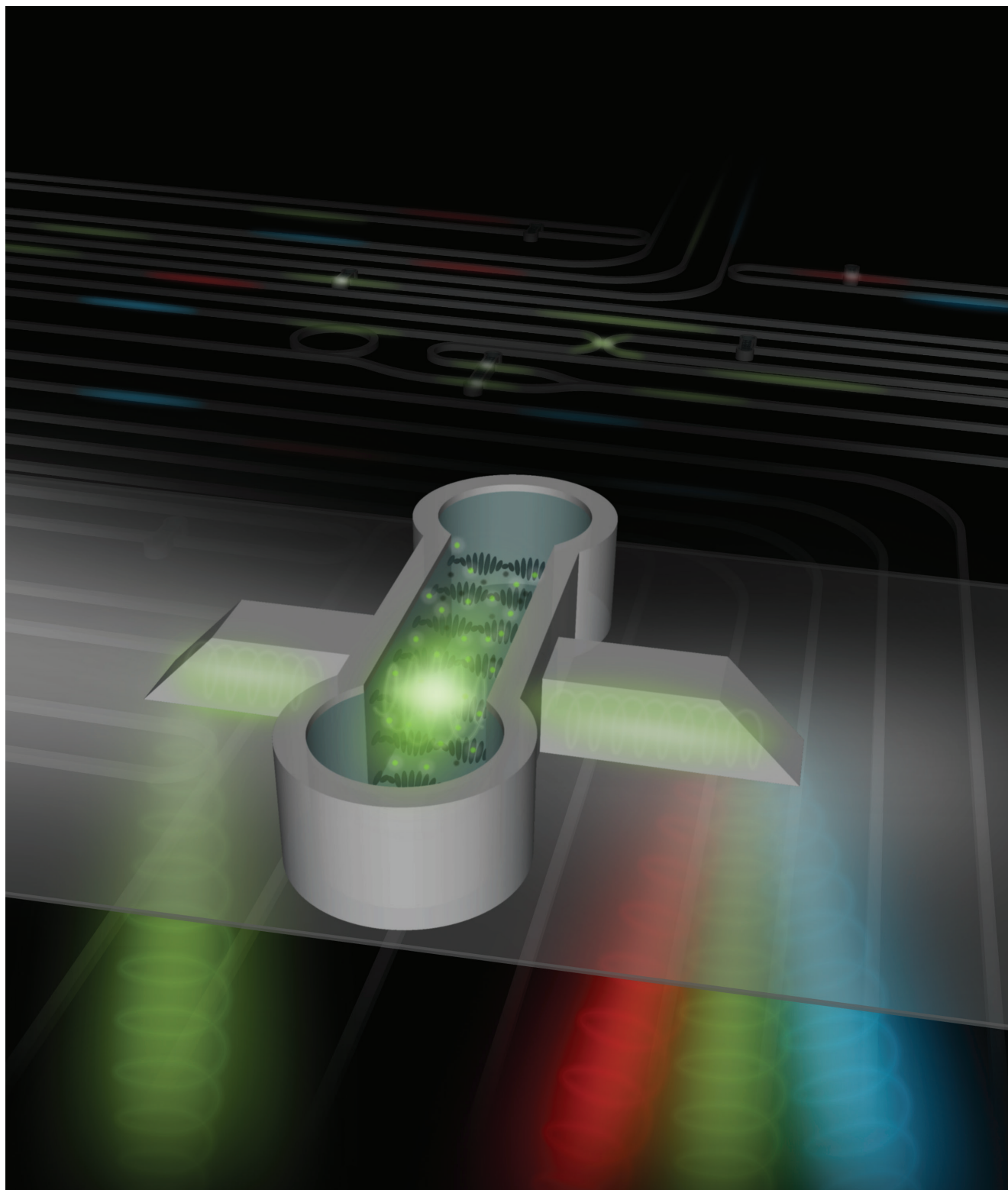


NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 213, oktober 2025



Prispevki letošnjih nagrajencev za zlati znak Jožefa Stefana ~ Predstavitev knjige o demenci ~ Mednarodna konferenca EARMA v Madridu ~ Odprtji razstav Tomaža Kržišnika in Bogdana Borčiča v Galeriji IJS

Raziskave IJS.....	3
Fizikalni modeli epitelijske morfogeneze.....	3
Učinkovito nevro-simbolno strojno učenje.....	6
Vpliv mikroplastike v zemlji na imunske procese pri kopenskem enakonožcu <i>Porcellio scaber</i> (Crustacea, Isopoda).....	9
Bralni kotiček.....	12
Bi brali, pa ne veste, kaj?	12
Kje so moji ključki	13
Prišli - odšli (15. 3.–18. 8. 2025).....	13
Minuli dogodki.....	15
Mednarodna konferenca na področju raziskovalnega menedžmenta – EARMA Conference	15
Kulturno dogajanje na IJS	15
Odprtje razstave Tomaža Kržišnika	15
Odprtje razstave Bogdana Borčiča.....	17

Novice IJS

Glasilo Instituta "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

ISSN 1581-2707, e-ISSN 1581-2715

Urednika: dr. Polona Umek in mag. Marjan Verč
 Lektorica: Špela Komac
 Foto: mag. Marjan Verč in avtorji prispevkov
 Naklada: 1250 izvodov

Naslovnica: Ilustracija prikazuje nekaj mikrometrov velik laser. Sestoji iz 3D tiskanih polimernih sten ter dveh prizem za usmerjanje svetlobe. Prostor med stenama zapolnjuje samourejen periodično zviti kiralni tekoči kristal s fluorescentnim barvilom, ki deluje kot resonator za zeleno svetlobo. S pulzom modre črpalne svetlobe preko prizme in optičnega vlakna vzbudimo molekule barvila v resonatorju, kar v nekaj nanosekundah sproži spontano emisijo zelene svetlobe. Ta se v resonatorju močno ojača, kar zaznamo kot zelen laserski pulz. Če za črpalnim pulzom v resonator še pred nastankom zelene svetlobe pošljemo pulz rdeče svetlobe, le-ta prek mehanizma resonančne stimulirane emisije (STED) ugasne vzbujene molekule in s tem prepreči nastanek zelenega laserskega pulza. Opisani optični element lahko deluje kot optično logično stikalo, futuristično povezovanje takšnih elementov v optična vezja za uporabo v optičnem računalništvu pa je ilustrirano v ozadju. Raziskave so bile narejene v okviru ERC projekta prof. dr. Igorja Muševiča. Rezultati raziskav so bili objavljeni v članku z naslovom *Microscale generation and control of nanosecond light by light in a liquid crystal* v reviji *Nature Photonics*.

Avtor slike: Jaka Zaplotnik (F-5)

https://www.ijs.si/ijsw/Novice_IJS, 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.



Fizikalni modeli epitelijske morfogeneze



Jan Rozman, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in IJS, Odsek za teoretično fiziko (F-1)

Objava je povzetek doktorskega dela *Fizikalni modeli epitelijske morfogeneze*, ki je bilo nagrajeno z zlatim znakom Jožefa Stefana. Jan Rozman je bil kot mladi raziskovalec zaposlen na Odseku za teoretično fiziko Instituta "Jožef Stefan", svojo karierno pot je nadaljeval na Rudolf Piers Centru za teoretično fiziko Univerze v Oxfordu ter se nato vrnil v Ljubljano.

Epitelij je ena od štirih vrst živalskih tkiv. Ima vlogo krovnega tkiva, ki tvori zunanjo površino večine organov in tlakuje telesne votline. Prav tako je epitelij ključni sestavni del zgodnjih zarodkov. Tako je razumevanje fizikalnega ozadja dinamike in oblik epitelijskih tkiv ključno za napredovanje znanja o razvoju in rasti živih sistemov. V doktorskem delu smo se posvetili izbranim teoretičnim vprašanjem s področja mehanike epitelijskih tkiv. Pri tem smo iskali splošna fizikalna pravila, ki stojijo za obnašanjem različnih epitelijev, in razvili model za dobro določen biološki sistem – jajčno kamrico vinske mušice.

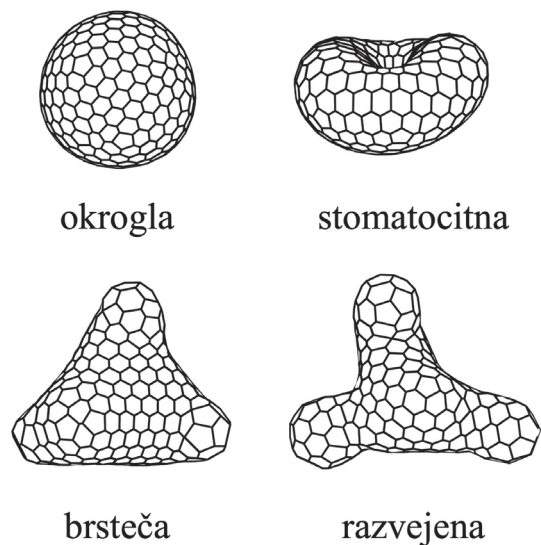
oblika celice opisana z le nekaj točkami, kar omogoča simulacije več sto ali celo več tisoč celic, hkrati pa model še vedno obdrži veliko informacij o obliki posamezne celice.

Inačica modela, uporabljena v študiji, je osnovana na površinskih napetostih v stranicah celic [6]. Epitelijska celica ima tri funkcionalno in biokemijsko različne vrste stranic: bazalno, ki je v stiku s podlago, lateralne, prek katerih je povezana s sosednjimi celicami, in apikalno, ki je usmerjena proti prostoru, kot je lumen organoida. Tako je smiselno pričakovati, da

Fizikalni model organoidov in resic

V prvem delu doktorskega dela smo se posvetili fizikalnemu ozadju raznolikih oblik organoidov. Organoidi so v laboratoriju ustvarjeni miniaturni organi, ki po obliki ali delovanju spominjajo na prave organe [1,2]. Tako so pomembno orodje v biologiji in zelo živo področje raziskav. Navkljub raznolikosti oblik organoidov pa imajo pogosto relativno preprosto strukturo, ki je sestavljena iz lupine celic okoli notranjega prostora (t. i. lumna). Tako nas je zanimalo, ali lahko najdemo (morda relativno preprosta) fizikalna pravila, ki določajo oblike takšnih celičnih lupin.

V ta namen smo proučili ogliščni model organoidu podobne celične lupine [3]. Epitelijske celice imajo pogosto prizmatično obliko. Tako jih v formalizmu ogliščnega modela [4,5] opišemo kar kot prizme, katerih obliko določa lokacija oglišč. Oglišča v modelu predstavljajo delce, ki se premikajo kot posledica različnih sil, ki delujejo v tkivu. S tem je celotna



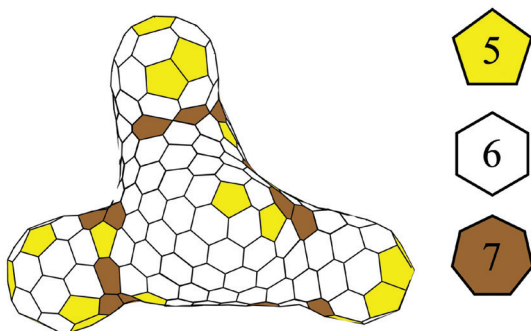
Slika 1: Primeri oblik organoidov, ki jih dobimo s teoretičnim ogliščnim modelom epitelijske lupine [3].

so tudi mehanske lastnosti stranic celic različne, kar smo v modelu opisali kot različno površinsko napetost na apikalni, bazalni in lateralnih stranicah celic.

Presenetljivo lahko ta relativno preprost model opiše nastanek več karakterističnih oblik organoidov (slika 1). Če sta tako apikalna kot bazalna površinska napetost relativno visoki, je energijsko ugodno, da je površina organoida čim manjša, torej ima okroglo obliko. Če je visoka le zunanja (tj. bazalna) površinska napetost, se organoid uviha, tako da spominja na skodelico oziroma na stomatocitno obliko lipidnega vezikla. Če je visoka le notranja napetost, pa nastane brsteča oblika. Ključno so vse celice v modelu organoida mehansko enake, tako da oblike nastanejo v posledici kolektivne mehanike celotnega tkiva in ne zaradi diferenciranih območij posebnih celic z ločenimi mehanskimi lastnostmi.

Vseeno pa zgoraj predstavljeni model ni mogel razložiti najbolj arhitektične, razvejene oblike organoidov. Za nastanek slednje je bilo treba dodati še en mehanizem: aktivne menjave sosedov. Kot se vidi na sliki 1, tvorijo celice tlakovanje tkiva, tako da ima vsaka celica dobro določene sosedje, s katerimi je v stiku. Te sosedje lahko zamenja pasivno, kot odziv na druge sile v tkivu, ali pa kot aktiven proces. Že od prej se je vedelo, da aktivna menjava sosedov fluidizira tkivo [6].

Izkazalo se je, da takšna aktivna fluidizacija prek menjav sosedov res omogoči nastanek razvejenih oblik. Pri tem je v nastali obliki prišlo do sklopitve med geometrijo in topologijo tkiva. Celice v tkivu imajo iz topoloških razlogov večinoma šest sosedov. Tako so celice z več ali manj kot šestimi sosedi t. i.



Slika 2: Teoretični model razvejanega organoida. Barva označuje število sosedov celice (rumena za pet sosedov, bela za šest in rjava za sedem). Celice s petimi sosedi najdemo predvsem na vrhu vej, tiste s sedmimi sosedi pa v sedlastih območjih blizu dna vej [3].

heksatični topološki defekti v tkivu. V nastalem razvejenem organoidu so bile celice s petimi sosedi prisotne predvsem na vrhu vej, torej na območju, ki je lokalno okroglo. Celice s sedmimi sosedi pa so bile prisotne večinoma ob dnu vej, kjer je geometrija lokalno sedlasta (slika 2). Takšna sklopitev med geometrijo in lokacijo heksatičnih topoloških defektov je v splošnem dobro poznana [7], po naši najboljši vednosti pa smo prvi pokazali, da ima potencialno vlogo v razvoju epitelijskih tkiv.

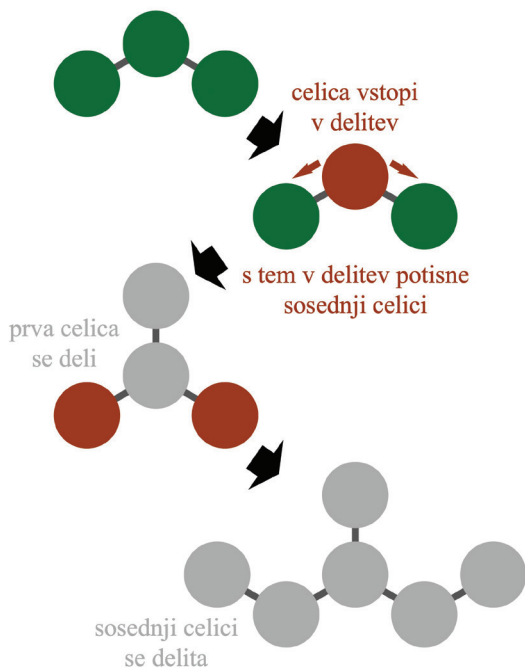
Teoretični model, osnovan na površinskih napetostih in aktivni menjavi sosedov, smo nato uporabili tudi za razumevanje oblik ravninskih tkiv pod vplivom zunanjega stiska [8]. Ponovno se je izkazalo, da lahko tak relativno preprost model obrazloži nastanek različnih morfologij, kot so longitudinalne in labirintne gube. Ob prisotnosti aktivnih menjav sosedov pa so v tkivu nastale resice, kot jih najdemo v črevesju. Te so bile podobne vejam v razvejenih organoidih. Tako kot pri modelu organoidov so heksatični defekti s petimi sosedi prevladovali na vrhu resic, tisti s sedmimi pa ob njihovem dnu. To je kazalo na splošnost rezultatov originalne študije in predstavljalo dodatni dokaz za pomembno vlogo topologije v razvoju živih sistemov.

Dominantni kloni v jajčni kamrici vinske mušice

V zadnjem delu doktorskega dela smo se posvetili fizikalnemu ozadju specifičnega biološkega problema: nastanku dominantnih klonov v jajčni kamrici vinske mušice *Drosophila melanogaster* [9]. Kloni so potomci celice in o dominantnih klonih lahko govorimo, ko kloni majhnega deleža začetne populacije po več generacijah delitev postanejo nesorazmerno številčni. Nastanek dominantnih klonov v npr. kolonijah bakterij lahko razložimo kot posledico genetskih ali pozicijskih prednosti deleža začetne populacije. Do nastanka dominantnih klonov pa pride tudi pri razvoju organizmov (na primer v srcu ribe zebrice, ki je eden najpogostejše proučevanih organizmov). V teh sistemih so vse celice genetsko enake in tako se še ne razume dobro, kako lahko v njih najdemo dominantne klone. Primer razvojnega sistema, v katerem najdemo dominantne klone, je tudi jajčna kamrica vinske mušice. Kot bo razvidno iz sledečega, je ta posebej primerna za analizo nastanka dominantnih klonov v odsotnosti genetskih prednosti dela populacije.

Zarodek vinske mušice po oploditvi nastane iz celice, imenovane oocita. Ta se razvije v t. i. jajčni kamrici [10], v kateri je poleg oocite še petnajst dodatnih celic, celotno kamrico pa obdaja krovno epitelijsko

tkivo. Dominantne klone najdemo v slednjem. Jajčna kamrica med razvojem oocite namreč raste in tako se morajo celice v krovnem tkivu deliti, da tkivo pokrije celotno kamrico. Sprva je krovnih celic manj kot sto, naposled pa do tisoč. Posebnost celic krovnega tkiva jajčne kamrice je, da je njihova celična delitev nepopolna. Po delitvi hčerinski celici namreč ostaneta povezani z medceličnim kanalčkom. Ker so sorodne celice tako povezane, se klone lahko rekonstruira iz stacionarnih posnetkov kamrice. Takšna analiza pokaže, da so med rastjo krovnega tkiva nastali dominantni kloni, čeprav bi morale biti vse krovne celice genetsko enake.



Slika 3: Skica modela gozdnega požara za sklopljene delitve celic v jajčni kamrici vinske mušice. Začnemo s tremi povezanimi celicami (v zelenem). Srednja celica spontano vstopi v delitev (rdeče) in s tem v delitev potisne svoji povezani sosed. Po delitvi se celice nekaj časa ne morejo deliti (sivo) [9].

Iz prejšnjih študij se je vedelo, da so delitve v krovnem tkivu presenetljivo pogoste v sosednjih celicah [11]. Iz tega je sledila hipoteza, da bi bile lahko delitve »sklopljene« prek medceličnih kanalov. Torej, ko bi prva celica vstopila v delitev, bi prek difuzije proteinov čez kanale v delitev »potisnila« svoje sosede.

Da bi ugotovili, ali lahko takšna sklopitev delitev povzroči nastanek dominantnih klonov, smo oblikovali matematični model rasti kamrice, ki krovno

tkivo opiše kot topološko mrežo povezanih celic. Delovanje mreže je bilo osnovano na t. i. modelu gozdnega požara [12]. V originalnem modelu, ki služi kot zanimiv dinamičen sistem, posamezna točka v mreži predstavlja drevo, ki je lahko v enem izmed treh stanj: i) normalno drevo, ii) goreče drevo in iii) pogorelo drevo. Ogenj lahko zagori spontano ali pa skoči na sosednje drevo, pogorelo drevo pa lahko po nekaj časa ponovno zraste. V naši inačici modela so celice prevzele vlogo dreves, spontana delitev celice pa vlogo spontanega požara. Tako kot je ogenj v originalnem modelu lahko skočil na sosednje drevo, lahko delitev neke celice zdaj vzbudi delitev v njenih s kanalom povezanih sosedah (slika 3). Tako kot pogorelo drevo potrebuje nekaj časa, da spet zraste, se celica po delitvi nekaj časa ne more ponovno deliti.

S pomočjo modela smo pokazali, da je sklopitev delitev res zadostni pogoj za nastanek dominantnih klonov v odsotnosti kakršnihkoli genetskih ali pozicijskih prednosti dela populacije, saj lahko ena sama spontana delitev povzroči znatno rast klona [9]. Pri tem so se statistične lastnosti populacij klonov v simulacijah in ekseprimentalnih meritvah dobro ujemale. Hkrati so rezultati tega dela predstavljali tudi nov, čeprav posreden dokaz za vzbudljivo naravo celičnega cikla.

Literatura

1. S. Dahl-Jensen and, A. Grapin-Botton; Development, 2017, 144, 946–951
2. N. de Souza; Nat. Methods, 2017, 15, 23
3. J. Rozman, M. Krajnc, P. Zihlerl; Nat. Commun., 2020, 11, 3805
4. R. Farhadifar, J.-C. Röper, B. Aigouy, S. Eaton, F. Jülicher; Curr. Biol., 2007, 17, 2095–2104
5. D. Bi, J. Lopez, J. M. Schwarz, M. L. Manning; Nat. Phys., 2015, 11, 1074–1079
6. M. Krajnc, S. Dasgupta, P. Zihlerl, J. Prost; Phys. Rev. E, 2018, 98, 022409
7. D. R. Nelson, L. Peliti; J. Phys., 1987, 48, 1085–1092
8. J. Rozman, M. Krajnc, P. Zihlerl; Eur. Phys. J. E., 2021, 44, 99
9. J. Imran Alsous, J. Rozman, R. A. Marmion, A. Košmrlj, S. Y. Shvartsman; Nat. Phys., 2021, 17, 1391–1395
10. S. Horne-Badovinac, Integr. Comp. Biol., 2014, 54, 667–676
11. S. J. Airolidi, P. F. McLean, Y. Shimada, L. Cooley; J. Cell Sci., 2011, 124, 4077–4086
12. P. Bak, K. Chen, C. Tang, Phys. Lett. A., 1990, 147, 297–300

Učinkovito nevro-simbolno strojno učenje



Blaž Škrlić, Odsek za tehnologije znanja (E-8)

Objava je povzetek doktorskega dela ***Učinkovito nevro-simbolno strojno učenje***, ki je bilo nagrajeno z zlatim znakom Jožefa Stefana.

Uvod

Strojno učenje je v zadnjih petnajstih letih postalo ena od dominantnih panog modernega računalništva. S porastom nevronske metode, ki so osnovane na globokem učenju (*angl.* deep learning), je reševanje prej težko rešljivih problemov postalo bolj preprosto. Primeri vključujejo prepoznavo slik, klasifikacijo in generiranje besedil, učenje na relacijskih podatkovnih zbirkah ter podatkovno zlivanje (*angl.* data fusion) [1]. Kljub visoki uspešnosti reševanja problemov marsikatera metode globokega učenja ostajajo nerazložljive – kot avtorji metod lahko zagotavljamo dobro napovedno točnost, a nismo več sposobni natančno pojasniti obnašanja algoritma. Razložljivost je ključnega pomena v domenah, kjer je prisotno veliko tveganje (npr. odločanje v medicini). Omogoča tudi poglobljeno razumevanje pojava kot takega – če razumemo, zakaj se je sistem dobro naučil na primer razpoznavati različne tematike v besedilih, nam to da dodaten uvid v ključne lastnosti podatkov, ki tovrstno klasifikacijo omogočajo. Razložljivost je tesno povezana z drugim tipom metod – s simbolnimi pristopi. Algoritmi s tega področja omogočajo gradnjo simbolnih opisov podatkovnih podmnožic s pomočjo pravil in odločitvenih dreves ter s tem ohranjajo razložljivost (domenski strokovnjak dobro razume pridobljena pravila). Za razliko od nevronske metode so simbolne metode praviloma počasnejše ter pogosto ne omogočajo primerljive napovedne točnosti [2]. V doktorskem delu smo raziskali presek omenjenih tipov metod nevro-simbolnega strojnega učenja. Zanimalo nas je, kje so meje med simbolnim in nesimbolnim, kako

učinkovito je lahko kombinirano učenje in kaj so glavne omejitve, vezane na tip podatkov.

Glavni tipi podatkov

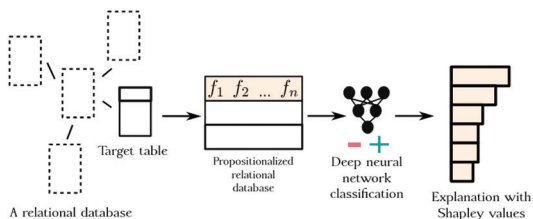
V analizi podatkov smo pogosto soočeni z različnimi tipi podatkov. Bralec morda najpogosteje upravlja s tabelarnimi podatki – tak tip podatkov je pogost denimo v biomedicini, pri spremljanju krvnih meritev in v genomiki pri spremljanju izražanja genov [3]. V doktorskem delu smo tako razvijali metode za reševanje problema rangiranja značilnosti za tabelarne podatke. Sodobni eksperimentalni podatki imajo na primer lahko tisoče značilnosti, a le manjša podmnožica je ključna za denimo razlikovanje med pacienti. Razumevanje tovrstnih podmnožic značilnosti omogoča iskanje novih biomarkerjev in boljše razumevanje pojava.

Poleg tabelarnih podatkov so sploh s porastom jezikovnih modelov [4] vse pogosteje analizirani tekstovni podatki. Tu govorimo o korpusih dokumentov, ki jih na primer želimo gručiti ali razvrščati. Dokumenti so pogost tip podatka pri analizi sovranskega govora na družbenih omrežjih, pri analizi podatkov pacientov na izvidih in analizi spletnih strani. V doktorskem delu se osredotočamo predvsem na klasifikacijo besedil – proces razvrščanja dokumentov v preddefinirane kategorije. Za razliko od tabelarnih podatkov tekstovni podatki nimajo inherentne reprezentacije – uporaba neobdelanega teksta ni nujno dobra strategija. Večina sodobnih metod deluje na podlagi učenja reprezentacij, kjer se ključni vidiki besedila izluščijo kot del modela (vektorska vložitev).

Zadnji tip podatkov, obravnavanih v doktorskem delu, so relacijski podatki. Ta tip podatkov je na primer prisoten v biologiji (omrežja proteinskih interakcij) in pri analizi aktivnosti na socialnih platformah. V doktorskem delu imamo opravka predvsem s homogenimi omrežji, torej tistimi, ki imajo isti tip vozlišč. Podobno kot pri besedilih tudi pri omrežjih običajno ne uporabljamo izvirne reprezentacije, ampak se te naučimo v procesu strojnega učenja.

Izbrane metode

V okviru raziskave, ki je vodila do prve metode, smo razdelali podobnosti in razlike med modernjšimi algoritmi za relacijsko učenje, ki delajo na osnovi vektorskih vložitev, ter simbolnimi metodami, ki delujejo na osnovi pretvorbe relacijskih zbirk v tabelarične podatke. Analiza algoritmov z obeh področij je vodila do razvoja dveh nevro-simbolnih pristopov, PropDRM in PropStar [5]. Metodi predstavljata dva mogoča pristopa združitve nevronskega algoritma s simbolnimi. V metodi PropDRM najprej uporabimo proces propozicionalizacije, tj. pretvorbe relacijske zbirke v tabelarično (slika 1).



Slika 1: Metoda PropDRM [5].

V tem procesu s prehodom čez relacijsko bazo ter vzorčenjem podatkov omogočamo gradnjo tabele, ki v isti tabeli vključuje povzetke ključnih relacij (slika 2).

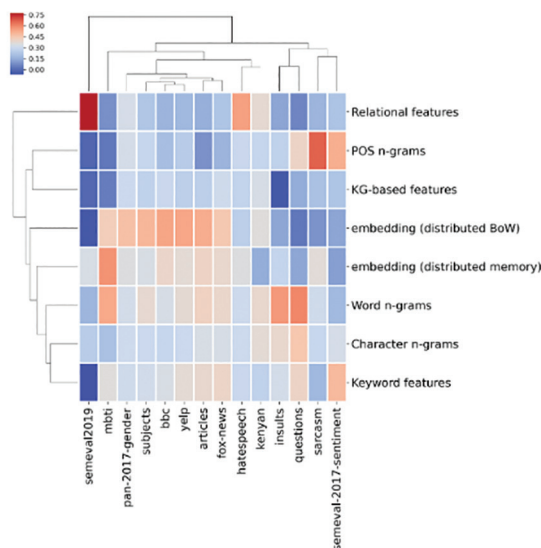
Instance	$f_1 \wedge f_2$	$f_3 \wedge f_2$	$f_1 \wedge f_3$	$f_5 \wedge f_2$	$f_4 \wedge f_1 \wedge f_5$	Class
1	1	1	1	1	0	+
2	0	1	0	0	1	+
3	0	0	1	0	0	-
4	0	1	0	0	1	-
5	1	0	0	0	1	-

Slika 2: Primer rezultata propozicionalizacije [1].

Na ta način problem pretvorimo iz domene, kjer je strojno učenje računsko zahtevno, v domeno, kjer so algoritmi za klasifikacijo dobro raziskani. V primeru metode PropDRM pokažemo, da z uporabo globoke nevronske mreže nad tako pretvorjenimi podatki omogočimo dobro klasifikacijsko točnost, a hkrati

omogočimo gradnjo razlag z metodologijo SHAP [6]. V metodi PropStar pa za razliko od gradnje tabele direktno gradimo vektorske vložitve na primer entitet v relacijski bazi. Ko imamo vse vložitve, jih lahko primerjamo in prek tovrstnih primerjav omogočimo klasifikacijo. To delo je eno prvih, kjer smo pokazali direktno povezavo predhodno znanih simbolnih metod z modernjšimi nevronske. Prav tako smo v delu pokazali konstrukcijo razlag napovedi, kar predhodno na tem področju ni bilo dobro raziskano.

Področje analize naravnega jezika je v preteklih letih doživelo preporod. Nevronske mreže so dominanten algoritem za doseganje visokih klasifikacijskih točnosti v različnih domenah. V doktorskem delu smo raziskali, ali je vedno tako ter ali je mogoče avtomatsko izpeljati optimalno množico reprezentacij besedila, tako simbolnih kot reprezentacij, zgrajenih na osnovi nevronske mreže. V delu autoBOT [7] smo predstavili metodo, ki je ena prvih za nevro-simbolno gradnjo reprezentacij besedil. Izrabimo tako predtrenirane jezikovne modele (npr. BERT [8]) kot tudi kopico simbolnih reprezentacij besedil (ključne besede, tematike, gruč dokumentov ...). Metoda autoBOT je osnovana kot diferencialna evolucija – iterativni proces, kjer na vsakem koraku različne reprezentacije prispevajo h končni klasifikaciji. Tisti, ki metodo uporablja, tako ne potrebuje nobenega predznanja o tipih reprezentacij in domenskih hevristikah. Tak tip metod lahko umestimo na področje avtomatiziranega strojnega učenja (AutoML). V delu smo pokazali, da z metodo autoBOT dosežemo dobro klasifikacijsko točnost, hkrati pa smo sposobni

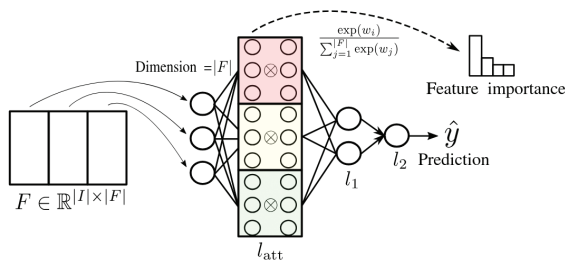


Slika 3: Primerjava dobljenih uteži za različne tipe reprezentacij. Za različne probleme klasifikacije pristop najde različne ključne reprezentacije [7].

primerjati prispevke različnih reprezentacij h končni odločitvi, kar je preboj na področju razločljivosti.

Metoda je bila osnovana tako, da deluje na prenosnih računalnikih – s tem je dostopna praktično vsakomur.

V doktoratu rešimo tudi takrat odprt problem luščenja ocen načilk direktno iz nevronske mreže, zgrajene za probleme na tabelarnih podatkih. Predstavimo metodo SAN (Self-Attention Networks) [9] – prvi pristop za luščenje pomembnosti značilk s pomočjo mehanizma pozornosti v nevronske mreže.



Slika 4: Pregled metode SAN (Self-Attention Networks) [9].

Gre za mehanizem, ki omogoča učenje relacij med deli vhodnih podatkov. Mehanizem pozornosti je bil izvirno predstavljen na področju strojnega prevajanja in analize besedil. V okviru doktorata smo ga prenesli na domeno tabelarnih podatkov in nevronske arhitekture, smiselne za na primer večznačno klasifikacijo. V delu smo pokazali, da z mehanizmom pozornosti lahko izluščimo ocene značilk, primerljive z ustaljenimi metodami (npr. rangiranje s pomočjo naključnih gozdov). Rezultati dela so bili že uporabljeni v praksi za analizo rastlinskih patogenov.

Zaključek

V okviru doktorskega dela smo raziskali omejitve in potencial neuro-simbolnih pristopov za relacijsko učenje ter analizo tekstovnih in tabelarnih podatkov. Za vsak tip podatkov smo našli povezavo z ustaljenimi metodami in razdelali smiselnost združevanja pristopov. Pri relacijskem učenju se je na primer izkazalo, da so simbolni pristopi direktno združljivi z nevronskimi, a to ni bilo enako očitno v primeru klasifikacije besedil, kjer sta bili potrebni ločena optimizacija in poravnava simbolnih in ne-

vronskih prostorov (vložitve). V delu smo pokazali, da je mogoče doseči boljšo napovedno točnost, a vseeno ohraniti vsaj del razločljivosti – enega ključnih vidikov metod za boljše razumevanje procesa odločanja. Predstavljene rešitve so dostopne kot odprtokodna orodja, kar omogoča razširitev in prilagoditve za nove domene uporabe.

Literatura

1. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
2. Hitzler, P., & Sarker, M. K. (Eds.). (2022). Neuro-symbolic artificial intelligence: The state of the art.
3. Zhang, X., Jonassen, I., & Goksøyr, A. (2021). Machine learning approaches for biomarker discovery using gene expression data. *Exon Publications*, 53–64.
4. Naveed, H., Khan, A. U., Qiu, S., Saqib, M., Anwar, S., Usman, M., ... & Mian, A. (2023). A comprehensive overview of large language models. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*.
5. Lavrač, N., Škrlić, B., & Robnik-Šikonja, M. (2020). Propositionalization and embeddings: two sides of the same coin. *Machine Learning*, 109, 1465–1507.
6. Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in neural information processing systems*, 30.
7. Škrlić, B., Martinc, M., Lavrač, N., & Pollak, S. (2021). autoBOT: evolving neuro-symbolic representations for explainable low resource text classification. *Machine Learning*, 110(5), 989–1028.
8. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019, June). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the 2019 conference of the North American chapter of the association for computational linguistics: human language technologies, volume 1 (long and short papers)* (pp. 4171–4186).
9. Škrlić, B., Džeroski, S., Lavrač, N., & Petković, M. (2020). Feature importance estimation with self-attention networks. In *ECAI 2020* (pp. 1491–1498). IOS Press.

Vpliv mikroplastike v zemlji na imunske procese pri kopenskem enakonožcu *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda)



Andraž Dolar, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

Objava je povzetek doktorskega dela Vpliv mikroplastike v zemlji na imunske procese pri kopenskem raku *Porcellio scaber*, ki je bilo marca 2025 nagrajeno z zlatim znakom Jožefa Stefana.

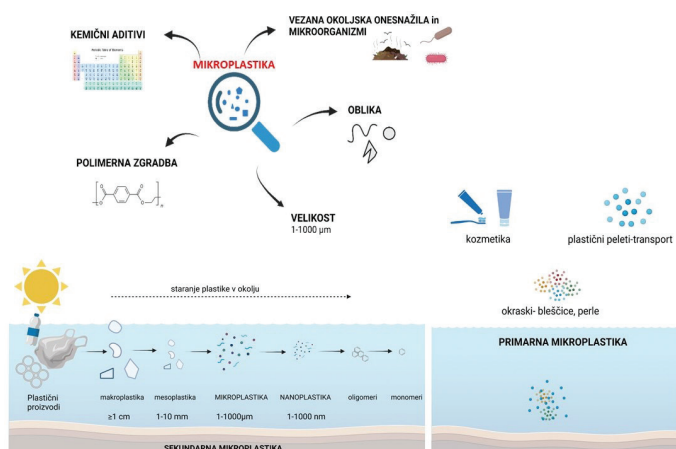
Kaj je plastika oziroma mikroplastika?

Življenja brez plastike, ki jo odlikujejo nepogrešljive lastnosti, kot so preprosta izdelava, odpornost proti vodi ter kemična, temperaturna in svetlobna obstojnost, si danes skoraj ne predstavljamo več. Posledično proizvodnja plastičnih materialov iz leta v leto skokovito narašča, pri čemer se ocenjuje, da je bilo samo v letu 2023 proizvedenih kar 413,8 milijona ton plastike¹. S povečevanjem proizvodnje plastičnih materialov pa se na drugi strani povečuje tudi problematika odpadne plastike, ki se v velikih količinah odlaga v okolju. V okolju je odpadna plastika podvržena različnim abiotičnim in biotskim procesom razgradnje, ki vodijo v nastanek manjših delcev plastike, vse do mikroplastike in nanoplastike².

Mikroplastiko predstavljajo heterogeni plastični delci velikosti od 1 µm do 1000 µm, ki se med seboj med drugim razlikujejo tudi po obliki (kroglice, fragmenti, vlakna, granule ipd.), polimerni sestavi (npr. PP, PE, LDPE, HDPE, PET, PS) in v kemičnih

dotokih, ki so plastiki dodani med proizvodnjo z namenom pridobitve želenih lastnosti³ (slika 1). V okolju se lahko na površino mikroplastike vežejo tudi različna organska in anorganska onesnažila ter mikroorganizmi. Slednji pa se nato z nje, skupaj z različnimi kemičnimi dodatki, lahko tudi sproščajo nazaj v okolje. Mikroplastiko v grobem ločimo na primarno in sekundarno (slika 1). Primarna mikroplastika je že izdelana plastika mikrometrskih

velikosti, ki se uporablja v industriji in izdelkih za osebno rabo, v okolje pa vstopa z odpadnimi vodami iz gospodinjstev in industrijskih obratov, medtem ko sekundarna mikroplastika nastaja med drugim tudi v okolju, z razpadom večjih plastičnih materialov pod vplivom mehanskih, kemičnih in bioloških dejavnikov⁴.



Slika 1: Lastnosti mikroplastike ter delitev na primarno in sekundarno mikroplastiko.

Okoljska problematika mikroplastike

Onesnaženost okolja z mikroplastiko je bila dolgo časa spregledana, v zadnjem času pa je predvsem zaradi dolgotrajnega kopičenja v okolju in možnih negativnih vplivov na ekosisteme prepoznana kot aktualna globalna grožnja, vredna pozornosti. Svetovni oceani so do nedavnega veljali za vročo točko plastičnega onesnaženja oziroma za ponor mikroplastike v okolju, sladkovodni sistemi in kopno pa zgolj

kot vir in transportne poti mikroplastike v oceane, zaradi česar je bil sprva poudarek večine raziskav prav na mikroplastiki v oceanih⁵. Na ta račun je bila onesnaženost kopenskega okolja z mikroplastiko dolgo časa zanemarjena problematika, v zadnjem času pa vse več raziskav potrjuje, da je v primerjavi z vodnimi ekosistemi (npr. oceani) prav kopenski ekosistem najbolj ogrožen zaradi mikroplastike. Najnovejše raziskave kažejo, da se približno 80 % vseh svetovnih plastičnih odpadkov deponira na odlagališčih na kopnem, zaradi česar je letni izpust mikroplastike na kopno od 4- do 23-krat večji v primerjavi z oceani^{5,6}. Najpomembnejše vire mikroplastike za kopensko okolje predstavljajo odpadne vode in blato iz čistilnih naprav ter razpadanje večjih plastičnih materialov na manjše delce. Poleg tega pa še legalna in divja odlagališča, atmosfersko usedanje, kompostiranje, promet (obraba pnevmatik in zavor) ter v veliki meri plastika v kmetijstvu, npr. plastične folije za zastirke^{5,6,7}.

Učinki mikroplastike na okolje

Mikroplastika v tleh lahko vpliva na fizikalne (struktura, poroznost, kapaciteta zadržane vode) in kemične lastnosti tal (rodovitnost, prenos in izmenjava ionov)^{8,9}, aktivnost in pestrost mikrobnih združb^{10,11}, transport, obstojnost in usodo kemikalij¹² ter navsezadnje tudi na talne organizme^{13,14}. Zgolj redke študije na talnih nevretenčarjih poročajo o izrazitih negativnih vplivih mikroplastike na preživetju organizmov¹⁵, medtem ko se večina raziskav osredotoča na proučevanje subletalnih sprememb na nivoju organov, tkiv, celic in molekul, ki odražajo odgovor na stres, ki ga za organizem predstavlja mikroplastika s pridruženimi spremembami v okolju. Znano je, da so učinki mikroplastike lahko posledica neposrednega delovanja onesnažila na organizem ali pa posredni zaradi sprememb homeostatskih mehanizmov, npr. kot posledica spremenjenega mikrookolja¹⁶. Ker pa organizmi ves čas težijo k vzpostavitvi stabilnega notranjega ravnovesja ali homeostaze, potencialne negativne vplive mikroplastike in drugih onesnažil bolj ali manj uspešno preprečujejo oziroma blažijo z aktivnim uravnavanjem različnih fizioloških procesov. Med pomembnejšimi in občutljivejšimi sistemi, odgovornimi za uravnavanje homeostaze, je tudi imunski sistem, ki igra ključno vlogo pri zaznavanju in odzivanju na notranje in zunanje izzive^{16,17,18}. V tem pogledu se številne komponente, prirojene imunosti pri rakah in drugih nevretenčarjih, uporabljajo kot pomembni biološki označevalci (tj. imunski parametri) v ekotoksikoloških raziskavah¹⁸. Vrednost imunskih označevalcev je namreč v njihovi občutljivosti, ključni pomen pa je v sposobnosti napovedovanja

subletalnih vplivov na višjih ravneh biološke organizacije. Tako recimo vse več raziskav poroča o različnih okoljskih onesnažilih oziroma stresorjih, vključno z mikroplastiko, ki vplivajo na imunski status organizma oziroma izzovejo spremembo imunskih parametrov. Namen tovrstnih raziskav je proučiti, kako stresorji, kot je mikroplastika, oblikujejo in vzdržujejo variacijo imunskega sistema ter kaj te spremembe pomenijo za organizem¹⁹.

Učinki mikroplastike v tleh na kopenske rake enakonožce

V raziskavi smo kot testni organizem uporabili navadno mokrico oziroma kopenske rake enakonožce vrste *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda) (slika 2). Navadna mokrica predstavlja uveljavljen modelni organizem v okoljskih raziskavah, medtem ko v ekosistemu igra pomembno vlogo razkrojevalca odmrlega organskega materiala in s tem prispeva h kroženju snovi v naravi. V doktorski nalogi smo proučili vpliv različnih tipov mikroplastik in vpliv trajanja izpostavitve na imunske procese pri raku *P. scaber*. To smo izvedli z analizo izbranih imunskih parametrov v krvi oziroma hemolimfi, tj. »analiza krvne slike«, ter analizo izražanja genov, povezanih z imunostjo, v krvnih celicah in prebavni žlezi hepatopankreas. V ta namen smo v prvem delu raziskave kot prvi optimizirali metode za spremljanje izbranih imunskih parametrov pri *P. scaber*, tj. komponent prirojene imunosti, čemur je sledil podroben opis temeljnih celičnih ter humoralnih komponent in njihovih sprememb v povezavi s simptomatsko bakterijsko in virusno okužbo²⁰. Poznavanje dinamike imunskega odziva v primeru simptomatske mikrobne okužbe *P. scaber* je dober model, ki pomaga pri razumevanju in interpretaciji zapletenih odzivov v primeru različnih okoljskih onesnažil, npr. mikroplastike.

Poskusni organizem smo izpostavili različnim okoljsko relevantnim tipom in koncentracijam mikroplastik v zemlji (npr. LDPE, PP, PET in delci pnevmatik) in tako potrdili spremembo imunskih procesov pri *P. scaber* na podlagi spremenjenega nivoja merjenih imunskih parametrov v primerjavi s kontrolo. Ugotovili smo, da vsi testirani tipi mikroplastik povzročijo zmerne spremembe v imunskih procesih pri *P. scaber* po tritedenski izpostavitvi, pri čemer med posameznimi tipi mikroplastik obstajajo razlike v naboru spremenjenih imunskih parametrov in jakosti njihove spremembe^{21,22,23}. Določili smo zelo različne fizikalno-kemijske lastnosti testnih tipov mikroplastik (oblika, velikost, različne koncentracije in vrste dodanih kemikalij), vendar nismo opazili povezave med različnimi lastnostmi in ugotovljenimi učinki.



Slika 2: Navadna mokrica oziroma rak enakonožec *Porcellio scaber* Latreille (Vir: Teo Delić).

Obsežnejše spremembe oziroma spremembo večjega nabora merjenih parametrov smo opazili predvsem v primeru višjih testnih koncentracij mikroplastik, pri čemer pa obstajajo razlike v odzivih organizma v odvisnosti od tipa mikroplastike, trajanja izpostavitve in drugih testnih pogojev. V raziskavi smo testirali tudi vpliv naravnih mikrodelcev, tj. celuloznih vlaken in kremenčevega peska, na imunske procese *P. scaber*. Ugotovili pa smo, da naravni mikrodelci pri danih testnih pogojih ne izzovejo sprememb izbranih imunskih parametrov²².

Preverili smo tudi vpliv različnih trajanj izpostavitve mikroplastiki na *P. scaber* in pokazali izrazito dinamične in prehodne spremembe vrednosti merjenih imunskih parametrov v krvi, ki so predvsem izrazite po kratkotrajni izpostavitvi, medtem ko se po dolgotrajni izpostavitvi postopoma povrnejo na nivo kontrole^{22,23}. Ta dinamičen in prehodni odziv opisuje način delovanja imunskega sistema organizma, ki se uspešno odzove na motnjo (stresor) in v organizmu ponovno vzpostavi ravnovesje. Po različnih trajanjih izpostavitve mikroplastiki smo dokazali tudi povečano metabolno aktivnost *P. scaber*, kar izkazuje povečane energetske potrebe homeostatskih mehanizmov, kot je imunski sistem, za vzpostavljjanje stabilnega notranjega ravnovesja in obrambo organizma. Ti rezultati dokazujejo, da lahko mikroplastika v tleh posredno oziroma neposredno izzove spremembe v fizioloških procesih organizma, tj. spremeni imunski status organizma. Z analizo kapacitete zadržane vode v zemlji smo podprli našo domnevo, da mikroplastika v tleh značilno vpliva na fizikalne lastnosti zemlje, te spremembe pa povzročijo posredne vplive na poskusni organizem.

Rezultati doktorske raziskave potrjujejo, da mikroplastika v tleh posredno oziroma neposredno vpliva na imunski status kopenskega raka *P. scaber*. Ob tem pa se odpira vprašanje, kaj tovrstne spremembe

imunskih parametrov pomenijo za organizem z vidika imunokompetence, tj. sposobnosti soočenja organizma z novimi stresorji v okolju²⁴.

Literatura

1. PlasticsEurope, 2024. Plastics – the fast facts 2024. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2024/> (dostopano 23. 6. 2025).
2. K. N. Fotopoulou, H. K. Karapanagioti; Hazardous chemicals associated with plastics in the marine environment, 2019, https://doi.org/10.1007/698_2017_11
3. N. B. Hartmann, T. Hüffer, R. C. Thompson, M. Hassellöv, A. Verschoor, A. E. Dagaard, S. Rist, T. Karlsson, N. Brennholt, M. Cole, M. P. Herrling, M. C. Hess, N. P. Ivleva, A. L. Lusher, M. Wagner; Environmental Science & Technology, 2019, 53, <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>
4. K. Zhang, A. H. Hamidian, A. Tubić, Y. Zhang, J. K. Fang, C. Wu, P. K. Lam; Environmental Pollution, 2021, 274, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116554>
5. A. A. Horton, A. Walton, D. J. Spurgeon, E. Lahive, C. Svendsen; Science of the Total Environment, 2017, 586, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>
6. Y. Chae, Y. J. An; Environmental Pollution, 2018, 240, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.008>
7. J. J. Guo, X. P. Huang, L. Xiang, Y. Z. Wang, Y. W. Li, H. Li, Q-Y. Cai, C-H. Mo, M. H. Wong; Environment International, 2020, 136, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105263>
8. R. W. Chia, J. Y. Lee, J. Jang, H. Kim, K. D. Kwon; Journal of Soils and Sediments, 2022, 22, <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03254-4>
9. F. Wang, Q. Wang, C. A. Adams, Y. Sun, S. Zhang; Journal of Hazardous Materials, 2022, 424, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127531>
10. Y. Cheng, W. Song, H. Tian, K. Zhang, B. Li, Z. Du, W. Zhang, J. Wang, J. Wang, L. Zhu; Chemosphere, 2021, 267, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129219>
11. M. Yi, S. Zhou, L. Zhang, S. Ding; Water Environment Research, 2021, 93, <https://doi.org/10.1002/wer.1327>
12. M. Zhang, L. Xu; Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2022, 52, <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1845531>
13. H. Wei, L. Wu, Z. Liu, M. Saleem, X. Chen, J. Xie, J. Zhang; Ecotoxicology and Environmental Safety, 2022, 230, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113150>

14. Y. Zhang, X. Zhang, X. Li, D. He; Current Opinion in Environmental Science & Health, 2022, 26, <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100327>
15. D. Cao, X. Wang, X. Luo, G. Liu, H. Zheng; IOP Conference series: Earth and Environmental Science, 3rd international conference on energy materials and environment engineering, Bangkok, 2017, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/61/1/012148>
16. T. Renault; Fish & Shellfish Immunology, 2015, 46, <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.04.011>
17. T.S. Galloway, M. H. Depledge; Ecotoxicology, 2001, 10, <https://doi.org/10.1023/A:1008939520263>
18. C. J. Coates, K. Söderhäll; Journal of Invertebrate Pathology, 2021, 186, <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107492>
19. R. P. Ellis, H. Parry, J. I. Spicer, T. H. Hutchinson, R. K. Pipe, S. Widdicombe; Immunology, 2011, 30, <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.03.017>
20. A. Dolar, R. Kostanjšek, C. Mayall, D. Drobne, A. J. Kokalj; Developmental & Comparative Immunology, 2020, 113, <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103789>
21. A. Dolar, S. Selonen, C. A. M. Gestel, V. Perc, D. Drobne, A. J. Kokalj; Science of The Total Environment, 2021, 772, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144900>
22. A. Dolar, D. Drobne, M. Dolenec, M. Marinšek, A. J. Kokalj; Science of The Total Environment, 2022, 818, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151816>
23. A. Dolar, D. Drobne, M. Narat, A. J. Kokalj; Environmental Pollution, 2022, 314, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120233>
24. A. Dolar, T. Petrišič, D. Drobne, A. J. Kokalj; Science of The Total Environment, 2024, 925, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171698>

BRALNI KOTIČEK

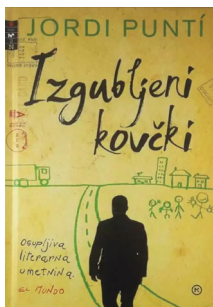
Bi brali, pa ne veste, kaj?

Spodaj vam ponujamo nekaj bralnih predlogov za kakšne bolj kisle jesenske dni. Upamo, da boste med raznolikimi naslovi našli kaj zase. Vsekakor pa je včasih dobro odložiti knjigo (tudi delo in predvsem telefon!), se primerno obleči in obuti ter oditi na en sprehod, četudi z dežnikom. Po svežem zraku

se skodelica toplega napitka in dobra knjiga še bolj priležeta!

Prijetno branje!

Anja Blažun, Irena Rebov



Roman

Izgubljeni kovčki

Jordi Puntí



Zgodovinski roman

Na klancu

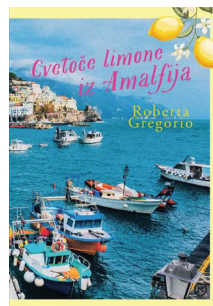
Tina Vrščaj



Potopis

Z jadrnico čez Arktiko

Miran Tepeš



Ljubezenski roman

Cvetoče limone iz Amalfija

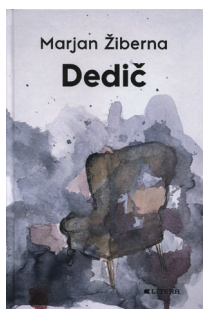
Roberta Gregori



Družbeni, zgodovinski roman

Sicilijanski levi: saga o rodbini Florio

Stefania Auci



Roman

Dedič

Marjan Žiberna



Družbeni roman

Sive čebele

Andrej Kurkov

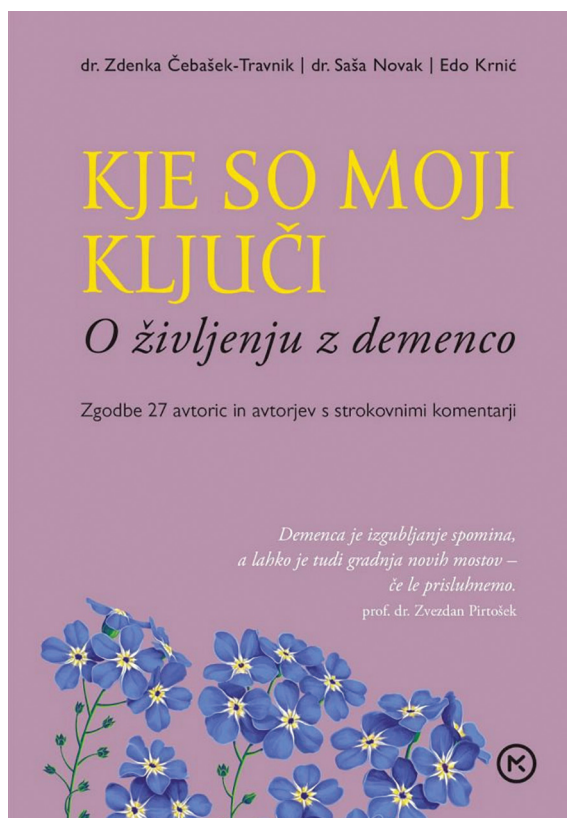
Kje so moji ključi

V bralnem kotičku vam želimo predstaviti še eno knjigo, ki jo priporočamo za branje – to je knjiga *Kje so moji ključi*, ki je izšla pri založbi Mladinska knjiga poleti 2025. Knjiga je dragocen pripomoček za svoje ljudi z demenco in za študente medicine. Skozi pripovedi ljudi, ki se dnevno srečujejo z ljudmi z demenco, odpira prostor za razumevanje bolezni in razvijanje empatije. Zgodnje prepoznavanje demence, ki prizadene več kot 47.000 ljudi v Sloveniji, je izjemnega pomena. Pri nastajanju knjige je sodelovala tudi dr. Saša Novak, naša upokojena sodelavka.

Kje so moji ključi je zbirka kratkih zgodb, ki razkrivajo raznolike oblike demence. 27 avtoric in avtorjev piše iz različnih perspektiv: svojcev in oskrbovalcev, oseb z demenco, zdravnikov in zunanjih opazovalcev. Zgodbe temeljijo na resničnih dogodkih, literarna domišljija pa jim daje toplino, globino in kanček distance.

Gre za prijetno in hkrati ganljivo branje – zgodbe ne prikrivajo težkih trenutkov, ki jih prinaša bolezen, a znajo izluščiti tudi drobce humorja. Ob njih so strokovni komentarji psihiatrinje, ki ponujajo dragocen vpogled ter pomagajo bralkam in bralcem bolje razumeti simptome in dinamiko demence.

Knjiga je namenjena vsem, ki se z demenco srečujejo osebno ali poklicno, pa tudi vsem, ki radi berejo dobre kratke zgodbe. Predstavlja most med medicino



in literaturo. Spominja nas, da demenca ni nujno konec, ampak je lahko tudi začetek nečesa novega.

Ideja za knjigo se je rodila po literarnem natečaju *Od solz do smeha z demenco* (dec. 2023) v sklopu projekta *Znanost na cesti*. Zmagovalec natečaja Edo Krnić se je pridružil dr. Saši Novak pri zbiranju, pisanju in urejanju zgodb. Dragocen strokovni prispevek je dodala psihiatrinja dr. Zdenka Čebašek Travnik.

PRIŠLI - ODŠLI

Prišli - odšli (15. 3.–18. 8. 2025)

Zaposlili so se:

- 17. 3. dr. Matteo d'Angelo, asistent z doktoratom, K5
- 17. 3. Gašper Štimec, področni svetovalec, E3
- 17. 3. Sadig Gojajev, mladi raziskovalec, E6
- 1. 4. dr. Chenyang Xie, asistent z doktoratom, K3
- 1. 4. Mojca Kristl, strokovna delavka v raziskovalni dejavnosti, CEU
- 1. 4. Dragomir Založnik, strokovni delavec v raziskovalni dejavnosti, F5

- 1. 4. dr. Judita Mamuzic, uveljavljena razisk., F9
- 1. 4. Ajay Pratap Sharma, mladi raziskovalec, R4
- 1. 4. dr. Magd-El-Din Mohamed Abdel Wahab, znanstveni svetnik, E6
- 3. 4. dr. Njomza Ajvazi, asistentka z doktoratom, K3
- 3. 4. dr. Dawid Marek Strzelczyk, asistent z doktoratom, E6
- 1. 4. Jana Šeme, strokovna delavka v raziskovalni dejavnosti, F5

14. 4. Polona Jezeršek, področna svetovalka III, MICR
 14. 4. dr. Eva M Tuba, uveljavljena raziskovalka, E7
 15. 4. Yury Holubeu, asistent, F1
 1. 5. Tadej Horvat, strokovni delavec v raziskovalni dejavnosti, E9
 1. 5. Aleš Kopše, strokovni delavec v raziskovalni dejavnosti, U3
 1. 5. dr. Aleksandrina Petkova Yaneva, asistentka z doktoratom, F2
 1. 5. Sebastijan Skrbinšek, samostojni strokovni sodelavec, E9
 1. 5. Timon Grabovac, področni svetovalec III, E9
 1. 5. dr. Darinka Primc, znanstvena sodelavka, K9
 10. 5. Damjana Jankovič, vodja enote v razis. dejavnosti, U1
 15. 5. Laura Martinčič, področna svetovalka III, F6
 1. 6. Jan Rugelj, področni svetovalec, E9
 1. 6. Damar Hoogland, asistent, E8
 1. 6. dr. Juraj Nikolić, asistent z doktoratom, K8
 1. 6. Domen Šnuderl, strokovni delavec v razis. dejavnosti, F8
 1. 6. Jaka Jereb, samostojni strokovni sodelavec, E1
 23. 6. dr. Toshikaze Chiba, znanstveni sodelavec, F1
 1. 7. Gal Špan, področni svetovalec, SVZD
 1. 7. Sara Kos, strok. delavka v razis. dejavnosti, E3
 2. 7. dr. Brajesh Rajesh Bhagat, asistent z doktoratom, K3
 5. 7. dr. Stephane Jedele, znanstveni sodelavec, F1
 7. 7. dr. Shaikh Ahmed Saad, znan. sodelavec, F1
 15. 7. dr. Eva Lucija Kozak, asist. z doktoratom, F4,
 15. 7. dr. Marin Tadić, višji znanstveni sodelavec, F3
 4. 8. dr. Igor Tominec, znanstveni sodelavec, E6
 18. 8. mag. Senja Požar, koordinatorka za mednarodne projekte, IRCAI

Novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu.

Odšli:

16. 3. Luka Medic, asistent, F1
 31. 3. dr. Miroslav Hopjan, znanstveni sodelavec, F1
 31. 3. dr. Jan Rupnik, strokovni svetnik z doktoratom, E3
 31. 3. Andrej Debevec, strokovni delavec v raz. dejavnosti, K5
 31. 3. dr. Sebastijan Nemec, asist. z doktoratom, K8
 31. 3. Lara Plohl, mlada raziskovalka, B1
 31. 3. dr. Primož Cigoj, asistent z doktoratom, E5
 31. 3. dr. Abida Zahirović, asist. z doktoratom, B3
 31. 3. Mark Zver, asistent, F4
 30. 4. dr. Martin Košiček, asistent z doktoratom, F6
 30. 4. Merdžana Kovačević, računovodkinja, U4
 30. 4. dr. Blaž Bortolato, asistent z doktoratom, F1
 14. 5. dr. Doris Potočnik, strok. razis. sodelavka, O2
 21. 5. Abhilash Krishnamurthy, asistent, K7
 24. 5. Karmen Pavlovič, strokovna delavka v razis. dejavnosti, U6
 31. 5. dr. Alaka Panda, asistentka z doktoratom, K5
 31. 5. Miha Dagarin, samostojni strok. sodelavec, F9
 31. 5. Jure Ftičar, področni svetovalec, O2
 31. 5. Urban Bolarič, področni sekretar, U1
 31. 5. dr. Ignacio Asensi Tortajada, asistent z doktoratom, F9
 31. 5. dr. Ervin Pfeifer, vodilni strokovni sodelavec z doktoratom, IRCAI
 16. 6. Dijana Šabović Brezac, samostojna strokovna delavka, U9
 30. 6. dr. Dania Consuegra Rodriguez, asistentka z doktoratom, F9
 30. 6. dr. Nikola Simidjijevski, asist. z doktoratom, E8
 30. 6. dr. Spase Stojanov, asistent z doktoratom, B3
 30. 6. dr. Hui Zhao, asistentka z doktoratom, F7
 30. 6. dr. Jyotirmoi Borah, znanstveni sodelavec, F9
 30. 6. prof. dr. Andrej Lipej, znanstveni svetnik, E6
 3. 7. dr. Carina Esteves Pinto Kozmus, asistentka z doktoratom, B2
 6. 7. Žiga Perne, samostojni strokovni sodelavec, R4
 4. 7. prof. dr. Igor Jenčič, strokovno raziskovalni svetnik, ICJT, upokojitev
 5. 7. dr. Ahmad Turki Yousef Al-Anaqreh, asistent z doktoratom, E6
 14. 7. mag. Mojca Koder, višja strokovna delavka v razis. dejavnosti, U1
 15. 7. dr. Igor Zajc, višji strokovno raziskovalni sodelavec, K8, upokojitev
 15. 7. Urška Pelcar, vodja enote v raziskovalni dejavnosti, U2
 31. 7. doc. dr. Marko Petric, znanst. sodelavec, F2
 8. 8. dr. Siddharth Parashari, znanst. sodelavec, F9
 19. 8. dr. Jason Thomas Fisher, asistent z doktoratom, E1

Barbara Gorjanc

Mednarodna konferenca na področju raziskovalnega menedžmenta – EARMA Conference

Med 5. in 9. majem 2025 je v Madridu potekala ena največjih mednarodnih konferenc na področju raziskovalnega menedžmenta – EARMA Conference/INORMS 2025. Dogodka se je udeležila ekipa sodelavk z različnih področij Instituta "Jožef Stefan": Vesna Butinar (K9), Saša Škof (F8), Tanja Klopčič (R4), Urška Kisovec (F6), Nina Rehar (R4), Tina Vrabec (O2), Karmen Pavlovič, Tanja Ferleš (U6), Tadeja Česnik (U6) in Klavdija Š. Tomsich (U2).

Konferenca je združila strokovnjakinje in strokovnjake z vsega sveta ter ponudila bogat program s poudarkom na strateškem upravljanju raziskav, digitalnih rešitvah v podpori znanstvenemu delu, odprti znanosti ter profesionalnem razvoju raziskovalnih menedžerjev in administratorjev.

Članstvo v EARMA in udeležba na tovrstnih dogodkih igrata ključno vlogo pri krepitevi kompetenc, izmenjavi izkušenj in vzpostavljanju mednarodnih



povezav ter omogočata, da podporni kader na IJS deluje agilno, sodobno in v koraku z razvojem evropskega raziskovalnega prostora.

* Kratica EARMA pomeni European Association of Research Managers and Administrators — Evropsko združenje raziskovalnih menedžerjev in administratorjev.

KULTURNO DOGAJANJE NA IJS

Odprtje razstave Tomaža Kržišnika Moja zgodba

Ponedeljek, 17. februarja 2025, ob 18. uri

Na krilih zlate ptice

V povojnem času, ko je Tomaž Kržišnik odraščal v Žireh, tam ni bil deležen kakšne posebne likovne vzgoje. Česar se je iz otroštva spominjal, so bila kakšna rezljana vrata po vasi, kakšna slika na steklo ali jaslice za božič. Ampak iz želje po ustvarjanju, ki se je kazala v čisto drobnih stvareh, je s petnajstimi leti odšel v Ljubljano, kjer se je vpisal na šolo za umetno obrt, na oddelek za notranjo arhitekturo. To je bil zanj povsem drug svet. Takrat so podeželani bivali v Domu Ivana Cankarja, v tako imenovanem DICu, kar je bilo zelo pomembno zaradi druženja s podobno mislečimi sošolci. Še pomembnejše pa je bilo, da je imel odlične profesorje, česar se je še posebej zavedal pozneje, ko je sam postal visokošolski pedagog. V nekdanji Jugoslaviji takrat ni bilo šole za oblikovanje, razen v Beogradu Akademija za primenjeno umjetnost. Ljubljanska Akademija za likovno umetnost



pa je bila za dijake s srednje šole za oblikovanje bolj zaprta, raje so sprejemali dijake iz gimnazij in drugih humanističnih srednjih šol. Tako je začel s

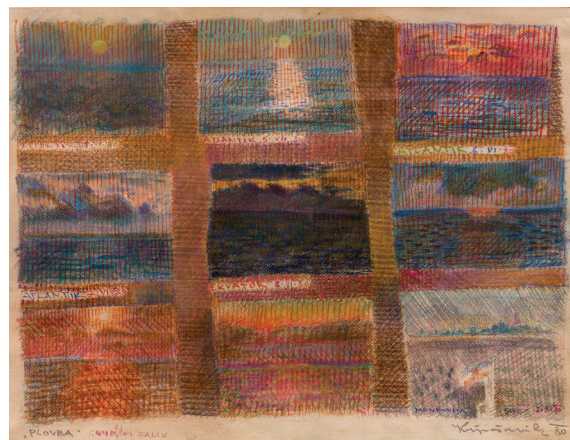
študijem na Pedagoški akademiji v Ljubljani, kjer ga je učil profesor Zoran Didek, izjemen pedagog in ustvarjalna osebnost. In profesor, ki je bil študentom nekakšen drugi oče. V drugem letniku je za svoje študente organiziral razstavo v Moderni galeriji, kjer je Kržišnik sodeloval s kompozicijo pastelov in imel v katalogu objavo čez celo stran. Bil je navdušen, napisal je prošnjo za štipendijo Prešernovega sklada in jo tudi dobil. Odločil se je za študij na Poljskem, kjer je imela znotraj univerze poljske akademije in tamkajšnje umetnosti nasploh vizualna umetnost določeno avtonomijo. Bila je nekako underground. Tudi sicer je umetnost za Poljake po tradiciji zelo pomembna, tako kot je religija – vsa umetnost tam ima po tradiciji zelo veliko težo. Kot edini Jugoslovčan med študenti iz vse Evrope se je počutil izjemno, imel je najboljše profesorje, čas njegovega študija pa se je pokrival tudi s 1. mednarodnim bienalom plakata in takrat je bil poljski plakat v svetu nesporno vodilen. Tu je kot diplomsko delo iz ilustracije nastala *Zlata ptica* (1971), s katero je Tomaž Kržišnik poletel svojim vizijam naproti.

V zanosnem ustvarjanju različnih tehnik (slike, risbe, pasteli, grafike, kseroksi, kolaži, izrezanke ...) in likovnih področij (plakati, lutke, unikatno oblikovanje v keramiki, steklu in kamnu, notranja arhitekturna oprema, medaljerstvo ...) so nato v različnih časovnih pasovih nastajala vsa njegova dela, osvobodena strogih okvirov resničnosti, grajena na risbi in barvi. Tudi pri oblikovanju plakatov, izvirnih knjig in ilustracij.

Risba je bila kot njegovo osrednje izrazno sredstvo zaznavno navzoča v vseh njegovih ustvarjalnih medijih. V svojih zaključenih risarskih ciklih iz 70. in 80. let do izteka 90. let prejšnjega stoletja (*Rim*) ter v zaključnem ciklu *Barcelona* (2006/7) je upodabljal vrvež mest s potovanj po vsem svetu. Posebne so vizualne zgodbe intimnih prijateljskih druženj, ki jih je upodabljal na svojih risbah, v njih je zapuščal svoje korenine, svoj jezik, smeh, ljudi, ki jih je imel rad. S poudarjeno risbo je izpostavil karakteristike prijateljev in znancev tako, da je iz anatomskih danosti in fiziognomije mogoče zaznati zunanje značilnosti posameznega lika in odkriti njegove notranje, osebnostne lastnosti.

Za podobe pokrajin, ustvarjenih s pasteli, je značilna drugačna, čvrstejša kompozicija, v katero so vključene osnovne značilnosti pokrajine, naslikane s pretanjenim občutkom za barve. Ker so Kržišnikovi pasteli večinoma nastajali v naravi, je barve z intimno tankočutnostjo izbiral glede na trenutno razpoloženje. V toplih ali hladnejših tonih z žlahtno

razprtimi niansami delujejo ubrano. V zavezujočem odnosu barve z resničnostjo pokrajine so tudi linije, ki razgaljajo slikarjev odnos do nje.



Slika *Večeri na Atlantiku* (1980) je nastajala v pastelni tehniki na trimesečnem potovanju z ladjo ob afriški obali, kjer sta bila z njim pisatelja Slavko Pregl in Mate Dolenc. Pod devet podob sončnega zahoda je zapisal lokacije in točne datume, pod osrednjo piše *Ekvator, 8. 6. 80*. Pod sliko levo je podnapis *Plovba*, na desni spodaj podpis in letnica. Tudi sicer se je na svoja dela večinoma podpisoval in jih označil z letnico nastanka. Na sliki obmorskega mesta (*Piranska nostalgija*, 2005/6), kjer je z družino preživel tako veliko časa, sta se srečala dva navidezno nezdružljiva svetova, dve časovni obdobji, ki sta daleč narazen, zgodovinska preteklost v podobi skladatelja Tartinija in čas umetnikovega bivanja v njem. Njuno srečanje je bilo mogoče le v svetu idej, v umetnosti, kjer se v sobivanje spojijo realnost, vizija in občutje. Čeprav je barva pri tem najbolj pomembna, mu je bila enako ljuba tudi črna risba v spontanem zapisu roke, ki se je dotikala platna in drsela v ritmu, blagem, kot je bil on sam.

S slikovitostjo svojega dela je vtisnil osebni pečat tudi v številne likovne opreme ambientov, ki so v Sloveniji docela ohranjeni. Izjema je poseben ambient na Hrvaškem, ki je v osnovi zahteval sončnost, brezskrbnost in mir, daleč proč od vse bolj agresivnega kapitalizma. Celostna podoba *Slasčičarne* v dubrovniškem kompleksu *Vrtovi sunca* (arhitekt Janez Kobe, 1986) je vključevala likovno opremo tal, sten, atraktivnega pulta in še posebej nizov drobnih luči, ki so kot ptice lebdeli v prostoru. Javni lokal in zanj neznatna barvna intimnost svetlih barv in kržišnikovsko črtno porisane keramike je bil poln tihega in mirnega posedanja, premišljevanja in poletnega sanjarjenja, kjer se v čudovitih barvnih akordih čas ustavi. Danes bi se ta lokal s svojo izvirnostjo

uspešno upiral povodnji multinacionalk, a je bil med vojno na Hrvaškem uničen, zbombardiran.

V času globalne medijske usmerjenosti v materialno obliko življenja je malo tistih, ki vztrajno sledijo svoji poti in poskušajo dopovedati, da življenjska paleta v sebi nosi barve tisočernih listov in cvetov, ki kot sestavni del vključujejo tudi vsa protislovja, ki jih življenje nosi s sabo. V dobi, v kateri odraščajo milenijci in ki nebrzdano drvi v strašljivo realnost pametne inteligence, s katero se rojeva generacija T, je umetnost Tomaža Kržišnika za tak svet skoraj neresnična, pravljična, ekspresivna z mnogimi primesmi kubizma in fovizma. Likovna svoboda mu je vse življenje omogočala drzno krmarjenje med hotenim in spontanim, med zavednim in nezavednim, med nadzorovanim in nenadzorovanim, med razumskim in čustvenim. Prevladujoči element je bil vedno odvisen od njegovega trenutnega razpoloženja, ne glede na to, s katero umetniško različico se je v določenem obdobju ukvarjal.

Bil je častni meščan v Žireh in tudi dobitnik Groharjeve nagrade. Svojo umetniško širino in ljubezen do domačega kraja je izkazal tudi z odločitvijo, da na travniku za svojo hišo – ateljejem v Žireh zasadi botanični vrt. To odločitev je omogočilo dejstvo, da je bila njegova tašča Juta Krulc (1913–2015), priznana slovenska krajinska arhitektka. V ustvarjalnem sožitju vseh treh je že od leta 1977 nastajal Kržišnikov vrt, ki je pomemben prispevek k biotsko in likovno raznovrstni podobi mesta Žiri. V tem vrtu ob njegovi

rojstni hiši, kjer danes živi žena Maja in sin Tadej, je tudi njegovo poslednje počivališče. Tako, kot si je v mladosti želel oditi, si je želel tu za vedno ostati.

Tatjana Pregl Kobe

Tomaž Kržišnik

Rojen je bil 9. februarja 1943 v Žireh. Po zaključeni Srednji šoli za oblikovanje leta 1962 se je vpisal na Višjo pedagoško šolo v Ljubljani in leta 1964 na Akademijo za likovno umetnost v Varšavi, kjer je leta 1968 pridobil naziv magistra knjižne ilustracije. Po vrnitvi v Ljubljano je med letoma 1973 in 1976 poučeval grafično oblikovanje na Srednji šoli za oblikovanje, nato pa pridobil status svobodnega umetnika. Med letoma 1988 in 2008 je predaval in vodil seminar na Oddelku za vizualne komunikacije na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani, od leta 2002 kot redni profesor. Leta 1975 je prejel nagrado Prešernovega sklada za likovno podobo lutkovne predstave *Zlata ptica*. Skupaj z Andrejem Kemrom in Miljenkom Liculom je leta 1989 prejel Plečnikovo nagrado za grad Tabor v Laškem. Ob njegovi retrospektivni razstavi v Mestni galeriji Ljubljana leta 1994 je izšla monografija z besedilom umetnostnega zgodovinarja dr. Staneta Bernika. Bil je dobitnik Groharjeve nagrade in častni meščan v Žireh. Leta 2024 je posthumno prejel nagrado Hinka Smrekarja za življenjsko delo na 15. bienalu slovenske ilustracije, v okviru katerega je postavljena pregledna razstava del, povezanih z literaturo, lutkovnimi predstavami in porisano keramiko. V Galeriji Ivana Groharja v Škofji Loki je odprta razstava risb (29. 1.–23. 3. 2025). Umrli je 22. maja 2023 v Žireh.

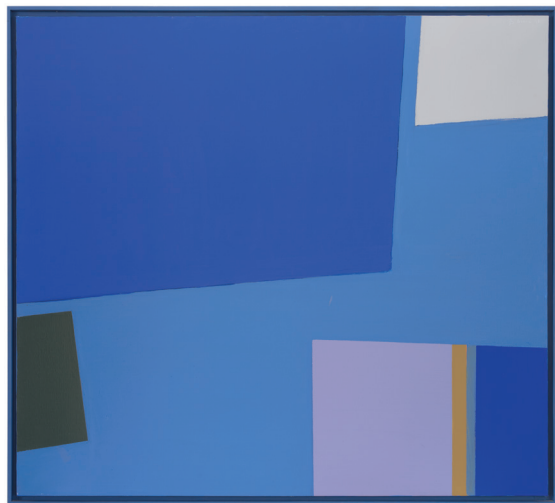
Odprtje razstave Bogdana Borčiča **Izbor del iz zbirke Galerije Božidar Jakac**

Ponedeljek, 24. marca 2025, ob 15. uri

Bogdan Borčič brez dvoma spada med velikane slovenske likovne umetnosti, saj je s svojim bogatim opusom pomembno prispeval h graditvi kulturnega patrimonija likovne umetnosti 20. stoletja na Slovenskem, za kar je leta 2005 prejel tudi najvišje državno priznanje na področju kulture, Prešernovo nagrado za življenjsko delo. Vseskozi razpet med dva izrazna medija, slikarstvo in grafiko, je nemara vsaj navzven, v pogovorih in intervjujih, dajal prednost slikarstvu, a že bežen pogled na njegov opus nam izda usodno prepletenost črte in ploskve, ki ne gle-

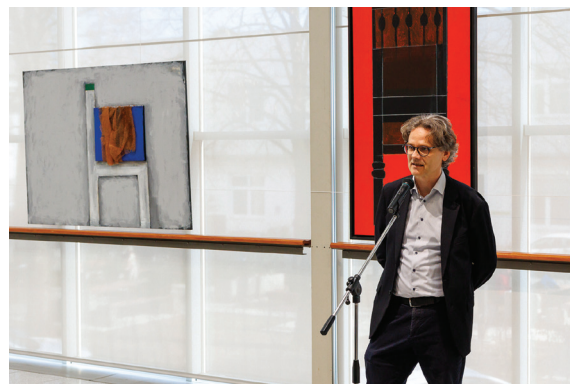
de na nosilec in izvedbeno tehniko v študioznem iskanju likovnih rešitev prehaja iz risbe v grafiko, iz grafike v sliko ali obratno. Zato ob njegovih slikah pogosto ujamemo grafično strukturo delitve slikovnega polja, pri grafikah pa naletimo na piljenje strukture velikih ploskovnih površin in pogosto dobimo občutek, da je Borčič stopnjeval svoj opus in ciklično prehajal iz enega v drug medij ravno takrat, ko je v enem prišel do skrajne točke, pri čemer je nastajalo na stotine risb. Ta ga je ves čas spremljala skozi življenje, od prvih risb, ki so spodbudile zani-

manje družinskega prijatelja Mihe Maleša, pozneje tudi impresionističnega slikarja Mateja Sternena, ki ga je pri Borčičevih štirinajstih letih povabil v svojo šolo (med II. svetovno vojno je obiskoval še risarsko šolo Franceta Goršeta). Vse do nagrajenih del na raznih bienalih in trienalih po Evropi je ta medij pomembno dopolnjeval mozaik njegovega ustvarjanja. Tudi zato ima risba v umetniškem opusu Bogdana Borčiča, poleg grafike in slikarstva, povsem svoje, samostojno mesto.



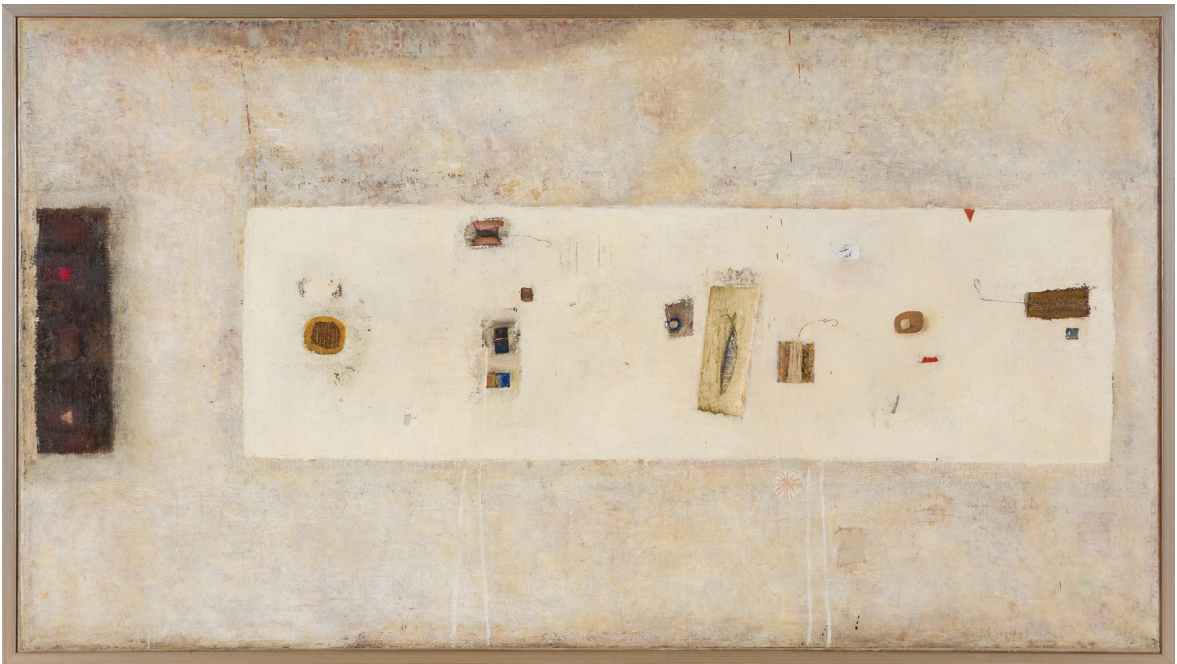
Galerija Božidar Jakac je sicer domicil grafičnega opusa tega umetnika, saj smo po donaciji leta 2001 uredili Grafični kabinet Bogdana Borčiča, v katerem hranimo 1067 avtorjevih grafik in 393 risb, v njem pa periodično razstavljamo njegove cikle oziroma v zadnjem obdobju tudi serijo dialogov z drugimi avtorji. Realizacija obsežne donacije je bila plod dolgoletnega sodelovanja in medsebojnega spoštovanja institucije z avtorjem, ki se je začela tkati v prvih formativnih letih po akademiji, ko je Bogdan Borčič med letoma 1952 in 1957 živel v Novem mestu. V to obdobje segajo tudi prva pridobljena dela za zbirko Gorjupove galerije, ki je eden temeljev nastanka Galerije Božidar Jakac, in to so predvsem slikarska dela. Ta poleg risb tvorijo jedro predstavitve Bogdana Borčiča ob letošnjem slavnostnem odprtju Dnevoev Jožefa Stefana, saj smo tako poskušali prikazati linijo avtorjevega izraznega razvoja in studioznega pristopa pri postopnem razvoju lastne avtorske poetike, od mimetično zasnovanih slik, preko shematično upodobljenih predmetov, ki vse bolj prevzemajo pomen likovnega znaka, do minimalistično naravnanih abstraktnih del visokega modernizma, ter njegov nenehni stik s svetovnimi tendencami.

Kot uvod v razstavo je delo *Predmestje, 1953*, ki je bilo istega leta razstavljeno na Borčičevi prvi samostojni razstavi, ko se je v Dolenjskem muzeju predstavil skupaj z Vladimirjem Lamutom in Izidorjem Moletom. V teh delih je tako v grafiki kot slikah mogoče



Goran Milovanović

videti takratni nazor oziroma usmeritev Akademije za likovno umetnost v Ljubljani, ki so ga takratni profesorji, domala vsi diplomanti zagrebske akademije, prenesli od tam. Šlo je predvsem za motive v maniri barvnega realizma, tako je tudi na tej sliki umirjena žanrska veduta predmestja upodobljena s poudarkom na barvnih odnosih s subtilnimi prehodi. S »kadriranim pogledom« (v ozadju je mogoče videti tudi filmski projektor) Borčič z nizom hiš v ospredju perspektivničen pogled zapre in v ospredju izpostavi odnose med ploskvami barvnih nanosov s poudarkom na svetlobi. S tem skozi figuralno dekonstrukcijo na nek način zastavi nadaljnji razvoj lastne likovne poetike. Še bolj izrazito je to v delu *Rdeče streljšče, 1958*, ko se v izrazu začne približevati slikam Gabrijela Stupice. Predmeti na streljšču, v popolnoma zaprti, Matissovsko navpični perspektivi, vedno bolj prevzemajo vlogo znakov in trasirajo pot k minimalizmu in abstrakciji. To je še bolj izrazito v razstavljenih risbah *Velika konoba, 1964*, in *Rozeta, 1970*, ki jih je izvedel tudi v grafiki, ter v sliki *Tihožitje s trnki, 1961*, ki je njegov prvi, neposredni hommage Stupici, katerega je skozi celoten opus večkrat izkazoval. Borčič je v intervjujih večkrat navdušeno govoril o subtilnosti Stupičevega slikarstva in poudarjal njegov občutek za beline, ali kot je dejal v intervjuju kolegu Jerneju Kožarju: »da je barvno in hkrati belo, to le redkim uspe«. Nagnjenje v tradicijo prefinjene beline v slikarstvu je Stupica prav gotovo povzel po zagrebski akademiji, predvsem po profesorju Babiću, in to potem prenašal tudi na svoje študente. V delu *Tihožitje s trnki* je odlično manifestiral ta način, ko je z barvnimi nanosi izjemno subtilno gradil niansiranje belin in sivin. Popoln obrat v temo se mu je zgodil v šestdesetih, ko se je v delih dotaknil lastne



eksistencialne preizkušnje v koncentracijskem taborišču Dachau. Z monokromno črnilno v sliki *Plinska celica II*, 1962, z nenavadno pozicionirano figuro na sliki, ki iz nje simbolno izginja, in prežetim tušem nad njo je umetnik v čustvih gledalcu uspel spodbuditi občutje strahu in stiske. Podobno, s simboli, nagovarja gledalca tudi z delom *Parangal*, 1968.

V Borčičevem slikarstvu se je v sedemdesetih zgodil daljši premor, ko se je v celoti posvetil grafiki in risbi. V izjemnem in mogoče najbolj znanem ciklu, posvečenem študiji školjke, se je z matematično analizo lotil njene strukture, da pa je lahko občudoval njeno spiralno zgradbo in jo analiziral, so mu pomagali prav tukaj, na Institutu "Jožef Stefan", ko so mu prerezali školjko Lambis-lambis, ki jo je sam potegnil iz morja. Študiozen pristop lahko vidimo tudi na razstavljenih risbah *Razmišljanje o školjki*, 1974. V osemdesetih se je odzval na povabilo k razstavljanju v Moderni galeriji in že leta 1953, navdahnjen z deli Marka Rothka in drugih modernistov, začel v duhu minimalizma slikati velike monohromne slike, za katere sta značilni redukcija na osnovne elemente ter uporaba geometrijskih oblik, enotnih barvnih polj in preprostih kompozicij. Tovrstne slike je leta 1999 razstavil tudi na razstavi z naslovom *Atelje* v nekdanji samostanski cerkvi Galerije Božidar Jakac, med njimi sliko *Plavi atelje I.*, 1998, ki je razstavljena tudi tukaj. V novem tisočletju se je nekoliko oddaljil od minimalizma in se v duhu postmodernizma vrnil k naključnim predmetom na način likovne senzacije predmeta. V grafiki je naredil izjemne cikle *Preproste*

reči in *AZPB (Alat za popravke brodova)*, ki jih je prenesel tudi v slikarstvo. Taka primera sta na razstavi *Prestol*, 2010, in *Plava slika z ribiško mrežo na belem stolu*, 2012.

Borčičev ustvarjalni opus je prikaz eksaktnega likovnega razvoja umetnika, ki je od socialno navdahnjenih tem barvnega realizma, prek informelovskih tendenc stopil v polje minimalizma in nazadnje še postmodernizma, s tem pa s sopotniki označil tudi razvoj slovenskega povojnega slikarstva, kar bo nedvomno odmevalo tudi naslednje leto ob 100. letnici rojstva Bogdana Borčiča. Naj bo ta razstava uvod v to praznovanje.

Goran Milovanović

Bogdan Borčič (1926, Ljubljana–2014, Slovenj Gradec), slikar in grafik, je v letih 1943/44 obiskoval slikarsko šolo Mateja Sternena in risarsko šolo Franceta Goršeta v Ljubljani. Leta 1944 je bil interniran v koncentracijsko taborišče Dachau. Študiral je na ljubljanski akademiji, kjer je bil pozneje tudi profesor, ter se študijsko izpopolnjeval v Parizu. Leta 2005 je za življenjski opus prejel Prešernovo nagrado. Je eden izmed ključnih umetnikov sodobnega slovenskega slikarstva in eden izmed glavnih predstavnikov t. i. Ljubljanske grafične šole. Za svoje delo je leta 1965 prejel nagrado Prešernovega sklada, leta 1977 Župančičevo nagrado, leta 1982 Jakopičovo nagrado, leta 1992 Bernekerjevo nagrado in leta 2005 Prešernovo nagrado za življenjsko delo.

Temnordeča močvirnica (*Epipactis atrorubens*)



Temnordeča močvirnica nas poleti razveseljuje z mnogocvetnim grozdastim socvetjem škrlatno vijoličastih do rjavo rdečih cvetov, ki izrazito dišijo po vanilji. Socvetje navadno sestavlja več kot deset cvetov, ki »gledajo« bolj ali manj v isto smer. Spiralasto razvrščeni stebelni listi so praviloma daljši od 5 cm. Pri dnu puhastodlakavega stebela so širši – jajčasto-suličasti, proti socvetju pa se ožijo. Zraste od 20 do 80 cm visoko, kar je odvisno predvsem od starosti rastline in razmer na rastišču.

Temnordeča močvirnica je pogosta toploljubna orhideja gozdnih robov na karbonatni podlagi, ki jo praviloma lahko opazujemo cveteti julija in avgusta. Od vseh močvirnic prenaša najbolj sušna rastišča, zato jo bomo srečali v svetlih toplih gozdovih, na suhih sončnih travnatih pobočjih in celo meliščih ter v zapuščenih kamnolomih.

Razen na skrajnem severovzhodu Slovenije, kjer je niso našli, je razširjena po vsej državi, na severozahodu Slovenije pa je posebej pogosta.

Kot druge predstavnice družine kukavičevk je temnordeča močvirnica pri nas zavarovana, zato je ne smemo namerno poškodovati, izkopavati, prepovedano pa je tudi nabiranje njenih drobnih semen.

Semena orhidej nimajo založnih snovi, zato so kratkoživa, vzklijejo pa le, če jih veter zanese na hife določenih vrst gliv. Gliva mladi rastlinici precej časa pomaga, da dovolj zraste in se razvije, nato pa orhideja glivi »vrača uslugo« v obliki sladkorjev, ki jih proizvaja v fotosintezi.

Jošt Stergaršek

Viri:

Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands,

H. Haeupler in T. Muer, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2000

Flora alpina 2, D. Aeschimann et al., Haupt Verlag, 2004

Flora Croatica Database, dostopno na spletni strani

<http://hirc.botanic.hr/fcd/>

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

Gradivo za Atlas flore Slovenije, N. Jogan (ur.), CKFFS, Miklavž na Dravskem polju, 2001

Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk,

A. Martinčič et. al., TZS, Ljubljana, 2007

Orchids of Europe, North Africa and the Middle East, P. Delforge,

A&C Black, London, 2006

Orhideje Slovenije, V. Ravnik, TZS, Ljubljana, 2002

Slovenske orhideje, dostopno na spletni strani

<http://www.orhideje.si/index1.html>

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v

rdeči seznam, Uradni list RS, št. 82/2002;

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=38615>

