

PROTEUS

november, december 2017,

3, 4/80. letnik

cena v redni prodaji 11,00 EUR

naročniki 9,00 EUR

upokojenci 7,40 EUR

dijaki in študenti 7,40 EUR

www.proteus.si



mesečnik za pojvodno naravoslovje

■
Obletnice

Osemdesetletnica
častnega člana Staneta Peterlina

■
Morska ekologija

Ikre sardele (*Sardina pilchardus*)
in sardona (*Engraulis encarscolus*) v slovenskem morju

■
Entomologija

Gorski škržad sredi zime?

■
Naravoslovna fotografija

Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2017



■ stran 104

Obletnice

Osemdesetletnica častnega člana Staneta Peterlina

Kazimir Tarman

Lanskega decembra je praznoval osemdeseti rojstni dan Stane Peterlin, častni in eden od najbolj zaslužnih članov Prirodoslovnega društva Slovenije. Biolog in po ožji usmerjenosti botanik se je vključil v delo Zavoda za spomeniško varstvo Ljudske republike Slovenije. Sodelovanje s predstojnico zavoda, botaničarko dr. Angelo Piskernik, je zaznamovalo njegovo življenjsko pot naravovarstvenika. Po njenem odhodu v pokoj (1963) je prevzel vodstvo naravovarstvene enote tega zavoda. Opravljal je zahtevne naloge soočanja želja in potreb po varstvu narave in trdih nasprotovanj. Že na začetku je moral poseči v obrambo Soče pred gradnjo hidroelektrarne Trnovo (1972), kar je opisal v članku *Ob načrtu za akumulacijsko elektrarno na Soči* (*Proteus*, 1965). Iz tega časa je tudi knjižica iz serije vodičev po kulturnih in naravnih spomenikih Slovenije: *Triglavski narodni park*. Pomembno je sodeloval pri pisanju *Zakona o Triglavskem narodnem parku* (1981), *Zakona o naravni in kulturni dediščini* (1981) in tako dalje. Njegov prispevek pri udejanjanju projekta *Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije* (1972) je eno od najpomembnejših in temeljnih del pri praktičnem uresničevanju varstva narave na Slovenskem. Učinki njegove pisne zapuščine doslej še niso preseženi. Ustvaril je plodno parabiozo med Zavodom in Prirodoslovnim društvom Slovenije. Bil je glavni urednik odmevnega zbornika *Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji* (1972). Zbornik je postal izhodišče za stvarne varstvene posege. Pedagoško zavzetost je izkazal s spodbujanjem društvenih akcij mladih raziskovalcev pri varstvu okolja. Sistematično je predstavil področje varstva narave v seriji člankov *Kaj je varstvo narave*, ki jih je objavil v *Proteusu* leta 1998 in 1999. V Centru za šolske in obšolske dejavnosti je poskušal teorijo varstva narave uveljaviti v praksi. Imel je lepe zamisli, ki pa žal niso padle na plodna tla. Vrnil se je na Ministrstvo za okolje in prostor (1996) in s širokim naravoslovnim razgledom postal svetovalec vlade vse do upokojitve (leta 2000). Sedem let je bil glavni in odgovorni urednik *Proteusa*. Reviji je dodal nove rubrike: *Kaj je pisal Proteus nekoč*, *Narava v tem mesecu: rastlina in žival meseca*, *Predstavljam naravoslovne mentorje*, z oživljanjem rubrik *Naravoslovje v šoli* in *Mladi naravoslovec* pa je *Proteusu* utrjeval tudi mesto v šoli. Podoben namen izpolnjujejo tudi njegovi vodiči po naravnih znamenitostih naše dežele. Eden zadnjih odkriva naravo neposredne okolice njegovega doma: *Radensko polje*.

106



114



- 100 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 104 *Obletnice*
Osemdesetletnica častnega člana Staneta Peterlina
Kazimir Tarman
- 106 Zoologija
Konj przewalskega - zadnji divji konj evrazijske stepe
Martina Burnik Šturm
- 114 Zoologija
Novo odkritje slovenskih raziskovalcev: nova metoda prepoznavanja delfinov
Tilen Genov
- 120 Morska ekologija
Ikre sardele (*Sardina pilchardus*) in sardona (*Engraulis encrasicolus*) v slovenskem morju
Eva Horvat, Polona Pengal, Mibael J. Toman
- 127 Entomologija
Gorski škvržad sredi zime?
Matija Gogala
- 132 Kemija
Vzpon in razcvet organokatalize
Uroš Grošelj in Sebastijan Ričko
- 138 Medicina
Oživljam, torej sem
Petra Bukovec, Renata Rajapakse
- 145 Nobelove nagrade za leto 2017
Gravitacijski valovi
Nobelova nagrada za fiziko za leto 2017
Aleš Mohorič
- 151 Nobelove nagrade za leto 2017
Krioelektronska mikroskopija in sorodne metode preseвне elektronske mikroskopije
Nobelova nagrada za kemijo za leto 2017
Samo Hudoklin
- 160 Slovenska naravoslovna dediščina
Dediščina Frana Erjavca
Marija Mercina
- 166 Naravoslovna fotografija
Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2017
Petra Draškovič Pelc
- 180 V spomin
Profesor Bogdan Kilar
Spomin na ustvarjalnega in korektnega stanovskega kolega
Marijan Prosen
- 183 Naše nebo
1I/Oumuamua prvi odkriti medzvezdni obiskovalec
Mirko Kokole
- 186 Table of Contents



Naslovnica: Maruša Stergar:
KAPLJICA. Tretja nagrada.

Proteus

Izhaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Priradoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Daksobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

dr. Petra Draškovič Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2016.

Vse pravice pridržane.

Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez pisnega dovoljenja izdajatelja ni dovoljeno.

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavoletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde - Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež - Bogataj

prof. dr. Tamara Lah - Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.000 izvodov. Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, 1000 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14. Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,50 EUR, za upokojece 3,70 EUR, za dijake in študente 3,50 EUR.

Celoletna naročnina je 45,00 EUR, za upokojece 37,00 EUR, za študente 35,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 6100 0001 3352 882, davčna številka: SI 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

Uvodnik

Univerza je središče kulture in duhovnega življenja države, njena naloga pa je služiti družbi. Čista mistika ali njena edina možnost preživetja?

Uvodnik v prejšnji številki smo sklenili z mislijo portugalskega sociologa, profesorja in družbenega aktivista Boaventure de Sousa Santosa (1940-), ki je utopična in osvobajajoča hkrati. Santos je na podlagi revolucionarnih znanstvenih odkritij v dvajsetem stoletju (Einsteinova relativnostna teorija, Bohrova in Heisenbergova kvantna teorija, Prigoginova teorija disipativnih struktur in še vrsta drugih), ki so pretresla temelje klasične, »newtonovske« znanosti (narava je nekaj trpnega, ki se véde kot programirani avtomat, človek pa je od nje ločen in odtujen, sta »ideologijo« klasične

fizike v knjigi *Red iz kaosa: človekov novi dialog z naravo*, 1984, opisala Ilya Prigogine in Isabelle Stengers), prepričan, da se rojeva in nastaja neka nova in bolj človeška znanost, ki ne bo samo znanstvena (*modro in preudarno védenje*), ampak tudi družbena, ki si bo prizadevala torej tudi za *spodobno življenje*. Natančneje povedano, nova znanost naj bi ustvarjala modro in preudarno védenje v prvi vrsti zato, da bi človek lahko čim bolj etično živel z ljudmi in naravo. Danes namreč – trdi Santos – ni več vprašanje, kako preživeti, ampak kako živeti.

Santosov opis »nove znanosti« zelo spominja na grški pojem *phronésis*, ki ga prevajamo na različne načine: *preudarnost*, *praktična modrost*, *praktično védenje* – nekoliko metaforično povedano, *umetnost življenja* torej. Pojem se pomembno loči od grškega pojma *epis-*

téme, ki ga prevajamo kot *védenje*, pa tudi kot *znanost*.

Znanost išče odgovore na vprašanje, *kaj* so žive in nežive stvari. Pravimo, da se ukvarja z *bistvi* stvari. Nemški filozof Martin Heidegger je v svojem razmišljanju z naslovom *Vprašanje po tehniki* (1954, v slovenskem prevodu je razmišljanje izšlo v Heideggerjevih *Izbranih razpravah* leta 1967 in *Predavanjih in sestavkih* leta 2003) o *bistvu* stvari - na primeru drevesa - zapisal: »Če iščemo bistvo drevesa, moramo uvideti, da tisto, kar prežema vsako drevo kot drevo, sámo ni drevo, ki bi ga bilo mogoče najti med drugimi drevesi.« Med splošnimi, abstraktnimi bistvi stvari in posameznimi, konkretnimi stvarmi je neukinljiva razlika. Vprašanje, ki se zastavlja, je: Kakšno je razmerje med abstraktnimi bistvi stvari, ki jih »odkriva« znanost, in konkretnimi stvarmi sámimi? Santosov odgovor je zaskrbljujoč: »Posvetitev moderne znanosti v zadnjih štiristo letih je naturalizirala razlago resničnosti do te mere, da si resničnost lahko predstavljamo le še na način, ki nam ga ponuja znanost. Brez kategorij, kot so prostor, čas, materija in število – glavnih metafor moderne fizike – ne znamo niti misliti več.« Abstraktna bistva stvari, ki jih »odkriva« moderna znanost, so očitno tako »močna«, da nam »skrivajo« pogled na konkretne stvari sáme. Kot je tistemu poljedelskemu proizvajalcu (iz odlomka iz Pirjevčeve spremne študije k zadnjemu romanu Fjodora Mihajloviča Dostojevskega *Bratje Karamazovi*, ki smo ga objavili v uvodniku v prejšnji številki revije) količina denarja, ki jo je nameraval iztržiti iz požete pšenice, »preprečevala« dojemljivost za lepoto polja dozorele pšenice sáme. Za poljedelskega proizvajalca je bila pšenica pomembna samo kot tržno blago, sama po sebi ni štela *nič*: »Ko stoji kmet, ki mu danes pravimo poljedelski proizvajalec, sredi sončnega poletnega dne pred poljem dozorele pšenice, mu ni ničesar drugega v mislih kot količina denarja, ki ga bo iztržil. A na kaj naj bi poljedelski proizvajalec še mislil,

kaj naj bi še videl? To se odkrije, ko pride umetnik in reče: ‚Lepo je! Naslikal bom!‘ S tem nočem reči, da pšenice ne bi bilo treba požeti. To bi bila škoda. Hudo je, da proizvajalec ne vidi lepote.« Obe zgodbi – tako zgodba o moderni znanosti kot zgodba o poljedelskem proizvajalcu - pripovedujeta o usodni spremembi razkrivanja resničnosti, z drugimi besedami pojmovanja resnice, ki je »doletela« novoveškega človeka in je bila neznana srednjeveškemu človeku ter popolnoma nepredstavljiva starim Grkom.

Za naše razpravljanje je predvsem pomembno, kako so »resnico« dojemali stari Grki. Pot do njenega razumevanja nam kaže tisto, česar poljedelski proizvajalec »ne vidi«. Poljedelski proizvajalec namreč ne vidi lepote dozorele pšenice, vidi pa jo umetnik. Če bomo torej vedeli, kaj je umetnost, bomo morda razumeli tudi »resnico«, ki so jo živeli stari Grki. O umetnosti je pri nas veliko in verjetno tudi najgloblje razmišljal Dušan Pirjevec, zato si velja prebrati sledeči odlomek iz njegove spremne študije k romanu francoskega pisatelja Alaina Robbe-Grilleta *Videc*, ki ima naslov *Na poti k novemu romanu*:

»Če pesniško delo ne kaže bivajočega [vsega tistega torej, kar v vsej svoji konkretnosti biva na tem svetu; opomba je moja] glede na bistvo in resnico, glede na idejo, pomen in uporabnost, potem ga kaže kot *njega samega* [...]. In če je res tako, potem smemo [...] reči tudi takole: ko roman, ki je posnemanje, ‚deluje‘ kot pesništvo in ne kot način spoznavanja, kaže bivajoče glede na njegovo *bit*, kaže ga v *prisostvu*. To, kar je v posnetku posneto, se res umakne, pridržano je odsotnosti.« Zadnji stavek je zaradi večje razumljivosti treba posebej pojasniti: umetnik iz naše zgodbe o poljedelskem proizvajalcu je na sliki res »preslikal«, torej »posnel« polje zoreče pšenice, ko pa je slika predstavljena na primer v galerijo, gledalci lahko občudujejo samo še »posnetek«, »posnetega« polja zoreče pšenice pa ne. Po tem pojasnilu se lahko vrnemo k Pirjevcu: »Ko zdajle sredi

poletja berem Murnovo *Zimsko pesem*, ki se začenja z verzi:

*Bela polja so, gozdovi,
bela cesta je in gaz,*

ni pred mano nobene zimske pokrajine, in vendar je tu, čeprav v odsotnosti. Umik bivajočega v odsotnost pa ni kar ista odsotnost, ki zdajle zadržuje ne vem kje mojega prijatelja Rudija Šeligo, ki je nekje na počitnicah [...]. Ne, ta bela polja niso tako v odsotnosti kakor zdajle moj prijatelj, *nikjer jih ni in še nikoli jih nisem videl* in se jih zato tudi ne morem spominjati. *So samo, kolikor je ta pesem* in so tu, zdajle sredi poletja, a vendarle jih nikjer ni, kakor lepota, ki je in ki je ni.

Kam se umakne in kam se izmakne v pesništvu posneto bivajoče? *Ti Murnovi verzi pustijo tem poljem biti tu, sicer pa z njimi ne morem nič početi*. Pesem ni z določenimi besedami imenovala določenih navzočih stvari, marveč *prinese stvari v besedo in sicer ne glede na njihovo bistvo*, saj ta bela polja, gozdovi, cesta in gaz niso nekakšno splošno bistvo zimskega jutra, pa tudi niso ta določena polja, ki ležijo tamkaj za našo hišo, niso tisti gozdovi, ki jih vidim skozi okno v hribu na oni strani Save, ni to ta cesta, ki so nam jo zdaj sodarji zaprli, čeprav jo uporabljamo več kot trideset let, pa tudi ni to tista gaz, ki jo moramo spodaj pred hišo vsako zimo izhoditi, do ute našega Risa.« Bela polja, gozdovi, bela cesta in gaz »so« zgolj po milosti umetnosti. Bela polja, gozdovi, bela cesta in gaz se torej kažejo »le« v svoji *biti*, sicer pa z njimi ni mogoče nič početi. Murnova pesem – z drugimi besedami poezija, torej umetnost – je bela polja, gozdove, belo cesto in gaz iz »nič«, iz »neprisotnosti«, priklicala v »čisto« *bivanje*, v »čisto« *prisotnost*. Še drugače povedano: Murnova pesem je bela polja, gozdove, belo cesto in gaz razkrila v njihovi lepoti. Kot je v naši zgodbi o poljedelskem proizvajalcu slikar na platnu razkril lepoto dozorele

pšenice. Lepota je drugo ime za tisto, kar nas pretrese, ko se »zavemo«, da stvari sploh »so«, sploh »obstajajo«.

Toda pesem in slika sta še vedno »zgolj« pesem in slika, nekaj, kar je »ločeno« od siceršnjega življenja. Že Pirjevec je v zgodbi o poljedelskem proizvajalcu zapisal: »A na kaj naj bi poljedelski proizvajalec še mislil, kaj naj bi še videl? To se odkrije, ko pride umetnik in reče: ‚Lepo je! Naslikal bom!‘ S tem nočem reči, da pšenice ne bi bilo treba požeti. To bi bila škoda. Hudo je, da proizvajalec ne vidi lepote.« Tudi poljedelski proizvajalec bi moral imeti umetniški čut za lepoto zoreče pšenice. Kajti preden jo je mogoče požeti in prodati, mora pšenica sploh *biti*. Včasih so ljudje pred vsakim kmečkim opravilom opravljali molitve. »Molitev pred delom,« piše Pirjevec, »pomeni, da človek ‚ve‘, da ni kar tako požeti njivo pšenice ali posekati visoko smreko, čeprav je to treba storiti. Umetnik ve, da bo propadla neka lepota in se zato te lepote samo še z večjo ganjenostjo ‚zaveda‘.« Pirjevčevo spoznanje, ki ga je zapisal v razmišljanju *Vprašanje v poeziji* (1978), terja – še posebej v današnjem svetu – globok razmislek in odziv: ganjenost nad tem, »kako vse najprej in predvsem je, pa očitno ni samo ‚značilnost‘ poezije kot konkretnega besedila, marveč je (bi moralo biti; opomba je moja) predvsem splošno človekovo ‚razmerje‘ do vsega, kar je.« Ta misel pa nas vodi naravnost k starim Grkom.

Stari Grki so poznali dve besedi: *téchne*, iz katere izvira beseda »tehnika«, in *poiesis*, ki je pomenila »proizvajanje«. Obe sodita skupaj. *Téchne* ni le ime za rokodelsko delo in znanje, temveč tudi za visoko umetnost in lepe umetnosti. Sodi k proizvajanju, k *poiesis*, je torej nekaj poietičnega. *Poiesis* pa ni kakršnokoli proizvajanje. Platon ga v *Simpoziju* opiše takole: »Vsaka spodbuda za to, da karkoli prehaja in prihaja iz neprisotnega v prisostvovanje, je *poiesis*, je proizvajanje.« Heidegger je pojem povezal z grškim razumevanjem resnice, ki se v temelju loči od našega, novoveškega razumevanja resni-

ce: »Spodbujanje se tiče prisostvovanja tistega, kar se vsakokrat prikaže v proizvodanju. Proizvajanje prinaša iz skritosti v neskritost. Proizvajanje se godi samo, kolikor pride tisto skrito v neskrto. To prihajanje temelji in niha v tem, kar imenujemo razkrivanje. Grki imajo za to besedo *alétheia*. Rimljani jo prevajajo z *veritas*. Mi rečemo ‚resnica‘ in jo navadno razumemo kot pravilnost predstavljanja.« Za naše razmišljanje je najpomembnejša ugotovitev sledeča: »Tisto odločilno pri *téchne* torej nikakor ni ne v delanju in manipuliranju, ne v uporabi sredstev, temveč v že omenjenem razkrivanju. Kot razkrivanje, ne pa kot izgotavljanje, je *téchne* proizvodanje.« Pirjevec je v svojih predavanjih, ki so izšla posmrtno pod naslovom *Metafizika in teorija romana* (1992), nazorno razložil grško razumevanje proizvodjanja. Za novoveškega človeka je izdelek zgolj tako ali drugače uporaben predmet. Za stare Grke pa je izdelek bil pomemben predvsem zato, ker je iz »nič«, iz neprisotnosti, sploh nastal - ker preprosto povedano »zdaj« *je*. Z drugimi besedami, izdelek je razkrit v svoji prisotnosti in temu pravijo Grki resnica. Ta resnica novoveškemu človeku prav zato, ker mu je vsaka stvar razumljiva samo kot uporabni predmet, ne pomeni »nič«. Prav zato imamo danes občutek, da je vse živo in neživo izgubilo svoje dostojanstvo. Tudi človek. In z njim umetnost. V sodobni tehnnoznanosti ni nič drugače.

Naj za konec kritiko sodobne tehnnoznanosti ponazorim s pomenljivim citatom. V *Sobotni prilogi Dela* je 2. decembra lani izšel pogovor z ruskim akademikom, rektorjem Moskovske državne univerze Lomonosova in predsednikom zveze rektorjev ruskih univerz Viktorjem A. Sadovničijem. V njem se velja globoko zamisliti nad dvema odgovoroma uglednega akademika:

»Glede na to, da je v Rusiji več sto univerz, gotovo tudi sami razvijate indekse uspešnosti. Kako merite uspešnost ruskih univerz?«

V Rusiji imamo 800 univerz, sem predsednik zveze rektorjev vseh univerz. Naj povem, da se ne strinjam povsem z anglosaškim načinom vrednotenja univerz. Pogosto sodelujem v debatah o tej tematiki, sogovornike z najuspešnejših svetovnih univerz tudi osebno dobro poznam, saj smo v rednih stikih. Na ta ocenjevanja gledam z drugačnega stališča kot oni in se ne strinjam z njihovimi rejtingi. Predlagal sem že drugačen rejting, ruski, ki je hkrati primerljiv z mednarodnimi.

»Na podlagi kakšne filozofije je sestavljen ta ruski rejting?«

Univerze ne predstavljajo zgolj izdani članki, citiranje anglosaških revij ali indeks Hirsch, ki meri znanstveni učinek neke publikacije. Univerza je namreč tudi center kulture, center duhovnega življenja države in regije, njena naloga pa je služiti družbi. Na žalost se prav ta osrednja naloga pri rejtingih ne upošteva. Zato sem predlagal, da oblikujemo drugačnega, ki temelji na treh nalogah: prva je izobraževalna akademija, druga znanost, to je citiranje itd., in tretja je služenje družbi.«

Univerza je namreč tudi center kulture, center duhovnega življenja države in regije, njena naloga pa je služiti družbi? V naši poblagovljeni in življenju odtujeni akademski kulturi stavek zveni žal kot čista mistika ...

Tomaž Sajovic

Osemdesetletnica častnega člana Staneta Peterlina

Kazimir Tarman

Dober teden dni je minilo od klica hišnega telefona. Ponavadi me nanj pokličejo iz založb, ko mi ponujajo v nakup knjigo, ali pa vsiljivi prodajalci zdravstvenih uslug, ki me, glede na moja leta, vabijo k požiranju »zdravilnih« pripravkov in maž. No, tokrat je bil na oni strani žice, v moje veselje, urednik *Proteusa* Tomaž Sajovic. Oglasi se, če potrebuje kak članek, za katerega bi bil jaz ustrezen pisec. Njegova želja je bila: »Stane Peterlin bo imel decembra osemdeseto obletnico rojstva. Ali bi o jubilanču utegnili napisati prispevek za *Proteus*?« Ponudbo sem sprejel, saj cenim Stanetovo plemenitost, ustvarjalnost in najino prijateljevanje v obdobju »zrelih« spominov na preteklost.

Ker sem se skozi njegovo življenje in delo sprehodil že ob njegovi sedemdesetletnici, prav v tej reviji, sem bil v zadregi. Saj ne smem ponavljati napisanega in še manj prepisovati. Kar sem zapisal tedaj, velja tudi danes. Obletnico bom moral počastiti drugače.

Začel sem zbirati prispevke po revijah *Proteus*, *Pionir*, *Pionirski list*, *Moj mali svet*, zborniku *Varstvo narave*, po vsem, kar mi je bilo v tem času dosegljivo. Odpiral sem strani z njegovimi prispevki in jih razgrinjal po mizah in policah, tudi po tleh, ko mi je zmanjkalo razstavnih površin. K množici starih prispevkov so bili priloženi še tisti iz minulega desetletja. Nisem jih preštel, ker vem, da nisem imel vseh. Prepričan sem, da ima popoln seznam Stane v svoji urejeni bibliografiji. Ker je padlo moje brskanje po jubilentovem delu v čas listopada, me je na sprehodu v Tivoliju prešinila prisposoda. Sedeč na klopi pod »mojim ginkom« sem se zazrl v pozlato pod krošnjo nasutih ginko-



vih listov. Tudi Stane je pozlatil naravoslovno in naravovarstveno polje z »zlatolistjem« razprav.

Biolog in po ožji usmerjenosti botanik se je Stane vključil v delo Zavoda za spomeniško varstvo Ljudske republike Slovenije. Sodelovanje s predstojnico zavoda, botaničarko dr. Angelo Piskernik, je zaznamovalo njegovo življenjsko pot naravovarstvenika. Kadarkoli nanese pogovor nanjo, se jo prijazno spominja. Po njenem odhodu v pokoj (1963) je prevzel vodstvo naravovarstvene enote tega zavoda. Opravljal je zahtevne naloge soočanja želja in potreb po varstvu narave in trdih nasprotovanj. Že na začetku je moral poseči v obrambo Soče pred gradnjo hidroelektrarne Trnovo (1972), kar je opisal v članku *Ob načrtu za akumulacijsko elektrarno na Soči* (*Proteus*, 23 (6), 1965). Iz

tega časa je tudi knjižica iz serije vodičev po kulturnih in naravnih spomenikih Slovenije: *Triglavski narodni park*, ki je izšla še v angleščini. Pomembno je sodeloval pri pisanju *Zakona o Triglavskem narodnem parku* (1981), *Zakona o naravni in kulturni dediščini* (1981) in tako dalje. Osebo ocenjujem njegov organizacijski in strokovni prispevek pri udeležanju projekta *Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije* (1972) za eno od najpomembnejših in temeljnih del pri praktičnem uresničevanju varstva narave na Slovenskem. To je prvi celoviti popis stvarnih okolij in predmetov, vrednih varstva, in vir znanja mlajšim naravovarstvenikom in piscem priročnikov in vodnikov po naravnih znamenitostih. Učinki njegove pisne zapuščine doslej še niso preseženi.

Ustvaril je plodno parabiozo med Zavodom in Prirodoslovnim društvom Slovenije. Bil je glavni urednik odmevnega zbornika *Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji* (1972), v času, ko se je začela graditi obča zavest o nevarnostih človeškega poseganja in izkoriščanja okolja. Zbornik je postal izhodišče za stvarne varstvene posege. Pedagoško zavzetost je izkazal s spodbujanjem društvenih akcij mladih raziskovalcev pri varstvu okolja: zraka, vode, tal. Sistematično je predstavil področje varstva narave v seriji člankov *Kaj je varstvo narave* (*Proteus*, 61, 1998/1999). Iz tega bi moral nastati priročnik. V Centru za šolske in obšolske dejavnosti je poskušal teorijo varstva narave uveljaviti v praksi. Imel je lepe zamisli, ki pa žal niso padle na plodna tla. Vrnil se je na Ministrstvo za okolje in prostor (1996) in s širokim naravoslovnim razgledom postal svetovalec vlade vse do upokojitve (leta 2000).

Sedem let je bil glavni in odgovorni urednik *Proteusa*, osrednje dejavnosti našega društva. Naši najstarejši in strokovno preverjani naravoslovni reviji je dodal nove rubrike. V rubriki *Kaj je pisal Proteus nekoč* je želel pokazati na aktualnost revije pri spremljanju razvoja znanosti v desetletjih izhajanja,

na beleženje pomembnih dogodkov, na naravoslovno kulturo avtorjev, če naštejemo samo nekaj najpomembnejših vsebin. Zapis v rubriki *Narava v tem mesecu: rastlina in žival meseca* naj bi ustvarjali stik bralcev, še posebej mladih naravoslovcev, s trenutnimi pojavi v naravi. Rubriko *Predstavljamo naravoslovne mentorje* je namenil spoznavanju prizadevnih in uspešnih učiteljev naravoslovnih ved v delu s šolarji. S temi rubrikami in oživljanjem rubrik *Naravoslovje v šoli* in *Mladi naravoslovec* je *Proteusu* utrjeval mesto v šoli. Podoben namen izpolnjujejo tudi njegovi vodiči po naravnih znamenitostih naše dežele. Eden zadnjih odkriva naravo neposredne okolice njegovega doma: *Radensko polje*.

Na poti proti Baltiku smo v Meiningenu obiskali Stanetovega znanca gospoda Andreasa Seiferta, ki preučuje nemškega literata Rudolfa Baumbacha (1840–1905), avtorja epsko-lirične pesnitve *Zlatorog*. Če je Baumbach »pripeljal« Seiferta v Slovenijo, mu je Stane odkrival naravo in kulturo zlatorogovega kraljestva. Njegova zasluga je, da je Seifert vzljubil našo deželo in se kot samouk naučil brati in govoriti slovensko. Prigodo omenjam s poudarkom, da so takšna Stanetova znanstva omogočila mnoga strokovna društvena popotovanja in obiske narodnih parkov ter ustreznih raziskovalnih ustanov v sosednjih deželah. Na tem področju društvene dejavnosti je bila učinkovita sinergija med njim in njegovo soprogo Marjano, ki je odgovorno vodila organizacijsko-izvedbene naloge nepozabnih ekskurzij.

Stane je doživljal varstvo narave v družbeno zelo vznemirljivem času, na prehodu iz državno urejevanega sistema v kapitalistični sistem. Prehod je z denacionalizacijo vnesel v prostor nove lastninske odnose z učinki na varstvo narave. Prišlo je do nesoglasij med varstvom narave in družbeno-gospodarskimi, pa tudi drobnimi egoističnimi interesi posameznikov. Mnoge neskladnosti je znal Stane, kot nesporna avtoriteta na področju varstva narave, reševati z vzdržnimi kom-

promisi med ekološkimi načeli in potrebami družbe. Pozitivno kritično opazuje sodobna dogajanja v našem odnosu do narave in v naravovarstvu kot panogi. Meni, da je preveč birokratskih rešitev v škodo rešitev, temelječih na izvirnem terenskem stiku z naravo.

Pomen slavljenčevega prispevka k slovenskemu naravoslovju in naravovarstveni stroki kažejo tudi podeljene nagrade in priznanja. Za življenjsko delo na področju varstva narave je dobil Steletovo nagrado (1992) in Častni znak svobode Republike Slovenije (2001), Prirodoslovno društvo Slovenije pa ga je za nepogrešljivo predanost mnogim društvenim izzivom počastilo z imenovanjem za častnega člana (2005).

Vem, da bi bila za popoln prikaz Stanetovega prispevka k slovenskemu naravoslovju potrebna čas in ustrezen prostor za zapis. Tudi njegova aktivna navzočnost. Če sem začel s prisposodbo o njegovem obsežnem opusu na področju naravoslovja z jesenskim ginkom, naj z njim še končam. Želim mu v svojem imenu, v imenu naravoslovcev in članov našega društva življenjske trdnosti ter zdravja, kot ga je v dolgi evoluciji pokazal ginko.

Zoologija • Konj przewalskega - zadnji divji konj evrazijske stepe

Konj przewalskega - zadnji divji konj evrazijske stepe

Martina Burnik Šturm



Konji przewalskega (Equus ferus przewalskii) v puščavi Gobi v Mongoliji. Foto: Martina Burnik Šturm.



Konj przewalskega (*Equus ferus przewalskii*; izgovorjava: pševalskega) ali takhi, kot mu pravijo v Mongoliji, je edina še živeča vrsta divjega konja na svetu. Ta karizmatična vrsta je konec sedemdesetih let prejšnjega stoletja sicer izumrla v naravi, vendar pa je preživela v ujetništvu v živalskih vrtovih po vsem svetu. K izumrtju vrste je botrovalo več razlogov: prekomeren lov, tekmovanje za omejene vire hrane z rejno živino in ekstremne vremenske razmere. Skrbna vzreja v ujetništvu je pred petindvajsetimi leti omogočila ponovno naselitev divjih konj v njihovo prvotno življenjsko okolje. Prve konje przewalskega so naselili v Mongoliji, kasneje so sledile, žal nekoliko manj uspešne, naselitve na Kitajskem in v Kazahstanu, pred dvema letoma pa tudi v Rusiji. Na mednarodnem Rdečem seznamu ogroženih vrst (IUCN) se je status vrste tako v razmeroma kratkem času spremenil od »v naravi izumrle« (1996) v »skrajno ogroženo« (2008) in nazadnje v »ogroženo« vrsto (2011). Danes v divjini živi že okrog sedemsto teh čudovitih živali.

Kljub številnim podobnostim konj przewalskega ni prednik modernega domačega ko-

nja in se od njega, tako po videzu kot tudi genetsko, precej razlikuje. Genetske raziskave so pokazale, da so se njuni skupni predniki ločili pred približno 45.000 leti. Konj przewalskega je debelušne postave, njegova velikost pa je primerljiva z velikostjo zebre. V vihru meri od 134 do 146 centimetrov ter tehta od 275 do 298 kilogramov. Med najbolj opazne razlike prav gotovo sodi griva, ki je za razliko od domačega konja kratka in pokončna. Glava in vrat sta ponavadi temnejša, spodnji del trebuha pa svetlejši od ostalega telesa. Gobec je kratek in bel. Rep je podoben oslovskemu, saj so dlake v zgornjem delu repa kratke in svetlejše, v spodnjem delu pa dolge in temnejše. Posebnost je tudi tanka temna črta, ki preko hrbta povezuje grivo in rep. Spodnji del nog pogosto krasijo črne črte, značilne tudi za divje osle in zebre.

Pomembna razlika med domačim konjem in konjem przewalskega je tudi v številu kromosomov. Domači konji imajo 64 kromosomov, konji przewalskega pa dva kromosoma več. Kljub temu, da parjenje med kobilo przewalskega in domačim konjem (in obratno) daje plodne potomce - hibride, razlika v številu kromosomov kaže, da je razlika

med konji przewalskega in domačimi konji veliko večja od razlik med posameznimi pasmami domačih konjev. Od domačega konja se razlikuje tudi po temperamentu. Številni poskusi nomadov, da bi konja przewalskega ukrotili in jahali, so v preteklosti namreč pokazali, da je to, tako kot pri zebri, skoraj nemogoče. Hibridni potomci ostanejo prav tako neukrotljivi kot njihovi divji starši.

Odkritje vrste na zahodu

Različne vrste divjih konj so bile v preteklosti razširjene po celotnem pasu evrazijske stepe. Številne jamske poslikave iz obdobja od 20.000 do 9.000 let pred našim štetjem, odkrite v Franciji, Španiji in Italiji, pričajo o relativni razširjenosti divjih konj v tem času. V zgodovini pa je njihovo število močno upadlo, predvsem zaradi okoljskih sprememb in razvoja kmetijstva.

Konje przewalskega je v pisnih virih kot »divje konje iz stepe« prvič omenil tibetanski menih Bodowa okrog leta 900 po našem štetju. Na zahodu pa je vrsta še dolgo ostala popolnoma nepoznana, kar dokazuje tudi dejstvo, da ni bila vključena v znamenito *Sistema naturae* Carla Linnéja (1735). V 18. stoletju je John Bell, škotski zdravnik v

službi ruskega carja Petra Velikega, kot prvi zahodnjak opazil konje przewalskega na območju današnje kitajsko-mongolske meje, vendar je zahod za ponovno odkritje vrste potreboval še dobro stoletje in pol. Leta 1879 je ruski raziskovalec, polkovnik Nikolaj Prževalskij, med vračanjem z odprave v Srednji Aziji prejel prav posebno darilo – kožo in glavo divjega konja. Prejeto darilo je poslal v pregled v Zoološki muzej Ruske akademije znanosti v Sankt Peterburgu, kjer je zoolog I. S. Poljakov ugotovil, da gre za novo, do tedaj neopisano vrsto divjega azijskega konja. Vrsto je v čast ruskemu raziskovalcu poimenoval *Equus ferus przewalskii* (1881). Svetovna znanstvena skupnost se je tega odkritja zelo razveselila, saj je v tem času veljalo splošno prepričanje, da so vse vrste pravih divjih konj že izumrle. Veliko zanimanje za novo odkrito vrsto se je porodilo tudi med lastniki živalskih vrtov in trgovci z živalmi.

Prve zgodovinske odprave v Mongolijo in na Kitajsko

Raziskovalci in lastniki živalskih vrtov so kmalu organizirali več odprav v Mongolijo in na Kitajsko z namenom, da bi novood-



Jamska poslikava przewalskemu podobnega konja v jami Lascaux na jugozahodu Francije, ki dokazuje obstoj divjih konj v Evropi v času paleolitika. Vir: https://www.ancient.eu/Lascaux_Cave/.



Brata Grum - Gržimajlo (prvi z leve in desne), ki sta v pokrajini Xinjiang na zahodu Kitajske kot prva Evropejca ne le videla, ampak tudi uspešno uplenila prve konje przewalskega (1889-1890). Vir: Grum - Grzbimailo in Grzbimailo, 1896.

krito vrsto pripeljali v domače živalske vrtove in parke ter uplenili trofeje za osebne zbirke in zbirke naravoslovnih muzejev. Prva Evropejca, ki sta uspešno uplenila štiri konje przewalskega, ki so danes del zbirke Zoološkega muzeja v Sankt Peterburgu, sta bila brata Grum - Gržimajlo, ki sta kot vojaška generala ruskega carja potovala po zahodni Kitajski (1889-1890).

Udeleženci odprav v letih 1901 in 1903 pod

vodstvom Fridericha von Falz - Feina in Carla Hagenbecka so hitro ugotovili, da je odrasle konje przewalskega zaradi njihove izjemne plahosti in hitrosti nemogoče ujeti. Zato so se osredotočili le na žrebičke in žrebice, ki so jih lovili tako, da so jih toliko časa preganjali, da so ti popolnoma izčrpani zaostali za čredo. Pri tem pa so ubili mnogo odraslih konj in kobil, ki so poskušali zavarovati svoj naraščaj. Ker odraslih divjih



Kože konjev przewalskega iz prvih odprav v puščavo Gobi na prelomu 19. v 20. stoletje, hranjene v zbirki Zoološkega muzeja v Sankt Peterburgu. Foto: Martina Burnik Šturm.



Kobila przewalskega z žrebičkom v vitrini Zoološkega muzeja v Sankt Peterburgu v Rusiji.

Foto: Martina Burnik Šturm.

kobil niso mogli ujeti, so žrebičke in žrebice na večmesečni poti v Evropo, bodisi po kopnem s kamelami, vlakom ali z ladjo, hranili z mlekom domačih kobil. Žal je velik del ujetih žrebet od izčrpanosti poginil, še preden so prispeli v Evropo, mnoga pa kmalu za tem. Žrebice in žrebičke so nato prodali bogatim veleposestnikom v Ukrajino, Veliko Britanijo in na Nizozemsko, ostale pa poslali v živalske vrtove v Evropi in Severni Ameriki. Kasneje, leta 1957, je bila iz divjine v Evropo pripeljana le še ena divja žrebica. Skupno je v Evropo prispelo 54 živih žrebičkov in žrebic.

Izumrtje v naravi

V času odkritja vrste na zahodu je bilo območje razširjenosti konja przewalskega, ki je nekoč obsegalo celotno območje Srednje Azije, Mongolije, Kitajske in verjetno tudi Evrope, že močno omejeno na najbolj oddaljene predele Džungarije v puščavi Gobi

na jugozahodu Mongolije in severozahodu Kitajske. To je območje skrajnih življenjskih razmer z vročimi poletji s temperaturami nad +45 stopinj Celzija ter mrzlimi zimami, ko temperature padejo globoko pod ledišče, tudi do -50 stopinj Celzija. Vodnih virov je malo, omejeni so tudi viri hrane, ki si jih morajo divji konji deliti, ne samo z drugo divjadjo, ampak tudi z naraščajočim številom rejnih živali, predvsem kozami in ovcami. V želji, da zagotovijo čim več hrane za svoje domače živali, so nomadi tudi tu divje konje preganjali stran od najboljših pašnikov v neplodne, z grmičevjem porasle predele puščave. Konje przewalskega pa so tudi lovili, saj jim je njihovo meso predstavljalo pomemben vir hrane. Poleg preganjanja in prekomernega lova so tudi krute vremenske razmere botrovale k temu, da je bil konj przewalskega najprej potisnjen na skrajni rob preživetja in na koncu celo v izumrtje. Tako so na primer izredno hude zime, ki jih



Kobila przewalskega z žrebičkom. Foto: Martina Burnik Šturm.

v Mongoliji imenujejo »dzud«, v letih 1945, 1948 in 1956 katastrofalno zmanjšale njihovo populacijo, poleg tega pa povzročile tudi smrt velikega števila druge divjadi in kar milijona drobnice. Zadnji konj przewalskega je bil v divjini opažen leta 1969 v Džungariji na jugozahodu Mongolije.

Pot domov - ponovna naselitev v divjino

Z izumrtjem v naravi je postala ohranitev vrste popolnoma odvisna od populacije živali v ujetništvu. A ker so konji przewalskega s prilagajanjem na novo, močno omejeno življenje v živalskih vrtovih imeli precej težav, je njihovo število naraščalo zelo počasi. Dodatni udarec so bile izjemno težke razmere med drugo svetovno vojno, ko je posledično preživelo samo 31 živali. Kljub temu, da konji przewalskega med obiskovalci živalskih vrtov, za razliko od levov, slonov ali šimpanzov, niso bili posebej priljubljeni, so se posamezni ljubitelji teh divjih konj odločili

ukrepati. Leta 1959 so organizirali mednarodno skupino za raziskovanje in zaščito konjev przewalskega in začeli voditi mednarodni rodovnik vseh obstoječih konjev przewalskega, vključno s prvimi konji, ki so jih pripeljali v Evropo. Kmalu se je pokazalo, da so prav vsi danes živeči konji przewalskega potomci samo dvanajstih izvornih živali, pripeljanih iz divjine. Za ohranitev ogrožene vrste in preprečitev mešanja genov z domačimi konji je bilo treba izdelati usklajen rejski program in ga izvajati v sodelovanju z vsemi živalskimi vrtovi in parki po svetu. Skrbna vzreja se je hitro obrestovala in populacija konjev przewalskega je kmalu postala dovolj velika in obstojna, da je omogočala njihovo ponovno naselitev v naravo. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je število konjev przewalskega namreč že presegalo tisoč živali. Da bi konjem povečali možnost preživetja v divjini, so jih najprej naselili v velike naravne rezervate



Konj przewalskega v oazi puščave Gobi v Mongoliji. Foto: Martina Burnik Šturm.

na Nizozemskem in v Nemčiji, kjer je bil stik z ljudmi močno omejen in so lahko postopoma ponovno začeli izražati svojo divjo naravo. Populacija konj v rezervatih je zelo hitro naraščala in v nekaj letih je bilo na voljo zadostno število novih generacij konj przewalskega za naselitev v divjino.

Prve konje so leta 1992 naselili v Mongoliji, tam, kjer so bili njihovi predniki zadnjič opaženi v naravi, to je v Džungariji, natančneje v danes strogo zavarovanem območju Veliki Gobi B na jugozahodu države (velikost parka 9.000 kvadratnih kilometrov). Začetki nikakor niso bili enostavni, tako zaradi pomanjkanja infrastrukture in znanja kot tudi zaradi izjemno težkih naravnih razmer, kar je botrovalo k precejšnji umrljivosti v prvih letih. Rast populacije je bila tako mogoča samo s pomočjo novih transportov živali iz Evrope. K precejšnjemu zmanjšanju populacije sta botrovali predvsem dve izjemno hudi zimi. V zimi 2000-2001 je bila

že tako majhna populacija konjev przewalskega zmanjšana za kar 21 odstotkov, v zimi 2009-2010 pa se je število konjev zmanjšalo s 137 na samo 49 živali (upad za skoraj 65 odstotkov). K sreči se je, tudi s pomočjo novih transportov leta 2012, populacija do konca leta 2013 povečala na 90, leta 2017 pa že na več kot 200 živali. Istega leta, leta 1992, pa so konje začeli naseljevati tudi v bolj rodovitno in plodno gorsko stepto v Nacionalnem parku Hustai (570 kvadratnih kilometrov). Tu je ponovna naselitev konjev przewalskega dosegla popoln uspeh. Park je od glavnega mesta Ulan Batorja oddaljen le dobrih sto kilometrov, zato ga, tudi ali pa predvsem zaradi divjih konj, obišče veliko turistov. Park ima tako za promocijo in ozaveščanje o pomenu konjev przewalskega izjemno pomembno vlogo. Leta 2004 pa so konje naselili še v Khomin Talu na območju Depresije velikih jezer (2.500 kvadratnih kilometrov) na zahodu države, vendar

je populacija v tem parku zaradi številnih težav še vedno zelo majhna in dolgoročna ohranitev vrste v njem zato precej negotova. Na Kitajskem so konje przewalskega v divjino prvič naselili leta 2001, in sicer v Naravnem rezervatu Kalamaili v provinci Xinjiang (17.330 kvadratnih kilometrov), vendar tu večino konj zaradi izjemno težkih okoljskih razmer pozimi še vedno krmijo. V Kazahstanu je bil leta 2003 izveden prvi, žal neuspešni poskus ponovne naselitve konjev v Nacionalni park Altyn Emel na jugovzhodu države, trenutno pa potekajo priprave za naselitev v regijo Altyn Dala v osrednjem delu države. Leta 2015 so prve konje przewalskega naselili v prilagoditvene ograde v Stepškem rezervatu Orenburg na jugozahodu Rusije na meji s Kazahstanom, v upanju, da divji konji kmalu spet popolnoma prosto zaživijo tudi v prostrani ruski stepi. Zaradi izjemno predanih posameznikov, neskončnega števila prostovoljnih delovnih ur in številnih donacij se je divjim konjem naposled le uspelo vrniti domov. Vendar ne smemo pozabiti, da je v divjini živeča populacija še vedno majhna in prostorsko omejena na zelo majhen del nekdanjega območja razširjenosti. Kljub temu, da je konj pre-

walskega danes popolnoma zaščitena vrsta, ki jo je prepovedano loviti in je izjemno priljubljena med krajevnim prebivalstvom, vrsto še vedno ogrožajo različne bolezni, suše, skrajne vremenske razmere ter tekmovanje za omejene vire hrane z naraščajočim številom rejnih živali (predvsem kozami, ki jih krajevni nomadi gojijo za kašmir). Dolgoročna ohranitev teh edinstvenih bitij v naravi je torej bila in ostaja velik izziv.

Literatura:

- Bandi, N., Dorjraa, O., 2012: *Takhi: back to the wild. Ulanbaatar*, 130 str.
- Boyd, L., Houpt, A. (ur.), 1994: *Przewalski's horse: The history and biology of an endangered species. Albany: State University of New York Press*, 313 str.
- Der Sarkissian, C., in sod., 2015: *Evolutionary Genomics and Conservation of the Endangered Przewalski's horse. Current Biology*, 25: 1-7.
- Kaczensky, P., Burnik Šturm, M., in sod., 2017: *Stable isotopes reveal diet shift from pre-extinction to reintroduced Przewalski's horses. Scientific Reports*, 7 (1): 5950.
- King, S. R. B., Boyd, L., Zimmermann, W., Kendall, B. E., 2015: *Equus ferus. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T41763A97204950*.
- Ranson, J. I., Kaczensky, P. (ur.), 2016: *Wild equids: Ecology, Management, and Conservation. Baltimore: John Hopkins University Press*, 229 str.
- Wit, P., Bouman, I., 2006: *The tale of the Przewalski's horse: Coming home to Mongolia. Utrecht: KNNV Publishing*, 251 str.



Foto: Petra Kaczensky.

Martina Burnik Šturm je leta 2006 diplomirala iz geologije na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani. Po diplomi se je zaposlila kot mlada raziskovalka na Odseku za znanosti o okolju na Institutu Jožef Stefan in leta 2011 doktorirala s področja izotopske geokemije na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Kmalu zatem se je zaposlila na Raziskovalnem inštitutu za ekologijo divjih živali (Research Institute of Wildlife Ecology) na Veterinarsko-medicinski fakulteti na Dunaju, kjer je v zadnjih letih s pomočjo izotopskih tehnik preučevala ekologijo konjev przewalskega, divjih oslov in domačih konjev v puščavi Gobi danes in v preteklosti.

Novo odkritje slovenskih raziskovalcev: nova metoda prepoznavanja delfinov

Tilen Genov



Raziskovalci Slovenskega društva za morske sesalce Morigenos so odkrili, da je posamezne delfine možno razlikovati na podlagi obrazov, in s tem »izumili« novo metodo prepoznavanja delfinov. Svoje izsledke so predstavili v raziskavi, ki je bila objavljena v mednarodno priznani reviji *Marine Mammal Science*, osrednji znanstveni reviji za znanost o morskih sesalcih.

Individualno prepoznavanje ima izredno pomembno vlogo pri našem razumevanju biologije, ekologije in vedënja mnogih živalskih vrst, vključno s kiti in delfini. Zmožnost prepoznavanja posameznih osebkov nam omogoča vpogled v osnovna biološka in znanstvena vprašanja o teh živalih, hkrati pa je izrednega pomena pri varstvu vrst. Kljub temu, da so na prvi pogled enaki, je že dolgo znano, da je posamezne delfine

možno prepoznavati na podlagi naravnih oznak na hrbtnih plavutih, ki nastanejo ob interakcijah med delfini. Prav zaradi tovrstnih oznak danes vemo, da v slovenskem morju in Tržaškem zalivu živi okoli 150 delfinov, ki jih društvo Morigenos preučuje in spremlja že od leta 2002. Na podlagi fotografij plavuti delfinov lahko ugotavljamo njihovo številčnost, rast ali upadanje populacije v času, rodnost in smrtnost, družbeno ter populacijsko strukturo in še mnogo več. Tovrstni podatki so osnovni pogoj za učinkovito in dolgoročno varstvo različnih vrst in ekosistemov, v katerih živijo.

Toda oznake na plavutih se spreminjajo, težava pa je tudi v tem, da mladiči na plavutih še nimajo oznak, po katerih bi jih lahko prepoznavali. Dodatni načini prepoznavanja delfinov so torej lahko zelo koristni.



Preučevanje delfinov ob slovenski obali. Foto: Društvo Morigenos.



Posamezne delfine primarno ločimo na podlagi naravnih oznak na hrbtnih plavutih. Foto: Društvo Morigenos.



Plavuti se lahko spreminjajo, še posebej pri družbeno dejavnih delfinib, ki so pogosto vključeni v neposredne interakcije z drugimi delfini. Na fotografijah je samec Foki v letih 2008, 2013 in 2017. Njegova plavut se s časom občutno spreminja. Foto: Društvo Morigenos.

Pri znanstvenem raziskovanju velikih pliskavk (*Tursiops truncatus*), ki jih društvo Morigenos v Tržaškem zalivu in ob zahodni Istri spremlja in preučuje že 15 let, smo opazili, da lahko posamezne delfine prepoznamo tudi na podlagi njihovih obrazov, kar doslej ni bilo znano. Do tega odkritja smo prišli nekoliko po naključju, ob pregledovanju približno 56.000 fotografij, na katerih so posnete predvsem plavuti, občasno pa tudi obrazi delfinov. Sprva je bila ta ugotovitev le zanimivost, nato pa smo se odločili, da zadevo nekoliko bolj podrobno preučimo. Zato smo iz naše fotografske zbirke najprej poiskali vse fotografije, na katerih so vidni obrazi delfinov, ter posamezne obraze povezali s hrbtnimi plavutmi in tako prepoznali delfine, ki jim ti obrazi pripadajo. Nato smo zasnovali študijo, v kateri so morali izkušeni (tisti, ki imajo večletne izkušnje s fotografskim prepoznavanjem delfinov) in neizkušeni opazovalci primerjati fotografije obrazov delfinov in jih pravilno povezati.

Rezultati so pokazali, da tako izkušeni kot tudi neizkušeni opazovalci izredno dobro ločijo posamezne osebkke na podlagi njihovih obrazov, celo kadar primerjajo levo in desno stran obraza. Raziskava je tako pokazala, da so obrazne poteze različne pri različnih delfinib ter enake na obeh straneh obraza pri istih osebkih. Hkrati so te poteze dolgotrajne in omogočajo prepoznavanje na dolgi rok.

Ugotovitev, da je delfine možno ločevati po

obrazih, je zanimiva že sama po sebi, odpira pa celo možnost, da tudi sami delfini drug drugega prepoznavajo po vidnih znakih (poleg zvočnih), kadar plavajo drug ob drugem. Toda še bolj pomembno je to, da utegne ta nova metoda vplivati tudi na naše raziskovanje in razumevanje teh skrivnostnih živali. Sicer ne more nadomestiti prepoznavanja na podlagi plavuti, lahko pa ga dopolnjuje. Obrazi za razliko od plavuti niso v tolikšni meri odvisni od sprememb zaradi zunanjih vplivov, zato so lahko dolgoročno bolj zanesljivi. Nova metoda je primerna tudi za mladiče, katerih plavuti navadno niso dovolj označene, da bi jih lahko zanesljivo prepoznali tudi takrat, ko se osamosvojijo in zapustijo svojo mater, zato lahko izboljša poznavanje medgeneracijskih povezav v populaciji. Še posebej obetavna utegne biti pri tistih vrstah delfinov, ki na plavutih navadno nimajo prav veliko oznak, ali pri vrstah, ki hrbtno plavuti sploh nimajo.

Omeniti je treba, da je bila ta raziskava na neki način stranski rezultat obstoječega raziskovanja delfinov v Tržaškem zalivu, saj so vse fotografije obrazov nastale kot posledica fotografiranja delfinov za potrebe prepoznavanja plavuti. Novo pridobljene fotografije obrazov ter nadaljnje raziskave utegnejo prinesiti nova zanimiva odkritja. Še posebej zanimivo bi bilo vedeti, ali lahko samce in samice ločimo na podlagi obrazov. Pri delfinib se oba spola po zunanjem videzu med seboj ne razlikujeta, zato je spol delfinov



Fotografije leve in desne strani obrazov 16 delfinov iz Tržaškega zaliva, ki kažejo razlike med osebkami in simetričnost obraznih potez. Foto: Društvo Morigenos.



Fotografije treh različnih delfinov (Kai, Morigenos in Daphne) v različnih letih. Iz njih je razvidno, da so obrazne poteze dolgotrajne. Samica Daphne je prikazana z obeh strani obraza.

Foto: Društvo Morigenos.



Podobnost med samico A in njenim mladičem na levi ter med samico B in njenim mladičem na desni.

Foto: Društvo Morigenos.

pogosto težko določiti. V omenjeni raziskavi sicer nismo imeli dovolj velikega števila fotografij obeh spolov, da bi to lahko ugotavljali, vendar je to prav gotovo zanimivo raziskovalno vprašanje za prihodnost. Če se bo pokazalo, da je samce in samice možno ločiti po obrazih, bi to pomenilo izreden korak v našem poznavanju teh živali. Med raziskavo smo tudi ugotovili, da so nekateri mladiči veliko bolj podobni svojim materam kot pa drugim delfinom, vendar pa bodo nadaljnje raziskave pokazale, ali je ta vzorec splošno značilen.

Raziskava je pokazala, da lahko metode prepoznavanja kitov in delfinov še izboljšamo in s tem izboljšamo tudi naše znanje o teh živalih. S čedalje večjim pomenom digitalne

fotografije ter računalniškega prepoznavanja utegnejo postati tovrstne »nekonvencionalne« metode prepoznavanja živali bolj uporabne, kot smo sprva mislili. Ne nazadnje pa je ta raziskava, objavljena v uveljavljeni mednarodni znanstveni reviji, lep primer, ki kaže, da ima lahko tudi raziskovanje delfinov v slovenskem morju širši pomen za poznavanje morskih sesalcev. Več informacij o delfinih v Sloveniji in Tržaškem zalivu najdete na www.delfini.si.

Ikre sardele (*Sardina pilchardus*) in sardona (*Engraulis encrasicolus*) v slovenskem morju

Eva Horvat, Polona Pengal, Mihael J. Toman

Bi verjeli, da vas poleti, ko zaplavate v morju, obdajajo številne milimetrske prozorne ikre in mladice sardona, pa tudi drugih rib, katerih starši so se še večer prej drstili? Na območju slovenskega morja, ki je del Tržaškega zaliva in s tem severnega Jadrana, se pozimi v nizki intenzivnosti drsti sardela (*Sardina pilchardus*), poleti pa v visoki intenzivnosti sardon (*Engraulis encrasicolus*), saj je zanj to območje eno izmed najpomembnejših v Jadranu. Zaradi različnih okoljskih razmer v Jadranu se ikre sardele in sardona med območji med seboj nekoliko razlikujejo, saj samice z različno velikostjo iker omogočijo svojim potomcem boljše preživetje. V zadnjih letih preživetje iker ogrožajo vse številčnejše meduze in rebrače, ki se hranijo s prostoplavajočimi ikrami in mladnicami, pomembno pa na število iker vplivajo tudi ribiči s prevelikim izlovom odraslih rib sardele in sardona v Jadranskem morju.

Pri večini morskih rib kostnic, kamor uvrščamo družino sledov (Clupeidae) in sardonov (Engraulidae), poteka zunanja oploditev, zato tem ribam pravimo, da so jajcerodne (oviparne).

V času razmnoževanja oziroma drsti tako

samci in samice sardele (*Sardina pilchardus*) kot tudi sardona (*Engraulis encrasicolus*) plavajo tesno skupaj v svojih jatah. Samci sprostijo ogromne količine spolnih celic, ki tvorijo nekakšen oblak, v katerega samice med plavanjem izločijo jajčeca, da jih oplodijo. V oplojenih ikrah se razvija zarodek (embrio), ki prejme vsa potrebna hranila iz rumenjaka v ikri. To obdobje je najnevarnejše, saj ikre obeh vrst nimajo zunanjih struktur, ki bi jim omogočale pobeg pred plenilci ali neugodnimi okoljskimi razmerami. Ob izvalitvi se mladica že lahko premika po vodnem stolpcu, sama pa si začne aktivno loviti hrano šele po nekaj dneh (Miller in Kendall, 2009).

Ikre rib so lahko pritrjene na substrat (demersne) ali pa so prostoplavajoče (pelagične). Za vrste, pri katerih poteka drst v vodnem stolpcu, kot na primer pri sardeli in sardonu, pa je značilno, da so ikre pelagične. Zaradi velikega števila iker in njihove disperzije v morju je za drsteče ribe nemogoče, da bi za ikre in mladice poskrbele oziroma izkazale starševsko skrb (angleško *parental care*). Pri takšnih vrstah, ki imajo veliko število potomcev in so brez starševske pomoči, je preživetje v zgodnjih stadijih nizko, zato

Mladica sardona (manjša od treh milimetrov) z vidno rumenjarkovo vrečko (slikano pod lupo). Foto: Eva Horvat.



je njihovo število visoko (Miller in Kendall, 2009). Preživetje čim večjega števila potomcev pa je pri majhnih pelagičnih ribah zelo pomembno, saj sta sardele in sardon hitrorastoči in kratkoživi vrsti, kjer je velikost populacije odvisna od števila rib, ki se lahko že naslednje leto drstijo. Zaradi njune številčnosti sta vrsti pomembni tudi z ekološkega vidika, saj ohranjata ravnovesje med različnimi trofičnimi ravni. Prehranjujeta se s planktonom (nižja trofična raven), sama pa predstavljata vir hrane vsem višjim trofičnim ravnam, kamor uvrščamo modroplavute tune (*Thunnus thynnus*), osliče (*Merluccius merluccius*), ptice, delfine in druge živali (Morello in Arneri, 2009). Izjemno sta pomembni tudi z gospodarskega vidika, saj letno v Jadranu izlovimo 36.000 ton sardele in 46.000 ton sardonov, vendar ulov zaradi njunega vse manjšega števila v Jadranu upada (Peterlin in sod., 2013).

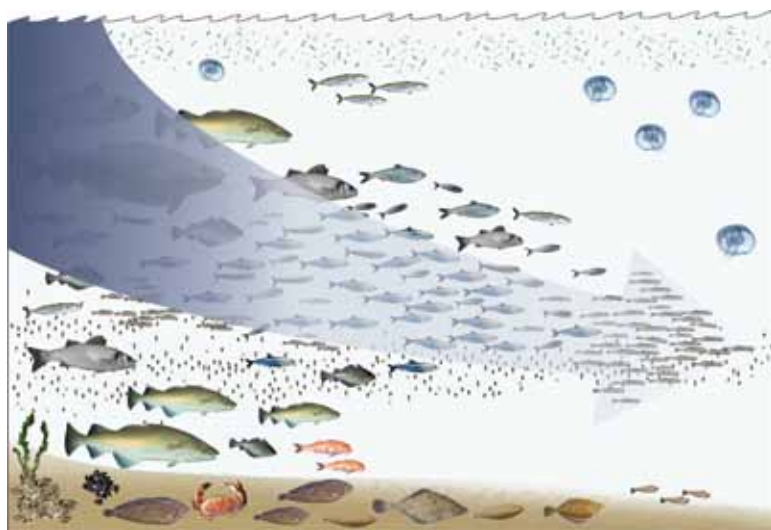
Ikre sardele so prozorne in okrogle, v Jadranu je njihov povprečni premer od 1,4 do 1,8 milimetra. Vsebujejo eno oljno kapljico velikosti od 0,1 do 0,2 milimetra, prepoznamo pa jih tudi po velikem perivitelnem prostoru. Ikre sardona so elipsoidne oblike, brez oljne kapljice, njihova velikost pa variira vse od 1,2 krat 0,5 milimetra v severnem do 1,4 krat 0,6 milimetra v srednjem Jadr-

nu (Morello in Arneri, 2009).

V letih od 2014 do 2015 smo na območju slovenskega morja opravili ihtiološko raziskavo v okviru projekta AriaMed pod okriljem Organizacije Združenih narodov za kmetijstvo (Food and Agriculture Organisation of the United Nations Fisheries and Aquaculture Department, FAO) in Zavoda za ribištvo Slovenije (ZZRS). Po metodi DEPM (Daily egg production method) smo na desetih vzorčnih postajah enkrat mesečno iz vodnega stolpca z mrežo WP2 (velikost mrežnih okenc 200 mikrometrov) opravili po dva navpična vleka. Na ta način smo zbrali iz vodnega stolpca vse ikre in druge planktonske organizme. Ikre smo kasneje v laboratoriju Biotehniške fakultete določili in izmerili ter shranili v posodicah s triodstotno raztopino formaldehida.

Drst sardele in njene ikre

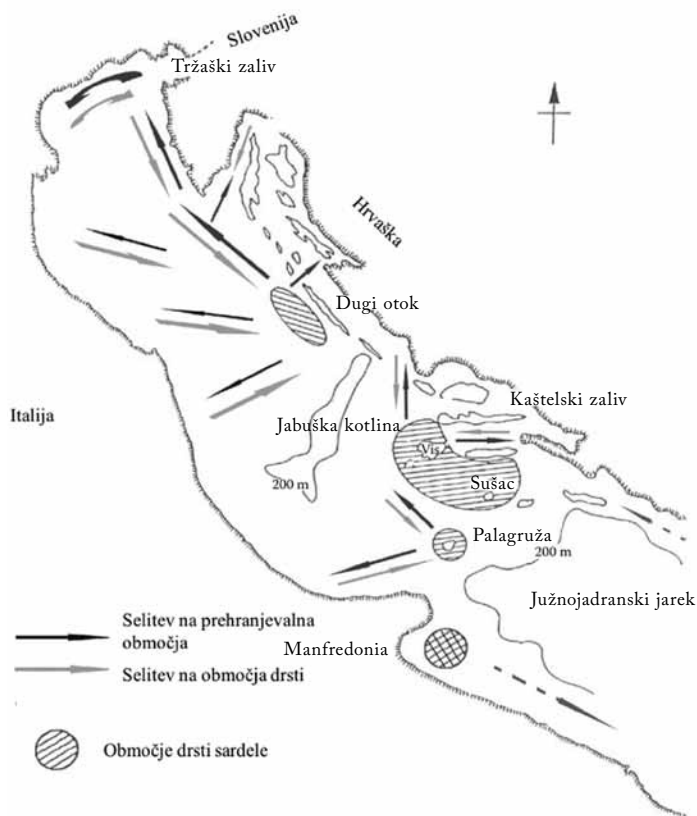
Sardele se v Jadranu drsti v zimskih mesecih pri razmeroma visoki slanosti (od 35,2 do 38,8 stotin), temperaturi od 9 do 20 stopinj Celzija in globini od 30 do 150 metrov (oziroma od 60 do 120 metrov). Drst poteka predvsem na vzhodni strani srednjega (območje Dugega otoka) in južnega Jadrana (območje med otoki Vis, Sušac in Palagruža), saj severni Jadran zaradi nizkih zimskih



Majhne pelaške ribe, kot sta sardon in sardele, ohranjajo ravnovesje med trofičnimi ravni v severnem Jadranu.

Foto: © Hans Hillewaert, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5805780> (16. 9. 2017).

Območja drsti sardele in njena prehranjevalna območja v Jadranu.
Foto: Morello in Arneri, 2009.

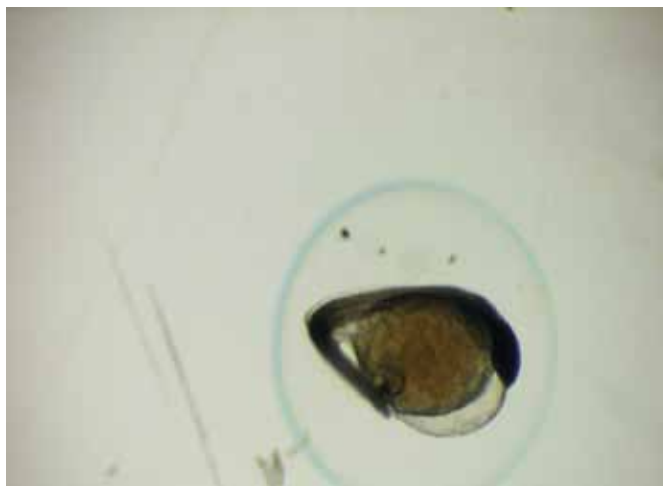


temperatur morja, nestanovitnih vremenskih razmer in prenizkih globin za drst sardele ni najprimernejše območje.

Ikre sardele so bile med našimi raziskavami prisotne od septembra (2014) do aprila (2015), njihova velikost pa je bila vse od 1,31 milimetra do 1,86 milimetra, s povprečno velikostjo 1,6 milimetra. V obdobju sedmih mesecev je bilo na vzorčnih potajah prisotnih 68 iker sardele. Prisotnosti iker sardele – pa čeprav v nizkem številu – v vseh zimskih mesecih nismo pričakovali, saj Štirn (1968) ter Škrivanič in Zavodnik (1973) v svojih ihtioloških raziskavah severnega in srednjega Jadrana prisotnost iker v skrajnem severu Jadrana omenjajo le v oktobru in maju. Po Štirnovi (1968) hipotezi naj bi se ikre na skrajnem severu Jadrana pojavljale samo kot posledica že ali pa še drstečih se rib sardele, ki so na migracijski poti

proti okoljsko primernejšim južnejšim območjem srednjega Jadrana, kjer sicer poteka najintenzivnejša drst. Povprečna velikost iker je med meseci nihala, saj je bil premer septembrskih iker le 1,5 +/- 0,08 milimetra, premer februarjskih iker, ko so bile temperature morja najnižje (9 stopinj Celzija), pa največji (1,73 +/- 0,01 milimetra).

Podatki kažejo, da sodijo ikre sardele iz slovenskega morja med večje v Jadranu. Zaradi manjkajočih podatkov o velikosti iker sardele smo primerjali velikost iker iz južnega Jadrana (zaliva Boka Kotorska v Črni gori), ki jih je izmerila Mandić (2011) in merijo od 1,29 do 1,66 milimetra. Pri tem bi dodali, da tako zaliv Kotor kot Tržaški zaliv zaradi prenizkih temperatur in slanosti ne sodita med najprimernejša območja za drst sardele. Zakaj so ikre na manj primernih območjih za drst večje, lahko razložimo z

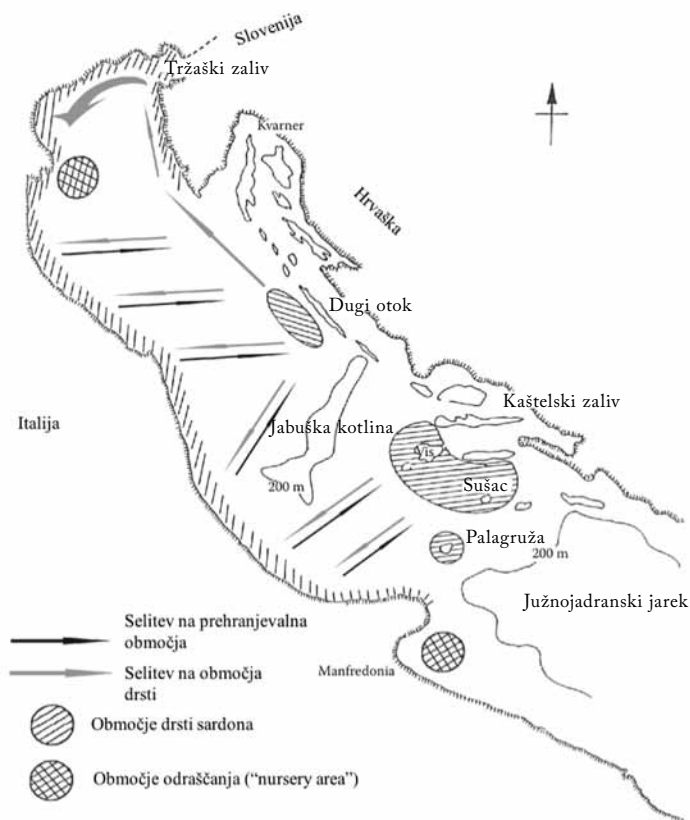


Ikra sardele pod lupo.

Foto: Eva Horvat.

ugotovitvami raziskovalne skupine Riveiro in sod. (2004), ki menijo, da samice svojim potomcem z večjo vsebnostjo hranil in proteinov omogočijo, da razvoj iker poteka

hitreje, kot bi sicer zaradi nizkih temperatur. Posledica tega so večje ikre, a krajši čas razvoja in izpostavljenosti plenilcem.



Območje drsti sardona in njegova prehranjevalna območja v Jadranu.
Foto: Morello in Arneri, 2009.

Drst sardona in njegove ikr

Nasprotno kot pri sardele pa so toplejši meseci v severnem Jadranu za drst sardona eno izmed najprimernejših območij. Razlog, da je severni Jadran, predvsem območja ob izlivih rek (Pad, Soča, Timava), tako pomemben za drst sardona, pa je v nizki slanosti morja zaradi pritokov rek, stabilnem vodnem stolpcu ter visoki koncentraciji hrane, ki pride v morje z rekami, kar se kaže v večjih koncentracijah fitoplanktona in zooplanktona. Med najpomembnejša območja drsti prištevamo izliv reke Pad ter Beneški in Tržaški zaliv, kjer so dovolj visoke temperature (od 12 do 28 stopinj Celzija, višek pri 18 do 28 stopinjah Celzija) in primerna slanost (od 9,0 do 38,7 stotin).

Z vzorčenjem smo začeli avgusta (2014), ko je potekala najintenzivnejša drst sardona na

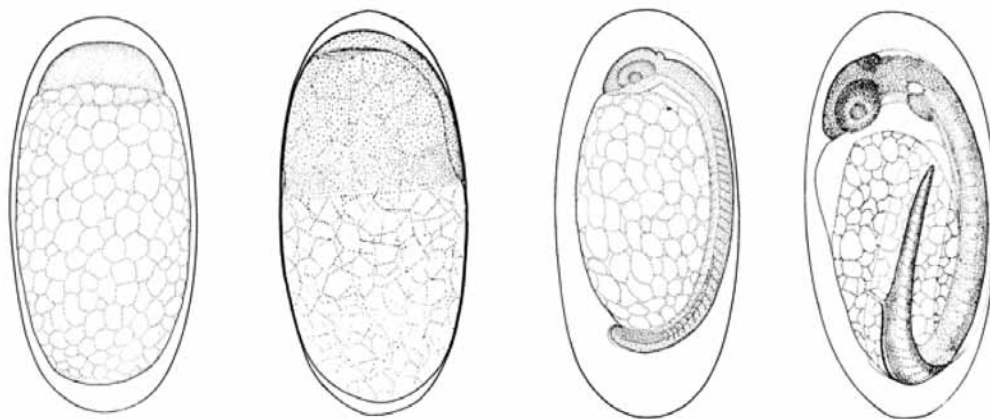
območju slovenskega morja, med njegovo drstitvijo pa smo ujeli kar 951 njegovih iker. Ikre sardona so bile prisotne vse do novembra, nato pa so se ponovno pojavile med majem in julijem (2015), ko smo zaključili z vzorčenji. Velikost njegovih iker je variirala v dolžini od 1,2 do 1,4 milimetra ter širini od 0,5 do 0,6 milimetra. Glede na navedeno povprečno velikost iker sardona v severnem Jadranu lahko ugotovimo, da so ikre v Tržaškem zalivu manjše in ovalnejše kot tiste iz drugih (bolj južnih) območij severnega Jadrana.

Regnar (1985) je razlike v velikosti med ikrami sardona v srednjem Jadranu pojasnil s starostjo drstečih se rib. Med svojo raziskavo je opazil, da so bile ikre v začetku sezone, ko so se drstile starejše ribe, večje. Proti koncu sezone pa so bile ikre vse manj-



Ikra sardona pod lupo.

Foto: Eva Horvat.



Ikre sardona v različnih razvojnih stadijih. Foto: AdriaMed Training Course on Daily Egg Production Method for the appraisal of small pelagic fisheries resources in the Adriatic Sea. 2007. Rim, AdriaMed scientific cooperation to support responsible fisheries in the Adriatic Sea: 47 str.

še zaradi drsti prvoletnih rib, ki so postale spolno zrele. Podobna opažanja lahko delno potrdimo, saj so bile ikre avgusta in septembra manjše kot tiste med majem in julijem. Da so ikre nekoliko manjše kot drugod, pa bi lahko pojasnili z drugo Regnarjevo (1985) ugotovitvijo, ki se nanaša na obalna območja, kjer se drstijo predvsem mlajše ribe. Tržaški zaliv lahko zaradi njegove plitvosti opišemo kot eno takšnih obalnih območij, s čimer bi lahko potrdili Regnarjevo hipotezo. Žal pa tega še ne moremo popolnoma potrditi, saj odraslih rib med raziskavo nismo lovili in merili.

Grožnja sardeli in sardonu

Zgodnejšim stadijem, kot so ikre in mladice, pomenijo največjo grožnjo številčnejši razvoj nekaterih meduz, kot sta mesečinka (*Pelagia noctiluca*) in uhati klobučnjak (*Aurelia aurita*). Zadnja leta pa se v severnem Jadranu pojavlja tudi vse večje število nekajcentimetrskih invazivnih rebrač vrste *Mnemiopsis leidyi*, ki se prehranjujejo z ikrami rib in drugih živali ter lahko pomembno vplivajo na populacijsko dinamiko rib, ki se drstijo poleti, saj je v tem obdobju rebrač največ (Tilves in sod., 2016). V Jadranu zaradi prekomernega lova ribičev na odrasle ribe velja sardela za prelovljeno, sardon pa



*Od leve proti desni: rebrača (*Mnemiopsis leidyi*), mesečinka (*Pelagia noctiluca*) in uhati klobučnjak (*Aurelia aurita*). Foto: od leve proti desni: <http://ocean.si.edu/ocean-photos/sea-walnut-mnemiopsis-leidyi>; https://en.wikipedia.org/wiki/Pelagia_noctiluca; <http://www.bioexpedition.com/moon-jellyfish/>; 16.9.2017).*



*Ikra sardona
pod lupo.
Foto: Eva
Horvat.*

za delno prelovljeno vrsto (Peterlin in sod., 2013). To pomeni, da se populaciji sardele in sardona na dodatne neugodne okoljske razmere, kot so velika temperaturna nihanja, številni novi plenilci (rebrače in meduze) in evtrofikacija morja, težko prilagajata, posledice pa se bodo na že zmanjšani velikosti populacij občutile bolj, kot bi se sicer (Morello in Arneri, 2009). Prav zaradi tega je pomembno natančno spremljanje letnih nihanj gostote iker sardele in sardona ter glede na rezultate in okoljske razmere prilagoditi odvzem rib iz morja.

Ob koncu raziskave so se nam tako pojavili novi vprašanja - in sicer, ali bo zaradi višanja temperatur Sredozemskega in s tem tudi Jadranskega morja postal severni Jadran v prihodnosti pomembnejše območje za drst sardele in kako bo na najpomembnejša drstitvena območja sardona v Jadranu vplivala številčna in nenasitna invazivna rebrača.

Zagotovo pa vas bodo tudi naslednje leto v morju pričakale tako ikre sardona kot ne-

kajcentimetrskre rebrače ter številni drugi morski organizmi.

Slovarček besed:

Ikra. Spolna celica, iz katere se razvije riba.

Mladica. Mlada riba, ki še ni spolno zrela.

Pelagične ikre. Ikre, ki lebdijo v vodnem stolpcu.

Populacija. Večja skupina osebkov, ki živi na istem območju.

Trofična raven. Raven prehranjevalne verige.

Zahvala:

Najlepše se zahvaljujemo Zavodu za ribištvo Slovenije (ZZRS) za posojilo ihtioloških vzorcev in pomoč na terenu. Hvala tudi dr. Milici Mandić za literaturo in pomoč pri določanju iker.

Literatura:

Mandić, M. 2011: *Sezonski aspekti diverziteta ihtioplanktona u Bokakotrkском zalivu. Doktorska disertacija. Beograd: Biološki fakultet Univerze u Beogradu, 169 str.*

Miller, B. S., Kendall, A. Jr., 2009: *Early life history of marine fishes. University of California Press, 364 str.*

Morello, E. B., Arneri, E., 2009: *Anchovy and sardine*

in the Adriatic Sea – an ecological review. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 47: 209–256.

Peterlin, M., Petelin, Š., Kranjc, G., Zore, K., Gosar, L., Gabrijelčič, E., Kramar, M., Palatinus, A., 2013: *Načrt upravljanja z morskim okoljem: Začetna presoja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije: socio-ekonomska analiza uporabe morskih voda in stroškov poslabšanja morskega okolja*. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, 75 str.

Regner, S., 1985: *Ecology of planktonic stages of the anchovy, Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758), in the Central Adriatic [Ekologija, planktonskih stadija brgljuna, Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758) u srednjem Jadranu]*. *Acta Adriatica*, 26 (1): 5–113.

Ribeiro, I., Guisande, C., Maneiro, I., Vergara, A. R., 2004: *Parental effect in the European sardine Sardina pilchardus*. *Marine Ecology Progress Series*, 274: 225–234.

Škrivanič, A., Zavodnik, D., 1973: *Migrations of the sardine (Sardina pilchardus) in relation to hydrographical conditions of the Adriatic Sea*. *Netherlands Journal of Sea Research*, 7: 7–18.

Štirn, J., 1968: *Pelagial Severnega Jadrana: Njegove*

oceanološke razmere, sestav in razporeditev biomase tekom leta 1965. *Doktorska disertacija*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 92 str.

Tilves, U., Purcell, J. E., Fuentes, V. L., Torrents, A., Pascual, M., Raya, V., Gili, J. M., Sabates, A., 2016: *Natural diet and predation impacts of Pelagia noctiluca on fish eggs and larvae in the NW Mediterranean*. *Journal of Plankton Research*, 38 (5): 1243–1254.

Gorski škržad sredi zime?

Matija Gogala

Spomladi, zadnjega dne marca leta 2017, je prišel prijatelj, entomolog in jamar Slavko Polak k meni domov in prinesel poleg ene poškodovane živo in čilo ličinko škržada. Ko je kopal in iskal po zemlji drug »plen«, je pod neko smreko našel omenjeni škržadji ličinki in se spomnil name, da me bosta morda zanimali. Seveda sem bil nad najdbo navdušen, saj teh živali med njihovim dolgim skritim življenjem v prsti ni lahko najti. Tudi ni lahko prepoznati, kateri vrsti ličinka pripada, saj je celo pri nekaterih odraslih škržadnih samo po vidnih morfoloških znakih težko z gotovostjo prepoznati vrsto.

Torej sem moral poskrbeti, da bo ličinka preživela in se morda nekega dne preobrazila v odraslo žival. V sobi sem imel dva

lonca s hibiskusom in večjega sem izbral za svoj namen. Za škržade velja, da se hranijo s ksilemskim sokom in zato niso izbirčni pri hrani. Vedel sem tudi, da škržade tako dalj časa hrani in vzdržuje pri življenju ameriški strokovnjak profesor Thomas Moore, ki po potrebi kar na terenu kupi v bližnji cvetličarni nekaj lončkov s sobnimi grmički. Seveda je treba vse skupaj obdati s primerno mrežo, da živali ne uidejo.

Tako sem naredil tudi sam. Doma sem torej izbral lonca z rumenocvetnim hibiskusom, napravil v prst globoko luknjico in vanjo spustil ličinko, odprtino pa sem prekril z rahlo prstjo. Upal sem, da bo ličinka našla dovolj primernih korenin za sesanje hrane. Minil je mesec, dva, in pričela se je sezona škržadov, ki se v naših krajih začnejo iz-



Ličinka škržada, ki ga je izkopal in mi prinesel kolega Slavko Polak. Foto: Matija Gogala.



legati in prepevati v drugi polovici meseca maja. To velja še posebej za sorodstvo gorskih škržadov (*Cicadetta montana* sensu lato - v širokem smislu), torej sklop zelo podobnih vrst, o katerih sem v *Proteusu* že pisal (Gogala, 2012). Te vrste pa je mogoče zanesljivo prepoznati po petju, in to le samce, saj samice nimajo timbala, organa za produkcijo zvoka, in nekatere kvečjemu pokajo s krili. Zato sem upal, da bo izleženi škržad moškega spola.

Lonec s hibiskusom sem seveda ob tem času prenesel iz sobe na prosto in opazoval, kdaj in če se bo kaj zgodilo. Toda minil je junij,

Ličinko sem dal v lonec s hibiskusom, ki sem ga prekril z mrežo. Foto: Matija Gogala.



21. decembra leta 2017 se je škržad izlegel in takoj sem videl, da je samec iz skupine gorskih. Foto: Matija Gogala.

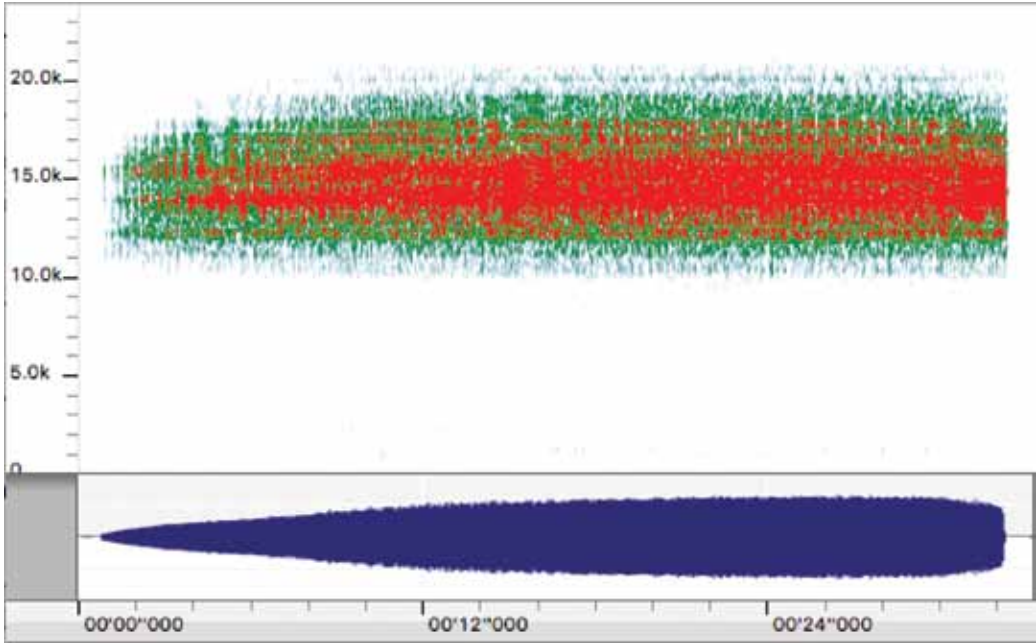


*Škržadica (lev)
gorskega škržada.
Foto: Matija
Gogala.*

julij in v avgustu je že konec sezone za večino naših škržadov. Ker pa vem, da traja razvoj ličink pod zemljo pri škržadah več let, tja do sedemnajst, sem vztrajal in tudi jeseni spet prenesel lonec z rastlino v sobo. Pri tem sva s sinom modrovala, da bo morda toplota v stanovanju pospešila razvoj ličinke ali pa bo treba počakati na novo sezono ... Pri tem pa me je mučila še misel, da morda ličinka sploh ni preživela. Kakšnega znaka življenja pač te živali med življenjem v zemlji sploh ne kažejo.

In prijetno presenečenje je bilo, ko sem v najkrajšem dnevu, 21. decembra leta 2017, nenadoma v mreži s hibiskusom zagledal majhnega škržada, in to samca iz sklopa vrst gorskih. Na deblu hibiskusa pa je dva decimetra nad zemljo čepela »škržadica« ali strokovno eksuvij, lev ali zunanji skelet nimfe, iz katerega se je izlegel odrasli škržad.

Upal sem, da se bo tudi oglasil in s tem izdal svojo vrstno pripadnost. Ker je bilo megljeno, sem malo pomagal z umetnim son-



*Ko pa je zapel, je bilo jasno, da gre za Skopolijevega gorskega škržada (*Cicadetta montana* Scopoli 1772). Na sliki je zvočni zapis (sonogram) z enakomernim, dolgo trajajočim napevom, ki je značilen le za to vrsto. Foto: Matija Gogala.*

cem, majhnim LED-žarometom. In ko se je ljubljanska megla opoldne malo razkadila, je škržad tudi nekajkrat zapel.

Naslednjega dne je še pogosteje prepeval. In od takrat ni bilo več nobenega dvoma, da imamo v mreži Skopolijevega gorskega škržada (*Cicadetta montana* Scopoli 1772), ki ga je ta pionir entomologije leta 1772 opisal po primerkih iz okolice Idrije. Napev gorskega škržada lahko poslušate na spletu na naslovu: www.cicadasong.eu/cicadettinae/cicadetta-montana.html.

Seveda je zanimivo, da se je ta škržad izlegel sredi zime. Po podatkih neaterih avtorjev (na primer Kudrjaševa, 1979) traja razvoj gorskih škržadov v naravi štiri do pet let. Za našega škržada nismo vedeli, koliko časa je že preživel v zemlji in koliko mu je manjkalo do preobrazbe v krilato odraslo žival. Očitno bi v naravi dozorel naslednjo pomlad, mi pa smo mu ta rok s toploto sta-

novanja skrajšali kar za pol leta. Tako lažje razumemo tisti podatek Kudrjaševa, da razvoj traja štiri do pet let. Če je leto toplejše, se preobrazi po štirih letih, sicer pa v petih. In naša žival se je verjetno preobrazila po štirih letih in pol in mi tako pripravila lepo zimsko presenečenje!

Literatura:

Gogala M., 2012: *Gorski škržadi in kako iz ene nastane več kot ducat vrst. Proteus, 74 (5): 215–223.*

Kudrjaševa, I. V., 1979: *Ličinki pevcih cikad (Homoptera, Cicadidae) fauni SSSR. Moskva: Nauka.*

Vzpon in razcvet organokatalize

Uroš Grošelj in Sebastijan Ričko

Organokataliza pomeni uporabo majhnih organskih molekul kot katalizatorjev za pospeševanje in usmerjanje organskih reakcij. V zadnjih dveh desetletjih je organokataliza doživela eksponentno rast in razvoj ter danes uspešno zapolnjuje vrzel med biokatalizo in katalizo s kovinami.

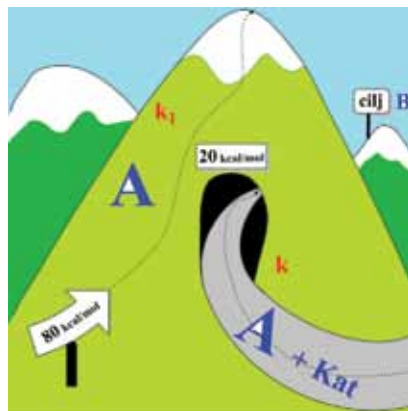
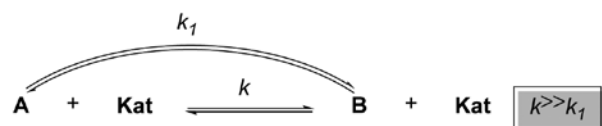
Sinteza velike večine komercialno dostopnih spojin vključuje vsaj en katalizirani sintezni korak, kar umešča katalizo v središče moderne sintezne kemije. Razvoj visoko učinkovitih katalizatorjev sodi med najbolj aktivna področja sodobnih raziskav, kar izvira iz potrebe po zniževanju porabe energije, skrbi za okolje in ohranjanju naravnih virov (trajnostni razvoj). Idealna katalizirana kemijska reakcija bi dala produkt s stoodstotnim izkoristkom in stoodstotno selektivnostjo ob nizki porabi energije na okolju prijazen način (Zhou, 2016).

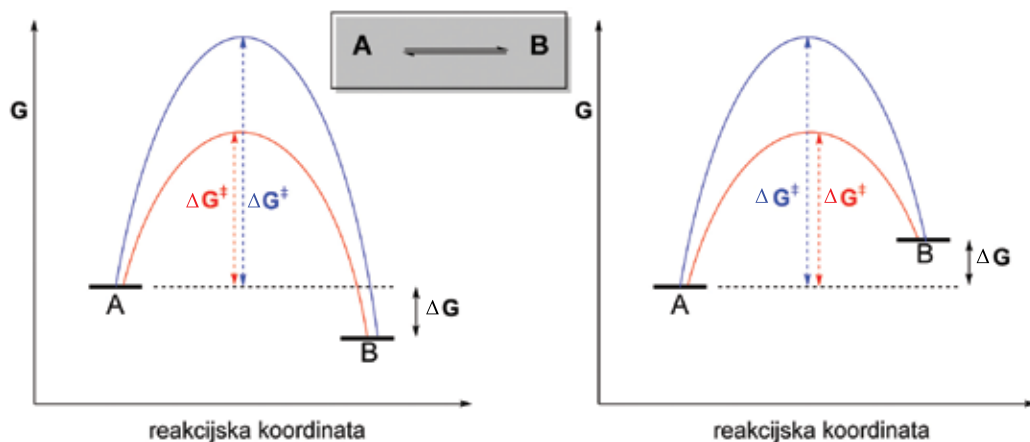
Katalizator je snov, ki sodeluje pri kemijski reakciji tako, da poveča hitrost kemijske reakcije (k) v primerjavi z nekatalizirano reakcijo (k_1). Katalizator (**Kat**) se pri reakciji ne porabi in ostaja nespremenjen, zato lahko v reakciji nastopa v substehiometričnih količinah, kar praktično pomeni, da ena molekula katalizatorja lahko pretvori več kot eno molekulo reaktanta **A** v ustrezno število molekul produkta **B** (shema 1).

Iz energijskega diagrama (slika 1, levo) pretvorbe reaktanta **A** v produkt **B** vidimo, da je za uspešen začetek reakcije treba dovesti določeno minimalno energijo (prosta energija aktivacije (ΔG^\ddagger)), ne glede na to, da je prikazana reakcija eksotermna, kar pomeni, da se pri reakciji energija sprošča. Tudi butan, ki ga uporabljamo kot gorivo za plinske štedilnike, potrebuje energijo aktivacije (iskro) za začetek gorenja. Enako velja za endotermne reakcije, kjer se energija pri reakciji porablja (slika 1, desno). Energijo aktivacije oziroma pregrado, ki jo ta predstavlja, pa lahko z uporabo katalizatorja znižamo, kar pomeni, da reakcija poteka hitreje kot nekatalizirana reakcija (slika 1). Katalizator vpliva le na hitrost reakcije (kinetiko) in ne na kemijsko ravnotežje oziroma termodinamsko podobo pretvorbe.

Pri kemijski sintezi, še posebej v stereoselektivni sintezi, pa je bistvena naloga katalizatorja poleg pospeševanja reakcije tudi zagotavljanje selektivnosti reakcije. Če pri nekatalizirani reakciji nastanejo iz reaktanta **A** poleg želenega produkta **B** tudi stranski produkti **C**, **D** in **E**, želimo z uporabo katalizatorja doseči čim višjo selektivnost (kemo- in/ali stereoselektivnost) pretvorbe

Shema 1: **A** = reaktant; **B** = produkt; **Kat** = katalizator; k , k_1 = konstanta reakcijske hitrosti.





Slika 1: *Levo – eksotermna reakcija; desno – endotermna reakcija; modra – nekatalizirana reakcija; rdeča – katalizirana reakcija.*



SHEMA 2: *Selektivna tvorba produkta B iz reaktanta A s pomočjo katalizatorja Kat.*

oziroma tvorbo zgolj želenega produkta **B** (shema 2).

Učinkovitost katalizatorja se podaja s TON (turnover number, pretvorbeno število). Število TON pomeni število molov reaktanta **A**, ki ga en mol katalizatorja pretvori v produkt **B**, preden se katalizator izrabí. Analogno TON predstavlja tudi število molekul reaktanta **A**, ki jih v produkt **B** pretvori ena molekula katalizatorja, preden se izrabí. V teoriji bi imel idealni katalizator neskončni TON, katalizator se nikoli ne bi izrabil. V praksi pa znašajo vrednosti TON od 100 do nekaj milijonov. Po drugi strani pa TOF (turnover frequency, pretvorbena frekvenca) izkazuje aktivnost katalizatorja oziroma število molekul reaktanta **A**, ki jih v produkt **B** pretvori ena molekula katalizatorja v časovni enoti, na primer v eni uri.

V organski sintezi se že dolgo časa uporabljata organokovinska kataliza in biokata-

liza. Kataliza s kovinami prehoda, zlasti organokovinska kataliza, sodi med najbolj preučevane sisteme, ki ga že dolga desetletja uporabljajo v proizvodnji osnovnih in finih kemikalij. Proste d-orbitale kovin so odgovorne za aktivacijo substrata in pospešitev reakcije. Mnoge kovinske katalizatorje odlikujeta visoka aktivnost ($\text{TON} = 10^6$ in $\text{TOF} = 10^5 \text{ h}^{-1}$) in selektivnost, ki je podobna ali celo presega encimske katalizatorje (Zhou, 2016). Biokatalizo uporabljajo v biologiji, biokemiji in organski kemiji. Tipični biokatalizatorji so encimi. Encimi so biološke makromolekule. Večina encimov je proteinov, manjša količina je katalitskih molekul RNA. Tudi biokatalizatorje odlikujeta visoka aktivnost in selektivnost.

V začetku 21. stoletja se je začel razcvet organokatalize, ki danes sodi, poleg organokovinske katalize in biokatalize, med uveljavljena orodja v stereoselektivni organski sintezi. Ne glede na to, da organokatalizatorji ne dosegajo vrednosti TON in TOF organokovinskih katalizatorjev in biokatalizatorjev, katalizirajo reakcije z visoko selektivnostjo in v mnogih primerih na način, ki je komplementaren organokovinskim katalizatorjem in biokatalizatorjem (Torres, 2013).

Bistvene prednosti organokatalizatorjev so sledeče:

Organokatalizatorji so majhne organske molekule, ki so obdržale in/ali nadgradile katalitsko aktivnost svojih sorodnikov, makromolekulskih biokatalizatorjev. V večini primerov so organokatalizatorji sintezno lahko dostopni iz naravnih spojin kiralnega bazena, kot so ogljikovi hidrati, terpeni oziroma terpenoidi in aminokisliline.

V primerjavi z organokovinskimi katalizatorji delujejo v odsotnosti potencialno toksičnih kovin, kar je lahko problematično zlasti pri sintezi farmacevtskih učinkovin.

Organokatalizatorji so praviloma obstojni v prisotnosti kisika in vlage, kar bistveno olajša njihovo praktično uporabo v sintezi, še posebej v primerjavi z organokovinskimi katalizatorji (Torres, 2013).

V sintezni organski kemiji zasledimo uporabo organokatalizatorjev že v zgodnjih delih Emila Knoevenagela (leto 1896). V njih je študiral uporabo primarnih in sekundarnih aminov in njihovih soli kot katalizatorjev aldolnih kondenzacij β -ketoestrov in malonатов z aldehydi in ketoni (List, 2010).

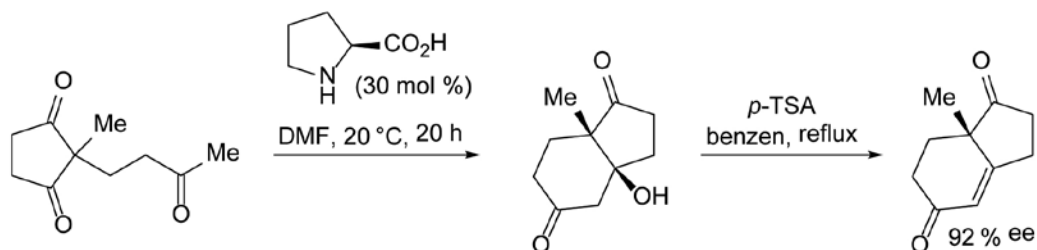
Prvo visoko enantioselektivno organokatalizirano reakcijo (s prolinom katalizirana aldolna reakcija) so v sedemdesetih letih 20. stoletja neodvisno razvili Hajos in Parrish ter Eder, Sauer in Wiechert (raziskovalni skupini farmacevtskih družb Hoffmann-la-Roche in Schering) (shema 3) (Torres, 2013).

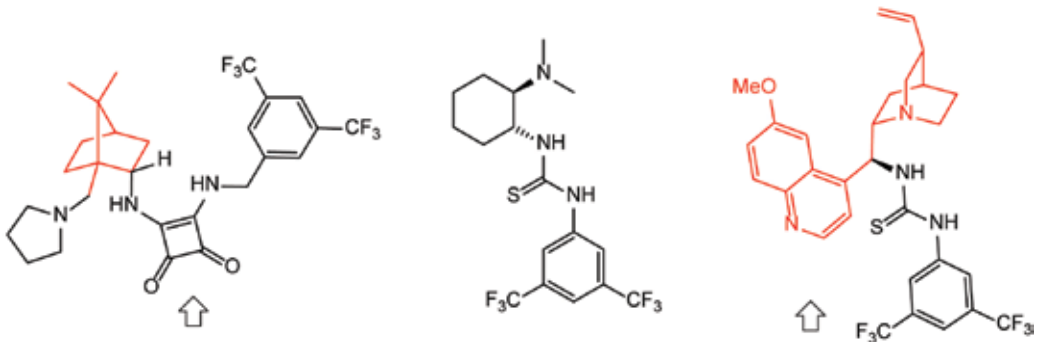
Žal pa ta reakcija ni spodbudila širšega odziva kemijske skupnosti in nadaljnega razvoja organokatalize vse do njenega eksponentnega razvoja, ki se je začel konec 20. stoletja (Torres, 2013). Leta 2000 so List, Barbas in Lerner ponovno obudili enaminsko organokatalizo (List, Lerner, Barbas III, 2000). Še istega leta je MacMillan razvil iminsko organokatalizo (Ahrendt, Borths, MacMillan, 2000). Že leta 1998 je Jacobsen poročal o uporabi kiralnih tiosečninskih organokatalizatorjev v Streckerjevi reakciji (Sigman, Jacobsen, 1998), kar je spodbudilo razvoj številnih novih učinkovitih (tio)sečninskih organokatalizatorjev, kot je na primer Takemotov bifunkcionalni organokatalizator (leto 2003) (Okino, Hoashi, Takemoto, 2003). Asimetrična *N*-heterociklična karbenska organokataliza je dosegla prve pomembne rezultate leta 2002 z raziskavami Endersa in Kalfassa (Enders, Kalfass, 2002).

Mehanistično lahko organokatalizatorje/organokatalizo v grobem razdelimo glede na način aktivacije substrata, in sicer na:

1. *kovalentno organokatalizo*, kjer med substratom in organokatalizatorjem pride do tvorbe kovalentne vezi in s tem aktivacije substrata;
2. *nekovalentno organokatalizo*, kjer organokatalizator preko nekovalentnih interakcij s substratom tega aktivira in stereokemijsko nadzoruje potek reakcije (Torres, 2013).

Shema 3: *Uporaba L-prolina v enantioselektivni aldolni kondenzaciji.*





Slika 2: Nekaj izbranih učinkovitih nekovalentnih organokatalizatorjev. Z rdečo barvo sta označena skeleta molekule kafe in kinina.

Kafrovce (Cinnamomum camphora). Rumeni kininovce (Cinchona officinalis).

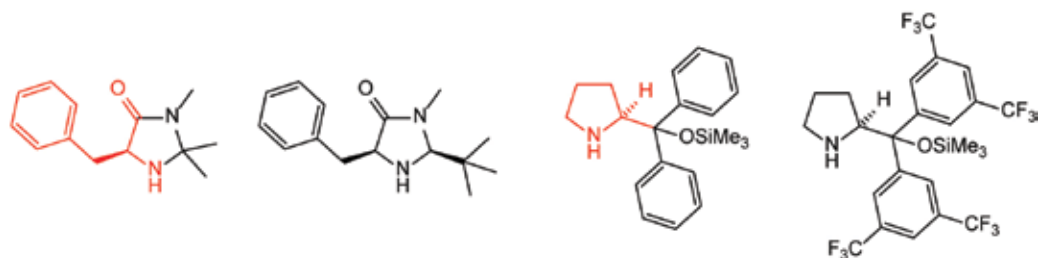
Seveda bi- in polifunkcionalni organokatalizatorji lahko učinkujejo skladno z obema načeloma aktivacije.

Pomembno skupino *nekovalentnih organokatalizatorjev* predstavljajo *bifunkcionalni organokatalizatorji*, ki preko mreže vodikovih vezi aktivirajo tako nukleofilni kot elektrofilni substrat in ju stereokemijsko usmerjajo do produkta. Strukturno so to v glavnem derivati kinina in sorodnih alkaloidov, cikloheksan-1,2-diamina in terpenov, kot je kafa (slika 2) (Torres, 2013; Ričko, Svete, Stefane, Perdih, Golobič, Meden, Grošelj, 2016).

Najbolj reprezentativni predstavniki kovalentnih organokatalizatorjev so ciklični sekundarni amini, pripravljene iz derivatov

aminokislin, kot sta fenilalanin in prolin (slika 3) (Torres, 2013).

Kovalentna iminska organokataliza sodi med najbolj raziskana področja organokatalize. Obstajajo številne raziskave, ki so zelo natančno pojasnile mehanizem (potek) kovalentne iminske organokatalize. Zlasti zanimivo je zelo dobro ujemanje med teoretičnimi/računskimi raziskavami in eksperimentalnimi opazovanji. Na levi strani sheme 4 je predstavljen katalitski cikel iminske organokatalize. Pri iminski organokatalizi pride pri reakciji med organokatalizatorjem in α,β -nenasičenim ketonom ali aldehidom do tvorbe *iminijeve soli* (reaktivni reakcijski intermedij), ki nato na stereoselektiven način kot aktivirani elektrofil reagira z iz-

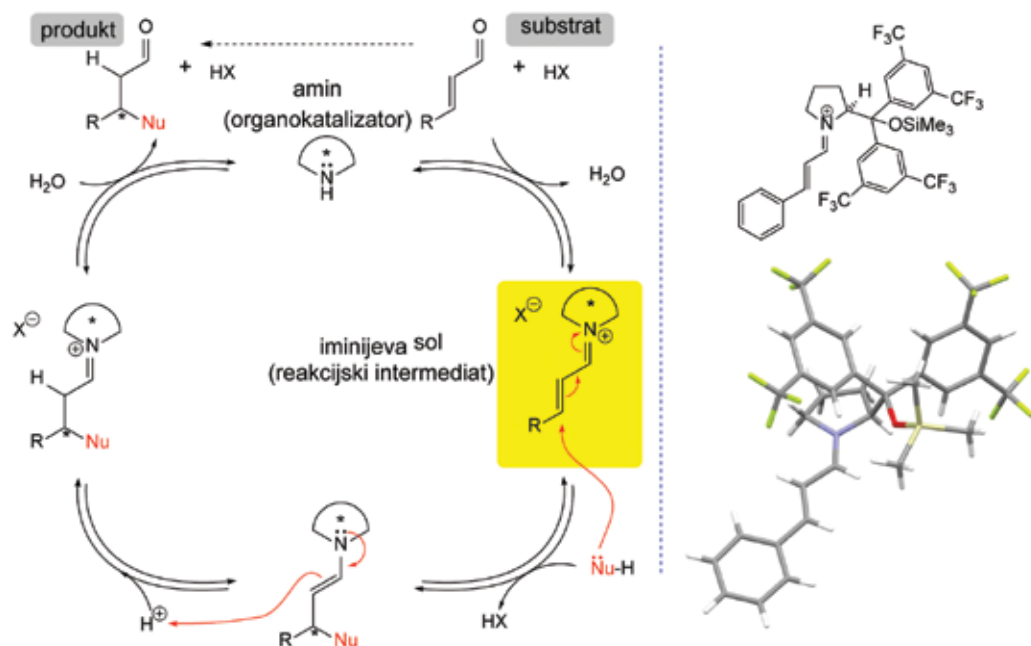


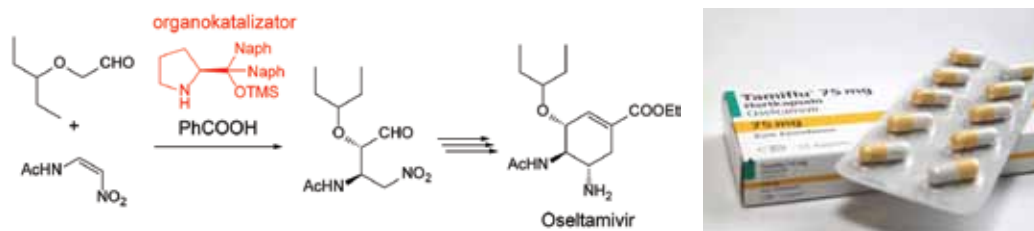
Slika 3: Nekaj izbranih učinkovitih kovalentnih organokatalizatorjev.

branim nukleofilom. Sledeča hidroliza vodi do tvorbe produkta (β -funkcionalizirani aldehyd ali keton) in organokatalizatorja, ki se vključi v nov katalitski cikel (shema 4 – levo). Na desni strani sheme 4 vidimo rentgensko strukturo izoliranega iminijevega intermediata, pripravljene iz diarilprolinol etra kot organokatalizatorja (Torres, 2013). Organokatalizatorji so bili uspešno uporabljeni tako pri številnih totalnih sintezah

naravnih produktov kot tudi farmacevtskih učinkovin (Sun, 2015). Oseltamivir je učinkovina iz družine zaviralcev nevraminidaze, ki jo uporabljajo za zdravljenje in preprečevanje influence A in B. Leta 2010 so Ma in sodelavci razvili učinkovito sintezno pot do Oseltamivirja, katere ključni korak je organokatalizirana Michaelova adicija (shema 5) (Sun, 2015).

Shema 4: Levo – katalitski cikel iminske organokatalize (Nu = nukleofil, * označuje nedefinirano kiralno središče na katalizatorju); desno – rentgenska struktura iminijeve soli, ki nastane iz diarilprolinol etra kot organokatalizatorja – anion je izpuščen.





Shema 5: *Sinteza Oseltamivirja.*

Zaključek

Kljub zelo strmi rasti je razvoj organokatalize še vedno v fazi adolescence. Po eni strani se pojavljajo vedno nove potrebe po novih bolj učinkovitih organokatalizatorjih oziroma katalizatorjih, ki bi povezali organokatalizo z organokovinsko katalizo. Po drugi strani pa predvsem z mehanističnega vidika organokataliza ni popolnoma raziskana, kar pa predstavlja podlago za razumevanje delovanja organokatalizatorjev in racionalno načrtovanje novih organokatalizatorjev. V prihodnosti lahko pričakujemo razvoj novih generacij organokatalizatorjev, ki bodo bistveno bolj učinkoviti, hkrati pa tudi povečan obseg uporabe organokatalize/organo-katalizatorjev pri sintezi zdravilnih učinkovin in biološko aktivnih naravnih spojin in njihovih analogov.

Literatura:

- Zhou, Q.-L., 2016: *Transition-Metal Catalysis and Organocatalysis: Where Can Progress Be Expected?* *Angewandte Chemie International Edition*, 55: 5352–5353.
- Torres, R. R., 2013: *Stereoselective Organocatalysis: Bond Formation Methodologies and Activation Modes.* Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sons, Inc.
- List, B., 2010: *Emil Knoevenagel and the Roots of Aminocatalysis.* *Angewandte Chemie International Edition*, 49: 1730–1734.

- List, B., Lerner, R. A., Barbas III, C. F., 2000: *Proline-Catalyzed Direct Asymmetric Aldol Reactions.* *Journal of the American Chemical Society*, 122: 2395–2396.
- Abrendt, K. A., Borths, C. J., MacMillan, D. W. C., 2000: *New Strategies for Organic Catalysis: The First Highly Enantioselective Organocatalytic Diels-Alder Reaction.* *Journal of the American Chemical Society*, 122: 4243–4244.
- Sigman, M. S., Jacobsen, E. N., 1998: *Schiff Base Catalysts for the Asymmetric Strecker Reaction Identified and Optimized from Parallel Synthetic Libraries.* *Journal of the American Chemical Society*, 120: 4901–4902.
- Okino, T., Hoashi, Y., Takemoto, Y., 2003: *Enantioselective Michael Reaction of Malonates to Nitroolefins Catalyzed by Bifunctional Organocatalysts.* *Journal of the American Chemical Society*, 125: 12672–12673.
- Enders, D., Kalfass, U., 2002: *An Efficient Nucleophilic Carbene Catalyst for the Asymmetric Benzoin Condensation.* *Angewandte Chemie International Edition*, 41: 1743–1745.
- Ričko, S., Svete, J., Stefane, B., Perdih, A., Golobič, A., Meden, A., Grošelj, U., 2016: *1,3-Diamine-Derived Bifunctional Organocatalyst Prepared from Camphor.* *Advanced Synthesis & Catalysis*, 358: 3786–3796.
- Sun, B.-F., 2015: *Total synthesis of natural and pharmaceutical products powered by organocatalytic reactions.* *Tetrahedron Letters*, 56: 2133–2140.

Oživljanj, torej sem

Petra Bukovec, Renata Rajapakse

Služba nujne medicinske pomoči (NMP), ki zagotavlja neprekinjeno nujno medicinsko pomoč poškodovanim ali nenadno obolelim, je v Sloveniji zelo razvita. Kljub temu ekipe nujne medicinske pomoči seveda potrebujejo nekaj časa do prihoda na kraj dogodka. V najbolj usodnih primerih, kadar srce nenadoma odpove, vsaka sekunda lahko pomeni razliko med življenjem in smrtjo. Takrat je ključnega pomena, da mimoidoči ostanejo zbrani in pomagajo po najboljših močeh. Pravilno izvajanje temeljnih postopkov oživljanja (TPO) lahko reši življenje in omogoči preživetje brez hujših poškodb možganov. Zato je znanje prve pomoči, še posebej pa oživljanja, izrednega pomena, saj pomagati ljudem, ki so v življenje ogrožajočem položaju, ni zgolj etično ravnanje, ampak smo tudi po zakonu dolžni pomagati v mejah svojih zmožnosti in poškodovanemu omogočiti dostop do nujne medicinske pomoči (Keggenhoff, 2006).

Kako pravilno ravnamo ob sumu na srčni zastoj

Da ne pozabimo česa pomembnega, prizadetemu vedno pomagamo po ustaljenem postopku. Pri tem nam je lahko v pomoč

kratica **VODDO**. **VODDO pomeni**, da poskrbimo za lastno in bolnikovo **varnost**, preverimo bolnikovo **odzivnost**, sprostimo **dihhalno pot**, preverimo **dihanje** in **krvni obtok** – zgolj posredno (če se bolnik pogovarja z nami, njegov krvni obtok deluje, če se ne pogovarja in ne diha, krvni obtok ne deluje) (Ahčan, 2006).

Preverjanje odzivnosti

Ko smo se prepričali, da se prizadetemu lahko **varno približamo**, ga najprej glasno **ogovorimo** (na primer: »Gospod, ali ste v redu? Me slišite?«). Če odgovora ne dobimo, ga **primemo za ramena**, rahlo stresemo in ponovno glasno **ogovorimo**. Če se znova ne odzove, nadaljujemo z ugotavljanjem prehodnosti dihalne poti in dihanja (Keggenhoff, 2006, Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).

Dihhalna pot in dihanje

Dihhalno pot sprostimo tako, da položimo nezavestnemu eno roko na čelo, drugo roko pod brado ter z obema rokama glavo zvrnemo vznak.

Nato se nagnemo k obrazu nezavestnega in približamo svoje uho nekaj centimetrov nad usta in nos nezavestnega, da v prime-



Preverjanje odzivnosti, sproščanje dihalne poti in preverjanje dihanja (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).

ru dihanja **začutimo** in **zaslišimo** dihanje. Gledamo proti bolnikovemu prsnemu košu in **opazujemo**, ali se prsni koš dviga. Če dihanja ne občutimo in ne slišimo in se prsni koš nič ne dviga oziroma premika, oboleli NE DIHA in ga moramo oživljati!

Če pa dihanje slišimo ali čutimo ali vidimo dviganje prsnega koša, ocenimo, kako diha. Če je njegovo dihanje zelo počasno, hropeče, hlastajoče ali samo občasno vdihne, je dihanje nezadovoljivo in tudi zahteva oživljanje. Pri oceni dihanja si lahko pomagamo tako, da njegovo dihanje primerjamo s svojim. Predpostavimo, da je naše dihanje normalno, in če opazimo, da dihanje nezavestnega od tega zelo močno odstopa, je bolnik verjetno v srčnem zastoju in ga moramo oživljati (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015)!

Posebnosti pri sprostitvi dihalne poti

Če sumimo na zadušitev s tujkom, najprej preverimo in odstranimo VIDNE predmete iz ustne votline. Pri tem si prst ovijemo z gazo, robčkom, prtičem ali čim podobnim. Tako se zavarujemo pred stikom z izločki. Nikakor ne odstranjujemo predmetov, ki jih ne vidimo, saj bi jih utegnili potisniti še globlje.

Če sumimo na poškodbo vratne hrbtenice, glave ne zvrčamo, ampak samo dvignemo spodnjo čeljust s tako imenovanim prirejenim trojnim manevrom. S komolci se naslonimo na podlago za bolnikovo glavo, dlani prislonimo na lica in s prsti primemo kota spodnje čeljusti blizu ušes. Spodnjo čeljust potegnemo naprej in navzgor tako, da se spodnji sekalci zataknejo na zgornje. Ta manever nam omogoča držanje odprte dihalne poti brez premikov glave vznak, hkrati pa z rokami nudimo tudi stransko imobilizacijo glave (Ahčan, 2006).

V kolikor ugotovimo, da je **bolnik nezavesten, ne diha ali nima znakov krvnega obtoka, TAKOJ** pokličemo na številko za klic v sili **112**. Potrpežljivo odgovarjamo na vprašanja, ki nam jih zastavijo, saj so nujno potrebna za najhitrejši prihod ustrezne

ekipe nujne medicinske pomoči. Prav tako nam dispečer lahko da napotke, kaj storiti v danem položaju (Nehme, Andrew, Cameron in sod., 2014). Če je pomagalcev več, eden kliče, drugi pa že **TAKOJ** začne s **temelnjimi postopki oživljanja**. Če smo sami, najprej pokličemo na številko 112, nato pa začnemo oživljati.

Temeljni postopki oživljanja

Temeljne postopke oživljanja izvajamo pri osebah, ki so nezavestne in ne dihamo oziroma ne dihamo normalno. S tem zagotavljamo minimalno nasičenost krvi s kisikom in minimalen pretok krvi skozi srce in možgane. Če opazimo osebo brez znakov življenja, najprej poskrbimo za lastno in njeno **varnost** ter ocenimo **zavest oziroma odzivnost**. Če ugotovimo nezavest, **sprostimo dihalno pot** in **deset sekund** ugotavljamo prisotnost normalnega dihanja po načinu **glej-poslušaj-občuti**. Če dihanje ni normalno, **takoj** obvestimo službo nujne medicinske pomoči na številki **112, pošljemo nekoga po avtomatski defibrilator** in začnemo z **zunanjo masažo srca** (Ahčan, 2006, Perkins, Handley, Koster in sod., 2015). Čas od nastopa srčnega zastoja do začetka oživljanja je odločilen za uspeh oživljanja in za kvalitetno preživetje bolnika. S temeljnimi postopki oživljanja se izognemo nepopravljivim poškodbam možganov, ki nastanejo že po štirih minutah nezadostne prekrvavitve. Z uporabo defibrilatorja pa še dodatno povečamo možnost za preživetje tudi do petkrat. Z oživljanjem nadaljujemo do prihoda reševalcev ali dokler bolnik ne začne spontano dihati (Ahčan, 2006, Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).

Temeljni postopki oživljanja.

Zunanja masaža srca

Pri zunanji masaži srca mora bolnik ležati na trdi podlagi, na primer na tleh. Pokleknejo poleg obolelega, mu razgalimo prsni koš in vzdolžno položimo peto dlani ene

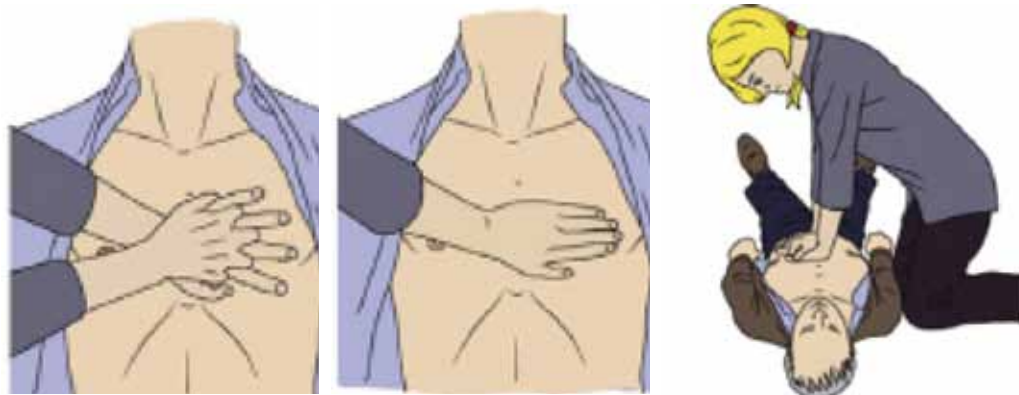
roke na sredino prsnega koša, kar pomeni na spodnjo polovico prsnice. Dlan druge roke položimo na hrbtišče prve roke in prste med seboj prepletemo in nekoliko dvignemo, tako da se izognemo pritisku prstov na rebra. Prsnega koša se tako dotika zgolj peta dlani prve roke. Roki iztegnemo, tako da sta v kolmih popolnoma ravni, in ju držimo pravokotno na prsni koš, tako da so naša ramena nad prsnico obolelega (Chamberlain, Smith, Colquhoun in sod., 2001, Handley, 2002). S težo zgornjega dela telesa preko iztegnjenih rok pritiskamo na prsnico s frekvenco od 100 do 120 stisov na minuto. Prsni koš naj se ob vsakem stisu ugrezne približno za pet in ne več kot šest centimetrov (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015, Hellevo, Sainio, Nevalainen in sod., 2013). Med vsakim stisom moramo popolnoma popustiti pritisk na prsni koš, da se ta lahko ponovno razpne. Rok med posameznimi stisi ne odmikamo od prsnega koša. Naredimo **30 stisov**. **Če smo se učili oživljati in znamo izvajati umetno dihanje, nato sledita dva vpiha (30-2). Zelo pomembno je, da med masažo srca delamo čim manj prekinitev, te morajo biti čim krajše (obvezno manj kot deset sekund, na primer ko dajemo umetno dihanje).** Če se oživljanja nismo učili in ne znamo izvajati umetnega dihanja, samo neprekinjeno na-

daljujemo z zunanjo masažo srca (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015, Cheskes, Schmicker, Verbeek in sod., 2014, Cheskes, Schmicker, Christenson in sod., 2011, Beesems, Wijmans, Tijssen, Koster, 2013).

Umetno dihanje

Umetno dihanje dajemo tako, da bolniku zvrnemo glavo nazaj, s palcem in kazalcem roke, ki leži na čelu, zatismo nos, rahlo odprta usta poškodovanca prekrijemo s svojimi in vpihnemo zrak iz svojih pljuč v pljuča bolnika. Pri tem s koticom očesa opazujemo, ali se je prsni koš dvignil. Z dvigom prsnega koša ob vpihu ocenjujemo uspešnost umetnega dihanja. Ta postopek imenujemo umetno dihanje usta-na-usta (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).

Po končanem vpihu se rahlo odmaknemo, da bolnik lahko izdihne. Vsak vpih traja eno sekundo, vpihnemo pa približno pol litra zraka (Baskett, Nolan, Parr, 1996). Če je vpih premočan, lahko zrak zaide v želodec namesto v dihalne poti, kar povzroči bruhanje. To lahko vodi v zadušitev, če želodčna vsebina zaide v dihalne poti (Hrastnik, Košak, 2003, Goedecke, Wagner-Berger, Stadlbauer in sod., 2004). V primeru, da je prvi vpih neuspešen in ne opazimo dviga prsnega koša, najprej preverimo, ali je glava dovolj nagnjena nazaj in ali ni morda v



Pravilni položaj dlani in zunanja masaža srca (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).



Umetno dihanje (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).

ustih tujek. Če tujek vidimo, ga odstranimo. Če je neučinkovit tudi drugi vpih, nadaljujemo z masažo.

Nestrokovnjakom je dovoljeno oživljanje tudi brez umetnih vpihov, zgolj z zunanjo masažo srca, kadar se oživljanja niso učili ali če je predihavanje nemogoče zaradi hude poškodbe obraza, nezmožnega odpiranja ust ali osebnih zadržkov. Vendar pa je treba poskrbeti, da so med masažo srca usta bolnika vseeno odprta, saj med samo masažo srca bolniki včasih naredijo posamezne vdihe. S tem lahko ob masaži pride do minimalnega pretoka zraka in izmenjave plinov (Ahčan, 2006).

Kadar oživljata dva neusposobljena reše-

valca, se izmenjujeta na dve minuti. Ker je oživljanje fizično zelo naporno, s tem preprečita preutrujenost in nepravilno tehniko oživljanja.

Oživljanje dojenčkov in otrok

Oživljanje **dojenčkov (do enega leta) in otrok (nad enim letom)** moramo nekoliko prilagoditi njihovi velikosti, anatomiji ter frekvenci in volumnu dihanja.

Preverjanje dihanja pri otroku poteka enako kot pri odraslem, z zvrnjeno glavo nazaj, pri dojenčku pa mora glava ostati v nevtralnem položaju. Dojenčki do enega leta praviloma dihajo skozi nasek. Zato pri dojenčku izvajamo umetno dihanje na nos oziroma na nos in usta, kar pomeni, da s svojimi usti hkrati pokrijemo otrokov nos in usta (Maconochie, Bingham, Eich in sod., 2015).

Pri otrocih je večji poudarek na dihanju, saj oživljanje največkrat potrebujejo zaradi odpovedi dihanja in ne odpovedi srca (Keggenhoff, 2006). Zato pri dojenčkih in otrocih, če ugotovimo odsotnost normalnega dihanja, **najprej začnemo s petimi začetnimi vpihi** in nato nadaljujemo z masažo srca.

Pri dojenčkih masiramo z dvema prstoma, s kazalcem in sredincem, ali pa ga objamemo z obema rokama, tako da palca pristaneta na prsnici in izvajata masažo srca (kadar sta navzoča dva reševalca). Pri otrocih masi-



Umetno dihanje in zunanja masaža srca pri dojenčku in otroku (Maconochie, Bingham, Eich in sod., 2015).

ramo z eno ali obema rokama, odvisno od velikosti otroka. Zunanjo masažo srca pri dojenčku in otroku izvajamo na spodnji polovici prsnice, približno za širino enega do dveh prstov višje od hrustančnega podaljška prsnice. Tudi dojenčke in otroke nestrokovnjaki oživljajo v razmerju **30 : 2**. Samo pri ravnokar rojenih **novorojenčkih** je razmerje stisov in vpihov **3 : 1** (Maconochie, Bingham, Eich in sod., 2015).

Kadar smo čisto sami, dojenčke najprej eno minuto oživljamo in šele nato **kličemo na številko 112**. Kadar je navzoč še kdo, eden začne z oživljanjem, drugi pa kliče na številko 112.

Avtomatski defibrilator

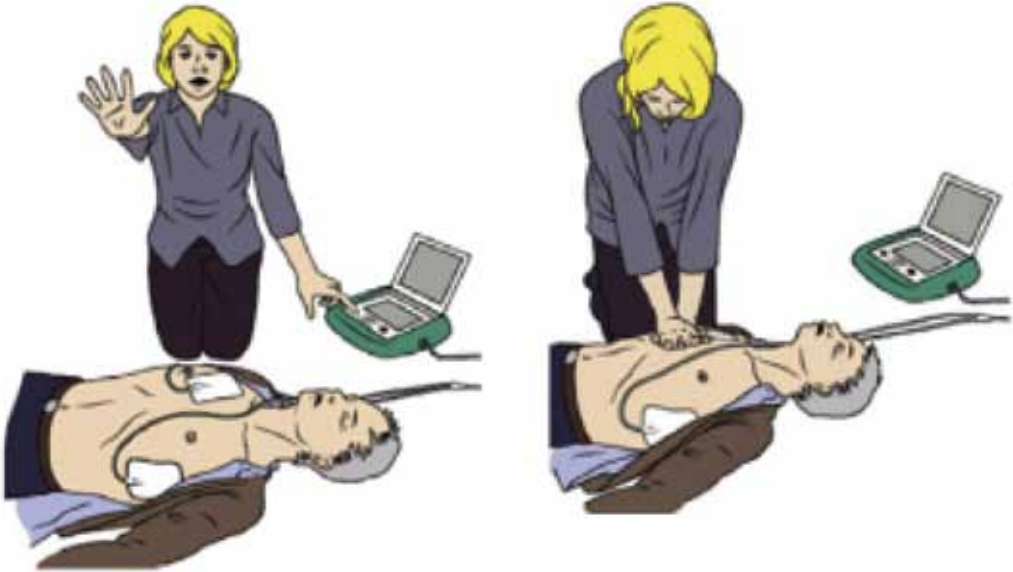
Srčni zastoj je najpogostejši vzrok za uporabo temeljnih postopkov oživljanja pri odraslih. Srce se običajno ustavi zaradi motnje v električni aktivnosti srca, ki jo imenujemo prekatna fibrilacija oziroma migetanje. Pri prekatni fibrilaciji se srce ne krči pravilno in učinkovito, ampak samo drgeta, zato ne prečrpa več krvi v možgane in ostale organe. Prekatno fibrilacijo lahko prekinemo zgolj z defibrilatorjem, ki s pomočjo posebnega električnega toka drgetanje ustavi in s tem omogoči, da srce ponovno začne utripati v pravilnem ritmu. Čim prej po začetku prekatne fibrilacije uporabimo defibrilator, tem večja verjetnost je, da se bo ponovno vzpostavil normalni srčni ritem. Da bi omogočili čim hitrejšo uporabo defibrilatorjev, so razvili defibrilatorje, ki jih

lahko v primeru srčnega zastoja zunaj bolnišnice takoj uporabijo tudi nestrokovnjaki, ki se uporabe defibrilatorja še niso učili. Imenujemo jih avtomatski defibrilatorji, ker sami preverijo srčni ritem in ugotovijo, ali je potrebna defibrilacija, in nato priporočijo ali odsvetujejo elektrošok. Poleg tega avtomatski defibrilatorji ves čas uporabe dajejo druga glasovna navodila za oživljanje. Zato je avtomatski defibrilator (označen s kratico AED – automatic external defibrilator) zelo koristen pripomoček za oživljanje, saj nas ves čas vodi in daje navodila, kaj moramo v določenem trenutku storiti. Avtomatski defibrilatorji so javno dostopni in se nahajajo na mestih, kjer se zadržuje veliko ljudi, ali na strateških točkah, kjer jih po potrebi vsakdo lahko najde (trgovska središča, kino dvorane, letališča, občine, gasilski domovi ...) (Mitani, Ohta, Yodoya in sod., 2013, Johnson, Graham, Haukoos in sod., 2014, Akahane, Tanabe, Ogawa in sod., 2013, Bar-Cohen, Walsh, Love, Cecchin, 2005).

Če smo priča nenadnemu zastoj srca in pri nezavestni osebi ugotovimo odsotnost ali nezadostno dihanje, najprej o dogodku obvestimo službo nujne medicinske pomoči na številki 112, nato pa si čim prej priskrbimo avtomatski defibrilator. Kadar je mimoidočih več, lahko eden takoj steče po defibrilator. Če smo sami in je defibrilator oddaljen več kot dve minuti, bolnika ne zapuščamo in nadaljujemo z masažo (Ahčan, 2007). Uporaba avtomatskega defibrilatorja je dokaj preprosta. Ko odpremo pokrov, nekateri



Simbol avtomatskega zunanje defibrilatorja in primera dveh avtomatskih defibrilatorjev (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015).



Pravilna postavitev elektrod (Perkins, Handley, Koster in sod., 2015). Če je šok indiciran, je potreben umik od obolele osebe, če pa šok ni indiciran, nadaljujemo z zunanjo masažo srca.

defibrilatorji že začnejo dajati navodila, kaj moramo storiti. Pri nekaterih defibrilatorjih moramo najprej pritisniti gumb za vklop, ki je zelene barve in ima narisano oznako za vklop. Avtomatski defibrilatorji so ročne velikosti in imajo dve samolepilni elektrodi, ki ju nalepimo na OSUŠENI prsni koš bolnika tako, da srce leži med obema elektrodama. Eno elektrodo nalepimo **pod desno ključnico**, drugo pa v njeni diagonali, na **stransko steno prsnega koša pod levo dojko**. Ko smo to storili, sledimo navodilom, ki nam jih daje defibrilator. **Ko defibrilator analizira srčni ritem**, nam naroči, da se odmaknemo od bolnika. Takrat **ne izvajamo masaže srca in ne premikamo žic naprave**. Tako preprečimo motnje in napačno vrednotenje dobljenih rezultatov. Če je električni sunek potreben, nam naprava to pove. Za sunek zgolj pritisnemo na rdečo (večkrat utripajočo) tipko in sunek se bo sprožil. **Takrat se nihče ne sme dotikati prizadetega, saj lahko sunek strese tudi nas**. Ob sunku običajno rahlo trzne celotno telo. Po izvedeni

defibrilaciji po navodilih naprave nadaljujemo s temeljnimi postopki oživljanja, torej s 30 stisi in 2 vpihoma. Po dveh minutah (pet ciklov masaž in vpihov) nam naprava znova narekuje umik, da lahko ovrednoti ritem. Če je potreben ponoven sunek, nam to pove in opisani postopek ponovimo. V nasprotnem primeru nas prosi za oceno bolnikovega stanja. Če ta še vedno ne diha, nadaljujemo s temeljnimi postopki oživljanja. Elektrode pustimo prilepljene ves čas, saj bo naprava vsaki dve minuti preverjala srčni ritem in po potrebi svetovala ponoven sunek. Opisani postopek ponavljamo vse do prihoda reševalcev ali do nastopa življenjskih znakov. V primeru, da se bolniku dihanje povrne, ga namestimo v bočni položaj za nezavestnega in nenehno spremljamo življenjske funkcije. Tudi otroke, starejše od osmih let, zdravimo po opisanih postopkih za odrasle. Za otroke med enim in osmim letom priporočajo uporabo otroških elektrod, ki so manjše in dovajajo nižje energije. Če takih elektrod nimamo, lahko uporabi-

mo tudi klasične. Pri dojenčkih, mlajših od enega leta, uporaba avtomatskega defibrilatorja ni priporočljiva (Mitani, Ohta, Yodoya in sod., 2013, Johnson, Grahan, Haukoos in sod., 2014, Akahane, Tanabe, Ogawa in sod., 2013, Bar-Cohen, Walsh, Love, Cecchin, 2005).

Zaključek

Z znanjem temeljnih postopkov oživljanja lahko rešimo življenje našemu bližnjemu ali pa popolnemu neznancu. To je največ, kar človek lahko stori za sočloveka. Pomembno je, da to znanje pridobimo in obnavljamo na praktičnih tečajih, ki se izvajajo v okviru Rdečega križa, zdravstvenih domov ali drugih organizacij. Ti tečaji so zelo koristni, saj se oživljanja ni mogoče naučiti iz knjig. Potrebne so praktične vaje, ki jih tovrstni tečaji vključujejo. Doktrina in protokoli oživljanja se tudi spreminjajo, saj sledijo novim spoznanjem in boljšim rezultatom preživetja, zato je znanje oživljanja treba stalno obnavljati.

Literatura:

- Ahčan, U., 2006: *Prva pomoč: priročnik s praktičnimi primeri. 1. izd. Ljubljana: Rdeči križ Slovenije.*
- Ahčan, U., 2007: *Prva pomoč: priročnik s praktičnimi primeri. Ljubljana: Rdeči križ Slovenije.*
- Akahane, M., Tanabe, S., Ogawa, T., in sod., 2013: *Characteristics and outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by scholastic age category. Pediatric Critical Care Medicine, 14: 130–136.190.*
- Bar-Cohen, Y., Walsh, E. P., Love, B. A., Cecchin, F., 2005: *First appropriate use of automated external defibrillator in an infant. Resuscitation, 67: 135–137.*
- Baskett, P., Nolan, J., Parr, M., 1996: *Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. Resuscitation, 31: 231–4.153.*
- Beesems, S. G., Wijmans, L., Tijssen, J. G., Koster, R. W., 2013: *Duration of ventilations during cardiopulmonary resuscitation by lay rescuers and first responders: relationship between delivering chest compressions and outcomes. Circulation, 127: 1585–1590.*
- Chamberlain, D., Smith, A., Colquhoun, M., in sod., 2001: *Randomised controlled trials of staged teaching for basic life support: 2. Comparison of CPR performance and skill retention using either staged instruction or conventional training. Resuscitation, 50: 27–37.*
- Cheskes, S., Schmicker, R. H., Christenson, J., in sod.,

- 2011: *Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. Circulation, 124: 58–66.*
- Cheskes, S., Schmicker, R. H., Verbeek, P. R., in sod., 2014: *The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. Resuscitation, 85: 336–342.*
- Goedecke, von, A., Wagner-Berger, H. G., Stadlbauer, K. H., in sod., 2004: *Effects of decreasing peak flow rate on stomach inflation during bag-valve-mask ventilation. Resuscitation, 63: 131–6.149.*
- Handley, A. J., 2002: *Teaching hand placement for chest compression – a simpler technique. Resuscitation, 53: 29–36.*
- Hellevo, H., Sainio, M., Nevalainen, R., in sod., 2013: *Deeper chest compression – more complications for cardiac arrest patients? Resuscitation, 84: 760–765.*
- Hrastnik, V., Košak, M., 2003: *Prva pomoč in nujna medicinska pomoč. 1. nat. Maribor: Obzorja d.o.o.*
- Johnson, M. A., Grahan, B. J., Haukoos, J. S., in sod., 2014: *Demographics, bystander CPR, and AED use in out-of-hospital pediatric arrests. Resuscitation, 85: 920–6.189.*
- Keggenhoff, F., 2006: *Prva pomoč: Pomagam prvi! Ljubljana: Prešernova družba.*
- Maconochie, I. K., Bingham, R., Eich, C., in sod., 2015: *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 6. Paediatric life support, 95: 223–248.*
- Mitani, Y., Ohta, K., Yodoya, N., in sod., 2013: *Public access defibrillation improved the out-come after out-of-hospital cardiac arrest in school-age children: a nationwide, population-based, Utstein registry study in Japan. Europace, 15: 1259–1266.*
- Nehme, Z., Andrew, E., Cameron, P., in sod., 2014: *Direction of first bystander call for help is associated with outcome from out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation, 85: 42–48.*
- Perkins, G. D., Handley, A. J., Koster, R. W., in sod., 2015: *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. Resuscitation, 95: 81–99.*

Gravitacijski valovi

Nobelova nagrada za fiziko za leto 2017

Aleš Mohorič

Nobelovo nagrado za fiziko za leto 2017 so prejeli Kip S. Thorne, Rainer Weiss in Barry C. Barish. Prejeli so jo za »svoje odločilne prispevke k detektorju LIGO in opazovanju gravitacijskih valov«.

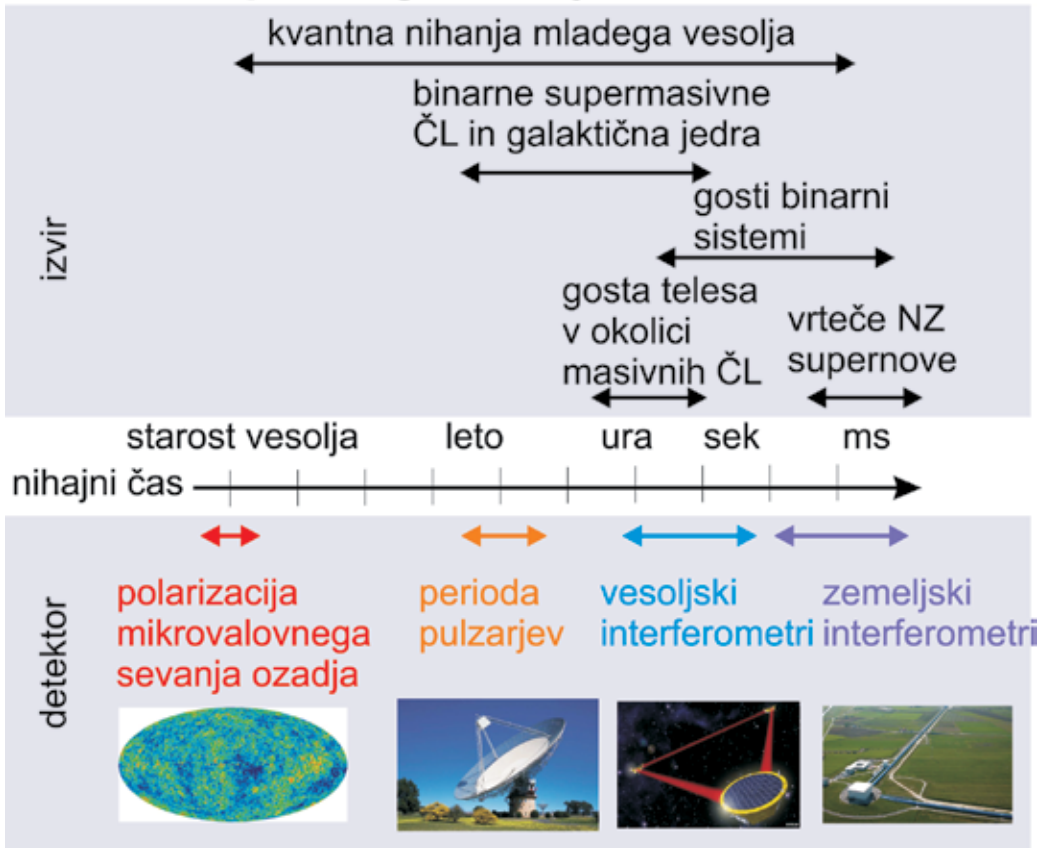
Gravitacijski valovi so valovi v ukrivljenosti prostor-časa. Nastanejo zaradi gravitacijske interakcije (zaradi sprememb v porazdelitvi mase) in se od svojega vira širijo s hitrostjo svetlobe. Prvi je gravitacijske valove omenil leta 1905 Henri Poincaré. Teoretično jih je pred dobrimi stotimi leti (1916) v splošni

teoriji relativnosti opisal Albert Einstein. Čeprav spominjajo na elektromagnetne valove, pa se od njih razlikujejo, saj v naravi ni negativne mase. Ker v naravi ni masnih dipolov, so gravitacijski valovi izjemno šibki. Cel Einstein sam se je spraševal, ali jih bo možno zaznati. Valovi iz tipičnega binarnega sistema dveh zvezd odnašajo tako malo energije, da tega ne opazimo niti na sistemu, kaj šele, da bi merili valove neposredno. Valove lahko opazimo le, če jih oddaja sistem dveh črnih lukenj, in še to tik pred združitvijo. Črni luknji pred združitvijo pri-



Z leve: Kip S. Thorne, Rainer Weiss in Barry C. Barish. Kip S. Thorne je bil rojen leta 1940 v ZDA in je sodelavec Kalifornijskega tehnološkega inštituta (Caltech) v ZDA, doktoriral je na univerzi Princeton v ZDA. Rainer Weiss je bil rojen leta 1932 v Nemčiji. Je sodelavec Tehnološkega inštituta Massachusetts (MIT) v ZDA, doktoriral je na MIT. Barry C. Barish je bil rojen leta 1936 v ZDA in je sodelavec Kalifornijskega tehnološkega inštituta, doktoriral je na Kalifornijski univerzi v Berkeleyju. Vsi trije so tudi sodelavci v kolaboraciji LIGO/VIRGO. Foto: Andrew Harnik (AP), R. Hahn, javno dostopno.

spekter gravitacijskih valov

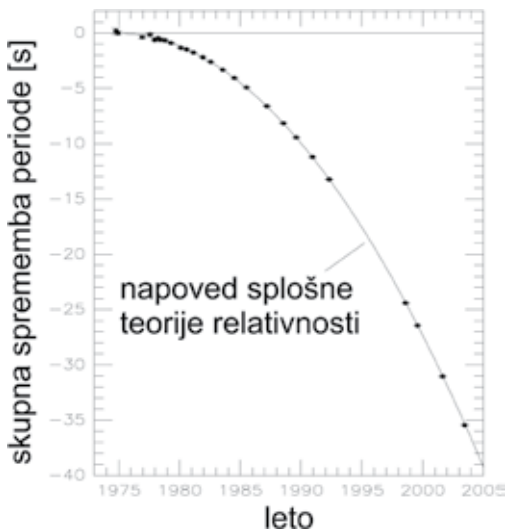


Po izvoru in obliki lahko gravitacijske valove ločimo na slučajne, periodične in sunkovite. Slučajne je težko prepoznati, saj so podobni šumu, vendar bi jih lahko prepoznali v korelaciji signalov iz različnih detektorjev. Taki valovi so lahko posledica razmer ob nastanku vesolja. Periodični valovi izvirajo iz nesimetričnih, vrtečih se, gostih tvorob ali pa para krožečih teles. Sunkoviti valovi nastanejo ob sesedanju zvezd, združenju para, eksplozijah.

ČL = črna luknja, NZ = nevtronska zvezda.

deta na majhno medsebojno razdaljo, imata veliko maso in hitro krožita druga okoli druge. Drug vir merljivih valov je binarni sistem nevtronskih zvezd, ki pa mora biti dovolj blizu, saj se jakost valov hitro manjša s povečevanjem razdalje do vira. Merljiv signal dobimo le z izjemno občutljivim detektorjem valov in ob dogodku, ki sprosti ogromno energije.

Prvi se je merjenja gravitacijskih valov lotil Joseph Weber in izmeril množico signalov, za katere pa se je kasneje pokazalo, da niso posledica gravitacijskih valov. Če bi njegove meritve držale, bi se naša Galaksija že davno razpršila. Joseph H. Taylor in Alan R. Hulse sta odkrila binarni par nevtronskih zvezd. Natančne meritve obhodnega časa zvezd so pokazale, da par izgublja energijo.

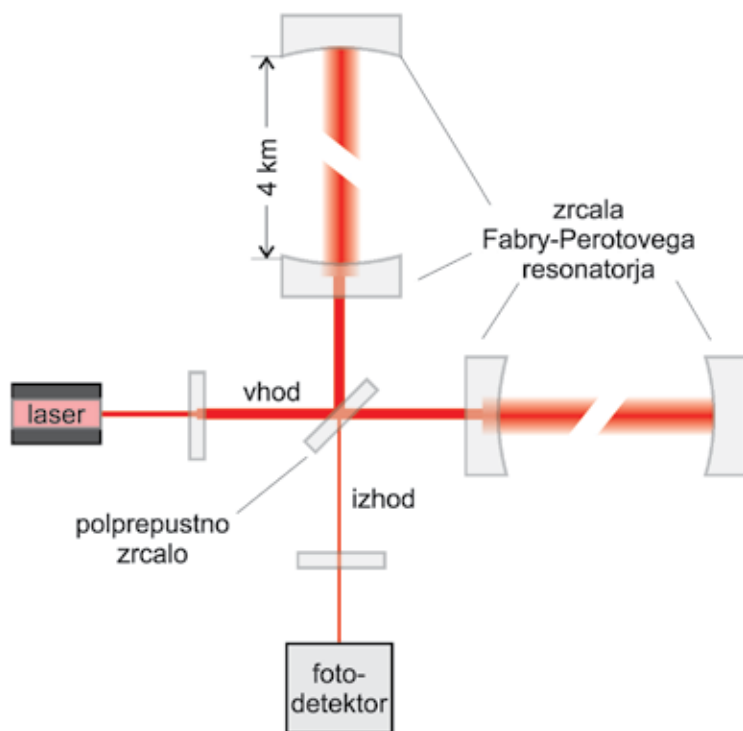


Frekvenca, s katero krožita zvezdi druga okoli druge, se zaradi oddajanja gravitacijskih valov s časom vztrajno manjša.

jo skladno s sevanjem gravitacijskih valov. Tako so bili gravitacijski valovi leta 1979 prvič posredno potrjeni. Za to odkritje sta Taylor in Hulse dobila Nobelovo nagrado leta 1993.

Potrditev obstoja gravitacijskih valov je vlila nov zagon naporom, da jih zaznajo neposredno. Metoda z Webrovimi mehanskimi resonatorji se je pokazala za premalo občutljivo. Zato so raziskovalci začeli razmišljati o novem načinu merjenja spremembe raz-

dalj – z interferometri. Prvi so idejo merjenja gravitacijskih valov z interferometrom predlagali v Sovjetski zvezi, Gertsenshtein in Pustovoid in kasneje še Vladimir B. Braginski, a ideja je zamrla. Zapiski v Webrovem laboratorijskem dnevniku kažejo, da je tudi on razmišljal o interferometru, vendar te ideje ni nikoli uresničil. To je prvi storil šele Robert L. Forward. Z idejo o interferometru se je nato začel ukvarjati Weiss, ki je na Tehnološkem inštitutu Massachusetts



Interferometer sestavlja dva kraka. Vsak krak zaključuje zrcalo. V kraka usmerimo curek enobarvne laserske svetlobe, tako da ga na začetku krakov razcepimo s polprepustnim zrcalom. Svetloba v vsakem kraku potuje do zrcala na koncu in nazaj do izhoda. Na izhodu se svetloba iz obeh krakov združi. Če sta razdalji v krakih natančno enaki, je izhodna svetloba najmočnejša, v vseh drugih primerih pa šibkejša. Če se razdalji razlikujeta za polovico valovne dolžine svetlobe, na izhodu ne opazimo svetlobe. Svetlost izhodnega curka je torej odvisna od razlike dolžin krakov. Gravitacijski val spreminja ti dolžini in tako lahko z merjenjem svetlosti na izhodu zaznamo gravitacijski val. Interferometer bi bil najbolj občutljiv, če bi imel kraka dolga 750 kilometrov. To ni praktično, zato krak interferometra učinkovito podaljšamo s Fabry-Perotovim parom zrcal.

izdelal interferometer z 1,5-metrskima krakoma. V laboratoriju v Gerchingu v Nemčiji, kjer so poskušali potrditi Webrove rezultate, so opustili meritve z Webrovo anteno in izdelali 30-metrski interferometer, kjer so raziskovali načine zmanjševanja šuma. Leta 1975 je začel raziskovati interferometrično merjenje razdalj med dvema Webrovima antenama Ronald Drever. Merjenja z interferometrom so potem zašla v slepo ulico. Manjši interferometri niso bili dovolj obč-

tljivi, prehod na večje pa je zahteval ogromne denarne vložke.

Skupina v Gerchingu je leta 1985 pripravila predlog trikilometrskega interferometra, ki pa ni bil odobren za financiranje. Podobna usoda je čakala škotski laboratorij, v katerem je nekdaj delal Drever. Šele skupni napor s skromnejšim 600-metrskim predlogom je bil uspešen leta 1994. Sistem je zdaj operativen pod imenom GEO. Tik pred sprejetjem projekta so se za podoben

Zaznani dogodki (datum se skriva v imenu dogodka). Razdalja (razd.) do vira je podana v milijonih parsekov. Natančnost določanja območja, iz katerega izvirajo valovi, se je močno izboljšala, odkar v meritvah sodeluje VIRGO. Izsev je izražen z energijo, ekvivalentno masi Sonca, in pomeni energijo, ki se izseva z valovi. m_1 in m_2 sta masi teles, ki sta se združili, m_S je masa Sonca, ČL pomeni črna luknja, NZ pa nevtronska zvezda.

Dogodek	Razd. [Mpc]	Območje [deg ²]	Izsev [$m_S c^2$]	m_1 [m_S]	m_2 [m_S]	Tip
GW150914	440	600	3	35	30	ČL
LVT151012	1000	1600	1,5	23	13	ČL
GW151226	440	850	1	14	8	ČL
GW170104	880	1200	2	31	20	ČL
GW170608	340	520	0,9	12	7	ČL
GW170814	540	60	3	31	25	ČL
GW170817	40	28	>0,03	1,5	1,3	NZ

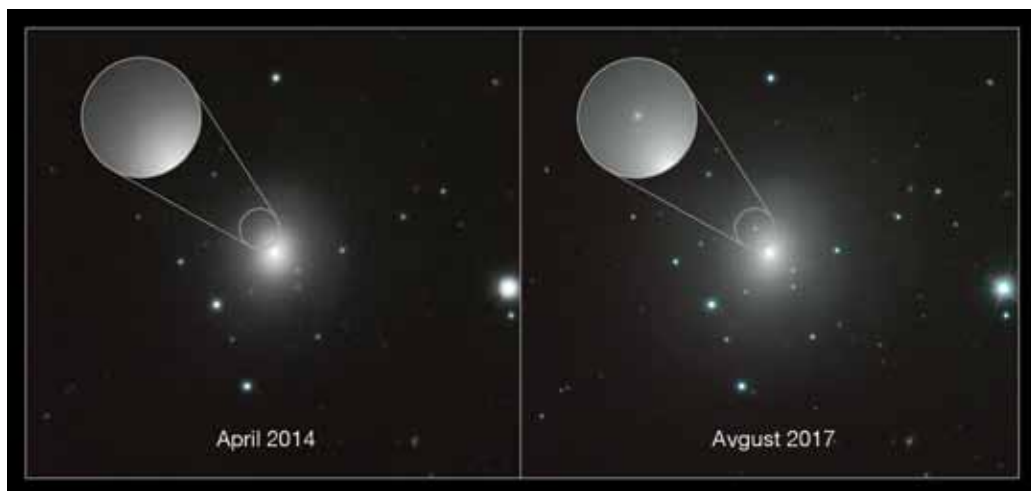


Interferometer VIRGO blizu Pise v Italiji ima kraka, dolga po tri kilometre.

projekt začeli zanimati Francozi iz Orsaya, ki so k sodelovanju privabili Italijane iz Pise in Neaplja. Skupaj so leta 2003 dokončali detektor, ki nosi ime VIRGO.

V ZDA sta skupni stomilijonski projekt

pripravila teoretik Kip Thorne in Weiss. Zaradi izkušenj je bil k projektu povabljen tudi Drever, ki je za učinkovito podaljšanje krakov interferometra uporabil Fabry-Pérotov interferometer. Po nekaterih začetnih



Dogodek GW170817 je zanimiv, ker so ga zaznali tudi po izbruhu sevanja gama, zasij pa tudi z optičnimi teleskopi. Je posledica združitve dveh nevtronskih zvezd in so ga zaznali zato, ker se je zgodil blizu.

težavah je leta 1994 na vodilno mesto prišel Barry Barish, ki je imel izkušnje z vodenjem velikih projektov na področju fizike visokoenergijskih delcev, Drever pa je projekt zapustil. Leta 1997 so dokončali laboratorija v Hanfordu v državi Washington in Livingstonu v Louisiani in tako je nastal observatorij gravitacijskih valov z laserskim interferometrom LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory).

LIGO je začel z meritvami leta 2002 in takoj po prenovi so leta 2015 zaznali prvi dogodek, o katerem smo v *Proteusu* že poročali. Združenje dveh masivnih črnih lukenj je povzročilo pravi vihar v astronomiji gravitacijskih valov. Od takrat so na sistemu zaznali že šest dogodkov in še enega verjetnega. Odkar z detektorjem LIGO sodeluje tudi VIRGO, se je močno izboljšala natančnost določanja območja na nebu, v katerem leži izvir.

Danes smo priča začetkom gravitacijske astronomije. Detektorjema LIGO in VIRGO se bo kmalu pridružil še en detektor, ki ga gradijo na Japonskem, načrtujejo pa še enega v Indiji. Potekajo raziskave, da bi petega, z imenom LISA, sestavili v vesolju. Prvi vesoljski testi opreme za detektor LISA so obetavni.

Literatura:

- The Nobel Prize in Physics 2017, 2017. Dostopno na: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2017/. Pridobljeno 15. novembra 2017.*
- Henri, P., 1905: Sur la Dynamique de l'électron. Proceedings Academy of Sciences of the United States of America, 140: 1504–1508*
- Moborič, A., 2016: Gravitacijski valovi. Proteus, 78 (10): 438–445.*

Krioelektronska mikroskopija in sorodne metode presevne elektronske mikroskopije

Samo Hudoklin

Letošnja Nobelova nagrada za kemijo je bila podeljena trem znanstvenikom, ki so pomembno prispevali k razvoju krioelektronske mikroskopije, metode, s katero lahko opazujemo biološke molekule z atomsko ločljivostjo. Poleg krioelektronske mikroskopije, kjer vsi postopki, od izolacije do opazovanja vzorcev, potekajo pri kriogenih temperaturah, poznamo tudi vrsto drugih kriometod, ki omogočajo preučevanje strukture in delovanja celic na ultrastrukturni ravni. Nekatere izmed njih uporabljamo tudi pri nas.

Problem priprave bioloških vzorcev za elektronsko mikroskopijo

Razumevanje normalnih in patoloških procesov temelji na poznavanju strukture in funkcije bioloških makromolekul, ki gradijo in uravnavajo kompleksen sistem odnosov od molekul, celičnih organelov in celic do tkiv in organizmov. Pomembno orodje celičnih biologov za preučevanje teh odnosov so elektronski mikroskopi, ki s pomočjo pospešenih elektronov omogočajo preučevanje površine vzorcev (vrstični elektronski mikroskopi - SEM) ali njihovo notranjo zgradbo na prerezih (presevni elektronski mikroskopi - TEM). Prvi presevni elektronski mikroskop je sestavil Ernst Ruska leta 1933 in z njim presešel ločljivost 200 nanometrov, ki velja za največjo ločljivost v svetlobni mikroskopiji. Sodobni presevni elektronski mikroskopi dosegajo ločljivost nekaj stotink nanometra ter omogočajo opazovanje posameznih atomov. Kljub izboljšani ločljivosti pa se je elektronska mikroskopija na področju ved o življenju začela uveljavljati šele v petdesetih letih dvajsetega stoletja. Takrat so raziskovalci uspeli razviti postopke pri-

prave bioloških vzorcev za opazovanje v elektronskih mikroskopih. Razmere, ki vladajo v elektronskih mikroskopih, namreč niso združljivi z živimi celicami (na primer visok vakuum, izpostavljenost destruktivnemu curku elektronov).

Klasična, to je na kemikalijah temelječa priprava vzorcev za presevni elektronski mikroskop vključuje fiksacijo, dehidracijo, vklop, rezanje in kontrastiranje, ki zagotovijo obstojnost, debelino in kontrastnost vzorca (tabela 1). Ker vsak korak priprave potencialno spreminja vzorec (uvaja artefakte), je ključno, da so vsi koraki optimizirani in potekajo na način, ki ohranja stanje vzorca čim bližje stanju v živih celicah (*in vivo*). Prvi in ključni korak priprave vzorca je fiksacija. Fiksacija preprečuje morfološke spremembe vzorca, ki nastanejo zaradi odmiranja celic, in poškodbe, ki bi nastale med vklopom in rezanjem tkiva. Klasični kemijski fiksativi se pri tem ne obnesejo najbolje, saj v celico prodirajo počasi (na primer glutaraldehid manj kot en milimeter na uro). To pa dopušča čas in razmere, da celične vsebine spremenijo mesto, se preoblikujejo ali kako drugače odstopajo od stanja *in vivo*. Hkrati s kemijskimi fiksativi in ostalimi kemikalijami (na primer alkoholi med dehidracijo in umetnimi smolami med vklopom) v celico uvajamo tuje molekule, ki negativno vplivajo na kasnejše analize vzorca (na primer ohranjenost antigenov za imunooznačevanje). Iz potrebe po izboljšanju postopkov priprave vzorcev za presevni elektronski mikroskop so se v osemdesetih letih dvajsetega stoletja razvile metode, ki vključujejo postopke pri nizkih temperaturah oziroma kriometode.

Korak	Namen koraka	Klasične metode	Kriometode
1. Fiksacija.	Ustaviti življenjske procese in ohraniti ultrastrukturo.	Kemijski fiksativi (formaldehid, glutaraldehid, osmijev tetroksid).	Kriofiksacija (zamrzovanje brez nastanka vodnih kristalov).
2. Vkllop.	Dati oporo za rezanje.	Umetne smole, plastike	Dodatni vkllop pri večini kriometod ni potreben (led daje oporo za rezanje).
3. Rezanje.	Zagotoviti debelino, skozi katero elektroni lahko presevajajo.	Pri sobni temperaturi.	Rezanje tanjših vzorcev ni potrebno, vzorce, debelejšje od 100 nanometrov, pa režemo pri temperaturi, nižji od temperature kristalizacije vode (pod -100 stopinj Celzija).
4. Kontrastiranje.	Povzročiti sipanje elektronov.	Dodajanje atomov težkih kovin (svinec, uran, osmij).	Ni nujno potrebno (uporaba zelo občutljivih kamer v elektronskem mikroskopu).

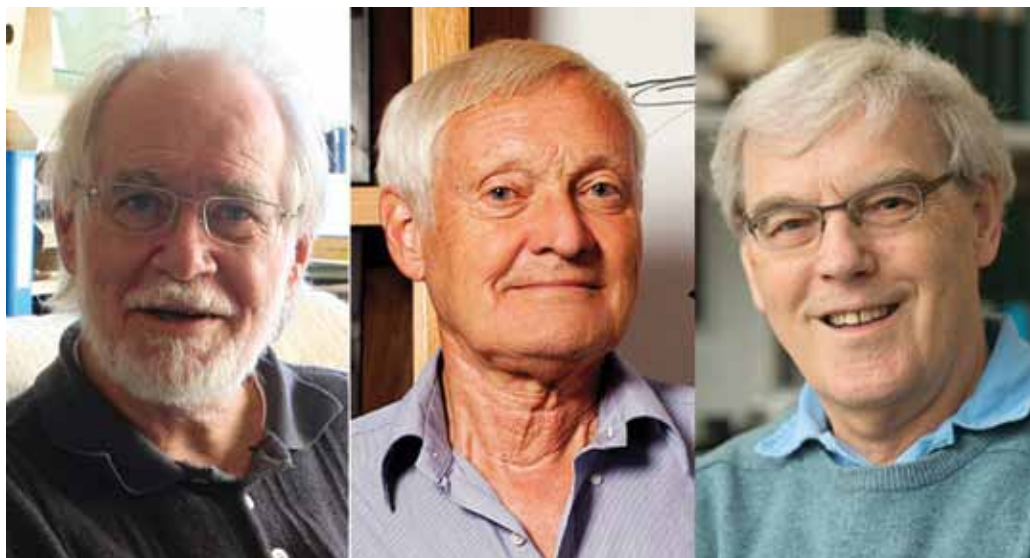
Tabela 1: Primerjava glavnih korakov priprave tkiva za presevani elektronski mikroskop.

Postavljanje temeljev krioelektronske mikroskopije

Krioelektronska mikroskopija obsega metode, pri katerih vsi koraki, od fiksacije do opazovanja, potekajo pri kriogenih temperaturah (pod -100 stopinj Celzija, največkrat okoli -196 stopinj Celzija). Za svoj prispevek k razvoju krioelektronske mikroskopije so Nobelovo nagrado za kemijo za leto 2017 prejeli Jacques Dubochet, Joachim Frank in Richard Henderson (slika 1).

Richard Henderson je sprva preučeval strukturo proteinov z uporabo rentgenske kristalografije, vendar se je kmalu srečal z veliko omejitvijo te metode. Za slikanje difrakcijskih vzorcev proteinov, ki so osnova za rekonstrukcijo struktur, je treba proteine izolirati iz njihovega naravnega celičnega okolja ter jih kristalizirati. Tako izolacija kot kristalizacija pa drastično spreminja-

ta opazovano makromolekulo. Ob tem pa mnogih bioloških makromolekul ni mogoče kristalizirati. Henderson se je zato preusmeril v elektronsko mikroskopijo. Ta sprva ni omogočala ločljivosti, ki jo je imela rentgenska kristalografija (približno 0,3 nanometra), saj mikroskopi niso bili prirejeni za delo z občutljivimi materiali, leče in detektorji so bili razmeroma slabi in metoda je bila zelo zamudna. Vendar Henderson ni obupal in leta 1975 je objavil prvi grobi model membranskega proteina bakteriorodopsina, narejenega s presevnim elektronskim mikroskopom, leta 1990 pa model iste makromolekule še pri atomski ločljivosti. S tem je postavil prvi temelj krioelektronske mikroskopije. Dokazal je namreč, da lahko elektronska mikroskopija dosega enake ločljivosti kot rentgenska kristalografija, ter menil, da lahko z uporabo (krioelektronske)



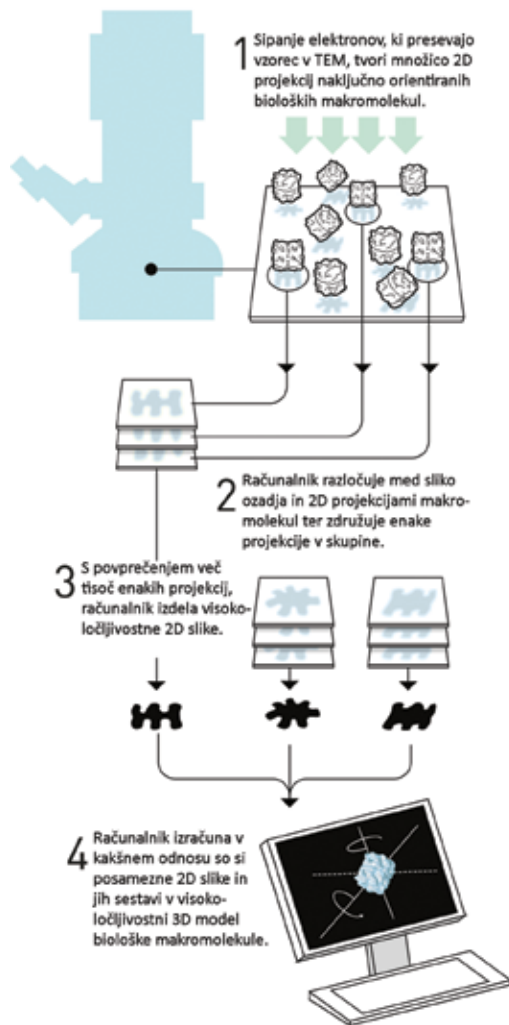
Slika 1: Nobelovi nagrajenci za kemijo leta 2017. Od leve proti desni Jacques Dubochet, Joachim Frank in Richard Henderson. Vir: <https://www.sciencenews.org/article/chemistry-nobel-prize-goes-3-d-snapshots-lifes-atomic-details>.

mikroskopije naredimo visoko ločljivostne tridimenzionalne modele proteinov. V naslednjih desetletjih se je Henderson veliko ukvarjal z izboljšavami elektronskih mikroskopov ter detektorjev v njih.

V istem času kot Henderson se je Joachim Frank ukvarjal z matematičnimi modeli za analizo slike. Želel je uporabiti minimalno informacijo, ki jo nosijo posamezne dvodimenzionalne projekcije naključno orientiranih makromolekul v elektronskem mikroskopu. Več tisoč projekcij pa bi sestavil v enoten visokoločljivostni tridimenzionalni model opazovane makromolekule (slika 2). Frank je pisal in izboljševal računalniške algoritme, s katerimi je združeval in povprečil šibke signale mnogih projekcij v povprečno dvodimenzionalno sliko, ki je tako postala ostrejša. Nato je posamezne dvodimenzionalne projekcije povezal v tridimenzionalni model. Sredi osemdesetih let je objavil model površine ribosoma, ki je temeljil na njegovih metodah analize slike, te pa so postale drugi ključni temelj pri razvoju krioelektronske mikroskopije.

Tretji temelj krioelektronske mikroskopije – pravzaprav njegov »krio« del - pa je dodal Jacques Dubochet, ki se je ukvarjal z zamrzovanjem vode (kriofiksacijo). Dubochet je ugotovil, da lahko biološke vzorce pred izsušitvijo in destruktivnim vplivom elektronov v vakuumu zaščitimo z ledom. V sedemdesetih letih je že bilo poznano, da led izpareva mnogo počasneje kot tekoča voda, vendar opazovanje zamrznjenih vzorcev v elektronskih mikroskopih ni bilo mogoče. Razlog je bil v razmeroma počasnem zamrzovanju vzorcev, pri čemer se molekule vode spreminjajo v ledene kristale. Kristali pa so toliko negativno vplivali na morfologijo vzorcev in sipanje elektronov, da so bile dobljene elektronskomikroskopske slike neuporabne. V začetku osemdesetih let je Dubochet našel ključ do rešitve problema kristalizacije vode. Ugotovil je, da lahko s pomočjo tekočega etana, ki je ohlajen s tekočim dušikom na -196 stopinj Celzija, zamrznemo vodo tako hitro, da se ledeni kristali ne tvorijo. Pravimo, da dobimo vitrificirano vodo oziroma amorfn led. Na takšni obliki ledu pa se

FRANKOVA METODA ANALIZE SLIKE

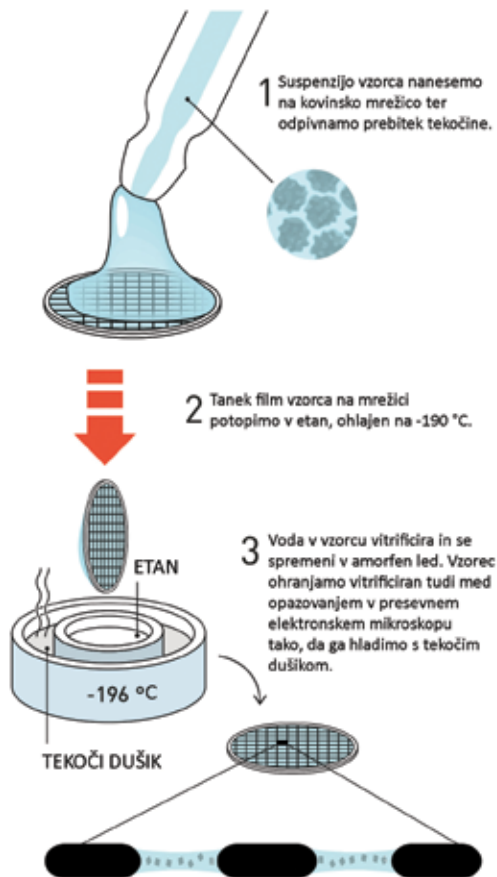


Priljevano po Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Slika 2: Koraki analize delcev, ki jih prispeval Joachim Frank. Vir: www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2017/advanced-chemistryprize2017.pdf.

elektroni sipajo enakomerno in zato dobimo homogeno ozadje vidnega polja v presevnem elektronskem mikroskopu. V nadaljevanju je Dubochet razvil - in na primeru virusov predstavil - protokol za vitrifikacijo v vodi

DUBUCHEJEVA METODA VITRIFIKACIJE



Priljevano po Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Slika 3: Metoda potopitvene krioifikacije bioloških vzorcev, ki jo je prispeval Jacques Dubochet.

Vir: www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2017/advanced-chemistryprize2017.pdf.

raztopljenih manjših bioloških vzorcev (tako imenovano potopitveno zamrzovanje), ki je v krioelektronski mikroskopiji uporaben še danes (slika 3).

Razmah krioelektronske mikroskopije

Temelji, ki so jih položili Dubochet, Frank in Henderson, ter tudi njihov prispevek k razvoju protokola krio-fiksacije ter, stabilnejših elektronskih mikroskopov z boljšimi elektromagnetnimi lečami, zelo občutljivimi kamerami za detekcijo posameznih elektronov (angleško *direct detection camera*) in avtomatiziranimi programi za analizo slike so omogočili, da se je krioelektronska mikroskopija v zadnjih desetletjih močno razvila ter v letu 2013 prešla v dobo atomske ločljivosti.

Danes poznamo v krioelektronski mikroskopiji dve smeri. Prvo smer, tako imenovano metodo analize delcev (angleško *single particle analysis*), so utemeljili letošnji nobelovci in je namenjena analizi delcev (makromolekul, molekularnih kompleksov, virusov). Metoda analize delcev omogoča opazovanje in tridimenzionalno modeliranje širokega spektra makromolekul, pomembnih za celično biologijo, farmacijo in medicino (na primer proteinov, vključenih v cirkadiane ritme, proteinov, ki so ključni za odpornost proti antibiotikom, ali virusov Zika). Metoda je primerna le za vzorce, ki so dovolj tanki, da jih pred opazovanje s presevnim elektronskim mikroskopom ni treba rezati. Drugo smer krioelektronske mikro-

skopije predstavlja metoda krioelektronske mikroskopije vitrificiranih rezin (angleško *cryo-electron microscopy of vitreous sections – CEMOVIS*) in je namenjena analizi celic in tkiv oziroma bioloških vzorcev, debelejših od 100 nanometrov. Kot pri krioelektronski analizi delcev tudi tukaj poteka celotni postopek pri kriogenih temperaturah, a dodatno vključuje korak rezanja krioultratankih rezin. Slednje je zelo zahteven proces, saj je fizika rezanja vzorcev na debelino od 40 do 80 nanometrov pri temperaturi, nižji od -100 stopinj Celzija, zelo specifična.

Krio-fiksacija je osnovni korak priprave vzorcev

Krio-fiksacija (hitro zamrzovanje) je edini ustrezeni način fizikalne fiksacije bioloških vzorcev za elektronsko mikroskopijo. Je prvi in ključni korak pri metodah krioelektronske mikroskopije kot tudi pri njej sorodnih tako imenovanih kriometodah, kjer pri kriogenih temperaturah potekajo le nekateri koraki. V primerjavi s kemijsko fiksacijo poteče stabilizacija celičnih struktur hitreje, in sicer v nekaj milisekundah. Poleg tega v celice ne vstopajo tuje molekule (na primer fiksativi). Krio-fiksacija zato velja za najboljši možni način za ohranitev ultrastrukture in kemijske sestave, kakršna je bila v fizi-



Slika 4: Napravi za udarno zamrzovanje (desno) in kriosubstitucijo (levo). Obe napravi sta blajeni s tekočim dušikom, ki se nabaja v jeklenkah (na sliki skrajno desno in pod napravo za kriosubstitucijo skrajno levo). Vir: Samo Hudoklin, Inštitut za biologijo celice, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.

oloških razmerah v živih celicah. Slabosti kriofiksacije so občutljivost za napake zamrzovanja, zapletenost izvedbe in cena, saj so zanjo potrebne drage aparature. Osnove kriofiksacije v elektronski mikroskopiji je postavil Jacques Dubochet.

Glede na način zamrzovanja in debelino vitrifikacije ločimo tri načine kriofiksacije: potopitveno zamrzovanje, udarno zamrzovanje in visokotlačno zamrzovanje. Pri potopitvenem zamrzovanju (angleško *plunge freezing*) vzorec potopimo v kriogeni medij, na primer v propan ali etan, ki je hlajen s tekočim dušikom (vrelišče -196 stopinj Celzija). Vitrifikacija je pri tem postopku omejena na globino od enega do dva mikrometra, zato je potopitveno zamrzovanje primerno za kriofiksacijo zelo majhnih vzorcev, kot so makromolekule za analizo delcev. Pri udarnem zamrzovanju (angleško *impact freezing*, *slam freezing*, *metal-mirror fixation*) vzorec izstrelimo z določeno hitrostjo in pritiskom iz sobne temperature na kovinsko ploščico, ohlajeno na -196 stopinj Celzija, pri čimer pride do vitrifikacije vzorca od 10 do 15 mikrometrov (slika 4). Udarno zamrzovanje se uporablja za zamrzovanje struktur blizu površine tkiv (na primer površinske celice epitelijev), za zamrzovanje tkivnih rezin ali celičnih enoslojev. Najboljše rezultate zamrzovanja pa dosegamo s visokotlačnim zamrzovanjem (angleško *high pressure freezing*). Pri tem načinu je vzorec v trenutku zamrzovanja izpostavljen tlaku 2048 barov. Visok tlak zniža ledišče vode za 20 stopinj Celzija, tekoči dušik pa odvaja temperaturo s hitrostjo od -10^4 do -10^5 Kelvina na sekundo, kar prepreči nukleacijo ter rast ledenih kristalov (ti se tvorijo v kritičnem temperaturnem območju med $+4$ stopinjami Celzija in -80 stopinjami Celzija). Za visokotlačno fiksacijo se uporablja posebna naprava, ki je lahko opremljena z nosilci za zamrzovanje celičnih suspenzij, celičnih kultur ali koščkov tkiv. Naprava omogoča vitrifikacijo vzorcev do debeline okoli 300 mikrometrov. Pri krioelektronski mikroskopiji vzorce po

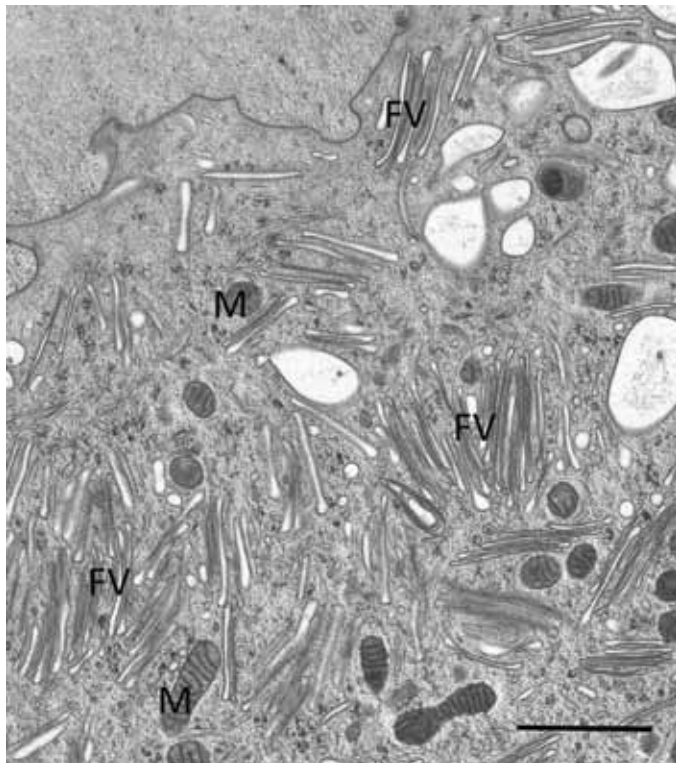
končani kriofiksaciji analiziramo pri kriogenih temperaturah v krioelektronskih mikroskopih. Pri ostalih kriometodah pa vzorec preučujemo s klasičnimi elektronskimi mikroskopi pri sobni temperaturi. V nadaljevanju bodo opisane kriometode v presewni elektronski mikroskopiji, ki jih izvajamo na Inštitutu za biologijo celice Medicinske fakultete v Ljubljani.

Kriosubstitucija omogoča prehod vzorca na sobno temperaturo

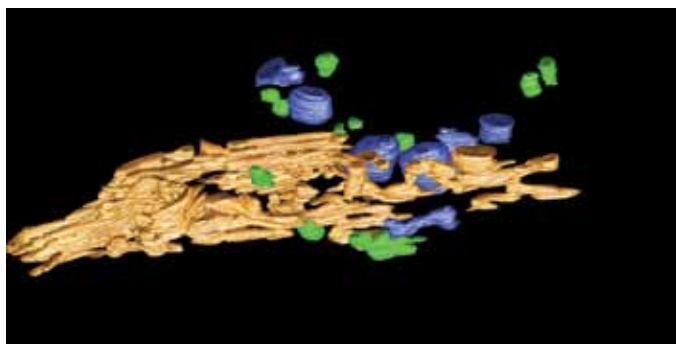
Kriosubstitucija je način dehidracije kriofiksiranih vzorcev, ki poteka v namenskih napravah z nadzorovano temperaturo (slika 4) in omogoča nadaljnjo analizo ultrastrukture ali označevanje makromolekul pri sobnih temperaturah. Med kriosubstitucijo se voda (led) v vzorcih zamenja z organskim topilom pri temperaturah, pri katerih so termična gibanja premajhna, da bi prišlo do kristalizacije vode in poškodb vzorca (to je okoli -90 stopinj Celzija). Kot organski topili se uporabljata aceton in etanol. Z izbiro fiksativov, ki jih lahko uvedemo med kriosubstitucijo, ter smol ali plastik, v katere vzorce vklopimo po končani kriosubstituciji kot oporo za rezanje, lahko vplivamo na končno ravnovesje med ohranitvijo antigenskih lastnosti proteinov in ultrastrukture vzorca. Če ohranimo več antigenskih lastnosti proteinov, lahko te v nadaljevanju označimo (imunooznačevanje). V kolikor pa ohranjamo zelo dobro ultrastrukturo, pa so vzorci primerni tudi za tridimenzionalne analize celičnih struktur.

Z elektronsko tomografijo izdelamo tridimenzionalne modele celičnih organelov

Elektronska tomografija omogoča izdelavo tridimenzionalnih modelov celičnih struktur ter posledično strukturno-prostorske analize odnosov med celičnimi organeli (slika 6). Metoda se izvaja v treh zaporednih korakih: zajemanje tomografije, rekonstrukcija in modeliranje. V prvem koraku posnamemo



Slika 5: Mikrografija dela površinske celice epitelija sečnega mehurja. V citoplazmi so vidni mitohondriji (M) in za te celice značilni fuziformni vezikli (FV). Vzorec je bil pripravljen z metodama krio-fiksacije in kriosubstitucije. Merilo: en mikrometer. Vir: Samo Hudoklin, Inštitut za biologijo celice, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.



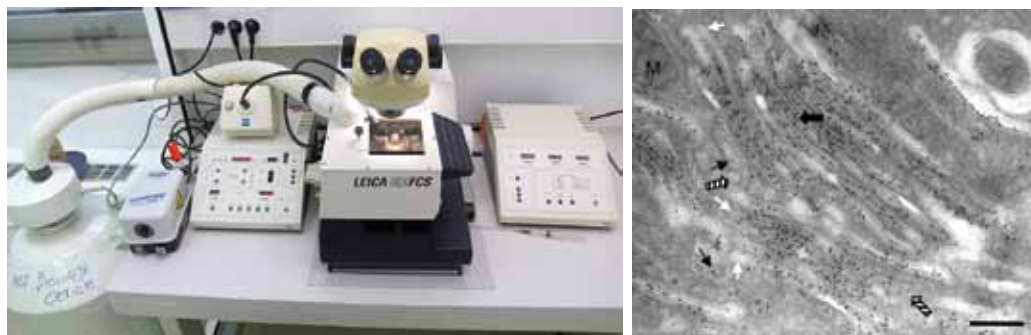
Slika 6: Tridimenzionalni model trans Golgijevega mrežja, izdelan s pomočjo elektronske tomografije. Rjavo obarvani predelki prikazujejo trans Golgijevo mrežje, okoli katerega so razporejeni modro in zeleno obarvani vezikli. Vir: Samo Hudoklin, Inštitut za biologijo celice, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.

serijo projekcij celične strukture v prirejenem presevnem elektronskem mikroskopu. To dosežemo tako, da nosilec vzorca nagibamo od kota približno -70 stopinj do kota približno $+70$ stopinj v korakih po eno do dve stopinji. Tako dobimo serijo od 70 do 140 različnih dvodimenzionalnih projekcij celične strukture. Računalniški program nato iz serije dvodimenzionalnih projekcij rekonstruira tridimenzionalno obliko strukture ter jo predstavi kot serijo navideznih

serijskih rezin strukture. V tretjem koraku grafično prikažemo (modeliramo) celično strukturo, kar nam služi za razumevanje organizacije in delovanja celice.

Lokalizacija proteinov na ultrastrukturni ravni

Izdelava krioultratankih rezin je metoda, ki se uporablja za detekcijo proteinov v bioloških vzorcih (slika 7). Pri tej metodi, imenovani tudi metoda Tokuyashu, je edini



Slika 7: Krioultramikrotom in mikrografija krioultratanke rezine z imunooznačenimi membranskimi vezikli. Puščice prikazujejo različne membranske vezikle diferenciranih celic epitelja sečnega mehurja, črne pike pa mesto proteinov, označenih s koloidnim zlatom. Merilo: 200 nanometrov. Vir: Samo Hudoklin, Inštitut za biologijo celice, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.

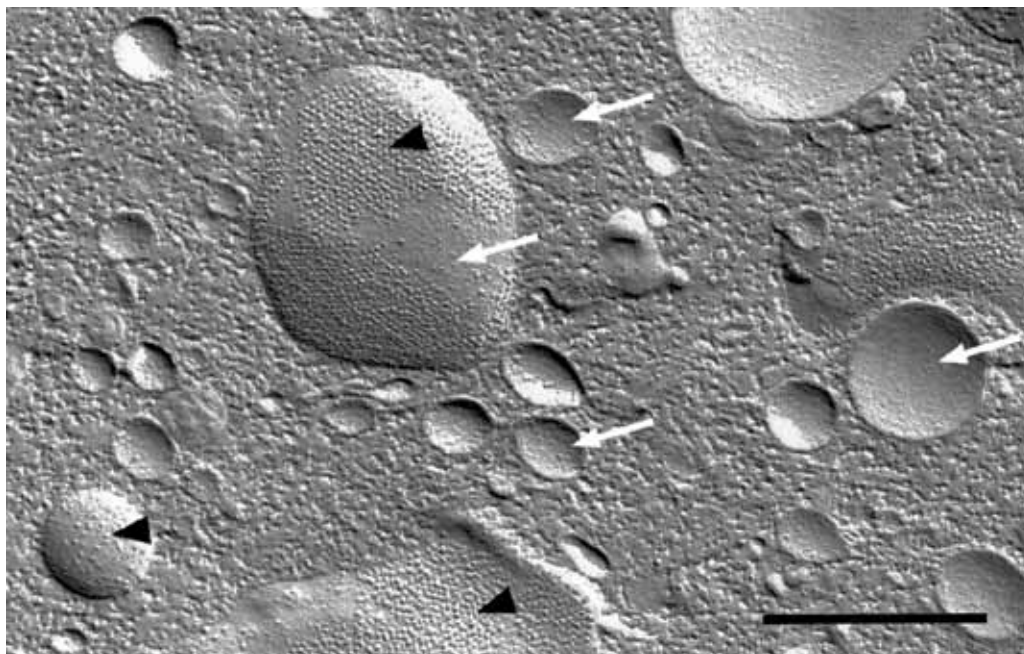
korak, ki poteka pri nizkih temperaturah, rezanje vzorca (od -120 do -140 stopinj Celzija). Tako se izognemo dehidraciji z alkoholi in vklapljanju vzorca v umetne smole. Oboje namreč spremeni proteine in s tem možnost za njihovo označevanje s protitelesi (tako imenovano imunooznačevanje). Koraki pri izdelavi krioultratankih rezin so sledeči: šibka kemijska fiksacija, zaščita vzorcev s snovmi, ki zmanjšujejo kristalizacijo vode med zamrzovanjem (to so krioprotektanti, na primer saharoza), zamrzovanje, rezanje, odtajanje rezin ter imunooznačevanje proteinov. Krioultratanke rezine režemo s pomočjo krioultramikrotoma (slika 7).

Zamrzovalno lomljenje izpostavi notranjost membrane

Zamrzovalno lomljenje je metoda, ki omogoča preučevanje notranje organizacije različnih membran, liposomov, micelov in različnih suspenzij lipidov ter koloidov. Pri tej metodi zamrznjene vzorce fizično lomimo v namenski napravi (slika 8) ter izkoriščamo verjetnost, da bo lom potekal po sredini lipidnih dvoslojev membran, kjer so privlačne sile najmanjše. Dobljene lomne površine nato pri nizkih temperaturah naprašimo s platino in ogljikom, s čimer dobimo zelo natančne odlitke (replike) izpostavljenih površin. V nadaljnjih korakih vzorec pre-

nesemo na sobno temperaturo, odstranimo organski material, replike površin pa opazujemo v presevnem elektronskem mikroskopu (slika 8). V modifikaciji standardnega postopka zamrzovalnega lomljenja se lahko repliko očisti le toliko, da ostanejo v repliko ujeti membranski proteini, ki se jih lahko





Slika 8: Naprava za zamrzovalno lomljenje (na prejšnji strani spodaj) in mikrofotografija replike membranskih veziklov, narejena z metodo zamrzovalnega lomljenja. Puščice prikazujejo izpostavljene membrane različno velikih veziklov, v katerih se vidi specifična organizacija proteinov (glava puščic). Merilo: 500 nanometrov. Vir: Samo Hudoklin in Rok Romih, Inštitut za biologijo celice, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.

v nadaljnjem postopku določi z imunooznačevanjem. To modifikacijo imenujemo imunooznačevanje replik ali tehnika FRIL (angleško *freeze-fracture replica immunogold labelling*).

Zaključek

Krioelektronska mikroskopija v zadnjih letih doživlja nesluten razcvet, čemur botrujeta razvoj metod in mikroskopov. Je edina metoda, ki omogoča analize bioloških vzorcev v razmerah, kakršne vladajo v živih celicah. V temeljnih znanostih, medicini in v farmaciji krioelektronska mikroskopija skupaj s sorodnimi metodami presevne elektronske

mikroskopije že prispeva k boljšemu razumevanju organizacije in delovanja celic ter razvoju novih pristopov k zdravljenju bolezni. Treba pa se je zavedati, da sta za njihovo izvajanje potrebna vrhunška oprema ter sprotno nadgrajevanje metod, ki omogočajo iskanje odgovorov na aktualna vprašanja v znanosti.

Dediščina Frana Erjavca

Marija Mercina



Nova upodobitev Frana Erjavca (1834–1887).

Sredi Spominske sobe Frana Erjavca na Osnovni šoli Frana Erjavca v Novi Gorici visi njegov portret. Iz ilustracij v knjigi *Domače in tuje živali v podobah* (Ljubljana: Mladinska knjiga, 1995) ga je računalniško izdelala Barbara Šavli, profesorica matematike in računalništva. Šolo so poimenovali po Franu Erjavcu leta 1992. Ob dvajseti obletnici (2012) je bila odprta njegova Spominska soba.

Fran Erjavec je od leta 1871 do smrti bil profesor na tako imenovani Veliki realki v Gorici. Leta 2017 je torej minilo 130 let od njegove smrti (12. januarja 1887). Potem ko

so po prvi svetovni vojni Italijani zavladali v teh krajih, so s prekopavanjem postopno ukinjali tedanje pokopališče, ki se je razprostiralo tam, kjer je danes središče Nove Gorice z avtobusno postajo, spomenikom Edvardu Rusjanu in poslopji Mestne občine, Slovenskega narodnega gledališča in Goriške knjižnice Franceta Bevka. Od mesta, kjer je bil Erjavec najprej pokopan, vodi naravnost proti zahodu Erjavčeva ulica, ki se v Gorici v Italiji nadaljuje v Škabrijelsko ulico/Via San Gabrielle.

Na spletni strani že omenjene novogoriške šole (<http://www.os-franaerjavca.si>) je predstavljena Virtualna pot Frana Erjavca.

Virtualna pot vodi od novogoriške šole po Erjavčevi ulici, na začetku katere stoji njegov kip (kipar Zdenko Kalin, 1972), do meje z Italijo, v Gorici pa mimo stanovanja, kjer je z družino nazadnje stanoval (Kočijaška ulica/Via dei Vetturini→Via Favetti), in poslopja nekdanje realke do pokopališča na Osrednjem goriškem pokopališču (Cimitero Centrale), kjer je danes njegov grob* in ob njegovem tudi grob Karla Lavriča. Oba imata v Italiji status zgodovinskih spomenikov. Ko je leta 2009 botanik dr. Tone Wraber po različnih krajih v Sloveniji in Italiji imel predavanja z naslovom *Od Devina do Kanina*, je grobove na sedanjem goriškem pokopališču, poleg Erjavca in Lavriča tudi Lojzeta Bratuža in Ljubke Šorli, imenoval »sveti kraji slovenstva«.

Italijani naj bi prekopavanje in saniranje prostora dokončali že pred drugo svetovno vojno, vendar je kopanje temeljev za Novo Gorico, ki se je začelo leta 1947, razkrilo nepopolnost takratne selitve. Zadnje ne velja za grob Frana Erjavca. V dokumentih na sedanjem goriškem pokopališču (Cimitero centrale) je zabeležen datum ekshumacije, grob je bil vedno oskrbovan, kar je bilo v času fašizma težko ali celo nevarno. Slovenci v Gorici s svojimi predstavniki pri mestnih oblasteh (Comune di Gorizia) skrbijo za obnavljanje statusa zgodovinskega spomenika, za primeren videz groba pa Dino Roner iz bližnjega Štandreža.

V Novi Gorici smo vse leto 2017 praznovali sedemdeseto obletnico začetka njene gradnje (1947), pri tem pa nismo pozabili na bolj oddaljeno goriško zgodovino. 7. decembra 2017, ko se je novogoriško praznično leto že poslavljalo, smo se ob spominski počastitvi Frana Erjavca povezali Goričani in Novogoričani: dopoldne na pokopališču v Gorici in popoldne v Goriški knjižnici Franceta Bev-

ka v Novi Gorici. Na zadnji je novogoriški župan Matej Arčon zbranim povedal, da je goriški župan na njegovo pobudo, podprto z intervencijo Marilke Koršič, svetnice iz Gorice, podpisal odlok o podaljšanju statusa, saj bi sicer najemnina potekla prav 23. decembra 2017.

Pobudnik dopoldanskega snidenja na goriškem glavnem pokopališču je bil Kulturni dom v Gorici, s sodelovanjem Slovenske kulturno-gospodarske zveze, Sveta slovenskih organizacij, Kulturne zadruge Maja Gorica, Kulturnega društva Oton Župančič iz Štandreža, Prosvetnega društva Štandrež in Osnovne šole Fran Erjavca v Štandrežu. Skrb za spomenike in dediščino Frana Erjavca nasploh je po 130 letih od njegove smrti še živa, za prihodnost pa je nedvomno najbolj pomembno poimenovanje dveh šol na Goriškem, v Italiji in Sloveniji. Po Franu Erjavcu se imenujeta osnovna šola s slovenskim učnim jezikom v Štandrežu in osnovna šola v Novi Gorici.

»Naš dobri stari Erjavec«

Ob stoti obletnici Erjavčeve smrti je v *Proteusu* izšel članek Marka Aljančiča s tem naslovom (*Proteus*, 49, 9/10, 1986/87: 323–326). Urednik *Proteusa* je bil tedaj dr. Tone Wraber, lektorja pa dr. Erika Kržišnik in dr. Tomaž Sajovic. Na naslovnici je portret Frana Erjavca, ki ga je Prirodoslovnemu muzeju v Ljubljani darovala Erjavčeva hčerka Milena. V svojem članku v omenjeni številki *Proteusa* se Aljančič sprašuje o Erjavčevi dediščini. Podobna vprašanja si je zastavljal že Rajko Pavlovec v članku v *Proteusu* dvajset let prej (urednik Lavo Čermelj, *Proteus*, 29, 1, 1966/67: 150–152). Oba avtorja predstavljata njegovo delo v celoti in zaključujeta, da je Erjavca pomemben kot začetnik in do danes največji mojster poljudnoznanstvenega pisanja.

Vrnimo se v čas neposredno po Erjavčevi smrti. Že januarja leta 1887 je prijatelju v slovo Simon Gregorčič napisal pesem *Lo-*

* V Ljubljanskem zvonu, 1889, 762–763, je kot datum prekopa naveden datum 24. oktober 1889, »na dan vseh vernih duš«, to je 2. novembra istega leta, pa je »s prostovoljnimi doneski« že bil bil postavljen njegov spomenik.

vorika na grob možu. Uglasbil jo je Anton Förster in 6. marca 1887 je bila predstavljena goriškemu občinstvu, zbrana sredstva pa dodeljena skladu za nagrobni spomenik in pomoč Erjavčevi družini, to je ženi in hčer-kama.** Istega leta je v *Ljubljanskem zvonu* (413–425) izšel spominski članek z naslovom *Fran Erjavec*, ki ga je napisal Fran Levce. Dve leti kasneje (Ljubljana, 1889) je Matica slovenska izdala Erjavčevo *Izbrano delo* z Levčevo še obsežnejšo spremno besedo.

V *Koledarju Mohorjeve družbe* (1888: 36–46) je bil objavljen obsežen biografsko-bibliografski članek z naslovom »*Fran Erjavec Življenjepisne črtice. Spisal Simon Gregorčič.*« Gregorčič je bil Erjavčev prijatelj in celo dedič: podedoval je njegovo pisalno mizo. »In čudno naključje, pri mizi, kjer je on deloval, za narodno omiko čas in moči žrtvoval, se zdaj piše njegov življenjepis, na isti papir, na katerega je še sam nameraval za Slovence kaj lepega pisati. Mož, o katerem govorim, je naš odlični pisatelj Fran Erjavec, in ta miza je njegova pisalna miza – meni poklonjena v drag spomin.« (Pisalna miza, ki je zdaj v Gregorčičevi rojstni hiši na Vrsnem, je najverjetneje bila Erjavčeva.)

V članku Gregorčič izčrpno piše o prijateljevem življenju, med dogodki so v njem posejane različne anekdote o Erjavčevih srečanjih s preprostimi ljudmi med raziskovalnim delom po Krasu, Vipavskem, Tolminskem in Trnovskem gozdu ... Nadaljuje, kako je Erjavčeva smrt pretresla ves tedanji slovenski svet, pa tudi poznavalce njegovega dela v drugih deželah, saj je bil Erjavec dejavni član Matice slovenske v Ljubljani, Jugoslovanske akademije v Zagrebu in Sociétés malacologique de la Belgique v Bruslju. Gregorčičev članek vsebuje biografijo in bibliografijo ter oznako celotnega Erjavčevega dela, tako leposlovnega kot naravoslovnega. O njegovem pomenu priča tudi njegova objava v novi, jezikovno posodobljeni izdaji Erjav-

čevega dela *Domače in tuje živali v podobah* leta 1995 na straneh 675–689. Prijateljstvo med Gregorčičem in Erjavcem je v prozi *Grenka sedmina* (*Nova obzorja*, XI/1958, št. 9/10: 405–419) upodobil pisatelj Danilo Lokar.

Najobsežnejša dosedanja izdaja Erjavčevih del je iz leta 1934. Literarni zgodovinar Anton Slodnjak je za Erjavčevo *Zbrano delo* v treh knjigah napisal razpravo o Erjavčevem življenju in delu. Zaradi njegovih pogledov na Erjavčevo življenje se je polemično odzvala Erjavčeva hčerka Ljudmila (*Glosa*, objavljena v *Ljubljanskem zvonu*, 1935, str. 59–61). Po njenem mnenju Fran Erjavec ni bil sirota, čeprav se je njegova mama po moževi smrti ponovno omožila, saj je za dečka ljubeče in materialno zadovoljivo skrbel njegova babica. Tudi se ni zatekal v naravo, ker bi bil osamljen. Naravo je ljubil in se je zato zanimal zanjo. Pri tem omenja njegovega mentorja Schmidta. V Gorici Erjavec ni bil nesrečen, z družino se je udeleževal tedanjega živahnega družabnega življenja, bil je dejaven in uspešen na naravoslovnem in kulturnem področju.***

Kot je že bilo omenjeno, je leta 1995 Mladinska knjiga izdala jezikovno posodobljeno Erjavčevo delo *Domače in tuje živali v podobah*. Marko Aljančič v spremni besedi piše o pomenu Slodnjakovega *Zbranega dela* za ohranitev Erjavčeve dediščine sploh. Aljančič meni, da Erjavec prav s knjigo *Domače in tuje živali v podobah* sodi med največje evropske pisatelje te vrste. Erjavčevo delo je bilo »veliko in izjemno«, »pojavi se je nenadoma, skoraj meteorsko« (str. 691). Ob tem ugotavlja, da Erjavčevo delo na Slovenskem ni bilo deležno primerne pozornosti naravoslovcev tedanjega časa, toliko bolj pa so ga takoj vzljubili bralci. »Bralo jo je, takrat in še dolgo pozneje, staro in mlado, z

** Opombe k tej pesmi je v I. knjigi Gregorčičevega *Zbranega dela* napisal France Koblar, 232–235.

*** Po očetovi smrti je dokončala učiteljše v Gorici. Ob tej priložnosti ji je družinski prijatelj Simon Gregorčič podaril zapestno uro. Kot učiteljica je bila zaposlena v Krminu (italijansko Cormons). Zaradi fašizma je kasneje emigrirala v Jugoslavijo.

enakim zanimanjem in užitkom tako preprosti kot šolani ljudje.« (Str. 697.)

Ko presoja vrednost tega dela z današnjega znanstvenega stališča, pa Marko Aljančič ugotavlja: »Od Erjavčevih časov se je močno razširilo in poglobilo znanje o živalih. Zato je marsikatera trditev – pogled iz zornega kota takratne znanosti – zastarela, ponekod pomanjkljiva, celo nepravilna, napačna. /.../ *Domače in tuje živali v podobah* moramo gledati danes predvsem kot živ literarni spomenik, ne pa kot izčrpno poučno knjigo o živalih.« (Str. 700-701.)

*Da, kamen slednji, slednja travca
proslavlja nam ime Erjavca.*

Simon Gregorčič

Verza sta iz Gregorčičeve pesmi *Lovorika na grob možu*. Prijatelja Erjavca v njej označu-

je z vznesenimi besedami »poštenjak, korenjak, steber doma, glasnik narave«. V navedenih, le navidez preprostih verzih pa je z zamenjavo avtorja in predmeta njegovega dela (narava ga slavi) Gregorčič izrazil misel, da je s poimenovanji in načinom pisanja Erjavčevo delo trdno vpeto v zakladnico slovenskega jezika.

Navedena Gregorčičeva verza sta bila geslo popoldanske počastitve Frana Erjavca 7. decembra 2017 v Novi Gorici. Za predstavitev Erjavčeve goriške in novogoriške dediščine sem uporabila bogato besedno in slikovno gradivo iz Goriške knjižnice Franceta Bevka in Spominske sobe na Osnovni šoli Frana Erjavca (in 4 fotografije iz Narodne in univerzitetne knjižnice). Nobeno Erjavčevo delo ni več v osnovnošolskem učnem načrtu, omenjeni šolarji pa imajo srečo, da

Prve izdaje Erjavčevih del v Spominski sobi.



med knjižnično vzgojo berejo Erjavčeva dela v njegovi spominski sobi. Največ zaslug za njeno ureditev ima knjižničarka Tjaša Klemenčič, tudi letošnja nagrajenka Slovenske sekcije IBBY »za promocijo mladinske književnosti in branja«. Na šoli so zbrali precej slikovnega gradiva in s pomočjo donatorjev odkupili večino Erjavčevih knjig. Na prireditvi 7. decembra 2017 so učenci iz Osnovne šole Frana Erjavca brali iz Erjavčevih črtic.

Erjavčeva goriška leta so bila predstavljena z odlomki iz spominskih besedil, ki sta jih napisala slikarka Avgusta Šantel in naravoslovec Friderik Seidl. Zadnji je po Erjavčevi smrti poučeval na isti šoli, tam podedoval Erjavčev laboratorij in celo stanoval v istem stanovanju v Kočijaški ulici/Via Favetti. Erjavca kot ljubečega in skrbnega očeta smo se spominjali s prebiranjem njegovih pisem hčerka v Škofjo Loko, kamor sta se morali za nekaj časa preseliti po smrti brata

Milutina in mamini bolezni. Podobo Erjavčeve družine smo dopolnili z odlomki iz že omenjene polemične *Glose* hčerke Ljudmile ob izidu Erjavčevega *Zbranega dela*. Njegov prispevek k razvoju slovenskega jezika sem predstavila z razlago in projekcijo strani iz Cigaletove *Terminologije*, Pleteršnikovega *Slovensko-nemškega slovarja* in tistimi stranmi iz Erjavčeve *Popotne torbe* (*Letopisi Matice slovenske* 1875, 1879, 1880, 18812/1883), kjer so objavljene številne slovenske besede, imena rastlin in domačih živali, tedanja poimenovanja sadnih vrst, uganke in rekla. Poslušalci so reševali Erjavčeve *Uganke, uganalice, zastavice* (objavljene v *Popotni torbi*).

V scenariju je bila predvidena razprava, v kateri naj bi obiskovalci prireditve izrazili svoje poglede na Erjavčevo dediščino. Upokojena profesorica slovenščine Slavka Modic je povedala, kako je leta 1992 potekalo preimenovanje šole iz Osnovne šole IX. korpusa v Osnovno šolo Frana Erjavca, Tatjana Bla-

Tatjana Blažej o Erjavčevem kipu.



žej pa o motivih, ki so jo vodili pri izdelovanju kipa Frana Erjavca; Sergij Peljhan, predsednik *Foruma*, v katerem se razpravlja o podobi Nove Gorice, je poudaril, da bi morali primerno označiti mesto Erjavčevega prvotnega groba. Erjavčeva ulica, imenovana tudi »aleja slavnih mož«, saj so ob njej premišljeno postavljeni doprsni kipi za goriško slovensko zgodovino pomembnih mož, v Italiji prehaja v Škabrijelsko ulico/Via san Gabrielle. Vprašal se je, kdaj bodo na njej spomeniki, ki bi podobno pripovedovali o italijanski preteklosti Gorice. Gabrijel Seljak, edini naravoslovec, ki se je odzval vabilu, je prispeval fotografije polžev, imenovanih po Franu Erjavcu. Povedal je, kako pomembna se mu zdijo Erjavčeva poljudnoznanstvena dela ter izrazil spoštovanje in občudovanje njegovega prispevka k slovenski terminologiji.**** Član Literarnega kluba *Govorica* Rajko Slokar je prebral odlomek iz svoje povojne brigadirske črtice *Žabe*. Že na dopoldanski počastitvi ob grobu Frana Erjavca je zgodovinar dr. Branko Marušič povedal, kako pomembno je bilo Erjavčevo sodelovanje s Slovensko matico v Ljubljani. Popoldne je v Novi Gorici ponovno opozoril na nujnost novogoriškega poznavanja tisočletne preteklosti Gorice. Mesto nujno potrebuje študijo, ki bi predstavila, kje so bile v preteklosti slovenske kulturne ustanove in bivališča pomembnih Slovencev. Danes, 70 let po začetku gradnje Nove Gorice in 130 let po Erjavčevi smrti v Gorici (1887), povezujemo njegovo leposlovno in prirodoslovno delo, spomine in razprave različnih avtorjev, obsežno gradivo v knjižnicah, poimenovanje ustanov z njegovim imenom in spomenike. Ob Erjavčevi duhovni dediščini se povezujemo prebivalci Gorice in Nove Gorice. V obeh mestih to dediščino poznamo in ohranjamo predvsem

na simbolni ravni. Po zgledu ustvarjalnih učiteljev na Osnovni šoli Frana Erjavca bi za začetek lahko izpopolnili *Virtualno pot* v Gorici. Zato, da bi vsestransko ovrednotili njegovo dediščino, ki se je ohranjala tudi kot besedno bogastvo in način pisanja, pa kljub razvoju jezikoslovne vede še nismo razvili ustrezne metodologije, s katero bi jo vsestransko in podrobno analizirali.

Žal njegovih del, ne literarnih ne poljudnoznanstvenih, ni več v šolskih programih, marsikatera njegove znanstvene trditve ne veljajo več. Trajno veljavo pa imata njegov odnos do raziskovanja narave in prispevek k slovenskemu jeziku v najširšem pomenu. Ob koncu decembra leta 2017 je izšla posebna številka *Razpotij*, revije, ki jo izdaja Društvo humanistov Goriške in je posvečena sedemdesetletnici Nove Gorice. V reviji več avtorjev piše o sobivanju narave in človeka v mestu, ki je bilo zasnovano kot mesto park (Blaž Kosovel, Anja Medved in avtorica tega članka). Prepričana sem, da se dediščina Frana Erjavca ohranja tudi v takšnih pogledih, kot jih na koncu svojega sestavka z naslovom *Kdaj bo Nova Gorica?* izrazi režiserka Anja Medved:

»[...] Morda bi bilo dobro na življenje mesta na travniku pogledati s perspektive dreves, ki so najstarejša bitja na planetu. To, kar različni mesti povezuje, je namreč isti prostor, ista zemlja, ista reka in isto nebo. Povezuje ju narava, vendar ne tista, ki se jo da zasesti, ampak narava kot življenje, ki se ga ne da deliti in ki vedno znova najde pot domov.« (*Razpotja Nove Gorice 1947–2017*, Nova Gorica: 2017, str. 93.)

Ne le narava, tudi človek vse življenje išče pot domov. Skozi čas pomembni ustvarjalci s svojimi deli in načinom pisanja sooblikujejo naš jezik – edini pravi dom naše kulture in mišljenja. Med pomembnimi vodniki na teh naših poteh je nedvomno Fran Erjavec.

**** Glej: *Kozača na spletni strani DOPPS (Društvo za opazovanje in proučevanje ptic v Sloveniji) // Kozača (Strix uralensis). Fran Erjavec je uralsko sovo krstil s slovenskim imenom kozača, ker naj bi meketala kakor koza. [...]*

Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2017

Petra Draškovič Pelc

V Prirodoslovnem društvu Slovenije že vrsto let razpisujemo natečaj naravoslovne fotografije za mlade avtorje. Tudi tokrat smo pozvali mlade fotografe do starosti 25 let, da raziskujejo naravo skozi leče fotoaparata in beležijo motive iz narave, kar je osrednja tema vsakoletnega natečaja.

Na fotografski natečaj se je v letu 2017 odzvalo 35 avtorjev z 296 fotografijami v štirih starostnih kategorijah. Komisija v sestavi dr. Tomaž Sajovic, urednik revije *Proteus*, Janja Benedik, direktorica uprave Prirodoslovnega društva Slovenije, Marjan Richter, urednik fotografije v reviji *Proteus*, Stane Draškovič Pelc, fotograf, in dr. Petra Draškovič Pelc, referentka za naravoslovno fotografijo v Prirodoslovnem društvu Slovenije, je imela pri izbiri najboljših zahtevno delo.

V kategoriji do 10 let je sodelovala le ena avtorica s štirimi fotografijami.

Priznanje je tako dobila Eva Eržen za fotografijo *Bom kdaj oranžna*.

V kategoriji od 11 do 14 let je sodelovalo 27 avtorjev z 229 fotografijami.

Prvo nagrado je za fotografijo *Mrtva narava* prejel Rok Švajger Jontez, **drugo nagrado** je prejela Lana Trtnik za fotografijo *Skrbna in previdna mamica na Blokab*, **tretjo nagrado** pa Maks Sešlar za fotografijo *Sr-pokljuni prodnik*. **Priznanja** dobijo še Lana

Kategorija do 10 let

Eva Eržen: Bom kdaj oranžna. Priznanje.



Trtnik (*Kočevska družčina, Gozdni lepoticci na Blokah, Vrtec za divje pujske*), Ana Hostak Gobec (*Skrivalnice*), Živa Senica (*Strašljivo, Na paši*), Žan Eržen (*Nasmeh pri zobarju*), Pia Zgonc (*Med oblaki*) in Filip Slakan Jakovljević (*Najboljši sosede*).

V kategoriji od 15 do 17 let je sodelovalo 5 avtorjev s 43 fotografijami.

Prvo nagrado je prejel Alex Kotnik za fotografiji *Obračun s fotografi* in *Kopel deževnikov*. **Drugo nagrado** si je prislužila Vanesa Bezljaj za fotografijo *Sivina z življenjem* in



tretjo nagrado Maruša Stergar za fotografijo *Kapljica*. V **ožji izbor** smo uvrstili še Alexa Kotnika za fotografije *Pomladno valovanje*, *Pristan rjaste kanje* in *Kopel ponovnega*

rojstva ter Vaneso Bezljaj za fotografije *Ob sončnem vzhodu (rumenonogi galeb)*, *V močvirju med lokvanji (čapljica)* in *Lepota razprostrenih peruti (tatarska žvižgavka)*.

Kategorija od 11 do 14 let



V kategoriji od 18 do 25 let sta sodelovali le dve avtorici z dvajsetimi fotografijami.

Prvo nagrado si delita Živa Bombek za fotografijo *Rogač* in Tina Verhnjak za fotografijo *Ulov*.

Vsem dobitnikom nagrad in priznanj iskreno čestitamo in se veselimo vaših novih

prispevkov v naslednjem letu. Izbrane in nagrajene fotografije so bile razstavljene na priložnostni razstavi v Taborjevi (mali) galeriji Kliničnega centra v Ljubljani.

Vsem mladim fotografinjam in fotografom želimo obilo užitkov pri odkrivanju narave skozi objektiv!



*Rok Švajger
Jontez: Mrtva
narava. Prva
nagrada.*



Lana Trtnik: Skrbna in previdna mamica na Blokah. Druga nagrada.



Maks Sešlar: Srpokljuni prodnik. Tretja nagrada.

Kategorija od 15 do 17 let



Vanesa Bezljaj: Sivina z življenjem. Druga nagrada.



Maruša Stergar: Kapljica. Tretja nagrada.

Alex Kotnik: Obračun s fotografi. Prva nagrada.









*Alex Kotnik:
Kopel deževnikov.
Prva nagrada.*

Kategorija od 18 do 25 let





*Živa Bombek:
Rogač. Prva
nagrada.*





*Tina Verbnjak: Ulov.
Prva nagrada.*

Profesor Bogdan Kilar

Spomin na ustvarjalnega in korektnega stanovskega kolega

Marijan Prosen

Bil je vzoren pisec univerzitetnih astronomskih učbenikov in člankov s področja sferne astronomije. Na različne načine je populariziral astronomijo. Znal je preprosto pojasnjevati zamotane astronomske stvari. Zelo natančen in fin gospod je rad pomagal, če se je kdo zapletel v astronomsko zagato. S temeljito in preprosto razlago ga je elegantno povlekel iz nje. Bil je prvi slovenski univerzitetni diplomirani astronom, ki je tudi prvi doktoriral, in to v Nemčiji. Precej se je ukvarjal še s koledarjem. Velik računar z odlično orientacijo v prostoru in na zvezdnem nebu, čeprav je nosil očala. Pisal je tudi v *Proteus*.



Bogdan Kilar je astronomijo vzljubil že v otroštvu. Kot gimnazijec pri trinajstih je z opernim kukalom začel opazovati zvezde. Pozneje jih je opazoval z dvogledom. Klasično gimnazijo je zaključil v Ljubljani. Velik vpliv nanj je imel njegov učitelj profesor Pavel Kunaver. Po drugi svetovni vojni (1946) je Kunaverju pomagal pri postavitvi in pedagoškem delovanju Mladinske zvezdarne na terasi Fakultete za rudarstvo ob Aškerčevi cesti v Ljubljani.

Krajčev refraktor* (s premerom objektiva 16 centimetrov in goriščno razdaljo objektiva 185 centimetrov) so iz Bohinjske Bistrice, kjer je Krajec nazadnje župnikoval,

Slovenski astronom dr. Bogdan Kilar (1930, Beograd–2015, Ljubljana), specialist za sončne ure in sferno trigonometrijo, dolgoletni profesor Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, član Mednarodne astronomske unije (IAU), Komisije za znanstveno delo pri Nacionalnem komiteju za astronomijo Jugoslavije in naravoslovne sekcije Terminološke komisije Inštituta za slovenski jezik SAZU ter sodni izvedenec za astronomske in sorodne znanosti. Leta 1989 je za uspešno delo prejel priznanje ob sedemdesetletnici Univerze v Ljubljani in Fakultete za gradbeništvo in geodezijo.

* Andrej Krajec (1870–1930), župnik v različnih krajih Slovenije, amaterski astronom.

po njegovi smrti prepeljali v Ljubljano in ga postavili na teraso Rudarske fakultete. Opazovanja se je lahko udeleževal kdorkoli. Strokovno sta jih vodila profesor Pavel Kunaver in dr. Bogdan Kilar, ki sta tam zavzeto predavala in z daljnogledom prikazovala številne lepote in zanimivosti na zvezdnem nebu in na ta način popularizirala astronomijo. Verjetno se je že takrat pokazala Kilarjeva nagnjenost do posredovanja astronomskih vsebin drugim. Terasa pa je bila na žalost preblizu zelo prometne ceste, kar je povzročalo močno tresenje daljnogleda. Tudi mestna razsvetljava je motila opazovanja. Pozneje so teraso še prekrili, tako da tam ni bilo več možno opazovati.

Čez nekaj let je na takrat novo ustanovljeni Katedri za astronomijo Prirodoslovno-matematične fakultete Univerze v Ljubljani vpišal študij astronomije in leta 1957 pod mentorstvom profesorja Frana Dominka kot prvi na naši takrat še edini univerzi diplomiral iz astronomije. Tega leta je bil tudi honorarni predavatelj matematike na Srednji tehniški šoli v Ljubljani.

Po diplomi je postal sodelavec novo ustanovljenega Inštituta za astronomijo. Sodeloval je pri sestavljanju astronomskih efemerid *Naše nebo* in (v začetnem obdobju) tudi pri nastajanju nacionalnega astronomskega observatorija na Golovcu (AGO). Vendar se je zaposlil na Oddelku za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kjer je začel pot univerzitetnega učitelja.

Leta 1959 je bil na geodetskem oddelku Tehniške fakultete Univerze v Ljubljani izvoljen za asistenta za področji geodetski računi in geodetska astronomija. Leta 1961 je bil en mesec na strokovnem izpopolnjevanju na Astronomskem observatoriju v Beogradu, v letih od 1964 do 1966 pa na specializaciji na Inštitutu za astronomsko in fizikalno geodezijo Tehniške univerze v Münchnu. Tu je leta 1971 uspešno zagovarjal doktorsko disertacijo *O uporabi sfernega ločnega preseka*

v geodetski astronomiji in dobil naziv doktor prirodoslovnih znanosti s področja geodetske astronomije. Leta 1973 je bil izvoljen za docenta, leta 1985 pa v naziv izrednega profesorja za področji geodetska astronomija in programiranje.

Postal je predstojnik Katedre za višjo geodezijo, predstojnik Oddelka za geodezijo in namestnik predstojnika VTOZD gradbeništvo in geodezija. Leta 1994 se je upokojil kot izredni profesor za predmete geodetska astronomija, višja geodezija in programiranje. Bil je mentor štirinajstim diplomantom in dvema magistrima s področja geodezije. Tudi po upokojitvi je ostal dejaven in je redno objavljial strokovne in poljudne članke o klasični in teoretični astronomiji, navigaciji, času, koledarjih in podobnih tematikah. Veliko prispevkov je objavil predvsem v revijah *Proteus*, *Presek* in *Spika*. Sodeloval je tudi v nekaj radijskih in televizijskih oddajah.

Osnovno področje znanstvenega delovanja Bogdana Kilarja je bila zagotovo astronomija, področja pedagoškega dela pa višja geodezija, geodetska astronomija in programiranje, predmeti, ki jih je predaval študentom geodezije z veliko zavzetostjo, natančnostjo in veseljem. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja, ko so začeli uvajati satelitsko geodezijo in globalne navigacijske sisteme, je za študente in zaposlene na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo pripravil nekaj zanimivih poljudnih predavanj o tej tematiki. Videl je novo obdobje uporabe modernih satelitskih tehnologij v geodeziji, ki so imele precej skupnih točk z astronomijo.

Napisal je tri visokošolske učbenike: *Sferna trigonometrija z uporabo v geodeziji*, *Približna določitev astronomskih geografskih koordinat in azimuta* ter *Algoritmi in programiranje*. S profesorjem R. Šumrado pa je izdelal še program za opazovanje zvezd z astrolabom Ni 2 v SR Sloveniji. Spisal je tudi brošuro o sončnih urah in bil soavtor knjige *Zemlja in vesolje: ob mednarodnem geofizikalnem letu* (Cankarjeva založba, Ljubljana, 1961, 394 strani).



Astrolab Ni 2.

Vir: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/48/Ni2-Astrolab%2CStativ%2C15.227.jpg/450px-Ni2-Astrolab%2CStativ%2C15.227.jpg>.

Bogdan Kilar je torej deloval na strokovnem in poljudnoznanstvenem področju. Leta 1961 je Oddelek za geodezijo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo kupil mali Zeissov planetarij, ki so ga postavili v Prirodoslovni muzej. Kilar je na njem prikazoval razne simulacije astronomskih pojavov in dogodkov ter veliko predaval. Napisal je brošuro o ravnanju s tem planetarijem. Leta 1969 so planetarij prestavili v osrednjo stavbo Univerze v Ljubljani, kjer je z njim začel upravljati Tehniški muzej Slovenije. V glavnem so ga uporabljali kot učni pripomoček pri pouku astronomije srednješolcev.

Skupaj z meteorologom Miranom Borkom je v letih 1947–1948 pri opazovanjih Sonca

pomagal tudi našemu ljubiteljskemu astrofiziku Ivanu Tomcu (1880–1950), in sicer na Tomčevi zvezdarni, ki jo je postavil v Ljubljani na Pražakovi 3 (danes je tam Pošta).

Literatura:

Južnič, S., Prosen, M., 2008: *Astronomija na Slovenskem in slovenski astronomi na tujem (12.–21. stoletje)*. Radovljica: Didakta, str. 184.

1I/'Oumuamua prvi odkriti medzvezdni obiskovalec

Mirko Kokole

Dejstvo, da se v našem Osončju nahaja na tisoče majhnih nebesnih objektov, je poznano vsakomur in odkritja novih asteroidov in kometov niso nič kaj presenetljivega. A vendar se še zgodi, da astronome kaj presenetijo, tako kot se je zgodilo lani. Pri obdelavi podatkov, ki jih je posnel teleskop Pan-STARRS1, ki deluje v okviru projekta NEOO (Near Earth Object Observations, Opazovanja zemlji bližnjih nebesnih objektov) in išče Zemlji bližnje nebesne objekte, so odkrili prvi objekt, ki ni nastal v našem Osončju. Objekt 1I/2017 U1 ali 1I/'Oumuamua, katerega odkritje so uradno razglasili 19. oktobra leta 2017, je bil že od vsega začetka nekaj posebnega in se je odkritju skoraj izmuznil. Ima tako zelo ekscentrično orbito, da jo je avtomatski program za obdelavo podatkov zavrnil kot nemogočo. Ekscentričnost orbite pove, ali je pot objekta okoli Sonca elipsa, parabola ali hiperbola. Objekti, ki imajo eliptično orbito, so del našega Osončja, objekti s parabolično in hiperbolično orbito pa lahko Osončje zapustijo.

1I/2017 U1 ali 1I/'Oumuamua ima izjemno veliko ekscentričnost orbite, katere vrednost znaša 1,199, to pomeni, da je orbita hiperbolična in da objekt ni vezan na naše Osončje. Povejmo, da ima večina kometov, ki niso periodični, vrednost ekscentričnosti orbite blizu 1. Njihove orbite so torej parabole. To tudi pomeni, da jih lahko manjše motnje izstrelijo iz Osončja, se pravi, da jim vrednost ekscentričnosti povečajo nad 1, ali pa jih popolnoma vežejo na Osončje, kar pomeni, da jim vrednost ekscentričnosti zmanjšajo pod 1 in njihove orbite postanejo elipse. Večina neperiodičnih kometov prihaja iz Oortovega oblaka, ki se razteza na razdaljah od 2.000 do 50.000 astronom-

skih enot in je nekakšen skladišče kometov našega Osončja. Sedaj se lahko vprašamo, kako vemo, da 1I/'Oumuamua ni prišel iz našega Osončja. Odgovor se skriva v izjemno veliki ekscentričnosti. Ta je tako velika, da je nemogoče, da bi jo lahko objekt pridobil znotraj našega Osončja. Poleg tega 1I/'Oumuamua leti s hitrostjo, ki ustreza hitrosti Sonca v Galaksiji. Poleg tega je 1I/'Oumuamua prišel ravno v nasprotni smeri potovanja Sonca v Galaksiji, kar je najbolj pričakovano za medzvezdni objekt. Ime asteroida 1I/'Oumuamua se je v kratkem času po njegovem odkritju večkrat spremenilo. Na začetku so mu dali oznako C/2017 U1, ker so mislili, da je komet. Kljub večkratnim poskusom, da bi zaznali komet, so morali astronomi priznati, da objekt ne kaže površinske aktivnosti, se pravi izpustov materiala, kar je značilnost kometov. Zato so ga prekvalificirali v asteroid in tako je dobil ime A/2017 U1. Ko so bolj natančni izračuni njegove orbite pokazali, da objekt ni prišel iz našega Osončja, se je Mednarodna astronomska zveza (IAU) odločila, da bo takim objektom dala posebno oznako. Predlagana je bila morda nekoliko težko berljiva in nerodna oznaka, a so jo kljub vsemu sprejeli in od sedaj naprej bodo vsi medzvezdni objekti nosili oznako I (Interstellar, medzvezdni). Mednarodna astronomska zveza je tudi zelo hitro sprejela odločitev o končnem imenu asteroida, ki so ga predlagali njegovi odkritelji in se sedaj imenuje 'Oumuamua (apostrof je del imena). Ime izvira iz havajščine in ga lahko prevedemo kot »obiskovalec, ki od zunaj prihaja prvi«. Tako se asteroid sedaj uradno imenuje 1I/'Oumuamua ali 1I/2017 U1 ('Oumuamua).

Da 1I/'Oumuamua ni komet, so astronomi ugotovili zelo zgodaj, saj ni kazal nobene značilnosti kometov. Ima tudi druge nepričakovane značilnosti. Astronomi so pričakovali, da bo njegovo površje podobno tistemu, ki ga imajo objekti Kuiperjevega pasu, se pravi, da bo rdečkaste barve. Ta je značilna za organske spojine, ki so jih dolgo časa obsevali žarki gama. A so meritve pokazale drugače. Njegovo površje je le rahlo bolj rdeče barve od Sonca in še najbolj spominja na asteroide iz skupine Trojancev. Danes mislimo, da je asteroid - tako kot drugi asteroide - sestavljen večinoma iz kamnine, bogate z železom, ali pa da ima ledeno sredico, ki jo prekriva vsaj pol metra debela anorgansko-organska skorja.

Kar nekaj zmede je povzročila tudi svetlobna krivulja, ki je kazala, da se magnituda asteroida periodično spreminja skoraj za dve magnitudi. Iz tega so astronomi lahko ob nekaj predpostavkah o odbojnosti površja

zaključili, da mora biti 1I/'Oumuamua izjemno podolgovate oblike in da je razmerje med velikim in manjšim premerom 6 : 1. Tako je asteroid še najbolj podoben cigari, veliki 230 metrov x 35 metrov x 35 metrov. Takšno razmerje radijev v našem Osončju ne obstaja, saj so do sedaj našli le objekte z razmerjem radijev 2 : 1. Bolj natančne obdelave svetlobne krivulje 1I/'Oumuamua so pokazale, da se ne vrtil le okoli ene od svojih glavnih osi, ampak se kotali. Iz tega so astronomi zaključili, da je verjetno nastal ob zelo nasilnem dogodku, najbolj verjetno ob trčenju dveh večjih objektov.

Še najbolj presenetljivo pa je, da je takih objektov, kot je 'Oumuamua, neverjetno veliko. Astronomi so na podlagi statističnega računa ugotovili, da jih je v našem Osončju znotraj orbite Neptuna kar deset tisoč, v enem kubičnem parsecu (1 parsec je približno povprečna razdalja med zvezdami v galaksiji) pa jih je kar 10^{15} . Lahko se vpra-

Tako si je umetnik predstavljal, kako bi lahko bil videti asteroid 1I/'Oumuamua, ki je prvi odkriti medzvezdni objekt. Je podolgovate oblike z razmerjem premerov okoli 6 : 1. Njegovo površje je rahlo rdečkaste barve in popolnoma brez ledu. Foto: European Southern Observatory/M. Kornmesser.



ni, so astronomi izvedli zelo natančne meritve radijskih valov, ki prihajajo iz asteroida, in bi lahko zaznali oddajnike že z izjemno majhno močjo, le 0,08 vata. Na žalost se je pokazalo, da 1I/Oumuamua ne oddaja prav nobenih radijskih valov, se pravi, da je navsezadnje le navaden asteroid.

Kljub temu, da 1I/Oumuamua le ni vesoljsko plovilo, je njegovo odkritje pomembno, saj smo dobili prvo potrditev, da medzvez-

dni asteroidi obstajajo in da so lahko precej drugačni od tega, kar smo pričakovali. Pri tem je najbolj vznemirljivo, da lahko že v naslednjem letu pričakujemo odkritje naslednjega takega objekta. Morda bomo lahko v prihodnosti katerega tudi obiskali in bomo lahko tako prvič iz prve roke raziskali materiale, ki niso nastali v našem Osončju.

Table of Contents

Editorial

Tomaz Sajovic

Anniversaries

Upon the 80th Anniversary of Our Honorary Member Stane Peterlin

Kazimir Tarman

Stane Peterlin joined the Institute for Monument Protection of the People's Republic of Slovenia as a biologist and botanist by occupation. His cooperation with botanist Angela Piskernik, head of the Institute, marked his professional career of a nature protectionist and he still remembers her fondly whenever her name comes up. When she retired in 1963 he took over the leadership of the Institute's nature conservation unit. He was charged with the sensitive task of balancing wishes and requirements in nature conservation against hard opposition. At the very beginning he had to invest his efforts in defending the Soča River against the construction of the hydroelectric power plant Trnovo (1972), which he described in the article entitled *Some thoughts on the plan for the storage power plant on the Soča* (*Proteus*, 23 (6), 1965). At the same time he also published a booklet in a series of guidebooks to cultural and natural monuments of Slovenia: *Triglav National Park*, which was also translated into English. He was an important contributor to the *Triglav National Park Act* (1981), *Natural and Cultural Heritage Act* (1981) and similar legislative acts. I personally believe that his organisational and professional contribution to the *Inventory of the Most Important Natural Heritage of Slovenia* project (1972) was one of the most important and fundamental efforts in Slovenian nature conservation. It was the first comprehensive inventory of habitats and objects deserving protection and served as a source of knowledge for young nature protectionists, authors of handbooks and

guidebooks to natural landmarks. The impact of his written legacy has not yet been surpassed.

Peterlin also created a fruitful parabiosis between the Institute and the Natural History Society of Slovenia. He served as editor-in-chief of the highly acclaimed *Green Book on Threats to the Environment in Slovenia* (1972) at the time when the general public was gradually becoming aware of the threats that accompany human interventions into the environment and its exploitation. The book soon became the basis underpinning nature conservation measures. Peterlin also enjoyed working with the young and promoted engagement of young scientists in the protection of the environment, whether it was about air, water or soil. He systematically presented the nature conservation area in a series of articles entitled *What Is Nature Conservation* (*Proteus*, 61, 1998/1999), which was to become a handbook. At the Curricular and Extracurricular Activities Centre he tried to implement the theory of nature conservation in practice. Although he came up with some good ideas, they were not received well. He returned to the Ministry of the Environment and Spatial Planning in 1996, taking the position of adviser to the Government until his retirement in 2000.

For seven years, he served as editor-in-chief of *Proteus*, journal of the Natural History Society of Slovenia. Peterlin introduced new sections to Slovenia's oldest peer-reviewed popular science journal. With the *From the Proteus archive* section he wanted to show how topical the journal was in following the latest developments in science during the decades since its inception, how it marked significant events and showcased the scientific breadth of its authors. Contributions in the section *Nature this month: plant and animal of the month* were to involve readers, especially the young, to become more aware of natural phenomena through the seasons. The *Introducing the natural science mentors*

section was dedicated to presenting the most engaged and successful natural science teachers working with school children. With this content and by reviving the *Natural sciences at school* and *The young naturalist* sections he consolidated the role of *Proteus* in the learning process at school. His guidebooks to the natural landmarks of Slovenia serve a similar purpose. One of the latest uncovers nature in the immediate vicinity of his home: *the Radensko Polje*.

Zoology

Przewalski's Horse – the Last Wild Horse of the Eurasian Steppe

Martina Burnik Šturm

Przewalski's Horse (*Equus ferus przewalskii*), or takhi, as it is known in Mongolia, is the world's only remaining truly wild horse. Driven to the brink of extinction in the late 1970s this charismatic horse survived in captivity in zoos across the world. Several factors contributed to its extinction in the wild: excessive hunting, competition with livestock for limited food resources and extreme weather conditions. It was thanks to careful breeding of these horses in captivity that enabled their reintroduction to their original native environment 25 years ago. The first Przewalski's horses were released into the wild in Mongolia, followed by less successful reintroductions in China and Kazakhstan, and more recently, two years ago in Russia. Today, there are already 700 of these fascinating animals living in the wild.

Zoology

New Discovery of Slovenian Researchers: New Method of Dolphin Identification

Tilen Genov

Researchers at Morigenos, Slovenian Marine Mammal Society, found that dolphins could be distinguished based on their faces, thus "inventing" a novel method of dolphin identification. They presented their findings in a study published in the internationally acclaimed *Marine Mammal Science*, one of the most prominent scientific journals for studies of marine mammals. Individual identification plays an extremely important role in our understanding of biology, ecology and behaviour of many animal species, including whales and dolphins. Being able to tell individuals apart can provide a valuable insight into basic biological and scientific questions concerning these animals and is also highly relevant to science-based species conservation.

Marine ecology

Sardine (*Sardina pilchardus*) and Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Eggs in the Slovenian Sea

Eva Horvat, Polona Pengal, Mihael J. Toman

Would you believe me if I told you that when you

swim in the sea you are surrounded by a myriad of tiny, translucent eggs and juveniles of anchovy and other fish whose parents spawned the night before? Our sea is a part of the Bay of Trieste in the northern Adriatic, and here is where the sardine (*Sardina pilchardus*) spawns with low intensity in the winter, and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) with high intensity in the summer, this being one of its most important spawning areas in the Adriatic. Due to various environmental conditions in the Adriatic sardine and anchovy eggs differ across areas, as females make sure that their offspring survives by producing eggs of different sizes. Recently, their survival has been threatened by increasingly numerous jellyfish and comb jellies that feed on fish eggs and juveniles; another major factor is the fact that sardine and anchovy stocks in the Adriatic Sea are overfished.

Entomology

Mountain Cicada in the Middle of Winter?

Matija Gogala

The last day of March last spring a friend of mine, entomologist and speleologist Slavko Polak, paid me a visit to show me one injured and one healthy and sound cicada larva. As he was digging around, searching for a different "prey", he found these two larvae under a spruce and thought I might be interested in seeing them. Naturally, I was delighted, for they are anything but easy to find during their long hidden life in the soil. Nor is it easy to identify the species a larva belongs to, as it cannot be reliably identified by visible morphological characters alone, even in adult cicadas. I therefore had to make sure it would survive and perhaps one day transform into an adult insect. I had two hibiscus plants in the room, so I picked the one in the larger pot for my plan. Cicadas are known to feed on xylem sap and are not picky when it comes to food. I also knew that an American expert, Prof. Thomas Moore, had been feeding and keeping cicadas alive the same way, simply by buying a few potted indoor shrubs when he needed them. Of course they also have to be protected with a suitable net to keep them in place. The interesting thing, however, is that this particular cicada hatched in the middle of winter. According to some scientists (e.g. Kudryash, 1979), mountain cicadas take four to five years to become full grown. We had no idea how long ours had spent underground and how long it still needed to transform into a winged adult. In nature, it would obviously have matured the following spring, but we reduced this timeline by half a year, thanks to my warm apartment. This also helps us to understand Kudryash's information on four to five years that a larva needs to mature. It takes four years for it to transform when it's warm and five when it's cold. Our critter probably took four and half, giving me a lovely winter surprise!

Chemistry

The Rise and Boom of Organocatalysis*Uroš Grošelj in Sebastijan Ričko*

Organocatalysis is the use of small organic molecules as catalysts in accelerating and directing organic reactions. It has seen exponential growth and development in the last two decades and today successfully fills the void between biocatalysis and metal catalysis.

Medicine

I Resuscitate, Therefore I Am*Petra Bukovec, Renata Rajapakse*

In Slovenia we have a very well-developed emergency medical service that provides uninterrupted emergency medical care to people who have been injured or have suddenly become ill. Nevertheless, emergency medical service teams still need time to arrive at the scene of the accident. In the most extreme cases of sudden cardiac arrest, each second can make a difference between life and death. This is when it is crucial for the people at the scene to stay calm and composed, helping the best they can. Correctly performed basic resuscitation steps can save a life, allowing the injured to live without major brain damage. Knowing first aid, especially resuscitation techniques, is extremely important, not only because it's ethical, but also because we are required by law to help as we can and allow the injured access to emergency medical service.

Nobel Prizes 2017

Gravitational Waves**Nobel Prize in Physics 2017***Aleš Mohorič*

The Nobel Prize in Physics 2017 went to Kip S. Thorne, Rainer Weiss and Barry C. Barish for "decisive contributions to the LIGO detector and the observation of gravitational waves". Gravitational waves are ripples in the curvature of space-time. They occur due to gravitational interaction (changes in the distribution of mass) and propagate away from their sources with the speed of light. They were first proposed by Henri Poincaré in 1905 and subsequently predicted by Albert Einstein in 1916 on the basis of his general theory of relativity.

Nobel Prizes 2017

Cryo-electron Microscopy and Similar Methods of Transmission Electron Microscopy*Samo Hudoklin*

This year's Nobel Prize in Chemistry was awarded to three scientists who made a significant contribution to the development of cryo-electron microscopy, a method for high-resolution imaging of biomolecules. In addition to cryo-electron microscopy, where all procedures, from isolation to sample observation, are conducted at cryogenic temperatures, we know other

cryo-methods that enable study of cell structure and activity at the ultrastructural level. Some of them are used also in Slovenia.

Slovenian natural heritage

The Legacy of Fran Erjavec*Marija Mercina*

2017 marked 130 years since the death of Slovenian author and natural scientist Fran Erjavec (12 January 1887). Today, 70 years after the construction of the city of Nova Gorica began and 130 years after Erjavec's death in Gorizia (1887) we are consolidating his writings, both fictional and scientific, memoirs and discussions by various authors, extensive library material as well as naming of institutions and monuments after him. His spiritual legacy has been a tie between the residents of Gorizia and Nova Gorica. Both cities are aware of this legacy that has been preserved mainly at the symbolic level. Following the example of creative teachers at Fran Erjavec Primary School we could start by upgrading the *Virtual path* in Gorizia. However, despite the developments in linguistics we still have not been able to develop a methodology that would help us to comprehensively evaluate his legacy that has been preserved also orally and as a writing style.

Nature photography

Results of the Nature Photography Competition 2017*Petra Draškovič Pelc*

In memoriam

Professor Bogdan Kilar, PhD**A Tribute to Our Creative Peer***Marijan Prosen*

Our sky

1I/'Oumuamua, the First Known Interstellar Visitor*Mirko Kokole*

Table of Contents

STROKOVNE EKSURZIJE V LETU 2018

SEVERNI CIPER

8.–17. marec 2018



Medtem ko bo pri nas še vedno zima in bomo le slutili prihajajočo pomlad, se lahko z nami podate na raziskovanje neokrnjene narave Severnega Cipra, kjer si bomo ogledali več zavarovanih območij in spoznavali različna življenjska okolja rastlin in živali, od katerih so mnogi endemiti otoka. Ravno v tem času se bodo razcveteli divje rastoči tulipani in številne orhideje, ob morskih lagunah bomo opazovali vodne ptice, spoznavali slanoljubno vegetacijo obalnih sipin, gorovij, starih oljčnih nasadov in se sprehajali med prosto živečimi osli na skrajnem severovzhodu otoka. Bogate vtise bo popestrila odlična krajevna kulinarika.

SICILIJA IN EOLSKI OTOKI

24. april–2. maj 2018



Sicilija je največji otok v Mediteranu. Zaradi svoje strateške lege v osrednjem delu Sredozemskega morja in naravnih vrednot je že od samega začetka človeške poselitve tega območja zbudala veliko pozornosti. Najstarejši ostanki prvih naseljencev otoka so stari 12.000 let, kasneje pa so območje naselile in upravljale skoraj vse naprednejše civilizacije na območju Sredozemlja: od Grkov, Rimljanov, Arabcev do Normanov, Francozov, Špancev in Italijanov. Sicilija je izredno zanimiva tudi z geološkega stališča. Veliko pozornost seveda vzbujata največji evropski delujoči vulkan Etna in vulkansko Eolsko otočje, izredno zanimivi pa so tudi drugi kraji, ki so prava poslastica za vse ljubitelje narave.

NARAVNE LEPOTE GRUZIJE

29. junij–14. julij 2018



Dežela na sončni strani Visokega Kavkaza postaja vedno bolj obiskani turistični cilj in v mnogih krajih se ni več mogoče izogniti množičnemu turizmu. Kljub temu še vedno lahko obiščemo pristno Gruzijo, večinoma v bolj odročnih krajih na zavarovanih območjih, kamor zaidejo le redki popotniki. Pokrajina Gruzije je izredno pestra in bogata, spoznali bomo savane in polstepe, vlažne gozdove in visokogorje Kavkaza. Značilne visokogorske vasi, kjer

ljudje še vedno ohranjajo poganške običaje, počasi izgubljajo bitko z množičnim turizmom, zato je prav zdaj še čas, da jih obiščete. Kljub vsemu se nismo mogli izogniti najbolj obiskanim krajem, saj so močno povezani z bogato kulturno zgodovino dežele vina.

ARMENIJA IN GORSKI KARABAH

24. julij–10. avgust 2018



Prva država, ki je sprejela krščanstvo za svojo uradno vero, skriva v sebi neprecenljiva naravna in kulturna bogastva. Dežela, ki so jo oblikovali vulkani, leži na območju Spodnjega Kavkaza in popotniku ponuja čudovite razglede na gorovja, reke, soteske, jezera, slapove, stepe in kamnite polpuščave. Starodavno armensko ljudstvo, ki se je v dolgi zgodovini svojega obstoja na Svileni poti ohranilo s pomočjo kulture, v sebi izžareva

ponos in neizmerno gostoljubnost, prepredeno z iznajdljivostjo in sposobnostjo preživetja. Vse to je dežela, ki vsakemu obiskovalcu pusti trajen in nepozaben pečat.

Ceno potovanj in podrobnejše programe si lahko ogledate na spletni strani www.proteus.si, več informacij dobite v upravi društva na telefonski številki **01 252 19 14** ali na elektronskem naslovu priradoslovno.drustvo@gmail.com.



■ Zoologija

Konj przewalskega - zadnji divji konj evrazijske stepe

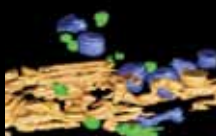
Konj przewalskega (Equus ferus przewalskii; izgovorjava: pšewalskega) ali takhi, kot mu pravijo v Mongoliji, je edina še živeča vrsta divjega konja na svetu. Ta karizmatična vrsta je konec sedemdesetih let prejšnjega stoletja sicer izumrla v naravi, vendar pa je preživela v ujetništvu v živalskih vrtovih po vsem svetu. K izumrtju vrste je botrovalo več razlogov: prekomerni lov, inkremovanje za omejene vires hrane z rejno živino in ekstremne vremenske razmere. Skrbna vzreja v ujetništvu je pred petindvajsetimi leti omogočila ponovno naselitev divjih konj v njihovo prvotno življenjsko okolje. Prve konje przewalskega so naselili v Mongoliji, kasneje so sledile, žal nekoliko manj uspešne, naselitve na Kitajskem in v Kazahstanu, pred dvema letoma pa tudi v Rusiji. Danes v divjini živi že okrog sedemsto teh čudovitih živali.



■ Nobelove nagrade za leto 2017

Gravitacijski valovi. Nobelova nagrada za fiziko za leto 2017

Nobelovo nagrado za fiziko za leto 2017 so prejeli Kip S. Thorne, Rainer Weiss in Barry C. Barish. Prejeli so jo za »svoje odločilne prispevke k detektorju LIGO in opazovanju gravitacijskih valov«. Gravitacijski valovi so valovi v ukrivljenosti prostor-časa. Nastanejo zaradi gravitacijske interakcije (zaradi sprememb v porazdelitvi mase) in se od svojega vira širijo s hitrostjo svetlobe. Prvi je gravitacijske valove omenil leta 1905 Henri Poincaré. Teoretično jih je pred dobrimi stotimi leti (1916) v splošni teoriji relativnosti opisal Albert Einstein.



■ Nobelove nagrade za leto 2017

Krioelektronska mikroskopija in sorodne metode preseвне elektronske mikroskopije

Letošnja Nobelova nagrada za kemijo je bila podeljena trem znanstvenikom, ki so pomembno prispevali k razvoju krioelektronske mikroskopije, metode, s katero lahko opazujemo biološke molekule z atomsko ločljivostjo. Poleg krioelektronske mikroskopije, kjer vsi postopki, od izolacije do opazovanja vzorcev, potekajo pri kriogenih temperaturah, poznamo tudi vrsto drugih kriometod, ki omogočajo preučevanje strukture in delovanja celic na ultrastrukturni ravni. Nekatere izmed njih uporabljamo tudi pri nas.

ISSN 0033-1805

