

PROTEUS

maj, junij 2013, 9–10/75. letnik
cena v redni prodaji 9,20 EUR
p naročniki 8,00 EUR
dijaki in študenti 5,60 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje



Naravoslovje v šoli
Kritika učnih načrtov
in poučevanja biologije na gimnazijah

Medicina
Vzroki za neplodnost pri človeku: tako in drugače

Gozdarstvo
Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji

Ekologija celinskih voda
Aralsko jezero – simbol okoljske katastrofe



Dnevni metulji sodijo med naše najbolj atraktivne žuželke. Admiral (Vanessa atalanta) na svetu osata. Foto: Ignac Sivec.

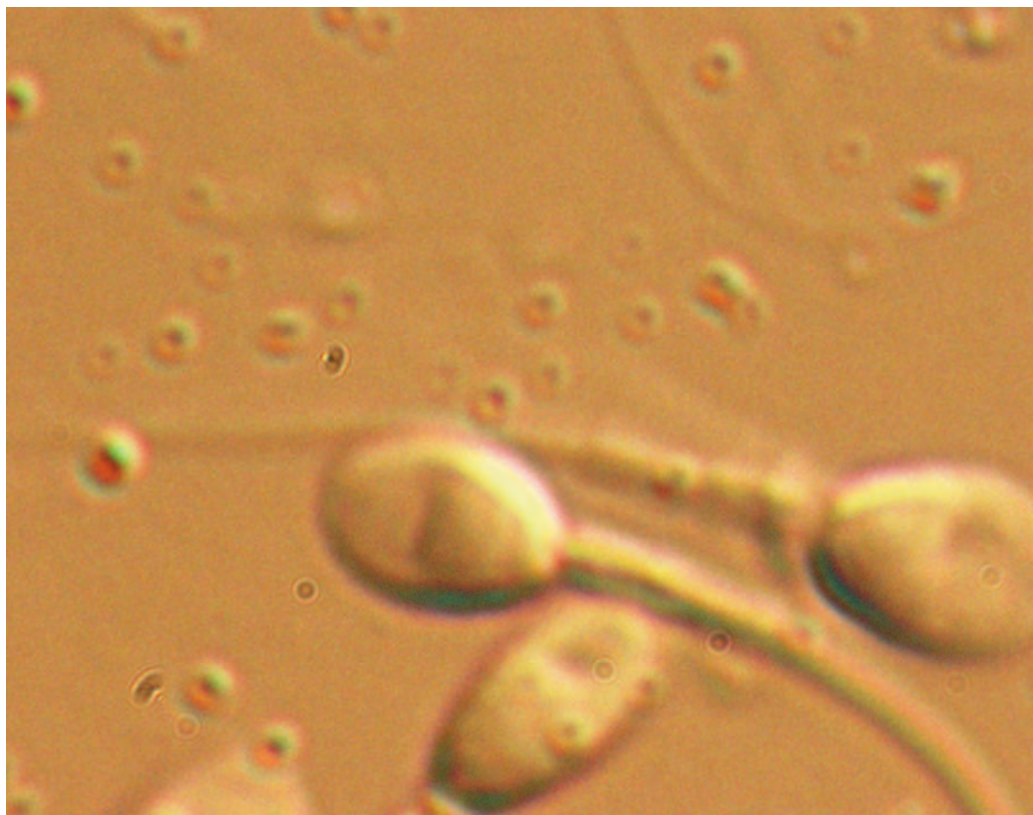
■ stran 392

Naravoslovje v šoli

Kritika učnih načrtov in poučevanja biologije na gimnazijah

Tom Turk

Poučevanje biologije mora biti poslanstvo, kako mladim ljudem čudež življenja in vse, kar sodi zraven, približati na njim razumen način. Le tako bodo doumeli enkratnost življenja na Zemlji, enkratnost njihovih lastnih življenj in življenj milijonov drugih organizmov, ki poseljujejo naš planet, ter se ob tem še naprej radovedno spraševali, zakaj je temu tako. In če se bodo, tudi biologija za veliko večino ne bo več dolgočasen in pretežak nebodigatreba. Da pa bi to dosegli, je nujna prevetritev učnih načrtov, s čimer ne želim reči, da jih je treba napisati znova, saj je minilo komaj nekaj let od sprejetja novih. Poskrbeti bi bilo treba le za posodobitev in poenostavitev obstoječih učnih načrtov za biologijo ter jih osredotočiti okrog glavnih bioloških konceptov. Prav tako bi morali učitelju pustiti dovolj avtonomije, da cilje učnega načrta doseže po svoji presoji, pri čemer naj mu bodo posamezne vsebine učnega načrta le v pomoč pri doseganju teh ciljev, ne pa toga in zavezujoča obveznost, ki hromi tako učitelja kakor učence.



■ stran 395

Medicina

Vzroki za neplodnost pri človeku: tako in drugače

Irma Virant - Klun

Vsako obdobje zaznamujejo posebne značilnosti, poseben način življenja in posebne razmere, v katerih ljudje živimo. Skozi čas se spreminjajo tudi bolezni, za katerimi obolevamo, saj so te odraz kompleksnega okolja, ki nas obdaja. Mirno lahko trdimo, da je neplodnost ena od tegob današnjega časa. Nedvomno je povezana z načinom življenja v razvitem svetu, ki na eni strani zagotavlja materialne dobrine, na drugi strani pa prinaša zelo intenzivni ritem življenja in včasih tudi obilico stresa. Vedno znova preseneča podatek, da v Sloveniji, podobno kot v zahodni Evropi in Ameriki, vsak peti do osmi mladi par išče medicinsko pomoč zaradi težav z zanositvijo. Po merilih Svetovne zdravstvene organizacije govorimo o zmanjšani plodnosti oziroma o neplodnosti para po enem letu nezaščitenih spolnih odnosov brez zanositve. Par s težavami pri zanositvi se običajno poda na dolgo pot do tako željenega otroka, ki lahko traja tudi nekaj let.

- 389 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 392 Naravoslovje v šoli
Kritika učnih načrtov in poučevanja biologije na gimnazijah
Tom Turk
- 395 Medicina
Vzroki za neplodnost pri človeku: tako in drugače
Irma Virant - Klun
- 404 Gozdarstvo
Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji
Dejan Firm, Tihomir Rugani
- 416 Študentska ekskurzija Kostarika 2012
Nižinski tropski deževni gozd na območju Sladkega zaliva
Primož Gams
- 424 Fizika
Pogled v notranjost vodikovega atoma
Janez Strnad
- 428 Nevrobiologija
Leva, desna ali obe
Nina Mazi
- 429 Letno kazalo
Tomaž Sajovic
- 437 Ekologija celinskih voda
Aralsko jezero – simbol okoljske katastrofe
Mihael J. Toman
- 446 Fiziologije rastlin
Učinkovitejša kmetijske rastline za prihodnost
Dominik Vodnik
- 452 Paleontologija
Srednjemiocenski ptič iz hrvaškega Radoboja
Matija Križnar
- 455 Botanika
Nenavadna turška lilija (*Lilium martagon*) v Jaznah na Cerkljanskem
Stane Štucin
- 458 Ohranjanje biotske raznovrstnosti
Sožitje z medvedom?
Katja Konečnik in Tanja Struna
- 462 Iz zgodovine slovenske paleontologije
Po sledih neveljskega mamuta
Danijel Bezek
- 468 Nove knjige
Atlas dnevnih metuljev, ki živijo v Sloveniji
Ignac Sivec
- 469 Fizika
Kako vroči so vaši telefonski pogovori?
Špela Breclj, Matej Vinko
- 472 Društvene vesti
77. redni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije
Janja Benedik
- 473 Mag. Andrej Seliškar – utemeljitev za častnega člana Prirodoslovnega društva Slovenije
- 475 Naše nebo
Novi kraterji na Luni
Mirko Kokole
- 478 Table of Contents



Naslovnica:

*Raziskovalna ladja Otto Schmidt rjavi
na suhem jezerskem dnu.*

Foto: Mihael J. Toman.

Proteus

Izhaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno 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

Lektor: doc. dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

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. Miroslav Kalinšek

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

† prof. dr. Tone Wraber

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Salendrova 4, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 4,60 EUR, za naročnike 4,00 EUR, za dijake in študente 2,80 EUR.

Celoletna naročnina je 40,00 EUR, za študente 28,00 EUR. 8,5 % DDV je vključen v ceno. Poslovni račun: 02010-0015830269,

davčna številka: 18379222. Proteus sofinancira: Javna agencija za knjigo Republike Slovenije.

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2013.

Vse pravice pridržane.

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

Uvodnik

Uvodnik v prejšnji številki *Proteusa* sem sklenil z naslednjimi besedami. *Resnica sveta* - ta pa je, da svet najprej in predvsem *je* - lahko razkriva le »čut za organizem«, le »sočutno razumevanje« sveta, le »ljubezen, ki svetu dopušča, da živi«, le »začudenje nad čudežem, da vse bivajoče na svetu najprej in predvsem *prisostvuje*, da vse najprej in predvsem ter preprosto in hkrati nedoumljivo *je*«. Ta *resnica sveta* je tudi temelj vsega, kar človek počne na tem svetu. Torej tudi znanosti. Vprašnji, ki sta se, se in se bosta še dolgo zastavljali, je, prvič, ali naša zgodovinska novoveška oblika znanosti to resnico sploh lahko »vidi« in, drugič, kakšna zgodovinska oblika znanosti bi nastala, če bi se znanosti ta resnica razkrila in jo tudi usodno nagovorila.

Ameriška genetičarka in Nobelova nagrajenka Barbara McClintock je na podlagi revolucionarnih znanstvenih odkritij v 20. stoletju - Einsteinove relativnostne teorije, kvantne fizike, tudi svojega

odkritja genetske nestabilnosti in prilagodljivosti živih organizmov - na ti vprašanji odgovarjala z mislijo, da znanost ne bo več smela »vsiljevati« naravi »svoja« vprašanja, ampak se bo morala »potrpežljivo nastaniti v vsej raznolikosti in kompleksnosti organizmov«. O znanosti, ki »vsiljuje« naravi »svoja« vprašanja, o tisti klasični novoveški znanosti torej, ki ji je angleški filozof, znanstvenik in politik Francis Bacon (1561–1626) na začetku njenega »zmagoslavnega zgodovinskega pohoda« »namenil« nalogo, da *gospoduje* naravi, Barbara McClintock ni imela najbolj laskavega mnenja. Že v prejšnjem uvodniku sem navedel njeno mišljenje, da znanstvena metoda sama po sebi ne zagotavlja »resničnega razumevanja«, da »z njo sicer lahko odkrivamo razmerja, ki so koristna, tehtna in tehnično čudovita, toda ta razmerja nikakor *niso resnica*«. Martin Heidegger je bil popolnoma enakega mnenja. Ker novoveška

oblika znanosti naravo lahko razume le kot neko predmetno območje, je nikoli ne more »videti« v njeni bitnostni polnosti, v njeni prisotnosti, v njenem *je*. Čeprav je *ta resnica* narave za novoveško znanost nekaj neizogibnega, je ta njenim očem, ki »vidijo« vse na svetu le kot nekaj predmetnega, popolnoma »nevidna« (*Znanost in osmislitev*, v: *Konec filozofije in naloga mišljenja*, Phainomena 13-14, 1995). Barbara McClintock je o tem bistvu znanosti dejala še nekaj zelo pomembnega. Po njenem mnenju nas namreč preveliko zaupanje v znanstveno metodologijo vedno pripelje v težave: »Strašansko uničujemo okolje in mislimo, da je vse v najlepšem redu, saj smo uporabljali znanstvene 'tehnike'. Potem pa prevlada tehnologija in nas udari nazaj, ker nismo dobro premislili. Ustvarjali smo predpostavke, ki jih ne bi smeli. [...] Tehnologija je lahko zelo koristna, toda znanstveniki in inženirji samo delno premislijo svoje probleme. Rešijo nekatere vidike, ne pa celote, zato je zasušnica, ki jo dobimo, zelo pekoča.« Njeno razmišljanje nas zopet pripelje v bližino Martina Heideggerja, tokrat razmišljanja v njegovem znamenitem besedilu *Vprašanje po tehniki*, v slovenščini objavljenem v knjigi njegovih *predavanj in sestavkov* (Ljubljana, 2003). V njem Heidegger razmišlja o bistvu tehnike.

Moderna tehnika je nedvomno sredstvo za zadovoljevanje človekovih takih ali drugačnih konkretnih potreb in smotrov, vendar je danes – kot trdi Umberto Galimberti v svoji knjigi *Miti našega časa* (v slovenščini je izšla leta 2011) – postala *sama najvišji cilj*, brez tehnike namreč danes ni mogoče doseči več nobenega cilja. Galimbertovo spoznanje pomeni, da tehniki ni več »nič mar« za enkratnost sveta in narave, še več, to enkratnost sveta in narave na neki način »prezira« in »zanikuje«. Tehniki »začudenje nad čudežem, da vse bivajoče na svetu najprej in predvsem *prisostvuje*, da vse najprej in predvsem ter preprosto in hkrati nedoumljivo *je*«, ne pomeni *nič*. Tehniko ta resnica sveta in narave ne zanima več. Barbara McClintock je bila – kot smo videli – izredno črnogleda, prepričana je namreč bila, da te resnice – imenujemo jo lahko tudi *bit* – ne zagotavljata niti klasična, novoveška znanost niti tehnologija. Zanj sta bili znanost in tehnologija problematična »siamska dvojčka«. Galimberti je to misel, tudi pod vplivom Heideggerja, še izostril: »Ko je govor o *znanosti*, nam ta pojem ne sme

pomeniti nekaj 'čistega', nekaj, kar ima *tehniko* le za izpeljavo [...]. Ta koncepcija temelji na zmotnem prepričanju, da je tehnika preprosta *aplikacija* znanosti, medtem ko je dejansko njeno *bistvo*. In to ne zato, ker brez tehnike ne bi bilo mogoče nobeno znanstveno raziskovanje, temveč zato, ker *znanost ne opazuje sveta, da bi premišljevala o njem, temveč zato, da bi ga pregnetla in preobrazila. Znanstveni pogled na svet že v temelju usmerja tehnični namen, ki ga oblikuje, določi, opredeli in usmeri v manipulacijo.*« Za Galimbertija je tehnika bistvo novoveške znanosti.

Za Heideggerja pa tehnika skriva v sebi nekaj mnogo usodnejšega – zanj je samo bistvo tehnike namreč tudi temeljno zlovesče določilo našega zgodovinskega sveta. Heidegger je bil veliki filozof dvajsetega stoletja, ki je vse svoje razmišljanje posvetil *biti*, »čudežu, da vse bivajoče na svetu najprej in predvsem *prisostvuje*, da vse najprej in predvsem ter preprosto in hkrati nedoumljivo *je*«, tisti resnici, ki jo je vse življenje iskala, čutila in se ji čudila tudi Barbara McClintock, tisti resnici, ki že dolgo ni več »resnica« našega zgodovinskega sveta. Heidegger je svoje razmišljanje o tej resnici, o *biti* torej, navezal na razmišljanje starih Grkov. V svojem besedilu navaja naslednjo misel Platona iz *Simpozija*: »Vsaka spodbuda za to, da karkoli prehaja in prihaja iz ne-prisotnega v *prisostvovanje*, je *poiésis*, je pro-iz-vajanje.« Heidegger je zahteval, da »to pro-iz-vajanje mislimo v vsej njegovi širini in obenem v grškem pomenu«. Da bi na tako razumevanje še posebej opozoril, je besedo *proizvajanje*, ki se je drži nekaj »tehničnega«, pisal z vezaji. Kajti starim Grkom je bilo razumevanje tehnike, ki ga »goji« moderni človek, nekaj popolnoma tujega. Stari Grki so se namreč še čudili resnici, da svet in narava *obstajata*, da preprosto povedano *sta*. Za stare Grke je bila največja vrlina, da to resnico človek živi in se je tudi zaveda, da ta resnica torej ni nekaj skritega, pozabljenega. Heidegger je zato zapisal: »Pro-iz-vajanje prinaša iz skritosti v neskritost. Pro-iz-vajanje se godi samo, kolikor pride tisto skrito v neskruto. To prihajanje temelji in niha v tem, kar imenujemo razkrivanje. Grki imajo za to besedo *alétheia*.« Z besedo *alétheia* so stari Grki mislili prav to resnico, prav *bit*, prav čudež, da svet in narava *obstajata*. Ena od odlikovanih človekovih dejavnosti, ki razkriva to resnico, je pesništvo, *poezija* (beseda ne po

naključju izvira iz grške besede *poiesis*) – in z njim oziroma njo vsa umetnost –, druga je filozofija. Daleč od tega tudi ni tista navdihujoča znanost, ki so jo gojili Einstein, Bohr in McClintockova.

Po Heideggerju je tudi moderna tehnika način razkrivanja. Toda to ni Platonov *poiesis*. »V moderni tehniki vladajoče razkrivanje je izzivanje, ki postavlja [vsiljuje] naravi zahtevo za dobavljanje [na primer] energije, katero je kot tako mogoče izvabiti na dan in nakopičiti. [...] Pokrajina je izzvana v izkopavanje premoga in rude. Zemljišče se razkrije kot premogovni revir, tla kot rudno ležišče. [...] Poljedelstvo je motorizirana prehrabena industrija. Zrak je postavljen, da oddaja dušik, tla za rude, ruda na primer za uran, ta za atomsko energijo, ki jo je mogoče sprostiti za razdejanje ali miroljubno izkoriščanje.« Ko bistvo tehnike popolnoma prevlada, narava ni več nič samostojnega. Rečemo lahko, da narava sama po sebi nima nobene »vrednosti« in nobenega »pomena« več, »pomembna« je le, če jo človek lahko izkorišča v take ali drugačne pridobitne namene. Usoda nekoč veličastnega Aralskega jezera – prispevek o njem objavljamo v številki, ki je pred vami – je grozljiva priča »podivjanega« bistva tehnike. Da bi človek lahko koval dobičke od prodaje bombaža, je uničil celo jezero. Uničil je naravo.

Temu procesu ne more uiti tudi človek sam. Tudi on sam po sebi ne šteje več veliko. »Pomemben« je le toliko, kolikor se ga da izkoristiti v take ali drugačne pridobitne namene. O tem priča že povsod razširjeni tehnokratski jezik: človek je samo še »delovna« sila, »človeški vir«, »statistični vzorec«. Nič bolje se ne godi znanstvenikom. Barbara McClintock, ki je bila pri svojem raziskovalnem delu deležna dolgoletnega prezira in nerazumevanja svojih kolegov, je o tem povedala nekaj zelo bridkega: »Vse povsod v znanosti govorijo le o zmagovalcih, patentih, pritiskih, denarju, neizprosni in zahrbtni tekmi med 'kolegi'. Stvari, ki so mi tako popolnoma tuje, da ne vem več, ali naj se imam za moderno znanstvenico ali pa žival, ki ji grozi izumrtje.« Janko Jamnik, direktor Kemijskega inštituta v Ljubljani, je v intervjuju, objavljenem 29. junija letos v *Dnevnikovem Objektivu*, to samo še potrdil: »Spodaj v resnici teče vojna. Litijeve baterije vsi poznamo. Mi pa smo že leta 2004 razvili nov material, ki je bil veliko bolj stabilen, imel je

boljši izkoristek in zelo hitro se ga je dalo polniti. Z Berkeleyja so nas prosili, naj jim pošljemo vzorec, ker pregledujejo materiale z različnih inštitutov vsega sveta. Leta 2005 je bil slovenski material najboljši na svetu. Bili smo boljši kot MIT. Iz njihovega materiala je nastala A123 Company, ki je imela do nedavnega šest tisoč zaposlenih, mi pa nismo prišli nikamor. Poskušali smo objaviti naše raziskave v največjih svetovnih revijah, pa so nas vsi zavrnili. Češ, zanič je. Potem smo izvedeli, da so nam zavračali objave, ker so nas hoteli ustaviti. Šlo je za velike denarje. Recenzenti, ki so pisali ocene naših člankov, so bojda sami raziskovali podoben material in jim ni bilo v interesu, da se strokovna javnost seznani z našim razvojem. Tudi sam sem včasih šokiran, kako se obnašajo znanstveniki, ko gre za pridobitev sredstev.«

Barbara McClintock je po svojih močeh skušala živeti resnico sveta, to *bit*, ta čudež, da svet *je*, ki je bistvo tehnike ne priznava in jo hoče skriti pred nami. Naj na koncu podoživljamo to resnico skupaj z Dušanom Pirjevcem (*Bratje Karamazovi in vprašanje o bogu*, 1979):

»Prebujeni in od mrtvih vstali človek je potemtakem dopuščajoče dopuščanje v bit in v biti in je dejavna ljubezen. To odpuščajoče dopuščanje seveda ni nekakšna individualna psihološka lastnost, temveč pomeni, da se človek daje biti v rabo in je tako prostor biti, čeprav to ni le njegova lastna bit. Človek kot prostor biti ni vase zaprta posoda, kajti bit, katere prostor je, je bit vsega in slehernega bivajočega, a spet ne v tem smislu, kakor da bi bil človek nekakšen izvir in torej nekakšen stvarnik, vsega, kar je. Človek je kot odpuščajoče dopuščanje in kot prostor biti vedno *eks-taza*, je iz-sebe in je pri drugem, vendar ne tako, da to drugo obvladuje, marveč ga dopušča, se mu izroča in se mu umika, da se to drugo prav v tem svobodnem prostoru, ki se s človekovim umikajočim izročanjem odpre, razkrije prav kot ono samo in v biti. Na ta način bivajoče *je* in torej *je* s človekovo pomočjo, ne pa tudi po njegovi volji.«

Tomaž Sajovic

Kritika učnih načrtov in poučevanja biologije na gimnazijah

Tom Turk

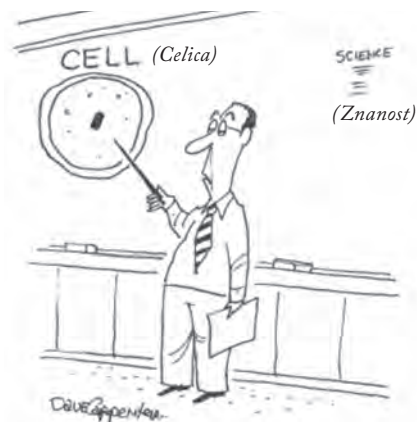
Biologija oziroma znanosti, ki temeljijo na bioloških zakonitostih, so v zadnjih tridesetih letih doživele nesluteni razvoj. Nobena naravoslovna veda ni v zadnjem času napredovala tako kakor biologija, zato je biologija nedvomno prva znanost enaindvajsetega stoletja. Nekateri celo trdijo, in tako je tudi prevladujoče mnenje v šolskih krogih, da je biologija iz »mehke znanosti«, ki je bila v domeni prirodnoslovnih posebnosti, prešla v »trdo znanost« matematičnih in fizikalnih genijev. Sam ne delim tega mnenja, čeprav se zdi, da prav zaradi prepričanja nekaterih pedagogov, tako v osnovnih kakor v srednjih šolah, biologija za številne učence in dijake res postaja muka, primerljiva s tisto, ki jo preživljajo za matematiko nenadarni učenci.

Kje so torej resnični vzroki, da biologijo uspemo otrokom z začetno splošno in prevladujočo navdušenostjo nad živim svetom s časom priskutiti? Zakaj se začetno navdušenje in radovednost, ki ju otroci čutijo do živali in rastlin, kasneje med šolanjem v osnovni in srednji šoli za večino sprevržeta v eno bolj prepoznavnih nočnih mor našega izobraževalnega sistema? Odgovori na ta vprašanja seveda niso preprosti, se jih pa da strniti v nekaj točk.

Prvič, biologija je z dnevno novimi spoznanji postala zelo obsežna veda, v kateri se nova znanja kopičijo z neverjetno naglico. Z dolžnim spoštovanjem do drugih naravoslovnih ved lahko torej trdimo, da se ta neprestano rastoči val novih bioloških spoznanj, prej ali slej, privali tudi v učne načrte biologije. To pa seveda neizogibno povečuje obseg učne snovi, ki naj bi jo učenci ozi-

roma dijaki obvladali. Hkrati učitelja postavlja pred malone nemogoč izziv, da v skoraj nespremenjenem obsegu ur, ki je namenjen pouku biologije (ta se namreč ne povečuje), poskuša učencem razložiti vedno večji obseg snovi. Na ta način pridemo v položaj, kjer se snov obravnava prehitro, nepopolno, brez ustreznega časa za utrjevanje in predvsem brez globljega razumevanja na hitro naučene snovi. To tako pri učencih kot pri učiteljih ustvarja določene frustracije. Učitelj ima ves čas občutek, da ni povedal vsega oziroma da bi moral povedati več (oziroma, da tudi sam ne obvlada vsega, kar bi moral povedati), učencu ali dijaku pa se prav nasprotno zdi, da je vsega preveč in da ničesar ne razume.

Drugič, dejstvo je, da je biologija postala zelo kompleksna znanost in da razumevanje bioloških spoznanj, prav zaradi velikega števila informacij, zahteva ustrezno filtriranje ter logično povezovanje podatkov, ker le to omogoča razumevanju bioloških procesov in zakonitosti. V nasprotju z recimo matemati-



"No, this is its nucleus, not its cell phone."

"Ne, to je njeno jedro, ne pa njen mobilni telefon."

ko, kjer je nadarjenost vsekakor pomembna, a se marsikaj da nadoknaditi tudi z vajo, je za obvladovanje in razumevanje današnje biologije potrebno precej več pomnenja, še več pa logičnega povezovanja med množico podatkov. Da bi to dosegli, je potrebno veliko časa in ustrezno ravnanje v smislu povedanega že na ravni učitelja. Skratka, učitelj bi moral učencem oziroma dijakom posredovati korenito predelano informacijo in svoje učence voditi predvsem k obvladovanju bioloških konceptov. Temeljni problem, ki to onemogoča, je neustreznost tako osnovnošolskih kot srednješolskih učnih načrtov za biologijo.

Tretjič, učni načrt za biologijo za gimnazije, kakršnega imamo danes v Sloveniji, je bolj ali manj preslikava, sicer zelo dobrega, a za to raven pretežkega anglo-ameriškega učbenika splošne biologije, ki je na tamkajšnjih tržiščih namenjen izobraževanju študentov v kolidžih. Preprost razrez poglavij izhodiščnega učbenika in njihova umestitev v poglavja oziroma odstavke učnega načrta za biologijo za gimnazije imajo za posledico izredno obsežen učni načrt z nekaterimi vsebinami, ki vanj vsekakor ne sodijo. Pohvalno je, da so v učnem načrtu za biologijo za gimnazije predstavljeni koncepti, ki naj bi jih učenci oziroma dijaki po končanem šolanju obvladali, vendar pa to žal ni težišče oziroma torišče učnega načrta za biologijo za gimnazije. Moralo pa bi biti prav to in učitelju bi moralo biti bolj ali manj prepriščeno, kako bo dijake pripeljal do usvojitve naštetih konceptov. Pri nas se morajo učitelji kot pijanec plota držati učnega načrta, njegova omenjena obsežnost in pomanjkanje ur pa jih silita - če se učnega načrta seveda držijo - v razlaganje posameznih podrobnosti in hkrati v zanemarjanje celote. V prispodobici bi lahko rekli, da v kompleksno nori sliki Hieronymusa Boscha razlagajo posamezne podrobnosti, ne pa pomena celotne slike.

Četrtrič, biologija je za dijake težka tudi zato, ker so njihova starost in s tem pove-

zane spoznavne sposobnosti za razumevanje kompleksnih bioloških zakonitosti, ki jih predvideva učni načrt, premajhne. Prav zato pri povprečnih učencih učenje biologije vzbuja odpor, averzijo do učenja nečesa, kar na stopnji svojega spoznavnega razvoja le težko razumejo ali pa sploh niso sposobni razumeti. Nekateri učitelji, zlasti v gimnazijah, tega preprosto ne vidijo in svoje zahteve (in ambicije) po znanju prilagajajo tistim redkim dijakom, ki jih biologija močno zanima, pri večini pa s tem povzročijo odpor do predmeta le povečujejo.

Petič, učni načrt za biologijo se prej ali slej preljuje v učbenike in delovne zvezke (v slednje danes zaradi politike izdajanja učbenikov skoraj nič več). Problematika učbenikov bi si zaslužila poseben prispevek, zato le na kratko. Pri nas morajo biti učbeniki usklajeni z učnimi načrti, so strokovno recenzirani, usklajenost z učnim načrtom in njihovo metodološko-didaktično ustreznost pa preverja za vsak predmet posebna komisija v okviru Zavoda za šolstvo Republike Slovenije, katere mnenje o učbeniku je tudi odločilno za njegovo potrditev ali zavrnitev. Učbenike pišejo različni avtorji, med drugim tudi nekateri univerzitetni učitelji. Njihovi pristopi so razumljivo različni, zato so različni tudi učbeniki, kar je v veliki meri odvisno tudi od posamezne založbe, njihovih urednikov, oblikovalcev in seveda razpoložljivega denarja za pripravo in tisk. Učbenike kot didaktični pripomoček uporabljajo učitelji in učenci, vendar prvi pogosto pozabljajo, da je učbenik v prvi vrsti namenjen učencem in ne njim. Zato dober učbenik ni in ne sme biti pisan za učitelja, temveč za učenca. Kar pa je treba posebej poudariti, je to, da mora biti napisan za povprečnega učenca, ki ga v našem primeru biologija le malo zanima in bo njegov zadnji stik z njo prav v taki ali drugačni srednji šoli. Iz tega pa nujno sledi, da morajo biti v dobrem učbeniku vsebine prilagojene spoznavni ravni povprečnega učenca, morajo

biti dovolj spodbudne in tudi oblikovalsko vsečne, kajti le tako bodo pritegnile tudi tiste dijake, ki jih biologija ne zanima. To seveda ne pomeni, da so lahko vsebine učbenika poenostavljene do neprepoznavnosti in da ne omogočajo usvajanja temeljnih bioloških konceptov. Pri nas so zaradi obsežnega učnega načrta tudi učbeniki zelo obsežni (komplet štirih učbenikov za biologijo za gimnazije ima na primer približno devetsto strani). To je nesmiselno, a kaj, ko tudi učitelji najraje vidijo, da so vsebine v učbenikih po možnosti spredalčkane po odstavkih učnega načrta. Trenutni pretok učnega načrta v učbenike za srednje šole pomeni vsaj štiri učbenike, pri nekaterih založbah pa vsaj še dodatni učbenik za izbirne vsebine. Za primerjavo lahko povemo, da dijaki britanske srednje šole v Ljubljani uporabljajo za vsa štiri leta biologije le en učbenik, ki ima tolikšen obseg kot en sam učbenik iz kompleta učbenikov za biologijo slovenskih založb. Pa vendar ni v angleškem učbeniku prav nič izpuščenega in v njem so podani vsi temeljni biološki koncepti.

Šestič, če bi se vsebine učnega načrta res po nekem čudežu uspele preliti v učence in tam vsaj nekaj časa ohraniti, potem na maturi iz biologije ne bi spraševali le zelo temeljnih stvari in se bali, da maturanti ne bodo znali z uporabo elementarne logike odgovoriti na nekatera konceptualna vprašanja. Takih vprašanj jim večinoma na maturi ne zastavljamo, po drugi strani pa smo si med njihovim šolanjem trudili, da bi jih naučili cel kup nepotrebnih podrobnosti. Univerzitetni učitelji, ki predavamo študentom biologije, mikrobiologije, biotehnologije ali medicine, ne bi bili vedno znova razočarani nad predhodnim znanjem svojih študentov, da o sposobnostih njihovega pisnega izražanja sploh ne govorimo. Ampak to je že druga zgodba. In ne pozabimo, to so tisti dijaki, ki so postali študenti omenjenih študijev, ker je biologija v srčiki njihovega zanimanja. Kaj si lahko torej mislimo o ostalih?

Za konec: Kaj torej storiti, da se očaranost nad živimi bitji z leti šolanja ne bi polegla ali celo sprevrgla v svoje nasprotje? Kako mlade ljudi prepričati, da je vse, kar jih obdaja, narava, da so tudi oni njen neločljivi del in da je prav zato poznavanje biologije hkrati tudi spoznavanje zakonitosti njihovih lastnih življenj in naravnega okolja, od katerega so mnogi morda odtujeni, a zato z njim prav nič manj povezani? Kako jih prepričati, kakor je nekoč dejal Carl Sagan, da smo vsi zvezdni otroci. In kot je kasneje dodal Richard Dawkins, da je to, da smo živi prav mi, neizmeren čudež, ki se ga moramo vsak trenutek naših življenj zavedati. Saj je vendarle vedno obstajalo na bilijone drugih kombinacij, ki se pa nikoli niso uresničile. Poučevanje biologije mora zato biti poslanstvo, kako mladim ljudem ta čudež življenja in vse, kar sodi zraven, približati na njim razumen način. Le tako bodo doumeli enkratnost življenja na Zemlji, enkratnost njihovih lastnih življenj in življenj milijonov drugih organizmov, ki poseljujejo naš planet, ter se ob tem še naprej radovedno spraševali, zakaj je temu tako. In če se bodo, tudi biologija za veliko večino ne bo več dolgočasen in pretežak nebodigatreba. Da pa bi to dosegli, je nujna prevetritev učnih načrtov, s čimer ne želim reči, da jih je treba napisati znova, saj je minilo komaj nekaj let od sprejetja novih. Poskrbeti bi bilo treba le za posodobitev in poenostavitev obstoječih učnih načrtov za biologijo ter jih osredotočiti okrog glavnih bioloških konceptov. Prav tako bi morali učitelju pustiti dovolj avtonomije, da cilje učnega načrta doseže po svoji presoji, pri čemer naj mu bodo posamezne vsebine učnega načrta le v pomoč pri doseganju teh ciljev, ne pa rigidna in zavezujoča obveznost, ki hromi tako učitelja kakor učence.

Vzroki za neplodnost pri človeku: tako in drugače

Irma Virant - Klun

Vsako obdobje zaznamujejo posebne značilnosti, poseben način življenja in posebne razmere, v katerih ljudje živimo. Skozi čas se spreminjajo tudi bolezni, za katerimi obolevamo, saj so te odraz kompleksnega okolja, ki nas obdaja. Mirno lahko trdimo, da je neplodnost ena od tegob današnjega časa. Nedvomno je povezana z načinom življenja v razvitem svetu, ki na eni strani zagotavlja materialne dobrine, na drugi strani pa prinaša zelo intenziven ritem življenja in včasih tudi obilico stresa.

Vedno znova preseneča podatek, da v Sloveniji, podobno kot v zahodni Evropi in Ameriki, vsak peti do osmi mladi par išče medicinsko pomoč zaradi težav z zanositvijo. Po merilih Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) govorimo o zmanjšani plodnosti oziroma o neplodnosti para po enem letu nezaščitenih spolnih odnosov brez zanositve. Par s težavami pri zanositvi se običajno poda na dolgo pot do tako željenega otroka, ki lahko traja tudi nekaj let.

Vzroki za neplodnost

Mnenje, da par ne zanosi zaradi »neujemanja«, je zastarelo in povsem zmotno. Večina parov, ki išče medicinsko pomoč zaradi težav pri zanositvi, se dejansko sooča z organskimi nepravilnostmi, zato lahko o neplodnosti govorimo kot o »bolezni«. Pri približno eni tretjini parov, ki se zdravijo zaradi neplodnosti, ugotovimo ženske vzroke neplodnosti, pri eni tretjini parov moške vzroke neplodnosti in pri eni tretjini parov tako ženske kot moške vzroke neplodnosti. Obstajajo tudi pari, pri katerih ne ugotovimo organskih vzrokov neplodnosti, vendar so ti zaradi hitrega napredka reproduktiv-

ne biomedicine na področju diagnostike in zdravljenja neplodnosti v manjšini – takih parov je približno le 5 odstotkov. Pri paru s težavami pri zanositvi je potreben natančen pregled tako ženske kot moškega. Diagnostika je zahtevna in zahteva svoj čas.

Vzroki neplodnosti pri ženski

Eden od glavnih vzrokov neplodnosti pri ženski v vsem obdobju razvoja reproduktivne biomedicine so nepravilnosti jajcevodov. Težave z jajcevodi, kot je na primer neprehodnost jajcevodov, so lahko posledica zdravljenih ali nezdravljenih vnetij. Pogosto so pri ženski zaradi tovrstnih težav celo odstranjeni jajcevodi. Med pomembnimi vzroki neplodnosti so tudi hormonske motnje, na primer sindrom policističnih jajčnikov (PCOS); ženske s to motnjo imajo v skorji jajčnika poleg foliklov številne ciste in se poleg neplodnosti soočajo tudi z drugimi metabolnimi težavami, saj gre za sistemsko obolenje. Eden izmed vzrokov neplodnosti je tudi endometrioza, to je stanje, pri katerem endometrijskega tkiva ne najdemo samo v maternici, temveč tudi v drugih predelih ženskega reproduktivnega sistema, na primer v jajcevodih, na jajčnikih ali celo v trebušni votlini (peritoneju). V zadnjih letih vse več pozornosti namenjajo tudi nepravilnostim maternice, na primer septumu oziroma pregradi, ki predeljuje maternično votlino in zmanjšuje verjetnost ugnezditev zarodka (zanositve) ter lahko negativno vpliva na potek nosečnosti (spontani splav ali prezgodnji porod). Pogosto ne gre samo za en sam vzrok neplodnosti, ampak gre za povezavo več različnih vzrokov pri isti ženski. Večina teh vzrokov neplodnosti je dobro ozdravljivih. Zdravljenje je postopno –

od medikamentnega zdravljenja (na primer s hormonskimi preparati za spodbuditev ovulacije), endoskopske kirurgije oziroma mikrokirurgije vse do zunajtelesne oploditve. Kljub temu, da je zdravljenje običajno uspešno, pa še zelo malo vemo o dejavnikih, ki žensko pripeljejo do tovrstnih težav, zato tudi preventiva večinoma ni mogoča.

Vzroki neplodnosti pri moškem

Glavni vzrok moške neplodnosti je slaba kakovost semena, ki se pojavlja skoraj pri dveh tretjinah parov v programu zdravljenja neplodnosti. Pri pregledu kakovosti semena – spermioogramu – ugotavljamo premajhno koncentracijo oziroma število semenčic (oligozoospermija), slabo gibljive ali celo negibljive semenčice (astenozoospermija) in semenčice s poslabšano morfologijo oziroma obliko (teratozoospermija). Pogosto pri istem moškem najdemo vse te nepravilnosti skupaj (oligoastenoteratozoospermija). Nemalokrat pa ugotovimo celo azoospermijo, to je stanje brez semenčic v semenskem izlivu. V takem primeru androlog opravi diagnostično biopsijo mod. V tkivu mod poiščemo semenčice, če so prisotne, tkivo mod zamrznemo in postopek zunajtelesne oploditve izvedemo z odmrznjenimi semenčicami iz mod. V primeru, da gre za poslabšano kakovost semena pri moškem, je edini možni način zdravljenja neplodnosti zunajtelesna oploditev, ki je običajno uspešna. Za razliko od ženske pa o vzrokih za poslabšano kakovost semena pri moškem vemo nekoliko več, vendar še vedno zelo malo. Pri razmeroma majhnem deležu neplodnih moških slabi kakovosti semena botrujejo genetske nepravilnosti (na primer mikrolezije kromosoma Y). Slaba kakovost semena je lahko povezana tudi s kriptorhizmom (to je z nespuščenimi oziroma vraščenimi modi). Če so pri novorojenčku moda nespuščena, je to težavo treba čim prej kirurško rešiti s spustitvijo vraščenih mod. Če je ta kirurški poseg opravljen prepozno, ima to lahko za posledico doživljenjsko poslabšano

kakovost semena. Slaba kakovost semena je lahko povezana tudi z rakom mod ali drugimi oblikami raka. Znano je, da kriptorhizem povečuje verjetnost razvoja raka mod pri moškem. Na drugi strani pa lahko tudi zdravljenje raka s kemoterapijo ali radioterapijo začasno ali trajno poškoduje moda in proces spermatogeneze, to je nastajanja semenčic. Tudi način življenja – na primer pregrevanje mod s pogostimi obiski savne ali s pretiranim sedenjem (na primer poklicni vozniki, kolesarji tekmovalci) – lahko znatno poslabša kakovost semena. Znano je tudi, da lahko že zmerno kajenje, preveliko uživanje zdravil ali alkohola ter delo s težkimi kovinami, organskimi topili ali jemanje anabolnih steroidov močno poslabšajo kakovost semena. Dokazan je tudi negativni vpliv hudega psihološkega stresa oziroma anksioznosti ali depresije na kakovost semena. Vendar kljub temu še zelo malo vemo o dejanskih vzrokih za poslabšanje kakovosti semena in pri večini mladih moških, ki običajno živijo zdravo, poslabšane kakovosti semena ne znamo razložiti.

Postopek zunajtelesne oploditve

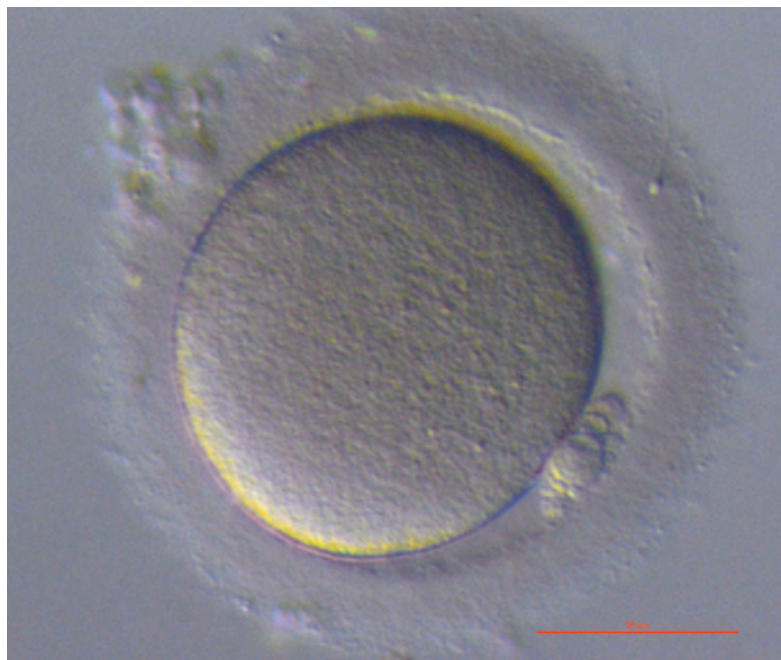
Gre za enega od najčudovitejših postopkov, ki jih je prineslo sodobno znanje človeka, saj omogoča rojstvo otrok, ki jih drugače ne bi bilo. Gre za končno postajo zdravljenja neplodnosti in ga izvajamo pri parih z moško neplodnostjo oziroma s slabo kakovostjo semena ali s semenčicami iz mod in pri parih z ženskimi vzroki neplodnosti, ki niso bili ozdravljivi s predhodnimi, »lažjimi« oblikami zdravljenja, ki bi omogočile naravno zanositev. Bistvo postopka je v hormonskem spodbujanju jajčnikov, ultrazvočnem pridobivanju jajčnih celic, oploditvi jajčnih celic in razvoju zarodkov v laboratoriju in prenosu enega do največ dveh zarodkov v maternico. Na sliki na sosednji strani lahko vidimo zrelo jajčno celico v postopku zunajtelesne oploditve. Z leti pa nam je razvoj prinesel tudi učinkoviti postopek zamrzovanja in odmrzovanja nadštevlnih

zarodkov, ki povečuje možnost zanositve neplodnega para. Na ta način lahko shranimo nadštevne zarodke, ki jih v maternico prenesemo kasneje, če ženska ne zanosi po prenosu »svežih« zarodkov v maternico. Postopek zunajtelesne oploditve izvajamo na dva različna načina: kot klasično zunajtelesno oploditev (»epruveto«) pri parih z ženskimi vzroki neplodnosti in normalno kakovostjo semena ter kot neposredni vnos semenčice v citoplazmo jajčne celice (ICSI) pri moških s poslabšano kakovostjo semena. Pri klasični »epruveti« pripravljeno seme dodamo jajčnim celicam in po inseminaciji postopek oploditve teče spontano, pri drugem postopku – ICSI – pa pod invertnim mikroskopom s pomočjo hidravličnega mikromanipulacijskega sistema v vsako jajčno celico vnesemo oziroma injiciramo eno samo semenčico. Sodobne metode omogočajo, da za to uporabimo najbolj primerne semenčice (slika na naslednji strani). Nato spremljamo oploditev jajčnih celic oziroma razvoj zarodkov in na koncu prenesemo v maternico največ dva zarodka, pri mlajših parih pa

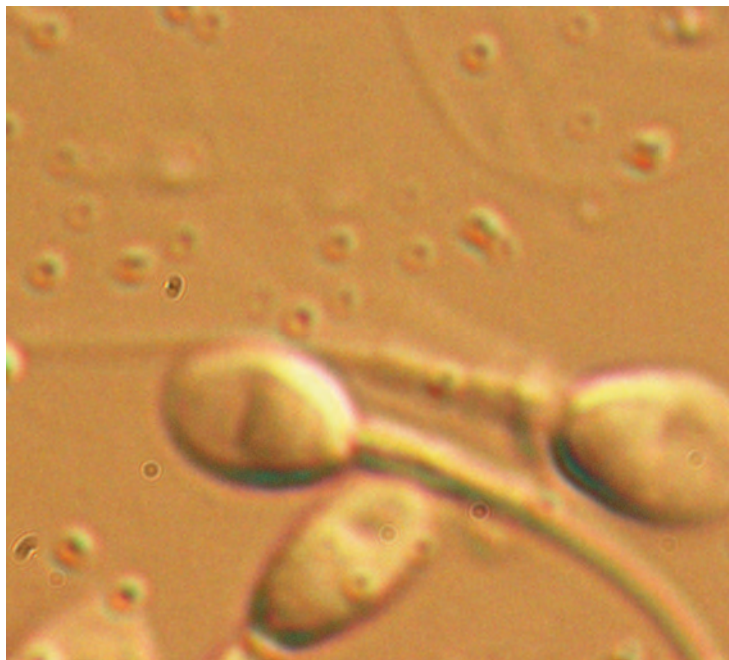
le enega. Po prenosu zarodkov v maternico nas samo na Ginekološki kliniki v Ljubljani vsako leto osreči rojstvo približno 480 otrok, rojenih na ta način, v Sloveniji pa vsi trije centri za zdravljenje neplodnosti (tudi centra v Mariboru in Postojni) doprinesejo skoraj 5 odstotkov vseh novorojenčkov.

Neozdravljivi vzroki neplodnosti

Pri najtežjih vzrokih neplodnosti ženska ali moški nimata lastnih spolnih celic. Pri deležu pacientk se delovanje jajčnikov ustavi že pred štiridesetim letom starosti in nimajo več lastnih jajčnih celic. Do tega lahko pride tudi pri mladih pacientkah z rakom, ki so bile zdravljene s kemoterapijo ali radioterapijo, saj ti postopki lahko trajno ali začasno prizadenejo delovanje jajčnikov. Govorimo o prezgodnjem prenehanju delovanja jajčnikov ali prezgodnji menopavzi. Tudi pri moškem lahko odkrijemo, da nima semenčic. V tkivu mod se lahko pojavljajo samo oporne Sertolijeve celice ali nezrele zarodne celice, ni pa semenčic; govorimo o



*Zrela, a neoplojena jajčna celica v postopku zunajtelesne oploditve.
Foto: Irma Virant - Klun, Ginekološka klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana.*



Semenčice, opazovane pred postopkom zunajtelesne oploditve pod šesttisočkratno povečavo.

Foto: Irma Virant - Klun, Ginekološka klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

tako imenovanem zastoju dozorevanja spolnih celic ali v skrajnem primeru o sindromu Sertolijevih celic (SCOS). Pri takšnih pacientkah in pacientih je možno par pripeljati do otroka samo z zunajtelesno oploditvijo darovanih spolnih celic, vendar ne s hkrati darovanimi jajčnimi celicami in semenom, lahko pa se par odloči tudi za posvojitev otroka ali za druge načine, s katerimi lahko polepša življenje drugih otrok, ki niso imeli te sreče z »biološkimi« starši.

Drugi vzroki neplodnosti: vplivi okolja?

Kljub izjemnemu napredku znanja in možnosti zdravljenja neplodnosti na področju reproduktivne medicine pa se sprašujemo tudi, kaj dejansko pripelje do tako pestrih in težavnih vzrokov neplodnosti tako pri ženski kot pri moškem. Na podlagi literature in izsledkov sodobne znanosti se utemeljeno sprašujemo tudi o možnih vplivih okolja na reproduktivno zdravje človeka. Nedvomno so strupi v okolju eden od dejavnikov, ki lahko negativno vplivajo na reproduktivno zdravje človeka, na razvoj reproduktivnih

organov, razvoj spolnih celic in njihovo kalovost. Še več, s tem je lahko povezan tudi razvoj raka v območju reproduktivnih organov. Do negativnih vplivov strupenih snovi iz okolja lahko pride že v najzgodnejšem obdobju, to je med razvojem zarodka oziroma plodu v maternici (in utero), ali pa v kasnejših življenjskih obdobjih.

Nekateri znanstveniki zagovarjajo tako imenovano »ksenoestrogensko« hipotezo, po kateri naj bi se nekatere strupene snovi iz okolja vključile v nastajanje spolnih organov oziroma spolnih celic med razvojem v maternici ali kasneje in zmotile oziroma negativno vplivale na naravno dogajanje v jajčniku ali modu z delovanjem, zelo podobnim delovanju naravnih hormonov – estrogenov – v telesu. Med drugim naj bi povzročile tudi prezgodnjo puberteto. Gre za različne sintetične ali naravne snovi iz okolja, ki se v kemični sestavi lahko ločijo od estrogenov, vendar vstopijo v hormonski oziroma reproduktivni sistem človeka in moteče delujejo kot »estrogeni«. Zaradi tega delovanja jih lahko imenujemo tudi »hormonski motilci«

(angleško *endocrine disrupters*) ali »motilci delovanja endokrinega sistema«. Gre za zelo raznolike snovi, ki lahko delujejo na človeka iz okolja. Mnoge od teh snovi so umetne, sintetične snovi, ki so industrijski produkti (na primer PCB, bisfenol A-BPA, ftalati, dioksini ...), lahko pa gre tudi za naravne snovi, kot so na primer fitoestrogeni, ki jih tvorijo rastline (na primer soja), ali snovi, ki jih tvorijo glive in nekateri drugi živi organizmi. Rezultati številnih raziskav, predvsem na različnih živalskih modelih, so potrdili, da ima ta hipoteza resno znanstveno podlago, zato vedno več znanstvenikov in združenj za endokrinologijo opozarja na pomen »endokrinih motilcev« in njihovega negativnega učinka na reproduktivno zdravje človeka.

Pa pogledjmo ...

Vpliv okolja na reproduktivno zdravje ženske

Obstajajo številne različne snovi, ki so potencialni »hormonski motilci« in učinek mnogih je raziskovan na živalskih modelih, tudi z vidika plodnosti. Eden izmed najbolj nevarnih in tudi najbolj raziskovanih »hormonskih motilcev« je bisfenol A (kratica BPA), organska spojina z dvema fenolno-funkcionalnima skupinama, ki je med drugim tudi sestavni del epoksi smol in polikarbonatnih plastičnih mas, tudi tistih, ki so v vsakodnevni uporabi v gospodinjstvu pri nas in drugje v »razvitem« svetu in se dejansko lahko vsakodnevno kopičijo v našem telesu. Vsebujejo ga na primer platenke za vodo, otroške stekleničke za hranjenje, različna športna oprema, zobne plombe, leče, CD-ji in DVD-ji. Bisfenol A je mogoče najti v plastenkah hrane ali pijače in je že bil dokazan celo v tekoči hrani za dojenčke. Naravno ni navzoč v telesu in je, če je zaznan, rezultat kopičenja iz okolja. Mnoge raziskave na živalih so pokazale, da izpostavljenost bisfenolu A in njegovo kopičenje v organizmu na različne načine povzročata neplodnost, med drugim tudi zmanjšujeta

ali celo preprečujeta implantacijo zarodkov in povzročata slabši razvoj in manjšo težo mladičkov. V strokovni literaturi s področja reproduktivne medicine in okoljske medicine z visokim dejavnikom vpliva pa lahko beremo o vedno več izsledkih tudi pri ljudeh. Raziskave so v zadnjih letih pokazale, da je v skupini mladih, neplodnih žensk, vključenih v program zdravljenja neplodnosti, večji delež žensk, pri katerih je v urinu ali serumu možno zaznati bisfenol A, kot v skupini mladih, dokazano plodnih žensk v enakem starostnem obdobju (Caserta in sod., 2013). Poleg tega je bila v celicah neplodnih žensk ugotovljena večja izraženost estrogenskih receptorjev alfa in beta ($ER\alpha$ in $ER\beta$), androgenega receptorja (AR) in pregnan X receptorja (PXR), ki služi predvsem detoksifikaciji oziroma razstrupljanju (PXR), kar kaže na to, da so »hormonski motilci« dejansko lahko delovali na celice (Caserta in sod., 2013). Posebno občutljiva podskupina neplodnih pacientk so bile ženske z endometrioza (glej zgoraj). Ugotovljeno je bilo, da obstaja negativna povezava med koncentracijo bisfenola A v urinu in implantacijo (ugnezditvijo) zarodka oziroma zanositvijo pri mladih pacientkah, vključenih v program zunajtelesne oploditve (Ehrlich in sod., 2012). Skupina za zdravljenje neplodnosti v Splošni bolnišnici Massachusetts (Massachusetts General Hospital) v Bostonu v Združenih državah Amerike je ugotovila povišano koncentracijo bisfenola A v urinu večine žensk, vključenih v tamkajšnji program zunajtelesne oploditve. Povišane koncentracije bisfenola A so bile povezane s slabšim odzivom jajčnikov na hormonsko spodbujanje, nižjimi »peak« oziroma vrhovi estradiola in predvsem z manjšim številom jajčnih celic, pridobljenih v programu zunajtelesne oploditve (Mok-Lin in sod., 2010). Podobno je odkrila tudi druga skupina. Ugotovili so, da so povišane koncentracije bisfenola A v krvi (serumu) povezane s slabšim estradiolnim odzivom foliklov na spodbujanje jajčnikov z gonado-

tropini pri neplodnih ženskah, vključenih v program zunajtelesne oploditve, niso pa uspeli dokazati povezave s številom jajčnih celic oziroma z zmanjšanim številom pridobljenih jajčnih celic (Bloom in sod., 2011). Ker bisfenol A lahko negativno vpliva na nastanek delitvenega vretena v celicah, je bilo tudi dokazano, da lahko povišane koncentracije bisfenola A negativno vplivajo na kakovost jajčnih celic v programu zunajtelesne oploditve in na oploditev (Fujimoto in sod., 2011). In ne nazadnje, japonski znanstveniki so z analizo krvi pacientk po postopku zunajtelesne oploditve s ponavljajočimi se spontanimi splavi ugotovili, da je povišana koncentracija bisfenola A v krvi povezana s ponavljajočimi se splavi in z nekaterimi imunološkimi in endokrinimi nepravilnostmi, vendar sama po sebi ni napovedovala ponavljajoči se spontani splav, temveč v povezavi z drugimi dejavniki (Sugiura - Ogasawara in sod., 2005). Kljub vsemu pa je treba poudariti, da nekatere druge posamezne raziskave niso potrdile omenjena opažanja o povišani koncentraciji bisfenola A v krvi ali urinu neplodnih žensk, tudi žensk z endometrioza, ali v folikularni tekočini, pridobljeni ob aspiraciji jajčnih celic iz foliklov v programu zunajtelesne oploditve (Itoh in sod., 2007, Krotz in sod., 2012). Sodobna tehnologija omogoča zelo natančno določanje bisfenola A v bioloških vzorcih, kar omogoča zelo natančne in rele-

vantne raziskave na tem področju.

Nedvomno so ta dognanja, ki zaslužijo pozornost in zanimanje strokovne javnosti in družbe nasploh. Glede na to, da so omenjene raziskave razmeroma nove, gre pričakovati, da bo več odgovorov in zanesljivih zaključkov prinesla prihodnost.

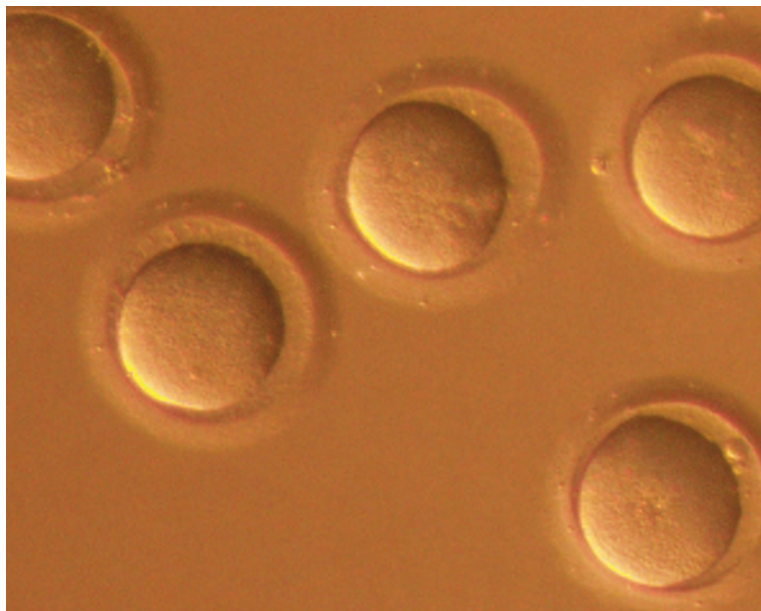
Vpliv okolja na reproduktivno zdravje moškega

Vpliv okolja na moško reproduktivno zdravje je lahko zelo kompleksen, saj so epidemiološke raziskave pokazale pomembno povezavo med kriptorhizmom, slabo kakovostjo semen in rakom mod. V novjšem obdobju se poudarja tudi nepravilnost sečnice, imenovano hipospadija. Domnevajo, da so prav strupene snovi iz okolja tisti dejavniki, ki lahko vpliva na moško reproduktivno zdravje že v najzgodnejšem obdobju življenja, to je med razvojem v maternici. Več raziskav, tako starejših kot tudi novjših, je pokazalo, da se je povprečna kakovost semen pri moških v zadnjih desetletjih poslabšala v različnih predelih »razvitega« sveta, na primer v Franciji (Auger in sod., 1995, Rolland in sod, 2013, Jørgensen in sod., 2012). Podobna raziskava je bila opravljena tudi v Sloveniji. Pokazala je zmanjšanje deleža hitro gibljivih semenčic pri moških, vključenih v program zunajtelesne oploditve na Ginekološki kliniki v Ljubljani v obdobju od leta 1983 do 1996 (Zorn in sod., 1999). Omenjena opažanja naj bi bila glede na nekatere raziskave povezana tudi z daljšim časom, potrebnim za zanositev, danes v primerjavi s preteklimi obdobji in z razmerjem med spoloma pri novorojenčkih v prid deklicam. Težko je odgovoriti na vprašanje, ali gre za



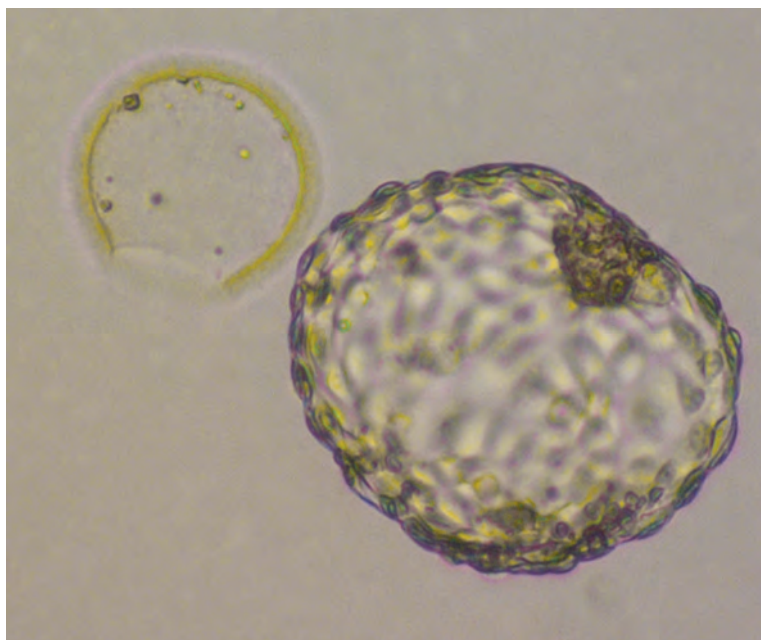
Bisfenol A je bil dokazan tudi v plastenkah za hrano in pijačo.

<http://us.123rf.com/400wm/400/400/monticello/monticello1012/monticello101200745/8695983-anti-bisphenol-a-bps-sign-with-commonly-used-polycarbonate-plastic-container-of-mineral-water.jpg>



Jajčne celice v postopku zunajtelesne oploditve.

Foto: Laboratorij za oploditev z biomedicinsko pomočjo na Ginekološki kliniki v Univerzitetnem kliničnem centru v Ljubljani.



Zarodek na razvojni stopnji blastociste (približno 100 celic), ki se je izluščil iz ovojnice (zone pelucide).

Foto: Laboratorij za oploditev z biomedicinsko pomočjo na Ginekološki kliniki v Univerzitetnem kliničnem centru v Ljubljani.

neko naravno dogajanje in nihanje v kakovosti semena ali pa gre morda za negativne vplive okolja in načina življenja.

Raziskave na živalskih modelih so pokazale, da »hormonski motilci« dejansko lahko vplivajo na plodnost moškega. Na različne

načine je bilo dokazano, da tudi bisfenol A lahko vpliva na reproduktivno zdravje moškega. Vpliv bisfenola A na moško plodnost so raziskovali na modelu podgane. Če so bile breje samice izpostavljene bisfenolu A v koncentracijah, značilnih za onesnaženo

okolje, so v večji meri splavile, samčki, ki so jih skotile, pa so bili lažji in so imeli slabšo kakovost semena – manj semenčic s slabšo gibljivostjo (Salian in sod., 2009). Presenetljivo pa je bil negativni vpliv na kakovost semena opazen še pri samčkih druge in tretje generacije – potomcih prvotnih, bisfenolu A izpostavljenih samčkov. Pri mišjih mladičkih, ki so bili perinatalno, še v maternici, izpostavljeni bisfenolu A, so bili po skotitvi opaženi manjši testisi z manjšo izraženostjo anti-Muellerjevega hormona in androgenega receptorja; poleg tega je bilo porušeno razmerje med spoloma v prid samičkam. Negativni učinki so bili opaženi tudi v odraslem obdobju (Xi in sod., 2011). Pri podganjih samčkih, izpostavljenih bisfenolu A, so bile dokazane epigenetske nepravilnosti (metiliranje DNK) v zarodkih, ki so se razvili po oploditvi samic s temi samci; to je vodilo v povečano splavnost oziroma odmrtje zarodkov (Doshi in sod., 2012). V drugi raziskavi je izpostavitev podganjih samcev in njihovih testikularnih Leydigovih celic bisfenolu A povzročilo manjše sproščanje gonadotropina – luteinizirajočega hormona (LH) – iz hipofize in za 25 odstotkov manjšo tvorbo testosterona zaradi zmanjšane aktivnosti encimov, udeleženih v tvorbo steroidnih hormonov pri podgani (Akingbemi in sod., 2004). Ne bo odveč omeniti, da je testosteron eden od ključnih hormonov spermatogeneze, to je procesa nastajanja semenčic, če ne ključen. Pri človeku lahko »hormonski motilci« povzročijo oksidativni stres in porušeno integriteto DNA semenčic, predvsem fragmentacijo DNA (Bennetts in sod., 2008), ki je lahko povezana s slabšo plodnostjo, nekatere raziskave pa so pokazale, da protein DJ-1 pomeni pomemben obrambni mehanizem semenčic proti oksidativnemu stresu, izzvanem z bisfenolom A (Ooe in sod., 2005).

Več raziskav pa je pokazalo tudi na negativni vpliv bisfenola A na reproduktivno zdravje moškega. Pri kitajskih delavcih, izpostavljenih bisfenolu A pri delu, je bila

ugotovljena slabša kakovost semena kot pri moških zelo primerljive starosti, ki pri delu niso bili izpostavljeni bisfenolu A (Xiao in sod., 2009). Tudi v večji epidemiološki raziskavi, ki je zajela 218 kitajskih in ameriških moških, tudi pri delu izpostavljenih bisfenolu A, je bilo potrjeno, da je bila povečana koncentracija bisfenola A v urinu moških povezana s slabšo kakovostjo njihovega semena, predvsem s slabšo koncentracijo, številom, gibljivostjo in vitalnostjo semenčic, ni pa bilo povezave z morfologijo (obliko) semenčic (Li in sod., 2011). Rezultati te raziskave so bili objavljeni v ugledni reviji na področju reproduktivne biomedicine *Fertility Sterility*. V eni izmed raziskav je bila povišana koncentracija bisfenola A ugotovljena v urinu pri 89 odstotkih od skupaj 190 ameriških moških, vključenih v program zunajtelesne oploditve; povišane koncentracije bisfenola A v urinu so bile povezane s poslabšano kakovostjo semena in povečanim deležem semenčic s porušeno integriteto (fragmentacijo) DNA pri teh moških (Meeker in sod., 2010). Na drugi strani pa ena izmed raziskav pri partnerjih nosečnic ni ugotovila neposredne povezave med koncentracijo bisfenola A v urinu in kakovostjo semena, bila pa je značilna obratna povezava med urinarnim bisfenolom A in indeksom prostega androgena (Mendiola in sod., 2010). Vendar je treba poudariti, da partnerji nosečnic niso bili najbolj primerna skupina preiskovancev, saj ob višjih koncentracijah bisfenola A morda sploh ne bi prišlo do zanositve partnerice ali pa bi se nosečnost končala s spontanim splavom.

Veliko vprašanj je še odprtih in dokončnih odgovorov ne poznamo. Slej kot prej jih bo prinesla znanost in z njo povezana človeška radovednost. Nedvomno je znanje na področju reproduktivne biomedicine zelo napredovalo in omogoča učinkovito zdravljenje neplodnosti. Vendar opažanja vpliva okolja na reproduktivno zdravje zahtevajo vso pozornost in resno obravnavo. Človek je zelo občutljiv naravni člen okolja, ki na eni stra-

ni onesnažuje okolje, na drugi strani pa je tudi zelo ranljiv in najbolj občutljiv za onesnaženost okolja. Tudi slabšanje reproduk-

tivnega zdravja kaže na to, da je potrebna večja odgovornost v odnosu do okolja in s tem tudi do sebe in svojih potomcev.



Doc. dr. Irma Virant - Klun, svetnica, je klinična embriologinja, ki že vrsto let vodi Laboratorij za oploditev z biomedicinsko pomočjo na Ginekološki kliniki v Univerzitetnem kliničnem centru v Ljubljani. Skupaj s sodelavci pripomore k rojstvu več kot štiristo otrok letno, ki jih drugače ne bi bilo, saj se po postopku zunajtelesne oploditve rodijo parom z najtežjimi oblikami neplodnosti. Sodelovala je pri razvoju večine metod zunajtelesne oploditve v laboratoriju. Svoje znanje je nadgradila s študijem klinične embriologije v Veliki Britaniji in prejela certifikat Senior kliničnega embriologa od Evropskega združenja za humano reprodukcijo in embriologijo (ESHRE). Vodi raziskovalni projekt na temo matičnih celic v reproduktivnih tkivih, predvsem v jajčnikih. Svoje delo kot mentorica in predavateljica posreduje tudi mladim v okviru Medicinske fakultete v Ljubljani. Je avtorica ali soavtorica številnih publikacij doma in v tujini. Foto: Benjamin Klun.

Literatura:

Caserta, D., Bordi, G., Ciardo, F., Marci, R., La Rocca, C., Tait, S., Bergamasco, B., Stecca, L., Mantovani, A., Guerranti, C., Fanello, E. L., Perra, G., Borghini, F., Focardi, S. E., Moscarini, M., 2013: *The influence of endocrine disruptors in a selected population of infertile women. Gynecological Endocrinology. [Epub ahead of print.]*

Ehrlich, S., Williams, P. L., Missmer, S. A., Flaws, J. A., Berry, K. F., Calafat, A. M., Ye X., Petrozza, J. C., Wright, D., Hauser, R., 2012: *Urinary bisphenol A concentrations and implantation failure among women undergoing in vitro fertilization. Environmental Health Perspectives, 120 (7): 978-983.*

Mok-Lin, E., Ehrlich, S., Williams, P. L., Petrozza, J., Wright, D. L., Calafat, A. M., Ye, X., Hauser, R., 2010: *Urinary bisphenol A concentrations and ovarian response among women undergoing IVF. International Journal of Andrology, 33 (2): 385-393.*

Bloom, M. S., Kim, D., Vom Saal, F. S., Taylor, J. A., Cheng, G., Lamb, J. D., Fujimoto, V.Y., 2011: *Bisphenol A exposure reduces the estradiol response to gonadotropin stimulation during in vitro fertilization. Fertility and Sterility, 96 (3): 672-677.*

Fujimoto, V. Y., Kim, D., Vom Saal, F. S., Lamb, J. D., Taylor, J. A., Bloom, M. S., 2011: *Serum unconjugated bisphenol A concentrations in women may adversely influence oocyte quality during in vitro fertilization. Fertility and Sterility, 95 (5): 1816-1819.*

Sugiura - Ogasawara, M., Ozaki, Y., Sonta, S., Makino, T., Suzumori, K., 2005: *Exposure to bisphenol A is associated with recurrent miscarriage. Human Reproduction, 20 (8): 2325-2329.*

Itoh, H., Iwasaki, M., Hanaoka, T., Sasaki, H., Tanaka, T., Tsugane, S., 2007: *Urinary bisphenol-A concentration in infertile Japanese women and its association with endometriosis: A cross-sectional study. Environmental Health and Preventive Medicine, 12 (6): 258-264.*

Krotz, S. P., Carson, S. A., Tomey, C., Buster, J. E., 2012: *Phthalates and bisphenol do not accumulate in human follicular fluid. Journal of Assisted Reproduction and Genetics, 29 (8): 773-777.*

Auger, J., Kunstmann, J. M., Czyglik, F., Jouannet, P., 1995: *Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. The New England Journal of Medicine, 332 (5): 281-285.*

Rolland, M., Le Moal, J., Wagner, V., Royère, D., De Mouzon, J., 2013: *Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26,609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. Human Reproduction, 28 (2): 462-470.*

Jørgensen, N., Joensen, U. N., Jensen, T. K., Jensen, M. B., Almstrup, K., Olesen, I. A., Juul, A., Andersson, A. M., Carlsen, E., Petersen, J. H., Toppari, J., Skakkeby, N. E., 2012: *Human semen quality in the new millennium: a prospective cross-sectional population-based study of 4867 men. BMJ Open, 2 (4).*

- Zorn, B., Virant – Klun, I., Verdenik, I., Meden – Vrtovec, H., 1999: *Semen quality changes among 2343 healthy Slovenian men included in an IVF-ET programme from 1983 to 1996. International Journal of Andrology*, 22 (3): 178-183.
- Salian, S., Doshi, T., Vanage, G., 2009: *Perinatal exposure of rats to Bisphenol A affects the fertility of male offspring. Life Sciences*, 85 (21-22): 742-752.
- Xi, W., Wan, H. T., Zhao, Y. G., Wong, M. H., Giesy, J. P., Wong, C. K., 2011: *Effects of perinatal exposure to bisphenol A and di(2-ethylhexyl)-phthalate on gonadal development of male mice. Environmental Science and Pollution Research (international)*, 19 (7): 2515-2527.
- Doshi, T., D'Souza, C., Dighe, V., Vanage, G., 2012: *Effect of neonatal exposure on male rats to bisphenol A on the expression of DNA methylation machinery in the postimplantation embryo. Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 26 (9): 337-343.
- Akingbemi, B. T., Sottas, C. M., Koulouva, A. I., Klinefelter, G. R., Hardy, M. P., 2004: *Inhibition of testicular steroidogenesis by the xenoestrogen bisphenol A is associated with reduced pituitary luteinizing hormone secretion and decreased steroidogenic enzyme gene expression in rat Leydig cells. Endocrinology*, 145 (2): 592-603.
- Bennetts, L. E., De Juijs, G. N., Nixon, B., Kime, M., Zelski, K., McVicar, C. M., Lewis, S. E., Aitken, R. J., 2008: *Impact of estrogenic compounds on DNA integrity in human spermatozoa: evidence for cross-linking and redox cycling activities. Mutation Research*, 641 (1-2): 1-11.
- Ooe, H., Taira, T., Iguchi-Ariga, S. M., Ariga, H., 2005: *Induction of reactive oxygen species by bisphenol A and abrogation of bisphenol A-induced cell injury by DJ-1. Toxicological Sciences*, 88 (1): 114-126.
- Xiao, G. B., Wang, R. Y., Cai, Y. Z., He, G. H., Zhou, Z. J., 2009: *Effect of bisphenol A on semen quality of exposed workers: a pilot study. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 27 (12): 741-743.
- Li, D. K., Zhou, Z., Miao, M., He, Y., Wang, J., Ferber, J., Herrinton, L. J., Gao, E., Yuan, W., 2011: *Urine bisphenol-A (BPA) level in relation to semen quality. Fertility and Sterility*, 95 (2): 625-630.
- Meeker, J. D., Ehrlich, S., Toth, T. L., Wright, D. L., Calafat, A. M., Trisini, A. T., Ye, X., Hauser, R., 2010: *Semen quality and sperm DNA damage in relation to urinary bisphenol A among men from an infertility clinic. Reproductive Toxicology*, 30 (4): 532-539.
- Mendiola, J., Jørgensen, N., Andersson, A. M., Calafat, A. M., Ye, X., Redmon, J. B., Drobnis, E. Z., Wang, C., Sparks, A., Thurston, S. W., Liu, F., Swan, S. H., 2010: *Are environmental levels of bisphenol A associated with reproductive function in fertile men? Environmental Health Perspectives*, 118 (9): 1286-1291.

Gozdarstvo • Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji

Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji

Dejan Firm, Tihomir Rugani

V Sloveniji različni erozijski procesi ogrožajo stanovanjske in gospodarske objekte, ceste in železnice. Nemalokrat ti ogrožajo tudi človeška življenja. Gozdovi imajo pomembno vlogo pri zmanjševanju škodnega učinka različnih naravnih nevarnosti. Njihov prispevek oziroma varovalni učinek pa je močno odvisen od vrste naravne nevarnosti in stanja gozdnih sestojev.

Naravne nevarnosti in varovalni učinek gozdov

Slovenija je reliefno razgibana gorska država. Padavine v tem prostoru so obilne, kar botruje številnim erozijskim procesom (slika 1). Erozijski pojavi so prisotni na 44 odstotkih ozemlja, izrazitejši pa so na 24 odstotkih ozemlja, kjer se nahaja več kot 10.000 kilometrov hudourniških strug in erozijskih

Slika 1: V Soteski ogrožajo državno cesto in železnico drobirske in hudourniške tokovi ter padajoče kamenje.

Foto: Gal Fidej.



Slika 2: Večina erozijskih procesov se odvija v gozdnem prostoru.

Foto: Dušan Roženberger.



jarkov. Območja, kjer se pojavljajo snežni plazovi (plazovita območja), obsegajo 0,8 odstotka površja, plazljiva in pogojno stabilna območja (možno je proženje zemeljskih plazov) pa kar 30 odstotkov površine Slovenije. Gozd pomembno vpliva na nastanek in potek erozijskih procesov (slika 2). V slovenskem gozdarstvu je varovalna vloga gozda opredeljena kot funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev. Površina teh gozdov znaša 428.654 hektarjev (36 odstotkov vseh gozdov).

povzročajo mraz, sneg, voda in veter; preprečevanje razvoja (pojavljanja) zemeljskih in snežnih plazov, podorov in usadov; preprečevanje poglobljanja pobočnih jarkov; preprečevanje premeščanja naplavin; zadrževanje drobnega plovnega materiala; ohranjanje rodovitnosti gozdnih tal. Poudarjeno varovalno vlogo imajo zlasti gozdovi na zgornji gozdni meji, na erozijskih, plazljivih ali plazovitih območjih, določenih v skladu s predpisi o vodah, na zelo strmih pobočjih, sušnih legah, plitvih skalovitih ali kamnitih tleh.

Varovalna vloga. Varovanje rastišča in njegove okolice pred posledicami vseh vrst erozijskih procesov, zlasti zagotavljanje (ohranjanje) odpornosti tal proti erozijskim pojavom, ki jih

Kadar gozdovi s poudarjeno varovalno vlogo ščitijo tudi infrastrukturne objekte (ceste in železnice), bivanjske in druge objekte, ima-

jo opredeljeno tudi zaščitno vlogo (slika 3). Teh gozdov je v Sloveniji 29.209 hektarjev, kar predstavlja 2,5 odstotka vseh slovenskih gozdov.

Zaščitna vloga. *Zaščita prometnic, naselij in drugih objektov pred naravnimi pojavi, kot so padanje kamenja in peska, snežni zameti, bočni vetrovi in zdrsi zemljišča, ter zagotavljanje varnosti bivanja in prometa. Poudarjeno zaščitno vlogo opravljajo zlasti gozdovi na strmih pobočjih nad cesto ali železnico ter pod njo.*

Snežna erozija

Snežni plaz je opredeljen kot nenaden in hiter premik večjih količin snega (ali ledu) po pobočju navzdol. Plaz lahko drsi, teče, se kotali ali pa zvrtničen kot snežni oblak puhne v dolino. Na proženje snežnih plazov vpliva več dejavnikov:

- nagib pobočja,
- hrpavost tal,
- lastnosti snežne odeje,
- temperaturne in vetrne razmere.



Slika 3: Erozijski procesi povzročajo materialno škodo z oviranjem prometa.
Foto: Aleš Zdešar.



Slika 4: Državno cesto Tržič-Ljubelj je kljub zaščitnemu tunelu zasul snežni plaz.
Foto: Aleš Horvat; Nosilec: PUH d.d.)

Pri izločanju površin, ki jih potencialno ogrožajo snežni plazovi, je treba upoštevati naslednje naravne danosti: snežne razmere, topografijo (na primer nagib) in vegetacijske razmere. Z vidika nagibov ta vrste erozije najbolj ogroža površine, katerih nagib se giblje približno od 30 do 50 stopinj.

Snežni plazovi so naravni pojav, katerega delovanje pomeni veliko nevarnost in v prostoru povzroča velike škode. Hkrati pomenijo naravno nevarnost, ki jo je razmeroma težko napovedati, saj gre v večini primerov za nenadne premike snežnih gmot, ki so med drugim odvisni od jakosti snežnih padavin, zato se katastrofalni pojavi pojavljajo v razmeroma dolgih časovnih obdobjih. V alpskem prostoru so že v srednjem veku (14. stoletje) prepoznali varovalni učinek gozdov pred snežnimi plazovi, kar je pripeljalo do prvih odločitev o posebnem zavarovanju (prepoved kakršnekoli rabe) posameznih gozdov oziroma gozdnih sestojev.

Po rezultatih ene od študij ogroženosti Slovenije pred snežnimi plazovi, ki so jo opravili na Podjetju za urejanje hudournikov (1994), imamo v Sloveniji približno 16.000 hektarjev izrazito plazovitih območij. V okviru te študije so izdelali tudi podrobni kataster snežnih plazov, ki ogrožajo človeka in njegovo infrastrukturo (slika 4). Po obstoječih podatkih katastra najmanj 140 plazov ogroža stanovanjske in gospodarske objekte, daljnovode in smučišča, najmanj 715 plazov pa ogroža različne prometnice. Z vidika varovalne vloge gozda pa je še pomembnejši podatek, da se kar 94 odstotkov plazov, ki ogrožajo promet, in 79 odstotkov plazov, ki ogrožajo različne objekte (stanovanjske ali infrastrukturne) in smučišča, proži pod gozdno mejo. Večina obstoječih plazov je tako v veliki meri posledica nedomišljene rabe prostora (na primer krčitve gorskih gozdov). Hkrati pa to pomeni, da bi lahko z začasnimi tehničnimi ukrepi ustalili plazišča in s tem omogočili razmere, v katerih bi lahko, dolgoročno gledano, gozdni sestoji spet prevzeli glavno vlogo stabilizatorjev na plazovitih območjih.

Številne raziskave pri nas in v tujini so dokazale, da imajo gozdni sestoji na plazovitih območjih pomembno vlogo pri preprečevanju proženja snežnih plazov (to je v območju nastanka). Hkrati se moramo zavedati, da je varovalni učinek gozdov v prehodnem območju in območju zaustavljanja bistveno manjši oziroma pogosto neznaten, saj lahko gozd praviloma zaustavi le manjše plazove ali le zmanjša njihovo hitrost.

V območju proženja je varovalni učinek močno odvisen od zgradbe (na primer velikosti sestojnih vrzeli), vrstne sestave gozdne vegetacije ter značilnosti snežne odeje. Tako na primer v območju proženja, kjer prevladujejo grmovne vrste (na primer rušje), te preprečujejo zdrs snežne odeje, vse dokler jih ta ne prekrije. Pri višji snežni odeji pa se verjetnost samodejne splazitve močno poveča, saj lahko upognjene veje grmovja delujejo kot neke vrste vzmeti in že ob manjših spremembah snežne odeje povzročijo njen zdrs. Poleg tega se na površinah z grmovno vegetacijo, za katero je značilna večja poroznost, kot prevladujoča oblika preobrazbe snežne odeje pojavlja sreženje, ki lahko pripelje do nastanka plazov klozastega snega. Bolj ali manj sklenjeni gozdni sestoji učinkovito preprečujejo proženje snežnih plazov. Praviloma sestoji, v katerih je zastrtost s strani krošenj večja kot trideset odstotkov, v katerih ni sestojnih vrzeli, daljših od 25 metrov, in v katerih je hrapavost tal večja tudi zaradi stoječih in ležečih odmrlih dreves ter panjev, znatno zmanjšujejo verjetnost proženja plazov. Pozitivni vpliv gozda je večstranski, saj vključuje intercepcijo (prestrežanje) snežnih padavin v krošnjah dreves, spremenjene sevalne in temperaturne razmere (nastanek posebne mikroklimе pod sklenjenimi sestoji, kar vpliva na preobrazbo snega), zmanjšanje hitrosti vetra pri tleh in prisotnost debel dreves, ki predstavljajo mehansko oviro. V krošnjah dreves se zadržuje precej snega, ki se topi in izhlapi, še preden doseže tla, zato je debelina snežne odeje manjša kot na odprtih površinah. De-

lež prestreženih padavin v krošnjah dreves je odvisen od drevesne sestave in sklepa krošenj gozdnih sestojev ter predvsem od vremenskih razmer ob sneženju. Intercepcija iglastih sestojev (na primer čistih smrekovih sestojev) je običajno od 10 do 40 odstotkov, medtem ko je intercepcija v mešanih sestojih in v sestojih listopadnih vrst (na primer macesnovi sestoji) manjša. Pod sklenjenimi sestoji se snežni odeji povečujeta gostota in trdnost, saj je snega manj in je neenakomerno razporejen, plasti so tanjše in nepravilne. Zaradi manjših hitrosti vetra pri tleh je proces premeščanja snega manj izrazit in posledično je zmanjšano kopičenje snega v grapah in depresijah, kar zmanjšuje možnosti za nastanek plazov. Drevesa delujejo tudi kot mehanski stabilizator snežne odeje. Mehanski učinek gozda je odvisen od gostote sestojev oziroma od števila dreves z zadostnim premerom. Tako velja, da zadostno oporo snežni odeji na pobočjih z naklonom 30 stopinj ponujajo sestoji z več kot petsto drevesi na hektar, na pobočjih z naklonom 40 stopinj pa sestoji z več kot tisoč drevesi na hektar.

Gozdni sestoji iglavcev lahko tudi negativno vplivajo na proženje plazov, saj se na robu gozda kot posledica odlaganja s krošenj dreves nakopičijo večje količine snega, ki je slabo vezan in se počasneje preoblikuje. To lahko pripelje do sprožitve klozastih plazov prav ob spodnjem robu gozda. Zato možnost nastanka plazov učinkovito zmanjšujejo le strnjeni sestoji na celotni plazoviti površini. Z gozdnogojitvenega vidika to pomeni, da moramo z ukrepanjem poskrbeti za trajno zarast plazovitih površin z gozdnim drevjem in da v primeru oblikovanja pomladitvenih jeder njihova velikost in oblika ne smeta presegati priporočenih razsežnosti. Kjer razmere to dopuščajo, pa skušamo hkrati upoštevati splošno priporočilo o aktivnem povečevanju hrapavosti terena, tako da puščamo dovolj visoke panje in ležeča debla.

Gozdni sestoji, ki imajo ustrezno zgradbo

in drevesno sestavo, predstavljajo - gledano iz različnih vidikov (na primer ekološkega in gospodarskega) - najustreznejšo trajno obliko zaščite pred snežnimi plazovi.

Porušitvena erozija

Porušitvena erozija obsega hitra, gravitacijsko pogojena premikanja kamninskega materiala. Odstopanja v vezani kamnini se dogajajo po že predhodno načrtanih ploskvah, predvsem po razpokah, stikih slojev ali zrnastih razmejnih površinah.

Porušitvena erozija vključuje procese, kot so padanje kamenja, padanje skal, skalne podore in podore hribov. Posamezni procesi so opredeljeni s skupno prostornino sproščene materiala (skalni podor, podor hriba) ali s prostornino posameznih kamnitih zruškov (padanje kamenja in skal). Glavni vzroki za nastanek porušitvene erozije so:

- potresi,
- vremenski pojavi (na primer obilnejše padavine, zmrzovanje in taljenje vode v skalnih razpokah),
- preperevanje kamnin (mehansko, kemično, biološko),
- človekovo poseganje (infrastrukturni objekti, bivanjski objekti, krčitve gozda) v pobočja.

Na nastanek skalnih podorov in podorov hribov ter zaustavljanje ob tem sproščene materiala gozd nima značilnega vpliva. Nasprotno je varovalni učinek gozdnih sestojev v primeru padajočega kamenja in skal velik. Območje izvora padajočega kamenja se lahko nahaja v gozdu ali nad njim. Na teh površinah ima gozdno rastje praviloma negativne učinke, saj pospešuje sproščanje skal in kamenja. Drevesa z rastjo korenin v skalnih razpokah povzročajo nestabilnost skalnih blokov. Hkrati pa gibanje dreves zaradi zunanjih dejavnikov (na primer snega, vetra) dodatno zmanjšuje stabilnost kamnine. Zato



Slika 5: Mrtva drevesa prav tako zaustavljajo padajoče skale. Foto: Gal Fidej.

je treba na tem območju odstranjevati velika in nestabilna drevesa. Ostala drevesa, ki nimajo poudarjenih negativnih učinkov na sproščanje skal in kamenja, je treba ohraniti, saj s svojo prisotnostjo zmanjšujejo hitrost padajočega kamenja ali ga celo zaustavljajo. Prav tako pa drevesne korenine in opad iglavcev pospešujejo biokemično preperevanje kamnin. V prehodnem območju in območju odlaganja kamenja so nakloni površja praviloma manjši in imajo zato drevesa večji učinek pri upočasnjevanju in zaustavljanju padajočega kamenja in skal. Pri trku padajočega kamna z drevesom se njegova energija zmanjša na več načinov. Lahko pride do zasuka in premika koreninskega sistema drevesa, deformacije in nihanja drevesnega debla ter do penetracije kamna v samo deblo na mestu trka. Posledično se padajočemu kamenju zmanjšata energija in hitrost, nižje so tudi odbojne višine samega padajočega kamenja. Pri padajočem kamenju manjših dimenzij zadošča za njegovo zaustavitev že zadostna gostota dreves v gozdnem sestoji. Pri kamenju in skalah večjih dimenzij pa ima pomembno vlogo tudi povprečni premer samih dreves (slika 5). Splošno priporočilo je, da znaša povprečni premer dreves približno eno tretjino premera padajočega kamenja. Ob takšnih razmerah so ugotovili,

da se hitrost kamnov zmanjša povprečno za 26 odstotkov, največje odbojne višine kamnov pa celo za 75 odstotkov. Velik vpliv na prevzemanje energije padajočega kamenja ima tudi drevesna vrsta. Listavci lahko prevzamejo več energije od padajočega kamenja kot iglavci, saj je njihov les gostejši in so tudi bolj zakoreninjeni. Veliko zmožnost upočasnjevanja padajočega kamenja manjših dimenzij imajo tudi panjevski sestoji (bukve), saj imajo zelo veliko gostoto dreves, šopi debeli, ki izraščajo iz panja, pa nimalokrat tudi ujamejo in zadržijo kamenje dalj časa (slika 6). V območju odlaganja so drevesa koristna tudi zato, ker lahko s svojim gostim koreninskim pletežem držijo skupaj odloženo kamenje. Priporočljivo je tudi puščanje posekanih dreves diagonalno na vpadnico terena, saj se tako nadaljnji transport kamnov odvija na nadzorovan način. Prav tako je treba paziti, da je največja razdalja med drevesi po vpadnici terena manjša od štirideset metrov, saj v nasprotnem primeru padajoči kamen lahko razvije dovolj kinetične energije, da lahko podira drevesa. Pri večjih naklonih terena (več kot 35 stopinj) se padajoče kamenje več ne kotali, ampak začne odskakovati od površja. Odbojne višine kamnov se zelo povečajo, če pride do trka kamna z drevesnim panjem. Zato je pripo-



Slika 6: Bukovi panjevski gozdovi odlično opravljajo vlogo zaščite pred padajočim kamenjem. Foto: Gal Fidej.



Slika 7: Na pobočjih, neporaslih z gozdom, pogosteje prihaja do površinske erozije in plazenja tal. Foto: Gal Fidej.

ročljivo puščati visoke panje (1,5 metra ali več), ki lahko še dalj časa po poseku drevesa upočasnjujejo in zaustavljajo padajoče kamenje. Pomembno je tudi, da je prehodno območje dovolj dolgo, saj bi v nasprotnem primeru gozdni sestoj, čeprav z zadostno gostoto dreves in s primerno drevesno sestavo ter povprečnim premerom dreves, ne uspel zadržati vsega padajočega kamenja. V takšnih primerih se lahko uporabijo gozdnogojitveni (puščanje večjega števila ležečih debel) ali tehnični ukrepi (na primer lovilne mreže, pregrade).

Zemeljski plazovi, površinska erozija in drobirski tokovi

Pri zemeljskih plazovih je splazela gmota lahko sestavljena iz vezanih ali nevezanih preperin kot tudi iz zemljin na pobočjih. Pojavljajo se na zmerno nagnjenih do strmih brežinah in pobočjih. Nestabilnost pobočja se kaže z različnimi pojavnimi oblikami plazenja. Zemeljski plaz se sproži ob neugodnih nagibih terena in neugodnih značilnostih hribin (na primer nevezane preperine na slabo prepustni podlagi), ob intenzivnih ali dolgotrajnih padavinah, odjugi ali drugih vzrokih, ki povzročijo velike koncentracije vode (na primer zamakanje v razpokah). Zemeljski plazovi so lahko plitvi, srednje globoki ali globoki. Učinek gozda je odvisen od globine zemeljskega plazu. Pri plitkih zemeljskih plazovih (segajo do globine korenin) je učinek gozda velik (slika 7). S svojimi koreninami gozdno drevje mehansko utrjuje tla. Pri tem so uspešnejša drevesa, ki globoko koreninijo (hrast, jesen, bor, bukev, macesen, črni gaber, jelka, robinija, topol, jelša), manj uspešna pa je smreka, ki korenini plitvo. Gozd pozitivno vpliva na vodno bilanco tal zaradi intercepcije, transpiracije in povečane prepustnosti tal. Vendar so ti pozitivni učinki prisotni le pri naklonih površja do 40 stopinj. Pri srednje globokih in globokih zemeljskih plazovih je znaten vpliv gozda posreden, saj s povečano vodno kapaciteto gozdnih tal preprečuje pronicanje

vode do globljih plasti (drsna ploskev), kjer se lahko zemeljski plaz utrga. Ta učinek ne pride do izraza, če so tla nasičena z vodo (obilne dolgotrajne padavine).

Na sestojni ravni je zato treba zagotoviti raznodobno zgradbo gozda z najvišjo možno pokrovnostjo. Rezultat raznodobne strukture gozda sta tudi raznolika globina korenjenja dreves in trajno pomlajevanje gozda. Treba je paziti, da pomladitvena jedra niso prevelika, saj se stabilizacijska vloga tal zaradi mrtvih korenin po nekaj letih izniči. Zato je velikost pomladitvenih jeder le tolikšna, da je zagotovljeno zadostno pomlajevanje drevesnih vrst.

Velik pomen imajo tudi sistemi odvodnjevanja (hudourniški jarki), ki s svojim delovanjem upočasnjujejo premikanje zemljine. Če ti niso prehodni (na primer zaradi obilice naloženega materiala in podrtih dreves), je tveganje pred zemeljskimi plazovi večje. Zato je sprotno čiščenje sistemov odvodnjevanja ključnega pomena. Prav tako podrtih dreves na območjih tveganja ne puščamo v sestoji. V odvisnosti od globine, v kateri se nahaja drsna ploskev, in od hitrosti plazenja lahko zemeljski plaz v območju splazitve, gibanja in odlaganja tudi različno učinkuje na gozdno drevje. Če je zemeljski plaz plitek in se premika počasi, lahko opazimo le nagnjena oziroma »pijana drevesa«. Ko pa je zemeljski plaz globlji in se premika hitro, so drevesa običajno zlomljena in izravana na večjih površinah.

Površinska erozija je postopno sproščanje nevezanega materiala na površini tal zaradi delovanja vode. Razmejitev med plitkim zemeljskim plazom in površinsko erozijo je zabrisana. V primerjavi z zemeljskim plazom in drobirskim tokom površinska erozija sama ne predstavlja naravne nevarnosti, vendar lahko v daljšem časovnem obdobju odloži sproščeni material v jarkih, ki ga lahko mobilizira drobirski tok. Napredujoča erozija drobnozrnatega materiala lahko zmanjša vodno kapaciteto tal in prostor za ukoreninjenje dreves. Gozd zmanjšuje površinsko



Slika 8: V primeru drobirskih tokov večjih razsežnosti je varovalni učinek gozda neznaten. Odloženi material pa zavira pomlajevanje v gozdnih sestojih. Foto: Gal Fidej.

erozijo. Na neporaslih površinah se poveča preperevanje tal, kar zmanjša strižno trdnost (povezanost talnih plasti) v tleh. Zato je na takšnih območjih treba zagotavljati trajno zastrtost z gozdom.

Drobirski tokovi (slika 8) so hitro tekoče mešanice vode in trdnih delcev, kjer je delež trdnih delcev od 30 do 60 odstotkov. Pogosto se pojavljajo v valovih v hudourniških jarkih. Običajno imajo veliko gostoto, včasih tudi veliko hitrost premikanja, veliko transportno kapaciteto ter lahko prenašajo tudi trdne delce z veliko prostornino (tudi skale, velike nekaj kubičnih metrov). Zemeljski plazovi in površinska erozija povzročajo kopičenje sproščenega materiala v hudourniških jarkih in tako prispevajo k nastanku drobirskih tokov. Sama prisotnost gozda zmanjšuje verjetnost pojavljanja zemeljskih plazov in površinske erozije, posledično se zmanjša tudi dotok materiala, ki lahko sproži nastanek drobirskega toka.

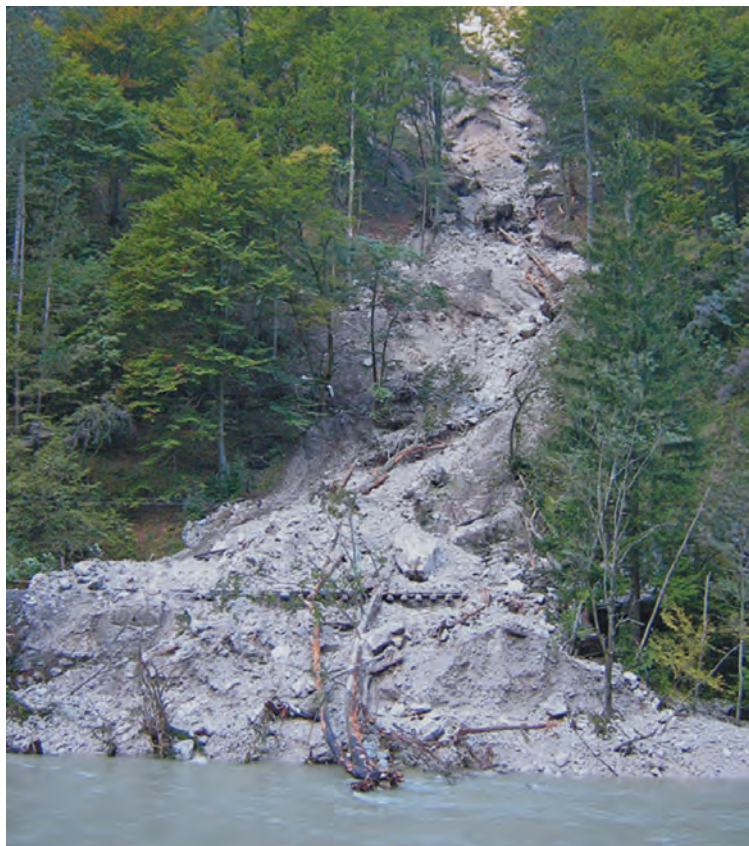
Hudourniška erozija in visoke vode

Stabilni, rastišču primerni gozdovi lahko omogočijo, da se shrani čim večja količina vode v tleh med obdobjem močnega deževja. Ali ti gozdovi vplivajo na odtekanje vode iz prispevnega območja, pa je odvisno od več dejavnikov. V veliki meri je ta pojav

odvisen od samega deleža gozdov na celotnem prispevnem območju hudourniškega toka. Prav tako je pomembna tudi lega gozdov znotraj prispevnega območja. Pogosto uspevajo gozdovi na območjih ob vodnih tokovih, kar ima največji vpliv na odtekanje vode (slika 9). Vodni režim je odvisen predvsem od jakosti in dolžine trajanja padavin. Lahko govorimo o treh scenarijih vodnega režima:

1. kratke intenzivne padavine na razmeroma majhnem območju,
2. dolga obdobja obilnih padavin na večjem območju,
3. padavine, ki so razširjene na večjem območju, kjer so tla nasičena z vodo (na primer med taljenjem snega).

Pozitivni vpliv gozda ob samem padavinskem dogodku je največji, če je vodna kapaciteta tal visoka in je vsebnost vode v tleh nizka. Najbolj ugoden je zato prvi scenarij, najmanj ugoden pa tretji scenarij. Drugi scenarij je nekje vmes med obema scenarijema. V primeru obilnih padavin ima gozd le posreden vpliv na poplavljanje. Ta učinek je znaten le, če padavine trajajo krajše ali srednje dolgo obdobje. Značilnosti goz-



Slika 9: Gozdovi posredno vplivajo na količino sproščenega materiala ob hudourniških izbruhih.

Foto: Aleš Zdejar.

da vplivajo na gostoto in globino razrasti korenin. Pri rasti korenin se tvorijo v tleh številne pore, ki povečujejo prepustnost tal. Dobra razrast in velika globina prodora korenin povečujeta vodno kapaciteto gozdnih tal, ki je izrednega pomena pri obilnejših padavinah. Prav tako so pomembne razmere na površini tal, saj vplivajo na infiltracijsko sposobnost tal. Če so tla zbita (na primer zaradi uporabe mehanizacije), se lahko infiltrira v tla v krajšem časovnem obdobju manj vode, zato je verjetnost površinskega odtoka vode povečana. Infiltracijska sposobnost tal je večja, če je razvita globoka humusna plast in tla prekriva bujna plast zelišč in mahov. Na njo ugodno vplivajo drevesne vrste, katerih opad se hitro razgrajuje (jesen, javor in ostali listavci). Na sestojni ravni je pomembno, da gozdno rastej porašča celotno hudo-

urniško območje. Razrast korenin mora biti dobra tako v vodoravni kot tudi v navpični smeri (pozitivni učinek mešanih sestojev). Vrzeli v gozdu neugodno vplivajo na razrast korenin. Sama velikost vrzeli pa ni tako pomembna kot skupna površina vrzeli na hudourniškem območju. Smiselno je zagotoviti čim večjo pokrovnost raznomernega gozda

na čim manjši površini. Prepoznani pa so bili tudi negativni učinki gozda na vodni režim v hudourniških jarkih. Zaradi bočne erozije pogosto prihaja do odlaganja debel v hudourniške jarke (slika 10). Ta prispevajo k skupni količini materiala, ki se premika po jarkih. Na ožinah se drevnina nemalokrat zagozdi in se lahko kasneje sprost kot drobni tok. Zato je treba ves les odstranjevati iz hudourniških jarkov. Prav tako je pomembno, da - kjer je to možno - vsa nestabilna drevesa iz območij, ki gravitirajo v hudourniške jarke, odstranimo ali pa jih razrežemo na manjše kose.

Zaključek

Številne raziskave, ki so bile opravljene na območju Alp v preteklih desetletjih, so po-



Slika 10: Odstranjevanje odmrlih dreves iz hudourniških strug je bilo v Sloveniji pogosto zapostavljeno.

Foto: Gal Fidej.



Slika 11: Neukrepanje v varovalnih gozdovih ogroža njihovo dolgoročno stabilnost.

Foto: Gal Fidej.

kazale, da posamezna drevesa, predvsem pa gozdni sestoji rešujejo življenja in zmanjšujejo škodni učinek različnih naravnih nevarnosti. Tako je tudi v *Protokolu o gorskih gozdovih Alpske konvencije* med drugim navedeno da »gorski gozdovi zagotavljajo najbolj učinkovito, najcenejšo in najbolj estetsko zaščito proti naravnim nevarnostim«. Nedvomno bi v primeru izostanka njihovega prispevka k varstvu pred nevarnostmi bili stroški gradnje in vzdrževanja tehničnih zaščitnih objektov bistveno višji oziroma bi bila večina ukrepov neuresničljiva. Prispevek gozdov k zmanjševanju škodnega učinka na-

ravnih nevarnosti je močno odvisen od vrste in značilnosti naravnih nevarnosti in stanja gozdnih sestojev. Gozdni ekosistemi se ne prestando spreminjajo oziroma razvijajo, kar je posledica notranjih (na primer staranja in odmiranja dreves) in zunanjih dejavnikov (na primer naravnih motenj: vetroloma, snegoloma, žleda, požara, bolezni in škodljivcev). Tako se v gozdovih ciklično izmenjujejo različne razvojne faze (to je različno stari sestoji). Varovalni učinek gozda je odvisen od deleža posameznih razvojnih faz, saj mlajše razvojne faze praviloma nudijo slabšo zaščito pred večino naravnih nevar-



Slika 12: S prilagojenim aktivnim gospodarjenjem trajno zagotavljamo najugodnejši varovalni učinek gozdov.

Foto: Tihomir Rugani.

nosti. Zato je prepuščanje varovalnih gozdov naravnemu razvoju pogosto lahko zelo tvegano, saj lahko zaradi naštetih dejavnikov pride do porušitve ravnovesja (na primer pomanjkanje stabilnih, odraslih sestojev) in posledično do zmanjšanja varovalnega učinka oziroma postane ta ničen (slika 11).

Gozdnogojitveno ukrepanje v varovalnih gozdovih mora temeljiti na upoštevanju vrste naravne nevarnosti in tipu gozdov (rastiščnih in sestojnih razmerah) ter na oceni dejanske ogroženosti objektov ali infrastrukture s strani naravnih nevarnosti. Vsi

ukrepi pa so usmerjeni v krepitev dolgoročne stabilnosti gozdov (njihove odpornosti proti različnim motnjam in njihove elastičnosti oziroma sposobnosti, da se po motnji vzpostavi prvotno stanje) in s tem v dolgoročno ohranjanje varovalnosti gozdov na zadovoljivi ravni, upoštevajoč naravne procese v teh ekosistemih. Pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi težimo k ohranjanju pestre drevesne sestave, zagotavljanju zadostnega pomladka in vzpostavitvi raznolike vodoravne in navpične zgradbe gozda (na primer raznomerni gozdovi) (slika 12).

Dejan Firm je zaposlen kot asistent na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Ukvarja se s preučevanjem razvojne dinamike gorskih gozdov.

Tihomir Rugani je zaposlen kot raziskovalec na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Ukvarja se s preučevanjem razvojne dinamike bukovih pragozdov.

Prispevek je nastal v okviru aplikativnega projekta (L4-2244) z naslovom »Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocena tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja«, ki ga financirajo ARRS, MKGP in Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov.

Literatura:

Brang, P., Schönenberger, W., Frehner, M., Schwitter, R., Thormann, J.-J., Wasser, B., 2006: *Management of protection forests in the European Alps: an overview. Forest Snow and Landscape Research*, 80: 23-44.
Dorren, L., Berger, F., Jonsson, M., Krautblatter, M., Mölk, M., Stoffel, M., Wehrli, A., 2007: *State of the art in rockfall -*

forest interactions. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 158: 128-141.

Frehner, M., Wasser, B., Schwitter, R., 2005: *Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).*

Horvat, A., 1995: Urejanje hudourniških in erozijskih območij. *Ujma*, 9: 243-248.

Horvat, A., 1997: Snežni plazovi v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 54: 45-70.

Horvat, A., Zemljič, M., 1998: Protierozijska vloga gorskega gozda. *Gorski gozd - XIX. gozdarski študijski dnevi*, 411-424. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Logarska dolina.

Komac, B., Zorn, M., 2007: Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije 15*. Geografski inštitut Antona Melika, ZRC SAZU.

Motta, R., Haudemand, J.-C., 2000: *Protective forests and silvicultural stability. An example of planning in the Aosta Valley*. *Mountain Research and Development*, 20: 74-81.

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. *Ur.l. RS, št. 5/1998, Ur.l. RS, št. 70/2006, 12/2008*.

Zemljič, M., Horvat, A., 1999: Sodobni načini varstva pred porušitveno erozijo. *Gozdarski vestnik*, 57 (4): 207-213.

Študentska ekskurzija Kostarika 2012 • Nižinski tropski deževni gozd na območju Sladkega zaliva

Nižinski tropski deževni gozd na območju Sladkega zaliva

Primož Gams

Evolucija nam je pokazala, da nič ne ostane nespremenjeno: celine se pomikajo čez oceane, pragozdovi se spreminjajo v puščave in dinosavri se umikajo svilnatim mravljinčarjem. In če sta nekoč potek evolucije narekovala veter in sonce, je bližnja prihodnost tega planeta v mislih in dejanjih človeka. Uravnoveženost in boj med pohlepom, sočutjem, strahom in razumom bosta odslej odločala o usodi vsega živega na Zemlji.

Charles Lynn Bragg, ameriški umetnik

Tropski deževni gozdovi pomenijo enega izmed najbogatejših in najbolj raznolikih ekosistemov na Zemlji. Čeprav pokrivajo le 7 odstotkov Zemljine površine, se pod sencami visokih mogočnih dreves, preraščenih s prirastlikami in ovijalkami, po nekaterih predvidevanjih skriva več kot 50 odstotkov vseh danes živečih vrst organizmov. Ocenjujejo, da je med njimi kar 1,5 milijona rastlinskih in živalskih vrst, od katerih številnih sploh še nismo odkrili. Kje so potem še številne vrste protistov, alg in gliv? Kaj je v teh visoko produktivnih gozdovih tako posebnega, da omogočajo takšno biološko raznovrstnost?

Kostarika zavzema 0,03 odstotka celotnega površja Zemlje, delež vrst organizmov na njem pa je ocenjen kar na 3,9 odstotka vseh

vrst na planetu. Nižinski tropski deževni gozd, ki se razprostira na jugovzhodu države na meji s Panamo na območju Sladkega zaliva (Golfo Dulce), je vrstno najbogatejše območje Kostarike in hkrati eno izmed vrstno najbogatejših območij sveta. Na tako majhnem zemljepisnem območju so raziskovalci popisali več kot 2.396 vrst višjih rastlin, 8.000 vrst žuželk, 117 vrst dvoživk in plazilcev, 124 vrst sesalcev in 362 različnih vrst ptic. Za ta ekosistem je značilno, da so vse te najrazličnejše vrste med seboj odvisne, saj so se evolucijsko prilagajale druga drugi. Sladki zaliv je tudi edino območje vzdolž celotne tihomorske obale Srednje Amerike, kjer je še ohranjen tip primarnega deževnega gozda, ki raste čisto ob morju. Zaradi svoje pomembnosti sta bila v njem ustanovljena dva narodna parka: Piedros



Pogled na Sladki zaliv.

Foto: Primož Gams.



Tematske poti v okolici raziskovalne postaje v La Gambi. Foto: Primož Gams.

Blancas, po katerem smo se potikali tudi mi, in Corcovado.

Pomen

Tropski gozdovi so izredno pomembni za naš planet, ne samo zaradi velikega števila najrazličnejših vrst, temveč tudi zaradi svojega izjemnega pomena za globalno podnebje. Velikokrat namreč slišimo, da so prav tropski gozdovi »pljuča Zemlje«, saj so glavni ponor ogljikovega dioksida na planetu. V tropskih predelih je vpadni kot sončnih žarkov večinoma blizu devetdesetih stopinj. Z večjo jakostjo svetlobe se povečuje tudi

hitrost fotosinteze, pri kateri se ogljikov dioksid vgrajuje v sladkorje. Vsi tropski gozdovi naj bi letno vsrkali 4,8 milijarde ton ogljikovega dioksida. Drugi pomembni dejavnik

za globalno podnebje pa je kroženje vode. Poleg energetskih virov se v kotičkih tropskih deževnih gozdov skrivajo številne rastline in živali, ki proizvajajo številne zdravilne učinkovine.

Teorija niš

V milijonih let so se različne vrste organizmov genetsko prilagajale na številne razpoložljive mikroživljenjske prostore. Speciacija je tako vodila v visoko specializirane vrste. Skupno življenje in medsebojni vplivi so pripeljali do številnih načinov plenjenja,



Svetloba se težka prebije do tal. Foto: Primož Gams.



Odpadli listi se razgradijo v štirih mesecih. Foto: Primož Gams.

obrambe, mimikrije, simbioz, razmnoževanja in prehranjevanja, ki osebkom omogočajo najuspešnejše bivanje v ozko določenem

okolju. Evolucijski pritiski ožajo niše, prostora za nove pa je vedno manj. Zaradi tega lahko rečemo, da je tropska biologija pogosto biologija redkih vrst, saj so območja razširjenosti majhna,

številčnost populacije pa tudi težko naraste zaradi biotskih dejavnikov okolja. Veliko je endemitov – vrst, ki živijo na majhnem območju in jih ni nikjer drugje. Prav to pa je težava, saj se specialisti zaradi ozke strpnostne krivulje ob morebitnih spremenjenih razmerah veliko težje prilagodijo kot generalisti. Zato je ekosistem deževnega gozda kljub bogastvu vrst tako zelo občutljiv in krhek. Je kot hišica iz kart, izvlečeš eno in cel sistem se poruši. Izginotje ene vrste ima lahko katastrofalen vpliv na vse druge, s katerimi sobiva. Človeški posegi v gozd spreminjajo okolje. Zaradi degradacije so številne vrste v tropskih gozdovih močno ogrožene, v najslabšem primeru so že izumrle.

Pogoji okolja

Prevladujoči okoljski dejavnik, ki določa osnovne značilnosti rastlinstva in živalstva, je vlažno ekvatorialno podnebje. Take razmere so bolj ali manj stalne že od terciarja. Zaradi dolgega časovnega obdobja zelo ugodnih razmer na Zemlji je prišlo do razvoja izjemnega števila vrst. V takih razmerah rasti rastlin ne omejujeta niti toplota niti voda. Omejujoči okoljski dejavnik je le svetloba, katere jakost upada od kro-



Drevesa kot dom številnih rastlin. Foto: Primož Gams.



Drevesa kot dom številnih rastlin. Foto: Primož Gams.

radi tega je tropski deževni gozd, kljub drugačnim predstavam, dobro prehodan.

Podnebje

Za hitro in bujno rast rastlin je v prvi vrsti odgovorno

podnebje tega območja. Za območje Sladkega zaliva je značilno sezonsko nihanje padavin z deževno dobo od septembra do oktobra in bolj sušnim obdobjem od januarja do marca. Vendar to ne pomeni, da v sušnem obdobju ni padavin; sezone določa le njihova različna količina. Čeprav smo po gozdu hodili v deževno revnem obdobju, so bile plohe stalno prisotne, saj dežuje v povprečju 279 dni na leto. Na to območje pade več kot 5.000 milimetrov dežja na leto (podatek za tropsko raziskovalno postajo La Gamba, ki leži na nadmorski višini 70 metrov, v letih od 1998 do 2002 znaša povprečno 5.892 milimetrov). Za primerjavo, povprečna količina padavin v Sloveniji je približno 1.600 milimetrov. Tudi povprečna letna temperatura je z našega vidika nepredstavljivo visoka. Znaša od 25 do 27 stopinj Celzija, ki je zaradi bližine ekvatorja čez vso leto bolj ali manj stalna. Zaradi takšne količine dežja je v gozdu posledično tudi visoka relativna zračna vlažnost. Na raziskovalni postaji La Gamba je povprečna relativna zračna vlažnost 88,3 odstotka, globoko v gozdu pa 97,7 odstotka. To območje velja za enega izmed najbolj vlažnih krajev v Kostariki in širše v celotni Srednji Ameriki.

šenj proti tlam. Na tla pade le še od 8 do 9 odstotkov sončne svetlobe, kar je premalo za dobro rast rastlin v zeliščnem pasu. Za-



*Bogata favna območja
Zlatega zaliva.*

Foto: Primož Gams.

Slojevitost deževnega gozda

Če letimo nad prostrano divjino, je tropski gozd videti kot ena sama debela odeja zelenja. Sem ter tja iz morja listja moli dežnikasto oblikovana krošnja kakšnega večjega drevesa. Ti orjaki sežejo 40 do 50 metrov visoko. Zaradi hitre dinamike življenja v tropskem gozdu drevesa hitro dozoriijo in prav tako hitro odmrejo. S tem se odpirajo novi prazni prostori številnim rastlinam, ki čakajo na vir svetlobe.

Pod najvišjimi drevesi, na višini od 25 do 35 metrov, se razprostira pas strnjenih krošenj, ki so bolj visoke kot široke zaradi omejenega prostora. V narodnem parku Piedras Blancas so v letu 1996 na hektarju gozda našli kar 140 različnih drevesnih vrst. Gost sklop dreves omogoča lasten mikroklimatski režim. Listi vsrkajo kar od 70 do 80 odstotkov sončne energije, ki pada nanje. Prav tako zadržujejo vlogo, krošnje pa varujejo pred vetrovi. Na drevesih se najdejo številne ovijalke, katerih korenine so sicer v tleh, fotosintezni organi pa v krošnjah, in prirastlike, ki jim drevesa nudijo življenjski prostor.

Pod krošnjami je temneje in zelo vlažno. Kljub senci uspeva pas grmičevja in mladik dreves, ki čakajo na svojo priložnost. Tik ob

tleh je vegetacije bolj malo. Tu rastejo najrazličnejši saprofiti, ki zaradi pomanjkanja svetlobe hranila za fotosintezo pridobivajo iz obilne strelje na gozdnih tleh. Drugače je na mejnih koridorjih, kot so rečna obrežja ali poti, kjer so tla zaradi večje količine prepustne svetlobe gosto poraščena in težko prehodna.

Čeprav se mnoge živali lahko prosto gibljejo v vodoravni in navpični ravnini, ima vsak sloj tropskega gozda zase značilno floro in favno. Visoko zgoraj v krošnjah dreves domujejo bitja, ki se le redkokdaj ali pa celo nikoli ne spustijo v somrak gozdov. Med njimi so številne žuželke, žužkojedi in plojdojedi ptiči, ujede, sesalci ... V sloju krošenj živi 90 odstotkov vsega življenja v tropskem gozdu. Nižje najdemo drevesne dvoživke, plazilce in druge večje plenilce, ki čakajo na nič hudega sluteči plen. Vrsto bogastvo favne je res neizmerno.

Prirastlike in ovijalke

Prirastlike (epifiti) in ovijalke so rastline, ki so prilagojene na rast v vročem in vlažnem podnebju ter v dobrih svetlobnih razmerah. Prirastlike se naselijo po deblu ali na vejah, kjer se je nabrala tanka plast organskih odpadkov. Korenine kukavičevk sprejemajo vlogo iz ozračja, listi pa privzemajo mineralne snovi iz nanošenih prašnih delcev. Vrste iz družine ananasovk so prilagojene z vencem širokih listov, s katerimi oblikujejo

lijak, v katerem se nabira voda in organske snovi.

Ovijalke so, za razliko od prirastlik, zakoreninjene, vendar zelnato steblo ni dovolj močno, da bi podpiralo celotno rastlino. Zato se rastline vzpenjajo in ovijajo po deblih do krošenj, kjer je dovolj svetlobe za življenje. Prirastlike lahko prehajajo v ovijalke, ko korenine dosežejo tla.

Dinamika deževnega gozda

V ekosistemu deževnega gozda se nenehno nekaj dogaja. Rast je hitra, prav tako

odmiranje. Če so lahko drevesa v zmernih gozdovih živa več kot tisoč let, je življenjska doba dreves v deževnem gozdu le redko daljša od tristo let. Drevesa že v štirih letih rasti dosežejo višino do 25 metrov in premer debla, večjega od 40 centimetrov. Vsa ta hitrost dogajanja ima svoj vzrok in posledico. Za preživetje ekosistema je ključno kroženje hranilnih snovi, način, kako se shranjujejo in vračajo nazaj v obtok. Kljub temu, da je prst bogata z železom in aluminijem, ki v danem podnebju oksidirata in dajeta značilno rdečo obarvanost, je revna s

hranili. Zaradi tega jih morajo rastline kar se da hitro vsrkati že med samim izločanjem v procesu mineralizacije organskega opada. V



Zaradi visoke zračne vlažnosti in visokih temperatur je bila hoja zahtevna.

Foto: Primož Gams.



Reke so nam predstavljale najlažjo pot. Foto: Primož Gams.



V gozdu je veliko podrtih dreves. Foto: Primož Gams.



Le nekaj sto metrov stran od primarnega gozda je pogled na krajino čisto drugačen. Nekaj let po propadu monokulturnega polja se narava še vedno ni zrasla. Foto: Primož Gams.

obdobju manjših količin padavin nekatera drevesa odvržejo listje in tako poskrbijo za potrebno kroženje snovi. Na leto odpade več kot deset ton listja na hektar površine. Odmrta lesena tkiva razgrajujejo predvsem glive in termiti, mehkejšo organsko snov pa glive in številni predstavniki nižjih taksonomskih skupin živali. Rastline nato preko koreninskih povezav s hifami gliv – mikorize – črpajo hranilne snovi in jih vgrajujejo v lastne strukturne elemente. Tudi korenine rastlin so široko razrasle samo po zgornjem horizontu prsti. V primeru, če se zaradi naravne

katastrofe ali sečnje večje površine gozda tla izpostavijo, se hranila sperejo in lahko traja tudi do sedemsto let, preden se ponovno vzpostavi ravnotežje.

Pravzaprav je ravno nestabilnost deževnega gozda tisto, ki ga ohranja. Omogoča hitro kroženje snovi in daje priložnost vrstam, da razvijejo združbo. V trenutku, ko sredi gozda pade drevo in nastane vrzel, je bistveno, da se prepreči erozija in spiranje mineralov. 75 odstotkov rastlinskih vrst je odvisnih od nenehne dinamike. Semena hitro vzklijejo, vendar se mlade rastlinice težko razvijajo, mnoge izmed njih nikoli ne zrastejo. Odmrta drevesa jim naredijo prostor in dajo priložnost za nadaljnji razvoj, zaradi česar se vsaka vrzel

hitro zaraste. Drugače je, če se ustvarijo goloseki, ki površinsko merijo mnogo več kot naravne vrzeli. Prav tako so za ohranjanje raznolikosti deževnega gozda pomembni tudi naravni pojavi, kot so udari strel, veter, požari, potresi, plazovi, izbruhi vulkanov... Tudi antropogeni dejavniki so lahko koristni, vendar so zaradi neznanja in sebičnosti ti človeški posegi v gozd pogosto zelo škodljivi.

Varovanje

Antropogena preobrazba tropskega deževnega gozda se kaže predvsem v njegovem krčenju. V zadnjih 50 letih je sečnja zmanjšala površino gozdov v Kostariki s 70 odstotkov na 25 odstotkov celotne površine države. Pogosti način krčenja je požiganje za širjenje plantažnega monokulturnega kmetijstva. Pri tem se rastlinska sestava v pokrajini popolnoma spremeni, hkrati se kažejo znaki povečane erozije prsti in ne nazadnje se zaradi vpliva sprememb vodnega kroga začne spremenjati tudi podnebje. Gozd je bogat vir energentov (lesa, nafte, plina, rud),

dragocenih vrst lesa, za zbiratelje zanimivih rastlin in živali ... Vsak dan naj bi zaradi izsekavanja v industrijske namene izumrlo več kot sto vrst. Prav je, da se naučimo in spoznamo, kako deluje tako zapleten ekosistem, da ga s svojimi vplivi ne vržemo preveč iz ravnovesja. Vedeti moramo, kako pravilno gospodariti s takšnim bogastvom. Kostarika je ena od držav, ki je do takšnih spoznanj še prišla v pravem času in tako danes velja za državo z najbolj ohranjenim tropskim deževnim gozdom. Ustanavljanje zaščitenih območij je le ena izmed rešitev. Da bi preprečili nelegalno izsekavanje in divji lov na živali v nacionalnem parku v območju Sladkega zaliva, park varuje 16 gozdnih čuvajev. Tako je sedaj na tem območju mogoče znova opaziti redke vrste živali, kot so redke opice, velike mačke (jaguarje, ocelote, pume), tapirje, pekarije in druge vrste, ki jih na območju že nekaj časa ni bilo več.

Literatura in viri:

Hare, T., Lovejoy, T. E., Mrak, M., 1997: *Svetovi narave*. Grosuplje: Modena Založba.

Hauer, E. K., 2012: *Studies of forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning in La Gamba (Costa Rica)*.

Magistrsko delo. Univerza Graz.

Lovrenčak, F., 2003: *Osnove biogeografije*. Filozofska fakulteta v Ljubljani, Oddelek za geografijo.

Weber, A., Huber, W., Weissenhofer, A., Zamora, N., Zimmermann, G., 2001: *An Introductory Field Guide to the Flowering Plants of the Golfo Dulce Rain Forests, Costa Rica: Corcovado National Park and Piedras Blancas National Park*. Catalogue of Oberösterreichisches Landesmuseum. Linz.

Weiserhofer, A., 2005: *Structure and vegetation dynamics of four selected one hectare forest plots in the lowland rain forests of the Piedras Blancas National Park (»Regenwald der Österreicher«), Costa Rica, with notes on the vegetation diversity of the Golfo Dulce region*. Doktorska disertacija. Dunaj.

<http://www.lagamba.at>

<http://www.regenwald.at>



Primož Gams je študent magistrskega študijskega programa druge stopnje ekologije in biodiverzitete na Biotehniški fakulteti. Najbolj je zadovoljen, kadar najde koticke v naravi, v katerih človek še ni pustil svojih sledi.

Pogled v notranjost vodikovega atoma

Janez Strnad

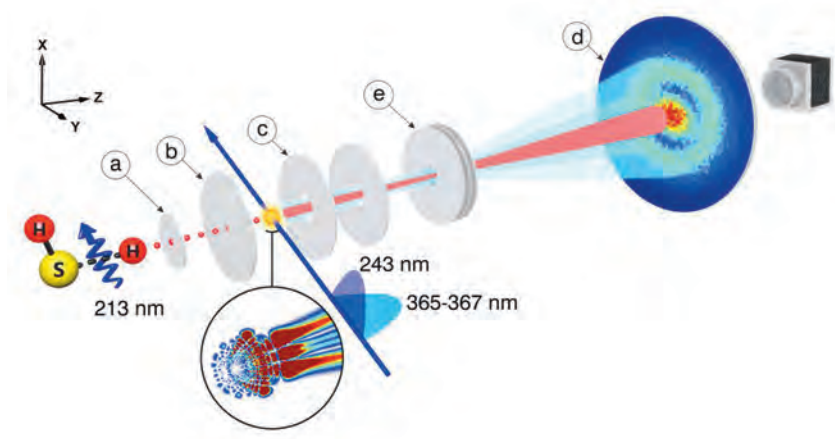
Na koncu 19. stoletja Ernst Mach ni verjel v obstoj atomov, češ »da še nihče nikoli ni nobenega videl«. Kmalu se je pokazalo, da nima prav. Vendar, ali lahko rečemo, da atome »vidimo«? Ali smo »videli« vesoljce na Luni? Videli smo njihovo sliko na zaslonu televizijskega sprejemnika, ki jo je na poti predelalo več naprav. Podobno atome »vidimo« le, če sliko predela več zapletenih naprav. V svetu atomov velja kvantna mehanika, ki se razlikuje od klasične mehanike v velikem svetu in pogosto nasprotuje vsakdanjim izkušnjam. Atome »vidimo« le, če prestopimo mejo med svetom atomov in velikim svetom.

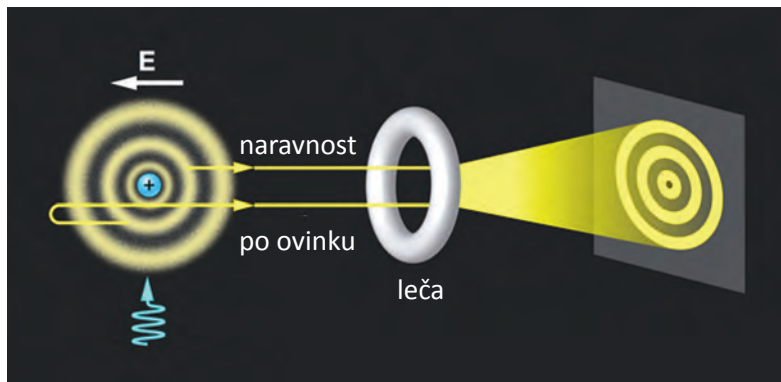
S časom so si zamislili in izvedli poskuse, pri katerih je bilo mogoče opazovati atome in molekule ter razne njihove lastnosti. V verigi poskusov te vrste je uspel nov korak, ki je zbudil precej pozornosti. O njem so 24. maja v reviji *Physical Review Letters*

poročali Aneta Stodolna in njeni sodelavci z inštituta za fiziko atomov in molekul AMOLF nizozemske ustanove za osnovno raziskovanje snovi v Amsterdamu ter sodelavci z inštituta Max Born v Berlinu in univerzi v Lyonu, Ioannini v Grčiji in Auburnu v ameriški zvezni državi Alabama.

V kvantni mehaniki atom ali kak drug vezan sistem delcev opiše valovna funkcija, ki je ne moremo neposredno opazovati. Navadno se funkcija pri opazovanju korenito spremeni. Za redke sisteme jo je mogoče izračunati brez približkov. Vodikov atom je nekaj posebnega, ker poleg jedra, protona, za katerega lahko vzamemo, da se ne udeležuje gibanja, vsebuje en sam elektron. Valovno funkcijo za elektron v prostem vodikovem atomu je mogoče dobiti brez približkov. To velja tudi za vodikov atom v homogenem električnem polju (homogeno pomeni, da je v vseh točkah enako in ima enako smer). Kvadrat absolutne vrednosti

Risba naprave, ki so jo A. Stodolna in sodelavci uporabili pri poskusu: od molekul H_2S so s sunkom laserske svetlobe odcepili vodikov atom (skrajno levo). Atomi so morali skozi majhno odprtino v zaslonki (a). Atome v osnovnem stanju so vzbudili z dvema sunkoma laserske svetlobe v zeleno vzbujeno stanje in nato s tretjim sunkom od njih odtrgali elektron. Napetost med elektrodama (c) in (e) je elektrone pospešila proti zaslonu (d) skozi tridelno elektrostatično lečo in polprevodniški slikovni napravi (skrajno desno) (po A. Stodolni in sodelavcih).





Poenostavljena nazorna slika poskusa: $\vec{E}$ je jakost homogenega električnega polja. Sunki laserske svetlobe (modro) vzbudijo vodikov atom v vzbujeno stanje. V Rydbergovem atomu elektronu priredimo kvadrat velikosti valovne funkcije z vozelnimi ploskvami. Fotoni iz atomov izbijajo elektrone, ki se gibljejo proti zaslonu po različnih poteh (narisani sta dve). Na zaslonu delna valovanja, ki ustrezajo različnim poteh, interferirajo in dajo interferenčno sliko. Na njej vozelné ploskve ustrezajo vozelnim ploskvam kvadrata velikosti valovne funkcije v atomu (po Ch. T. L. Smenku).

valovne funkcije podaja verjetnost, da na elektron naletimo v majhnem delu prostora okoli izbrane točke. Ta kvadrat lahko neposredno opazujemo. Elektron nosi naboj, s katerim pomnožimo kvadrat absolutne vrednosti valovne funkcije in dobimo gostoto naboja.

Pred tridesetimi leti so raziskovalci Ju. N. Demkov, V. D. Kondratovič in V. N. Ostrovskij iz Sankt Peterburga predlagali, kako bi bilo mogoče opazovati elektron v atomu v homogenem električnem polju. Predlog so pospremili z računi, ki so pokazali, da je izvedljiv *fotoionizacijski mikroskop*. Najprej so izhajali iz klasičnega približka. Pozneje sta Kondratovič in Ostrovskij predlog podrobneje izdelala, med drugim v članku v dveh delih v angleški reviji *Journal of Physics B* leta 1984. Izračunala sta verjetnost, da foton iz atoma izbije elektron in s kolikšno energijo in pod kakšnim kotom elektron odleti.

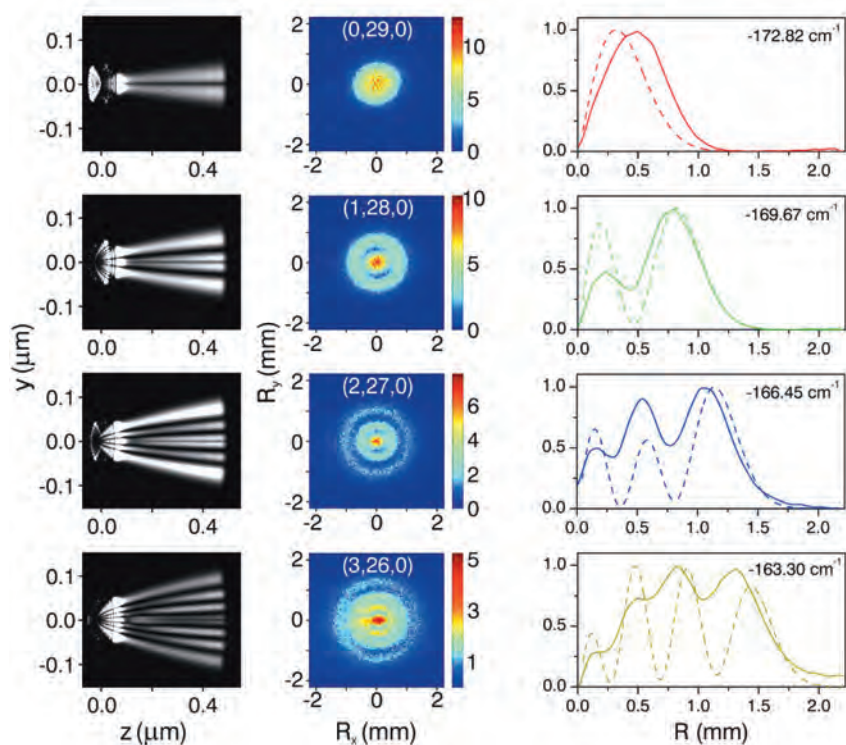
Pri fotoionizaciji v homogenem električnem polju se tirnice elektronov, ki izhajajo iz atoma v raznih smereh, lahko znova sekajo na večjih razdaljah od atoma, kar pripelje do interferenčne slike. V ugodnih okolišči-

nah jo je mogoče opazovati v neposrednem poskusu.

Ju. N. Demkov, V. D. Kondratovič,
V. N. Ostrovskij (povzetek članka).

Zdaj je mednarodna raziskovalna skupina predlog uresničila. Medtem so razvili laserje, katerih valovno dolžino je mogoče po volji spreminjati in z njimi atom spraviti v želeno vzbujeno stanje z veliko energijo. Taki *Rydbergovi atomi* se v nekaterih pogledih obnašajo približno tako, kot da bi zanje veljala klasična fizika. Serge Haroche je lani polovico Nobelove nagrade dobil za poskuse s takimi atomi (Proteus 75 (2011/2012): 117). V Rydbergovem atomu se elektron z veliko verjetnostjo giblje v svitku z obliko avtomobilske zračnice. Tak atom je tisočkrat večji kot v osnovnem stanju z najmanjšo energijo in občutljiv za majhne zunanje vplive.

Pri poskusu so molekule vodikovega sulfida H_2S obsevali z lasersko svetlobo in tako pridobili proste vodikove atome. Te so s kratkotrajnima bliskoma laserske svetlobe spravili v želeno vzbujeno stanje. V električ-



Opazovali so zgradbo vozelnih ploskev pri štirih vzbujenih stanjih vodikovega atoma v homogenem električnem polju. Leva vrsta slik nakazuje potujoča delna valovanja v nasprotni smeri električnega polja. Na vodoravno os je nanesena razdalja v mikrometrih ($1\ \mu\text{m}$ je milijonina metra ali tisočina milimetra). Srednja vrsta kaže opazovane interferenčne slike. Slike so močno povečane. Na vodoravno (in navpično) os je nanesena razdalja v milimetrih. Desna vrsta slik izmerjene (sklenjeno) kvadrate absolutnih vrednosti valovnih funkcij na sliki primerja z izračunanimi (črtkasto) (po A. Stodolni in sodelavcih).

nem polju so z laserjem z izbrano valovno dolžino elektron odtrgali od jedra. Odtrgane elektrone so pospešili in sliko s trodelno elektrostatično lečo povečali na svetlečem zaslonu. Tega je opazovala polprevodniška slikovna naprava, podobna napravam v digitalnih fotografskih aparatih, in dala povečano »sliko«.

Valovno funkcijo dobimo kot rešitev Schrödingerjeve enačbe. Za prost vodikov atom brez približkov valovno funkci-

jo za osnovno stanje z najmanjšo mogočo energijo in za vzbujena stanja z večjo energijo izrazimo s spremenljivkami (r , ϑ , φ). Pri tem ne upoštevamo, da ima elektron spin, da se - po domače - vrti. Pri tem je r razdalja od jedra v izhodišču, ϑ polarni kot in φ azimut. Energija stanja je $W_n = -W_B/n^2$, če je glavno kvantno število n v osnovnem stanju z najmanjšo mogočo energijo enako 1 in v vzbujenih stanjih enako 2, 3, ... Ničlo energije postavimo k stanju, v katerem razvezana jedro in elektron mirujeta. Energija v osnovnem stanju je $W_n = -W_B = -13,6\ \text{eV}$. 13,6 elektronvolta je io-

nizacijska energija, ki jo je treba dovesti atomu vodika v osnovnem stanju, da od njega odtrgamo elektron (elektron pridobi energijo 1 elektronvolt, ko v praznem prostoru preleti napetost 1 volt). Atom v vzbujenem stanju ima manjšo ionizacijsko energijo. V homogenem električnem polju moramo energiji, ki jo ima elektron v električnem polju jedra, dodati še energijo v homogenem električnem polju. Hans A. Bethe in Edwin E. Salpeter sta leta 1957 ugotovila, da je v tem primeru tudi mogoče rešiti Schrödingerjevo enačbo brez približkov, če uporabimo *parabolične koordinate* (ξ , η , φ). Pri tem je $\xi=r+z$ in $\eta=t=z$ ter ima r navedeni pomen in ima koordinatna os z nasprotno smer homogenega električnega polja. Spremenljivka φ kot prej podaja zasuk okoli osi z . Pri opisanem poskusu valovna funkcija ni odvisna od φ .

Ploskve enakega ξ so rotacijski paraboloidi, odprti proti pozitivni osi z , in ploskve enakega η rotacijski paraboloidi, odprti proti negativni osi z . Oboji imajo gorišče v jedru v izhodišču. Parabola je krivulja, katere točke so enako oddaljene od premice – *vodnice* – in od točke – *gorišča*. Rotacijski paraboloid nastane, ko parabolo zavrtimo okoli simetrijske osi z . V smeri ξ je elektron vezan, v smeri η pa se lahko oddalji od jedra, če ima dovolj energije. V tem primeru pride do izraza *tunelski pojav*. V kvantni mehaniki obstaja verjetnost, da se šibko vezani elektron oddalji od jedra, četudi je njegova energija malo manjša od energije, s katero je vezan. Valovna funkcija vezanega elektrona ustreza stoječemu valovanju, ki ga določajo vozne ploskve, to je ploskve, na katerih je valovna funkcija enaka nič. Valovna funkcija odtrganega gibajočega se elektrona na poti do zaslona ustreza potujočemu valovanju. Pri tem mislimo na valovanje, ki ga v kvantni mehaniki priredimo delcem. Elektronom, ki potujejo po različnih poteh, ustrezajo

različna delna valovanja. Delna valovanja na zaslonu interferirajo in dajo interferenčno sliko. Vozne ploskve na tej povečani sliki ustrezajo vozelnim ploskvam valovne funkcije v atomu in te ustrezajo vozelnim ploskvam kvadrata velikosti valovne funkcije atoma. To valovno funkcijo opredelita kvantni števili n_ξ in n_η , ki sestavljata glavno kvantno število $n=n_\xi+n_\eta+1$. Število vozelnih ploskev je enako n_ξ . Opazovali so zgradbo vozelnih ploskev na interferenčnih slikah stanj ($n_\xi=0$, $n_\eta=29$, $m=0$), (1, 28, 0), (2, 27, 0) in (3, 26, 0), ki jim vsem ustreza glavno kvantno število 30. *Magnetno kvantno število* m je pri opisanih stanjih enako nič, saj valovna funkcija ni odvisna od φ .

Na povečani sliki opazujemo »vozno zgradbo Starkovih stanj«. Johannes Stark je leta 1919 dobil Nobelovo nagrado za »odkritje Dopplerjevega pojava pri kanalskih žarkih in razcepitve spektralnih črt v električnih poljih«. »Kanalski žarki« so pozitivni ioni, razcepitev spektralnih črt v električnem polju je *Starkov pojav*. Zares je na sliki število vozelnih ploskev enako n_ξ . Opisani poskus je pomemben korak v vrsti poskusov, ki razkrivajo značilnosti kvantne mehanike. Hkrati je izziv za nove poskuse. Tako že razmišljajo o poskusu, pri katerem bi s fotoionizacijskim mikroskopom opazovali vodikov atom v električnem in magnetnem polju.

Literatura:

- Demkov, Ju. N., Kondratovič, V. D., Ostrovskij, V. N., 1981: *Interferencija elektronov pri fotoionizaciji atoma v električnem polju*. Pis'ma v Žurnal eksperimentalnoj i teoretičeskoj fiziki, 34: 403.
- Smenk, Ch. T. L., 2013: *Viewpoint: A new look at the hydrogen wave function*. <http://physics.aps.org/articles/v6/58>.
- Stodolna, A. S., Rouzeé, A., Lépine, F., Cohen, S., Robicheaux, F., Gijsbertsen, A., Jungmann, J. H., Bordas, C., Vrakking, M. J. J., 2013: *Hydrogen atoms under magnification: direct observation of the nodal structure of Stark states*. Physical Review Letters, 110: 2113001-1.

Leva, desna ali obe

Nina Mazi

Japonski, ameriški in irski znanstveniki podarjajo, da se vrsta človekovih značilnosti, lastnosti, sposobnosti in zmožnosti oblikuje in začne kazati že v zgodnji nosečnosti oziroma prenatalni dobi. Tako je že pri zarodku mogoče zanesljivo določiti, ali »je levo ali desno usmerjen« (seveda ne politično, ampak fiziološko). Kar v praksi pomeni, da bo ginekolog lahko mamici poleg tega, kakšnega spola je otrok, ki ga nosi pod srcem, lahko v bližnji prihodnosti povedal bodočim staršem tudi, ali bo njun potomec desničar ali levičar. Tovrstna, navidez trivialna diagnostika v materinem trebuhu je pomembna v primeru določenih nevroloških, pa tudi drugih bolezni, motenj in poškodb ter seveda poklicne perspektive. Tako starši, ki si želijo, da bi njihov otrok postal slavni violinist ali odlični kirurg, lahko že pred rojstvom izvejo, kakšne so njegove možnosti. Ameriški znanstveniki so svoje ugotovitve v šali poimenovali kot možnost za najzgodnejše »prenatalno karierno svetovanje«.

Čeprav je dominantno stran mogoče določiti in zaznati že zelo zgodaj, pa možgani plodu še niso dovolj razviti in funkcionalno sposobni, da bi lahko usmerjali oziroma obvladovali in nadzirali oziroma razlikovali gibanje v določeno smer oziroma stran.

Tveganja, ki so jim izpostavljeni levičarji, so v zadnjem času podrobneje preučevali znanstveniki iz dežele večnega smehljaja, ki so iskali odgovor na vprašanje: So levičarji zdravstveno res bolj ogroženi od svojih »desnorokih« vrstnikov? Skupina japonskih strokovnjakov s tokijske univerzitetne klinike je ugotovila, da so levičarji kardialci, ki bolujejo za motnjami koronarne cirkulacije - koronarno boleznijo -, trikrat bolj izpostavljeni nenadni odpovedi srca (infarkt,

zastoj srca) in posledični smrti od njihovih desničarskih vrstnikov. Natančen vzrok svoje ugotovitve znanstveniki trenutno še raziskujejo, med možnimi dejavniki za svojo ugotovitev pa uvrščajo tudi dejstvo, da bitje srca običajno (pri desničarjih vedno) nadzira desna polovica možganov. Pri levičarjih pa impulzi za funkcijo srca lahko prihajajo tudi iz leve možganske polovice. Omenjena neurajna pristojnost lahko povzroči nezadostno centralno stimulacijo srca, ki ima pri posameznikih z okvarjenimi koronarkami lahko usodne posledice (ireverzibilni zastoj srca - angl. *cardiac arrest* - in posledična smrt, tako imenovani exitus).

Zanimivo je tudi, da je dolgovečnost pri desničarjih pogostejša kot pri levičarjih. Izsledki novjših raziskav na podlagi zdravstvene statistike pričajo, da desničarji živijo povprečno devet let dlje kot levičarji. V naslednji fazi pričujoče raziskave pa naj bi znanstveniki s poglobljeno primerjalno analizo preračunali kakovost življenja desničarjev in levičarjev.

Katera stran je po mnenju strokovnjakov najbolj obetavna? »Obe,« odgovarjajo ameriški znanstveniki in pojasnjujejo, da se lahko ob uspešni podpori in v ustreznem okolju otrok razvije v »specialista kombinatorca«, ki odlično obvladuje in spretno uporablja tako desnico kot tudi levico. In to spontano, samodejno, miže in nehote - brez posebnega napora, ne da bi se tega sploh zavedal.

Viri:

Science, Science et Vie, Science Daily.

PROTEUS

letnik 75  mesečnik za poljudno naravoslovje
www.proteus.si



Stvarno kazalo

Uvodnik

Tomaž Sajovic 4, 52, 100, 148, 196, 244, 292, 340, 388, 489

Članki

Jurij Kunaver: Pod Makalujem s Tonetom Wraberjem in Janezom Gregorijem pred štiridesetimi leti 7

Vlado Malačič: Od kocke ledu v kozarcu vode do dviga morske gladine zaradi taljenja ledenikov 16

Janez Strnad: Zajemanje energije 24

Dušan Devetak: Srečanja s puščavskimi živalmi Tunizije in Jemna 37

Ksenija Slavec, Alenka Radšel Medvešček: Klopi – prenašalci povzročiteljev nalezljivih bolezni (1. del) 55

Janez Strnad: Lov na Higgssov bozon 62

Kazimir Tarman: Šrilanka, budizem in sožitje z naravo 76

Matija Gogala: Dolina metuljev na Rodosu 82

Jože Skumavec: Blagajev volčin še vedno na blejski Straži 85

Mirjan Žorž, Viljem Podgoršek, Franc Golob, Igor Dolinar in Miha Jeršek: Odbleski iz Leve (1. del) 102

Ksenija Slavec, Alenka Radšel Medvešček: Klopi – prenašalci povzročiteljev nalezljivih bolezni (2. del) 111

Matija Križnar in Damjan Jensterle: Srednjepermski trilobit iz okolice Bleda 130

Miha Jeršek: Alfred Wegener in rojstvo teorije o potovanju celin 150

Mirjan Žorž, Viljem Podgoršek, Franc Golob, Igor Dolinar in Miha Jeršek: Odbleski iz Leve (2. del) 163

Janez Strnad: Sončna energija s satelitov 175

Anton Brancelj: Epikras: življenjsko okolje specializirane in bogate vodne favne.

Predstavitev posebnega življenjskega prostora v kraški vodi, zelo bogatega s ceponožnimi raki in drugimi malimi zverinami 199

Tina Bregant: Ali je matematika doma le v človekovih možganih? 209

Nina Rman: S kom si delimo termalno vodo v Pomurju? 217

Janez Strnad: O preskrbi z energijo 224

Matija Križnar: O prvih najdbah krednih rib na Krasu 225

Aleksandar Gavrić: Možnosti kirurškega zdravljenja pridobljenih bolezni srca v Sloveniji 247

Kazimir Tarman: Jakob Johann von Uexküll – opazovalec in razlagalec življenja 261

Janez Strnad: Leonardo da Vinci kot naravoslovec 268

Matija Gogala: Izleganje na ukaz 278

Andrej Podobnik, Boštjan Surina in Igor Daksobler: Zgodba o Bertolonijevi orlici v Sloveniji 295

Tina Bregant: Zrcalni nevroni 303

Gorazd Planinšič, Andrej Likar: Od streljanja češnjeve koščice do kameleonovega jezika 309

Matija Križnar, Alenka Jamnik: Triasna ostriga nad Podbelo 323

Tomaž Podobnikar: Senčenje reliefa za večstransko uporabo 355

Primož Podbregar: Zdravnikova beseda je zdravilo 361

Janez Strnad: Misija Planck je izostrila pogled na vesolje 365

Matija Križnar, Vili Rakovc: Spodnjetriasna ostanka vretenčarjev iz okolice Žiri in Škofje Loke 369

Tom Turk: Kritika učnih načrtov in poučevanja biologije na gimnazijah 392

Irma Virant – Klun: Vzroki za neplodnost pri človeku: tako in drugače 395

Dejan Firm, Tihomir Rugani: Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji 404

Janez Strnad: Pogled v notranjost vodikovega atoma 424

Nina Mazi: Leva, desna ali obe 428

Mihael J. Toman: Aralsko jezero – simbol okoljske katastrofe 437

Dominik Vodnik: Učinkovitost kmetijske rastline za prihodnost 446

Matija Križnar: Srednjemiocenski ptič iz hrvaškega Radoboja 452

Stane Štucin: Nenavadna turška lilija (*Lilium martagon*) v Jaznah na Cerkljanskem 455

Katja Konečnik, Tanja Struna: Sožitje z medvedom? 458

Danijel Bezek: Po sledih neveljskega mamuta 462

Špela Breclj, Matej Vinko: Kako vroči so vaši telefonski pogovori? 469

Študentska odprava Kostarika 2012

Maja Četojevič in Urška Deželak: Kjer se tropi dotaknejo neba 28

Tom Turk: Strupena podoba kostariške herpetofavne 68

Nina Zupanič in Eva Žontar: Sadni okusi Kostarike 122

Ana Fortič in Jasna Mladenovič: V slaneu blatu Sladkega zaliva 155

Timotej Turk Dermastia: Zapeljivci iz južnoameriških deževnih gozdov 274

Katja Šporar: Kostarika: raj za ornitologe 317

Primož Gams: Nižinski tropski deževni gozd na območju Sladkega zaliva 416

Nobelove nagrade za leto 2012

Janez Strnad: Nobelova nagrada iz fizike za leto 2012 117

Radovan Komel: Posredovanje sporočil celicam. Nobelova nagrada za kemijo za leto 2012 za odkritje z G-proteini sklopljenih receptorjev 171

Radovan Komel: Zrele telesne celice lahko reprogramiramo, da postanejo mnogozmogljive. Nobelova nagrada za fiziologijo in medicino 2012 257

Kavčičeva nagrada

Tilen Genov: Vpogled v zanimivo življenje »slovenskih« delfinov 344
 Jernej Turnšek: Slovenski uspeh na tekmovanju iz biomolekularnega dizajna BIOMOD 2011 349

Društvene vesti

Janja Benedik: Članski program Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2012/2013 44
 Janja Benedik: Razpis tekmovanja iz znanja biologije za Proteusovo priznanje
 šolsko leto 2012/2013 46
 Janja Benedik: 77. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije 472
 Mag. Andrej Seliškar – utemeljitev za častnega člana Prirodoslovnega društva Slovenije 473

Naravoslovna fotografija

Petra Draškovič: Fotograf David Brusnjak: Fotografija je rdeča nit mojega življenja 86
 Petra Draškovič: Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2012 180
 Jurij Kurillo: Fotografska srečanja na Zbiljskem jezeru 227
 Davorin Tome: Pomožni vir svetlobe 377

Naše nebo

Mirko Kokole: Sonda *Curiosity* prispela na Mars 41
 Mirko Kokole: Rimska cesta in zvezdne kopice 92
 Mirko Kokole: Jupiter in Luna skupaj 138
 Mirko Kokole: Potrjen obstoj vode na Merkurju 186
 Mirko Kokole: Novih 461 kandidatov za planete zunaj Osončja 232
 Mirko Kokole: Ruski bolid 279
 Mirko Kokole: Kdaj so nastali

Saturnovi obroči in njegove lune? 329

Mirko Kokole: Voda v Jupitrovo ozračje prišla iz kometa Shoemaker-Levy 9 379
 Mirko Kokole: Novi kraterji na Luni 475

Nove knjige

Igor Dakskobler: Robert Brus: *Drevesa in grmi Jadrana* 91
 Andraž Stožer: Frances Ashcroft: *Življenje v skrajnostih, umetnost preživetja* 135
 Tinka Bačič: Elvica Velikonja: *Rastejo pri nas: rastline Trnoveškega gozda* 231
 Matevž Novak: Miloš Bavec: *Zgodbe iz podzemlja. Geologija za vse otroke* 327
 Igor Dakskobler: Nova monografija o telohih (*Helleborus* L.) v Sloveniji 373
 Ignac Sivec: Atlas dnevnih metuljev, ki živijo v Sloveniji 468

Obletnica

Saša Lipovšek in Ana Jerenko: George Emil Palade: ob stoletnici rojstva 324

V spomin

Mitja Zupančič: Prof. dr. Marko Zalokar (1918–2012) 132
 Matija Gogala: Dr. Janu Cerneluttiju v spomin 178

Angleški povzetki

Andreja Šalamon Verbič 47, 95, 141, 190, 235, 283, 333, 382, 478

Letno kazalo

Tomaž Sajovic 429

Kazalo avtorjev

Bačič, Tinka 231
 Benedik, Janja 44, 46, 472
 Bezek, Danijel 462
 Brancelj, Anton 199

Brecelj, Špela 469
 Bregant, Tina 209, 303
 Četojevič, Maja 28
 Dakskobler, Igor 91, 295, 373
 Devetak, Dušan 37
 Deželak, Urška 28
 Dolinar, Igor 102, 163
 Draškovič, Petra 86, 180
 Firm, Dejan 404
 Fortič, Ana 155
 Gams, Primož 416
 Gavrič, Aleksandar 247
 Genov, Tilen 344
 Gogala, Matija 82, 178, 278
 Golob, Franc 102, 163
 Jamnik, Alenka 323
 Jensterle, Damjan 130
 Jerenko, Ana 324
 Jeršek, Miha 102, 150, 163
 Križnar, Matija 130, 225, 323, 369, 452
 Kokole, Mirko 41, 92, 38, 186, 232, 279, 329, 379, 475
 Komel, Radovan 171, 257
 Konečnik, Katja 458
 Kunaver, Jurij 7
 Kurillo, Jurij 227
 Likar, Andrej 309
 Lipovšek, Saša 324
 Malačič, Vlado 16
 Mazi, Nina 428
 Mladenovič, Jasna 155
 Novak, Matevž 327
 Planinšič, Gorazd 309
 Podbregar, Primož 361
 Podgoršek, Viljem 102, 163
 Podobnik, Andrej 295
 Podobnikar, Tomaž 355
 Radšel Medvešček, Alenka 55, 111
 Rakovc, Vili 369
 Rman, Nina 217
 Rugani, Tihomir 404
 Sajovic, Tomaž 4, 52, 100, 148, 196, 244, 292, 340, 388, 429, 489
 Sivec, Ignac 468

- Skumavec, Jože 85
- Slavec, Ksenija 55, 111
- Stožer, Andraž 135
- Strnad, Janez 24, 62, 117, 175, 224, 268, 365, 424
- Struna, Tanja 458
- Surina, Boštjan 295
- Šalamon Verbič, Andreja 47, 95, 141, 190, 235, 283, 333, 382,
- Šporar, Katja 317
- Štucin, Stane 455
- Tarman, Kazimir 76, 261
- Toman, Mihael J., 437
- Tome, Davorin 377
- Türk, Tom 68, 392
- Türk Dermastia, Timotej 274
- Turnšek, Jernej 349
- Vinko, Matej 469
- Virant – Klun, Irma 395
- Vodnik, Dominik 446
- Zupančič, Mitja 132
- Zupanič, Nina 122
- Žontar, Eva 122
- Žorž, Mirjan 102, 163
- Kazalo gesel**
- adular (KAlSi_3O_8) 163
- aktinolit – $\text{Ca}_2(\text{MgFe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ 163
- analitično senčenje reliefa 355
- anaplazmoza 55
- Antarktika 16
- Aralsko jezero 437
- aritmetično procesiranje 209
- Arktični ocean 16
- arterijska hipertenzija 247
- Ashcroft, Frances: *Življenje v skrajnostih, umetnost preživetja* 135
- astronomija 92, 138, 186, 232, 279, 329, 379, 475
- ateroskleroza 247
- babezioza 55, 111
- Baer, von, Karl Ernst 261
- bakterija *Francisella tularensis* 55, 111
- Bavcon, Jože, Klemen Eler, Andrej Šušek: *Teloh* (Helleborus L.) v Sloveniji 373
- Bavec, Miloš: *Zgodbe iz podzemlja. Geologija za vse otroke* 327
- Bertolonijeva orlica (*Aquilegia bertolonii*) 295
- biologija 392
- biomedicina 324
- BIOMOD 2011, tekmovanje iz biomolekularnega dizajna 349
- biomolekularni dizajn 349
- bionanotehnologija 349
- biosemiotika 261
- biotska raznovrstnost 199, 416
- bisfenol A 395
- Blagajev volčin (*Daphne blagayana*) 85
- bledorumeni ušivec (*Pedicularis Friderici Augusti*) 7
- Bobasatrania* 369
- bolid nad Čeljabinskom 279
- borelija (*Borellia burgdorferi sensu lato*) 55
- botanika 85, 295, 455
- breskova palma 122
- Brus, Robert: *Drevesa in grmi Jadrana* 91
- Brusnjak, David (fotograf) 86
- budizem 76
- Calvinov cikel 446
- C₃-rastline 446
- C₄-fotosinteza 446
- C₄-rastline 446
- Carnelutti, Jan 178
- celična biologija 324
- celovito zdravljenje 361
- ceponožni raki 199
- CERN 62
- Chappuis, P. A. 199
- Colobodus* 369
4. jugoslovanska alpinistična odprava na Makalu (6. JAHÖ) 7
- Članski program Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2012/2013 44
- človeška ribica (*Proteus anguinus* Laurenti, 1768) 199
- čopasta črnica (*Aythya fuligula*) 227
- črničvi (Tenebrionidae) 37
- črtalasti ali ruski medvedek, metulj (*Euplagia quadripunctaria*) 82
- čudežni sadež 122
- Dakskobler, Igor 295
- daljnogled 268
- delfini 209, 344
- desničarstvo 428
- diferencirane celice 257
- digitalni model reliefa 355
- DNA-nanotehnologija 349
- DNA-vezavne domene iz cinkovih prstov 349
- Dolina metuljev na Rodosu (Koila Petaloudon) 82
- dosvetljevanje 377
- drobirski tokovi in gozdovi 404
- drobnovratnik 199
- duhovno zdravljenje 361
- durofagno zobovje 369
- ekologija 76
- ekologija celinskih voda 437
- ekvatorialno podnebje 416
- Elaphoidella millennii* Brancelj, 2009, vrsta ceponožcev 199
- Elaphoidella tarmani* Brancelj, 2009, vrsta ceponožcev 199
- električno omočenje (zajemanje energije) 24
- elektroencefalografija ((EEG) 303
- elektromagnetno valovanje 469
- elektronska mikroskopija 324
- encefalitis 55
- energija 224
- enogrbne kamele, dromedarji (*Camelus dromedarius*) 37
- enozmogljive (unipotentne) celice 257
- epidot – $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+}\text{Al})_3(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{O},\text{OH})_2$ 163
- epikras 199

- erlihija *Anaplasma phagocytophilum* 55
 estivacija (poletno mirovanje živali) 82
- fiksacija tkiv 324
 fizično zdravljenje 361
 fizika 24, 62, 117, 175, 224, 268, 309, 323, 365, 424, 469
 fiziologija 257
 fiziologija rastlin 446
 fiziološko uravnavanje telesne temperature 37
 fotosintetska učinkovitost 446
 freatično območje 199
 funkcijska magnetna resonanca (fMRI) 303
 funkcionalni krog 261
- Gabrijelčič, Tone 247
 galenit (PbS) 102
 geologija 150, 217
 geometrija 268
 geomorfometrija 355
 geotermalni vodonosnik 217
 gibanje 268
 gozd 404
 gozdarstvo 404
 gravitacijsko lečenje 365
 Gregori, Janez 7
 Grenlandija 16
 Gurdon, John B. 257
 gvanabana 122
 gvava 122
- habazit – $\text{CaAlSi}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 163
 halkopirit (CuFeS_2) 102
 Haroche, Serge 117
 heparin 247
 hidravlika 268
 Higgsov bozon 62
 Higgsov postopek 62
 Higgsovo polje 62
 hiporeično območje 199
 hitra kamera Casio Exilim 309
 hormonski motilci 395
 hrastov oblačni gozd 28
- hudourniška erozija in gozdovi 404
 humane erlihioze 111
- Ilirski list (Ilirische Blatt)* 225
 impetus 268
 indeks večsmerne vidnosti 355
 indijski slon (*Elephans maximus maximus*) 76
 Innerwelt 261
 insuficienca srčnih zaklopk 247
 Inštitut Clodomiro Picado (San Jose, Kostarika) 68
 ishemična bolezen srca 247
 izleganje na ukaz 278
 izrek o vzvodu 268
- Jamanaka, Šinja 257
 jamska biologija 199
 Jemen 37
 julijska orlica (*Aquilegia iulia* Nardi) 295
 Jupiter 138
- kakavovec 122
 kalcit (CaCO_3) 102
 kameleonov jezik 309
 kapilarna voda 199
 kardioplegija (operacija na mirujočem srcu) 247
 Kavčičeva nagrada 344
 Kavčičeva nagrada 349
 kemija 171
 Kiefer, F. 199
 kirurgija na odprtem srcu 247
 klinoklor – $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ 163
 klop (*Ixodes ricinus*) 261
 klopi 55, 111
 klopni meningoencefalitis 55
 klorit – $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}, \text{Li}, \text{Mn}, \text{Ni})_4\text{-(Si, Al, B)}_4\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$ 163
Kmetijske in rokodelske novice 225
 kmetijske rastline 446
 Kobilka, Brian K. 171
 komet Shoemaker-Levy 9 379
 konvergentna evolucija mangrov 155
- kostariška herpetofavna 68
 Košak, Miro 247
 Kras 225
 kraški vodonosniki 199
 kraterji na Luni 475
 kredne ribe 225
 kremen (SiO_2) 102
 krmsko-kongoška mrzlica 55, 111
 kritika učnih načrtov za biologijo 392
 krvne skupina ABO 247
 Kryštufek, Boris 295
 Kunaver, Pavel 7
 Kurillo, Jurij (fotograf) 227
 Kuzanski, Nikolaj 268
 kvantna mehanika 424
 kvantna optika 117
- laserska svetloba 175
 Lefkowitz, Robert J. 171
 Leonardo da Vinci 268
 Lescher – Moutoué, F. 199
 Leva, kamnolom 163
 Leva, kamnolom 102
 levičarstvo 428
 ležaji 268
 Luna 138, 475
 lymska borelioza 55
- magnetoencefalografija (MEG) 303
 makak 303, 209
 Makalu 7
 mangrove 155
 mangroviški ekosistem 155
 mangrovske rastline, prilagoditve 155
 Mars 41
 Martinčič, Andrej 295
 matematična kompetenca 209
 matematika 209, 268
 medicina 55, 111, 247, 257, 361, 395
 Medvladna skupina za preučevanje podnebnih sprememb (IPCC) 16
 medzrnski vodonosniki 199
 meningoencefaloradikulitis 55

- meritev 309
- Merkur 186
- mikrovalovi 175
- mineralogija 102, 163
- misija Planck 365
- mnogozmogljive (pluripotentne) celice 257
- mobilni telefoni 469
- mobilni telefoni 469
- model 309
- modra agama (*Pseudotrapelus sinaitus*) 37
- monokulturni nasadi kot grožnja okolju 122
- Morigenos – slovensko društvo za morske sesalce 344
- Morariopsis dumonti* Brancelj, 2000, vrsta ceponožcev 199
- Morariopsis scotenophila* (Kiefer, 1930), vrsta ceponožca 199
- motnje srčnega ritma 247
- možgani 209, 303
- Mukai, Hiromi 278
- Murska formacija 217
- muskovit – $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$ 163
- Myrmeleon yemenicus* (vrsta volkcev) 37
- nanotehnologija 349
- nantena (nanoantena) 24
- naprava za zunajtelesni obtok 247
- naravne nevarnosti in gozdovi 404
- naravoslovje 268
- naravoslovje v šoli 309, 392
- naravoslovna fotografija 86, 180, 377
- Nardi, Enio 295
- Natečaj naravoslovne fotografije za leto 2012 180
- natrolit – $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 163
- Natura 2000 295
- neozdravljivi vzroki neplodnosti 395
- neplodnost pri človeku 395
- neveljski mamut 462
- nevrobiologija 209, 303, 428
- nižinski tropski deževni gozd 416
- Nobelova nagrada za fiziko 2012 117
- Nobelova nagrada za fiziologijo in medicino 2012 257
- Nobelova nagrada za kemijo 2012 171
- noni 122
- Nophis teillardii* (vrsta volkcev) 37
- nosilci pomembnosti, Bedeutungsträgers 261
- nosilci znakov, Merkmalträgers 261
- notranjost vodikovega atoma 424
- oceanografija 16
- ocenjevanje količine 209
- ohranjanje biotske raznovrstnosti 458
- okolica, Umgebung 261
- okolje, Umwelt 261
- okoljska katastrofa 437
- operacija na utripajočem srcu 247
- operacija z zunajtelesnim krvnim obtokom 247
- oranžnovrata pipra (*Manacus aurantiacus*) 274
- ovijalke 416
- Palade, Georg Emil 324
- paleontologija 130, 225, 323, 369, 462, 452
- paramo, vegetacijski tip 28
- Parastenocaris, rod ceponožcev 199
- perkutano zdravljenje zapore venčnih arterij 247
- piezoelektrični pojav 24
- Pipán, T. 199
- Pipridae*, družina piper 274
- pirit (FeS_2) 102
- plagiozavridne dvoživke (Plagiosauridae) 369
- planeti zunaj Osončja 232
- Planinska jama 199
- Podbela 323
- podnebne spremembe 16
- Podobnik, Andrej 295
- podzemeljska postranica (*Niphargobates orophobata* Sket, 1981) 199
- pomožni vir svetlobe (fotografija) 377
- Pomurje 217
- porušitvena erozija in gozdovi 404
- poskus 268, 309
- posredovanje sporočil celicam 171
- postopek zunajtelesne oploditve 395
- poučevanje biologije na gimnazijah 392
- pouk naravoslovnih predmetov 309
- površinska erozija in gozdovi 404
- pozitronska emisijska tomografija (PET) 303
- prasevanje 365
- premostitvena operacija venčnih arterij 247
- presaditev matičnih celic 247
- presaditev srca 247
- preskrba z energijo 224
- prirastlike 416
- Pseudophilippia*, rod trilobitov 130
- ptiči Kostarike 317
- puščavska lisica, fenek (*Vulpes zerda*) 37
- računanje 209
- radiofrekvenčna identifikacija (RFID) 24
- raki peščinarji (*Bathynellaceae*) 199
- rast gladine oceanov (podnebne spremembe) 16
- Raziskovalec vesoljskega ozadja (COBE) 365
- raziskovanje 309
- Razpis tekmovanja iz znanja biologije za Proteusovo priznanje šolsko leto 2012/2013 46
- rdečeglava pipra (*Pipra mentalis*) 274
- reprogramiranje celic 257
- rikacije 55, 111
- rikacijske mrzlice 55, 111
- rikecioze 111
- Rimska cesta 92
- rjavi medved 458
- Rouch, R. 199
- Rubisco, encim 446
- rudni minerali 102

- sadje v Kostariki 122
 sapot 122
 Saturn 329
 Saturnove lune, nastanek 329
 Saturnovi obroči, nastanek 329
 Sebeok, Thomas 261
 senčenje reliefa 355
 sfalerit (ZnS) 102
 Shakespeare, William 361
 silikatni minerali 163
 silomer 268
 siva gos (*Anser anser*) 227
 Sket, Boris 199
 skinki (Scincidae) 37
 Skoberne, Peter 295
Skupaj obranjajmo življenje in bogastvo narave za prihodnje rodove – Sožitje. Instrument za predpristopno pomoč (Instrument for Pre-Accession Assistance, IPA) Slovenija-Hrvaška 2007-2013. Projekt 458
 slojevitost deževnega gozda 416
 slonja sirotišnica na Šrilanki (Pinnawela Elephant Orphanage) 76
 Slovenski projekt za delfine 344
 snežna erozija in gozdovi 404
 sončna energija s satelitov 175
 sončna svetloba (zajemanje energije) 24
 sonda Cassini 329
 sonda Curiosity (Radovednost) 41
 sožitje z medvedom 458
Speocyclops infernus (Kiefer, 1930), vrsta ceponožca 199
Speocyclops racovitzaei (Chappuis, 1923), vrsta ceponožca 199
 spodnjetrijsni vretenčarji v Sloveniji 369
 sporočilne molekule 171
 srčna kirurgija 247
 srčne zaklopke 247
 srčni spodbujevalnik 247
 srčno popuščanje 247
 srčno-žilne bolezni 247
 središče za vzgojo sledečih vrst morskih želv na Šrilanki (Sea Turtles Farm & Hatchery – Silver Green) 76
 srednjemiocenski ptič iz hrvaškega Radoboja 452
 spremembe površinske temperature uhlja ob uporabi mobilnega telefona 469
 spremljevalni minerali 102
 srednjeperski trilobit (Straža pri Bledu) 130
 stenice iz družine Cydnidae 278
 stilbit – $\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ 163
 Straža pri Bledu 85, 130
 streljanje češnjave kioščice 309
 strpno sobivanje 76
 subparamo, vegetacijski tip 28
 superparamo, vegetacijski tip 28
 Surina, Boštjan 295
 svatbeno vedenje piper 274
 Škocjanske jame 199
 Škofja Loka 369
 Šrilanka 76
 štetje 209
 številna kognicija 209
 Študentska odprava Kostarika 2012 28, 68, 122, 155, 274, 317, 416
 Talamanca, srednjeameriška gorska veriga 28
 taljenje ledenikov 16
 taljenje ledu 16
 tatarska žvižgavka (*Netta rufina*) 227
 tehnika 268
 tehnika DNA-origami 349
 tehniške risbe 268
 tematske karte 355
 temnospondili (Temnospondyli) 369
 teorija niš 416
 teorija o potovanju celin 150
 termalna voda 217
 termokonformisti (živali) 37
 termoregulatorji (živali) 37
 tetraedrit – $(\text{CuFe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ 102
 titanit (CaTiSiO_5) 102
 Tommasini, Muzio 295
 topografske karte 355
 transkranialna magnetna stimulacija (TMS) 303
 trenje 268
 triasna ostriga (*Alectryonia baidingeriana*) 323
 tresenje oziroma mehanični šum (zajemanje energije) 24
 Trkalnik elektronov in pozitronov (LEP) 62
 trnasta suličarka (*Bothrops asper*) 68
 tularemija 55, 111
 Tunizija 37
 turška lilija (*Lilium martagon*) 455
 učinkovitejše kmetijske rastline 446
 učinkovitost izrabe dušika 446
 učinkovitost izrabe vode 446
 učni načrt za biologijo 392
 Uexküll, von, Jakob Johann 261
 Uexküllov zakon živčno-mišičnega uravnavanja 261
 Umgebung, okolica 261
 umetna srčna zaklopka 247
 Umwelt, okolje 261
 vadozno območje 199
 valovna funkcija 424
 Valvasor, J. W. 199
 varovalna vloga gozdov 404
 varovalni gozdovi 404
 vedenjsko uravnavanje telesne temperature 37
 Velika Pasica, jama 199
 velika pliskavka (*Tursiops truncatus*) 344
 Velikonja, Elvica: *Rastejo pri nas: rastline Trnovskega gozda* 231
 venski presadek 247
 Verovnik, Rudi, Franc Rebeušek, Matjaž Jež, 2012: *Atlas dnevnih metuljev* (Lepidoptera: Rhopalocera) Slovenije 468
 vesoljsko mikrovalovno ozadje 365

- vibracijski signali pri stenici
Adomerus rotundus 278
- virus krmsko-kongoške mrzlice 55, 111
- visoke vode in gozdovi 404
- voda na Merkurju 186
- voda v Jupitrovem ozračju 379
- vodna favna 199
- vodni organizmi 199
- vodonosniki 199
- volčki (žuželke) 37
- vpliv okolja na reproduktivno zdravje moškega 395
- vpliv okolja na reproduktivno zdravje ženske 395
- vplivi okolja na neplodnost 395
- vzroki neplodnosti pri moških 395
- vzroki neplodnosti pri ženski 395
- vzroki za neplodnost 395
- Weber, Andreas 261
- Wegener, Alfred 150
- Wilkinsonova sonda za mikrovalovno anizotropijo (WMAP) 365
- Wineland, David 117
- Wraber, Tone 7, 295
- z G-proteini sklopljeni receptorji 171
- zajedavec *Babesia* spp. 55
- zajemanje energije 24
- Zalokar, Marko 132
- zaščitna vloga gozdov 404
- Zbiljsko jezero 227
- zdravnikova beseda 361
- zemeljski plazovi 404
- zeoliti (minerali) 163
- zgodovina naravoslovja 261
- zgodovina slovenske paleontologije 225
- zgornjemiocenski peski 217
- znotrajcelične strukture 324
- zobata kolesa 268
- zoologija 37, 82, 278, 344
- zožitev srčnih zaklopk 247
- zrcalni nevroni 303
- zvezdne kopice 92
- Žiri 369

Proteus

Izhaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno 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 Zupančič Slavc

Lektor: doc. dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Salamon

Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan

Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Ljiljana Kajfež – Bogataj

† prof. dr. Miroslav Kalíšnik

prof. dr. Tamara Lab – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

† prof. dr. Tone Wraber

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2013.

Vse pravice pridržane.

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

Aralsko jezero – simbol okoljske katastrofe

Mihael J. Toman



Aralsko jezero, do leta 1978 četrto največje jezero na Zemlji s površino 68.000 kvadratnih kilometrov, leži v osrednji Aziji. Beseda *aral* v kazaškem jeziku pomeni otok, otok vode v veliki osrednjeazijski puščavi. Današnji ostanki nekdanjega mogočnega jezera so v dveh državah, Kazahstanu in Uzbekistanu, nekdanjih republikah Sovjetske zveze. Ekološke raziskave so pokazale, da je bilo jezero v ravnotežju do leta 1960. Limnološko gledano je bilo jezero zmerno slano celinsko vodno telo s povprečno slanostjo od 10,2 do 10,3 grama na liter. V drugi polovici dvajsetega stoletja je gladina vode začela upadati zaradi preusmeritev rečnih tokov na bombažna polja. Hitro je naraščala slanost, zmanjševala se je biotska pestrost in le manjši del prvotne domorodne flore in favne je preživel.

Nekoč je bila to obala mogočnega Aralskega jezera.

Foto: Mihael J. Toman.

Zgodovina sprememb

V jezero so pritekale vode iz Pamirskega gorovja, največja pritoka sta reki Amu Darja na jugu in Sir Darja na severu (*darja* v perzijskem jeziku pomeni reka). Leta 1960 so se Sovjeti odločili spremeniti tok rek, predvsem velike Amu Darje. Vode so namesto v jezero otekale na obsežna bombažna polja, velika kar 6,3 milijona hektarjev. Ta politična odločitev je bila smrtna obsodba za jezero in z njim povezana ljudstva, ki so svojo bogato kulturo in življenje gradila na pristnem odnosu do jezera. Naravna surovina za tekstilne izdelke – bombaž – je bila po mnenju vodilnih politikov stokrat donosnejša od jezerskega ribištva. Še posebej, ker



Ostanki ladij v nekdanjem pristanišču Aralsk. Foto: Mihael J. Toman.

je bila to tudi surovina za vojaške uniforme in celo za strelivo.

Vendar je bilo ribištvo za krajevne prebivalce izjemnega pomena, dajalo je kruh 60.000 zaposlenim v ribiškopredelovalni industriji. Ulov rib je znašal velikih 60.000 ton na leto. Prvi znaki začetka okoljske katastrofe so se pokazali v začetku osemdesetih let, ko se je jezero zmanjšalo na tretjino prvotne velikosti, suho jezersko dno pa je postalo slana puščava. Jezero se je ločilo v dve kotanji, severno in južno, ki ju je delil otok Kokaral. Kotanji sta bili povezani z naravnim »kanalom« Auzykokaral, globokim od dva do trinajst metrov. Plitvejši del se je osušil že leta 1968, globlji leta 1989. Tega leta je jezero ohranilo le še šestdeset odstotkov površine in triintrideset odstotkov prostornine, slanost pa je dosegla vrednost 30 gramov na liter. Vrstno in habitatno pester otok Barsekelmes je ostal v puščavi in sam postal del nje. Pitne vode ni bilo več in otok je v nekaj letih postal grob za številne živali

in rastline, posebej velike sesalce in ptice. Izumrla sta divji osel – kulan – in azijska antilopa – sajga. Le nekaj primerkov kulana so uspeli preseliti na druga območja Kazahstana. Kako številčne so bile populacije teh živali, pričajo odkriti zapisi o veseljačenju pripadnikov oblasti na otoku in divjem lovu divjadi tudi s helikopterji.

Jezero je umiralo daleč od svetovne javnosti in le redki so za to vedeli. Med njimi je bil najbolj zavzet prof. Nikolaj Aladin, raziskovalec na Zoološkem inštitutu Ruske akademije znanosti iz St. Peterburga (nekdanjega Leningrada). Leta 1978 je prvič prišel v mesto Aralsk, najpomembnejše pristanišče ob jezeru, da bi se potapljal in lovil ribe. Našel pa je izsušeno dno pristanišča, opuščene tovarne za predelavo rib, apatične prebivalce in jezersko obalo, oddaljeno trideset kilometrov. Šokiran nad neobveščenostjo v tedanji Sovjetski zvezi je vzel nekaj vzorcev vode in ugotovil, da se je slanost povečala za dvakrat nad tisto, ki jo je kot doktorski študent po-



Izsušeno dno Aralskega jezera. Foto: Mihael J. Toman.

znal. Nabral je še nekaj vodnih vzorcev in tako se je začelo njegovo raziskovanje izginjajočega Aralskega jezera. Aladin ni dobil nobenih sredstev za raziskave. Kljub temu je na nekaterih kongresih domačim in tujim kolegom omenjal, kaj se dogaja z jezerom: da umira ribištvo, da se jezerski ekosistem zasoljuje, da izginjajo ribje vrste in da se celotna združba v jezeru in človeška družba ob njem drastično spreminjata. Svojih izsledkov ni smel objavljati, prvi zapisi so se pojavili v svetovni javnosti šele po znameniti politiki predsednika Gorbačova, imenovani glasnost. Aral je počasi postajal simbol katastrofičnega okoljskega posega in velike pohotnosti po zaslužku.

Po razpadu Sovjetske zveze se je informacija o Aralu pričela hitro širiti. Na tem območju sta nastali dve samostojni državi Kazahstan in Uzbekistan, ki sta podedovali ostanke jezera. Današnja meja med državama poteka po delu jezera, imenovanem Veliki Aral. Amu Darja pa ne priteka več v jezero, am-

pak namaka bombažna polja, ki so danes pomemben del gospodarstva Uzbekistana. Skupno reševanje okoljske problematike je prav zato še bolj zapleteno in ne preveč optimistično. Potrjuje se spoznanje, da voda postaja vse bolj strateška surovina, marsikje mnogo bolj kot nafta, in da bodo spori med državami vse bolj tudi vodno obarvani.

Ker se je slabšalo ekološko stanje v Malem Aralu, ostanku jezera na severu v državi Kazahstan, so krajevne oblasti prepoznale nevarnosti nadaljnjega zmanjševanja vodostaja, povečevanja slanosti in slabšanja okoljskih razmer. Odločili so se za gradnjo zemeljskega nasipa, ki bi preprečil otekanje vode iz Malega Arala v Veliki Aral. Prvi zemeljski nasip, zgrajen iz peska in trstičja avgusta leta 1992, je bil zelo nestabilen, ni bilo niti možnosti odvajanja visokih vod, ki jih je vsako leto s pomladnimi poplavam prinašala Sir Darja. Čeprav je dele nasipa voda večkrat podrla, se je vodostaj v Malem Aralu zvišal za en meter, kar je pome-



Raziskovalna ladja Otto Schmidt rjavi na suhem jezerskem dnu. Foto: Mibael J. Toman.

nilo veliko večjo vodno površino. Nasip so dograjevali tudi z mednarodno pomočjo, imenovano Aral Sea Fund, in do leta 1999 zgradili pregrado, dolgo trinajst metrov in visoko štiri metre. Gladina vode se je povečala za več kot tri metre in upanje za ribiše se je vrnilo. Toda aprila istega leta so velike pomladne vode Sir Darje pregrado porušile in katastrofa je zahtevala tudi dve življenji. Kljub temu je bila ideja o gradnji pregrade dobra, saj se je v kratkem času obstoja pregrade zmanjšala slanost na 20 gramov na liter, povišala gladina vode, nekateri izsušeni zalivi so spet dobili vodo, izboljšala vrstna pestrost in postopoma oživilo ribištvo. Tudi ekosistem delte Sir Darje se je deloma revitaliziral in nevarnost, da bi reka napajala le Veliki Aral, je bila začasno odpravljena. Ugotovili pa so tudi dva negativna vpliva te pregrade: povečevanje slanosti vode v Velikem Aralu in nižanje njegove gladine. Konec devetdesetih let sta rekonstrukcijo pregrade in pripadajočega jezua z zapornica-

mi potrdili vladi Kazahstana in Uzbekistana. Leta 2003 sta Svetovna banka in vlada v Kazahstanu namenili 85 milijonov ameriških dolarjev za financiranje projekta izgradnje zanesljivih nasipov in jezua z zapornicami za odvajanje odvečnih vod. Velik delež, 28 milijonov dolarjev, je dodala še vlada Kuvajta. Zgradili so vodni kompleks, imenovan Ak-Lak, v spodnjem toku Sir Darje približno 15 kilometrov od izliva reke v Mali Aral. Vključili so še druge ukrepe za stabilizacijo struge reke in s tem izboljšali pretok. Izlivni del novega jezua so zaprli avgusta leta 2005 in gladina malega Arala je dosegla pričakovano višino (dva metra nad dolgoletnim minimumom) do marca leta 2006. Ekološko stanje se je pričelo izboljševati, zato se je oživilo ribištvo v Malem Aralu.

Raziskovalna odprava na Aralsko jezero

Leta 2011 je prof. Nikolaj Aladin po nekaj letih ponovno organiziral odpravo na Aralsko jezero in povabil raziskovalce različnih



Posušene ribe iz ostankov jezera prinašajo nekaj zaslužka krajevnim prebivalcem. Foto: Mihael J. Toman.

področij. Glavni cilj je bil oceniti uspešnost projekta izgradnje velikega nasipa Kok-Aral za ohranjanje vode v jezeru, ovrednotiti ekološko stanje in ugotoviti izboljšanje ekoloških razmer v Malem Aralskem jezeru, ki se je ločilo od Velikega (južnega) Arala leta 1989. Odprave so se poleg avtorja članka, ki je bil zadolžen za limnološka vprašanja, udeležili še dr. Igor Plotnikov, planktolog z Zoološkega inštituta Ruske akademije znanosti iz Sankt Peterburga, dva geografa z Univerze v Michiganu in geografinja z Univerze v Uppsali, ameriški in švicarski okoljski novinar, francoski amaterski raziskovalec Arala in snemalec Ivan Aladin. Za nekaj dni so se pridružili še predstavniki Mednarodnega sklada za Aralsko jezero (IFAS), regionalne Srednjeazijske ustanove, ki nadzira ukrepe za izboljšanje stanja Aralskega jezera in prispevnega območja. Pri logističnem delu odprave so sodelovali nekateri domačini, zaposleni v krajevnih naravovarstvenih organizacijah in na Inštitutu za ribištvo.

Prvi del terenskega dela smo začeli septembra. Zavod *Ohranimo Barsekelmes*, s sedežem v Aralsku, je zagotovil logistično podporo in direktorica Zavreš Alimbetova se je pridružila odpravi. Obiskali smo nasip Kok – Aral in jez, delto Sir Darje, bližnjo vas Karateren in nedavno zaključeni vodni kompleks Ak-Lak severno od vasi. Vodni kompleks na Sir Darji je namenjen regulaciji pretoka in preusmerja del vode v bližnja jezera z namenom ohranjanja primerne nivoja vode in ekoloških razmer. Pot smo nadaljevali na nekdanji otok Barsekelmes, ki leži danes daleč v puščavi suhega dna Aralskega jezera. Kljub popolnemu biološkemu osiromašenju so ga razglasili za naravni rezervat. Za nasipom Kok-Aral in v spodnjem toku Sir Darje smo izmeril slanost vodnega okolja, električno prevodnost vode, temperaturo in raztopljeni kisik v vodi. Slanost v jezeru nad zajezbo je bila višja od pričakovane, verjetno zaradi manjšega pretoka vode v Sir Darji. Velika nasičenost vode s kisikom



Veseljje krajevnega ribiča z ujetim somom. Foto: Mihael J. Toman.

čez dan je bila posledica intenzivne razrasti ukoreninjenih makrofitov (višjih vodnih rastlin) v plitvinah in prvi znak napredujoče eutrofikacije (cvetenja jezera) zaradi povečanega vnosa hranilnih dušikovih in fosforjevih snovi iz prispevnega kmetijskega območja Sir Darje. Hranila se v usedlinah plitvega jezera kopičijo, kar vzbuja skrb za prihodnost ekosistema. Zato bo v prihodnje treba skrbno spremljati ekološko stanje in vzpostaviti stalno spremljanje vsebnosti hranil, ki jih prinaša Sir Darja.

V teh vodah smo opazili veliko majhnih družinskih ribiških čolnov. Ameriški novinar Chris Pala, ki piše o Aralu za revije *Science*, *The Wall Street Journal* in druge, se je pogovarjal s krajevnimi ribiči, ki so potrdili, da je ribolov zadnje čase veliko boljši. To je zagotovo povezano s hranljivostjo jezera, povečano planktonsko združbo, kar je potrdil tudi dr. Plotnikov, ki je analiziral planktonske vzorce. Noč smo preživel pri prijaznih gostiteljih v vasi Karateren, ki se

je po izgradnji kompleksa Ak-Lak začela gospodarsko razvijati zaradi obnavljanja ribiške industrije. Ulov rib je bistveno povečal prihodke domačinov.

Potovanje na nekdanji otok Barsekelmes čez izsušeno dno Aralskega jezera je bilo zaradi visokih temperatur izjemno naporno. Otok se sedaj dviga kot enolična izsušena planota nad neplodno slano puščavo. Rastlinstvo in živalstvo nekdanjega rajskega, biotsko pestrega otoka sta utrpeli največje upostošenje. Otok je deloma porasel s slanooljubnim travščem in posameznimi grmi rodu *Haloxylon* (rusko saksaul). Kulan (divji azijski osel), azijska antilopa sajga in nekatere redke ptice so ostale le še na obledelem velikem panoju ob ostankih in ruševinah raziskovalne postaje na otoku. Družbo jim delajo zarjaveli kmetijski stroji in v puščavski pesek napol zakopani traktorji. Nedaleč stran so še ruševine meteorološke postaje in spomenik raziskovalcu Butakovu.



Puščavsko raste na suhem dnu Aralskega jezera. Foto: Mibael J. Toman.

V drugem delu odprave se nam je pridružil ihtiolog in direktor Inštituta za ribištvo Zaulkan Ermakanov. Najprej smo obiskali vasico Tastubek, ki leži na severni obali Malega Arala. To naselje je postalo najpomembnejše ribiško središče ob Malem Aralu. Ulovljene ribe pošiljajo v obnovljeno tovarno za predelavo rib v Aralsk. Za lov uporabljajo majhne, štiri do šest metrov dolge čolne, večinoma na motorni pogon. Svoje mreže postavljajo v poznopopoludanskih urah in jih pobirajo zgodaj zjutraj. Spremljali smo jih pri njihovem delu in ocenjevali nočni ulov. V mrežah so bile različne vrste rib, najpogostejše krap (*Cyprinus carpio* L.), krajevno imenovan sazan in zelo cenjen pri domačinih, som (*Silurus glanis* L), ščuka (*Esox lucius* L.), bolen (*Aspius aspius* L. oziroma *Leuciscus aspius*), ploščič (*Abramis brama* L.), aralska podvrsta rdečeočke (*Rutilus rutilus aralensis* L.) in zelo dragoceni smuč (*Lucioperca lucioperca* L.), znan pod imenom sudak.

Inštitut za ribištvo s pripadajočimi inšpekcijskimi službami pozorno spremlja ribiško dejavnost zaradi varovanja vrst pred čezmernim izlovom ter hkrati zbira podatke o ribjih vrstah, ki naseljujejo ostanek Aralskega jezera. Trenutno ocenjujejo biomaso rib v Malem Aralu na 18.000 ton na leto. Zakoniti ulov znaša 4.500 ton, ocenjeni nezakoniti ulov pa dodatnih 1.500 ton, kar je približno ena tretjina ocenjene biomase. Mnogi raziskovalci tej oceni ulova ne verjamejo in se sklicuje na revijo *Christian Science Monitor* iz oktobra leta 2011, ki poroča o Malem Aralu in navaja ulov 10.000 ton na leto. Naslednje jutro smo se odpravili v zaliv Butakov, kjer smo merili okoljske parametre in vzorčili plankton. Tudi bližnja vas Akespe se razvija. V bližini so obnovili vroč arteški izvir s temperaturo vode več kot 50 stopinj. Voda odteka v manjšo kotanjo in se izgublja v slanem dnu nekdanjega jezera. V vasi smo se srečali z osemdeset let starim ribičem, ki je obujal spomine na zlate čase ribištva v



Nekoč je bil otok Barsekelmes biotsko zelo pester. Foto: Mihael J. Toman.

kot ocean velikem Aralskem jezeru.

Več let je po Aralskem jezeru plula raziskovalna ladja Otto Schmidt. Aladin se je udeležil 25 ekspedicij in je najbolj zaslužen za številne biološke in kemijske podatke, ki so jih pridobili raziskovalci. Ladja je dobila ime po ruskem raziskovalcu Arktike. Danes ta raziskovalna ladja s še vedno vidnim napisom leži kot nema priča na slanjem dnu nekdanjega jezera v zalivu Čebas, ki je bil v preteklosti južni del velikega Aralskega jezera. Tu je bilo zadnje vojaško pristanišče, ki so ga uporabljali za oskrbo močno varovanega kompleksa za biološko orožje na otoku Vozroždenje (slovensko vstajenje). Ko se je gladina vode v jezeru znižala, ladje niso mogle več oskrbovati otoka iz pristanišča Aralsk. Od vojaškega pristanišča pa ni ostalo skoraj ničesar, razen nekaj betonskih ruševin in ostankov ladij, ki jih niso razrezali za staro železo. Od tod so odplule zadnje vojaške ladje, ki so na krovu prevažale tudi smrtonosni antraks, v časih hladne vojne

najbolj občudovano biološko orožje. Usoda omenjenih kontejnerjev z antraksom, ki so bili na svoji zadnji poti na otok, je vsaj javnosti neznana. Grozljivo.

Ogledali smo si tudi nekaj večinoma nedotaknjenih ladij, ki so obtičale ob zahodni obali suhega zaliva, med njimi je bila zapuščena vojaška ladja s številko 99. Zaulkan Ermakanov, direktor Inštituta za ribištvo, nas je vodil po suhem slanjem blatu do ostankov vode v zalivu, kjer smo izmerili slanost 85 gramov na liter, kar je bilo precej manj od pričakovane. Razlog je verjetno v večjem pritoku zalednih celinskih vod iz okoliških hribov, ki imajo nizko slanost, in v dotoku sveže vode iz Malega Arala v Veliki Aral preko zaježitve Kok–Aral.

Noč smo preživeli v vasi Kulandy in naslednje jutro odšli proti jugu do naravnega kanala, ki povezuje zahodni in vzhodni del Velikega Arala. Izmerjena slanost je bila po pričakovanjih visoka, 110 gramov na liter. Na dan našega obiska v naravnem kanalu

nismo zaznali toka vode, kar je pomenilo, da sta gladini vode vzhodnega in zahodnega dela Velikega Arala enako visoki. V vodi smo opazili veliko rakcev rodu *Artemia*, na obali so se nalagala njihova jajčeca. Z njimi se hranijo jate flamingov in manjše obalne ptice. Ker je slanost Velikega Arala visoka in je to primerno življenjsko okolje za solinske rakce, so pripravili pilotne projekte o donosni pridelavi jajčec teh morskih rakcev. Odgovor je bil negativen.

Vrnili smo se v Aralsk in z vlakom odpovali mimo vesoljskega izstrelišča Bajkonur do univerzitetnega mesta Kyzyl-Orda. Izvršni odbor Mednarodnega sklada za reševanje Aralskega jezera (IFAS) in njegova podružnica v Kyzyl-Ordi, raziskovalni center Ruske akademije znanosti iz Sankt Peterburga, oblast mesta Kyzyl-Orda in Državna univerza Korkyt-Ata Kyzyl-Orda so organizirali konferenco z naslovom *Severno Aralsko jezero – 20 let na poti oživitve*.

Člani odprave smo predstavili svoje ugotovitve, poudarili glavne ekološke probleme in pripravili resolucijo. Opozorili smo na povečevanje antropogenih vplivov na naravno okolje v Aralski regiji na območju Aralskega jezera in pripravljenost svetovne akademske skupnosti, da opozarja na edinstvene procese, ki se dogajajo na Aralskem jezeru in Aralski regiji. Rezultati odprave bodo primerna podlaga za nadaljnje sodelovanje Mednarodnega sklada za reševanje Arala, Ruske akademije znanosti, Državne

univerze Kyzyl-orda in naravnega rezervata Barsekelmes. Člani odprave smo menili, da je evtrofna zmogljivost Sir Darje in prispevnega območja zelo velika in da je zaradi tega dejstva treba ustanoviti mednarodni znanstveni center za spremljanje ekološkega stanja Aralskega jezera v okviru programa Ministrstva za varstvo okolja *Zhasyl damu* in vzpostaviti stalno spremljanje v celotnem prispevnem ekosistemu.

Sklepna misel

Primer Aralskega jezera jasno kaže, da je človek lahko največji uničevalec narave. Sla po zaslužku na račun izkoriščanja naravnih virov zamegli strokovne, predvsem pa politične odločitve. Razvoj tehnike omogoča nasilje nad naravo in človek se vse bolj zaveda, kaj vse zmore spremeniti v okolju, in vse manj čuti, česa ne sme narediti v naravi. Antropocentričnost je na žalost mantra današnje družbe, etičnega odnosa do živega pa že dolgo ni več.

Literatura:

- Aladin, N., Plotnikov I., 2012: *Restoration of the Northern Aral Sea with the help of Kokaral dike*. Int. Conf. Of Urmia lake, West Azarbayjan, Urmia University. 6 str.
Micklin, P., Aladin, N., Toman, M. J., 2012: *Poročilo o odpravi na severni del Aralskega jezera*. http://www.zin.ru/labs/brackish/pdfs_external.html



Avtor članka (desno) s prof. Aladinom, dolgoletnim raziskovalcem in borcem za Aralsko jezero.

Dr. Mihael J. Toman je redni profesor za ekologijo in varstvo celinskih voda na Biotehniški fakulteti. Njegovo področje raziskav so onesnaževanje rečnih in jezerskih ekosistemov, makroinvertebratske združbe v vodotokih, čiščenje odpadnih voda in ekotoksikološke raziskave. Zadnja leta se posveča raziskavam kroženja živega srebra v vodnih ekosistemi in vplivu na življenjske združbe. Bil je dekan Biotehniške fakultete, trenutno je njen prodekan.

Učinkovitejša kmetijske rastline za prihodnost

Dominik Vodnik

Že danes vsak sedmi prebivalec Zemlje težko prihaja do hrane ali pa trpi njeno pomanjkanje. Do sredine stoletja, ko pričakujemo, da bo na svetu živelo že devet milijard ljudi, bi za preprečitev lakote potrebovali petdeset odstotkov več hrane. Pred kmetijstvom je velik izziv, kako pridelati dovolj in pri tem omejiti negativne učinke kmetijske proizvodnje na okolje. Pri reševanju tega izziva so potrebne kompleksne rešitve, del teh pa so lahko tudi kmetijske rastline, ki tudi v spremenjenem okolju, to je ob neugodnem delovanju dejavnikov okolja, dajejo dobre pridelke. Glavne tarčne lastnosti, na katerih temelji selekcija kmetijskih rastlin, so povezane z učinkovitostjo rastlin pri izkoriščanju virov za rast. V zadnjem času potekajo na nekaterih globalno pomembnih poljščinah intenzivne raziskave, s pomočjo katerih poskušajo s korenitejšimi posegi v presnovne poti izboljšati fotosintetsko učinkovitost, učinkovitost izrabe vode in učinkovitost izrabe dušika. Takšne so raziskave omejevanja svetlobnega dihanja ali pa poskusi vzpostavljanja C_4 -tipa fotosinteze pri C_3 -rastlinah, na primer pri pšenici in rižu.

Okrajšave: RuBP = ribuloze-1,5-bisfosfat; Y_p = potencialni pridelek; ϵ_i = učinkovitost prestrežanja svetlobnega sevanja; ϵ_c = učinkovitost pretvorbe prestrežene svetlobe v biomaso; η = žetveni indeks, Rubisko = RuBP karboksilaza/oksigenaza, PEP = fosfoenol piruvat, PEPC = fosfoenol piruvat karboksilaza, MDH = malat dehidrogenaza, NADP-ME = NADP-malatni encim, PPDK = ortofosfat dikinaza

Uvod

Od sredine petdesetih let prejšnjega stoletja so se pridelki poljščin zaradi zlahtnjevanja, uporabe mineralnih gnojil in izboljšave kmetijskih tehnologij skokovito povečali.

Potencialni pridelek neke poljščine (Y_p) je pridelek na enoto površine, ki ga dosežemo v optimalnih rastnih razmerah brez prisotnosti plevelov, škodljivcev in bolezni. V fiziološkem smislu lahko Y_p opredelimo kot produkt razpoložljive energije svetlobe in genetsko določenih lastnosti poljščine: učinkovitosti prestrežanja svetlobnega sevanja (ϵ_i), učinkovitosti pretvorbe prestrežene svetlobe v biomaso (ϵ_c) ter deleža biomase, ki ga predstavlja pridelek, najpogostejše zrnje. Ta delež imenujemo žetveni indeks (η).

Potencialni pridelek lahko izračunamo po enačbi:

$$Y_p = \eta \cdot P_n,$$

pri čemer je η žetveni indeks, P_n pa primarna proizvodnja:

$$P_n = (S_t \cdot \epsilon_i \cdot \epsilon_c) / k,$$

kjer je S_t letni integral vpadne svetlobe, k pa energetska vrednost rastlinske biomase.

Analize potencialnih pridelkov glavnih poljščin pa kažejo, da njihovega nadaljnjega povečevanja ne bo mogoče doseči s povečanimi vnosi hranil in kemičnih sredstev oziroma s spremembami kmetijske prakse. Z zlahtnjenjem rastlin smo učinkovitost prestrežanja svetlobe in žetveni indeks privedli do njihovih teoretičnih maksimumov. Nadaljnje povečanje pridelka bi bilo možno na račun ϵ_c ,

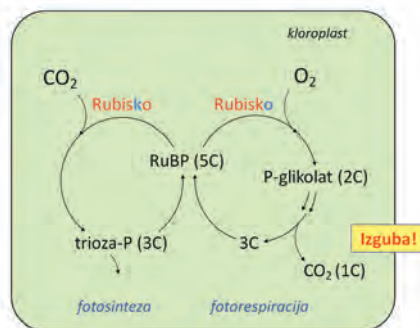
ki pa je odvisen od procesov fotosinteze in dihanja. Tako se zdi, da glavni potencial za povečanje pridelka pomeni povečanje fotosintezne učinkovitosti.

K temu sklepu navajajo tudi novejša analiza rezultatov raziskav učinkov povečanih koncentracij ogljikovega dioksida na rastline, v katerih lahko - ob tem drugi viri za rast rastlini niso bili omejeni - povečanje pridelka povežemo z večjo fotosintezo. Povečane koncentracije ogljikovega dioksida prispevajo k povečanju fotosinteze zaradi: 1) pospešene karboksilacije ribuloze-1,5-bisfosfata (vezave ogljikovega dioksida na RuBP s pomočjo encima Rubisko) in 2) zaradi zmanjšanja svetlobnega dihanja - fotorespiracije. S fotorespiracijo se iz fotosinteze izgublja znaten delež fotosintatov, zato bi z njenim zmanjšanjem lahko bistveno povečali ϵ_c ter s tem pridelek.

Rubisko in fotorespiracija

Vzrok za pojav fotorespiracije je nespecifičnost encima Rubisko, osrednjega fotosinteznega encima, ki lahko poleg reakcije karboksilacije RuBP katalizira tudi oksigenacijo istega substrata (slika 1). Pri tem iz RuBP nastaja ena molekula 3-fosfoglicerata, ki se lahko normalno vključi v redukcijo v Calvinovem ciklu, in ena molekula 2-fosfoglikolata, ki pa je za neposredno vključevanje v fotosintetsko asimilacijo ogljika neuporabna. Fosfoglikolat se presnavlja v reakcijah, ki jih imenujemo C_2 -oksidativni fotosintezni ogljikov cikel, in potekajo v kloroplastu, peroksisomu in mitohondriju. Z njihovo pomočjo se v ogljikove reakcije fotosinteze vrača tri četrtine ogljika, ki bi bil sicer za fotosintezno asimilacijo izgubljen.

Razmerje med fotosintezo in fotorespiracijo je *in vivo* odvisno od treh dejavnikov:

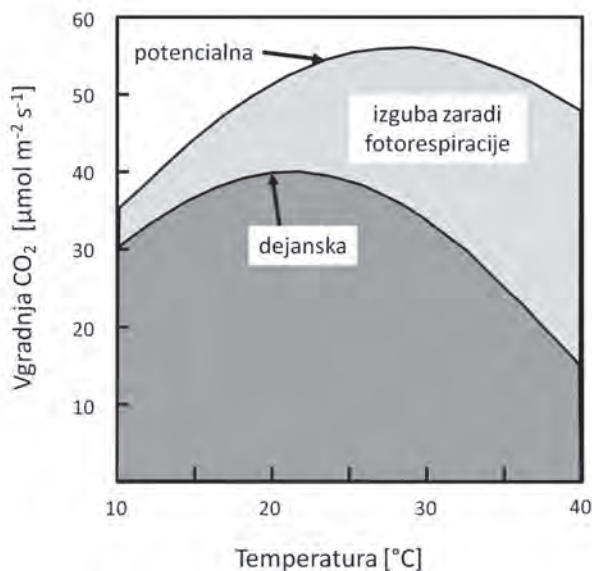


Slika 1: Fotorespiracija. Levi del presnovne sheme predstavlja Calvinov cikel, v katerem Rubisko deluje kot karboksilaza. Desni del presnovne sheme je fotorespiratorna pot, ki je posledica dejstva, da Rubisko katalizira oksigenacijo ribuloze-bisfosfata.

- 1) kinetičnih lastnosti encima Rubisko,
- 2) koncentracije ogljikovega dioksida in O_2
- in od 3) temperature.

Ob višji temperaturi je kisik v primerjavi z ogljikovim dioksidom v vodnem mediju bolj topen in difuzibilen, spremenijo pa se tudi kinetične lastnosti encima Rubisko, in sicer v korist vezavi kisika (oksidaciji). Posledično predstavlja v toplejših razmerah svetlobno dihanje pomembnejši delež v asimilaciji ogljika (slika 2).

To dejstvo moramo upoštevati, ko razmišljamo, kako bodo rastline delovale v prihodnjih okoljskih razmerah. Če že izdvojimo proces svetlobnega dihanja, imajo nanj globalne podnebne razmere večplasten vpliv. S povečevanjem koncentracije ogljikovega dioksida v ozračju prihaja do zmanjševanja deleža oksigenacije RuBP, vendar fotorespiracijo po drugi strani spodbuja segrevanje ozračja. Upoštevati pa je treba, da bodo v bodočih razmerah rastline slabše preskrbljene z vodo in izpostavljene večjim koncentracijam ogljikovega dioksida.



Slika 2: Fotorespiracija zmanjšuje učinkovitost fotosinteze

(prirejeno po Long in sod. 2006).

cijam ozona, kar lahko pomembno vpliva na njihovo ogljikovo bilanco.

Kako povečati učinkovitost fotosinteze?

Nespecifičnost in slabe katalitične lastnosti Rubiska so razlog, da vsebujejo rastline v zelenih tkivih precejšnje koncentracije tega encima, s čimer dosežejo primerno fotosintetsko kapaciteto. V listih lahko tako Rubisko predstavlja od 15 do 30 odstotkov skupnega dušika in je količinsko najbolj zastopana beljakovina na Zemlji. Pokazalo pa se je, da z dodatnim povečanjem njegove koncentracije ne moremo izboljšati fotosinteze in povečati pridelka. Rešitev zadreg s fotorespiracijo in povečanje učinkovitosti fotosinteze bi bilo mogoče doseči z izboljšanjem delovanja encima Rubisko, to je z izboljšanjem njegovih kinetičnih lastnosti - katalitična hitrost Rubiska v primerjavi z nekaterimi drugimi encimi ni prav dobra - in s povečanjem njegove specifičnosti za ogljikov dioksid. Primerjava oblik Rubiska iz različnih rastlinskih vrst pa je pokazala, da imajo oblike z večjo specifičnostjo za ogljikov dioksid slabše kinetične lastnosti. To je verjetno tudi vzrok, da dosedanje

raziskave na tem področju niso pripeljale do želenega cilja, bistvenega povečanja fotosinteze. Ugodnejši rezultat je bil dosežen s transgenimi C₃-rastlinami, v katerih so povečali vsebnost nekaterih drugih encimov Calvinovega cikla (na primer sedoheptuloze-1:7-bifosfataza) ali proteinov, ki so udeleženi pri prenosu elektrona v tilakoidni membrani (citokorom c6). Te spremembe pospešujejo regeneracijo RuBP, ki sicer tudi omejuje hitrost asimilacije ogljikovega dioksida. V nadaljnjih raziskavah bo treba oceniti, v kolikšni meri se lahko opaženi učinki preslikajo v povečanje pridelka.

V sedanjih razmerah so fotorespiracijske izgube ogljika uspešno omejene pri rastlinah s C₄-tipom fotosintetske presnove. V gosto ožiljenih listih C₄-rastlin lahko ločimo dva tipa celic asimilacijskega parenhima: celice mezofila in celice žilnega ovoja (Kranz anatomija). Ogljikov dioksid, ki vstopa v mezofilne celice, veže na organsko molekulo (fosfoenol piruvat, PEP) encim fosfoenol piruvat karboksilaza (PEPC). Gre za encim, ki ima do ogljikovega dioksida afiniteto, ki je večja od tiste, ki jo poznamo za Rubi-

sko. Nastane kislina s štirimi ogljikovimi atomi (malat ali aspartat), ki prek plazmodezem, ki povezujejo oba tipa celic, prehaja iz mezofila v celice žilnega ovoja. Tu se dekarboksilira, sproščeni ogljikov dioksid pa vstopa v običajni Calvinov cikel. Preostanek, piruvat, se vrača v celico mezofila, kjer se ob porabi ATP regenerira v PEP (slika 3). Mezofilna celica predstavlja v primeru C_4 -rastlin mesto, kamor je umeščena »črpalka« za kopičenje ogljikovega dioksida. Njeno učinkovitost lahko izrazimo z dejstvom, da je v celici žilnega ovoja dosežena koncentracija, ki je lahko desetkrat večja od koncentracije ogljikovega dioksida, ki jo imamo na mestu, kjer deluje Rubisko pri C_3 -rastlinah. Posledica tega kopičenja je velika fotosintezna aktivnost pri majhnih koncentracijah ogljikovega dioksida v ozračju, ki jo lahko delno pripišemo tudi odsotnosti svetlobnega dihanja. Fotorespiracija oziroma oksigenacij-

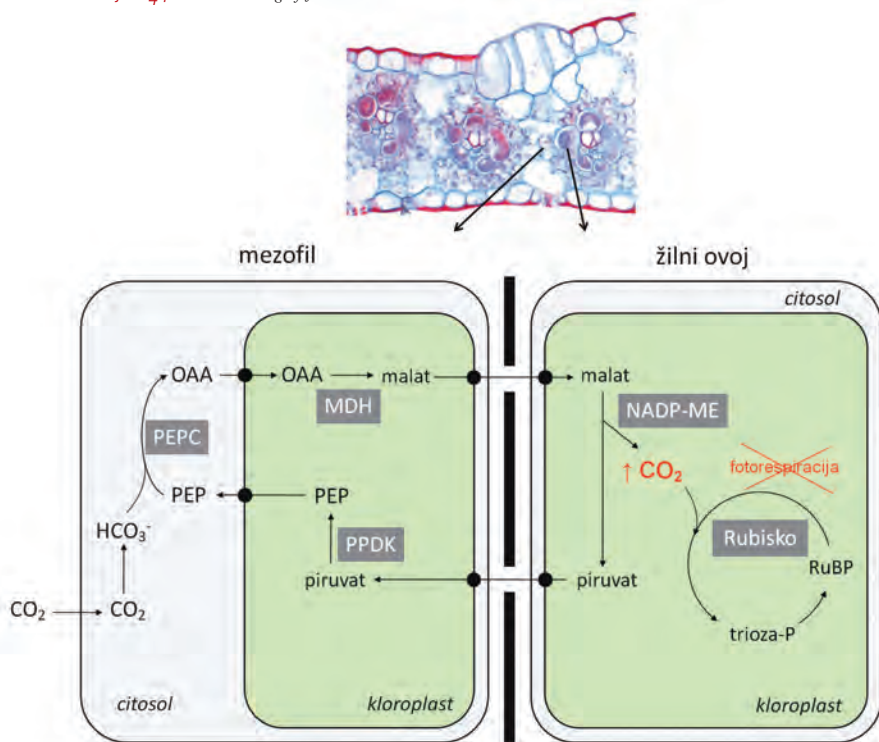
ska aktivnost encima Rubisko je namreč pri C_4 -rastlinah zaradi velikega delnega tlaka ogljikovega dioksida odsotna.

Zaradi opisane presnove imajo C_4 -rastline v primerjavi s C_3 -rastlinami hitrejšo rast, večjo učinkovitost izrabe vode in večjo učinkovitost izrabe dušika, posebej če rastejo v vročih in sušnih razmerah (preglednica 1).

Zaradi opisanih lastnosti se je že zgodaj po odkritju C_4 -fotosinteze začelo razmišljati o vzpostavitvi podobnih presnovnih poti v C_3 -rastlinah, predvsem pri globalno pomembnih poljščinah rižu in pšenici. Možnosti za to so se povečale z razvojem molekulskih tehnik.

Najbolj neposreden pristop pri vzpostavljanju C_4 -presnove je vnos genov za glavne encime C_4 -presnove v C_3 -rastline. To so PEPC, dva encima, ki sodelujeta pri nas-

Slika 3: Osnovne reakcije C_4 -presnove. Fotografija v sliki: Aleš Kladnik.



Lastnost	Riž (C ₃)	Koruza (C ₄)	C ₄ : C ₃
Učinkovitost izrabe vode - WUE (g DW kg ⁻¹ vode)	76	144	1,9
Fotosintetska učinkovitost izrabe dušika - PNUE (μmol CO ₂ s ⁻¹ mmol ⁻¹ N)	0,26	0,74	2,8
Učinkovitost izrabe svetlobnega sevanja - RUE (g DW MJ ⁻¹ prestrežene svetlobe)	2,2	3,3	1,5

Preglednica 1: Primerjava izrabe nekaterih virov za C₃- (riž) in C₄-rastline (koruza). DW = masa suhe snovi.

Prirejeno po Mitchell in Sheehy, 2006.

tanku malata in njegovi dekarbosilaciji - malat dehidrogenaza (MDH) in NADP-malatni encim (NADP-ME), ter encim, ki sodeluje pri regeneraciji PEP (ortofosfat dikinaza, PPDK) (slika 3).

Omenjeni encimi so sicer v listnih celicah C₃-rastlin navzoči, vendar po organelih niso enako razporejeni kot v celicah C₄-rastlin oziroma ne opravljajo funkcije koncentriranja ogljikovega dioksida. V poskusih transformacije tobaka, krompirja, riža, pšenice in navadnega repnjakovca (*Arabidopsis thaliana*) so poskušali s vnosom genov C₄-presnove za različno število encimov. Za zgodnje obdobje teh raziskav so značilni predvsem poskusi z vnosom enega gena, kasneje so se raziskave nadaljevale s hkratnim vnosom dveh ali več genov. Namen teh raziskav je bil v eni celici vzpostaviti zaključeni krog reakcij C₄-presnove. Podlaga za ta pristop so bili iz narave znani primeri, ko mehanizem, ki koncentrira ogljikov dioksid, deluje v isti celici kot Calvinov cikel. Poleg tega so pri fakultativni C₄-rastlini *Hydrilla verticillata* ugotovili, da pride ob preklopu s C₃- na C₄-presnovo – tega lahko sprožimo z zmanjšanjem koncentracije ogljikovega dioksida v zraku – do koncentriranja ogljiko-

vega dioksida, ne da bi bile za to potrebne strukturne prilagoditve. Kljub uspešno povečani vsebnosti encimov pa fotosinteza transformiranih rastlin največkrat ni bistveno večja, pogosti so celo negativni učinki na rast. Očitno vzpostavitev C₄-mehanizma v C₃-rastlinah zahteva kompleksnejšo modifikacijo presnove, ki vključuje uravnavano in usklajeno delovanje ključnih encimov ter delovanje transportnih mehanizmov, ki so udeleženi pri premeščanju intermediatov C₄-zanke. Poleg tega pa so najverjetneje potrebne tudi anatomsko-morfološke spremembe, ki so podlaga za delovanje mehanizma na ravni celice (prilagoditev zgradbe kloroplastov) oziroma lista (diferenciacija celic žilnega ovoja, celične povezave med celicami mezofila in celicami žilnega ovoja, povečanje gostote ožiljenosti).

Če je genetski nadzor C₄-presnovne poti razmeroma dobro poznan, pa tega ne moremo trditi za nadzor razvoja tipične C₄-anatomske zgradbe. Do danes geni, ki nadzirajo gosto ožiljenost in ultrastrukturo dveh različnih tipov celic, ki sodelujeta v C₄-metabolizmu, niso bili razkriti. Pomen anatomsko-morfoloških značilnosti za razvoj C₄-fotosinteze skušajo pojasniti

s preučevanjem rastlin, ki so intermediati C_3 - C_4 . Takšen je rod *Flaveria*, v katerem se poleg C_3 - in C_4 -vrst pojavljajo tudi vrste, v katerih se mešajo lastnosti obeh tipov. Ugotovili so, da je do pojava gostejše ožiljenosti v evoluciji prišlo pred razvojem C_4 -presnovnih poti. Na C_3 - kmetijskih rastlinah poskušajo z metodo aktivacijskega označevanja in presejanjem velika števila (nekaj deset tisoč) mutantov izločiti tiste z gostejšo ožiljenostjo in z drugimi lastnostmi, ki so bližje C_4 -rastlinam. Predvidevajo, da bo v takšnih rastlinah lažje vzpostaviti tudi funkcionalno C_4 -presnovo ter da bodo hkrati uspeli identificirati gene, ki uravnavajo C_4 -razvoj.

Vzpostavitev C_4 -presnove v rižu

Riž pomeni za večino svetovnega prebivalstva glavno hrano. Da bi se izognili podhranjenosti, pa bi bilo glede na demografske trende treba njegov pridelek na področju Azije do leta 2050 povečati za šestdeset odstotkov. Vsak hektar riževih polj, ki sedaj daje hrano 27 ljudem, bi moral prehraniti 43 prebivalcev. Zaradi tega ni presenetljivo, da se raziskave, kako povečati pridelek z modifikacijami fotosinteze, že nekaj časa osredotočajo prav na to poljščino. V ta namen je bil 2008 oblikovan tudi mednarodni raziskovalni konzorcij za C_4 -riž, ki ga vodi International Rice Research Institute (Mednarodni inštitut za raziskave riža) (IRRI, <http://irri.org/>), v njem pa sodeluje 24 raziskovalnih skupin. Z različnimi pristopi, opisanimi v prejšnjem poglavju, so bile pridobljene dragocene izkušnje, ki jih konzorcij sedaj izkorišča pri vzpostavljenju dvoceličnega C_4 -mehanizma. Pri tem so ključna naslednja znanja: 1) poznavanje promotorjev ključnih genov C_4 -rastlin v rižu, ki omogoča njihovo nadzorovano izražanje v določenem tipu celic, 2) uravnavanje aktivnosti C_4 -encimov, 3) poznavanje transportnih beljakovin, ki so udeležene pri premeščanju intermediatov C_4 -presnove

med organeli in celicami, 4) poznavanje fotosintezne presnove v C_4 -rastlinah, ki se pojavljajo kot pleveli na riževih poljih (*Echinochloa* sp.), 5) pridobivanje linij riža, ki so po morfološko-anatomskih lastnostih blizu C_4 -rastlinam.

Sklepi

Kljub temu, da gre za izredno zahtevno nalogo, se zdi vzpostavitev C_4 -fotosinteze v C_3 -rastlinah najbolj obetaven način za izboljšanje fotosintezne učinkovitosti in pridelka poljščin. Razvoj primerjalnega raziskovanja na ravni izražanja genov, prepisov DNA v RNA in prisotnih beljakovin; razvoj drugih molekularskih tehnik ter metod za učinkovito preučevanje vzpostavljenih lastnosti (fenotipizacija), daje upanje, da je zastavljeni cilj z orodji sistemske biologije realno dosegljiv že v krajšem času. Na ta način bomo dobili rastline, ki bodo učinkoviteje izkoriščale vire za rast, kar bo korenito vplivalo na rastlinsko proizvodnjo. Ali bo človeštvo sposobno narediti tudi korake k bolj trajnostni uporabi virov ter učinkovitejšemu izkoriščanju in porazdeljevanju hrane, pa je drugo vprašanje.

Literatura:

- Foley, J. A., in sod., 2011: *Solutions for a cultivated planet. Nature*, 478: 337-342.
- Kajala, K., Covshoff, S., Karki, S., Woodfield, H., Tolley, B. J., Dionora, M. J. D., Mogul, R. T., Mabilangan, A. E., Danila, F. R., Hibberd, J. M., Quick, W. P., 2011: *Strategies for engineering a two-celled C_4 photosynthetic pathway into rice. Journal of Experimental Botany*, 62: 3001-3010.
- Long, S. P., Zhu, X. G., Naidu, S. L., Ort, D. R., 2006: *Can improvement in photosynthesis increase crop yields? Plant, Cell and Environment*, 29: 315-330.
- Mitchell, P. L., Sheehy, J. E., 2006: *Supercharging rice photosynthesis to increase yield. New Phytologist*, 171: 688-693.
- Miyao, M., Masumoto, C., Miyazawa, S. I., Fukuyama, H., 2011: *Lessons from engineering a single-cell C_4 photosynthetic pathway into rice. Journal of Experimental Botany*, 62: 3021-3029.
- Parry, M. A. J., Madgwick, P. J., Carvalho, J. F. C.,

Andralojc, P. J., 2007: *Prospects for increasing photosynthesis by overcoming the limitations of Rubisco*. *The Journal of Agricultural Science*, 145: 31–43.

Rao, S. K., Fukayama, H., Reiskind, J., Miyao, M., Bowes, G., 2006: *Identification of C₄ responsive genes in the facultative C₄ plant Hydrilla verticillata*. *Photosynthesis Research*, 88: 173–183.

Ruan, C. J., Shao, H. B., da Silva, Teixeira, J. A., 2012: *A critical review on the improvement of photosynthetic carbon assimilation in C-3 plants using genetic engineering*. *Critical Reviews in Biotechnology*, 32: 1–21.

<http://irri.org/> (26. 03. 2013)

Slovarček:

C₄-fotosinteza. Tip fotosinteze presnove, pri katerem se ogljikov dioksid, preden se vgrajuje v sladkorje, v listu kopiči v večji koncentraciji, s čimer se poveča učinkovitost fotosinteze. Kopičenje omogočajo aktivni presnovni mehanizmi, ti vključujejo organske molekule s štirimi ogljikovimi atomi (C₄).

C₃-rastline. Rastline z običajno fotosintezo presnove, pri kateri se ogljikov dioksid v Calvinovem ciklu vgradi v sladkorje. Proizvod Calvinovega cikla s sladkorji s tremi ogljikovimi atomi (C₃).

C₄-rastline. Rastline s C₄-presnovo.

Fotorespiracija (svetlobno dihanje). Presnovna pot, ki je posledica nespecifičnega delovanja encima Rubisko. Ta

encim poleg reakcije karboksilacije ribuloze-1,5-bisfosfata (1. faza Calvinovega cikla) katalizira tudi oksigenacijo istega substrata, kar zmanjša fotosintetsko učinkovitost. Ob fotorespiraciji se del ogljika, ki bi bil zaradi te nespecifičnosti izgubljen, vrača v Calvinov cikel (¾), ostanek pa se odda v obliki ogljikovega dioksida (¼).

Calvinov cikel (tudi reduktivni cikel pentoze fosfata). Presnovni cikel, v katerem se asimilira ogljikov dioksid. V prvih dveh fazah, karboksilaciji in redukciji, na ta način nastajajo sladkorji trioze. Velik del teh se porabi v tretji fazi cikla, ki omogoča nadaljevanje cikla (regeneracija ribuloze-1,5-bisfosfata). Encim, ki katalizira karboksilacijo, je Rubisko.

Mezofil. Listna sredica, osrednje tkivo lista.

Rubisko. Encim ribuloze-1,5-bisfosfat karboksilaza/oksigenaza.

Žilni ovoj. Plast celic, ki omejuje žilni snopič, žilo od mezofila.



Dr. Dominik Vodnik, univ. dipl. biol., je redni profesor za področje fiziologije rastlin na Biotehniški fakulteti na Univerzi v Ljubljani. Njegovo raziskovalno delo se osredotoča na kroženje ogljika v kopenskih ekosistemi ter stresno delovanje abiotičnih dejavnikov okolja na rastline.

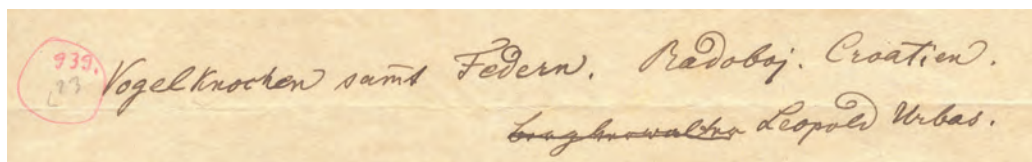
Paleontologija • Srednjemiocenski ptič iz hrvaškega Radoboja

Srednjemiocenski ptič iz hrvaškega Radoboja

Matija Križnar

V Prirodoslovnem muzeju Slovenije hranimo zanimivo zbirko srednjemiocenskih fosilov iz okolice Radoboja na Hrvaškem. Med fosili so najrazličnejše žuželke (muhe, kobilice, kačji pastir), ribe kostnice, ostanke morskih in kopenskih rastlin ter izjemno zanimiv in redek ostanek ptiča (Križnar, 2011, 2012). Že med pregledovanjem zbirke smo ostanek takoj izločili in ga dodatno

pregledali in fotografirali. Seveda bi ostalo pri tem, a smo kasneje v enem od Proteusovih člankov o fosilnih ptičih naleteli na zapis, da naj bi bil primerek izgubljen (Cimerman, 1974). Zato smo se odločili, da ta fosil ptiča podrobneje predstavimo, saj si zavoljo redkosti to tudi zasluži, čeprav ne izvira s slovenskega ozemlja.



Zapis v stari inventarni knjigi o ptiču iz Radoboja in najditelju Leopoldu Urbasu. Arhiv Prirodoslovni muzej Slovenije.

Foto: Matija Križnar.

Omenjeni primerek ptiča je kot darilo v takratni Kranjski deželni muzej prinesel gospod Leopold Urbas iz Idrije (Deschmann, 1866). Po zapisih o darovih naj bi fosil prispel v muzej med letoma 1862 in 1866. Med drugimi so bili tudi drugi fosili, kot so ostanki rastlin, žuželk in rib. Še posebej pa opozarjajo na ostanek ptiča z vidnimi odtisi peres. O primerku v zbirki priča tudi zapis v stari inventarni o ptiču (Vogelknochen ...), toda brez oznak.

Ohranjena sta dva kosa kamnine z ostan-ki ptiča, gre za pozitivni in negativni odtis

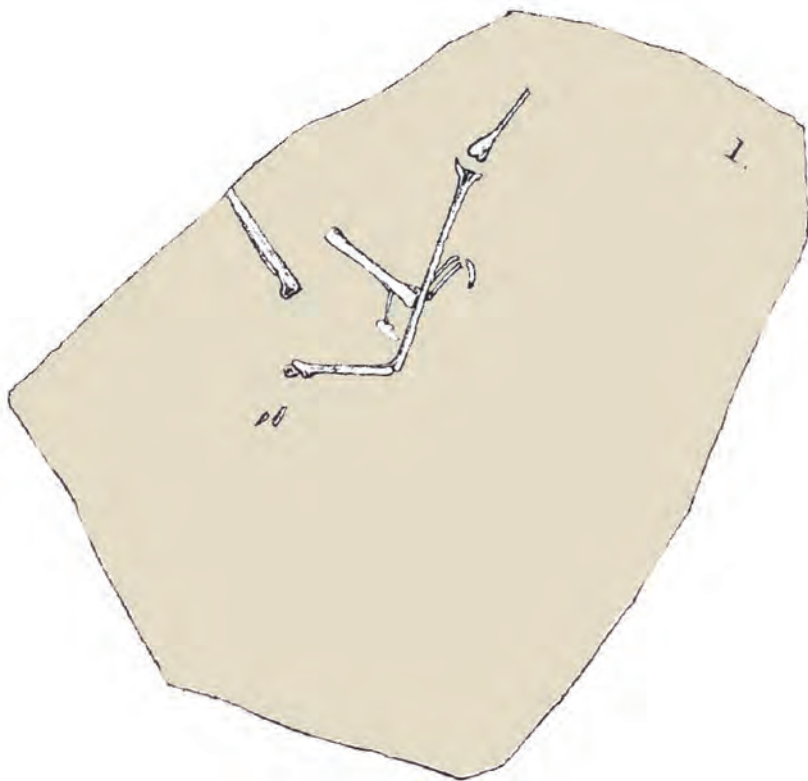
istega primerka. Na bolje ohranjenem primerku so nekatere nožne kosti in dobro vidni odtisi peres. Med kostmi so se ohranili radius, ulna, metatarsus in nekatere prstne kosti (falange). Vidnih je tudi šest peres, kjer je največje dolgo približno 60 milimetrov.

Glede na izjemno bogato nahajališče pri Radoboju je bil do sedaj opisan le en primerk fosilnega ptiča (Mlíkovský, 1996). Ta je imel zanimivo zgodovino. Prvotno je bil shranjen kot fosilna žaba (*Batrachites radoboyensis*) v zbirki dunajskega prirodoslovnega

Primerk srednjemiocenskega ptiča iz Radoboja, ki je shranjen v Prirodoslovnem muzeju Slovenije.

Foto: Ciril Mlinar Cic.





*Risba prvega
ptiča iz Radoboja
vrste Merops
radoboyensis.
(prirejeno po von
Meyer, 1865).*

muzeja, kamor je prišel preko Henrika Freyerja (približno leta 1844). Šele leta 1865 so ga pripisali novi vrsti *Fringilla radoboyensis* (Meyer von, 1865). Končno določitev pa je dunajski primerek dobil leta 1997, ko so ga uvrstili k ostankom čebelarjev kot vrsto *Merops radoboyensis* (Mlíkovský, 1997).

Po našem poizvedovanju pri dr. Jiříju Mlíkovskemu, ki si je slike našega primerka tudi ogledal, smo izvedeli, da gre v tem primeru verjetno za drugo vrsto ptiča, kar pa bo pokazala nadaljnja raziskava. Nekatere podatke bomo po mnenju dr. Mlíkovskega dobili tudi iz ohranjenih peres. Vsekakor gre za drugi znani ostanek srednjemiocenskega ptiča iz radobojskega nahajališča in zgleden primer, kako pomembne so stare paleontološke zbirke, saj skrivajo še mnogo zanimivih in neraziskanih fosilov.

Literatura:

- Cimerman, F., 1974: *Ptiči v geološki preteklosti. Proteus*, 37: 25–28.
- Deschmann, C., 1866: *Mitteilungen des Museal-Vereins für Krain*. 299 str.
- Križnar, M., 2011: Srednjemiocenski fosili iz Radoboja (Hrvaška) v paleontološki zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije. *Geološki zbornik*, 21: 68–70.
- Križnar, M., 2012: Zbirka fosilov iz Radoboja in njena zgodovina. *Argo* 55 (1): 94–99.
- Meyer, H. von, 1865: *Fossile Vögel von Radoboy und Oehningen. Palaeontographica*, 14: 125–131.
- Mlíkovský, J., 1996: Tertiary avian localities of Croatia. *Acta Univ. Carolinae (Geologica)*, 39: 547–549.
- Mlíkovský, J., 1997: Taxonomic identity of *Fringilla radoboyensis* von Meyer, 1865 (Aves) from the middle Miocene of Croatia. *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, 98A: 143–149.

Nenavadna turška lilija (*Lilium martagon*) v Jaznah na Cerkljanskem

Stane Štucin

Foto: Stane Štucin.





Foto: Stane Štucin.

Pred nekako desetimi leti se mi je ob košnji trave na naši domačiji pojavila postavna, skoraj meter visoka turška lilija (*Lilium martagon*), z od spodaj navzgor že odprtimi 18 cvetovi. Zdela se mi je mogočna, zato sem sklenil, da jo zaščitim. Ko sem naslednjega dne do nje prišel z zaščitnim materialom, je bila v sredini prelomljena. Sledi srnjaka so bile tam. Ves del s cvetovi je visel proti tlom. Že ovenelo sem odtrgal in jo nesel domov v vazo, a se ni razcvetela. Ob bližnjem naključnem srečanju s pokojnim prof. dr. Tonetom Wraberjem sem mu povedal o dogodku. Bil je ves navdušen nad količino cvetov. Povedal je, da je on kot botanik turško lilijo videl z največ dvanajstimi cvetovi. Pozno spomladi leta 2012 je bila naša tur-

ška lilija še bohotnejša kot prejšnja leta, skoraj na istem mestu, le za nekaj metrov premaknjena v zavetje treh velikih lip. Njena višina je bila 135 centimetrov, steblo debelo za moj dokaj močan prst, nastavkov za cvet pa je bilo kar 28. Niso se še razprli. Na žalost pa sem ob pregledu 11. junija leta 2012 ugotovil, da so spodnji štirje cvetovi odpadli, kakor da so postrizeni. Ostali so le peclji, kjer so bili cvetovi. A skupno število cvetov je bilo še vedno 24. Dnevno sem spremljal njihov razvoj in propad. Turška lilija je pri nas kar pogosta, tudi v bližini opisane je več primerkov, a po številu cvetov je nikakor ne dosegajo. Opažam pa jo še na nekaj drugih bližnjih nahajališčih. Tla, kjer se pojavljajo, niso nikoli gnojena. Nadmor-



Foto: Stane Štucin.

ska višina nahajališča je približno 680 metrov. Višje nad nami, na razvodnem grebenu med Jadranskim in Črnim morjem, rasteta tudi njeni sorodnici, kranjska (*Lilium carni-*

olicum) in brstična lilija (*Lilium bulbiferum*). Bujno cvetočo turško lilijo želim ohraniti, zato sem o njej do zdaj povedal le nekaj botanikom in na njihovo pobudo o njej poročam tudi bralcem *Proteusa*.

Sožitje z medvedom?

Katja Konečnik in Tanja Struna,

koordinatorki projekta IPA Sožitje, Zavod za gozdove Slovenije in Ljudska univerza Kočevje

Ljudska univerza Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Nacionalni park Risnjak in Javna ustanova Priroda smo s projektom *Skupaj ohranjajmo življenje in bogastvo narave za prihodnje rodove – Sožitje* uspešno kandidirali na II. razpisu v okviru programa Instrument za predpristopno pomoč (Instrument for Pre-Accession Assistance, IPA) Slovenija-Hrvaška 2007-2013. Projekt je začel teči aprila leta 2011 s podpisom sporazuma o partnerstvu, projektne dejavnosti pa so se zaključile s koncem aprila leta 2013.

Glavni cilj vseh zastavljenih dejavnosti v okviru projekta je bilo povečanje zavesti o pomenu ohranjanja biotske raznolikosti in njenega ohranjanja za prihodnje generacije,

še zlasti na širšem obmejnem območju med Slovenijo in Hrvaško, v regiji, bogati z gozdnimi in vodnimi viri ter veliko pestrostjo rastlinskih in živalskih vrst.

Med njimi je ena od najbolj zanimivih vrst prav rjavi medved. Zaradi tekmovanja s človekom in razvoja človeške družbe skozi stoletja so bili medvedi iz večjega dela zahodne in srednje Evrope iztrebljeni, zato se precej trudijo, da bi ga vsaj delno vrnil v naravne ekosisteme. Pri nas je medved stalni prebivalec, trenutnim bivanjskim razmeram v dinarskem delu Slovenije in Gorskega kotarja na Hrvaškem je med vsemi zvermi najbolj prilagojen, zaradi česar populacija v zadnjih petdesetih letih stalno narašča. Kljub temu se v današnjem času zaradi povečevanja števila konfliktov z medvedi povečuje pritisk za zmanjšanje njihovega števila.

Rjavi medved. Foto: Stenko Pelc.



Ohranitev medveda je veliki meri odvisna od odnosa javnosti do medveda. Kakšen je odnos osnovnošolcev do medveda, koliko so seznanjeni z življenjem medveda in ustreznim obnašanjem v njegovem življenjskem prostoru, na lep način lahko razberemo iz njihovih likovnih in literarnih del. V okviru likovno-literarnega natečaja, ki je potekal spomladi leta 2012 in pri katerem so sodelovali otroci z obeh strani reke Kolpe, smo uspeli zbrati 80 literarnih prispevkov in 160 likovnih del. Najzanimivejša dela so zbrana v dvojezični knjižici *Medvedje dogodivščine* ter koledarju za leto 2013.

Maruša Rako iz 4.b razreda kočevske Osnovne šole Ob Rinži je ustvarila pesem z naslovom *Medvedek Brundo*:

Brunda, brunda, brunda,
Moja je kosmata bunda.
Jagode, hruške, med,
Rad imam zeleni svet.
Košati grmi moje zavetje,
Rad imam vseh ptic petje.
Vstanem, zarjovem, sem strašen,
A v srcu en gozdni fant plašen.

Gozdnati svet Gorskega kotarja in Kočevske je skupni življenjski prostor človeka in medveda, zato se srečanjem ne moremo izogniti. Podobno kot človek tudi medved v tem prostoru zadovoljuje svoje potrebe po hrani in vodi, zavetju in miru ter razmnoževanju. Medved se pretežno zadržuje v gozdovih, zaradi hrane pa obiskuje tudi travnike, polja in sadovnjake v bližini vasi in naselij. Tako se v svoji potrebi po preživetju giblje za priložnostmi, ki pa jim jih marsikdaj iz nevednosti ponudi kar človek sam. Zaradi nevednosti ljudje pogosto z napačnimi odločitvami posegamo v ta prostor, z njim neprimerno gospodarimo in se v njem neprimerno obnašamo. S tem ustvarjamo spore, ki v prvi vrsti ogrožajo nas same, posledično pa tudi medveda in njegov obstoj. Da bi bilo nevednosti čim manj, da bi prebivalcem in tudi obiskovalcem približali medveda ter v želji, da bi v prihodnje zaživel v sožitju, smo v okviru projekta *Sožitje* izpeljali več dejavnosti.

Vzpostavili smo dve Medvedovi poti, eno na slovenski in eno na hrvaški strani meje, ki sta namenjeni spoznavanju medveda, njego-



Medvedje dogodivščine.
Marija Majetič,
8.a, Osnovna šola
Ivana Gorana
Kovačiča, Vrbovsko.

vih potreb in navad. Medvedovo pot na slovenski strani sestavljajo tri postaje in Mala medvedova pot, opremljene z razlagalnimi tablami. Postaje stojijo v neposredni bližini glavne ceste Ribnica–Kočevje–Brod na Kolpi, in sicer na Jasnici, odcepu za Colnarje ter pri centru TRIS v Vasi. Mala medvedova pot poteka po delu Gozdne učne poti Rožni studenec, z izhodiščem na jasi pri Mrzlem studencu pri Kočevju. Na hrvaški strani, v neposredni okolici Osnovne šole F. K. Frankopana v Brodu na Kolpi, nas sprejme lesena skulptura medveda, ki je eden od šestih zanimivih unikatnih učnih pripomočkov. Pot dopolnjuje še šest razlagalnih tabel.

Da bi prebivalce in obiskovalce opozorili na dejstvo, da naše obnašanje na življenjskem območju medveda neposredno vpliva na njihovo obnašanje, smo enega od medvedov opremili s telemetrično ovratnico. S spremljanjem gibanja medveda Iva, kakor so ga poimenovali lovci ob odlovu, smo želeli iz prve »tace« izvedeti, kje v prostoru ustvarjamo točke, ki so za medveda tako vabljive, da premagajo tudi prirojeni strah pred približanjem človeku. V Sloveniji opravljene

študije gibanja medvedov so pokazale, da so v prvi vrsti največji magnet za medveda neustrezno odložene smeti, med katerimi se dokaj pogosto znajdejo tudi odpadki živalskega izvora, klavnični odpadki in ostanki hrane, v drugi vrsti pa neustrezno varovane domače živali, predvsem drobnica, in seveda čebelnjaki, tudi zrelo neobrano sadje v sadovnjakih jeseni je za medveda pomembni vir hrane. Žal smo medveda Iva lahko spremljali le prvih deset dni, dokler ni signal ovratnice začel javljati mirovanje. Medved si jo je nekako uspel sneti.

Še več o potrebah in navadah medvedov ter o možnih učinkovitih rešitvah in ustreznih načinih ravnanja na območju medvedov je mogoče izvedeti v filmu in brošuri *Sožitje z medvedom?*. Avtor filma, Mirko Perušek, je k sodelovanju pri 27 minut trajajočem dokumentarnem filmu povabil več slovenskih in hrvaških strokovnjakov ter več let skrbno zbiral posnetke različnih medvedov iz dinarskih gozdov. Besedila v brošuri, ki je hkrati tudi ovitek za DVD s filmom, dopolnjujejo humorne ilustracije in odlične fotografije več uveljavljenih naravoslovnih fo-



Vsi medvedi sveta na
Medvedovi poti v Brodu na
Kolpi. Foto: Katja Konečnik.



Življenjska sopotnika – človek in medved.

Foto: Janez Konečnik.

tografov. Tako brošura kot film sta izdelana v treh jezikih, slovenskem, hrvaškem in angleškem. Film je bil predvajan v okviru več predstavitev na obeh straneh meje, tudi v Prirodoslovnem društvu v Ljubljani, skupaj si ga je ogledalo skoraj tisoč gledalcev. Tudi tisoč brezplačnih izvodov filma in brošur je še pred zaključkom projekta pošlo. Zavezuje se, da bo film kmalu dostopen tudi na spletni strani projekta in na YouTubeu.

Vse več otrok danes izgublja neposreden stik z naravo, zato smo se odločili za postavitev dveh učilnic v naravi. Saj se v naravi veliko lažje učimo o naravi, njenih značilnostih in zakonitostih. Še zlasti, če znanje pridobivamo z igro in raziskovanjem, vključujemo vsa čutila, smo spodbujeni k samostojnemu spoznavanju in aktivnemu sodelovanju

v skupini. Učilnice v naravi tako čakajo na obiskovalce na jasi pri Mrzlem studencu, ki je del Gozdne učne poti Rožni studenec, ter na učni poti Leska v Narodnem parku Risnjak. Vodenje skupin prevzamejo gozdni pedagogi, v Sloveniji iz Zavoda za gozdove Slovenije, Območne enote Kočevje, na Hrvaškem iz Narodnega parka Risnjak.

Prav v ta namen smo usposobili skupino štirinajstih gozdnih pedagogov, ki prihajajo iz partnerskih organizacij, pa tudi drugih, ki se ukvarjajo z mladimi. Gozdna pedagogika je bila za hrvaške kolege pomembna novost, v Slovenijo pa je prišla preko različnih projektov in sodelovanj z Inštitutom za gozdno pedagogiko iz Avstrije. Cilj gozdne pedagogike je vzbuditi osebno zanimanje za



Učenje v naravi je lahko tudi zabavno.

Foto: Iva Vrančič.

gozd in njegovo vlogo ter razviti v gozdu ustrezno in odgovorno vedenje, ki pa vedno poteka z lastno aktivnostjo, ustvarjalnostjo posameznika in skupine, v dobrem vzdušju in brez pritiska po doseganju uspeha.

Na dneve z gozdnimi pedagogi smo povabili osnovnošolce iz Fare, Kočevja in Delnic. Vsi smo se dobro zabavali, še posebej pri

premagovanju jezikovnih preglavic ob razčiščevanju podrobnosti, ali je žir plod bukve ali hrasta.

Če načrtuješ za eno leto, posej žito.

Če načrtuješ za deset let, posadi drevo.

Če načrtuješ za prihodnost, vzgajajo mladino.

Kitajski pregovor

Iz zgodovine slovenske paleontologije • Po sledih neveljskega mamuta

Po sledih neveljskega mamuta

Danijel Bezek

Letos mineva 75 let od odkritja okostja mamuta v Nevljah pri Kamniku. Takrat je bila, ob skromnem arheološkem inventarju, potrjena tudi prva postojanka kamenodobnih lovcev na planem pri nas. V Kamniku je bilo ob tej obletnici kar nekaj dogodkov, ki so krajevno in širšo javnost opozorili na pomembnost takratnih odkritij.

Prav je, da za nove generacije bralcev *Proteusa* vsaj do neke mere obnovimo kronologijo dogodkov iz tistega časa.

Radovedni župan

V ponedeljek, 14. marca leta 1938, okoli dveh popoldne je kamniški župan Nande Novak prišel na gradbišče mostu čez novi kanal potoka Nevljice. Stara struga potoka je tekla pod cerkvijo v Nevljah. Resno sta bila ogrožena pokopališče in cerkev. Pozimi leta 1938 so stekla regulacijska dela. Ta dela je vodil Kamničan inženir Karel Kumer – znan kot jugoslovanski in balkanski prvak v tekih. Novo izkopani kanal je odrezal nevarni okljuk pod cerkvijo in potok

Nevljico v bolj ravni črti usmeril v Kamniško Bistrico. K zaključnim delom je sodila postavitev novega železobetonskega mostu. Delo je v večjem delu financirala občina Kamnik, zato se je župan vsak dan oglašal na gradbišču in spremljal delo. Tistega dne so se mu delavci potožili, da so pri odkopu temeljev naleteli na »štore«, ki jih motijo pri delu. Župan je zlezal v jašek in v »štoriah« prepoznal gmoto, podobno kosti. Prekinil je delo in z odkruški odšel po nasvet k veterinarskemu inšpektorju Josipu Nikolaju Sadnikarju v Kamnik.

Vstop v najdišče

Veterinarski inšpektor je potrdil župano vo domnevo. V Nevlje sta, poleg župana in veterinarskega inšpektorja, odšla še študent medicine Niko Sadnikar in akademski slikar Stane Cuderman. Niko Sadnikar je s pomočjo delavcev odkopal kost tibijo, rebro, nekaj vretenc in drugih kosti. Navzočim je postalo jasno, da ne gre za posamezno najdbo, ampak za najdbo večjih razsežnosti, ki jo je treba prijaviti banski upravi v Ljubljano. To je župan tudi storil. Prve fotografske posnetke je naredil Stane Cuderman. On je tudi novico o najdbi sporočil časopisu *Jutro*. V obvestilu ni skrival želje, da bi najdene kosti ostale v Kamniku. Sledil je »napad«

konkurenčnega časopisa *Slovenec*, ki je Cudermanove želje označil kot lokalno ozke in neprimerne.

Sistematično delo

Ban Marko Natlačen je nadaljnje delo zaupal Narodnemu muzeju v Ljubljani. 16. marca sta v Nevlje prišla dr. Fran Kos in preparator Viktor Herfort iz prirodoslovnega oddelka Narodnega muzeja. Dr. Fran Kos je dal zasuti že izkopane dele, da bi kosti ob stiku z zrakom ne razpadle. Še več. Zaradi suhega vremena in visokih temperatur je dal plasti s kostmi zalivati. Odkopavanje je začel z vrha na površini približno 180 kvadratnih metrov do globine 2,5 metra, poskusno do 4,2 metra. To se je pokazalo kot modra odločitev, saj so prav najdbe na tej poti pomembno pripomogle k celoviti podobi dogajanja v daljni preteklosti na tem kraju.

Drugi dan odkopavanja, 17. marca, so ob eni od kosti našli kamniti nožiček gravittenske kulture (od 20.000 do 16.000 let od sedanjosti). 23. marca so na zahodni strani najdišča v globini 125 centimetrov naleteli na kulturno plast s kuriščem v premeru 5 metrov s kamnitimi odkruški in jedri, ki bi lahko služili kot materialna podlaga za orodje paleolitiskim lovcem.



Otvoritev razstave na Podružnični šoli v Nevljah 25. aprila leta 2013. Ob podarjeni sliki mamuta so njen avtor Cene Grilj, kamniški župan Marjan Šarec, ravnatelj Rafko Lah in Danijel Bezek.

Foto: J. Bergant.



Ob razstavnih panojih
v prostorih Podružnične
šole v Nevljah.

Foto: J. Bergant.

Drugih artefaktov in ostankov, ki bi lahko pripadali človeku, niso našli.

Majhen nožiček je kazal na navzočnost človeka. V Nevljah najdeni mamut je bil najverjetneje plen kamenodobnih lovcev. Delavci so vedeli povedati, da so pri izkopu nove struge potoka že prej naleteli na ostanke, podobne tistim v temeljih mostu. Zmetali so jih na zrak, kjer so razpadli. Banska oblast je dr. Kosu skopo odmerila čas za odkop fosilnih ostankov (30. marca). Misel na to, da bi morda v bližini iskal materialne ostanke človekove naselbine, je moral opustiti. Banska oblast je delo na terenu ustavila 7. aprila leta 1938. Končati je bilo treba regulacijo, saj so po dolgem sušnem obdobju pričakovali slabo vreme. Dr. Kos je za bodoče raziskovalce izdelal načrt najdišča z orientacijskimi merami glede na levi mostni podpornik. Žal se raziskovanje na tem prostoru ni nikoli nadaljevalo.

V tistem času se nekateri posamezniki od dr. Kosa pričakovali več, kot je bilo mogoče v danih okoliščinah narediti. Lahko bi poskusili kdaj kasneje nadaljevati raziskovanje. Namesto tega so na dr. Kosa usmerili kritiko, da kot zoolog ni bil dovolj pozoren na arheološke ostanke. Očitki so dr. Kosa zelo prizadeli. Dr. Kos je bil zelo natančen

raziskovalec. Najdbi človekove civilizacije je dal prednost pred najdbo mamutovih kosti. Svoje znanstveno poročilo o najdbah v Nevljah je naslovil »*Neveljski paleolitik*« - »*Neveljska kamena doba*«. V njem je natančno opisal in dokumentiral svoje delo na terenu in tudi kasnejše laboratorijske raziskave in konzultacije z drugimi strokovnjaki doma in v tujini.

Ob petdesetletnici odkritij v Nevljah je Draško Josipovič spravljivo in pošteno zapisal: »Metodologija Kosovega dela je bila za tisti čas moderna in še danes se je tudi sodobni raziskovalec ne bi sramoval.« Žal takrat dr. Kosa ni bilo več med živimi. Umrl je leta 1958. To omenjam zato, ker *Enciklopedija Slovenije* napačno omenja letnico njegove smrti (1956). Prav tako je zmešnjava podatkov v *Slovenskem biografskem leksikonu* in *Wikipediji*. Poleg letnice smrti je napačen tudi kraj smrti. Umrl je v bolnišnici na Jesenicah.

Zanimivo terensko delo

Mediji so pred 75 leti pozorno spremljali in poročali o odkopavanju v Nevljah. Tudi ljudje so v velikem številu prihajali v Kamnik in Nevlje, da so si ogledali najdišče in delo v njem. Samo na praznik sv. Jožefa je prišlo



Dr. Fran Kos v času izkopavanja v Nevljah.



Delavca Kotnik in Rakar ob nadležnih »štorih« v steni jaska 14. marca leta 1938. Foto: S. Cuderman.

več kot tisoč obiskovalcev. Iz avstrijske Koroške sta prišla dva avtobusa. Nenavadno, če pomislimo, da je v nedeljo, 13. marca, Hitler na silo vstopil v Avstrijo, ukinil republiko in državo priključil k Nemčiji.

Na prisotnost kosti je opozorila razpadla masa vivianit, ki se je po barvi ločila od drugega materiala, ki je pokril ostanke mamuta. Lego kosti so določili z jeklenimi iglami, kost niso dvignili, ampak so jo označili s količki. Ko ni bilo več kostnih ostankov, so začeli z dviganjem kosti. Kost so odgrnili na zgornjem koncu, zavili v staniol ter učvrstili z juto in mavcem. Postopek so ponovili še na spodnji strani. Najdišče so pokrili s kvadratno mrežo in v mreži določili položaj kosti. To delo je opravil Kamničan dr. Miloš Levičnik, ki je takrat zaključeval študij prava. Pokazalo se je, da

so kosti ležale na površini 110 kvadratnih metrov.

22. marca popoldne so naleteli na spodnjo čeljustnico. Na tretjem molarju se je na žvekalni ploskvi lepo videlo skleninaste nabore (lofe). Iz njihovega števila se je dalo nesporno zaključiti, da najdene kosti pripadajo mamutu. Nekaj kasneje so odkrili še v celoti ohranjeni okel, ki je meril 270 centimetrov.

Rekonstrukcija

Zamavčene dele so odnesli k županu, od tam pa v Ljubljano. Pokazalo se je, da je bilo v Nevljah odkrito skoraj celotno okostje mamuta. Bil je samec izjemnih razsežnosti in v starosti približno 40 let. Preparirali so ga po tedaj znanih postopkih (klej, parafin, laki) in 20. decembra leta 1941 je bil pripravljen za ogled. Takrat je bila vojna. Iz var-



Inž. Karel Kumer kleči ob oklu mamuta, za njim dr. J. Polc, dr. I. Vidic, Dana Kos in dr. Fran Kos. Foto: Valči Bernot.

nostnih razlogov so ga pospravili v zaboje in po vojni spet postavili na ogled. Od takrat je eden najbolj obiskanih in občudovanih razstavnih predmetov Prirodoslovnega muzeja v Ljubljani.

Mamut v Prirodoslovnem muzeju

V laboratorijih so opravili še druge raziskave. Dr. Kos je na več krajih najdišča vzel vzorce plasti. Ti so bili na Mineraloškem inštitutu univerze v Ljubljani natančno mineraloško-petrografske in kemično analizirani. Dr. Kos je mlado biologinjo dr. Ano Budnar Lipoglavšek navdušil, da je opravila raziskavo peloda in drugih rastlinskih ostankov in tako osvetlila okolje, v katerem je živel in poginil neveljski mamut.

Letošnje obležitve dogodka

Po vojni so prevladale politične ocene nad strokovnimi, zato niti dr. Kos in tudi nekateri njegovi sodelavci niso bili deležni zaslužene pozornosti. Prav zato je letošnja razstava v Kamniku nosila naslov *Pričevalci*. Posvečena je bila ljudem, ki so pri odkrivanju v Nevljah sodelovali in kasneje promovirali pomembnost tam najdenih ostankov mamuta, ter boljšemu poznavanju življenja kamenodobnih lovcev na tem prostoru. Prav je, da jih imenujemo po abecednem redu: Valči Božič, Stane Cuderman, Viktor Herfort, dr. Fran Kos in njegova žena Dana Kos, Karel Kumer, Miloš Levičnik, Peter Naglič, Nande Novak, Josip N. Sadnikar – oče, Niko Sadnikar – sin, dr. Ana Budnar Lipoglavšek (Tregubov).

Ta duh ni nikoli zamrl in dogodki iz tistega časa so vir navdiha novim generacijam. Predvsem so to učenci Osnovne šole Frana



Dr. Fran Kos med delovnim pogovorom z Viktorjem Herfortom in Milošem Levičnikom. Foto: P. Naglič.



*Dr. Niko Sadnikar
mlajši z rebrom
in vretencem
nad odkopno jamo
14. marca leta 1938.*

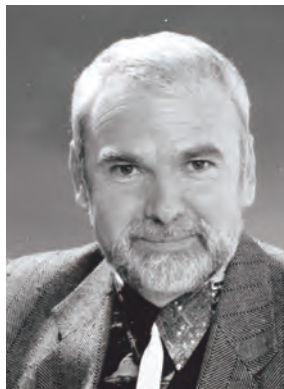
Foto: S. Cuderman.

Albrehta Kamnik in učenci njene Podružnične šole v Nevljah. Od jeseni naprej si bo mogoče na teh šolah ogledati razstavo, ki je bila v marcu leta 2013 na ogled v Matični knjižnici Kamnik.

Podobno razstavo so pripravili tudi kamniški filatelisti v Turističnem centru na Glavnem trgu. Izdani so bili priložnostna kuverta, osebna znamka in žig prvega dne, ki nosi datum 14. marca 2013. Pomembno vlogo pri ohranjanju te tradiciji ima Ustanova Mamut Kamnik, ki si je med kratkoročne cilje zadala postavitve bronastega kipa mamuta v naravni velikosti, ki ga je izdelal kamniški kipar Miha Kač. Vse z namenom, da Kamnik postane »Mamutovo mesto«.

Kos, Fran, 1939: Neveljski paleolitik. Glasnik muzejskega društva za Slovenijo, 20: 25–65.

Rakovec, Ivan, 1938: Mamut in njegovi predniki. Proteus, 5: 11–18.



Viri in literatura:

Bezek, Benjamin in Danijel, 1998: Po sledeh neveljskega mamuta, Vodič po razstavi na Podružnični šoli v Nevljah.

Bezek, Benjamin in Danijel, 1998: 60 let od odkritja mamuta v Nevljah. Kamniški zbornik XIV, 200–204.

Budnar Lipoglavšek, Ana, 1943: Rastlinski ostanki neveljskega paleolitskega najdišča. Posebni odtis iz Zbornika Prirodoslovnega društva, Zvezek 3.

Josipovič, Draško, 1988: Pol stoletja neveljskega paleolitika. Proteus, 8, 310–312.

Kos, Fran, 1939: Paleolitske najdbe ob Nevljici. Etnolog, 11: 417–419.

Danijel Bezek, rojen leta 1952, profesor svetnik. Kot učitelj na Osnovni šoli Frana Albrehta v Kamniku skrbi, da spomin na dogodke v letu 1938 v Nevljah med mladimi ne bi šel v pozabo. Pri raziskovalnem delu mu že petnajst let pomaga sin Benjamin (rojen leta 1980). Razstavo ob 75-letnici z naslovom »Pričevalci« so pripravili Benjamin in Danijel Bezek ter Nataša Zor. Pri zbiranju gradiva in finančno so pomagale številne ustanove in posamezniki.

Razstavo, ki bo stalna, si bo mogoče od jeseni dalje ogledati v Osnovni šoli Frana Albrehta v Kamniku in na Podružnični šoli v Nevljah.

Atlas dnevnih metuljev, ki živijo v Sloveniji



Rudi Verovnik,
Franc Rebeušek,
Matjaž Jež, 2012:
*Atlas dnevnih
metuljev (Lepidoptera:
Rhopalocera) Slovenije.*
Miklavž na Dravskem
polju: Center za
kartografijo favne
in flore. 456 strani.

Dnevni metulji so žuželke, s katerimi človek pravzaprav nima slabih izkušenj, povrh vsega pa so še lepi. Marsikoga prevzame tudi njihov skrivnostni potek razvoja od jajčeca preko gosnice in bube do odraslega metulja. Hitri razvoj digitalne fotografije je marsikateremu ljubitelju narave metulje močno približal, omogočil ugotavljanje razlik med njihovimi vrstami ter kje, kdaj in kako živijo. S tem pa lahko tudi večje število ljubiteljev narave izdatneje prispeva k vse boljšemu poznavanju te skupine žuželk pri nas. *Atlas* v takšni obliki in s tolikšnim številom podatkov prav gotovo ne bi bil mogoč brez njihove pomoči. Zahvala gre tudi sodelavcem Centra za kartografijo favne in flore za končni videz *Atlasa*, ki je rezultat njihove tehnične podpore in sodelovanja pri njegovem nastajanju.

Podlago *Atlasa* so sestavljali objavljeni in neobjavljeni podatki iz javno dostopnih zbirk v raznih ustanovah kot tudi zbirk pri zasebnikih. Nove podatke so zbirali s terenskimi popisovanji zlasti po letu 2001. Pri tem so bili dejavni člani Društva za proučevanje in ohranjanje metuljev Slovenije, številni podatki pa so bili zbrani tudi na študentskih in podobnih raziskovalnih taborih, pri popisovanju v okviru inventarizacije flore in favne ter pri spremljanju vrst iz *Direktive o*

habitatih. *Atlas* je rezultat 212 tisoč zbranih podatkov na več kot enajst tisoč najdiščih po vsej Sloveniji.

Atlas na 456 straneh večjega formata (A4) prinaša informacije v slovenskem in angleškem jeziku o zgodovini raziskovanj dnevnih metuljev pri nas, njihovi biologiji in ekologiji ter skrbi za ohranitev, prvič pa so na enem mestu zapisana slovenska imena za vse pri nas živeče vrste dnevnih metuljev. *Atlas* zaključuje izčrpan pregled pisnih virov, ki vsebujejo informacije o dnevnih metuljih z območja Slovenije. Največji del *Atlasa* je namenjen predstavitvi vseh 179 vrst dnevnih metuljev pri nas. Na koncu sledi še pregled vrst, ki jih za Slovenijo navajajo različni avtorji, a njihove najdbe niso bile nedvoumno potrjene (deset vrst), kot tudi vrst, pri katerih se je spremenila prej veljavna taksonomija in jih sedaj ne obravnavamo več kot del slovenske favne dnevnih metuljev (šest vrst). Ta dodatek pa zaključuje še prikaz vrst, ki bi jih v Sloveniji lahko pričakovali glede na njihova znana območja razširjenosti, a jih do sedaj še niso potrdili (šestnajst vrst). Posamezne vrste metuljev so predstavljene z opisom in fotografijo na eni strani. Na drugi strani je zemljevid Slovenije s prikazom najdišč posameznih vrst v Sloveniji z osnovnimi številčnimi podatki o razširjenosti vrste kot tudi velikostnim razredom števila opazovanih osebkov v kvadratih mreže UTM 5 krat 5 kilometrov. Z grafi je prikazano število podatkov opazovanj odraslih osebkov, razporejenih po desetdnevnih obdobjih in podanih ločeno za štiri podnebna območja. Z grafi sta predstavljena tudi vsota deležev podatkov glede na opredeljene tipe življenjskega prostora in razporeditev najdišč vrste po stometrskih pasovih nadmorskih višin. Kakovost fotografij metuljev, ki so jih prispevali številni posamezniki, je na zavidljivi ravni, škoda je le, da fotografije niso natisnjene vsaj nekoliko večje.



*Atlas je že tretja knjiga Centra za kartografijo flore in favne, ki predstavlja izjemno bogato biotsko raznovrstnost pri nas (do sedaj sta izšla *Atlas kačjih pastirjev Slovenije* in *Atlas netopirjev Slovenije*).*

Upamo lahko, da mu bodo kmalu sledili novi atlasi, tako da bomo tako ohranili vsaj drobec izjemno bogate biotske raznovrstnosti v Sloveniji, če nam že v naravi to ne bo uspelo.

Ignac Sivec

Kako vroči so vaši telefonski pogovori? • Fizika

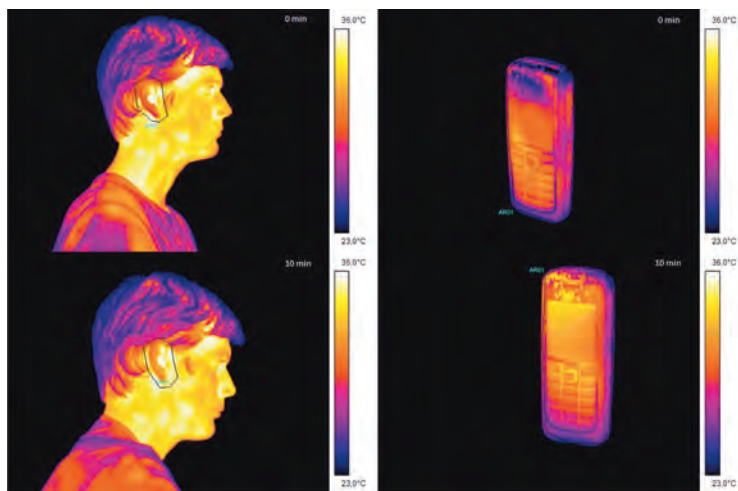
Kako vroči so vaši telefonski pogovori? Spremembe površinske temperature uhlja ob uporabi mobilnega telefona – meritve z infrardečo kamero

Špela Brečelj, Matej Vinko

Mobilni telefoni sevajo elektromagnetno valovanje (EMV). Z elektromagnetnimi pulzi pošiljajo informacije, kot so govor, tekstovna sporočila in slikovni material. Pri pogovoru z mobilnim telefonom se ta segreje, segreje pa se tudi uho in del glave, ki je v neposrednem stiku z aparatom. Spremembo temperature površine telesa, ki je izpostavljena elektromagnetnemu valovanju mobilnega telefona, je mogoče izmeriti z infrardečo kamero.

Izvedba meritev

Meritev učinka desetminutne uporabe mobilnega telefona na površinsko temperaturo na področju ušesa smo izvedli z infrardečo kamero FLIR SC620 v zaprtem prostoru brez neposredne sončne svetlobe in ob stalni sobni temperaturi. Slike smo analizirali s programom ThermaCAM Researcher Pro 2.10. Preiskovanca smo slikali pred desetminutnim telefonskim pogovorom in takoj po njem. Slika 1 prikazuje površinsko porazde-



Slika 1: Območja, ki smo jih uporabili za merjenje sprememb povprečne temperature, so označena z AR01.

Levo preiskovanec pred pogovorom in po desetminutnem pogovoru prek mobilnega telefona. Označeno je območje desnega ušlja, kjer smo opazovali spremembo temperature. Desno mobilni telefon pred pogovorom in po njem.



Slika 2: Preiskovanec pred desetminutnim pogovorom in po njem.

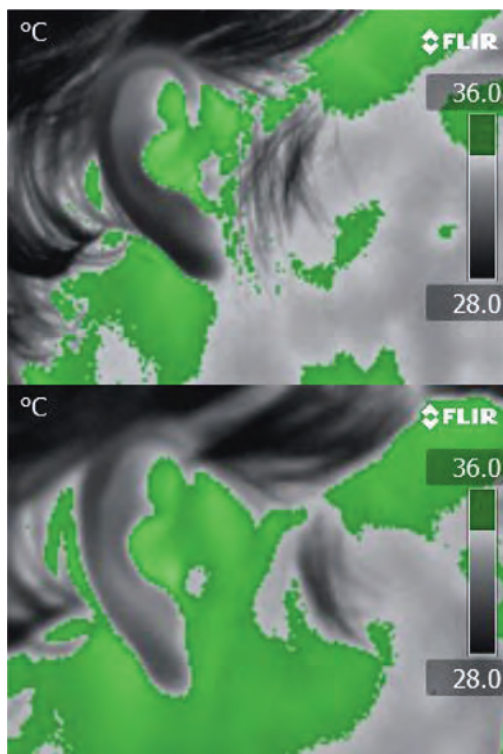
litev temperature preiskovanca in mobilnega telefona pred telefonskim pogovorom in po njem. Temperaturo na posameznih mestih lahko bralec v grobem odčita na spremlja-joči temperaturni skali.

Rezultati

Povprečna temperatura površine se je na področju ušesa (posebej označeno na sliki 1) v desetih minutah povišala za 1,1 stopinje, mobilnega telefona pa za 2,8 stopinje. Kontrolna meritev, pri kateri je preiskovanec deset minut ob ušesu držal ugasnjeni mobilni telefon, ni pokazala primerljivih sprememb. Meritvi temperature v izbrani točki na preiskovancu (slika 2) kažeta na povišano temperaturo za 0,6 stopinje, medtem ko točk-ovna meritev na površini telefona, ki je v tesnem stiku z glavo preiskovanca, pokaže dvig temperature za približno šest stopinj po desetminutnem pogovoru (ni prikazano). Na sliki 3 je predstavljena primerjava porazdelitve površinske temperature na območju ušesa in v njegovi neposredni bližini pred uporabo mobilnega telefona in po njej. Z zeleno barvo je obarvan interval, ki predstavlja območje s površinsko temperaturo med 34 in 36 stopinj Celzija. Z zeleno barvo želimo poudariti povečanje območja s povišano temperaturo.

Je mobilno telefoniranje škodljivo?

Od začetka skokovitega razvoja mobilne telefonije v devetdesetih letih prejšnjega stoletja so raziskovalci izvedli številne študije, usmerjene v odkrivanje škodljivih vplivov uporabe mobilnih telefonov.



Slika 3: Porazdelitev površinske temperature z izotermami.

Elektromagnetno valovanje, ki ga oddajajo mobilni telefoni, je neionizirajoče sevanje (frekvence med 300 MHz in 300 GHz) in kot tako ni mutageno – torej ne poškoduje genskega materiala in ne povzroča raka (Meltz, 2003). Kljub temu, da ni mutageno, ima lahko elektromagnetno valovanje tudi druge vplive na naš organizem. Raziskave v zadnjih letih so pokazale, da elektromagnetno valovanje mobilnih telefonov vpliva na terciarno strukturo beljakovin (Gerner in sod., 2010), lokalno povišanje temperature na površini kože (Ochbelagh in sod., 2009) in širjenje površinskih žil (Loos in sod., 2013). Lokalno povišanje temperature smo potrdili tudi z meritvami z infrardečo kamero.

Kljub tem ugotovitvam večina raziskav ni pokazala pomembnih kratkoročnih učinkov na človekovo zdravje. Kakšen je dolgoročni vpliv rednega telefoniranja, pa zaradi pomanjkanja podatkov trenutno ni mogoče določiti.

Za vsak primer ...

Za tiste, ki jih skrbi potencialno škodljiv vpliv uporabe mobilnega telefona, strokovnjaki priporočajo sledeče (Munshi, 2011):

- Uporabljajte mobilni telefon samo takrat, ko je to resnično nujno. Za rutinske pogovore uporabljajte stacionarni telefon.
- Odvrčajte otroke od čezmerne uporabe mobilnega telefona.
- Če je le možno, uporabljajte prostoročno telefoniranje.
- Izogibajte se uporabi mobilnega telefona, ko je signal šibek.
- Med telefoniranjem izmenjujte levo in desno uho.
- Uporabljajte tekstovna sporočila (SMS) namesto telefonskega pogovora.

Zahvala

Avtorja se zahvaljujeta red. prof. dr. Milanu Brumnu za iskreno mentorstvo in Sašu Kosu, dipl. ing. rač., za pomoč pri urejevanju slikovnega gradiva.

Literatura

- Meltz, M. L., 2003: *Radiofrequency Exposure and Mammalian Cell Toxicity, Genotoxicity, and Transformation. Bioelectromagnetics Supplement*, 6: 196-213.
- Gerner, C., in sod., 2010: *Increased Protein Synthesis by Cells Exposed to a 1,800-MHz Radiofrequency Mobile Phone Electromagnetic Field, Detected by Proteome Profiling. Int Arch. Occup. Environ. Health*, 83 (6): 691-702.
- Ochbelagh, D. R., in sod., 2009: *Thermal Effects of Mobile Phone on Tissue. Asian J. Exp. Sci.*, 23 (1): 351-356.
- Loos, N., in sod., 2013: *Is the Effect of Mobile Phone Radiofrequency Waves on Human Skin Perfusion Non-thermal? Microcirculation* Dostopno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23590124> (Junij 2013).
- Munshi, A., 2011: *Cellular phones. To Talk or Not to Talk. J. Can. Res. Ther.*, 7: 476-477.

77. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije

Letošnji občni zbor društva je potekal 11. aprila leta 2013 v dvorani Mestnega muzeja Ljubljana. Pred začetkom uradnega dela občnega zbora je imel prof. dr. Mihael Jožef Toman predavanje z naslovom *Zakaj izginja Aralsko jezero – ekološka in družbena katastrofa*.

Po pozdravu predsednika društva prof. dr. Radovana Komela smo se navzoči člani z minuto molka spomnili pred nedavnim preminulih članov društva: prof. dr. Antona Ramovša, Marije Gosar, mag. Jožeta Drašlerja in dr. Jana Carneluttija.

Predsednik društva je nato predlagal v izvolitev organe občnega zbora. Za predsednika je bil izvoljen Marjan Richter, za člana predsedstva pa Marko Kreft in Milenka Kuralt. Za zapisnikarico je bila izvoljena Janja Benedik, za overovitelja zapisnika dr. Tomaž Sajovic in Marko Repnik, za članke volilne komisije pa Jože Vaupotič, Mirjam Pavšek in Marica Mediževac.

Predsednik društva, prof. dr. Radovan Komel, je nato predstavil dejavnosti društva v zadnjem letu: izdajanje revije *Proteus*, vse izvedene članske strokovne ekskurzije, predavanja in srečanja naravoslovnih fotografov in rezultate natečaja naravoslovne fotografije. Poročal je o izvedbi akcije *Rastlina, žival in kamnina leta 2012* ter o Dnevu naravoslovcev in o 9. tekmovanju iz znanja biologije za Proteusovo priznanje za osnovne šole. O izhajanju revije *Proteus* je poročal glavni urednik doc. dr. Tomaž Sajovic. Sledilo je finančno poročilo za leto 2012, ki ga je predstavila Janja Benedik. Prihodki v letu 2012 so bili nižji od odhodkov predvsem zaradi zmanjševanja subvencij in števila naročnikov revije *Proteus*, kar zelo otežuje normalno finančno poslovanje društva.

Sledila je razprava o poročilih, predvsem

o reševanju slabega finančnega stanja in o možnostih iskanja novih virov prihodkov. Nekateri člani so ponudili pomoč pri iskanju donatorjev, tekla pa je tudi razprava o komercializaciji šolstva in s tem pomanjkanju zanimanja za društvene šolske projekte, okrnjenem financiranju, pa vedno več odpo-vedih na naročnino revije *Proteus*.

Poročilo nadzornega odbora je podal njegov predsednik mag. Andrej Seliškar. Nadzorni odbor je s pregledom poslovnih knjig potrdil pravilnost finančnega poslovanja. Delo vseh organov je pohvalil in predlagal razrešnico vsem organom PDS, kar je bilo soglasno sprejeto. S tem so bili člani vseh dosedanjih odborov razrešeni dolžnosti in ker je v Prirodoslovnem društvu Slovenije vsako leto volilno leto, je občni zbor izvolil nove člane posameznih odborov: za predsednika društva je bil ponovno izvoljen prof. dr. Radovan Komel, za članke izvršnega odbora dr. Petra Draškovič, Milenka Kuralt, prof. dr. Mihael Jožef Toman, Marjeta Cvetko, dr. Matevž Novak in Marko Repnik. V nadzorni odbor so bili imenovani mag. Andrej Seliškar, Marjana Jankovič in Marjan Richter, člani disciplinskega razsodišča pa so postali prof. dr. Kazimir Tarman, Matej Suhač in akad. dr. Mitja Zupančič.

Finančni plan za leto 2013 je predstavila Janja Benedik, ki je opozorila na vedno težje pridobivanje sredstev iz državnega proračuna zaradi zaostrovanja meril pri razpisih in zmanjševanju obsega sredstev, ki jih ministrstva namenjuje sofinanciranju. Finančni načrt je občni zbor soglasno sprejel.

Sledila je svečana podelitev društvenih nagrad. Na predlog Uredniškega odbora Proteusa sta si Kavčičevo nagrado za mlade pisce razdelila Tilen Genov za prispevek *Vpogled v zanimivo življenje »slovenskih«*

delfinov in Jernej Turnšek za prispevek *Slovenski uspeh na tekmovanju iz biomolekularnega dizajna BIOMOD 2011*. Obrazložitev je prebral glavni urednik dr. Tomaž Sajovic, nagradi pa je podelil predsednik društva in odgovorni urednik prof. dr. Radovan Kometel.

Zlato značko so za posebne zasluge za delo na področju naravoslovja ali pomoč pri delu društva prejeli Ljudmila Kavčič, ki je skupaj s sestro Tilko od leta 1976 pomagala pri ohranjanju Sklada Rajka Kavčiča, Nadja Jarc za dolgoletno prostovoljno vodenje društvenih prireditev, še posebej Dneva naravoslovcev, Dušan Klenovšek za dolgoletno sodelovanje pri društvenih akcijah, povezanih s

šolami, še posebej v akciji *Rastlina in žival leta*, Matej Suhač za dolgoletno nesebično pomoč pri organizaciji in izvedbi številnih društvenih prireditev in delu v upravi društva in Vera Šturm za dolgoletne prispevke, ki so omogočili lažje delovanje društva.

Za svoje dolgoletno zelo uspešno in nesebično delo pri vodenju društva in organizaciji številnih akcij in prireditev je občni zbor mag. Andreju Seliškarju podelil častno članstvo Prirodoslovnega društva Slovenije. Po zaključku občnega zbora so člani društva nadaljevali prijetno druženje ob skromni pogostitvi.

Janja Benedik

Društvene novice • 77. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije

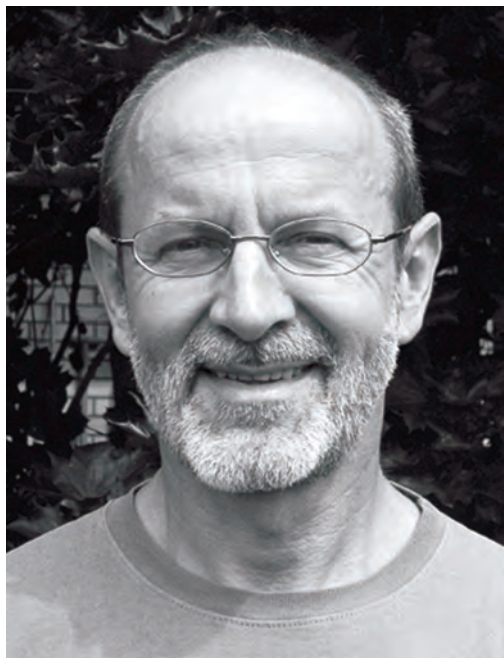
Mag. Andrej Seliškar – utemeljitev za častnega člana Prirodoslovnega društva Slovenije

Andrej Seliškar je z naravoslovjem prišel v stik že v najmlajših letih v družinskem okolju, saj je bila njegova mati Amalija Seliškar spoštovana gimnazijska profesorica biologije in mentorica naravoslovnega krožka na kranjski gimnaziji, oče profesor dr. Albin Seliškar pa univerzitetni profesor in raziskovalec na področju fiziologije in jamske biologije. Oba starša sta bila tudi dejavna pri našem društvu in *Proteusu*.

V neposredni stik z društvom je prišel kot prizadevni krožkar, ko je bil za nagrado povabljen na nagradno ekskurzijo, in od tedaj dalje se ta zveza ni več pretrgala. Kot mladi univerzitetni diplomirani biolog je bil leta 1975 izvoljen za tajnika Prirodoslovnega društva in to nalogo je opravljal z vsem mla-

dostnim žarom in zavzetostjo. Že naslednje leto, leta 1976, je predlagal, da bi utečeni formalni program občnega zbora obogatili z živo in aktualno vsebino. Tej dopolnitvi je dal tudi ime – *Dan slovenskih naravoslovcev*, spremljala pa jo je še priložnostna brošura z besedili predavanj. Naslednje leto, leta 1977, je bil program še bogatejši in pokazalo se je, da lahko *Dan slovenskih naravoslovcev* postane samostojna prireditev, predstavljena pa je bila v prednovoletni čas. In tako je ostalo vse do danes, ko smo minuli december imeli že 36. prireditev z istim naslovom.

Mag. Andrej Seliškar je bil kot odbornik dejaven na vseh področjih društvenega delovanja. Ko sta leta 1979 s profesorjem Rajkom Pavlovem pripravljala program nagra-



dne ekskurzije, je napisal spremno besedilo, kar do takrat ni bilo običajno. Zato smo posamezna besedila zbrali v skupaj speti snopič in jih kot brošurico razdelili udeležencem. Ko smo tej pobudi dali še lično obliko, je nastal prvi vodnik iz zbirke *Ekskurzije naravoslovnih krožkov*. V naslednjih letih vse do leta 1992 je društvo izdalo kar 17 drobnih vodničkov, pri njih pa je sodelovalo desetina sodelujočih voditeljev ekskurzij.

Kmalu po začetku se je pridružil zelo dobro pripravljeni in široko organizirani mladinski raziskovalni akciji *Okolje v Sloveniji*, ki je trajala več let. Prevzel in vodil je eno od nalog pod naslovom *Tla* in zanjo v soavtorstvu pripravil priročnik za mentorje in izvajalce z naslovom *Naša rodna zemlja*.

Veliko truda je skupaj z drugimi člani Prirodoslovnega društva Slovenije vložil v projekt ustanovitve in zagona Slovenskega sklada za naravo leta 1992. Skupaj s sinom Tomažem sta izdala nekaj številčk organizacijskega glasila *Zelena rega*. Žal zunanje okoliščine tej pobudi niso bile več naklonjene in prizadevanja so po nekaj letih zamrla,

vrzel pa še danes ostaja nezapolnjena.

Leta 1999 je bilo Prirodoslovnemu društvu Slovenije zaupano vodenje večletnega mednarodno financiranega raziskovalnega projekta *Kartiranje travnišč Slovenije*, v katerem je mag. Andrej Seliškar imel eno najpomembnejših organizacijskih in izvajalskih vlog. Projekt je bil uspešno končan leta 2003.

V letih od 1995 do 2001, ko je bil društveni program izjemno bogat, je bil dejaven predsednik Prirodoslovnega društva Slovenije. Zadnja leta je še dejaven kot predsednik nadzornega odbora društva. Ker mu energije in zamisli še ne primanjkuje, pričakujemo, da bo društvo obogatil še s kakšno pobudo, ki nam bo v neprijaznih časih pred nami še zelo dobrodošla.

Za vse doslej opravljeno nesebično delo se mu Prirodoslovno društvo Slovenije iskreno zahvaljuje.

Novi kraterji na Luni

Mirko Kokole

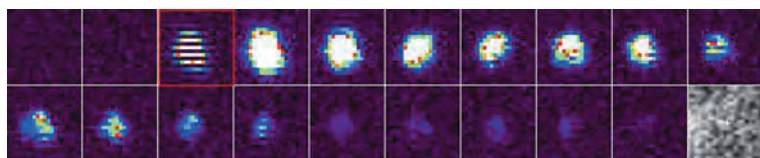
Veliki meteor, ki je letos februarja pretresel rusko mesto Čelijabinsk, počasi odhaja v pozabo. Kljub temu se moramo ves čas zavedati, da se lahko tak dogodek zgodi kadarkoli in kjerkoli, saj trenutno nimamo tehnoloških zmožnosti zaznavanja takih objektov pred vstopom v Zemljino ozračje. K sreči je naše ozračje dovolj gosto, da v njej izgori večina meteorjev, tudi večjih, tako da je verjetnost ponovitve takega dogodka zelo majhna. Drugače je na naši najbližji nebesni sosedi Luni. Ta nima ozračja, zato vsi, tudi manjši meteoridi, vanjo udarijo z veliko hitrostjo, tako da lahko povzročijo večje kraterje ter raztrosijo material po večjem območju. Zato so se pri Nasi (NASA, National Aeronautics and Space Administration, po slovensko Nacionalna zrakoplovna in vesoljska uprava ali običajnejše Ameriška vesoljska agencija Nasa) pred osmimi leti odločili, da je treba nujno ugotoviti, kakšna je pogostost udarov v Lunino površje in kakšno škodo ti udari povzročijo. To je namreč zelo pomembno za predvidene nove odprave na Luno, tako robotske kot tiste s človeško posadko.

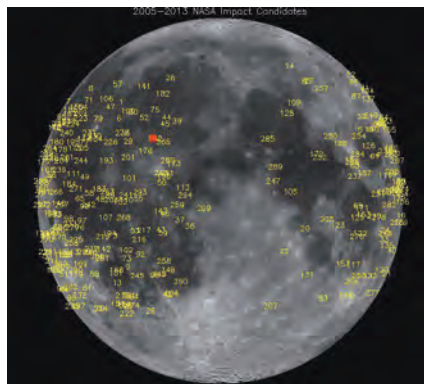
Da bi ugotovili pogostost padcev večjih meteoridov na Luno, je Nasa ustvarila program stalnega opazovanja padcev na Luno. Opazovanja potekajo z Zemlje s pomočjo treh teleskopov premera 35 centimetrov, ki z zelo

občutljivimi video kamerami opazujejo zasenčeno stran Lune. Senčno stran morajo opazovati zato, ker tudi večji meteoridi ne povzročijo dovolj velikih bliskov svetlobe, da bi jih lahko zaznali na osvetljeni strani. Za potrjeno odkritje potrebujejo tri teleskope, da lahko izločijo vse možne napake pri odkritju, kot so gama žarki, elektronski šumi, umetni sateliti in zemeljski meteorji. Do sedaj so zaznali že 298 potrjenih udarcev, med katerimi je udarec 296, ki se je zgodil letos 17. marca, povzročil največji svetlobni blisk v času osemletnega delovanja programa.

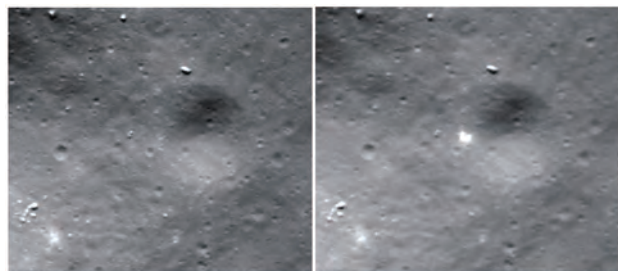
Udarec 296 je bil tako svetel, da bi ga lahko opazil celo opazovalec s prostim očesom. Svetlobni blisk je namreč dosegel četrto magnitudo in je trajal nekaj sekund. Zgodil se je ob 3.50 po univerzalnem času, in to na južnem robu Morja dežja (Mare Imbrium). Hkrati so na Zemlji opazili povečano število svetlih meteorjev, ki verjetno pripadajo majhnemu roju Eta Virginidov. Raziskovalci domnevajo, da sta dogodka povezana in da Zemlja sredi marca vstopi v območje večje gostote meteoridov. Tako bo zelo zanimivo opazovati meteorje in Luno naslednje leto, ko bo Zemlja zopet vstopila v to območje. Meteorid, ki je povzročil udarec 296, je bil velik približno pol metra in je tehtal od 40 do 50 kilogramov. Ker je v Lunino površje priletel s hitrostjo približno 25 kilometrov

Slika 1: Izrez bliska iz video posnetka, ki ga je posnel 35-centimetrski teleskop 17. marca letos. To je do sedaj najsvetlejši blisk, ki ga je povzročil udar meteorida na Luni. Foto: NASA / MEO.





Slika 2: Slika prikazuje, kje na Luni so do sedaj zaznali udarce meteoridov. Z rdečo piko je označen udarec, ki se je zgodil 17. marca letos na južnem robu Morja deževja. Foto: NASA / MEO.



Slika 3: Posnetka, ki ju je naredila kamera NAC iz vesoljske sonde LRO. Nazorno prikazujeta, kako lahko na dveh enako osvetljenih slikah istega območja odkrijemo na novo nastale kraterje. Do sedaj so odkrili več kot šestdeset takih parov slik. Krater je naredil meteoroid, ki ni bil večji od enega metra. Foto: NASA / GSFC / Arizona State Univ.

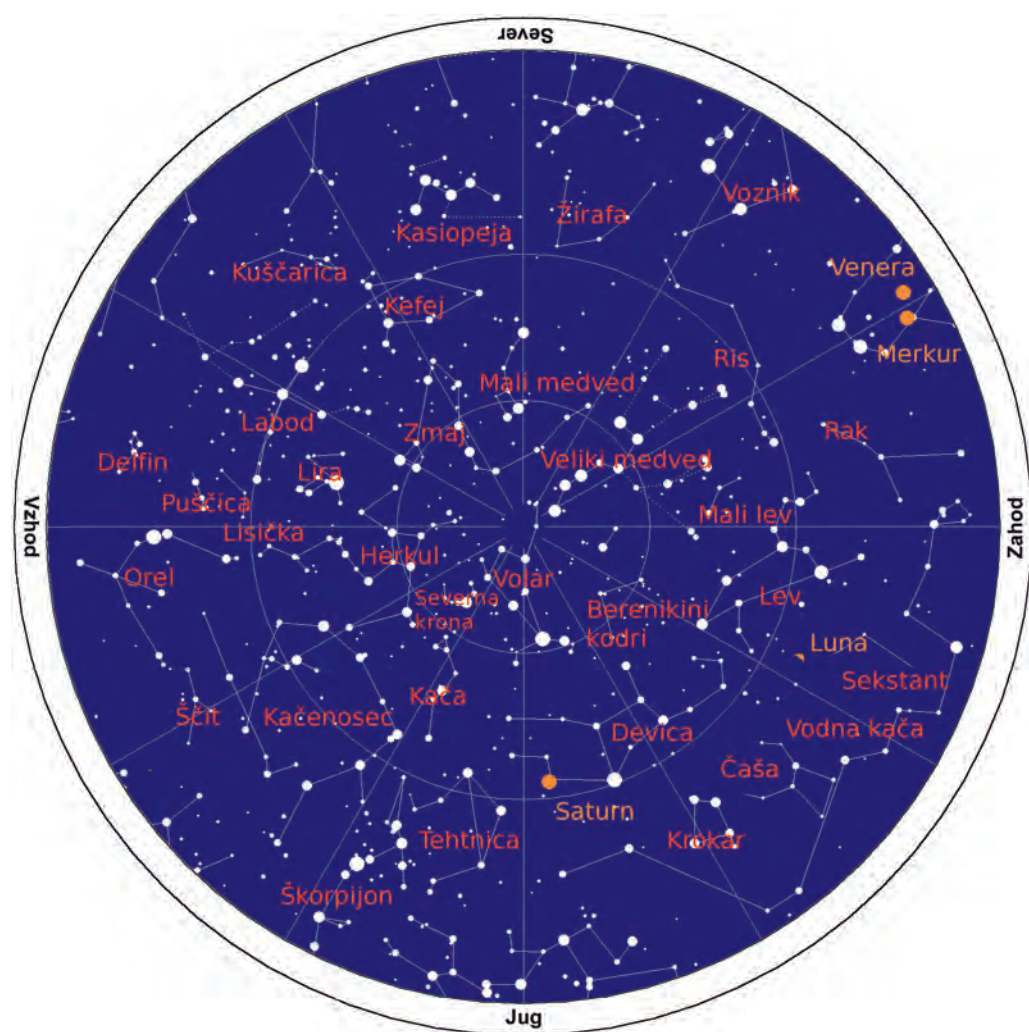
na sekundo in ker Luna nima ozračja, ki bi ga zavrla, je povzročil eksplozijo, ki je ustrezala petim tonam trinitrotoluola. Taka eksplozija lahko povzroči krater, velik približno šest metrov. Do danes še niso uspeli posneti kraterja, vendar upajo, da jim bo to kmalu uspelo s pomočjo vesoljske sonde LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter, Lunarni poizvedovalni orbiter). Dobiti posnetek tega kraterja bi bilo zelo zanimivo, saj do sedaj še nismo imeli možnosti primerjati velikosti kraterja in velikosti eksplozije ob trku na Luninem površju. Rezultati takega opazovanja bi bili zelo pomembni tudi za modeliranje nastanka kraterjev. To zaenkrat temelji le na numeričnih modelih in nekaj poskusih, ki so jih naredili s topom, ki izstreljuje z zelo veliko hitrostjo. Poleg opazovanja bliskov, ki nastanejo ob padcih meteoridov na Luno, so se razisko-

valci lotili iskanja vseh na novo nastalih kraterjev na Luni. To naredijo tako, da primerjajo posnetke, ki jih je naredila kamera z visoko ločljivostjo na vesoljski sondi LRO. Kamera, ki jo uporabljajo, je ozkokotna kamera NAC (Narrow Angle Camera), ki ima ločljivost vse do dvajset centimetrov. Potrebujemo vsaj dva posnetka istega dela Lune, in to v enakih osvetlitvenih razmerah. Če se posnetka razlikujeta, je verjetno tam nastal nov krater. Nedavna raziskava, ki so jo naredili raziskovalci z Arizonske državne univerze v Združenih državah, je pokazala kar šestdeset kandidatov za nove kraterje, ki so jih povzročili meteoridi, manjši od enega metra. Vsi ti kraterji so nastali po letu 2011. Iz teh rezultatov so izračunali, da pade na Lunino površje v enem letu kar 180.000 meteoridov, manjših od enega metra. Poleg tega je raziskava pokazala, da meteoridi ob trku izkopljejo temen material, kar je v nasprotju s teorijo, da je okoli novo nastalih kraterjev svetel bel material. Zakaj se ob trkih izkoplje temen material namesto svetlega, še ne vemo. To uganko bodo razkrile šele vesoljske sonde, ki bodo v prihodnosti obiskale Luno.

Medtem ko znanstveniki opazujejo Luno s pomočjo vesoljskih sond, jo lahko opazujemo tudi mi. Luna ponuja namreč čudovite poglede tako z majhnimi daljnogledi kot s te-

leskopi. Ker najdemo na njej veliko površinskih značilnosti, nam ne bo nikoli dolgčas. In če smo posebej vztrajni, lahko iščemo na njenem površju udar meteorida, ki se bo morda zgodil sredi avgusta, ko doseže vrh aktivnosti meteorski roj Perzeidov. 12. avgusta, ko Perzeidi dosežejo vrhunec, bo zelo

dober dan za njihovo opazovanje, saj Luna zaide pred njihovo največjo aktivnostjo. Dneve po največji aktivnosti Perzeidov pa lahko namenimo opazovanju Lune. Morda bomo le imeli srečo in nam bo uspelo videti tudi kakšen padec meteorida, kakršen se je zgodil 17. marca.



Nebo v juniju.

Datum: 15. 6. 2013.

Čas: 22:00.

Kraj: Ljubljana.

Editorial

Tomaž Sajovic

*Natural sciences at school***Criticism of Curricula and Biology Teaching in Gymnasiums**

Tom Turk

Teaching biology must be a mission focused on communicating this miracle of life and everything that goes with it to the young in a manner they can fully grasp. This is the only way they can not only understand how unique life on Earth, their own lives and lives of millions of other organisms populating our planet are, but also help them to continue to wonder why it is so. And if they do, biology will no longer be seen (by the majority of them) as a boring and difficult, good-for-nothing subject. In order to achieve that we need to let a breath of fresh air into our curricula, by which I don't mean they should be written anew, with only several years passing since the existing ones were adopted. We should, however, update and simplify the existing biology curricula for secondary schools and focus them around the main biological principles and concepts. In addition, teachers should be allowed enough autonomy to decide how they will achieve curriculum goals at their own discretion, with curriculum contents serving as an aid in achieving these goals and not as a rigid and binding obligation that paralyses both teachers and their students.

Medicine

Causes of Infertility in Humans: One Way or Another
Irma Virant-Klun

Every age has its own specifics, a special lifestyle and conditions in which we live. Even the diseases we are subjected to change through time, reflecting the complexity of the environment that surrounds us. We could easily say that infertility is one of the afflictions associated with our time. It is undoubtedly related to the modern way of life, with material goods we enjoy on the one hand and the hectic lifestyle causing excessive stress on the other. Over and over we are startled to find that in Slovenia, like in Western Europe and the USA, every fifth to eighth young couple seeks medical help due to problems with getting pregnant. According to the WHO standards infertility is the failure to conceive after one year of regular unprotected sexual intercourse. A couple with fertility problems usually embarks on a long way to their longed-for child, a journey that may last several years.

Forestry

Protective Forests and Natural Threats in Slovenia

Dejan Firm, Tihomir Rugani

Almost half of the Slovenian territory is affected by strong erosion phenomena. Torrential erosion occurs on a quarter of the territory, landslide erosion on a third. Snowslides and rockfall are not widespread surface phenomena, but can cause substantial material damage on infrastructure and residential facilities. Forest cover alone can halt many erosion processes. The total surface area of gaps in stands and their size is a major factor,

because it is here that erosion processes frequently start. In addition, optimum protection depends also on the density of trees, average diameter of trees, presence of trees adapted to the site and an appropriate forest composition. Tree species have a different role in different natural threats (properties of tree crowns, roots, wood, litter and similar). The most effective is irregular, multi-layered forest composition with appropriate mixture of tree species, with rejuvenation across the entire surface of threatened areas. Interventions into forests must be carefully thought out, focusing on several-decades long period in the future. This differs in more ways than one from the management practice in other managed forests, as it allows for coppice management, leaving cut trees in the stands. Various technical protection measures are used where forest does not offer sufficient protection. These facilities must be maintained on a regular basis. On many occasions the loss potential of natural threats increased due to reckless spatial planning (e.g. unbridled building construction in threatened areas).

Student expedition Costa Rica 2012

Lowland Tropical Rainforest in the Sweet Gulf

Primož Gams

Costa Rica covers 0.03% of the Earth's surface, but the proportion of species takes up as much as 3.9% of all species on our planet. The lowland tropical rainforest extending in the southeast of the country on the border with Panama in the Sweet Gulf region (Golfo Dulce) is the most species-rich region in Costa Rica and one of the most species-rich regions in the world. In this geographically small region, scientists have recorded more than 2,396 tall plant species, 8,000 insect species, 117 amphibian and reptile species, 124 mammal species and 362 different bird species. Characteristic for this ecosystem is that these, very different species, are inter-dependant, having adapted to each other through evolution. The Sweet Gulf is also the only region along the entire Pacific coast of Central America where the type of primary rainforest growing immediately next to the sea is still preserved.

Physics

Look Inside the Hydrogen Atom

Janez Strnad

At the end of the 19th century Ernst Mach refused to believe in the existence of atoms on the grounds that no one had ever seen one. As it soon turned out, he was wrong. However, can we say that we "see" atoms? Or that we "saw" spacemen on the Moon? What we saw was their picture on the TV screen, processed by several different devices before it came to us. Similarly, atoms are "seen" only if the picture is processed by several complex devices. The world of atoms is governed by quantum mechanics, which is different from the classical mechanics that applies for the big world, and often contradicts daily experience. Atoms can be "seen" only if we step beyond the line that separates the world of atoms and the big world. Eventually, new experiments were carried out where atoms, molecules and their different properties could be observed. A new,

successful attempt in the chain of these experiments stirred a lot of attraction. It was reported on 24 May in *Physical Review Letters*.

Neurobiology

Left, Right or Both

Nina Mazi

Annual Table of Contents

Tomaž Sajovic

Ecology of Continental Waters

Aral Sea – a Symbol of Environmental Disaster

Mihael J. Toman

The Aral Sea, until 1978 the world's fourth largest lake covering 68,000 square kilometres, is situated in central Asia. In Kazakh language the word Aral stands for island, an island of water in the large, Central-Asian desert. The remains of once mighty lake lie in two countries, Kazakhstan and Uzbekistan, republics of the former Soviet Union. In the second half of the 20th century the water level started to decrease due to river courses being redirected to cotton fields. With rapidly rising salinity biodiversity decreased and only a small share of original native flora and fauna has survived.

Plant physiology

Efficient Agricultural Plants for the Future

Dominik Vodnik

One in seven of the Earth's inhabitants has trouble getting enough or even any food. By mid-century, when the world is expected to host nine billion people, it will take fifty percent more food to prevent hunger. Agriculture is facing a huge challenge – how to grow enough food with limited adverse consequences of agriculture on the environment. Tackling this problem requires complex solutions, a part of which could be high-yield crops, plants that have high production yields despite unfavourable environmental factors. The main properties targeted by selection of agricultural plants have to do with plant efficiency in using their growth resources. Intense research has been conducted recently on some globally important crops, with which researchers have been trying to improve efficiency of photosynthesis, water-use and nitrogen use.

Paleontology

Middle Miocene Bird from Radoboj in Croatia

Matija Križnar

Botany

Unusual Turk's Cap Lily (*Lilium martagon*) in Jazne in the Cerkljansko Region

Stane Štucin

Preservation of Biodiversity

Can We Coexist with Bears?

Katja Konečnik and Tanja Struna

The application of Ljudska univerza Kočevje, Slovenia Forest Service, Risnjak National Park and Public Institute Priroda's project Preserving Life and Nature's

Wealth for Future Generations – Coexistence (Skupaj ohranjajmo življenje in bogastvo narave za prihodnje rodove – Sožitje) in the second call for proposals in the framework of the Instrument for Pre-Accession Assistance, IPA, Slovenia-Croatia 2007-2013 was successful. The main goal of activities set within the project was to raise awareness on the significance of biodiversity and its preservation for future generations, especially in the wider border region between Slovenia and Croatia, a region known for its rich forest- and water sources and abundance of plant and animal species. The brown bear is one of the most fascinating ones.

History of Slovenian Paleontology

Tracing the Steps of Nevlje Mammoth

Danijel Bezek

It has been 75 years this year since mammoth skeleton was discovered in Nevlje near Kamnik. Despite a modest archaeological inventory this discovery confirmed the first settlement of stone-age hunters in Slovenia. There were a number of events commemorating this occasion in Kamnik, reminding the local and the wider public of the significance of those findings.

New books

Atlas of Diurnal Butterflies Living in Slovenia

Ignac Sivec

Physics

How Hot Are Your Phone Conversations?

Change in Surface Temperature of the Ear During Mobile Phone Use – Infrared Camera Measurements

Špela Brečelj, Matej Vinko

Mobile phones emit electromagnetic radiation. Electromagnetic impulses transmit information such as speech, text messages and images. Mobile phones heat up during conversation, with most of the heating effect occurring at the ear and that part of the head which is in direct contact with the phone. The change in body temperature where the body is exposed to electromagnetic radiation of the mobile phone can be measured with infrared camera.

News from our Society

77th Regular General Meeting of the Natural History Society of Slovenia

Janja Benedik

Mag. Andrej Seliškar – Proposal for Honorary Member of the Natural History Society of Slovenia

Our sky

New Craters on the Moon

Mirko Kokole

Table of Contents



■ Ekologija celinskih voda

Aralsko jezero – simbol okoljske katastrofe

Aralsko jezero, do leta 1978 četrto največje jezero na Zemlji s površino 68.000 kvadratnih kilometrov, leži v osrednji Aziji. Današnji ostanki nekdanjega mogočnega jezera so v dveh državah, Kazahstanu in Uzbekistanu, nekdanjih republikah Sovjetske zveze. Ekološke raziskave so pokazale, da je bilo jezero v ravnotežju do leta 1960. V drugi polovici dvajsetega stoletja je gladina vode začela upadati zaradi preusmeritev rečnih tokov na bombažna polja. Hitro je naraščala slanost, zmanjševala se je biotska pestrost in le manjši del prvotne domorodne flore in faune je preživel.



■ Fiziologija rastlin

Učinkovitejše kmetijske rastline za prihodnost

Že danes vsak sedmi prebivalec Zemlje težko prihaja do hrane ali pa trpi njeno pomanjkanje. Do sredine stoletja, ko pričakujemo, da bo na svetu živelo že devet milijard ljudi, bi za preprečitev lakote potrebovali petdeset odstotkov več hrane. Pred kmetijstvom je velik izziv, kako pridelati dovolj in pri tem omejiti negativne učinke kmetijske proizvodnje na okolje. V zadnjem času potekajo na nekaterih globalno pomembnih poljščinah intenzivne raziskave, s pomočjo katerih poskušajo s korenitejšimi posegi v presnovne poti izboljšati fotosintetsko učinkovitost, učinkovitost izrabe vode in učinkovitost izrabe dušika.



■ Fizika

Kako vroči so vaši telefonski pogovori?

Mobilni telefoni sevajo elektromagnetno valovanje. Z elektromagnetnimi pulzi pošiljajo informacije, kot so govor, tekstovna sporočila in slikovni material. Pri pogovoru z mobilnim telefonom se ta segreje, segreje pa se tudi uho in del glave, ki je v neposrednem stiku z aparatom. Spremembo temperature površine telesa, ki je izpostavljena elektromagnetnemu valovanju mobilnega telefona, je mogoče izmeriti z infrardečo kamero.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000