

PROTEUS



januar 2012, 5/74. letnik
cena v redni prodaji 4,40 EUR
naročniki 3,85 EUR
dijaki in študenti 2,70 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

Prof. dr. Rajko Pavlovec osemdesetletnik

Obletnica

Ekologija

Živimo v simbiozi

Entomologija

Gorski škržadi

in kako iz ene nastane več kot ducat vrst



■ stran 199

Obletnica

Prof. dr. Rajko Pavlovec osemdesetletnik

Jernej Pavšič in Vasja Mikuž

V januarju letos je geolog in paleontolog prof. dr. Rajko Pavlovec dopolnil osemdeset let. Večino svojega strokovnega delovanja je posvetil preučevanju numulitin, skupini fosilnih foraminifer, ki jih najdemo največ v širšem sredozemskem prostoru. Slavljeneč je bil v letih od 1977 do 1980 med drugim tudi predsednik Prirodoslovnega društva Slovenije, samo v *Proteusu* pa je objavil več kot dvesto člankov in veliko drobnih vesti, zato smo iz hvaležnosti in spoštovanja poprosili slavljenca, da za našo revijo spregovori o najpomembnejših postajah na svoji življenjski poti in predstavi svoj pogled na svoje znanstveno, strokovno in poljudnoznanstveno delovanje. Naj v tem kratkem napovedniku zapišemo le nekaj poudarkov iz razgovora. Rajko Pavlovec je bil kot predavatelj na ljubljanski in mariborski univerzi zaradi svoje priljudnosti in velike skromnosti zelo priljubljen pri študentih geologije, geodezije, biologije in pedagogike. S svojim znanjem pa ni bogatil le svoje znanstvene kolege in študente, ampak tudi nestrokovnjake. Veliko veselje ima namreč s poljudnim pisanjem za mlade in starejše. Za poljudno pisanje je navduševal tudi svoje študente. Žal pa se mladi danes ne zavedajo, da se ob poljudnem pisanju naučiš pisati tudi strokovne članke, saj je poljudno pisanje po svoje bolj zahtevno kot znanstveno. Slavljeneč je zelo kritičen do načina vrednotenja dela profesorjev na univerzi, ki daje skoraj izključno prednost pisanju znanstvenih člankov v tujih revijah: »S tem vprašanjem smo naleteli na največjo napako slovenske znanosti. Sam sem največ člankov in razprav objavil doma, pa so zanje vedeli vsi, ki jih je snov zanimala. Zakaj se sami delamo manj vredne, da ne govorim o strokovnem slovenskem izrazju? O točkovanju pa raje nič. To je vsekakor ena velikih polomij. Popolnoma dovolj bi bilo, če bi komisija ugotavljala le eno, – ali je nekdo sposoben in vreden za neko delovno mesto.«



196 Uvodnik
Tomaž Sajovic

199 Obletnica
Prof. dr. Rajko Pavlovec osemdesetletnik
Jernej Pavšič in Vasja Mikuž

204 Ekologija
Živimo v simbiozi
Kazimir Tarman

210 Astrofizika
Temni tok?
Janez Strnad

215 Entomologija
Gorski škržadi in kako iz ene nastane več kot ducat vrst
Matija Gogala

224 Ekologija
S pelikani na Srebrnem jezeru
Alenka Gaberšček in Mateja Germ

231 Paleontologija
O fosilnih ostankih jamskega medveda z Gorjuš nad Bohinjem
Pavel Jamnik in Matija Križnar

236 Naše nebo
Lunino gravitacijsko polje in sonda GRAIL
Mirko Kokole

239 Table of Contents



Naslovnica: *Diriški gorski škrižad.*

Foto: Tomi Trilar.

Proteus

Izhaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: doc. dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Uroš Herlec

dr. Matevž Novak

prof. dr. Alojz Ihan

izr. prof. dr. Nejc Jogan

mag. Ivana Leskovar Štamcar

Matjaž Mastnak

Marjan Richter

dr. Igor Dakskobler

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 Kališnik

prof. dr. Tamara Lab – 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: 4000 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 4,40 EUR, za naročnike 3,85 EUR, za dijake in študente 2,70 EUR.

Celoletna naročnina je 38,50 EUR, za študente 27,00 EUR; za tujino: 40 EUR. 8,5% DDV je vključen v ceno. Poslovni račun: 02010-0015830269,

davčna številka: 18379222. Proteus sofinancirata: Javna agencija za knjigo Republike Slovenije in Ministrstvo za šolstvo in šport.

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2012.

Vse pravice pridržane.

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

Uvodnik

Decembra lani sem na polici v knjigarni zagledal knjigo nemškega biologa in filozofa Andreasa Webra z naslovom *Čuteča narava* in podnaslovom *Človek, narava in revolucija znanosti o življenju* (Modrijan, 2011). Že naslov in podnaslov sta napovedovala branje, ki je obetalo, da bo mojemu razmišljanju o znanosti in svetu odprlo obzorja, ki jih iščem že dolgo časa – s posebno intenzivnostjo prav zadnja dva meseca. V decembru sem se tako na Pedagoški fakulteti v Kopru udeležil mednarodnega znanstvenega sestanka *Učni in znanstveni jeziki v času globalizacije* s prispevkom *Somrak jezika – somrak človeka v času tehnološke znanosti* (v skrajšani obliki sem ga predstavil v prejšnjem uvodniku), v *Sobotni prilogi Dela* (21. januarja 2012) pa sem objavil razmišljanje z naslovom *Zakaj je treba podpreti gibanje Mi smo univerza in 150*, ki pomeni vsebinsko nadgraditev kopr-

skega referata. Webrova knjiga, ki sem jo diagonalno prebiral zadnja dva meseca, me nika- kor ni razočarala, *revolucija znanosti o življenju* mi je namreč omogočila, da sem razmišljanje v *Sobotni prilogi Dela* lahko – vsaj začasno – pomembno zaokrožil.

Tisto, kar me je pri branju Webrove knjige najbolj očaralo, je bilo spoznanje, kako neverjetno *blizu* so si najbolj bistvena razmišljanja v filozofiji ter najgloblja iskanja v biologiji in fiziki. Prav ta *bližina* pa je tako navdušujoča predvsem zato, ker obrača naš pogled proti nečemu nepojmljivemu, zapisanemu na zadnji strani knjige – *da je stvarnost prav toliko »pravzaprav duh«, kolikor je »zgolj materija«*. Ta trditev pomeni radikalno zavrnitev Descartesovega ločevanja duha od materije – in to v biologiji.

V filozofiji je Descartesovo ločevanje duha od materije radikalno zavrnil Karl Marx. V uvodniku – kot že v svojem prispevku v *Delu* – želim vsebinsko združiti dve njegovi tezi, prvo tezo o Feuerbachu in tezo o poistovetenju dveh starogrških pojmov *praxis* in *poiesis*.

V prvi tezi o Feuerbachu Marx postavi trditev, da je »predmet, dejanskost, čutnost« treba razumeti subjektivno, kot »čutno človeško dejavnost, prakso«. Med konkretnim predmetom oziroma konkretno dejanskostjo in človekovo miselno »konstrukcijo« tega predmeta oziroma te dejanskosti obstaja neločljiva vez. Marxovo razmišljanje ima univerzalno vrednost, zajema tako naše vsakdanje kot znanstveno razumevanje dejanskosti. Posebej je treba poudariti, da je razumevanje stvarnosti človekov temeljni in neizogibni bivanjski položaj v svetu. Z njim osmišlja svoje življenje in svoje izkušnje. Morda je to misel še jasneje izrazil Martin Heidegger. Ker človek kot končno bitje nima prav nobene možnosti, da bi lahko skočil iz svoje kože in vzpostavil nekakšen neposredovani neposredni, absolutni stik s svetom na sebi, je o svetu prisiljen ves čas ustvarjati *vnapijšejnje, poskusne* interpretativne modele, okvire, miselne »konstrukte« (Heidegger bi rekel projekcije), ki – če so *dobro* oblikovani – lahko dejansko zajamejo nekaj, kar zadeva svet. Brez interpretativnih modelov oziroma projekcij razumevanje ni mogoče. »Golih dejstev« o svetu ali »neposredovanih dejanskosti« tako ni, tudi znanost lahko izbira dejstva le zahvaljujoč *dobro* oblikovanemu *vnapijšejnemu* okviru. Le to zagotavlja možnost obstoja znanosti, hkrati pa to tudi omejuje njene morebitne in včasih tudi dejanske neprizivne, arogantne zahteve po objektivnosti z veliko začetnico. György Lukács je tako imel popolnoma prav: razumevanje dejanskosti je vedno »praktično«, vedno spremeni svoj lastni predmet. Naj to ponazorim z dvema zgledoma. Prvi zgled zadeva nedoumljivi kvantni svet. Opazovanje namreč kvantni svet, ki je sam po sebi bolj možnost in v katerem vladata nedoločenost in komplementarnost (elektron na primer je *hkrati* delec in valovanje, kar je nekaj popolnoma nedoumljivega), dobesedno uresničuje in ga s tem pravzaprav »uničuje« (elektron lahko opazujemo samo kot delec ali pa samo kot valovanje, nikakor pa ne obojega hkrati) (berite članek Janeza Strnada *Edina skrivnost?*

Osemdeset let poskusov o »valovni naravi« elektro-nov. Proteus, 69 (6)).

Drugi zgled zadeva biologijo in ga povzemam po Webrovi knjigi. Zgled namreč pritruje neki drugi Lukácsovi trditvi, da je narava namreč družbena kategorija. V zadnjih desetletjih se bje v biologiji boj med tistimi, ki zagotavljajo, da v svetu živih organizmov prevladujeta tekmovalnost in sebičnost (Dawkinsov sebični gen), ter tistimi, ki so prepričani, da je temeljno načelo vsega živega bližje sožitju (na primer Margulis, Noble, Weber in še marsikdo). To nasprotje je obstajalo že v 19. stoletju: Charles Robert Darwin (1809-1882) je na čelo svoje evolucijske teorije zapisal boj za obstanek, v katerem zmagujejo najmočnejši (bolj sramežljivo je govoril tudi o sožitju), njegov mnogo manj poznani estonski sodobnik biolog Karl Ernst von Baer (1792-1876) pa je dajal prednost sožitju v naravi. Estonski biolog Kalevi Kull (rojen leta 1952) je Webro nasprotje razložil sociološko: Darwin je živel sredi angleškega brezobzirnega in krutega industrijskega kapitalističnega okolja, von Baer pa sredi širne estonske narave. »Živa bitja so misli narave,« je dejal Karl Ernst von Baer – aristokrat, ki se je lahko zložno posvetil svojim idejam in mu ni bilo treba za vsako ceno zmagati. Življenjska naravnost raziskovalca, ki jo oblikuje družbeno okolje, v katerem živi, na neki nezavedni način (lahko) vpliva na njegove interpretativne »konstrukte« o svetu.

Vendar razumevanje dejanskosti ne spremeni le svoj lastni predmet, ampak tudi tistega, ki skuša razumeti svoj predmet. O tem govori *druga Marxova teza*, teza o poistovetenju pojmov *praxis* in *poiesis*. V grški filozofiji je izraz *praxis* pomenil dejavnost, v kateri človek preoblikuje *samega sebe* in tako skuša doseči *lastno* popolnost, *poiesis* pa je pomenil človekovo ustvarjanje čim bolj popolnih *stvari*. Marx je obe dejavnosti neločljivo povezal med seboj. Prizadevanje za ustvarjanje čim bolj popolnih materialnih in materializiranih (duhovnih) stvaritev pomeni hkrati tudi osebno izpopolnjevanje, preblikovanje, samoporajanje samih ustvarjalcev teh stvaritev. Ni »zunanjega«, materialnega in materializiranega preoblikovanja brez »notranjega«, osebnega preoblikovanja, pa tudi »notranjega«, osebnega preoblikovanja ni brez »zunanjega«, materialnega in materializiranega.

Vse to pa pomeni naslednje: ker »svet« vedno vpliva na človeka in človek vedno vpliva na »svet«, človeka na neki še ne dovolj pojasnjeni način sploh ni mogoče ločiti od »sveta«. Še več: drug drugega na neki način neprenehoma »zrcalita« in s tem *ustvarjata*. »Svet« in človek sta torej ena sama neločljiva *ustvarjajoča se celota*. Francoski filozof Maurice Merleau-Ponty je to celoto poetično imenoval »meso sveta«: *gosto tkivo iz tega, kar zaznamo, in teh, ki zaznavajo; križanje pogledov, ki šele v svojem križišču ustvarja svet*.

Ruski filozof in literarni teoretik Mihail Bah-tin (*Problemi poetike Dostojevskega*, 2007) je to *ustvarjalno, bitno razsežnost »zrcaljenja«* zaslutil v dialoškem razmerju med ljudmi: »Človek se v dialogu ne samo navzven uveljavlja, ampak tudi prvič postane to, kar v resnici je, in to ne samo za druge, ampak tudi za samega sebe. *Biti* pomeni dialoško komunicirati.« Enakega mišljenja je tudi na primer kognitivist in filozof Evan Thompson. Prepričan namreč je, »da je subjektivnost – doživljanje nas samih od znotraj – načeloma mogoča samo v interakciji z drugo subjektivnostjo, ki naši postavlja mejo in jo tako zrcali. Tuje je vedno sestavni del lastnega /... /« (Weber, 2011).

Najbolj presenetljivo pa je, da o »zrcaljenju« ne govorijo samo filozofi, ampak tudi nevrofiziologi. Besedo prepuščam kar Webu. »Konec devetdesetih let prejšnjega stoletja je Italijan Vittorio Gallese v opičjih velikih možganih odkril živčne celice (zrcalne nev-rone, opomba je moja), ki impulzov niso pošiljale samo med gibanjem živali, temveč tudi takrat, ko je žival enako gibanje opazovala pri svoji vrstnici. Drugo telo se torej upodobi v lastnem telesu. Tudi človek ima tako imenovane zrcalne nevrone. So tako rekoč »čip za sočutje«. Tako se meja med posameznima bitjema zabriše že tukaj: če lahko doživlja drugega bitja podoživim samo tako, da jih *sam* občutim *v lastnem telesu*, potem sva z drugim bitjem po svoje zamenjali telesi – ali pa navsezadnje vsi živimo v skupnem telesu, ki se le členi na številne individuume.« Filozofija se tako združuje s kognitivnimi znanostmi, nevrofiziologijo in biologijo.

Uvodnik bom na tem mestu končal – s povabilom k branju Webrove knjige, ki pomeni »kvantni skok biološke znanosti, ki prepad

med opazovalcem in predmetom zbliža do najgloblje zaupnosti. Mi smo svet, ki se opazuje (asociacija na Merleau-Pontyjevo 'meso sveta', opomba je moja).« Naj povabilo pospremem z Webrovo navdušujočo osebno izpovedjo – s kratko opombo: prevratna znanost je na neki način, ki bi ga bilo treba misliti, vedno tudi osebna, tistega, ki jo ustvarja, pa spreminja v *novega* človeka:

»Prisluhnimo telesu. Zaznavno, vidno si daje cilj, kar je povsem v nasprotju z dolgoletnim prepričanjem konvencionalne biologije, za katero je vse stremljenje bitij le privid, zgolj *simulaker* kakega avtomata. Življenje hoče živeti dalje, od življenja zahteva več, hoče se raztezati, nabrekati, cveteti, hoče se razmnoževati in ponovno nastajati na tisočere načine. Življenje hoče biti subjekt v emfatični obliki. To je njegova prva plat: zahteva po avtonomiji. Njegova druga plat je potreba po tem, kar samo ni: po snovi, na kateri sploh lahko razvije svojo identiteto. Je potreba po drugih bitjih, v kateri prepozna samo sebe, je hrepenenje po tistih, ki jih lahko ljubi, da bo raslo. Če me poraja šele drugo bitje, potem ima tudi že vrednost zame. In dejansko vso avtonomijo dolgujemo drugim organizmom, vsak subjekt je v resnici *intersubjekt* – vzorec v neskončnem tkivu odnosov, poželjen, zavračanja in odvisnosti. S tem tudi tukaj naletimo na protislovje. Tako kot od sebstva kakega bitja, ko prodremo v njegovo globino, ne ostane nič oprijemljivega, tudi lastno blaginjo dolgujemo pretežno drugim bitjem. Za spoznavanje sebe potrebujemo milosten pogled tujih črnih oči. *Zato je prava oblika vrednot mreža. Uspevajoče življenje je tisto, ki pomnoži odnose v tem pletežu, ki nobenega odnosa ne razdre, okrepi že dane in tke nove. Brez narave nismo nič. Ne stojimo namreč na njenem nasprotnem bregu. Smo guba njenega neskončnega tkiva. Narava ni naša domišljija – mi smo njena* (asociacija na omenjeno von Baerovo misel, opomba je moja).« Zaključek sem posebej poudaril, saj jasno izraža tisto, kar sem sam le nejasno slutil.

Tomaž Sajovic

Prof. dr. Rajko Pavlovec osemdesetletnik

Jernej Pavšič in Vasja Mikuž



Malo je naravoslovcev, ki ne poznajo Rajka Pavlovca, geologa in paleontologa, ki je večino svojega strokovnega delovanja posvetil preučevanju numulitin, skupini fosilnih foraminifer, ki jih najdemo največ v širšem sredozemskem prostoru. Poleg svoje osnovne znanstvene discipline se ukvarja še s številnimi drugimi zanimanji. Svojo strokovno pot je začel na Inštitutu za paleontologijo pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti. Kot mlad geolog se je posvetil paleontologiji in se kmalu zapisal svoji večni ljubezni, velikim foraminiferam. Zanimale so ga tudi druge fosilne skupine nevretenčarjev, zato je svoje raziskave razširil tudi na širše območje takratne domovine. Navezoval je številne stike s kolegi po domovini in Evropi. Uspešno je organiziral

Prof. Rajko Pavlovec ob izdanku eocenskih kamnin pri Pivki, (2010). Foto: Vojko Čeligoj.

znanstvene, strokovne in študentske ekskurzije. Pisal je z navdušenjem in velikim darom za znanstvena, strokovna in posebej poljudna besedila. V njegovih člankih je bilo vedno čutiti veliko navdušenje za geologijo. Ljubezen do tiskane besede ga je za nekaj časa zvalila v uredniške vrste pri Mladinski knjigi. Od tam ga je pot vodila na Odsek za geologijo pri takratni Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo. Zaradi svoje priljudnosti in velike skromnosti je kmalu postal zelo priljubljen predavatelj pri študentih geologije, geodezije, biologije in

pedagogike, saj je znal sicer včasih suhoparno snov poživiti s številnimi anekdotami in dogodivščinami. V kolektivu na Odseku je bil sprejet kot požrtvovalen kolega, zato je opravljal številne odgovorne funkcije in bil v zadnjem obdobju fakultete tudi njen dekan. Prof. Pavlovec je predaval na ljubljanski in mariborski univerzi.

Prof. Pavlovec je bil v letih od 1965 do 1969 tudi predsednik Slovenskega geološkega društva, v obdobju od leta 1977 do 1980 pa predsednik Prirodoslovnega društva Slovenije.

Poleg pisanja strokovnih člankov in občasnih predavanj študentom geologije je slavljenec še dejavni član Slovenske matice, kjer je vodja naravoslovno-tehniške sekcije, tajnik društva *Ex libris Sloveniae* in organizator številnih strokovnih ekskurzij po Sloveniji. Ob tej priložnosti smo se s prof. Pavlovcem pogovarjali o njegovem znanstvenem, strokovnem in poljudnem delu.

Velik del svojega življenja namenjaš geologiji in paleontologiji. Zdaj že lahko oceniš, kaj ti pomeni geologija in ali ti je bilo kdaj žal, da se nisi posvetil kakšni drugi stroki? Za geologijo sem se začel zanimati že v gimnaziji. Zbral sem skromno zbirko ka-

mnin, za katero sem od Prirodoslovnega društva Slovenije prejel celo priznanje. Seveda takrat kamnin nisem veliko poznal, pa mi je pri tem pomagal znameniti geolog frančiškan Janez Žurga. Za predanost geologiji mi ni bilo nikoli žal, saj to ni samo ena od osnovnih naravoslovnih ved, ampak ukvarjanje z njo človeku na vsakem koraku, na vsakem izletu, na vsaki turi ponuja kopico zanimivosti.

Ali si imel za svoje znanstveno in strokovno delo dovolj dobre razmere, da si lahko razvil vse ideje, ki si jih imel?

Vseh idej človek najbrž nikoli ne more do kraja razviti. Vsekakor sem imel dobre razmere za delo, tako v času službovanja pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti, kjer mi je zelo pomagal akademik prof. dr. Ivan Rakovec, kakor pozneje na univerzi.

Levo: Sredinski prerez luknjičarke vrste Nummulites vipavensis De Zanche & Pavlovec, 1967 (naravna velikost 8 milimetrov)

Desno: Sredinski prerez luknjičarke vrste Nummulites ustjensis De Zanche & Pavlovec, 1967 (naravna velikost 11 milimetrov), obe obliki sta iz eocenskih kamnin Ustij v Vipavski dolini. Foto: Marijan Grm.



Določil si kar nekaj novih vrst numulitin, ki so danes upoštewane v svetovni literaturi. Kakšno je tvoje mnenje o merilih za določitev nove vrste, ali so ta dovolj jasna?

Določanje fosilov je posebna »znanost«. Ob še večji previdnosti ga človek mimogrede polomi, in to posebej v sedanjem času, ko ljudje bruhajo razprave in članke, da jim je težko slediti. Tudi merila za določevanje so dokaj subjektivna. Recimo, nekateri vodilni paleontologi imajo zelo radi vrste, drugi se navdušujejo nad podvrstami. V bistvu pri fosilih to niti ni pomembno, saj je važno le to, da spoznamo neko novo obliko.

Ali lahko našteješ svoje nove vrste in tiste, ki so jih drugi raziskovalci imenovali po tebi?

Ne pripisujem si kakšnih posebnih zaslug za to, če je nekdo imenoval novo obliko po meni. Največkrat gre za prijateljske odnose ali kake druge vzroke. Mujibur Rahman Khan iz Bangladeša je imenoval novo podvrsto *Globigerina spiralis pavlovici* iz okolice Ilirske Bistrice. Temu geologu sem bil mentor pri doktorski disertaciji. Eden največjih raziskovalcev numulitin, že pokojni prof. Hans Schaub, dolgoletni direktor Prirodoslovnega muzeja v Baslu in tudi moj učitelj, je imenoval *Nummulites pavlovici* iz Kotarč na Koroškem, in to s pristrčnim pojasnilom, »po našem dragem prijatelju in kolegu ... kot priznanje za njegove raziskave numulitin v domovini«. To vrsto so potem večkrat našli pri nas, v Izraelu, Španiji in najbrž še kje. Še tretji primer je rod *Pavlovicina*, ki sta ga poimenovala znamenita ameriška mikropaleontologa Loeblich in Tappan. To pa zato, ker sem v neki svoji publikaciji nasprotoval njunima idejama o tej skupini foraminifer. Strinjala sta se z mojimi navedbami in sta – namesto užaljenosti, ker sem ju kritiziral – nov rod imenovala po meni.

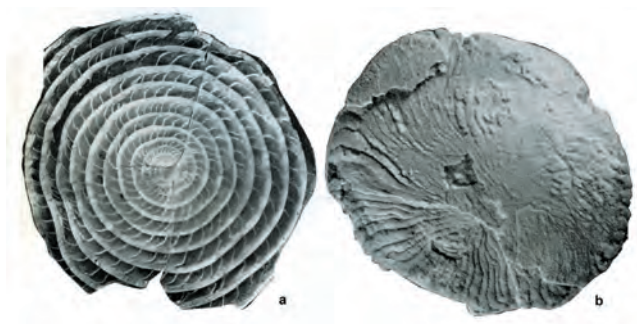
Sam sem se ojunačil in deloma s soavtorjem opisal naslednje vrste ali podvrste: *Nummulites vipavensis* in *Nummulites ustjen-*

sis iz Ustij v Vipavski dolini, *Nummulites quasilaevigatus* iz Vipolž v Goriških brdih, *Nummulites brkinensis* in *Nummulites postbernensis* iz Podgrada v Brkinih, *Assilina exiliformis* iz Jelšan pri Ilirski Bistrici, *Assilina medanica* iz Vipolž, imenovana po Medani, *Assilina marinelli similis* iz Podgrada, *Assilina monacensis* iz Stene ob Dragonji in *Assilina maxima* iz Grožnjana v Istri. Zadnja je sploh največja asilina, znana doslej na svetu. Nekatere od omenjenih vrst so našli pozneje v Španiji, Tuniziji, Izraelu in morda še kje. Iz okolice Drniša v Dalmaciji sem v svojem diplomskem delu opisal školjki *Cardium culjinense* in *Spondylus variocostatus*.

Še zanimiva zgodbica o novi vrsti iz nahajališča v okolici Hrastovelj, ki sem jo imenoval *Assilina istrana*. Da bo to enkrat nova vrsta, sem omenil že prej v nekaj publikacijah. S tem se je strinjal tudi znameniti prof. Schaub in kadar sva se srečala, je vprašal, kdaj jo bom opisal. Končno mi je dejal: »Če je ne boš ti, jo bom opisal jaz, ker je pomembna za Sredozemlje.« Odločil sem se in jo leta 1981 res opisal kot novo vrsto. Glej ga zlomka! Istega leta je izšla obsežna Schaubova monografija v treh velikih knjigah in tam jo je opisal kot *Assilina spira abrardi*. Schaubu sem takoj pisal in omenil, da se mi zdi škoda mojega lepega poimenovanja po Istri *istrana*. Odgovoril je, da lahko skupaj to urediva in jo opiševa kot *Assilina spira istrana*. Vztrajal je namreč pri podvrsti. Žal skupne publikacije nisva nikoli naredila in potem sem v čast temu velikemu švicarskemu paleontologu sam umaknil ime *istrana* kot »nomen nudum«.

Danes nekaj velja znanstveni članek, ki je objavljen v tujih revijah ne glede na njegovo resnično kakovost, saj ga večinoma ocenjujejo tuji recenzenti, ki ne poznajo dovolj naših geoloških razmer. Pri tem pa zanemarjamo slovenski znanstveni in strokovni tisk. Kako gledaš na te stvari?

To je velika napaka slovenske znanosti. Sam sem največ člankov in razprav objavil



Nummulites pavlovcei Schaub, 1981:
a – prerez skozi sredino numulitine,
b – zunanja površina numulitine.

Foto: Marjan Grm.

doma, pa so zanje vedeli vsi, ki jih je snov zanimala. Zakaj se sami delamo manj vredne, da ne govorim o strokovnem slovenskem izrazju? O točkovanju pa raje nič. To je vsekakor ena velikih polomij. Komisija naj ugotovi, ali je nekdo sposoben in vreden za neko delovno mesto. Mnogo lažje bi delali brez pogosto problematičnega točkovanja.

Kaj bi bilo treba še postoriti v slovenski paleontologiji?

Ob takšnem vprašanju se spomnim na okroglo mizo, ki smo jo imeli pred leti pri Slovenski matici. Pomembna misel je bila, naj bi pri nas nadaljevali z raziskovanjem tistih fosilnih skupin, ki jih posamezni raziskovalci že obdelujejo in je zbrana literatura, gradivo in še kaj. Vseh fosilnih skupin majhna Slovenija ne more preučevati.

Pravi raziskovalci niso nikoli povsem zadovoljni in želijo narediti več in bolje. Ali obstajajo cilji, ki se ti niso nikoli uresničili? Težko je povedati, kaj bi morda še naredili bolje. Vsakdo pač dela tisto in toliko, kolikor je sposoben. Vsekakor pa nisem naredil nečesa, kar bi bilo koristno, to je pregled numulitin Slovenije. Na to sem velikokrat mislil, pa je vselej nekaj manjkalo, ali dodatnih raziskav, primerjav s tujino, slikovnih prilog ali nekaj v glavi.

Veliko pišeš poljudno za vse starostne stopnje. Za katere bralce pišeš najraje in zakaj?

Veliko veselje imam s poljudnim pisanjem za mlade in starejše. Večkrat sem slišal, da radi berejo moje članke. Pisal sem za različne starosti, recimo v *Cicibanu* sem objavil okrog 110 krajših člankov, v *Življenju in tehniki* okrog 240 daljših in krajših prispevkov, v *Proteusu* okrog 200 člankov in veliko drobnih vesti. Pri Mladinski knjigi sem v zbirki Pelikan objavil dve drobni knjižici: *Iz življenja kontinentov* in *Kras*. Zadnja je bila dalj časa obvezno čtivo v nižjih šolah.

Znan si po tem, da imaš vso svojo dejavnost skrbno dokumentirano. Ali nam lahko zaupaš, koliko znanstvenih, strokovnih in poljudnih člankov se je nabralo v tem času, koliko predavanj si imel zunaj predavateljskih obveznosti in koliko ekskurzij si vodil? Svojo dejavnost imam res dokumentirano, kar je moj konjiček. Težko je deliti publikacije na strokovne članke in znanstvene razprave, saj resnične znanosti ni veliko, čeprav se mnogi radi ponašajo, kakšni znanstveniki so. Člankov in razprav sem objavil sam ali s sodelavci v domačih revijah in zbornikih približno 150, v tujih 54, in to v Avstriji, Bosni in Hercegovini, Bolgariji, Franciji, Italiji, na Madžarskem, v Nemčiji in na Poljskem. Predavanj na strokovnih sestankih, po šolah, pri raznih društvih in drugod sem imel približno 240. Koliko ekskurzij sem vodil? Tega pregleda pa nimam (vidite, da moje dokumentiranje le ni popolno!).



Poljudna knjižica iz življenja kontinentov iz zbirke Pelikan (Mladinska knjiga)

Mlajše geologe je težko navdušiti za poljudno pisanje. Kaj bi jim priporočil?

Študente sem velikokrat navduševal za poljudno pisanje. Uspeh je bil zelo skromen. Žal se mladi ne zavedajo, da se ob poljudnem pisanju naučiš pisati tudi strokovne članke, ker je poljudno pisanje po svoje bolj zahtevno.

Ali je upokožitev zelo vplivala na tvoje raziskovalno in drugo delo?

Ne bi rekel, da je upokožitev bistveno vplivala na moje delo, saj me na univerzi »še vedno prenašajo« in imam svoj kotichek. Res

pa je, da sem bolj prost, saj nimam sej in drugih nepotrebnosti, ki jih mora človek prenašati v času redne zaposlitve. Na leta pa nikoli ne mislim, saj geologu milijon let komaj kaj pomeni!

Zahvaljujete se ti za iskrive odgovore in ti ob jubileju želiva še veliko veselja ob geološkem delu.

Z jubilentom prof. dr. Rajkom Pavlovcem, ki je 15. januarja 2012 dopolnil 80 let, sta se pogovarjala Jernej Pavšič in Vasja Mikuž.

Živimo v simbiozi

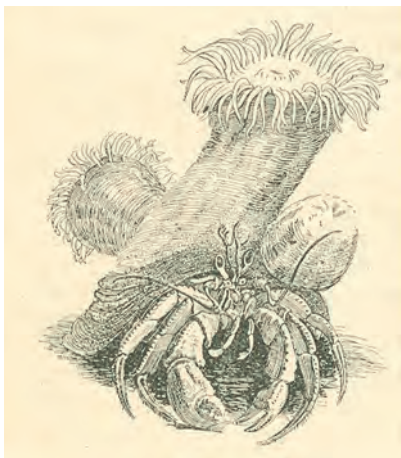
Kazimir Tarman

»Gaia je iz vesolja videna simbioza.«

Lynn Margulis in Dorion Sagan, 1995.

»Tako materialno kot mentalno živimo v simbiozi z nepregledno velikim ekosistemom, ki se nenehno na novo poraja.«

Andreas Weber, 2007.



Rak samotarec s stražnimi vetrnicami.

Risba Antona Koželja v knjižici Podobe iz narave, 1917.

obvezna povezava osebkov dveh vrst. Z ekološkega gledišča sicer ohlapna opredelitev pa ustreza v toliko, ker zajema poleg vseh oblik vzajemnosti tudi zajedavstvo. V tem prispevku se bom ozrl na sožitje ali simbiozo v ožjem pomenu besede.

Zgodovinski pogled

Lišaje so dolgo obravnavali kot samostojno skupino nižjih rastlin. Njihove prave narave niso poznali. Šele švicarski botanik Simon Schwendener (1829–1919) je z mikroskopskimi raziskovanji odkril njihovo dvojnost. Leta 1869 je v razpravi *Tipi alg v lišajih* (*Die Algentypen der Flechten*) v zborniku baselske univerze zapisal, da so lišaji iz gliv in alg sestavljeni organizmi. Sprva težko sprejeto novost so kasneje potrjevali še drugi raziskovalci, med njimi nemški zdravnik, botanik mikrobiolog in mikolog Heinrich Anton de Bary (1831–1888). V delu *Pojav simbioze* (*Die Erscheinung der Symbiose*, 1879) je za to vrsto sožitja skoval ime simbioza.

Najstarejši zapis o sožitju je zapustil grški zgodovinar, imenovan tudi »oče zgodovinskega opisja«, Herodot iz Halikarnasa (485–420 pred našim štetjem). Takole piše: »Med ležanjem ima krokodil odprto gobec nastavljen

Pod besedo *simbioza* navadno pomislimo na sobivanje dveh živih bitij, ki si v preživetju medsebojno pomagata, živita vzajemno. Po naše pravimo temu *sožitje*. Takšno povezanost organizmov označimo z znakom plus (+). Simbioza (v širšem pomenu besede) pa pomeni sožitje dveh ali več bitij ne glede na posledico odnosa. Zato uvrščamo sem še *zajedavstvo* ali *parazitizem*, tokrat s predznakom minus (-). Seveda je takšno ocenjevanje evolucijsko-ekološkega stanja antropocentrično, povezano z mislijo na dobro in zlo, a glede na naravni izbor napačno.

V *Velikem slovarju tujk* (Cankarjeva založba, 2002) preberemo, da je simbioza (grško *symbiosis*) ali sožitje biološko obvezna ali ne-



Rak samotar (Paguristes oculatus) s progasto stražno vetrnico (Calliactis parasitica).

Foto: Marjan Richter.

zahodnemu vetriču in tedaj mu gre v usta *Trochilos* (ptič krokodilji tekalec *Pluvianus aegyptius*), ki požira pijavke. To koristi krokodilu, ki je tega vesel in poskrbi, da ne bi poškodoval *Trochilosa*.« (Cott, H. B., 1975.)

Sožitje - prigoda o dobrem

V prirodoopisu živalstva so nam sožitje ali simbiozo prikazali z rakom samotarcem, ki si je na prisvojeno polžjo hišico nadel eno ali dve vetrnici. Dvojnost tega sožitja je v primerjavi z lišaji povsem očitna in prav gotova znana nabiralcem morske hrane iz pradavnine. »Stražno vetrnico (*Adamsia rondelletti*), združno živečo s samotarcem,« omenja naravoslovec in šolnik dr. Leopold Poljanec (1876-1944) v učbeniku *Prirodopis živalstva* (Poljanec, L., 1929). Njegov primer simbioze so potem povzemali vsi učbeniki zoologije do najsodobnejših. Med starimi zapisi pa sem izbrskal zanimivo pripoved o sožitju naravoslovca in duhovnika Franca Pengova (1876-?) v poljudnoznanstveni knjižici *Podobe iz Narave* (Pengov, F., 1916/17). Besedilo obnavljam zaradi jezika in posebnega načina obravnave. Takole je pisal: »Da izbrišejo ta madež počasnosti (pisatelj misli na počasno premikanje morskih vetrnic) s svojega rodu, zamislile so nekatere premetene 'glavice' že zdavna samovozilo ali

avtomobil, ki jim omogoči umetno, kar je odrekla priroda. Slavno znani sta v tem pogledu obe stražni vetrnici (*Adamsia*): prva (*A. Palliata*) se je zmenila s samotarcem *Eupagurus Prideauxii* iz staroslavnega rodu *Dekapodov* (deseteronožcev), da mu hoče biti zvesta tovarišica v življenju (glej sliko spodaj!), njena sestra *A. Rondeletii* pa je napravila zvezo s svačkovim prijateljem *Paguristes maculatus*, ki je tudi častivreden skrlupar. Pogodba pravi, da ima viteška *Adamsia* dolžnost braniti svojega klienta in njegovo trdnjavo vsekdar in proti vsakomur (nekaka vojaška konvencija). Zato pa mora *Pagurid* oskrbeti svoji protektorici potrebno brašno, zlasti dovolj mesa.« Hkrati *Podobe* izpričujejo tudi staro tradicijo poljudnoznanstvenega pisanja na Slovenskem. V tej zvezi je zanimiva še primerjava s sodobnejšo pripovedjo o isti zgodbi. Preberemo jo v poglavju *Diogen med raki* v knjigi našega morskega biologa dr. Miroslava Zejja *Življenje našega Jadrana* (1947): »Zlasti dobro je znan pravi samotarski rak, ki si izbira za svoj dom predvsem prazne hišice polža volka. Ta rak si izbira le eno in isto vrsto morskih vetrnic (*Adamsia palliata*), ki si jo pričvrsti na vseljeno hišico. Pritrdi si jo vselej tako, da ima cvetka svoj venec lovč blizu odprtine hišice pod rakovim žvekalom. Čeprav je ta vetrnica z rdečimi pikicami in raznobarni-



Lišaji so pionirji osvajanja golega skalovja. Izvornik.

mi progami lep okras, ji vendar pripada težja naloga, kakor krasiti raka. S svojimi pekočimi ožigalkami, ki jih ima na milijone na svojih belih lovkah, brani samotarca pred ribicami, sipami in hobotnicami. Za protiuslugo pa ji rak prepušča del svojega plena ter jo prenaša po morskem dnu. Tako uživa sicer nepremična morska vetrnica vse ugodnosti premikajoče se živali.»

V navedenih primerih prikazujejo pisci sožitje kot poseben in zanimiv biološki pojav. Pengov ga je razložil z značilno ilustrativno antropocentrično metodo v skladu s tedanjim časom. Tudi prebiranje drugih zgodb v *Podobah* razkriva pripovedno moč njegovega pisanja in žal smo ga kot zgodnjega naravoslovnega pisca prezrli v *Enciklopediji Slovenije*.

Spregledanost sožitij?

Ekološke vloge sožitij, ki jo tvorijo lišaji, se mimogrede dotaknejo le avtorji botaničnih učbenikov, na primer Lev Detela (1902–1982): »Lišaji so pionirji v pripravljanju rodovitnih tal.« (Detela, L., 1969.) Ekološko vlogo sožitij obravnavajo šele novi srednješolski učbeniki po izidu prevoda knjige *Od molekule do človeka* (1974) in sočasni prenovi učnih šolskih programov.

Maltuziansko izhodišče za razlago delovanja naravnega odbiranja, ki ga je uporabil Darwin, temelji na ekoloških odnosih: tekmovanju za dobrine, plenilstvu in zajedavstvu. Gre za vidne odnose, ki jih je preprosto opazovati v naravi in njihov učinek preučevati eksperimentalno v bioloških modelih. Z množico opazovanih primerov iz narave je postregel že sam Darwin v delu *O nastanku vrst*. Čeprav je Darwin raziskoval vlogo žuželk pri opravljanju orhidej, simbiozi kot dejavniku evolucije ni namenil ustrezne pozornosti. Posledica neuravnoveženosti je razvidna v obravnavah medvrstnih odnosov še stoletje kasneje. V ospredju je bila tekmovalnost ali kompeticija. Raziskovalci, ki so sledili, med njimi tudi angleški ekolog Charles Elton (1900–1991), avtor prve ekologije živali (*Animal Ecology*, 1927) in raziskovalec problemov dinamike populacij miši in lemingov, so s preštevanjem populacij plena in plenilcev iskali odgovore na obstoj naravnega ravnovesja. Alfred J. Lotka (1880–1949) in Vito Volterra (1860–1940), prvi je bil Američan in drugi Italijan, oba pa matematika in fizika, sta neodvisno drug od drugega opisala nihanja populacij z enačbo. Po izidu »kultnega« dela Eugena P. Oduma (1913–2002) *Funda-*



Kamena korala
Acropora sp.
s koralnicami.

Foto: Marjan Richter.

mentals of Ecology (*Osnove ekologije*, 1971) so postali odnosi med populacijami pomemben del vsebine vseh ekoloških učbenikov. Težišče obravnav je bila vloga plenilstva, zajedavstva in kompeticije. Simbiozam niso pripisovali tolikšnega ekološko-evolucijskega pomena. Zanimivo je, da so teme plenilstva - s poudarkom na agresivnosti - stalne in priljubljene v televizijskih nadaljevanjih iz življenja levov, krokodilov in morskih psov. Sožitja so tudi zaradi odsotnosti dramatičnosti manj gledljiva. Pa vendar so sožitja vseprisotna v vodnih in kopenskih ekosistemih. O tem nas prepriča tudi galerija posnetkov sožitij v knjigi našega podmorskega raziskovalca in fotografa Marjana Richterja *Naše morje*.

Vznik novih pogledov

Danes doživljamo naraščajočo neskladnost človeške civilizacije z naravo. Izzivamo globalne katastrofe: podnebne in biotske vseh vrst, od upadanja biotske raznovrstnosti do preživetne neuravnoteženosti med človeškimi skupnostmi. Že davno tega je našo brezbržnost obsodila v knjigi *Nema pomlad*

(1962) ameriška biologinja Rachel Carson (1907–1964). Drugo svarilo o našem nevsnem početju je v knjigi *Gaja* (1979) zapisal James E. Lovelock (1919). Lovelock vidi v geo- in biosferi Zemlje delujoči simbiotični sistem.

V novi ekologiji so obravnave sožitja ali simbioze vedno pogostejše. Ko spoznavamo (ugotavljamo) prepletenost življenja v malem (na ravni povezanih osebkov) in velikem (ekosistemu) merilu, ne gre le za sheme, ki jih rišemo s prehranjevalnimi verigami in spleti, kjer delujejo, kot se je v pesnitvi *In Memoriam A. H. H.* (*V spomin A. H. H.*, 1849) izrekel angleški pesnik Alfred lord Tennyson, »rdeči zobje in kremplji«. Pri uspešnosti preživetja delujejo tudi sožitja. Navsezadnje je bila za evolucijo biotske raznovrstnosti, tudi naše evolucije, usodna »tehnična inovacija, izumljena v združbi simbiotičnih bakterij«, to je rojstvo evkariontske celice, kot pravi evolucijska biologinja Lynn Margulis (1938–2011). »Verjamem, da je večina evolucijskih novosti nastala in še nastaja neposredno s simbiozo, pa čeprav to ni splošno sprejeta ideja razlage evolucijskih spre-



Koreninski gomoljčki s simbiotičnimi bakterijami na koreninah fižola. Izvirnik.

memb v večini učbenikov,» je zapisala Lynn Margulis (1998). Sodobna znanost pritrjuje evolucijski vlogi *simbiogeneze* tudi v novih učbenikih. Urejenosti ekosistemov ne pogojuje zgolj tekmovalnost, »boj vsakega z vsakim«, ampak tudi prepleteni vzorci sožitij. Simbioze odpirajo nove ekološke niše, zato zmanjšujejo tekmovalnost med vrstami in ponujajo možnosti za sobivanje. Očiten primer tega so evolucijsko stari ekosistemi, kot sta na primer koralni greben in tropski deževni gozd, kajti prav simbioze omogočajo sobivanje množici vrst in zato obstoj velike biotske raznovrstnosti.

Simbioza širi življenjske možnosti, še posebej v skrajnostnih razmerah življenja. Pri osvajanju kopnin pred 410 milijoni let so bili pionirji lišaji, pri uspešnem prehodu cevnic iz vode na kopno pa so pomagale mikorizne glive. In lišaji so že od davno ustvarjalni pionirji golega, mrzlim vetrovom izpostavljenega skalovja v Arktiki in Antarktiki, v gorah Alp, Himalaje in Andov, pa tudi toplih in presušenih tal skrepelele ognjeniške lave. Ob »vulkanskih

dimnikih«, na stičiščih celinskih plošč v globini oceanov, poganjajo življenje združb simbioze mikrobov s školjkami, raki ter bradonosci riftijami. Brez simbiotičnih alg (*Symbiodinium* sp.) bi kamniti koralnjaki ne rasli in ne ustvarjali koralnih grebenov in atolov, pa tudi ne kamnitih apneniških skladov v geološki davnini, ki so se dvignili v visoke gorske grebene. Simbiotični bičkarji (*Hypermastigina*) in bakterije prebavljajo les (celulozo) v črevesu termitov. Brez mikrobnih združb, ki v vampu goveda obdelujejo celulozo v zaužitih travi, in množice migetalčarjev entodiniomorfov (*Entodiniomopha*) bi ne pili mleka in ne jedli sira. Nova raziskovanja so odkrila entodiniomorfe tudi pri gorilah in šimpanzih. Navsezadnje je naše telo sožitje milijard celic, pa tudi uživalec sožitij z množicami mikrobov v črevesu in na koži. In gozd, po katerem se vije moja sprehajalna pot, živi v vidnih in nevidnih simbiozah. Nekaj tega mi je bilo dano videti prek drobnega živega sveta v gozdni prsti (glej *Proteus*, 68: 102–108).

Z neobveznimi zvezami, ki jim pravimo v ekologiji *protokooperacija*, je človek skozi tisočletja osvajal Zemljo. Dokaz za to sta pes in konj. Najbrž, ah, kar gotovo bodo simbioze spremljale osvajalce novih svetov.

V razmislek

V nasprotju s spontanostjo evolucijskih procesov v naravi upravlja družbene procese in razvoj razumni človek. Ali ni to prednost naše vrste? Je in ni, kajti razum lahko zapelje človeštvo v obstoj ali pogubo. Tudi razvoj naše civilizacije je vzklik z ekološko uspešnim sodelovanjem – sožitjem naših davnih praprednikov v divjini tropske Afri-



Podmorski vulkanizem na stičišču celinskih plošč. Okoli »dimnikov« se naselijo črvi kolobarniki riftije (*Riftia pachyptila*), ki živijo v sožitju s simbiotičnimi bakterijami, sposobnimi izkoriščati v vodi prisotne sulfide (na primer strupeni H_2S).

Risba: Boštjan Tarman.

ke. Spopadi in vojne stotisočletja kasneje so uničevale, sožitja po opustošenju pa znova vračala blagor človeštvu. Da bi prevladalo ustvarjalno sožitje nad uničevalno agresijo, je nastala Organizacija združenih narodov. Ali ni to oblika nove *družbene simbioze*? Poskus ustvarjanja planetarnega sožitja med narodi. Narava je učiteljica!

Literatura:

- Bevk, S., 1933: *Botanika za višje razrede srednjih šol*. Ljubljana: Banovinska zaloga šolskih knjig in učil.
- Carson, R., 1972: *Nema pomlad*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Cott, H. B., 1975: *Looking at Animals*. London: Collins.
- Detela, L., 1960: *Botanika*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Elton, Ch., 1927: *Animal Ecology*. London: Sidgwick & Jackson Ltd. (Ponatis 1971).
- Lovelock, J. E., 1994: *Gaja – nov pogled na življenje na Zemlji*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Margulis, L., 1998: *The Symbiotic Planet – A new look at evolution*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Odum, E. P., 1971: *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, London, Toronto: W. B. Saunders Company.
- Pengov, F., 1916/17: *Podobe iz narave* (1. in 2. zvezek). Celovec: Družba sv. Mohorja.
- Poljanec, L., 1929: *Prirodopis živalstva*. Celje: Družba sv. Mohorja.

Richter, M., 2005: *Naše morje*. Piran: Sijart.

Sušnik, F. (urednik), 1974: *Od molekule do človeka*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Tarman, K., 1992: *Osnove ekologije in ekologija živali*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Weber, A., 2011: *Čuteča narava – človek, narava in revolucija znanosti o življenju*. Ljubljana: Modrijan.

Zei, M., Zháněl, J., 1947: *Življenje našega Jadrana*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Slovarček:

Gaja. Hipoteza J. E. Lovelocka in L. Margulisa govori, da so fizikalne in kemične razmere na našem planetu delo živih organizmov in prav ti vzdržujejo tudi njihovo obnavljanje, kroženje in stanovitnost.

Protokooperacija. Oblika neobveznega sožitja, na primer združevanje različnih vrst kopitarjev in nojev v mešane črede zaradi varnosti pred plenilci ali sodelovanje nekaterih plenilcev v skupinskem lovu (levi, volkovi).

Mikoriza. Sožitje med glivami in koreninami rastlin: glive oskrbujejo rastlino z vodo in hranilnimi solmi, rastline pa dajejo glivam ogljikove hidrate.

Riftija. Vrsta *Riftia pachyptila* sodi med kolobarnike – bradonosce (*Pogonophora*), značilna vrsta, ki živi v skrajnostnih razmerah na območju globokomorskega vulkanizma.

Skrupar, tudi škrlupar. Zastarelo ime za rake, sedaj pogosteje uporabljano v kulinariki.

Temni tok?

Janez Strnad

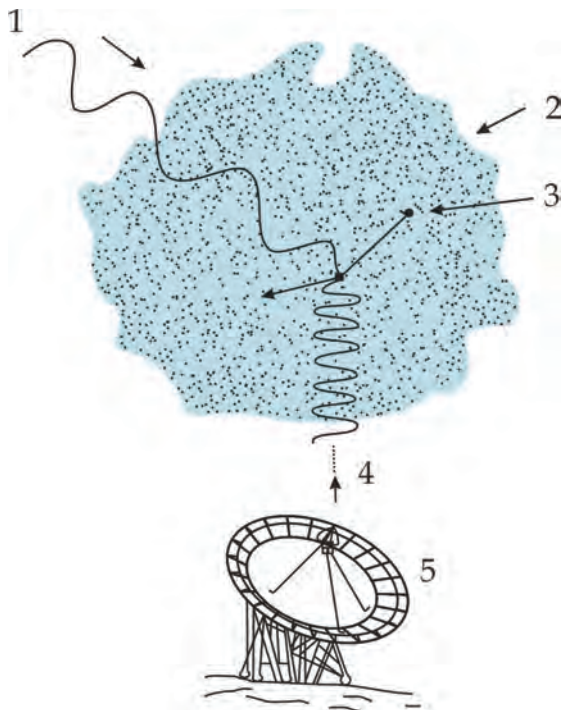
Ali se zelo oddaljene jate galaksij v vesolju na velikih razsežnostih gibljejo urejeno? Ali je *temni tok*, kakor pravijo temu gibanju, ob temni snovi in temni energiji tretja »temna« uganika v vesolju?

Temna snov, ki je za 22 odstotkov snovi v vesolju, deluje z gravitacijo na navadno snov in svetlobo. Temna energija, katere masa ustreza 74 odstotkom snovi v vesolju, poganja pospešeno širjenje vesolja. Ne vemo, kaj sestavlja prvo in drugo.

Veliko podatkov o vesolju so dala opazovanja *prasevanja*. To je elektromagnetno valovanje, ki je ostalo od gostega elektro-

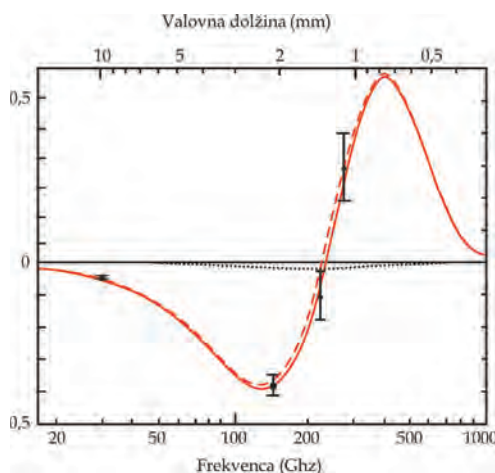
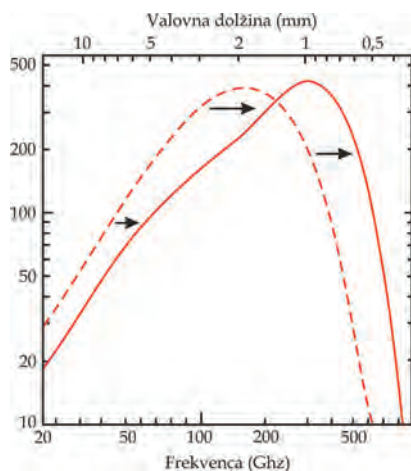
magnetnega valovanja iz zgodnjega obdobja vesolja. Sprva gosta snov v vesolju iz pozitivno in negativno nealektrenih delcev ni prepuščala svetlobe. Nekako 380 tisoč let po začetku širjenja pa se je vesolje ohladilo do približno tri tisoč stopinj in so se elektroni in ioni postopno vezali v atome. Odtlej je vesolje »prozorno« za elektromagnetno valovanje. Pred tem sta bila snov in sevanje v ravnovesju, tako da je šlo za *sevanje črnega telesa*. Zaradi širjenja vesolja se je odtlej temperatura sevanja močno znižala, a je ostalo črno. Zdaj sestavljajo to prasevanje *mikrovalovi* z valovno dolžino od dela milimetra do več centimetrov. Nekateri astrofiziki glede te lastnosti vesolja primerjajo z ogromno mikrovalovno pečico. Prasevanje je podrobno preiskalo več raziskovalnih

skupin, med njimi skupini ob umetnem satelitu COBE in vesoljski sondi WMAP. Ugotovile so, da je prasevanje, ki mu v povprečju ustreza temperatura 2,725 stopinj nad absolutno ničlo, zelo enakomerno, a da se v njem javljajo majhni odmiki od povprečja, *fluktuacije*, ki ustrezajo stotisočinam stopinje.



Pojav Sunjajeva-Zeljldoviča shematično: foton v prasevanju (1) na poti iz vesolja v oblaku (2) v jati galaksij ob trku s hitrim elektronom (3) pridobi energijo. Mikrovalove (4) s povečano frekvenco in zmanjšano valovno dolžino sprejme radijska antena (5).

Risba po predlogi: Janja Benedik.



Črtkana krivulja kaže spektralno gostoto mikrovalov pred prehodom skozi oblak, sklenjena pa po prehodu (levo). Spektralna gostota je porazdelitev gostote energijskega toka po frekvenci (spodnja os v GHz, gigahertz je milijarda nihajev na sekundo) in po valovni dolžini (zgornja os v milimetrih). Razlika obeh pri frekvenci 217 GHz in valovni dolžini 1,4 milimetra spremeni znak (desno). Na navpično os je nanesena spektralna gostota svetlosti v enotah 10^{-20} vata na kvadratni meter, hertz in steradian. Neposredno lahko pojav Sunajeva-Zeljdoviča zasledujemo na spletu, če v Googlu poiščemo naslov Animation of the Sunyaev-Zel'dovich effect. *Risba po predlogi: Janja Benedik.*

Gravitacija v vesolju veže galaksije v *jate*. Masa nekaterih od njih doseže do sto tisoč mas naše Galaksije. Gravitacijsko polje galaksij veže sredi jate oblak zelo razredčenega plina z maso do četrte mase jate. Svetloba zvezd ionizira plin v oblaku, da nastane plazma elektronov in ionov. Temperatura elektronov doseže več deset milijonov stopinj. Hitri elektroni se zavirajo v polju pozitivno naelektrenih ionov in pri tem sevajo rentgensko svetlobo. Sevanje je tem močnejše, čim večja je gostota elektronov, in sicer je štirikrat večje, če je gostota dvakrat večja. Po tem rentgenskem sevanju umetni rentgenski sateliti zaznavajo jate.

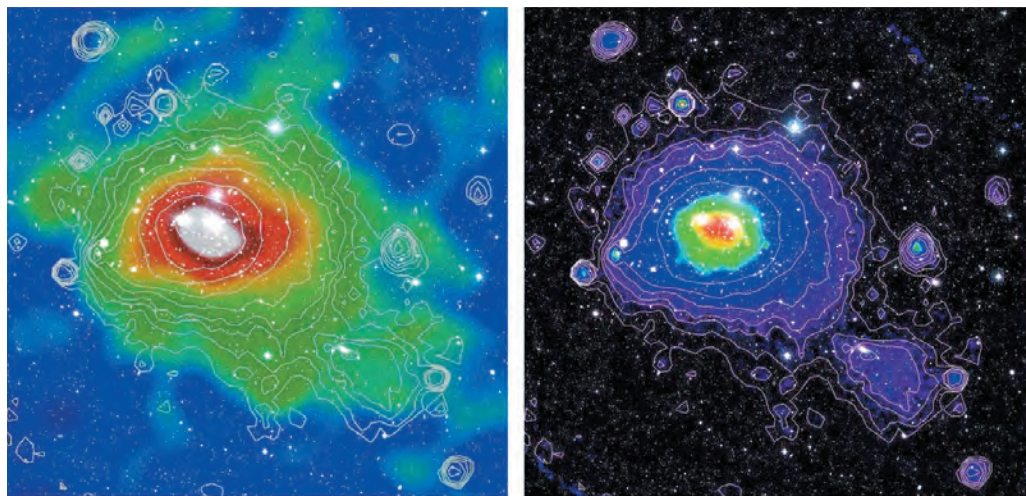
Ruski fizik beloruskega rodu Jakov Zel'dovič (1914 do 1987) in njegov študent uzbeškega rodu Rašid Sunajev (rojen 1943)¹ sta raziskovala fluktuacije v prasevanju zaradi majhnih neenakomernosti v gostoti snovi v

mladem vesolju. Leta 1970 sta opisala *pojav Sunajeva-Zeljdoviča*. Do tega pojava pride pri prehodu prasevanja skozi jato galaksij. Hitri elektroni v oblaku z visoko temperaturo delujejo na prasevanje z veliko nižjo temperaturo. Foton v prasevanju trči s hitrim elektronom in v povprečju na njegov račun pridobi nekaj energije.

Pri tem se fotonu poveča energija in z njo frekvenca. Zaradi tega je v prasevanju, ki gre skozi oblak elektronov v jati galaksij, nekaj sevanja z večjo frekvenco – manjšo valovno dolžino – več, a nekaj sevanja z manjšo frekvenco – večjo valovno dolžino – manj. Meja med obema območjema je pri frekvenci 217 milijard nihajev na sekundo, ki ji ustreza valovna dolžina 1,4 milimetra. Gostota energijskega toka v prasevanju iz smeri jate nad to valovno dolžino se nekoliko pomanjša, pod njo pa nekoliko poveča.

Pojav Sunajeva-Zeljdoviča je tem izrazitejši, čim večja je gostota elektronov v oblaku in je pri dvakrat večji gostoti dvakrat izra-

¹ Sunajev deluje danes v Rusiji in vodi inštitut Maxa Plancka za astrofiziko v Garchingu v Nemčiji. Letos so mu Japonci podelili kiotsko nagrado za astrofiziko.



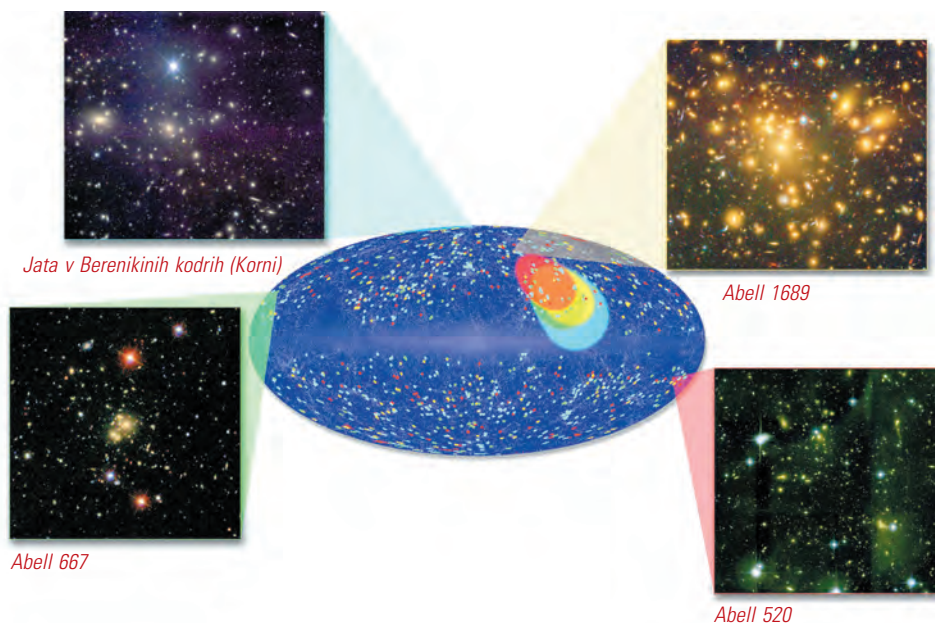
Črte povezujejo točke na nebu z enako gostoto energijskega toka mikrovalov, ki so šli skozi jato galaksij v Berenikinih kodrih (Komi). Podložena je slika tega dela neba v vidni svetlobi v nepravih barvah (levo). Črte povezujejo točke na nebu z enako gostoto energijskega toka rentgenske svetlobe (desno). Mikrovalove je zaznal rentgenski observatorij Planck, ki ga je Evropska vesoljska agencija izstrelila v vesolje leta 2009, rentgensko svetlobo pa na nemški satelit Rosat, ki je deloval med letoma 1990 in 1999.

zitejši. Zato je pojav izrazitejši v zunanjih redkejših delih oblaka, medtem ko zavorno sevanje prihaja predvsem iz osrednjih gostejših delov oblaka. Valovna dolžina rentgenskega zavornega sevanja iz jate galaksij je zaradi širjenja vesolja premaknjena proti rdečemu delu spektra. Na pojav Sunjajeva-Zeljdroviča, pri katerem opazujemo le nekakšno senco jate v prasevanju, pa širjenje vesolja ne vpliva. Pojav so prvič zanesljivo zaznali šele leta 1984 s štiridesetmetrsko paraboloidno radijsko anteno.

Ponavadi sevanju iz določene smeri priredi-
jo temperaturo, ki ustreza gostoti energij-
skega toka v sevanju črnega telesa. Poveča-
nju valovne dolžine ustreza za kako tiso-
čino stopinje nižja temperatura, pomanjša-
nju pa toliko višja. Po takih malenkostnih
spremembah temperature, ki jo ugotovijo v
prasevanju iz smeri jate, je mogoče razisko-
vati oblake v jatah galaksij in s tem tudi
jate. Prasevanje, ki je šlo skozi jato, primer-
jajo s podatki o rentgenski svetlobi te jate.
Po pojavu Sunjajeva-Zeljdroviča je mogoče

zasledovati gibanje jate galaksij prečno na
smer prasevanja. To gibanje vpliva na smer
prasevanja, ki gre skozi jato in ki ga zazna-
jo na Zemlji. Po malenkostnih spremem-
bah v prasevanju je mogoče po primerjavi z
rentgenskim sevanjem jate ugotoviti prečno
hitrost jate. Pojav je neizrazit in merjenje
pri opazovanju posamezne jate nenatančno.
Če pa se sosednje jate gibljejo ubrano, se
napake pri merjenju med seboj delno izrav-
najo in je mogoče meriti natančneje.

Opisanega merjenja so se lotili Alexander
Kashlinsky, Fernando Atrio - Barandela,
Dale Kocevski in Harald Ebeling. Kas-
hlinsky je član Centra za vesoljske polete
NASA v Greenbeltu v zvezni državi Ma-
ryland, Atrio - Barandela univerze v Sa-
lamanki v Španiji (katere član je bil prej
Kashlinsky), Ebeling univerze na Havajih,
Kocevski je bil njegov podiplomski študent,
zdaj pa je član Kalifornijske univerze v
Davisu. Jeseni leta 2008 so objavili članek
*Merjenje lastnih hitrosti jat galaksij na veli-
kih razdaljah, rezultati in kozmološke posle-*



Jate galaksij v galaktičnem koordinatnem sistemu. Elipsa zajame ves nebesni obok. Velika os ustreza galaktični ravnini, to je ravnini Rimske ceste, središče elipse pa smeri proti središču Galaksije v ozvezdju Strelca. V smeri velike osi elipse nanašamo proti vzhodu galaktično dolžino, v smeri male osi pa na obe strani galaktično širino. Barvna pika kaže položaj jate na nebu. Jate so po oddaljenosti razdelili v štiri skupine. Barva je tem bolj rdeča, čim večja je oddaljenost jate. Ustrezno obarvane lise nakazujejo smer osi domnevnega temnega toka za posamezne skupine. Štiri obrobne fotografije kažejo značilne jate iz štirih skupin v vidni svetlobi.

dice. V njem so poročali o raziskavi pojava Sunjajeva-Zeljdoviča na podlagi triletnih podatkov WMAP in obsežnega seznama rentgenskega sevanja jat galaksij. Glavnino dela so opravili računalniki. Preiskali so sedemsto jat in ugotovili, da se jate v veliki oddaljenosti s hitrostjo 600 do 1000 kilometrov na sekundo gibljejo po osi, ki kaže proti točki med ozvezdjema Kentaver in Jadro na južnem nebu. Kashlinsky je izjavil: »Zaznavamo gibanje po tej osi, za zdaj pa se po naših podatkih ne moremo tako trdno odločiti, kot bi se radi, ali gre od nas ali proti nam.« Ne glede na smer se ubrano gibanje jat na velikih razsežnostih ne ujema z obstoječim modelom, po katerem je vesolje na velikih razsežnostih v vseh delih in v vseh smereh enako. Leta 2008 se je oglašil Edward L. Wright, češ da so Kashlinsky in sodelavci uporabili sporen način. Leta 2009

je Ryan Keisler menil, da je obstoj temnega toka sporen, ker niso v celoti upoštevali fluktuacij v prasevanju.

Leta 2010 je skupina Kashlinskega, ki se ji je pridružil A. Edge z univerze v angleškem Durhamu, objavila članek *Novo merjenje velikega toka jat galaksij, ki sevajo rentgensko svetlobo*. V njem so zajeli petletne podatke WMAP in upoštevali več kot tisoč jat do oddaljenosti 2,5 milijarde svetlobnih let. Jate so po oddaljenosti razdelili v štiri skupine in vsako od skupin obravnavali posebej. Ugotovili so, da so se med skupinami sicer pojavile razlike, da pa so se skupine glede gibanja okvirno ujemale. Kashlinsky je priznal: »Na tej točki nimamo dovolj podatkov, da bi vedeli, za kaj gre ali da bi določili meje. Z gotovostjo lahko rečemo samo, da je nekje zelo daleč svet, zelo drugačen od tistega okoli nas.«



Na visoki planoti Chajnantor v Čilu Evropska organizacija za astronomska raziskovanja na južni polobli ESO sestavlja anteno ALMA. Poleti so na planoto pripeljali prvih dvanajst sedemmetrskih anten, štiri dvanajstmetrske so že bile tam. Taka bo ALMA, ko bo dokončana.

De-Chang Dai, William H. Kinney in Dejan Stojkovic z univerze v Buffalu so leta 2011 poročali o 557 supernovah 1a. Pri bližnjih supernovah so zasledili ubrano gibanje, bolj oddaljene kot 680 milijonov svetlobnih let pa so se gibale v vseh mogočih smereh in ne ubrano. Ta izid je nasprotoval ugotovitvam skupine Kashlinskega. Nazadnje so posvarili: »Toda prežgodaj je še in potrebna so nova merjenja, da bi temni tok dokončno ovrgli ali ne.«

Ob tem se spomnimo *Velikega atraktorja*, ki je zbudil pozornost leta 1973. Zagotavljali so, da se jate z maso več deset tisoč Galaksij v razdalji več sto milijonov svetlobnih let gibljejo v smer, ki se bistveno ne razlikuje od smeri temnega toka. Tedaj so mislili, da tam velika jata z gravitacijo privlači okolno snov in tudi našo Galaksijo. Leta 2006 se je pokazalo, da je masa ubrano se gibajočih jat desetkrat manjša in tudi oddaljenost omejena na 150 do 250 milijonov svetlobnih let. Pomislili so na možnost, da je tega kriva gravitacija zelo velike jate v večji oddaljenosti. V tem primeru bi atraktor lahko privlačila gravitacija še bolj oddaljene snovi?

Vprašanje o temnem toku je eno od odprtih vprašanj, pri katerih merjenje še ni dovolj

natančno, da bi dopuščalo trden odgovor. Med drugimi obeta natančnejše merjenje Atakamska velika milimetrska antena ALMA, ki jo mednarodna raziskovalna skupina postavlja v Čilu. V puščavi na višini 5000 metrov jo bo, ko bo dokončana, sestavljalo 64 velikih premičnih parabolidnih anten. Zaradi mirnega in suhega zraka bodo lahko zaznavali radijske valove z valovno dolžino navzdol do tretjine milimetra.

Razprava o temnem toku je zbudila teoretična razmišljanja, ki segajo celo do vzporednega vesolja. Vprašanja te vrste so izziv za raziskovalce in odgovori nanje utegnejo pripeljati do pomembnih ugotovitev o vesolju.

Literatura:

- Dark flow*, 2011: http://en.wikipedia.org/wiki/Dark_flow
 Kashlinsky, A., Atrio - Barandela, F., Kocevski, D., Ebeling, H., 2008: *A measurement of large-scale peculiar velocities of clusters of galaxies, results and cosmological implications. Astrophysical Journal*, 686: 49.
 Nath, B., 2008: *Sunyaev-Zeldovich effect. Shadows of the cosmic radiation. Resonance*, 13: 428.

Gorski škržadi in kako iz ene nastane več kot ducat vrst

Matija Gogala

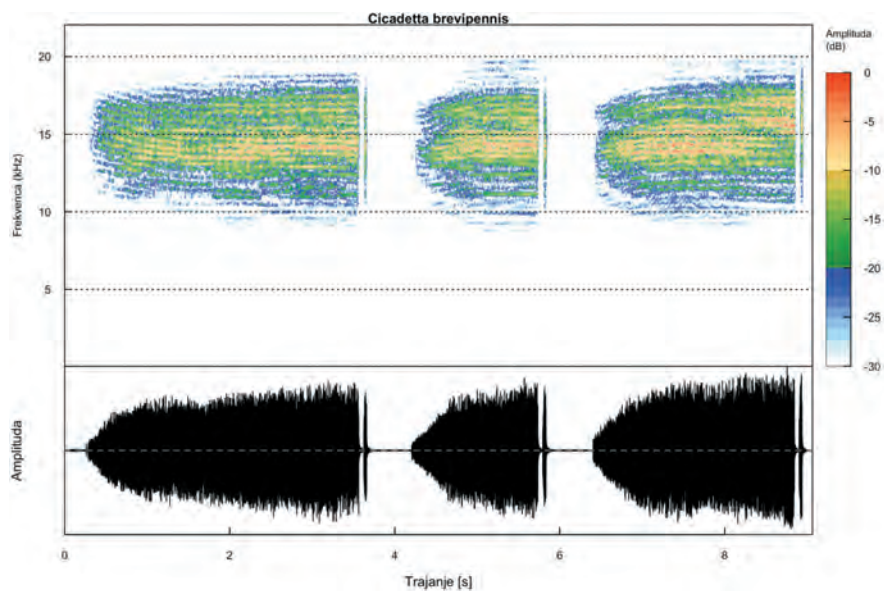
Uvedba novih metod in pristopov v znanstvene raziskave pogosto prinese prenetljive rezultate. Tako je v zadnjih nekaj desetletjih uporaba bioakustičnih metod za snemanje in analizo zvočnih signalov žuželk prispevala k spoznanjem o raznovrstnosti nekaterih žuželčjih skupin, med katerimi so tudi gorski škržadi. Tako se je v zadnjih letih pokazalo, da je Skopolijev gorski škržad pravzaprav skupina sorodnih vrst, ki jih najlažje razločujemo na podlagi vrstno značilnih napevov.

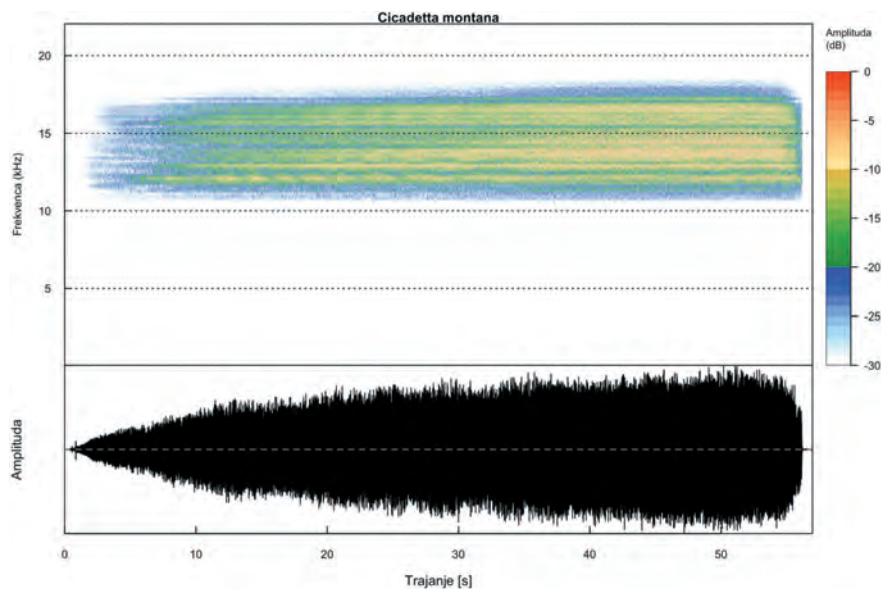
Leta 2012 bo minilo že dvestoštirideset let, odkar je idrijski zdravnik in svetovno znani naravoslovec Ioanes Antonius Scopoli obja-

vil opis majhnega škržada iz okolice Idrije, ki ga je imenoval *Cicada montana*, torej gorski škržad. Opis je izšel v naravoslovni serijski publikaciji *Annus historico naturalis*, ko je Scopoli že živel in delal v Paviji. Kljub temu da je opis kratek, brez ilustracij, so ga kasnejši strokovnjaki entomologi priznavali in upoštevali, le rodovno ime so spremenili oziroma vrsto uvrstili v drug rod, tako da je sedaj veljavno znanstveno ime te žuželke *Cicadetta montana* (Scopoli, 1772).

Čeprav so nekateri entomologi že v prejšnjih stoletjih domnevali, da vsi gorski škržadi v Evropi le niso čisto enaki, in so nekatere primerke opisovali kot podvrste, va-

Slika 1: Oscilogram (spodaj) in sonagram – frekvenčni zapis napeva kratkokrilega gorskega škržada. Sliki 1 in 2 sta narejeni s programom Seriae v okolju R.



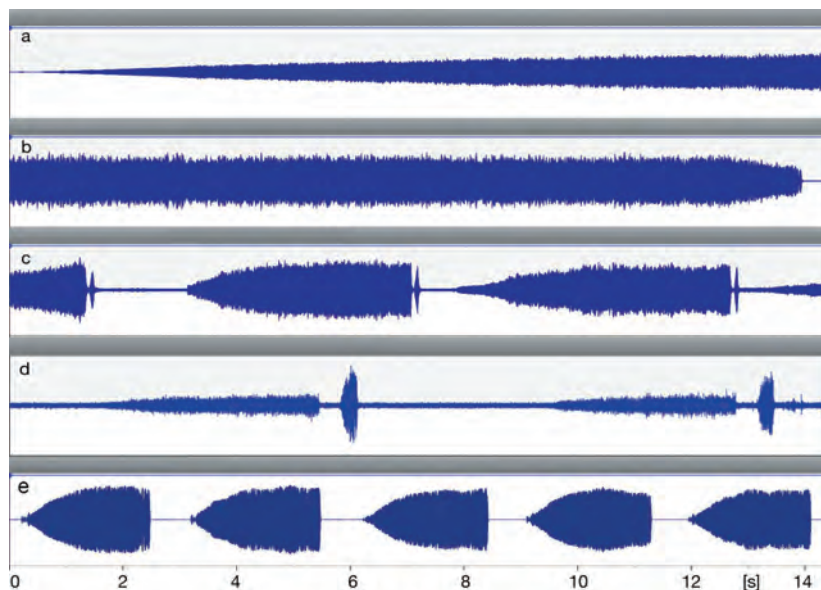


Slika 2: Oscilogram (spodaj) in sonagram napeva »pravega«, Skopolijevega gorskega škržada. Ne prezrite, da traja celotna faza skoraj eno minuto in ne le nekaj sekund kot pri sliki 1.

rijacije ali celo samostojne vrste, je v drugi polovici prejšnjega stoletja prevladalo mnenje, da je v Evropi le ena vrsta gorskega škržada, ki je razširjena od Velike Britanije do bližnjih predelov Azije. Izjema je bila le korziška vrsta, *Cicadetta fangoana*, ki jo je leta 1976 opisal Francoz Michel Boulard. Ko smo se leta 1993 z ruskim prijateljem in sodelavcem dr. Andrejem Vladimirovičem Popovom ter nekaterimi študenti lotili novih raziskav škržadov v Sloveniji z bioakustičnimi metodami, torej s snemanjem in analizo zvočnih signalov, dolgo nismo uspeli najti, posneti in ujeti gorskega škržada. Tudi dobrega opisa napeva te vrste škržadov do takrat ni bilo. Leta 1995 je potem že omenjeni francoski strokovnjak za škržade prof. Michel Boulard objavil članek in s soavtorjem Mondonom še knjigo s prikazi napevov škržadov, tudi napevom gorskega škržada. Kmalu zatem smo tudi pri nas našli in posneli gorske škržade s takim napevom, kot ga je objavil Boulard. Tak napev sestavlja en daljši, nekaj sekund trajajoči zlog ali ehem, kateremu sledi zelo kratek

zlog, in tak vzorec se redno ponavlja (slika 1 in 3c). Frekvenčno območje teh signalov pa je na zgornji meji človeškega sluha. Končno smo gorske škržade s takim napevom našli tudi v Sloveniji in celo na hribu nad našo hišo! Toda tu mi nekaj ni dalo miru. V mladosti, ko sem še odlično slišal visoke tone, sem na svojih gorskih poteh nekajkrat poslušal in opazoval škržade, domnevno gorske, ki pa so se oglašali drugače, z dolgim, več deset sekund trajajočim visokim cvrčanjem. Ali gre za drugo vrsto ali isto, ki se lahko oglaša na dva načina?

Zato smo gorske škržade iskali na več krajih po Sloveniji in ugotovili, da v višjih legah, na nadmorski višini nekako nad 800 metrov, najdemo škržade, ki pojejo minuto ali več trajajoč, po glasnosti počasi naraščajoč napev, ki nato hitro zamre (slika 2 in 3a, b). Ne sledi pa mu kratek zlog kakor pri napevu, ki ga je opisal Boulard. V nižjih legah po Sloveniji pa smo večinoma našli gorske škržade z dvojnimi zlogi, ki smo jih začasno imenovali »kratkospevne«. Kazalo je torej, da gre za dve sorodni in podobni

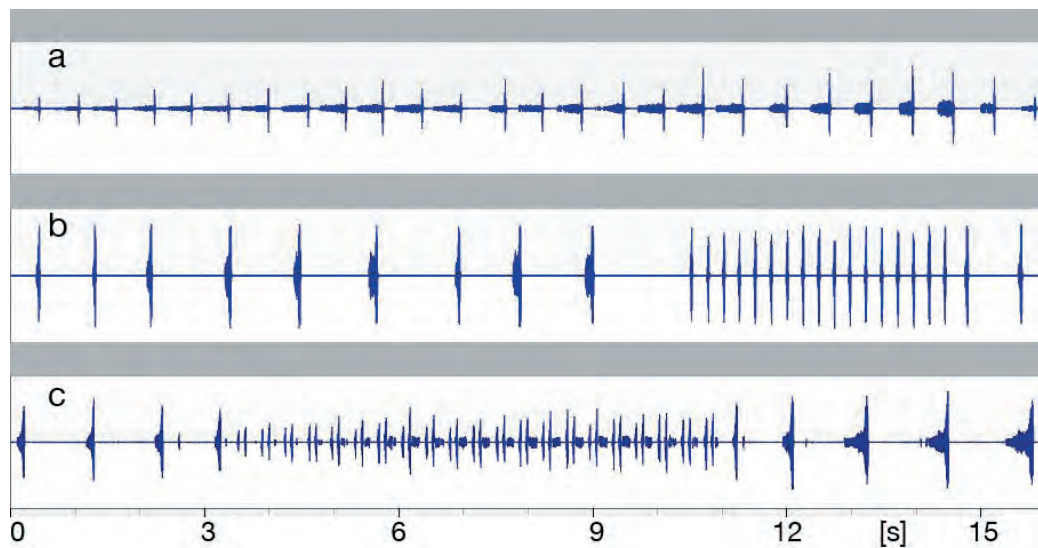


Slika 3: Oscilogrami napevov prve skupine gorskih škržadov, Skopolijevega (a, b), kratkokrilega (c), korejskega (d) in olimpskega gorskega škržada (e).

vrsti z različnimi napevi, vendar nas je še vedno preganjal sum, da se morda iste živali lahko oglašajo različno. Zato smo »kratkospevne« škržade s hriba za našo hišo ujeli in zaprli v nekakšno kletko na drevesu in prisluhnili njihovem oglašanju. Peli so tako, kot je opisal profesor Boulard, s ponavljanjem vzorca dolgega in kratkega zloga. Dolgospevnih za primerjavo pa ni bilo preprosto ujeti. Ko smo jih poslušali in snemali z usmerjenimi mikrofoni, s katerimi lahko zanesljivo določimo, od kod prihaja zvok, smo ugotavljali, da ti škržadi prepevajo in se zadržujejo skoraj brez izjeme le v vrhovih dreves. Našli smo jih na Vršiču, mladi ljubiteljski entomolog Andrej Kapla pa nam je povedal, da prepevajo taki dolgospevni tudi v hribovju nad Hrastnikom. Imel je odličen sluh in je gorske škržade brez elektronskih pripomočkov prej zaslišal kot jaz z mikrofonom in ultrazvočnim detektorjem. No, in Andrej je ujel takega dolgospevnega škržada in ta je v kletki na našem vrtu pel le svoj dolg in preprost napev, kakršne-

ga vidimo na sliki 2 in 3a, b. Tako smo se prepričali, da gre res za dve različni vrsti gorskega škržada.

To pa je bil šele začetek naše zgodbe. Škržade smo namreč raziskovali tudi drugod, ne le v Sloveniji. V Makedonijo smo se odpravili večkrat, in že leta 1996 sem v gozdovih nad Prespanskim jezerom zaslišal napev, ki mi je bil čisto neznan. V naslednjih letih sva Makedonijo večkrat obiskala skupaj s Tomijem Trilarjem, ki se je tudi pridružil bioakustičnim raziskavam škržadov doma in na tujem. Ponovno sva te škržade našla na več krajih v tej državi in jih tudi ujela. Pokazalo se je, da se po videzu komaj kaj razlikujejo od gorskih škržadov iz Slovenije. Ker smo bili takrat še negotovi, ali gre res za vrsto gorskega škržada, smo za pomoč zaprosili priznanega avstrijskega strokovnjaka prof. Wolfganga Schedla, ki je to makedonsko vrsto opisal kot podvrsto gorskega škržada, torej *Cicadetta montana macedonica* Schedl 1999. Midva s Tomijem pa sva v isti reviji *Reichenbachia* objavila opis napeva tega škržada (slika 5a).



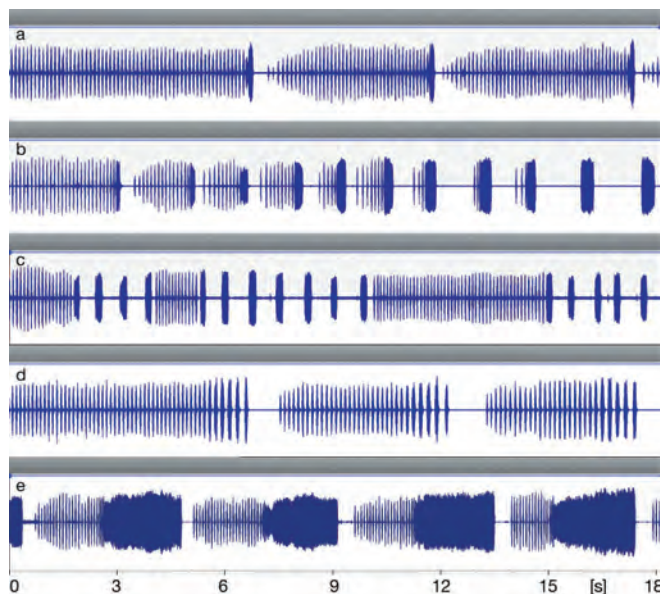
Slika 4: Oscilogrami napevov druge skupine gorskih škržadov, od katerih je najbolj razširjen dvozložni gorski škržad (a), sledita pirenejski (b) in sicilski gorski škržad (c).

Le leto zatem sta francoska avtorja Stéphane Puissant in že omenjeni Michel Boulard opisala novo vrsto gorskih škržadov iz Pirenejev, *Cicadetta cerdaniensis*. V članku z opisom sta zatrdila, da morfoloških razlik s »kratkospevnim« gorskim škržadom, ki je v Franciji pogost, nista našla. Napev pa je povsem drugačen (slika 4b).

Leta 2001 je Tomi v Trenti zaslišal podoben napev, kakršnega sta opisala Francoza. S Tomijem in Andrejem Kaplo smo šli ponovno tja in uspeli napeve posneti, en primerek pa tudi ujeti. Ko smo to sporočili francoskim kolegom, so ti sicer bili mnenja, da je to sorodna, ne pa ista vrsta, in da tudi ta še ni opisana. Članek z opisom te nove vrste *Cicadetta cantilatrix* sta Francoza Jérôme Sueur in S. Puissant objavila šele leta 2007. Mi smo to vrsto našli še v mnogih državah, od Italije, Avstrije, Poljske do Romunije, Bolgarije, Makedonije, Črne gore in Grčije. Ni dvoma, da je tej vrsti najbližja pirenejska vrsta, saj so zvočni signali zelo podobni (slika 4a). Pred kratkim pa se je tema vrstama gorskih škržadov pridruži-

la še vrsta *Cicadetta anapaistica* iz Italije, ki jo je odkril in opisal mladi švicarski kolega Thomas Hertach po primerkih iz Sicilije (slike 4c). Osnovna zgradba ehmov je pri vseh teh treh vrstah ista, sestavljena je iz tišjega začetnega dela in glasnega zključka. Zato smo v slovenščini vrsto *Cicadetta cantilatrix* poimenovali dvozložni gorski škržad.

Po mnenju nekaterih avtorjev in tudi po našem mnenju sodi v skupino gorskih škržadov tudi podolski škržad (*Cicadetta cocinna*), ki ga z lahkoto prepoznamo po značilnem temnem vzorcu na sprednjih krilih. S Tomijem sva večkrat obiskala Poljsko ter kolego in prijatelja dr. Jaceka Szwego. Dva-krat naju je peljal v kraj Krzyżanowice, kjer je majhen naravni park. Park obsega razmeroma majhen grič iz sadre, na katerem je svojevrstna flora in kjer je znano najdišče podolskih škržadov. Tam sva jih opazovala, posnela in ujela ter ugotovila, da je njihov napev podoben makedonskim gorskim škržadom, vendar se od njih tudi jasno razlikuje (slika 5e). Kasneje smo temnejšo raz-



Slika 5: Oscilogrami napevov tretje skupine gorskih škržadov, katerih prvi predstavnik je makedonski gorski škržad (a), sledijo pa grški (b), Pegazov (c), dirfiški (d) in podolski gorski škržad (e).

ličico te vrste, ki jo bomo verjetno opisali kot podvrsto, našli tudi v Makedoniji. Avtor Germar, ki je to vrsto pred 190 leti prvi opisal, pa trdi, da jo je našel v Dalmaciji, česar do sedaj še nismo uspeli potrditi.

S Tomijem Trilarjem sva se v zadnjih letih osredotočila na vrste gorskih škržadov v jugovzhodni Evropi, predvsem v Grčiji. V Srednji Evropi in tudi na Balkanu smo pogosto ugotavljali, da najdemo več vrst novoodkritih gorskih škržadov na istem robu gozda ali v podobnem življenjskem prostoru in so torej simpatrične. To je tudi najlepši dokaz, da so to dobre vrste, ki se ne parijo med seboj, in da samca, ki ne poje »prav«, samica ne obišče. Grčija pa je razen severnega dela nekaj posebnega. Južno od štiridesetega vzporednika se namesto makedonskega gorskega škržada, dvozložnega, kratkokrilega in »pravega«, Skopolijevega škržada pojavi nova vrsta, ki smo jo najprej odkrili pod Parnasom, potem pa v gorah južnega dela Grčije vključno s Peloponezom. Tega grškega gorskega škržada

smo poimenovali po ženi našega grškega sodelavca Sakisa Drosopoulou *Cicadetta hannekeae* (slika 5b). Tam, kjer smo našli to vrsto, nismo nikjer ugotovili drugih vrst tega kompleksa gorskih škržadov. Torej je ta vrsta alopatrična.

V Grčiji smo ugotovili še več novih vrst gorskih škržadov. Tako ima gora Olimp svojo vrsto *Cicadetta olympica* (napev na sliki 3e), sosednja gora Ossa ali Kissavos, ki jo deli od masiva Olimpa le globoka soteska Tembi, pa ima svojo vrsto *Cicadetta kissavi* (napev na sliki 5c). No, tu smo v istem okolju našli tudi Skopolijevega gorskega škržada *Cicadetta montana*. Grškega gorskega škržada (*Cicadetta hannekeae*) pa nismo našli ne na Olimpu ne na Kissavosu.

Posebno presenečenje smo doživeli na grškem otoku Evbeji. Čeprav je ta velik otok tako blizu celine, da ga z njo povezuje kar več mostov, je tam v živalstvu in rastlinstvu veliko endemitov. Botaniki so tam ugotovili celo tri središča endemizma z značilnimi, predvsem gorskimi predstavniki. Ko smo obiskali osrednji del otoka z goro Dirfis, ki je visoka 1700 metrov, smo tam odkrili novo vrsto gorskega škržada in jo poimenovali po tej mogočni gori *Cicadetta dirfica* (napev na sliki 5d). Poleg tega pa smo tam odkrili še sorodnika, ki je po velikosti in splošnem videzu podoben gorskim škržadom, razlikuje pa se od njih po podrobnostih v zgradbi kril in spolnih organov. Največja razlika v primerjavi z vsemi do sedaj poznanimi vrstami gorskih škržadov pa je v napevu teh škržadov, ki prej spominja na oglašanje kobilic. Temu škržadu smo dodelili nov rod *Euboeana* (po imenu otoka) in vrstno ime *Euboeana castaneivaga*. Najpogostejše smo ga namreč našli na dre-



Slika 6: Zemljevid otoka Evbeja s tremi območji rastlinskega endemizma, ločenih s črtkanima črtama in z najdišči endemičnih škržadov. Dirfiški gorski škržad živi le po gorah osrednjega območja, kostanjev škržad tudi na jugu in severozahodu, grški gorski škržad pa na tem otoku le na gori Kandili.



Cicadetta dirfica



Cicadetta hannekeae



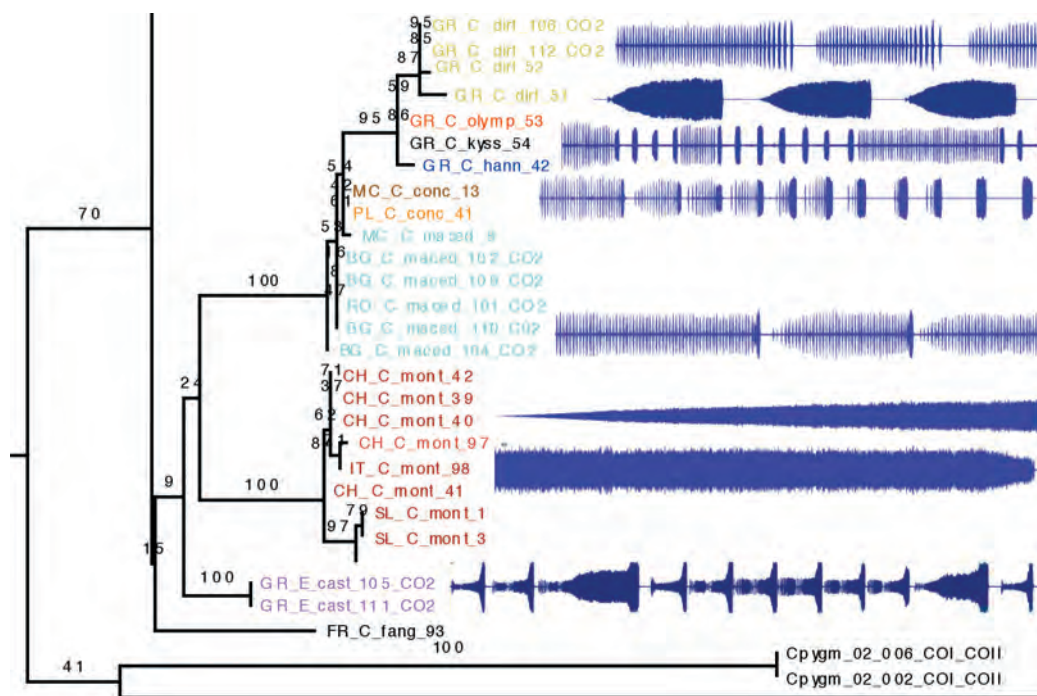
Euboeana castaneivaga

vesih in grmovju pravega kostanja (*Castanea sativa*). To vrsto, ki je tudi endemit Evbeje, smo kasneje našli še na jugovzhodnem delu otoka, na gori Ohi, predlani in lani pa tudi na severozahodnem delu, na gori Kandili. Vendar ne na enem ne na drugem omenjenem najdišču ni bilo dirfiškega gorskega škržada (*Cicadetta dirfica*). Šele letos smo tega škržada našli tudi na gorovju Pixaria, ki ga botaniki prištevajo tako kot goro Dirfis k osrednjemu območju endemizma. Torej je dirfiška vrsta razširjena le v gorah tega osrednjega območja, sorodni kostanjev škržad (*Euboeana castaneivaga*) je razširjen po gorah vseh treh območjih rastlinskega endemizma. Na gori Kandili, torej na severozahodnem območju in le tam, pa nas je presenetil skupaj s to vrsto še grški gorski škržad (*Cicadetta hannekeae*) (slika 6).

Medtem je še eno novo vrsto kompleksa gorskih škržadov, prav tako po značilnem napevu, pred kratkim opisal Korejec Yo-

ung June Lee in jo poimenoval *Cicadetta abscondita*. Najprej je napeve posnel s slabo tehniko, pa sem mu s filtriranjem in analizo frekvenc vendarle pokazal, da se zvočni vzorec da prepoznati in je zanesljivo vrstno značilen. Podoben pa je kratkokrilemu gorskemu škržadu (slika 3d).

Torej smo do sedaj našli že dvanajst vrst gorskih škržadov, ki jih v zbirkah le težko razlikujemo med seboj. Najzanesljivejši razpoznavni znaki, seveda za žive živali, so vzorci napevov. Le za nekatere vrste, na primer *Cicadetta concinna*, *Cicadetta montana* ali *Cicadetta macedonica*, smo našli kolikor toliko zanesljive morfološke znake, ki jih razlikujejo od sorodnih vrst tega kompleksa. Kaj pa analiza DNA oziroma DNK? To nas je zelo zanimalo, povezali smo se s priznanim molekularno biologijem prof. Chris Simon iz Združenih držav Amerike, ki že dalj časa z molekulskimi metodami raziskuje sorodnost škržadov po



Slika 7: Del filograma ali kladograma gorskih škržadov, ki prikazuje sorodnost vrst. Vzorci posameznih vrst so na sliki različno obarvani, dodani pa so zapisi njihovih napevov.

svetu. Tako si že nekaj let njeni sodelavci oziroma učenci prizadevajo na tej podlagi prikazati sorodnost in razlike med vrstami gorskih škržadov. Pošiljamo jim vzorce živali, ki smo jih predhodno določili na podlagi napevov. Dokončnih rezultatov, zrelih za objavo, še nimamo, predhodni rezultati pa kažejo, da se molekulske analize mitohondrijske DNA večinoma dobro ujemajo z akustičnimi, toda ne vedno. Po teh podatkih je videti, da je prišlo do speciacije, torej razvoja novih vrst gorskih škržadov pred približno dvema milijonoma let. Toda v laboratoriju Chris Simon na primer niso ugotovili večjih razlik med tremi vrstami, katerih eno lahko ločimo od vseh ostalih po značilnih vzorcih na krilih, drugi dve pa vsaj po značilnih vzorcih napeva (slika 7). Torej tudi analiza DNA ni čarobna palčica.

Na podlagi raziskav slovenskih in tujih raziskovalcev v zadnjih letih vemo, da seznam ozko sorodnih in po videzu podobnih vrst gorskih škržadov v Evropi in Aziji še ni zaključen. Vemo za vsaj še eno neopisano vrsto iz vzhodnega Balkana, poznamo napev neraziskane vrste iz Gruzije z značilnim in drugačnim napevom, ki ga je pred leti posnel Andrej Popov, in verjetno se bo pokazalo, da je tudi na Apeninskem polotoku navzoča še kakšna nova vrsta gorskih škržadov.

Kaj nas ta zgodba uči? Najprej to, da »dobro raziskana Evropa« še daleč ni taka. Treba je le uporabiti drugačno metodo ali pristop, da odkriješ razlike med vrstami, ki so bile neprepoznavne prejšnjim raziskovalcem. Tak pristop je pri škržadih brez dvoma bioakustika. Še pred nekaj desetletji je bila oprema za snemanje in analizo



Slika 8: Oprema za snemanje visokotonskih škržadov z usmerjenim mikrofonom in digitalnim snemalnikom, na katerega je nameščen ultrazvočni pretvornik.

zvočnih signalov draga in za terensko delo neprimerna. Zato so strokovnjaki specialisti pri opisih vrst uporabljali le nezanesljive in neprimerljive zapise zvočnih signalov v stilu "zzzčk, zzzčk" ali "ck ck ck zzzz". K sreči pa je digitalizacija snemanja in analize zvoka od kasetnih DAT-snemalnikov (digital audio tape) do današnjih snemalnikov na spominske kartice naredila tak razvoj, da so odlični prenosni rekorderji za zvok poceni (manj kot sto evrov), lahki in zgočajo odličen zapis posnetega zvoka. Za raziskovanja gorskih škržadov je pomemben pripomoček še ultrazvočni detektor, širše poznan kot »bat detector« ali netopirski detektor, ki naredi visokofrekvenčne ultrazvočne glasove dobro slišne (slika 8). Gre namreč za napravo, ki frekvenco zvoka zniža (transponira) toliko, da ga lahko sliši tudi oseba s povprečnim ali celo oslabljenim sluhom za visoke tone. To je običajna težava starejših ljudi. Analizo in zapis zvoka pa omogočajo danes splošno dostopni ceneni ali celo zastojni računalniški programi na vsakem povprečnem računalniku. Čeprav je to danes še malo nerodno, pa lahko zvoke snemamo in zapisujemo celo neposredno v (prenosni) računalnik.

Ta bioakustični pristop k raziskovanju gorskih škržadov in mnogih drugih žuželk je zato omogočil mnoga nova spoznanja o akustičnem vedenju in med drugim tudi o neverjetni raznolikosti nekdanj domnevno edine vrste gorskih škržadov. Kdor želi o teh raziskavah izvedeti kaj več, pa lahko

prebere knjigo *Po zvočnih sledeh za gorskimi škržadi v Evropi in Aziji*, ki je leta 2011 izšla pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti, naročite pa jo lahko tudi pri Prirodoslovnem društvu Slovenije.

Literatura:

- Boulard, M., 1976: *Cicadetta fangoana, une Cigale nouvelle pour la faune de France et la Science. L'Entomologiste*, 32 (4-5): 153-158.
- Boulard, M., 1995: *Postures de cymbalisation, cymbalisations et cartes d'identité acoustique des cigales. 1 – Généralités et espèces méditerranéennes (Homoptera, Cicadoidea)*. EPHE Biol. Evol. Insectes, 7/8: 1-72.
- Boulard, M., Mondon, B., 1995: *Vies & Mémoires de Cigales. Barbentane, Équinoxe*.
- Gogala, M., 2008: *Scopolijeva »Cicada montana« je do danes dobila več kot deset sestrskih vrst škržadov. Idrijski razgledi*, 53 (1/2): 53-58.
- Gogala, M., 2011: *Po zvočnih sledeh za gorskimi škržadi v Evropi in Aziji*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti.
- Gogala, M., Drosopoulos, S., Trilar, T., 2008: *Cicadetta montana complex (Hemiptera, Cicadidae) in Greece – a new species and new records based on bioacoustics. Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 55 (1): 91–100.
- Gogala, M., Drosopoulos, S., Trilar, T., 2009: *Two mountains, two species: new sister taxa of the Cicadetta montana species complex in Greece (Hemiptera: Cicadidae)*. Acta entomologica slovenica, 17 (1): 13-28.
- Gogala, M., Trilar, T., 1999: *The song structure of Cicadetta montana macedonica Schedl with remarks on songs of related singing cicadas (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha: Tibicinidae)*. Reichenbachia, Dresden, 33 (11): 91-97.
- Gogala, M., Trilar, T., 2004: *Bioacoustic investigations and taxonomic considerations on the Cicadetta montana species complex (Homoptera: Cicadoidea: Tibicinidae)*. An. Acad. Bras. Cienc., 76 (2): 316-324.



Slika 9: *Kratkokrila gorska škvržada* (*Cicadetta brevipennis*) v ljubezenskem objemu. Foto: Tomi Trilar.

Gogala, M., Trilar, T., Drosopoulos, S., 2011: Two new species and a new genus of Cicadettini (Hemiptera, Cicadidae) from the Greek island of Evia. *Deutsche entomologische Zeitschrift*, 58 (1): 105-117.

Hertach, T., 2011: Spectacular song pattern from the Sicilian Mountains: The new cicada species *Cicadetta anapaistica* sp. n. (Hemiptera: Tibicinidae). *Zootaxa*, 2771: 25-40.

Lee, Y. J., 1998: Habitat and habits of *Cicadetta montana* (Homoptera, Cicadidae) in Korea. *Cicada* (Tokyo), 13: 59-61.

Lee, Y. J., 2008: Revised synonymic list of Cicadidae (Insecta: Hemiptera) from the Korean Peninsula, with the description of a new species and some taxonomic remarks. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 121(4): 445-467.

Puissant, S., Boulard, M., 2000: *Cicadetta cerdaniensis*, espèce jumelle de *Cicadetta montana* décryptée par l'acoustique. *EPHE, Biologie et Evolution des Insectes*, 13, 111-117.

Puissant, S., Sueur, J., 2001: Contribution à l'étude des Cigales de Corse [Hemiptera, Cicadidae]. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 106 (5): 429-436.

R Development Core Team 2008: R: A language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL www.R-project.org.

Schedl, W., 1999: Eine neue Unterart der Bergzikade im Balkan, *Cicadetta montana macedonica* ssp. n. (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha: Tibicinidae). *Reichenbachia*, Dresden, 33 (11): 87-90.

Scopoli, J. A., 1772: *Annus V. Historico Naturalis V. Observationes zoologicae*. Lipsiae, 109-110.

Sueur, J., Puissant, S., 2007a: Biodiversity eavesdropping: bioacoustics confirms the presence of *Cicadetta montana* (Insecta: Hemiptera: Cicadidae) in France. *Annales de la Société Entomologique de France*, 43(1): 126-128.

Sueur, J., Puissant, S., 2007b: Similar look but different song: a new *Cicadetta* species in the *montana* complex (Insecta, Hemiptera, Cicadidae). *Zootaxa*, 1442: 55-68.

Sueur, J., Aubin, T., Simonis, C., 2008: Equipment Review: Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics*, 18 (2): 213-226.

Trigas, P., latrou, G., 2006: The local endemic flora of Evvia (W Aegean, Greece). *Willdenowia*, 36: 257-270.

Trilar, T., Gogala, M., 2007: The song structure of *Cicadetta podolica* (Eichwald 1830) (Hemiptera: Cicadidae). *Acta entomol. slov.* (Ljubljana), 15 (1): 5-20.

Trilar, T., Holzinger, W. E., 2004: Bioakustische Nachweise von drei Arten des *Cicadetta montana*-Komplexes aus Österreich (Insecta: Hemiptera: Cicadoidea). *Linzer biol. Beitr.*, 36 (2): 1383-1386.

Trilar, T., Gogala, M., Popa, V., 2006: Contribution to the knowledge of the singing cicadas (Auchenorrhyncha: Cicadoidea) of Romania. *Acta entomologica slovenica*, 14 (2): 175-182.

Trilar, T., Gogala, M., Szwedo, J., 2006: Pyrenean mountain cicada *Cicadetta cerdaniensis* Puissant et Boulard (Hemiptera: Cicadomorpha: Cicadidae) found in Poland. *Pol. Pis. Entomol.*, 75: 313-320.

S pelikani na Srebrnem jezeru

Alenka Gaberščik in Mateja Germ



Slika 1: Pogled na zaraščajoče jezero.

Foto: Alenka Gaberščik.

V okviru bilateralnega projekta s kolegi iz Bolgarije sva z avtorico članka lani spomladani že drugi obiskali Srebarno, Srebrno jezero ob Donavi. Jezero leži severovzhodno od Sofije in je domovanje vodnih in obvodnih rastlin, dvoživk, plazilcev, številnih ptic in drugih organizmov. Zaradi edinstvene lepote in velikega števila vrst ptic obiskujejo jezero raziskovalci in ljubitelji ptičev z vsega sveta. Jezero je edino mesto v Bolgariji, kjer gnezdijo kolonije kodrastih pelikanov. Posebej je zanimivo zaradi svoje lege, saj leži na selitveni poti ptic med Evropo in Azijo.

Od kod prihaja ime jezera?

Legenda pravi, da so ob obali jezera našli čoln, poln srebra. Domačini pa menijo, da nosi jezero ime po srebrnem odsevu jezerske vode v mesečini. O krasnem jezeru, ki se sveti kot velika srebrna meglica, govori tudi pesem *Sreberna* domačina Ljubena Daševa.

Poglejmo nekaj osnovnih značilnosti jezera. Jezero Srebarna leži na severozahodnem delu Ajdemirske nižine na nadmorski višini približno 11 metrov. Pojezerje obsega 402

kvadratnih kilometrov, obala pa je dolga 18,5 kilometrov. Jezero je globoko do tri metre, odprta vodna površina pa znaša 120 hektarov. Območje, ki vključuje jezero, površino med jezerom in Donavo ter otok Devnija na Donavi, je zaščiteno že od leta 1992. Domačini se zavedajo, da je jezero pomembno in dragoceno predvsem kot gnezditveno mesto za vodne ptice, zato ga varuje več konvencij in pomembnih listin. Jezero je naravni rezervat, mokrišče mednarodnega pomena pod okriljem Ramsarske konvencije, biosferni rezervat v okviru Unesca, spomenik kulturne in naravne dediščine, mednarodno pomembno območje za ptice in območje *Natura 2000*. Rezervat Srebarna obsega 902 hektarov. Ramsarska konvencija ga uvršča v kategorijo O, kar pomeni stalna površinska jezerska voda ali odprto vodno telo. Domači raziskovalci pa uvrščajo jezero Srebarna med mokrišča.

V zadnjih šestdesetih letih je bilo kar nekaj dejavnosti v rezervatu, ki so močno vplivale na jezero. Leta 1948 je bil zgrajen umetni kanal vzdolž obale Donave v Ajdemirski nižini, ki je prekinil naravno povezavo med jezerom in reko. Leta 1978 so zgradili ka-

nal na zahodni strani Ajdemirske nižine in začeli graditi drugi kanal za zaščito. Leta 1994 so gradili umetni kanal med jezerom in Donavo. Jezero je zaradi tega izgubljalo prvobitno vlogo in naravni videz in se postopno spreminjalo. Jezero je v veliki meri odvisno od kraških izvirov v pojezerju. Izrednega pomena za razmere v mokriščih okoli jezera imajo reke s spremenljivim vodnim režimom. Srebarska in Kulneža pritečeta v jezero na jugozahodni oziroma jugovzhodni strani, Dragajka pa teče iz jezera na severovzhodni strani. Umetno narejeni kanal je nadaljevanje Dragajke. Kanal uravnava prelivanje vode med jezerom in Donavo. Po kanalu priteka sveža voda in prenaša sediment z jezerskega dna. Kljub vsem gradnjam in ukrepom se odprta vodna površina vztrajno zarašča (slika 1).

Količina vode, ki priteče iz Donave, vpliva na vodno gladino ter dinamiko vodnih tokov in pritok sveže vode v jezero. Voda iz Donave, ki je bogata s hranili, pospešuje rast vodnih rastlin in vpliva na procese razgradnje v jezeru. Naravna povezava med obema sistemoma je glavni razlog za spreminjanje krajine v različnih delih leta in veliko pestrost življenjskih prostorov.

Kdo domuje na Srebrnem jezeru?

Na območju Srebarne živi 41 vrst sesalcev, 15 vrst plazilcev, 12 vrst dvoživk ter 18 vrst rib. Naravoslovci z vsega sveta obiskujejo Srebrno jezero predvsem zaradi ptic. Oglašanju, jadraniu, potapljanju, igram v zraku in tik nad vodo ni konca, saj na tem ob-

močju najdemo kar 233 vrst ptičev. Med njimi je 80 vrst ptic selivk, kar predstavlja 55 odstotkov vseh vrst, ki živijo v Bolgariji. Pogled očaranega ljubitelja ptic bo ujel gosi, race, čaplje, kormorane in še kaj. Srebarna je izrednega pomena za gnezdenje vodnih ptic, kar 99 vrst jih gnezdi na jezeru. V Bolgariji je Srebarna edino mesto, kjer gnezdi kolonije kodrastih pelikanov (*Pelecanus crispus*), velikih belih čapelj (*Egretta alba*), velikih kormoranov (*Phalacrocorax carbo*) in kostanjevk (*Aythya nyroca*). Srebarna je pomembno mesto za gnezdenje pritlikavega kormorana (*Phalacrocorax pygmeus*), kvakača (*Nycticorax nycticorax*), čopaste čaplje (*Ardeola ralloides*), male bobnarice (*Ixobrychus minutus*), plevice (*Plegadis falcinellus*) in žličarke (*Platalea leucorodia*) ter še bi lahko naštevali. Omenimo le še rdečevrato gos (*Branta ruficollis*), beločelo gos (*Anser albifrons*) in orla belorepca (*Haliaeetus albicilla*). Srebarna je zatočišče za 12 vrst ptičev, ogroženih v mednarodnem merilu, in 57 nacionalno ogroženih vrst. Pelikani so gotovo najbolj markantni prebivalci jezera. Družine z mladiči preživijo dan v gnezdih med trstičjem ali na toplih lesenih ploščadih. Prevzeti smo opazovali pelikana, ko je zapustil gnezdo, zajadral pod nebo in zaokrožil nad nami (slika 2). Večinoma pa so pelikani v skupinah počivali na gnezdiščih. Kodrasti pelikan (*Pelecanus crispus*) je največa vrsta med pelikani. Gnezdiijo na Balkanu, v Mali Aziji, Levantu, Ukrajini in južni Rusiji ter vse tja do Mongolije in Kitajske. Pelikani so dolgi od 170 do 190 centimetrov, težki od 11 do 15 kilogramov, z razponom kril pa merijo čez 3 metre! Na Wikipediji preberemo, da je kodrasti pelikan v povprečju najtežja vrsta ptic, ki leti!



Slika 2: Domačini so še posebej ponosni na pelikane.

Foto: Alenka Gaberšček.



Slika 3: *Mimma eleganca* labodov na vodi ...

Foto: Alenka Gaberšič.

Populacije kodrastih pelikanov so maloštevilčne zaradi izgube ustreznih življenjskih prostorov; vrsta je ranljiva (IUCN). Bližje od pelikanov nas je spustila družina labodov (slika 3). Labod grbec (*Cygnus olor*) je prav tako ena najtežjih ptic, ki letijo. Pri devek grbec se nanaša na izrazito črno grbo, ki je na korenu oranžno obarvanega kljuna. Poleg črne grbe, ki je pri samici manjša od samčeve, je značilna tudi labodja elegantna drža z izbočenim vratom v obliki črke S. Samci tehtajo v povprečju 12 kilogramov, njihove družice pa okrog 9 kilogramov. Zaradi velikosti in teže potrebuje precejšen vzletni prostor. Potreben zagon za dvig dobi labod z vztrajnimi, močnimi zamahi svojih velikih peruti, ki lahko po dolžini skupaj presežejo dva metra, ter istočasnim tekom po vodi. O načinu letenja ptic iz vemo več v prispevku v reviji *Proteus* (73: 9-10). Labodi gnezdiijo ob robu jezera ali plitvi vodi na otočkih. Pari ostanejo skupaj vse življenje in pogosto valijo mladiče vsako leto v istem gnezdu.

Od 18 vrst rib, ki živijo v jezeru, jih je 6 ogroženih v Bolgariji, vključno z redko vrsto bolen (*Aspius aspius*). Bolen sodi med največje evropske krapovce, saj zraste do 120 centimetrov in je edini izključno ribojedi evropski krapovec (M. Povž, <http://www.biomura.si/prenosi/opisi%20vrst/ciljne%20vrste/bolen%20%20%20Aspius%20aspius.pdf>). Od plazilcev naj omenimo navadnega goža (*Elaphe longissimus*), ki nam je dvakrat »previjugal« pot. Ob jezeru, mlakah, reki in kanalih završi od žab, ki poskačejo na varno (slika 4). Na rdečem seznamu je sirijska česnovka (*Pelobates syriacus*), šele pred kratkim prvič opažena v Bolgariji. Domačine razveseli sem ter tja vidra (*Lutra lutra*). Od sesalcev živijo v Srebarni med drugim tudi stepski dihur (*Mustela eversmani*), pegasti dihur (*Vormela peregusna*) ter divja mačka (*Felis silvestris*). Majhne sesalce in ptiče plenijo zlati šakali (*Canis aureus*) in rakunasti psi (*Nyctereutes procyonoides*), ki so zavzeli območje ob jezeru (http://www.eoearth.org/article/Srebar-na_Nature_Reserve,_Bulgaria).



Slika 4: Žabica,
ki je pozabila
skočiti na vamo.

Foto: Mateja Germ.

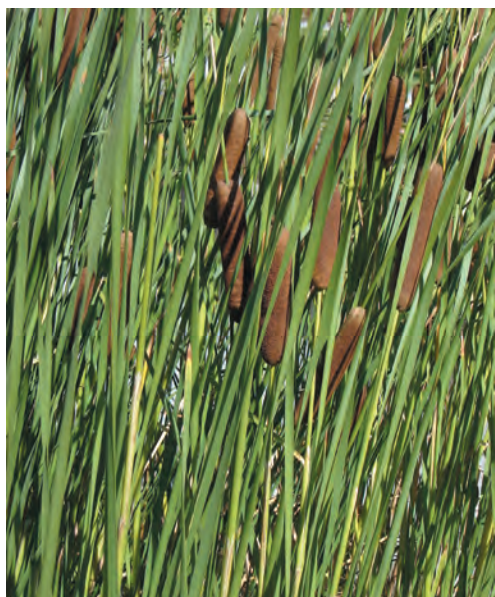
Vodne rastline: pritrjene, plavajoče, lebdeče, potopljene, močvirske

Vodne rastline, ki jim strokovno rečemo makrofiti, dajejo dom mnogim živalim. Makrofiti nudijo nevretenčarjem in ribam zaščito, med njihovimi sestoji so dristišča rib, z njihovih listov izletajo žuželke. V trstičju gnezdijo mnoge vrste ptic. Sestoji trsta (*Phragmites australis*) z rogozom (*Typha angustifolia* in *T. latifolia*) (slika 5, 6) in jezerskim bičkom (*Schoenoplectus spp.*) prekrivajo dve tretjini rezervata in obrobajo jezero. V gostih sestojih trsta se zadržijo in razgradijo mnoge strupene snovi, strupi in celo bakterije. Kisik, ki potuje po rastlini od listov do korenin po praznih prostorih (aerenhim), prezračuje prostor ob koreninah, olajša koreninam dihanje in pospešuje razgradnjo organskih snovi (mineralizacijo). Grmovne površine na otočjih v jezeru in ob obali sestavljajo vrbe (slika 7). Najpogostejše so iva (*Salix caprea*), pepelnatosiva vrba (*S. cinerea*) in rdeča vrba (*S. purpurea*). Na vodi plavajo listi in cvetovi belega lokvanja (*Nymphaea alba*). Zacvetela je vodna

perunika (*Iris pseudacorus*) (slika 8), kobulasta vodoljuba (*Butomus umbellatus*) (slika 9), prava potočarka (*Rorippa amphibia*) in velika sladika (*Glyceria maxima*). Na obali so posušeni poganjki kopne oblike lasatolistne vodne zlatice (*Ranunculus trichophyllus*), ki pričajo o spremembah vodostaja. Potopljene in nepritrjene vodne rastline ob obali so navadni rogolist (*Ceratophyllum demersum*), trižilna vodna leča (*Lemna trisulca*) in vodne bolhe, pozor – mesojeda rastlina mešinka (*Utricularia sp.*) z učinkovitimi pastmi. Najpogostejša pritrjena in potopljena vrsta v jezeru je bila spomladi kodravi dristavec (*Potamogeton crispus*). Vrsta je sicer bolj pogosta v tekočih vodah in je hladoljubna. Z manj konkurence pa vlada v jezeru. Poleti, ko se temperature dvignejo, jo nadomestijo druge vrste, tudi iz rodu dristavcev. Pogost pa je tudi klasasti rmanec (*Myriophyllum spicatum*) (slika 10), kozmopolitska vrsta, ki se dobro počuti v tekočih, stoječih, obremenjenih in neobremenjenih vodah. Na območju uspevata 2 rastlinski vrsti, ogroženi v mednarodnem



Slika 5: Navadni trst (*Phragmites australis*), najpogostejša vrsta v Srebarni. Foto: Alenka Gaberšič.



merilu, in 11 rastlinskih vrst, ogroženih v nacionalnem merilu. Rezervat nudi dom 139 rastlinskim vrstam. Kar enajstim grozi izumrtje zunaj območja Srebarne.

So rastline, živali in njihova življenjska območja res zaščitena?

Kljub pisnim zagotovilom in dogovorom, ki naj bi varovali srebrno domovanje mnogih rastlin in živali, pa je tudi na tem oddaljenem koncu čutiti vplive človeka. Vzroki za slabšanje stanja jezera so mnogoteri: odvoz vode, s čimer naj bi uravnavali poplave, opuščanje žetja in uporabe trsta po letu 1975, nižanje gladine vode zaradi izgradnje

Slika 6: Pogosto najdemo ob trstu širokolistni rogoz (*Typha latifolia*). Foto: Alenka Gaberšič.



Slika 7: Orjaške vrbe v plitvini jezera. Foto: Alenka Gaberšček.

jezu Iron Gates v Romuniji, črpanje podtalnice, naraščanje onesnaženosti zaradi kmetijske dejavnosti (gnojil, pesticidov), nalaganje sedimenta, ki se spira z erodiranih površin, lov, motnje zaradi človeka ter dolga obdobja suše v letih od 1982 do 1994. Vse naštetu je povzročilo spremembe v ekosistemu. Obogatitev s hranili je močno narastla, produktivnost jezera se je povečala, kar je imelo neugodne posledice za hidrologijo jezera. Prosta vodna površina se je vedno bolj krčila, saj so se trstišča vedno bolj širila. V zadnjem desetletju je otoke trstičja pričelo preraščati vrbovje. V jezeru so se začela pojavljati »cvetenja« alg. Zaradi senčenja in pomanjkanja kisika, ki je bilo posledica odmiranja alg po cvetenju, so višje potopljene rastline in živali, ki živijo na dnu jezera, odmirale. Vse naštetu

je vodilo do pomanjkanja hrane za ribe in ptice. Večanje sestojev trstičja je omogočalo divjim prašičem, divjim mačkam, lisicam in šakalom, da so plenili gnezda kolonij ko-drastih pelikanov. Populacije mnogih vrst ptic so se zmanjšale, mnogo vrst je izginilo. Jezero se je začelo spreminjati v močvirje. Mednarodno zanimanje in program stalnega spremljanja naj bi zagotovila, da se bodo negativni učinki na jezero zmanjšali.

Jezero in njegov pomen za človeka

Velika biotska pestrost in celovitost jezera pa sta pomembni tudi za ljudi, ki živijo na širšem območju jezera. Ko danes govorimo o pomenu ekosistemov za človeka, govorimo o tako imenovanih ekosistemskih storitvah. Robert Costanza s sodelavci so v svojem članku leta 1997 nanizali naslednje



Slika 8: *Prelepi cvetovi vodne perunike (Iris pseudacorus).*

Foto: Mateja Germ.

storitve ekosistemov: 1. uravnavanje sestave zraka, 2. uravnavanje temperature zraka, padavin in drugih biološko pogojenih procesov, 3. blaženje okoljskih (globalnih) sprememb, 4. uravnavanje kroženja vode, 5. shranjevanje in zadrževanje vode, 6. nastajanje in zadrževanje tal, 7. shranjevanje,

kroženje, privzem hranil in odstranitev odvečnih oziroma neželenih substanc, 8. pretok rastlinskih gamet, 9. dinamika uravnavanja populacij s trofičnimi nivoji (na primer plenilci), 10. življenjski prostor in koridor za organizme, 11. hrana, 12. surovine, 13. možnosti za rekreacijo in turizem ter 14. možnosti za izobraževanje. Življenje ljudi ob jezeru in z jezerom v preteklosti in danes je pokazalo, da ima ta dragoceni ekosistem velik pomen z vidika prav vseh nanizanih storitev.

Dragoceno jezero z okolico potrebuje skrb in zaščito, pa ne samo zato, da bo lahko ostalo dom za prebivalce, da bo vrvelo od živahnega plazenja, tekanja, skakanja in preletanja, ampak tudi zato, ker bi bilo brez njega tudi življenje človeka na območju trdo in neprijazno.

Zahvala:

Avtorici se zahvalujeta Agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za odobritev bilateralnega projekta med Slovenijo in Bolgarijo BI-BG/09-10-007.



Slika 9: *Kobulasta vodoljuba (Butomus umbellatus) in velika sladika (Glyceria maxima) ob obali Srebrnega jezera.*

Foto: Alenka Gaberščik.



Slika 10: Socvetja pogoste vrste na jezeru - klasasti rmanec (*Myriophyllum spicatum*).

Foto: Alenka Gaberščik.

Viri:

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997: *The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature*, 387 (6630): 253-260.

Zhelezov, G., 2010: *Clasification of the wetlands in Bulgaria. Proceeding of the international conference »Geography and Regional Development«, Sofia. 428-435.*

Zhelezov, G., Vurbanov, M., Germ, M., Gaberščik, A., 2011: *Hydrological characteristic and related ecosystem services of the lakes Srebarna and Cerknica. V tisku.*

http://www.eoearth.org/article/Srebarna_Nature_Reserve,_Bulgaria.

http://sl.wikipedia.org/wiki/Labod_grbec.

<http://www.biomura.si/prenosi/opisi%20vrst/ciljne%20vrste/bolen%20%20%20Aspius%20aspius.pdf>.

O fosilnih ostankih jamskega medveda z Gorjuš nad Bohinjem

Pavel Jamnik in Matija Križnar

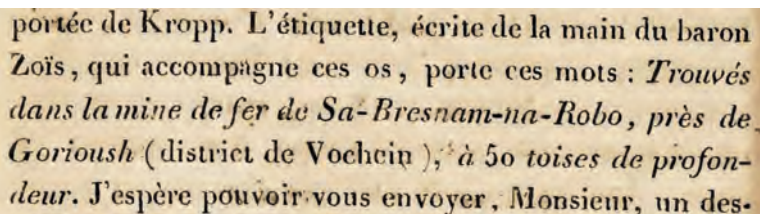
V prispevku poskušava pokazati pomembnost na videz nepomembne najdbe fosilnih kostnih ostankov. Tudi take najdbe namreč prispevajo drobec k sliki nekdanje razširjenosti danes že izumrlih živali na posameznem območju. Kostni jamskega medveda z Gorjuš nad Bohinjem so zanimive tudi zato, ker so bile kar neka-

krat omenjene v literaturi, vendar nikoli z natančnejšim nahajališčem. Tega žal ne poznamo niti danes, vendar inventarni listki primerkov v depozu Prirodoslovnega muzeja Slovenije nedvoumno pričajo, da so bile ohranjene kosti leta 1871 izročene muzeju, najdene pa so bile na Gorjušah v enem od nekdanjih rudniških jam.

Gorjuše, razvlečena vas, ki se deli na Spodnje in Zgornje Gorjuše, ležijo na nadmorski višini okoli 1000 metrov nad Bohinjem, na visoki kraški planoti Pokljuki, dolgi 20 kilometrov in skoraj prav toliko široki. Na severu jo od planote Mežakle loči globoko vrezana dolina Radovne, na zahodu pa se planota zložno dviguje v triglavsko pogorje oziroma v gorski svet Julijskih Alp. Pričakovali bi, da je bilo na tej prostrani zakraseli planoti odkritih že kar nekaj ostankov pleistocenskih živali. Pa ni tako. Na Pokljuki ni znanega niti enega najdišča pleistocenske fosilne favne. Edino, kar poznamo in nam vsaj v obrisih približa takratno živalstvo, so živalski ostanki, odkriti pri arheoloških izkopavanjih pod previsom »Poljšiška oziroma Poglejska cerkev« v vasi Poljšica pri Gorjah ob vzhodnem vznožju planote Pokljuke. Določili so dvanajst vrst živali, med katerimi številčno prevladujejo alpski svizci, ob njih pa so bili najdeni še ostanki bobra, hrčka, volka, divje svinje, severnega jelena, orjaškega jelena, gamsa, kozoroga, bizona in nedoločljive ptice (Pohar, 1991). Favno po primerjavi z ostalimi najdišči lahko uvrstimo v pozni glacial. Najdišče je glede na odkrite kulturne ostanke človeka umeščeno v kulturo gravettien, pozni paleolitik (Brodar, 2009). Poleg teh najdb je znanih le še nekaj fosilnih ostankov alpskega svizca, odkritih že pred drugo svetovno vojno v peskokopu pri Podhomu, ki je od Poljšiške cerkve oddaljen le nekaj kilometrov, in v peskokopu pri Zagorici pri Bledu. Najdbe so bile natančno obdelane (Rakovec, 1935); zagoriške so bile glede na takratno poznavanje morfologije svizca pripisane alpskemu svizcu, podhom-

ske pa naj bi bile »mnogo primitivnejše«, saj skoraj polovica preučevanih znakov kaže na bobaka oziroma stepskega svizca (Rakovec, 1949). Kasneje so bili kostni ostanki z obeh najdišč pripisani alpskemu svizcu (Rakovec, 1949a, 1974).

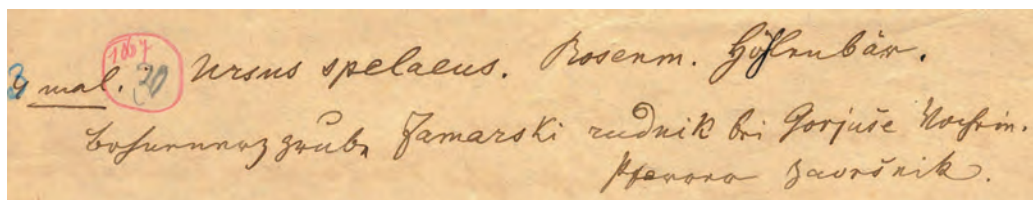
Poleg pleistocenskih fosilnih ostankov iz Poljšiške cerkve in Podhoma so v literaturi omenili tudi jamskega medveda z območja Pokljuke. Paleontolog Ivan Rakovec je v pregledu razvoja kvartarne sesalske favne v tabeli navedel najdbo kosti jamskega medveda na Gorjušah (Rakovec, 1974), žal pa najdbe ni omenil nikjer v samem besedilu. Že pred Rakovčevo objavo je v *Proteusu* izšla kratka notica. Ta navaja najdbo treh kostnih ostankov, ki kažejo znake človekove obdelave. Kostni so bile najdene pri poskusnih izkopih v jami »Luknja« (Grimšičar, 1953). Žal avtor ni navedel, kateri živalski vrsti naj bi najdene kosti pripadale. Pavla Jamnika je v osemdesetih letih preteklega stoletja dr. Mitja Brodar spodbudil, naj poskusi najti jamo, v kateri naj bi na Gorjušah našli kosti pleistocenskih živali. Brodar je videl kanin jamskega medveda iz okolice Gorjuš, toda brez natančnega mesta nahajališča. Ker pregledovanje okolice Gorjuš in poizvedovanja pri domačinih po jami z večjim vhodom ni obrodilo sadov, je Jamnik za pomoč zaprosil učiteljico zgodovine na osnovni šoli v Bohinjski Bistrici. Učiteljica je otroke z Gorjuš poprosila, naj doma vprašajo, kje na Gorjušah je kakšna večja jama. Odzval se je Franc Beznik in leta 1987 Jamniku in dr. Brodarju pokazal jamo, v kateri je kopal Grimšičar. Še istega leta je bila v jami izkopana manjša sonda in odkritih nekaj kosti. Kostni je določila dr.



portée de Kropp. L'étiquette, écrite de la main du baron Zoïs, qui accompagne ces os, porte ces mots : *Trouvés dans la mine de fer de Sa-Bresnam-na-Robo, près de Gorjoush (district de Vochein), à 50 toises de profondeur. J'espère pouvoir vous envoyer, Monsieur, un des-*

Slika 1: Pismo, ki omenja najdišče »Sa Bresnam na Robo« pri Gorjušah.

Po Necker-Saussure, 1829.

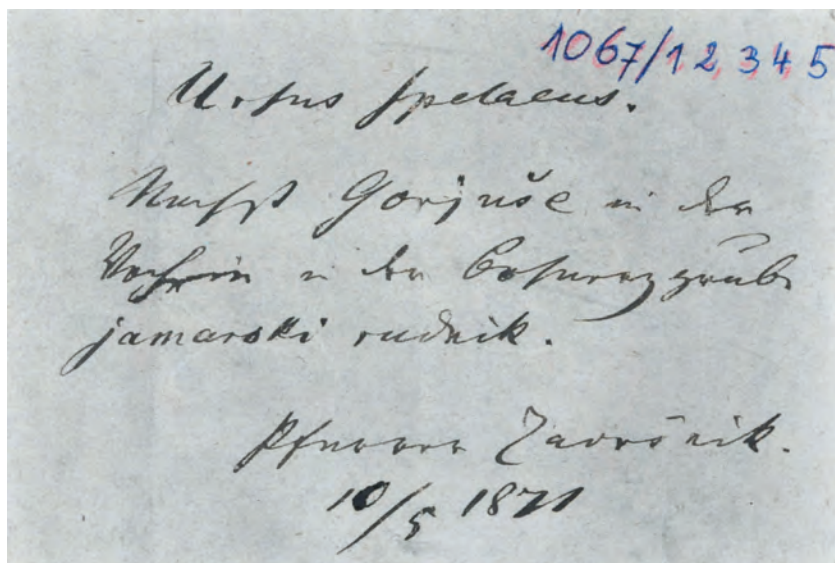


Slika 2: Zapis v stari inventarni knjigi, ki omenja jamskega medveda, nahajališče Jamarski rudnik in najditelja oziroma donatorja Završnika. Arhiv Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.

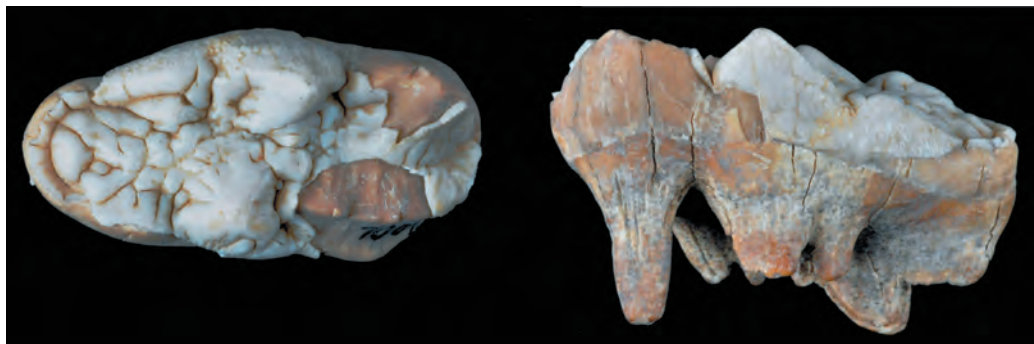
Vida Pohar in jih pripisala navadnemu jelenu (*Cervus elaphus*) že holocenske starosti (Jamnik, 1998). Jama »Pod luknjo« glede na ugotovljeno stratigrafijo in najdene kostne ostanke torej ni iskano najdišče jamskega medveda.

Leta 2002 je Franc Cimerman v *Proteusu* objavil prevod pisma profesorja Necker-Saussura o železovih rudnikih na Krajskem, ki ga je pisal Aleksandru Brongniartu (slika 1). V pismu je zanimiva navedba, da so bili v Zoisovi zbirki tudi kosti in zobje medveda iz »rudnika železa sa Breznam na Robo, pri Gorjušah 50 sežnjev globoko« (Cimerman, 2002). Zapis je prebudil staro radovednost, kje je ta skrivnostna jama, le da je bilo sedaj jasno, da je treba iskati tudi nekdanje rudnike.

Cimermanova objava je razkrila, da so bili v času rudarjenja pri Gorjušah v enem od rudnikov najdeni tudi ostanki fosilnih kosti jamskega medveda. Po nekaj neuspešnih iskanjih, tokrat rudnikov, je medved spet odtaval v pozabo. Do letos. Šele z objavo prispevka o zobeh jamskih medvedov z Jelovice (Križnar, 2011), ki so bili »ponovno« odkriti v zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije, se je zanimanje za ostala najdišča v okolici Bohinja povečalo. Iskanje starega rudnika, v katerem bi bilo mogoče pričakovati tudi fosilne najdbe pleistocenskih kostnih ostankov, zelo oteži množica manjših površinskih kopov in seveda dejstvo, da je večina nekdanjih rudniških jaškov danes že zasuta. Dr. Goran Schmidt, ki preučuje opuščene slovenske rudnike in ga zara-



Slika 3: Listič z zapisom o nahajališču jamskega medveda in podpisom najditelja. Spodaj je zapisan datum, ki pa verjetno pomeni donacijo muzeju. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.

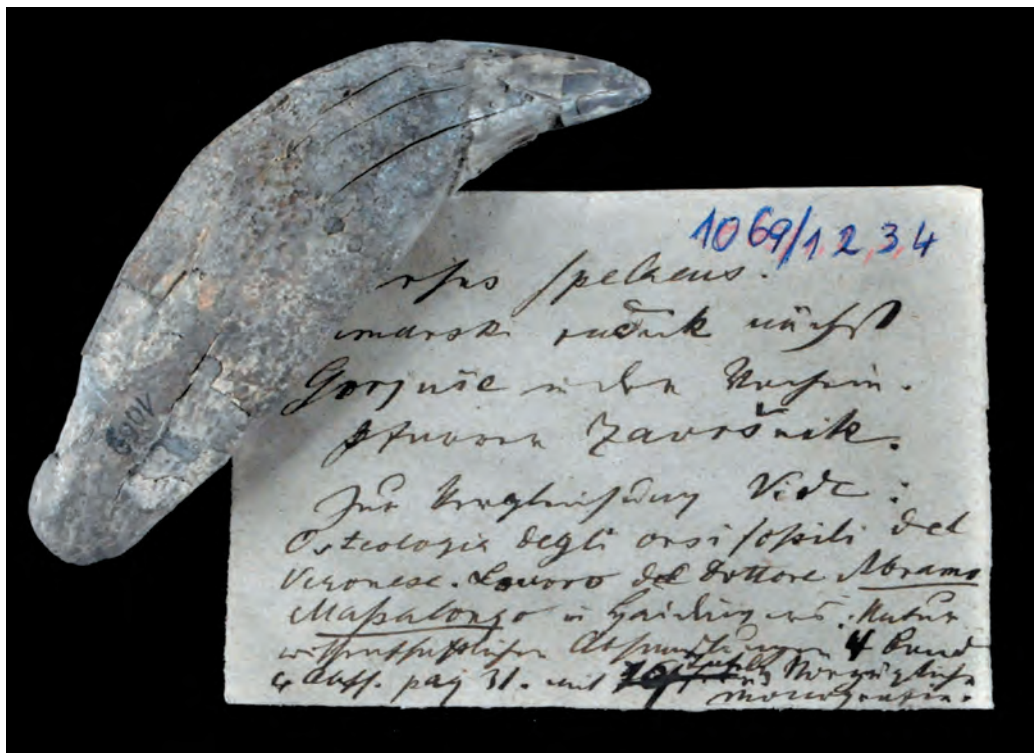


Slika 4: Drugi zgornji molar z delno poškodovano sklenino z Gorjuš nad Bohinjem. Zob je dolg 40 milimetrov. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.

di sistematičnega pregledovanja ohranjenih arhivskih virov in terenskega dela lahko štejemo za dobrega poznavalca, je do zdaj samo za območje Gorjuš našel v arhivskih

virih že 138 poimenovanj rudarskih kopov! Seveda pa poimenovanja, ki so imela pomen za takratne ljudi (per Stari lushi, per Storu, pod tem starem Kopisho u Dolinj, u

Slika 5: Najbolje ohranjeni kanin jamskega medveda. Kanin je visok 108 milimetrov. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.



dovgi Dolinj per Poti ...), danes na terenu pri iskanju rudnikov ne pomagajo več.

Po zapisih v stari inventarni knjigi Prirodoslovnega muzeja Slovenije je mogoče sklepati (slika 2), da so bili ostanki jamskega medveda najdeni v »Jamarskem rudniku« v okolici Gorjuš pri Bohinju. Enako piše tudi na lističih v škatlicah s primerki zob in kosti. Vse primerke iz zbirke je podaril oziroma našel neki Završnik (slika 3), verjetno župnik v kateri od bližnjih bohinjskih vasi. Na nekaterih lističih je napisan datum »10. 5. 1871« ali le »maj 1871«, kar verjetno pomeni datum, ko so primerki prispeli v muzej (slika 3). Primerki torej verjetno niso iz Zoisove zbirke in morda izvirajo celo iz drugega nahajališča na Gorjušah.

Fosilni ostanki pleistocenskih zveri so večinoma slabo ohranjeni. Mnogo zob je močno razpokanih, kar je pogosto pri zobnih ostankih iz starih zbirk. Nekateri zobje pripadajo zelo starim osebkom, o čemer pričajo močno izrabljene zobne ploskve. Več zob je molarjev (zgornjih in spodnjih), večji zob pripada zgornjemu molarju (M^2) z delno ohranjeno zobno sklenino (slika 4). Trije zobje iz zbirke so premolarji (P). V zbirki so tudi ostanki podočnikov (kanini), med katerimi sta v celoti ohranjena le dva (slika 5). Ostali kanini so močno poškodovani ali pa je ohranjena le konica zobne krone. Med skeletnimi ostanki so le manjše kosti zapestnic (karpalne kosti) ali nartnic (tarzalne kosti), skupaj sedem kosti.

Natančna analiza značilno medvedjih zob bi bila mogoča, če bi bili zobje bolj ohranjeni. Zaenkrat lahko ostanke iz okolice Gorjuš na podlagi velikosti in primerjave z zobmi iz drugih slovenskih nahajališč pripišemo jamskemu medvedu – kateri izmed štirih vrst jamskih medvedov, ki so prebivali v Alpah, pa je težko dognati, čeprav dva zoba kažeta še bolj »primitivne« znake oziroma oblike zobnih kron (zobnih grbin). Ocenjujemo, da kljub za zdaj neuspešnemu iskanju rudnika na poključkih Gorjušah lahko potrdimo novo najdišče jamskega

medveda v Sloveniji. To dokazujejo tako »odkriti« zobje in kosti iz zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije kot tudi zapisi v literaturi. Če bomo kdaj našli izmikajoči se »Jamarski rudnik«, bomo verjetno lahko tudi dognali, ali je pravi rudnik, kraško brezno ali jama. Najverjetneje pa je nahajališče naravno kraško brezno, v katerem so odkopavali v tisočletjih naplavljeno železovo rudo v ilovici, med njo pa tudi ostanke pleistocenskih živali.

Literatura:

- Brodar, M., 2009: *Stara kamena doba v Sloveniji. Samozaložba*. 496- 501.
- Cimerman, F., 2002: *Pismo profesorja Necker-Saussura o železovih rudnikih na Krajnskem Aleksandru Brongniartu. Proteus*, 64 (9-10): 417-423.
- Grimšičar, T., 1953: *Sledovi protolitske kostne kulture na Gorjušah (Bohinj). Proteus*, 16 (2): 53.
- Jamnik, P., 1989: *Potek raziskovanja Jamnikovega spodmola na Kočni nad Jesenicami in rezultati sondiranja v okoliških jamah. Arheološki vestnik*, 49: 17-30.
- Križnar, M., 2011: *Jamski medved z Jelovice. Loški razgledi*, 57: 123-128.
- Necker-Saussure, L.-A., 1829: *Extrait de la lettre de M. le professeur Necker-Saussure à M. Alexandre Brongniart, au sujet des brèches en même temps osseuses et ferrugineuses des mines de fer de la Carniole. Annales des Sciences Naturelles*, 16.
- Pohar, V., 1991: *Poznowürmska sesalska favna iz Polišiške cerkve. Razprave IV. razreda SAZU*, 32: 316-337.
- Rakovec, I., 1935: *Diluvialni svizci iz južnovzhodnih Alp. Prirodoslovne razprave*, 2: 245-292.
- Rakovec, I., 1949: *Nove najdbe diluvialnih svizcev v Sloveniji. Razprave razreda za prirodoslovne in medicinske vede SAZU*, 4: 205-228.
- Rakovec, I., 1949a: *O diluvialnih in današnjih svizcih. Proteus*, 11 (6): 153-161.
- Rakovec, I., 1974: *Razvoj kvartarne sesalske favne Slovenije. Arheološki vestnik*, 24: 225-270.
- Schmidt, G., 1999-2011: *Rokopisno gradivo*.

Lunino gravitacijsko polje in sonda GRAIL

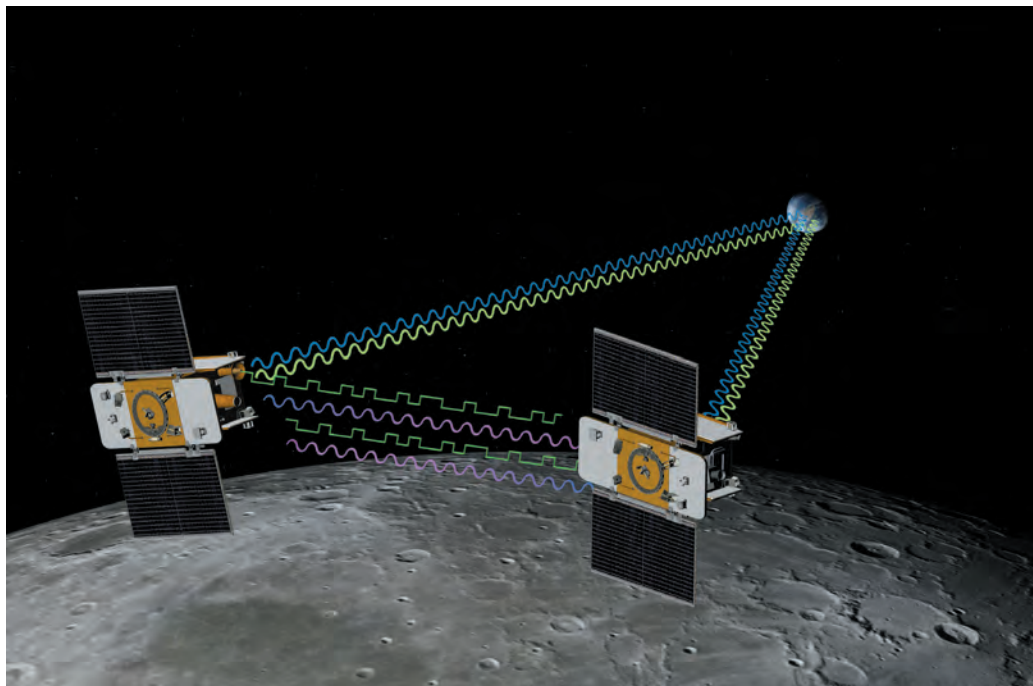
Mirko Kokole

Nam najbližje nebesno telo Luno raziskujemo že dolgo časa, a kljub temu še vedno ne poznamo vseh njenih lastnosti in podrobnosti o tem, kako je nastala. Luna je eno redkih kamnitih nebesnih teles v našem osončju, kjer je ohranjena skoraj celotna geološka zgodovina vse od njenega nastanka. Zato je njeno raziskovanje pomembno tudi za preučevanje nastanka in razvoja vseh drugih kamnitih nebesnih teles v Osončju. V prejšnji številki *Proteusa* smo poročali o Luninem magnetnem polju in kako je nastalo. Tokrat si pogledjmo še njeno gravitacijsko polje, ki je prav tako zelo zanimivo.

Gravitacijsko polje je polje, ki povzroča silo na telesa z maso in je samo posledica prisotnosti mase. Na Zemlji ga vsi čutimo kot silo, ki nas trdno potiska k tlom. Iz osnov fizike vemo, da je sila, ki na nas deluje, sorazmerna s gravitacijskim pospeškom, ki je na površini velik približno 10 m/s^2 . To je marsikomu znano, le malokdo pa ve, da je ta pospešek odvisen tudi od tega, kje na Zemlji se nahajamo. Ponekod je večji in drugod manjši, v Evropi na primer je nekoliko večji kot v Združenih državah Amerike. Razlike so posledica različne porazdelitve mase pod Zemljinim površjem. Znanstveniki opredeljujejo gravitacijsko polje kot polje telesa, ki ima po prostornini enakomerno porazdeljeno maso in je v povprečju takšne oblike kot Zemlja. Take-mu telesu pravijo tudi geoid. Če bi bili na takšnem telesu, bi povsod na njegovi površini čutili enako privlačno gravitacijsko silo. Ker v resnici telesa nimajo enakomerno porazdeljene mase, se gravitacijsko polje razlikuje od idealnega polja geoida. Odmiku

od idealne vrednosti pravimo gravitacijska anomalija ali nepravilnost in jo merimo v galih (Gallileo). 1 gal je enak $0,01 \text{ m/s}^2$. Tudi Luna ima tako kot Zemlja neenakomerno porazdeljeno maso, zato je njeno gravitacijo polje razgibano in ponekod zelo zanimivo. S preučevanjem gravitacijskega polja preiskujemo notranjo zgradbo Lune in posledično tudi njen razvoj, saj lahko iz stanja, ki ga sedaj vidimo, rekonstruiramo, kako je do njega prišlo. Zaenkrat poznamo nekaj zanimivih lastnosti Luninega gravitacijskega polja. Na nevidni strani Lune je gravitacijski pospešek večji kot na vidni strani. Raziskave so tudi pokazale, da se pod nekaterimi večjimi Luninimi morji nahajajo koncentracije mase, katerih nastanek še ni popolnoma pojasnjen.

Kljub temu da bi bilo natančno poznavanje Luninega gravitacijskega polja zelo pomembno, ga do sedaj še nismo preučili z veliko natančnostjo. Zato je jeseni lansko leto NASA izstrelila proti Luni prav posebno vesoljsko sondo z imenom GRAIL. Sonda GRAIL (Gravity Recovery And Interior Laboratory), ki je natanko ob koncu leta prispela na svoj cilj, je v resnici sestavljena iz dveh tako rekoč identičnih satelitov, GRAIL-A in GRAIL-B. Skupaj bosta krožila okoli Lune in določila njeno gravitacijsko polje. Princip, s katerim sonda določa gravitacijsko polje, je v osnovi zelo preprost, saj gledamo le, kako se orbita, po kateri potujeta sondi, spreminja glede na idealno orbito. Odmike od idealne orbite namreč povzročajo prav gravitacijske nepravilnosti. V resnici pa je takšno merjenje zelo zahtevno, saj moramo zelo natančno vedeti, kje se sonda nahaja. Njen položaj moramo meriti na nekaj milijonink metra



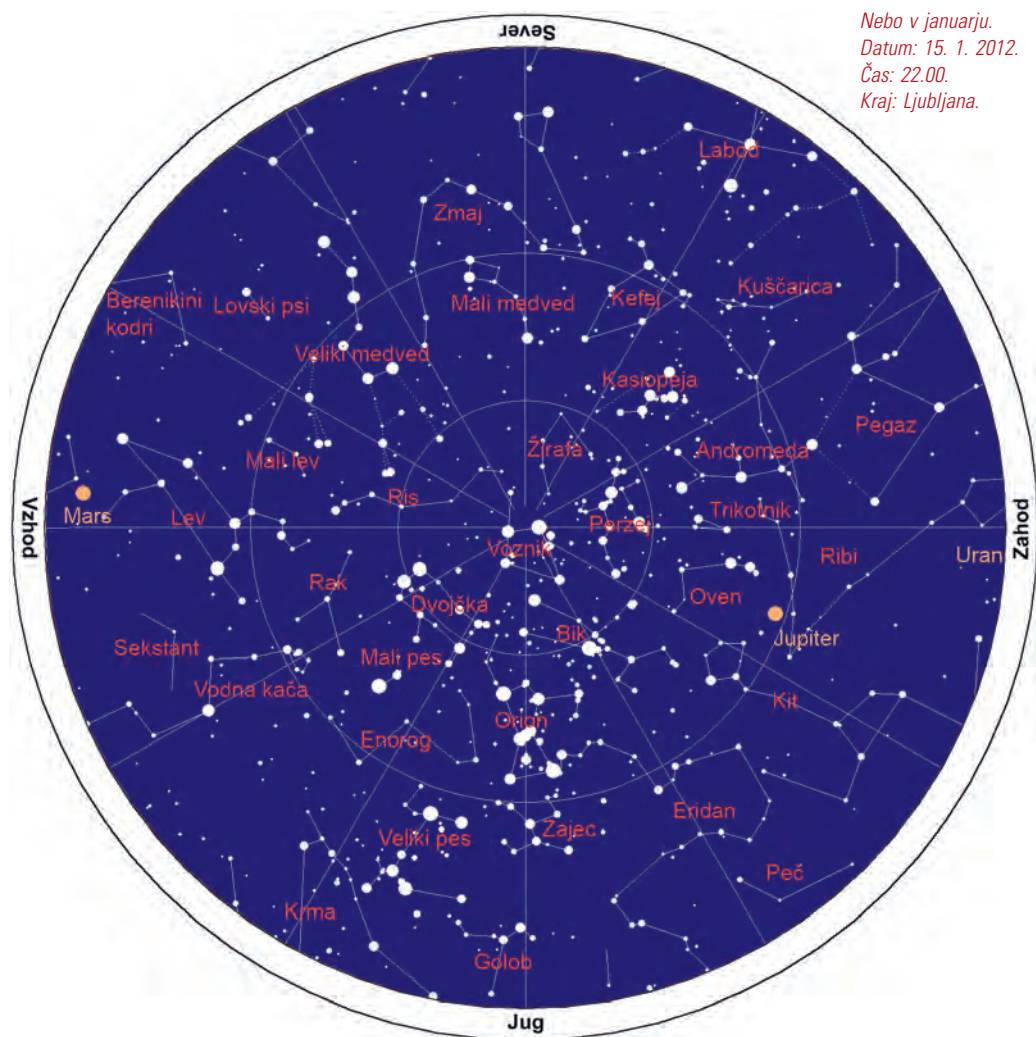
Slika 1: Sonde GRAIL-A in GRAIL-B bosta okoli Lune krožili na višini 55 kilometrov in na medsebojni oddaljenosti 200 kilometrov. S posebnimi radijskimi signali si med seboj sporočata svoja položaja in sta hkrati v stiku tudi z radijsko postajo na Zemlji. Tako je možno zelo natančno slediti položajema obeh sond in na podlagi tega meriti odmike od idealne orbite, ki so posledica gravitacijski nepravilnosti. Foto: NASA.

natančno. To je težko in popolnoma nemogoče, kadar nimamo neposrednega stika med sondo in radijsko postajo na Zemlji. Prav zato so se načrtovalci projekta GRAIL odločili, da bodo uporabili dve sondi, ki si druga drugi sporočata, kje sta, in tako natančno določita svoj relativni položaj. Sonde GRAIL lahko relativni položaj med seboj določita na 0,5 mikrometra natančno.

Sonde GRAIL, ki se trenutno nahajata v zelo eliptični orbiti okoli Lune, bosta do marca letošnjega leta počasi manevrirali v skoraj popolnoma krožni orbiti, ki bosta od Luninega površja oddaljeni le 55 kilometrov. To je zelo nizka orbita, ki bo omogočila sondama določiti gravitacijski pospešek stokrat bolj natančno na vidni in tisočkrat bolj natančno na nevidni strani Lune, kot smo to poznali do sedaj. Sonde GRAIL-A in GRAIL-B bosta krožili na medsebojni

oddaljenosti približno 200 kilometrov. Natančen medsebojni položaj bosta določali tako, da si bosta izmenjevali časovne radijske signale, ki so podobni tistim, ki jih uporabljajo navigacijski sateliti na Zemlji. Poleg tega bodo sondama radijsko sledili tudi z Zemlje, kadar bo to možno, in tako še dodatno povečali natančnost meritev.

GRAIL je edina sonda, poslana proti Luni, ki je namenjena izključno merjenju gravitacijskega polja in je posebna še po tem, da se na sondi nahajajo kamere, ki so namenjene izključno uporabi za srednješolske učence. Tako želi NASA približati znanost mladim učencem, ki bodo lahko popolnoma samostojno določali, kaj želijo s kamerami posneti in kaj želijo iz posnetkov, ki jih bodo zbrali, ugotoviti. Projekt so poimenovali MoonKAM (Moon Knowledge Acquired by Middle school students - Zna-



Nebo v januarju.
Datum: 15. 1. 2012.
Čas: 22.00.
Kraj: Ljubljana.

nje o Luni, ki so ga pridobili srednješolskimi učenci). Na vsaki sondi se nahajajo tri video kamere, ena gleda naprej v smeri letenja, drugi dve pa naravnost navzdol proti površju Lune. Kamere lahko zajemajo tako fotografije kot video posnetke, to pa omogoča veliko zanimivih poskusov, ki jih bodo učenci lahko naredili.

Odprava GRAIL se bo po osnovnem načrtu končala 4. junija, ko bo nastopil delni Lunin mrk. Takrat bosta sondi dalj časa v senci, za kar nista bili načrtovani, in je možno, da jima bo zmanjkalo zaloge ener-

gije za delovanje. Če se bo to zgodilo, bosta sondi počasi padli na Lunino površje. Če pa bosta sondi preživel, bodo njuni upravljalci poskusili izvesti še en orbitalni manever in sondi spustiti v še nižjo orbito, ki bo od Luninega površja oddaljena le 25 kilometrov. To bo še dodatno povečalo natančnost, s katero bodo lahko določili nje- no gravitacijsko polje.

Editorial

Tomaž Sajovic

Anniversary

Prof. Dr. Rajko Pavlovec, PhD, 80th Anniversary

Jernej Pavšič and Vasja Mikuž

On the 15 January this year Prof. Rajko Pavlovec, geologist and paleontologist, celebrated his 80th birthday. On this occasion we conducted an interview with the professor, who has, in *Proteus* alone, published around 200 articles and a number of short news items. Rajko Pavlovec dedicated most of his professional activity to the study of nummulites, a group of fossil foraminifera, which are most widely distributed in the wider Mediterranean region. His career took off at the Institute of Paleontology at the Slovenian Academy of Sciences and Arts. For a while he worked as an editor at the Mladinska knjiga publishing house. He went on to the Geology Department at the then Faculty of Natural Sciences and Technology. Sociable and modest as he was, he soon became an extremely popular lecturer with the students of geology, geodetic engineering, biology and pedagogy. The professorial staff at the Department saw him as a dedicated colleague who took on numerous appointments, including that of the dean of the faculty in the last period. Prof. Pavlovec gave lectures at the Ljubljana and Maribor universities, was president of the Slovenian Geological Society between 1965 and 1969, and president of the Natural History Society between 1977 and 1980.

Ecology

We Live in Symbiosis

Kazimir Tarman

Coexistence or symbiosis is frequently discussed in new ecology. When we study (observe) the interaction between species at a small (at the level of related individuals) and at a large (ecosystem) scale, it is not about the food chains and intertwinement, where nature appears, with the words of the English poet Alfred lord Tennyson in his *In Memoriam A. H. H.* (1849) “red in tooth and claw”. Successful survival depends also on symbiosis. The key to the evolution of biodiversity, including our evolution, was the *technical innovation that arose by associations of symbiotic bacteria*, i.e. the birth of the eukaryotic cell, as argued by evolution biologist Lynn Margulis (1938–2011). “*I believe that most evolutionary novelty arose, and still arises, directly from symbiosis. This is not the popular idea that of the basis of evolutionary change in most textbooks,*” she wrote in 1998. Modern science has accepted the evolutionary role of *syntrophogenesis* also in new textbooks. Ecosystems are not governed exclusively by competitiveness, the “fight of each against all”, but by intertwining symbiotic patterns. Symbioses open new ecological niches, thus reducing competitiveness among species and providing opportunities for co-existence. Eminent examples are old ecosystems such as coral reefs or tropical rainforests, where symbiosis enables co-existence of a number of species and in turn high biodiversity.

Astrophysics

Dark Current?

Janez Strnad

Do very remote swarms of galaxies move in an orderly fashion at great dimensions? Is the dark current, as this movement is called, the third “dark” riddle of the universe after the dark matter and dark energy? Discussion on the dark current gave rise to different theories, including those of a parallel universe. Questions of this kind pose a challenge to researchers and the answers may provide some significant findings on the universe.

Entomology

Mountain Cicadas and How One Species Can Be the Source of More Than a Dozen

Matija Gogala

Introduction of new methods and approaches to scientific research often brings about astonishing results. Similarly, bioacoustic methods for recording and analysis of acoustic signals in the past several decades contributed to new findings on the diversity of some insect groups, including mountain cicadas. Recent bioacoustic investigations have thus shown that *Cicadetta montana* Scoppoli 1772 is actually a complex of similar species which are best characterised by song patterns.

Ecology

Visiting the Pelicans at the Silver Lake

Alenka Gaberšček and Mateja Germ

As part of a bilateral project conducted with colleagues from Bulgaria the authors visited for the second time Lake Srebarna, the silver lake at the Danube. The lake is situated to the northwest of Sofia and is host to water and riparian plants, amphibians, reptiles, numerous birds and other organisms. Its unique beauty and a large number of bird species attract researchers and bird-lovers from around the world. The lake is the only place in Bulgaria where curly-headed pelicans nest and deserves special attention for its position, as it is located on the bird migration route between Europe and Asia.

Paleontology

On the Fossil Remains of the Cave Bear from Gorjuše above Bohinj

Pavel Jamnik and Matija Križnar

The authors try to demonstrate the significance of a seemingly irrelevant find of fossil bone remains. Even such a find can contribute to a clearer picture of past distribution of already extinct animals in a certain area. Bones of the cave bear from Gorjuše above the Bohinj valley are interesting also because they have been mentioned in literature several times, but never with a specific locality. Unfortunately, we still do not know the exact locality, but inventory notes on the specimens kept at the Natural History Museum depot testify that the preserved bones were delivered to the museum in 1871 after being found in Gorjuše in one of the former mine caves.

Our sky

Lunar Gravity Field and the GRAIL Probe

Mirko Kokole



■ Ekologija

Živimo v simbiozi

V novi ekologiji so obravnave sožitja ali simbioze vedno pogostejše. »Verjamem, da je večina evlucijskih novosti nastala in še nastaja neposredno s simbiozo, pa čeprav to ni splošno sprejeta ideja razlage evlucijskih sprememb v večini učbenikov,« je zapisala Margulisova (1998). Sodobna znanost pritrjuje evlucijski vlogi simbiogeneze tudi v novih učbenikih. Urejenosti ekosistemov ne pogojujeta zgolj tekmovalnost, »boj vsakega z vsakim«, ampak prepleteni vzorci sožitij. Simbioze odpirajo nove ekološke niše, zato zmanjšujejo tekmovalnost med vrstami in ponujajo možnosti za sobivanje. Narava pa je učiteljica tudi za družbeno življenje človeka. Da bi prevladalo ustvarjalno sožitje nad uničevalno agresijo, je nastala Organizacija združenih narodov. Ali ni to oblika nove družbene simbioze? Poskus ustvarjanja planetarnega sožitja med narodi.



■ Astrofizika

Temni tok?

Ali se zelo oddaljene jate galaksij v vesolju na velikih razsežnostih gibljejo urejeno? Ali je temni tok, kakor pravijo temu gibanju, ob temni snovi in temni energiji tretja »temna« uganika v vesolju? Razprava o temnem toku je zbudila teoretična razmišljanja, ki segajo celo do vzporednega vesolja. Vprašanja te vrste so izziv za raziskovalce in odgovori nanje utegnejo pripeljati do pomembnih ugotovitev o vesolju.



■ Entomologija

Gorski škržadi in kako iz ene nastane več kot ducat vrst

Uvedba novih metod in pristopov v znanstvene raziskave pogosto prinese presenetljive rezultate. Tako je v zadnjih nekaj desetletjih uporaba bioakustičnih metod za snemanje in analizo zvočnih signalov žuželk prispevala k spoznanjem o raznovrstnosti nekaterih žuželčjih skupin, med katerimi so tudi gorski škržadi. Tako se je v zadnjih letih pokazalo, da je Skopolijev gorski škržad pravzaprav skupina sorodnih vrst, ki jih najlažje razločujemo na podlagi vrstno značilnih napევov.

ISSN 0033-1805

