

PROTEUS

*mesečnik
za poljudno
naravoslovje*



Marec 2019, 7/81. letnik
cena v redni prodaji 5,50 EUR
naročniki 4,50 EUR
upokojenci 3,70 EUR
dijaki in študenti 3,50 EUR
www.proteus.si





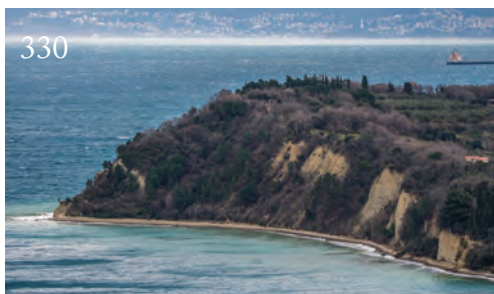
294



306



316



330

291 Table of Contents

292 Uvodnik
*Tomaž Sajovic*294 Astrofizika
Prva slika neposredne okolice črne luknje
*Tomaž Zwitter*300 Evolucija in družba
Kaj Darwin ni rekel?
*Kazimir Tarman*306 Naravna in kulturna dediščina
Murve na Slovenskem - dediščina nekdanjega svilogojstva
Polona Sušnik, Andreja Urbanek Krajnc, Rebeka Lucijana Berčič

316 Ekologija

Sprehod po naravi severne Patagonije - polotok Valdés z okolico
*Matija Križnar*328 Matematika
Plemelj trikotnik
*Marko Razpet*330 Paleontologija
Fosilni morski ježki iz fliša
*Matija Križnar, Jure Ušeničnik*333 Naše nebo
Astronomi potrdili obstoj molekule fullerena C₆₀ v medzvezdnem prostoru
Mirko Kokole

Editorial

Tomaž Sajovic

Table of Contents

Astrophysics

The First Image of the Immediate Vicinity of the Black Hole

Tomaž Zwitter

The image of the black hole at the heart of the M87 galaxy, which was released by the Event Horizon Telescope (EHT) this April, is the most elaborate macroscopic image ever taken of nature. In this article we examine what it is that we see in it, why it is important and how the research into black holes relates to Slovenians.

Evolution and society

What Darwin Did Not Say

Kazimir Tarmen

12 February marked 210 years since the birth of Charles Darwin and 160 years since the publication of his landmark work *On the Origin of Species*. He offered a scientific explanation for the old premonition of evolution. The credibility of his theory was further supported by a coincidence: Alfred Russel Wallace came to the same conclusion a few years after Darwin. Darwin and Wallace had come to their discoveries independently from each other, both inspired by Thomas Robert Malthus, and both conducted their research on islands, Darwin on Galapagos and Wallace on the Sunda Islands. The title *What Darwin Did Not Say* is not meant to be read literally. The author only wished to unburden Darwin from what both his adherents and adversaries claimed he had said. The purpose of the article is to highlight Darwin's sensitivity to injustice, in particular slavery, which he witnessed in South America. His findings were abused through socio-economic relations and the attempts to discredit his theory were thus misguided. Darwin publicly objected to the application of his theory to the relationships in human society.

Natural and cultural heritage

Mulberry Trees in Slovenia – the Heritage of Silkworm Breeding

Polona Sušnik, Andreja Urbanek Krajnc, Rebeka Lucijana Berčič

Mulberry trees used to be widely cultivated in former silkworm rearing regions because its leaves were used to feed the silkworm (*Bombyx mori* L.). Most frequently they are found next to houses or outbuildings, in hedgerows between fields, vineyards, along roads and cart tracks. Many centuries-old mulberry trees were preserved in and beyond Slovenia after the demise of silkworm rearing at the beginning of the 20th century, and these constitute exceptional cultural and natural heritage. Especially noteworthy are old tree alleys in the Karst village Lokev, those next to the ruins of Školj Castle near the village Famlje and the mulberry trees in front of the monastery at the settlement Krog above Sečovelje. It is no coincidence that white mulberry is the largest fruit tree in Slovenia; it can be seen at the former homestead of architect Maks Fabiani in Kobdilj in Karst, and measures 710 centimetres in circumference. The mulberry tree in Slovenia bears a family symbolism as well, as it used to be common for families in the Primorska region to plant a mulberry tree next to the house when a child was born or got married. Mulberry trees are still highly valued and many people still maintain the tradition of trimming and pruning them in unusual

shapes. Mulberry trees bore witness to family stories and love affairs, bargains, tittle-tattle as well as children's pranks and capers. The authors have been actively involved in mulberry sampling and systematics, biochemical properties of mulberry leaves and moriculture since 2015. Between 2015 and 2018 they participated in the joint Hungarian-Slovenian project titled *The influence of feeding silkworm (Bombyx mori L.) hybrid larvae with leaves of old local Hungarian and Slovenian mulberry (Morus alba L.) genotypes on the development and health status of larvae*. During the project they took up a pilot test: they encouraged small farmers in Slovenia and Hungary to try small-scale silkworm rearing. After more than fifty years we can now witness the first locally bred silk cocoons. They also set up the project website (<http://murve.um.si>) that aims to spread the knowledge on the systematics and distribution of white and black mulberry tree, its application and role in the past. Their efforts extend to the establishment of the Institute for Sericulture and Silk Production (Inštitut za svilogostvo in svilarstvo, (info@svila.si)) that offers all information that future silkworm rearers might require for their venture.

Ecology

Walk Through the Nature of North Patagonia – Peninsula Valdés with Vicinity

Matija Križnar

Peninsula Valdés, a Unesco World Heritage Site, is one of South America's finest wildlife reserves. This North Patagonian part of Argentina is truly exceptional and the best place for wildlife watching. The peninsula is home to Patagonian sea lions (*Otaria byronia*), Southern elephant seal (*Mirounga leonina*), Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) and numerous seabirds. On land you can spot guanacos (*Lama guanicoe*), Darwin's or lesser rheas (*Pterocnemia pennata*) and their smaller counterparts, elegant crested tinamous (*Eudromia elegans*). The warmer, more enclosed gulf waters of Golfo Nuevo and Golfo San José are home to the biggest attraction – the southern right whale (*Eubalaena australis*). Another attraction swims near the shores of Valdés and lurks on young sea lions – the orcas (*Orcinus orca*). The best spot to see them is Caleta Valdés or Punta Norte. Some interesting wildlife viewing spots in the vicinity of the peninsula Valdés are Punta Loma and the beaches of Puerto Madryn. Dinosaur enthusiasts should visit the town of Trelew with its top-notch Paleontological museum (MEF). It features some of the most important paleontological finds in Patagonia. The fossil display includes finds of local dinosaurs such as patagosaurus and the huge titanosaurus as well as lots of other fossils.

Mathematics

Plemelj's Triangle

Marko Razpet

Paleontology

Fossil Sea Urchins from Flysch

Matija Križnar and Jure Useničnik

Our sky

Astronomers Confirmed the Existence of Fullerene Molecule C60 in Interstellar Space

Mirko Kokole



Naslovnica: *Mladič južnomorskega slona (Mirounga leonina) poležava na plaži Punta Delgada, ki leži na skrajnem jugu polotoka Valdés. Foto: Matija Križnar.*

Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Priradoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

dr. Petra Draskovič Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2019.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalomon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Priradoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števk, letnik ima 480 strani. Naklada: 1.600 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Priradoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, 1000 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,50 EUR, za upokojence 3,70 EUR, za dijake in študente 3,50 EUR.

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

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

Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805

Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

Uvodnik

Človek, ali veš kaj delaš?

Spoznavanje temeljno opredeljuje človekovo bivanje v svetu. Življenje je eno samo spoznavanje – z drugimi besedami, človek nenehno išče resnico o vsem, na kar »naleti« ali ga »doleti« med njegovim »popotovanjem« od rojstva do smrti.

Toda kaj je resnica? Bolj ali manj splošno, samoniklo in »samo po sebi razumljivo« sprejeta opredelitev – njen avtor je italijanski filozof in krščanski teolog Tomaž Akvinski (1225-1274) – se v latinščini glasi: »Veritas est adaequatio rei et intellectus.« Prevajamo jo: »Resnica je skladnost stvari in razuma.« Toda kako naj se stvar in razum *ujemata* med seboj, če sta iz tako različnih »snovi«? Še več: kako naj se stvar in razum *poistita* med seboj, če si človek – po Martinu Heideggerju – nikakor »ne more priboriti dostopa do golih in neinterpretiranih dejstev«, če nima prav nikakršne »možnosti, da bi lahko skočil iz svoje kože in vzpostavil nekakšen neposredni, absolutni stik s stvarmi? Človeku je »usojeno«, da spozna le »posredno« in zato »nepopolno«. Da bi bolje razumeli, kako poteka »posredno« spoznavanje, moramo brati Karla Marxa (1818-1883) in še zlasti ruskega jezikoslovca Valentina Nikolajeviča Vološinova (1895-1936), nikakor pa ne

smemo spregledati tudi še živečega čilskega biologa in filozofa Humberta Maturane.

Karl Marx je v znamenitih *Tezah o Feuerbachu* (1845) zapisal: »Glavna pomanjkljivost vsega dosedanjega materializma [...] je, da je predmet, dejanskost, čutnost pojmovana le v obliki *objekta ali zora*; ne pa kot čutno človeška dejavnost, praksa; ne subjektivno. [...] Feuerbach hoče čutne – od miselnih objektov dejansko razločevane objekte. [...] Nezadovoljen z *abstraktnim mišljenjem*, hoče *zor*; toda čutnosti ne dojema kot *praktično* človeško-čutno dejavnost.«

Preden se lotimo razmišljanja, moramo posebej opozoriti na ključno terminološko in s tem vsebinsko razlikovanje med pojmom *predmet* in *objekt* (kot bomo kmalu videli, je samo razlikovanje sicer vprašljivo). *Predmet* – imenujemo ga lahko tudi *realni predmet* – pomeni dejansko, čutno stvar »tam zunaj nas«, ko pa tak predmet začnemo spoznavati, ga »preoblikujemo« v *spoznavni* oziroma (če uporabljamo znanstvene metode) *znanstveni objekt*. Marxova teza pomeni obračun s spoznavno »teorijo« pozitivističnega materializma. Ko pozitivistični materialist spozna realni, čutni predmet (na primer drevo, cvet ali žival), z drugimi besedami, ko ga »pojmuje« kot spoznavni objekt, to

počne – tako si domišlja – »popolnoma neosebno, nevtralnno in nemotivirano«, le v obliki zora: prepričan je, da se je dokopal do zrcalne slike realnega predmeta na sebi. Spontana predpostavka pozitivističnega materializma je, da realni, čutni predmeti že »sami po sebi« vsebujejo nabor značilnosti, ki samo »čakajo«, da jih tisti, ki spoznavajo, »opazijo«.

Marx se s tem ni strinjal. Zanj je vsako spoznavanje praksa. Ker človek nima neposrednega spoznavnega dostopa do realnih predmetov, mora vedno »ustvarjati« miselne spoznavne »podobe« o njih, torej objekte. Že italijanski razsvetljski politični filozof, zgodovinar in pravnik Giambattista Vico (1668-1744) je bil prepričan, da tisti, ki spoznava, lahko spoznava samo dejstva (z drugimi besedami, resnice o realnih predmetih), dejstva pa tisti, ki spoznava, ustvarja *sam*. Čilski biologa Humberto Maturana in Francisco Varela sta v knjigi *Drevo spoznanja* (1984, slovenski prevod 1998) na podlagi spoznanja, da je človekovo doživljanje sveta barvnih predmetov »dejansko neodvisno od sestave valovnih dolžin svetlobe, ki prihaja od tega, kar gledamo«, prišla do podobnega sklepa: »Ne vidimo ‚prostora‘ sveta – ampak samo doživljamo svoje vidno polje. Ne vidimo ‚barv‘ sveta – ampak samo doživljamo svoj kromatični prostor. O tem, da svet doživljamo, [...] seveda ne more biti dvoma. Toda vselej, kadar si poglobljeno pogledamo, kako spoznavamo ta svet, odkrijemo, da ne moremo ločevati svoje zgodovine dejanj – bioloških in družbenih – od tega, kakšen se nam ta svet dozdeva.« Prav zadnje spoznanje nas vodi naravnost k ruskemu jezikoslovcu Vološinovu in njegovi znameniti knjigi *Marksizem in filozofija jezika* (1929, slovenski prevod 2008).

Vološinova izhodiščna teza se glasi: »Bit, ki jo znak odraža, se v znaku ne le preprosto odraža, temveč se v njem *prelamlja*.« Ta prelom biti v ideološkem znaku »določa križanje raznosmerne družbene interesov znotraj območja enega znakovnega kolektiva, tj. *razredni boj*. [...] V vsakem ideološkem znaku se križajo raznosmerni akcenti. Znak postane arena razrednega boja.« Če tezo povežemo z do sedaj povedanim, jo lahko razumemo tudi takole: realni svet in realne predmete v njem (z eno besedo: bit) človek lahko spoznava in razume le, če jih *prelamlja* v jeziku (jezik je najpomembnejši ideološki znak), jezik pa je arena, kjer se bojujejo med seboj različni družbeni interesi. Vprašanje je, kako naj razumemo jezik.

Vološinov jezik razume takole: »Dejanska realnost jezika oziroma govora nikakor ni abstrakten sistem jezikovnih oblik, ampak je družbeni dogodek govornega sporazumevanja med ljudmi, ki se uresničuje v izjavljanju in izjavah.« »Sleherna izjava je *zgolj moment nepretrganega govornega običevanja* (življenjskega, lite-

rarnega, spoznavnega, političnega ...). To nepretrganovo govorno običevanje pa je po drugi strani tudi *samo* zgolj moment nepretrganega vsestranskega *postajanja* danega družbenega kolektiva.« Vsaka izjava pa vedno vstopa v različne *ideološke* pogovore: na nekaj odgovarja, nečemu oporeka, nečemu pritrjuje, predpostavlja možne ugovore, išče podporo ... V tem nepretrganem govornem običevanju se oblikuje »stihjska« življenjska ideologija družbene skupnosti (netočno bi jo lahko imenovali tudi »družbena psihologija«), iz te življenjske ideologije pa se izkristalizirajo ustaljeni ideološki sistemi družbene morale, znanosti, umetnosti, religije in ekonomije, ki po drugi strani tudi sami povratno vplivajo na življenjsko ideologijo in jo določajo. »Prednost« življenjske ideologije je, da je neprimerno gibljivejša in občutljivejša, kot so to lahko ustaljene ideologije: »hitreje in bolj odločno zmore prenašati spremembe družbeno-ekonomskih temeljev« in »prav tu se kopičijo tiste ustvarjalne energije, s pomočjo katerih pride do delnega ali radikalnega preoblikovanja ustaljenih ideoloških sistemov«.

Zdaj lahko odgovorimo na vprašanje, kako je Vološinov razumel spoznavanje. Kot smo že videli, ljudje nimamo nobenega neposrednega, absolutnega dostopa do realnih predmetov v svetu »tam zunaj nas«. Gadamer je bil »zato« prisiljen spoznavanje »ujeti« v jezik: jezik je tisto območje, kjer se srečujeta človek in svet, z drugimi besedami – v jeziku si človek in svet neločljivo sopripadata. Maturana je trdil enako in iz tega izpeljal »radikalni« sklep: »Atom in vodikove bombe (torej realne stvari) so (»le«) *spoznavne* ‚stvari‘.« Vološinov je problem spoznavanja inovativno nadgradil. Ker znanstvenik ne more »prodreti« do realnih predmetov, ga mora poiskati v jezikovnih, torej ideoloških, formulacijah v življenjski, praktični ideologiji (z drugimi besedami: v tistih razumevanjih realnih predmetov, ki so se »rodili« v konkretnih, življenjskih izkušnjah pripadnikov določene družbene skupnosti). Šele tak »družbeni konstrukt realnega predmeta«, ta posredna vez z realnim predmetom »tam zunaj«, lahko postane objekt abstraktnega znanstvenega spoznavanja. Velik izziv za znanstvenika je, ali se *zaveda*, da na znanstveni način raziskuje »le« tisto – če zapišemo morda nekoliko preveč enostavno –, kar je »že« »spoznal« življenjska, praktična ideologija. Znanstvenik bi zato moral biti tudi ponižni filozof. Njegovi znanstveni konstrukti sveta so le konstrukti, ki nikoli ne izčrpajo sveta. Lahko pa ga uničijo.

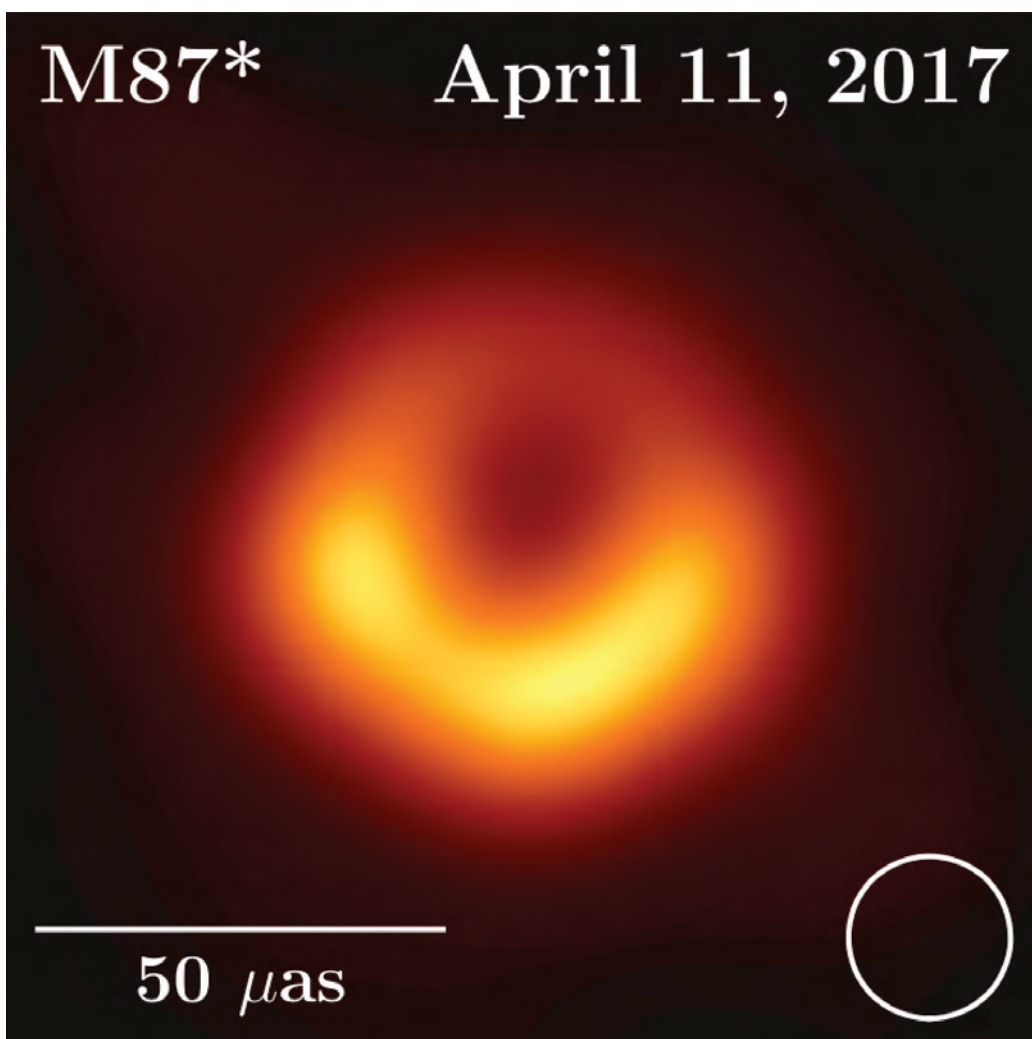
Tomaž Sajovic

Prva slika neposredne okolice črne luknje

Tomaž Zwitter

Slika okolice črne luknje v jedru galaksije M87, ki jo je aprila objavila ekipa Teleskopa dogodkovnega obzorja (EHT), je najpodrobnejša makroskopska slika narave doslej. Zato se bomo vprašali, kaj vidimo, zakaj je

to pomembno, pa tudi, kako se raziskav črnih lukenj dotikamo Slovenci.



Slika neposredne okolice črne luknje v jedru galaksije M87. Krog na desni ponazarja kotno ločljivost slike, merilo na levi pa kot 50 milijonink ločne sekunde. Na sliki je sever zgoraj, zahod pa na desni. Vir: Kolaboracija EHT.

Masa, velikost in gostota

Raketa uide Zemljini težnosti le, če se giblje vsaj z ubežno hitrostjo, ki je enaka $\sqrt{2GM/r}$, kjer je G gravitacijska konstanta, M masa Zemlje, r pa razdalja rakete od Zemljinega središča. Za raketo blizu Zemljinega površja je ubežna hitrost enaka 11,2 kilometra na sekundo. Če bi imela Zemlja ob enaki masi 725-milijonkrat manjšo velikost, bi bila ubežna hitrost z njenega površja enaka hitrosti svetlobe (c), to je skoraj 300 tisoč kilometrov na sekundo. Tak račun sicer ni pravilen, saj bi namesto Newtonove fizike morali uporabiti Einsteinovo splošno teorijo relativnosti. Kljub temu pa tudi v relativnostni teoriji velja obrat zgornjega izraza, ki pravi, da z objekta z velikostjo $r = 2GM/c^2$ ne more pobegniti niti svetloba. Za maso Zemlje je to velikost frnikole, za maso Sonca ta velikost naraste na 3 kilometre, za 6,5 milijarde Sončevih mas pa je enaka 130-kratni razdalji med Zemljo in Soncem, to je približno sedanja oddaljenost sond Voyager, izstreljenih leta 1977. Objekt, katerega masa je zbrana znotraj takega gravitacijskega polmera, imenujemo črna luknja, ploskev s tem polmerom pa dogodkovno obzorje. Na svojo okolico črna luknja vpliva le s svojo maso in s tem gravitacijskim privlakom in z morebitnim vrtenjem, za skupni električni naboj črne luknje pa pričakujemo, da je, podobno kot pri zvezdah ali planetih, enak nič. Prav nobena druga informacija o stanju snovi v notranjosti črne luknje ne more prodreti do zunanjega opazovalca. Torej je opis črnih lukenj relativno čist, pravimo, da niso dlakave (»no-hair theorem«).

Mnogi si predstavljajo, da gostota snovi v črni luknji seže v nepredstavljivo velike številke. To je gotovo res za črno luknjo mase Zemlje, ki bi imela velikost frnikole, manj pa za masivnejše črne luknje. Dvojna masa namreč pomeni tudi dvojno velikost v vsaki od treh razsežnosti in zato osemkrat večjo prostornino, s tem pa štirikrat manjšo povprečno gostoto. Snov v zgoraj omenjeni črni

luknji z milijardami Sončevih mas bi bila tako v povprečju redkejša od zraka, ki ga sedajle dihate.

Črne luknje v naravi

Glavni podatek, ki opredeljuje črno luknjo, je njena masa. Kljub vztrajnemu iskanju niso uspeli najti takih z maso, manjšo od treh Sončevih mas. Torej je najverjetneje tudi Hawkingova ideja o izhlapevanju črnih lukenj nepomembna in lahko za črne luknje v naravi trdimo, da so večne in se njihova masa z vsakim zalogajem, ki ga pogoltnejo, le večja.

Maso je najlažje tehtati v dvozvezdijh. Kot lahko maso našega Sonca določimo po hitrosti in obhodnem času planeta Zemlja, lahko tudi hitro gibanje običajne zvezde po krožnem tiru izdaja maso nevidne spremljevalke. Če ta preseže tri mase Sonca, vemo, da so take zvezde vedno zelo svetle. Torej temna spremljevalka ni običajna zvezda, obenem pa je preveč masivna za stisnjene preostanke zvezdnih sredic, kot so bele pritlikavke ali nevtronske zvezde. Tako opazovanje lahko razložimo le s prisotnostjo črne luknje. Temnega objekta z veliko maso in majhno velikostjo namreč ne znamo razložiti drugače kot s črno luknjo. Leta 1983 sta tako McClintock in Remillard pokazala, da je objekt A0620-00 prav tak par običajne zvezde z maso malo pod Sončevo in črne luknje.

V devetdesetih letih so se nato lotili pregledov neba, s katerimi so črne luknje želeli zaznati preko gravitacijskega lečenja, ko masivni objekt nekoliko ukrivi oziroma zbere svetlobo in s tem posvetli sij zvezde, ki bi bila natanko za njim. Obsežna pregleda z imenoma MACHO in EROS sta pokazala, da so take zablodele črne luknje redke in jih je vsekakor premalo, da bi z njimi lahko pojasnili naravo temne snovi.

Z detektorji LIGO in VIRGO so od leta 2016 sedemkrat zaznali gravitacijske valove, ki nastanejo ob zlivanju dveh črnih lukenj. Pred zlitjem so imele te črne luknje mase

od 10 do 30 Sončevih mas. Njihov obstoj nakazuje, da so ti objekti morda sesute srede zelo masivnih zvezd prve generacije, nastalih v mladem vesolju, ki je imelo sedemdesetino današnje starosti.

Končno so tu še mnogo masivnejše črne luknje v središčih galaksij. Po hitrem gibanju običajnih zvezd okoli nevidne mase v središču naše Galaksije, kjer zvezda z oznako S0-38 v 19 letih opiše elipso z veliko poloso velikosti 1.100-kratne razdalje med Zemljo in Soncem, so leta 2016 Boehle in sodelavci določili maso črne luknje v središču naše Galaksije na 4 milijone Sončevih mas. Črne luknje v središčih drugih galaksij so lahko še mnogo masivnejše. Kot bomo videli v nadaljevanju, ima tista v galaksiji M87 maso 6,5 milijarde Sončevih mas.

Črne luknje niso nujno temni objekti, saj se snov, ki pada nanje, pri tem zelo segreva in sveti. Svetle okolice črnih lukenj v galaktičnih središčih imenujemo aktivna galaktična jedra. Ta sij se lahko tudi hitro spreminja s časom, saj velikost emisijskega območja okoli črne luknje v galaksiji M87 svetloba preleti v nekaj dneh, v naši Galaksiji pa v nekaj minutah. Črna luknja v galaksiji M87 je zanimiva tudi zato, ker iz njene neposredne okolice brizgata dva nasprotno usmerjena curka snovi, ki je črna luknja ni uspela požreti. Svetlejšega od obeh curkov je že leta 1918 odkril Herbert Curtis. Iz radialnega premikanja zgoščin v tem curku vemo, da se njegova hitrost zelo približa svetlobni hitrosti in da s smerjo proti Zemlji oklepa kot samo 17 stopinj. Ti curki brizgajo zelo daleč onkraj domače galaksije. Tako osrednja črna luknja lahko vpliva tudi na širšo galaktično okolico. Podoben primer kot aktivna galaktična jedra in njihove najbolj svetle izpeljanke, ki jih imenujemo kvazarji, je tudi ena od najsvetlejših zvezd v naši Galaksiji z oznako SS433, ki ji pravijo tudi mikrokvazar. Tudi tu iz bližine kompaktnega objekta brizgata nasprotno usmerjena curka snovi, v kateri snov doseže četrtno svetlobne hitrosti.

Slikanje črne luknje

Poznane črne luknje same ne oddajajo svetlobe. To pa ni nujno res za njihovo neposredno okolico. Snov se, ko se med spiralnim približevanjem črni luknji niža njena gravitacijska energija, močno segreje. V primeru galaksije M87 ioni dosežejo temperaturo bilijona, elektroni pa do nekaj deset milijard stopinj, tako da se gibljejo skoraj s svetlobno hitrostjo. Govorimo o redki prozorni plazmi, ki je prevodna, zato s seboj nosi tudi magnetne silnice, ki se z bližanjem črni luknji vse bolj navijajo in gostijo. Elektroni, ki krožijo v močnem magnetnem polju, sevajo. Ker so njihove hitrosti zelo velike, je to sinhrotronsko sevanje. Ko se bližamo črni luknji, gostota sevanja sicer narašča, vendar ga tudi vedno več konča v črni luknji in je zato za nas nevidno. Najsvetlejšo območje je zato približno 2,6 gravitacijskega polmera od črne luknje, kjer je zaradi črne luknje prostor tako močno ukrivljen, da svetloba kroži okoli črne luknje. Svetloba, ki (morda tudi po več krogih) zavije navznoter, pade v luknjo. Tista, ki uspe ulti in nadaljuje v tangencialni smeri, pa se nam nariše kot svetel obroč. To je podobno, kot če bi imeli na Luni množico vozil, ki bi vozila v vse mogoče smeri in bi imela prižgane žaromete, s katerimi bi si osvetljevala pot pred seboj. Tudi v tem primeru bi z Zemlje videli le obroč žarometov na robu Luninega diska, saj so le tam vozila, ki so usmerjena proti nam.

Svetel obroč okoli črne luknje je z Zemlje videti majhen. Štiri milijone Sončevih mas v središču naše Galaksije pomeni obroč s polmerom 31 milijonov kilometrov, ki na razdalji 25 tisoč svetlobnih let oklepa kot 2,7 stotisočinke ločne sekunde. Polmer obroča v galaksiji M87 pri 6,5 milijarde Sonc in razdalji 55 milijonov svetlobnih let je enak dvema stotisočinkama ločne sekunde. Obe številki sta izjemno majhni, saj ustrezata kotu, ki ga oklepa pol milimetra debela bilka, ki bi bila tako daleč, kot je Ljubljana od New Yorka. Žal so vse druge črne luknje videti še manjše.



Nam najbližji teleskop mreže EHT stoji na pobočju gore Pico del Veleta v Španiji (zgoraj), najbolj oddaljeni pa je na južnem Zemljinem tečaju (spodaj). Vir: Kolaboracija EHT.

Take podrobnosti je mogoče zaznati le z interferometrijo, to je s primerjanjem svetlobnega valovanja istega objekta, ki ga hkrati opazujemo z več zelo oddaljenimi teleskopi. Pri paru teleskopov tako lahko spremljamo razliko razdalj od objekta do enega ali drugega teleskopa na del valovne dolžine natančno. Torej vzdolž zveznice med teleskopoma lahko dosežemo kotno ločljivost, ki ustreza delu valovne dolžine na razdalji med teleskopoma. Če je takih parov teleskopov z zveznicami v različnih smereh več, lahko ugotovimo, kakšna mora biti slika objekta, da bodo vse izmerjene razlike v svetlobnih valovanjih ustrezale našim meritvam.

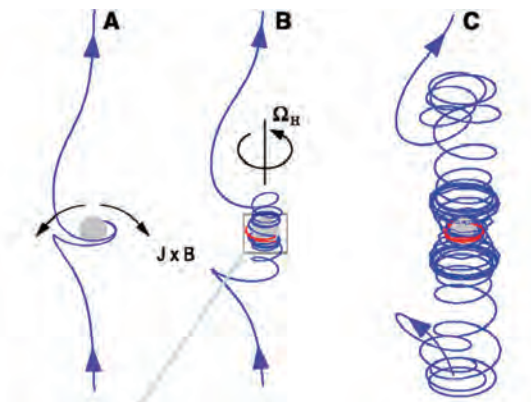
Z mrežo Teleskopa dogodkovnega horizonta (Event Horizon Telescope, EHT) so opazovali svetlobo z valovno dolžino le 1,3 milimetra, teleskopi pa so bili razmaknjeni skoraj toliko, kot je Zemljin premer. To jim je omogočilo lov na sliko obroča okoli črne luknje s kotno velikostjo stotisočink ločne sekunde. Meritve so opravili v štirih dneh med 5. in 11. aprilom leta 2017. Med obema možnima tarčama so izbrali črno luknjo v galaksiji M87, saj so tu lahko predpostavili, da se izvor med opazovanji ni spreminjal. Galaksijo M87 so opazovali s teleskopi na gori Pico del Veleta v Španiji, LMT v Mehiki, SMT v Arizoni, ALMA in APEX v Čilu ter SMA in JCMT na Havajih. Pri umeritvi opazovanj je pomagal še teleskop SPT na južnem Zemljinem tečaju. V vseh primerih so nihanje milimetrovskih valov pri dveh bližnjih frekvencah in v dveh polarizacijah ter časovne signale atomske ure sproti s hitrostjo 32 milijard bitov na sekundo zapisovali na zelo hitre računalniške diske. Korelacija zapisov vseh teleskopov v podatkovnih centrih na MIT-u in na Inštitutu Maxa Plancka v Bonnu je rodila enolično rekonstrukcijo slike neposredne okolice črne luknje. Rezultat so mesece preverjali z uporabo inverznih in direktnih tehnik rekonstrukcije slike ter z vrsto slepih testov z računalniško generiranimi podatkovnimi nabori. V vseh primerih so dobili enak re-

zultat: svetel obroč s polmerom 21 milijonink ločne sekunde, ki je na južni strani nekoliko svetlejši.

Interpretacija slike

Prvi zelo robustni rezultat je bila meritev mase črne luknje v galaksiji M87. Opaženi polmer obroča ustreza masi 6,5 milijarde Sonc s statistično negotovostjo 10 odstotkov. Rezultat je skoraj neodvisen od vrtenja opazovane črne luknje. Drugače je z opaženo posvetlitvijo južne strani obroča. Curek snovi v galaksiji M87, ki brizga skoraj proti nam, je od smeri proti Zemlji nagnjen za 17 stopinj proti zahodu. Snov v bližini črne luknje se giblje blizu ravnine, pravokotne na os vrtenja črne luknje, za katero predpostavimo, da je poravnana s smerjo curka. Pri tem je zaradi izjemno velikih hitrosti in s tem povezane Dopplerjeve posvetlitve nekoliko svetlejši videti tisti del obroča, v katerem se snov giblje bolj v naši smeri. Ker je svetlejši južni del, se mora snov vrteti v smeri urinega kazalca. Zadnji sklep je težak, zato si pomagajmo z miselnim poskusom. Zamislite si, da opazujete balon nad sabo, ki pa je nagnjen, tako da je njegova košara zmaknjena proti zahodu, podobno kot curek v galaksiji M87. Če se balon vrti v smeri urinega kazalca, se južni del njegovega oboda res spušča oziroma približuje Zemlji, severni pa se dviga, podobno kot obroč v galaksiji M87.

Vprašanje seveda je, kaj povzroča vrtenje snovi v bližini črne luknje in kako to vrtenje rodi curka snovi, v katerih snov brizga skoraj s svetlobno hitrostjo. Ko so ob sliki črne luknje upoštevali še kinetično energijo, ki jo odnaša snov v curkih, in rentgensko svetlobo, ki pri tem nastaja, so prišli do dveh zanimivih ugotovitev. Kot prvo, črna luknja se mora vrteti, in to zelo hitro, to je vsaj s polovico ali celo devetimi desetimi največje hitrosti, ki še omogoča obstoj dogodkovnega obzorja. In kot drugo, gibanje snovi v okolici črne luknje povsem nadzira vrtenje črne luknje same. Smer spiralnega



Ob navijanju magnetnih silnic okrog vrteče se črne luknje se te močno zgostijo, nastali magnetni tlak pa potisne snov v dva curka, usmerjena vzdolž vrtilne osi. Vir: Semanov in dr., 2004, Science, 305: 978.

gibanja snovi, ki se črni luknji približuje, je pri tem povsem nepomembna. Torej se črna luknja v galaksiji M87 vrti v smeri urinega kazalca. Ob tem vleče s seboj tudi magnetne silnice, ki se pri tem navijajo, dokler se ob osi vrtenja eksplozivno ne sprožijo in skoraj s svetlobno hitrostjo poženejo snov v nasprotno usmerjena curka. Ta mehanizem, ki sta ga leta 1977 predlagala Blandford in Znajek, so tako uspešno uporabili za razlago usmerjanja in pospeševanja curkov snovi iz jeder aktivnih galaksij, s tem pa nakazali vlogo hitro vrtečih se črnih lukenj. Energija v curkih pri tem prihaja iz vrtenja črne luknje. Za pospeševanje curkov je potrebnih vsaj 10^{35} vatov moči, ki navzven požene del od kakih 10^{19} kilogramov snovi, ki se vsako sekundo znajdejo v bližini črne luknje, preostanek pa požre črna luknja. Kljub temu, da je ta moč precejšnja in se zato vrtenje črne luknje ustavlja, se bo sukanje črne luknje v galaksiji M87 znatno upočasnilo šele, ko bo vesolje nekaj stokrat starejše od današnjega. Če je ta razlaga pravilna, se slika črne luknje v galaksiji M87 v prihodnje ne bo znatno spreminjala, saj jo določa stabilno vrtenje orjaške črne luknje. To bodo seveda preverili s prihodnjimi opazovanji. Pričakujemo lahko tudi sliko okolice črne luknje v naši Galaksiji, ki pa se v času lahko mnogo hitreje spreminja. Črne luknje v drugih aktivnih galaktičnih jedrih so predaleč, da bi jih lahko razločili. Če seveda razdalje med

teleskopi ne bodo še povečali, tako da bodo združevali meritve več teleskopov, raztresenih po Osončju. To se zdi obetavno, saj slike v svetlobi milimetrskih valovnih dolžin edine lahko razločijo podrobnosti, ki so sicer le v domeni gravitacijskih valov.

Črne luknje in Slovenci

Kot prvi je zlivanje črnih lukenj, ki so ga sedaj z gravitacijskimi valovi opazovali v projektu LIGO, v svojem doktoratu leta 1971 obravnaval Andrej Čadež. Nobelovec Kip Thorne ga ima zato za očeta numerične relativnosti. V osemdesetih letih je bil Čadež tudi pomemben član projekta LIGO. Njegov je predlog, da zrcala premikajo z elektromagnetnimi silami. Njegovi izračuni gretja zrcal zaradi izgub pri odboju svetlobe in lastnosti stekel so vodili tudi do uporabe infrardeče namesto prvotno načrtovane vidne svetlobe v tem instrumentu. Kasneje je Čadež skupaj s doktorandom Andrejo Gomboc in Urošem Kostićem obravnaval raztrganje zvezde, ki pade v črno luknjo, in načine izračuna svetlobe, ki jo pri tem vidi oddaljeni opazovalec. Z italijanskimi kolegi pa je raziskoval videz relativističnih diskov, v katerih se snov spiralno približuje črni luknji.

Sam sem v doktoratu leta 1990 pojasnil naravo dvojne zvezde v mikrovkvarzu SS433. Desetletje kasneje smo z ameriškim in italijanskima kolegom uspeli sestaviti fizikalno

klasifikacijsko shemo za aktivna galaktična jedra. Močno sevanje galaksije M87 v milimetrskih valovnih dolžinah, velika masa tamkajšnje črne luknje, relativno majhen tok snovi proti črni luknji in majhen naklon med curkom in smerjo proti Zemlji se lepo ujemajo z našimi pričakovanji.

Janez Kos je z ameriški in nizozemskimi kolegi soavtor študije, v kateri so leta 2013 pokazali, da so v plinu, ki brizga v curkih v galaksiji M87, prisotna močna magnetna polja, kar se ujema z zgornjo razlago slike teleskopa EHT. Gabrijela Zaharijaš je

del številne ekipe, ki med drugim preučuje hkratne zaznave nevtrinov in visokoenergijske svetlobe ob izbruhih aktivnih galaktičnih jeder. Dunjo Fabjan pa raziskovalno zanima širša slika, to je vpliv aktivnih galaktičnih jeder in njihovih curkov na širše okolje jat galaksij. To zna biti pomembno tudi za dobavo svežega plina, ki vzdržuje nadaljevanje nastajanja novih zvezd, med katerimi je bilo pred slabimi petimi milijardami let tudi naše domače Sonce in z njim Zemlja.

Kaj Darwin ni rekel?

Kazimir Tarman

Preden začnem pisati, naj voščim Charlesu Darwinu za rojstni dan. 12. februarja je preteklo 210 let od njegovega rojstva in 160 let od izida knjige *O nastanku vrst*. Staro slutnjo o evoluciji je znanstveno utemeljil. K verodostojnosti teorije je dodalo še naključje: enako odkritje rojaka Alfreda Rusella Wallacea. Darwin in Wallace sta do odkritja prišla neodvisno drug od drugega, oba sta bila spodbujena z idejo Thomasa Roberta Malthusa in oba sta delovala na otočjih, Darwin na Galapagosu in Wallace na Sundih.

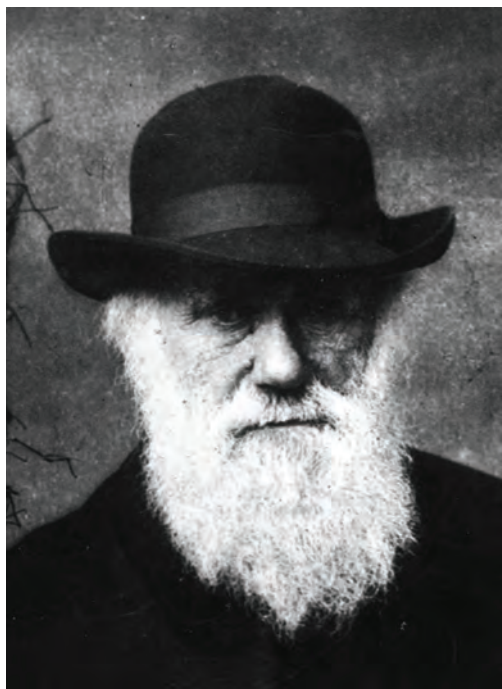
Naslov članka *Kaj Darwin ni rekel?* ni mišljen dobesedno. Darwina sem želel le razbremeniti tega, kar so mu podtaknili tako somišljeniki kot nasprotniki. Hotel sem poudariti njegovo občutljivost za krivice, posebej suženjstva, doživetega v Južni Ameriki. Zaradi zlorab njegovih spoznanj v družbeno-gospodarskih odnosih je bila nanj naslovljena kritika zgrešena. Javno je nasprotoval prenašanju svoje teorije na odnose v človeški družbi.

Odpor ...

O odporu do teorije o nastanku vrst, ki je odstrla pogled na razvoj življenja, ki ni ustrezal stvarjenju sveta, zapisanemu v *Stari zavezi Biblije*, sedaj ne bom razpredal. O zgodovini odpora, v svetu in doma, je bilo veliko napisanega tudi v slovenščini, še posebej po stopetdesetletnici izida knjige (2009).

... raba in tudi zloraba

Buržoazna elita viktorijske Anglije, ki je razvijala industrijsko družbo, je izrabila teorijo naravnega izbora za opravičilo izkoriščanja delavcev. Ker v »boju za obstanek« zmagujejo najsposobnejši, je izkoriščajoči odnos do manj sposobnih naraven in opravičljiv. Naš profesor Jovan Hadži bi taki metodi rekel »kufer teorija«: pred popotovanjem potisnemo v kovček (v žargonu *kufer*, nemško *der Koffer*) to, kar rabimo na poti, vse drugo ostane doma. Sprenevedava zamisel prenosa »boja za obstoj in naravnega

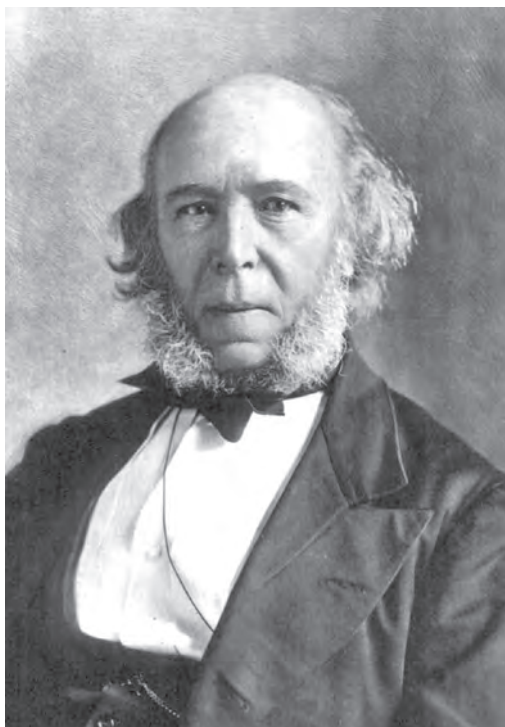


Charles Robert Darwin (1809–1882).

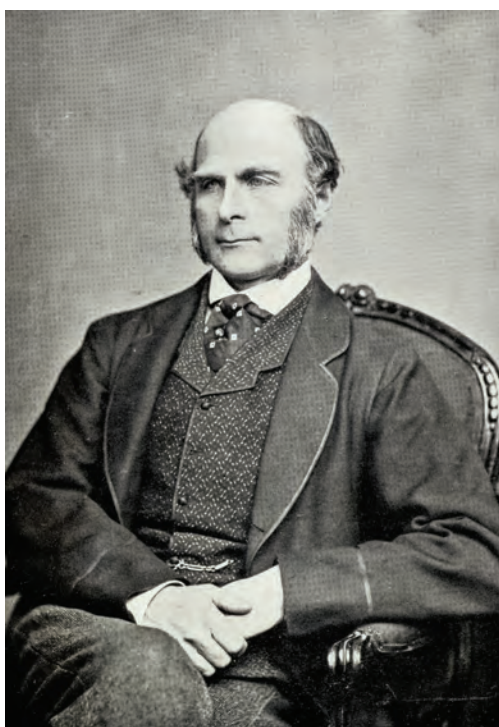
izbora!« na človeško družbo za bogatenje sposobnih - naravno opravičljiv pojav. Izkoriščevalci so si olajšali občutek človeške odgovornosti. V boju za obstoj so po zakonih narave zmagovalci premožnejši in s tem tudi razvojno višja stopnja človeka. To so pa korenine »socialnega darvinizma«, pojava druge polovice 19. stoletja in začetka 20. stoletja. Darwin ni pokazal večjega zanimanja za sociološke probleme in je k tej tematiki le malo dodal. Knjigo *Kapital*, ki mu jo je poslal Marx, ni niti razrezal, da bi odprl strani in si ogledal vsebino. Darwin osebno ni bil naklonjen nekritičnemu prenosu njegovih descendenčnih spoznanj na človeško družbo. Sam se je opredelil za liberalca, občutljivega za krivice do nemočnih, in za zagovornika odločne prepovedi suženjstva. Že njegov ded Erazem, zdravnik in humanist, ter tast Josiah Wedgwood, znan bogataš in proizvajalec keramike, sta denarno podpirala gibanje za ukinitve suženjstva. V knjigi *Izvor človeka* (1870) je med dokazi upošteval tudi druž-

bene pojave v razvoju človeka. Takole je zapisal: »Človek kopa premoženje in ga zapušča otrokom; zato imajo otroci premožnih staršev v boju za uspehom neko premoč nad revnimi ne glede na telesne in duševne prednosti,« s čimer je dal vedeti, da v družbi veljajo drugačni zakoni. Nekoliko kasneje zapiše: »Vendar pa dedovanje premoženja samo po sebi nikakor še ni zlo. Brez kopičenja kapitala se ne bi mogel izpopolnjevati način dela. Kulturna ljudstva pa so se predvsem zaradi tega širila in se še danes širijo in spodrivajo nižje rase.« (Povzeto iz prevoda *Izvor človeka*, 1951.) Mislim, da s pojmom »nižje rase« ni mislil biološko manjvrednost, ampak civilizacijsko-tehnično zaostalost nekaterih ljudstev. Bil je goreč nasprotnik suženjstva, ki ga je opazoval na popotovanju po Južni Ameriki. V *Dnevniku raziskovanj* (slovenski prevod 2013, str. 434) ogorčeno opiše krutosti do sužnjev: »Dne 19. avgusta naposled zapustili bregove Brazilije. Hvala Bogu, nikdar več ne bom obiskal nobene sužnjeposestniške dežele. Če še danes slišim oddaljen krik, mi še zmeraj boleče živo prikljče v spomin občutke, ki so me prevzeli, ko sem med hojo mimo hiše pri Pernambucu slišal nadvse presunljivo ječanje, ob katerem sem moral posumiti, da mučijo ubogega sužnja, hkrati pa sem se nemočno kakor otrok zavedal, da ne smem niti ugovarjati.« Njegovo osebno človeško sočutje kažejo tudi te besede: »Zamislite si možnost, ki stalno visi nad vami, da vam bodo iztrgali ženo in majhne otroke – bitja, ki jih mora še suženj nagonsko imeti za svoja – in jih kakor živali prodali najboljšemu ponudniku! Takšna dejanja počnejo in zagovarjajo tisti, ki trdijo, da ljubijo svoje bližnje kakor samega sebe, ki verjamejo v Boga in molijo, naj se na zemlji zgodi Njegova volja!« Bil je mnenja, da se socialni instinkti, na primer simpatija in moralna čustva, razvijajo z naravnim izborom in tako utrjujejo družbene vezi. Kritično opiše tudi FitzRoyjev poskus civilizacije Fueginov pri njihovem povratku v njihovo divjino.

Znana zagovornika socialnega darvinizma sta bila Herbert Spencer (1820–1903) in



Herbert Spencer (1820–1903).



Sir Francis Galton (1822–1911).

Darwinov bratranec Francis Galton (1822–1911). V knjigi *Sistem sintetične filozofije* je Spencer Darwinovo evolucijsko teorijo povezal s filozofijo, psihologijo in sociologijo. Zakoni narave veljajo za ljudi, živa bitja in družbene ureditve. Podobno, kot se razvija živo bitje skozi naravni izbor, se razvija tudi človeška družba od preprostejšega do bolj zapletenega stanja, je učil Spencer. Prednost imajo posamezniki pred družbo. Človek, družba in morala so proizvod evolucije. Po zakonih narave so bogati bogati in ker so sposobni, so upravičeni uživati ugodje na račun šibkih. Postavil je »zakon močnejšega« kot ustreznico Darwinovemu naravnemu izboru. Nasprotoval je skrbniškemu sistemu, obveznemu zdravstvu, brezplačnemu izobraževanju, obveznemu cepljenju in uza-konjeni pomoči revnim. Francis Galton pa je svetoval selektivno vzrejo ljudi, tako da bi podpirali uspešne člane družbe in neuspešne

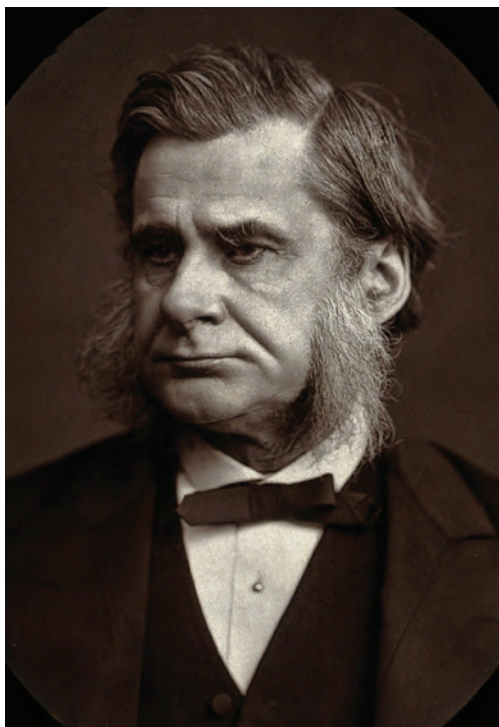
omejevali z zakoni. Odklanjal je socialne ustanove, ki skrbijo in ohranjajo slabotne, saj pelje to v poplavo manjvrednih. To so pa že kali *evgenike*, vede za izboljšanje fizičnih in psihičnih kakovosti posameznikov. To se je kasneje spridilo v rasistično »negativno evgeniko« in zločinsko zlorabilo v času nacizma za množično pobijanje »nečistih ras«, Judov, Romov in političnih nasprotnikov. Zagovornika socialnega darvinizma sta bila tudi Herbert George Wells, pisatelj in avtor uspešnice *Svetovna zgodovina* (*The Outline of History*, 1920), ter pisatelj Jack London, ki je v zgodbe vpletal zamisli socialnih darvinistov.

Sodelovanje namesto tekmovalnosti

Darwin je pri razlagi descendance uporabil tekmovalnost in agresivnost – plenilstvo. Vlogo sožitja (mutualizma) je vključil le mimogrede (*Nastanek vrst*, prevod 2009,



Peter Kropotkin (1842–1921).



Thomas Henry Huxley (1825–1895).

str. 149), ko v poglavju *Nagon* opiše sodelovanje med listnimi ušmi in mravljami. Mutualizem je eksperimentalno odkrival v odnosu med orhidejami in žuželkami pri opraševanju. Z opazovanji sožitij na vrtu in v poskusih v rastlinjaku je potrjeval teorijo o nastanku vrst. V sožitju pa ni razpoznal gonilne sile evolucije.

Vzajemna pomoč: kot dejavnik evolucije (*Mutual Aid: A Factor of Evolution*, 1902), knjiga ruskega aristokrata, naravoslovca in filozofa Petra Aleksandroviča Kropotkina (1842–1921), znanega revolucionarja in anarhista, je vnesla drugačen pogled. Kot razgledani mislec se je ukvarjal tudi z darvinizmom. Po šolanju na Petrograjski univerzi se je javil za službovanje v kozaškem regimentu in odšel na ekspedicijo v vzhodno Sibirijo in Mandžurijo. Pridobljena spoznanja iz redko naseljene dežele, kjer so živa bitja, tudi človek, izpostavljeni težkim okoljskim, zla-

sti vremenskim dejavnikom, je njihovo preživetje videl v sožitju. Pravo nasprotje gosto naseljenemu in podnebno ugodnejšemu okolju evropskih zahodnjakov, ki pogojuje ostrejši boj za obstanek. Tako si je razložil razliko v dojemanju narave, ki je botrovala tudi Darwinovi teoriji. Še bolj je zahodnjaško razmišljanje, še stoletje pred Darwinom, poudaril Thomas Hobbes (1588–1679), angleški filozof, z izrekoma »človek človeku volk« in »vojna vseh proti vsem«, kar naj bi bilo normalno stanje obstoja. Kasneje je temu pritrdil tudi Darwinov prijatelj Thomas Huxley (1825–1895), ko je zapisal: »S stališča moralistov je živalski svet na isti ravni kot gladiatorska predstava.« »Šibki in neumni gredo pred zid, močni in modri, ki so najbolj sposobni obvladovanja okoliščin, pa preživijo.« Kropotkin je bil kritik poudarjanja boja za obstanek v človeški družbi. Sicer ni zanikal učinkov tekmovalnosti, a v njej ni videl edi-



Edward Osborne Wilson (1929–).



Stephen Jay Gould (1942–2002).



Lynn Petra Margulis (1938–2011).

ne gonilne sile razvoja. Ljudje so dobri in pripravljeni drug drugemu pomagati. Zato je sodelovanje med ljudmi poskušal utemeljiti in razložiti tudi s primeri sožitij v naravi. V naravi ne delujejo samo »rdeči zobje in kremplji«, kot je to upesnil lord Alfred Tennyson (1809–1892). Zavračal je Hobbesovo zamisel »boja vsakega z vsakim«. S primeri je dokazoval, da v živalskem svetu večina vrst živi v skupnostih, saj imajo v njih najboljše orožje za preživetje. Darwinov boj za obstoj je videl predvsem v skupinskem premagova-

nju za vrsto neugodnih razmer v okolju. Pri živalskih vrstah, kjer se je boj med osebki zmanjšal na najmanjšo mero in udeležena medsebojna pomoč, je bil največji napredek. Na tej podlagi je gradil tudi svojo teorijo o evoluciji človeške družbe. Kropotkinovo knjigo bi morali prevesti v slovenščino in jo brati kot biološko klasiko ob Darwinovem *Nastanku vrst*. Ker sem kot ekolog občutil vsebinsko neravnovesje med obravnavanjem tekmovalnosti, plenilstva in sožitij, videno v tedanjih učbenikih ekologije, sem pri predavanjih dal večji poudarek poglavju o mutualizmu in v knjigi *Sožitja – poti k uspehu* (2008), ki je žal ostala v rokopisu, ta del ekologije želel posredovati širšemu krogu bralstva. Podobno sta članka *Gozdna tla – raznovrstnost mikrobov in živali* (Proteus, 62, 1999) in *Živimo v simbiozi* (Proteus, 74, 2012) izsledek dolgoletnih opazovanj življenja v gozdnih tleh.

Sociobiologija

Znani ameriški raziskovalec žuželk in profesor na Harvardu Edward O. Wilson je leta 1975 objavil delo *Sociobiologija: nova sinteza* (*Sociobiology: The New Synthesis*). Novo vejo biologije je opredelil kot »razširitev populacijske biologije in evlucijske teorije na socialno organiziranost« živalskih združb. Kot preučevalec mravelj in opazovalec njihove

združbene zgradbe ter poznavalec socialnih vedenj ptičev, sesalcev in prvakov je razširil svoja razmišljanja tudi na človeka. Avtor pojasnjuje socialna vedenja človeka, kot so nesebičnost, prijaznost, sovražnost, skrb za potomstvo, s primerjavami podobnih vedenj v živalskih skupnostih. V zadnjem poglavju *Človek: od sociobiologije do sociologije* je pripisal vedenjske pojave: sodelovanje, sebičnost, nesebičnost, samožrtvovanje, napadalnost in ksenofobnost, biološkim izvorom. Marsikaj od tega so učili že socialni darvinisti, nova pa je predvsem genetska podpora. Medtem ko je razprava o socialnem darvinizmu potekala v času uveljavljanja darvinizma, teče razprava o sociobiologiji v času znanstveno potrjenega in sprejetega evolucionizma, sedaj na ravni strokovnjakov.

Wilsonovo sociobiologijo so sprejeli mnogi biologi in sociologi. Med biologi so to Richard Dawkins, avtor *Sebičnega gena*, filozof in pisatelj Daniel Dennett in eksperimentalni psiholog Steven Pinker. Doživela pa je tudi ostre kritike. Sociolog Gerhard Lenski ji očita precenjeno vlogo genetike v primerjavi z vplivi kulture in tehnologije v razvoju družbe. Stephen Jay Gould in Richard Lewontin, oba profesorja na Harvardu, sta videla v delu *Sociobiologija* obujanje starih zamisli, ki opravičujejo obstoječo kapitalistično politiko. Zmotno je precenjevati vlogo genetike pri oblikovanju in izražanju vedenjskih vzorcev človeka in razlagati evolucijo moralnih načel le biološko.

Stephen J. Gould (1941-2002), naravoslovec širokih pogledov, tudi znan evolucionist in borec proti kreacionističnemu inteligentnemu načrtu ter družbeno dejaven izobraženec, je poudaril vpliv kulture. Človeški možgani dovoljujejo široko paleto vedenj. Lahko smo napadalni ali miroljubni, gospodujoči ali pohlevni, zlobni ali plemeniti, mirni in prijazni, vsa ta vedenja so biološka, a zelo odvisna od okoliščin, zlasti družbene strukture. Gould je sprejel nekatere razlage sociobiologov. Takole je zapisal: »Sociobiologi so razširili pogled na zgodbo o izboru z

vključitvijo zamisli o sorodstvenem izboru za razjasnitev (mislim uspešno) vznemirljivega problema o altruizmu – nekoč velikega kamna spotike v Darwinovi teoriji socialnega vedenja. Tu ima in bo imela sociobiologija uspeh. Želim ji vse najboljše.«

Mutualizem, kot očiten dejavnik v progresivni evoluciji življenja, je s teorijo Lynn Margulis o endosimbotskem izvoru evkariotske celice iz prokariotskih celic pridobil na veljavi. Mutualizem kot način bivanja je v ekosistemi naše Zemlje splošno razširjen pojav. Preučevanje sožitij, njihovih uspešnosti, ponuja tudi zamisli za medčloveške odnose. Sedaj, ko prehajamo (upam!) iz družbe negativnega nacionalizma in ekonomskega egoizma v skupnosti sožitij, kot sta na primer Organizacija združenih narodov in Evropska unija, se iz naravnih rešitev lahko poučimo o sobivanju in sožitju v različnosti.

Literatura:

- Marcel Prenant, Božo Škerlj in drugi, 1959: *Knjiga o Darwinu*. Zbirka Bios. Ljubljana: Cankarjeva založba.
 Hans Burla, 1959: *Darwin und sein Werk*. Zürich: Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.
 Charles Darwin, 1951: *Izvor človeka*. Ljubljana: Slovenski knjižni zavod.
 Charles Darwin, 2013: *Dnevnik raziskovanj*. Ljubljana: Založba ZRC, SAZU.
 Charles Darwin, 2009: *O nastanku vrst*. Ljubljana: Založba ZRC, SAZU.
 Richard Dawkins, 2009: *Razpletanje mavrice*. Ljubljana: Modrijan.
 Stephen Jay Gould, 1991: *Ever since Darwin*. London: Penguin Books.
 Petr Kropotkin, 1902: *Mutual Aid: A Factor of Evolution* (iz Wikipedie).
 Richard Milner, 2009: *Darwin's Universe*. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press.
 Jan Saap, 2003: *Genesis – The Evolution of Biology*. Oxford: Oxford University Press.
 Wikipedia, 2019: *Stephen Jay Gould*.
 Wikipedia, 2019: *Peter Kropotkin*.
 Wikipedia, 2019: *Herbert Spencer*.
 Wikipedia, 2019: *Sociobiology*.
 Wikipedia, 2019: *Edward O. Wilson: Sociobiology: The New Synthesis*.

Murve na Slovenskem – dediščina nekdanjega svilogojstva

Polona Sušnik, Andreja Urbanek Krajnc, Rebeka Lucijana Berčič

Starogrški mit o Piramu in Tizbi pripoveduje o mladih zaljubljencah, ki sta odrasčala v sosednjih hišah, starši pa so jima branili poroko. Odločila sta se, da se nekega večera skrivaj sestaneta pod murvo. Prva je k drevesu prišla Tizba in v daljavi zagledala levinjo, ki se ji je iz gobca cedila kri poklane govedi. Vsa prestrašena je pobegnila v bližnjo votlino, medtem pa izgubila svojo tančico, ki jo je levinja s krvavimi zobmi raztrgala. Piram je pod drevesom namesto svoje ljubljene našel stopinje zveri in s krvjo oškropljeno tančico, zato je sklepal, da je Tizbo zver raztrgala. Pretresen nad izgubo se je zabodel, njegova kri pa je poškropila murvine plodove in jih obarvala.

Redko katero drevo nosi s seboj tako močno simboliko kot murva. V številnih umetniških delih, literarnih in verskih besedilih, je murva v središču prostora in zaznamuje mesto posebnega dogodka. V kitajski mitologiji naj bi bila murva drevo, iz katere vzide Sonce. V stari Grčiji je bila posvečena bogu Panu, bogu gozda, pastirjev, lova in pastoralne glasbe. Pripoved o Piramu in Tizbi je najverjetneje že orientalskega izvora. Z njo so si razlagali pojav barvne raznolikosti sadežev, saj je za belo murvo značilno, da so ti beli, rožnati pa vse do črnordeči. Motiv nesrečne ljubezni so kasneje uporabili številni pisci, nesmrtno podobo pa sta zgodbi dala William Shakespeare v tragediji *Romeo in Julija* in Dante Alighieri v *Božanski komediji*.

Večkrat je murva omenjena v svetopisemskih odlomkih *Stare in Nove zaveze*: »Gospod pa jim je dejal: Če bi imeli vero kakor gorčično zrno, bi rekli tej murvi: 'Izrj se s koreninami vred in se presadi v morje,' in bi vam bila pokorna.« (Lk 17, 6.)

Murve kot živi spomeniki zlate dobe svilogojstva

V nekdanjih svilogojskih regijah so murve množično zasajali kot kulturno drevo, saj so njene liste uporabljali za krmo sviloprejkam (*Bombyx mori* L.). Najpogostejše so sajene ob stanovanjske hiše, gospodarska poslopja, v mejicah med njivami, vinogradih, ob cestah in kolovozih. V Sloveniji in sosednjih državah so se po zamrtju svilogojstva v začetku 20. stoletja ohranile številne večstoletne murve, ki pomenijo izjemno kulturno in naravno dediščino. Omeniti velja nekaj starih drevoredov in sicer v vasi Lokev na Krasu, ob ruševinah gradu Školj pri vasi Famlje in pred samostanom na Krogu nad Sečovljami. Ni naključje, da je najdebelejše sadno drevo pri nas prav bela murva; drevo se nahaja na nekdanji domačiji znanega arhitekta Maksa Fabianija v Kobdilju na Krasu in v obsegu meri 710 centimetrov.

Na naših tleh ima murva družinsko simboliko, saj je ponekod na Primorskem veljal običaj, da so murvo ob poroki ali rojstvu otroka zasadili ob hišo. Po stari tradiciji murve še danes zelo cenijo, natančno obrezujejo v ne navadne oblike in negujejo. Pod murvo so se spletale družinske zgodbe, ljubezni, kupčije, babje čenče in otroške norčije.

Botanične značilnosti

Murve uvrščamo v družino murvovk (Moraceae), v katero sodijo tudi rod smokvovec (*Ficus*), papirjevka (*Broussonetia*) in maklura (*Maclura*). Rod murv (*Morus*) je razširjen v tropskih, subtropskih in zmernih območjih po vsem svetu. Število opisanih vrst v rodu *Morus* glede na avtorje in metodologijo razlikovanja (genetski markerji, morfološki znaki) precej variira. Sistematsko razvrščanje murv glede na morfološke lastnosti je težko



Fabianijeva murva, Kobilj na Krasu. Foto: Polona Sušnik.

in nezanesljivo. Murve so namreč heterofilna drevesa – na eni rastlini najdemo tako enostavne kot dlanasto krpate oblike listov. Težnja k tvorjenju krpatih listov je odvisna od genotipa, razvojnega obdobja in okoljskih razmer. Znotraj iste vrste je po obliki listov moč opredeliti značilne morfotipe.

Tudi barva sadežev, ki so pravzaprav soplodja, ni zanesljiv znak za prepoznavo vrste. Bela murva lahko namreč, kljub zavažajočemu imenu, tvori soplodja v različnih barvnih odtenkih, od belih, rožnatih do črnih. Posamezni plodovi, ki so po botanični definiciji oreščki, z omesenitvijo cvetnega odevala zrastejo namreč v soplodje, ki spominja na birne plodove maline. Zato jih ponekod, predvsem v Slovenskih goricah, imenujejo malin'ce.

Med ožje sorodnimi vrstami, kot sta bela murva (*Morus alba* L.) in rdeča murva (*Morus rubra* L.), pride pogosto do križanja. Za murvo so značilne tudi različne stopnje ploidnosti: od diploidov, kot je bela murva (število kromo-

somov $2n = 28$), do dokosaploidov, kot je črna murva (število kromosomov $2n = 308$). Najbolj splošno prepoznavnih in sprejetih je od 10 do 16 vrst. Med njimi se *M. alba* in *M. latifolia* gojita za listje, *M. serrata* za les, *M. nigra*, *M. macroura* in križanci med belo in rdečo murvo pa so pomembni v pridelavi plodov. Bela murva (*Morus alba*) je najprimernejša za hranjenje gosenic sviloprejke (*Bombyx mori*).

V Sloveniji kot živa dediščina nekdanje svilogojske panoge prevladuje predvsem bela murva. Črna murva je pri nas redka in podatki o številu dreves in mestih so nepopolni, saj je na podlagi barve soplodij pogosto zamenjana s temnoplodnimi različki bele murve.

Bela murva (*Morus alba* L.)

Bela murva izvira iz Kitajske, kjer jo gojijo že več kot 5.000 let. V Evropo so jo prinesli med drugo križarsko vojno v 12. stoletju preko Sicilije predvsem z namenom uporabe



Drevored belih murv ob ruševinah gradu Školj. Foto: Andreja Urbanek Krajnc.

listov za krmo sviloprejk. Danes jo najdemo po vsej Evropi, predvsem pa v nekdanjih svilogojških deželah.

Bela murva je listopadno, do 18 metrov visoko drevo. Deblo je kratko in grčavo, skorja je rdečkasto rjava. Poganjki bele murve so sprva dlakavi in pozneje goli, rumeno sivi. Brsti so kratki, široko jajčasti in kratko zašiljeni. Listi so pri beli murvi na zgornji strani svetlo zeleni in bleščeči, na spodnji strani so dlakavi samo ob žilah, kar je ključno pri prepoznavanju te vrste.

Bela murva je enodomna ali dvodomna vetrocvetka, ki cveti v maju. Moški cvetovi so združeni v viseče rumene mačice in imajo štiri prašnike. Ženski cvetovi so združeni v pecljata pokončna jajčasta socvetja, ki se do zgodnjega poletja razvijejo v sočna, sladka soplodja, ki se glede na genotip obarvajo belo, rožnato rdeče ali tudi črno, kar pogo-

sto povzroči, da ljudje temnoplodne genotipe bele murve zamenjujejo za črno murvo. Soplodja so ovalna, nekoliko manjša kot pri črni murvi, zorijo v razmeroma kratkem času že v juniju in so že pred zrelostjo sladka. Eden od prepoznavnih znakov je tudi ta, da so soplodja bele murve za razliko od črne pecljata: pecelj je približno tako dolg kot soplodje.

V Sloveniji je bela murva najpogostejša v Obalno-Kraški regiji, na Goriškem, v Vipavski dolini, Beli krajini, v okolici Brežic, Savinjski dolini, v severovzhodnem delu države pa v Slovenskih in Lendavskih goricah, Halozah in na Goričkem.

Črna murva (*Morus nigra* L.)

Črna murva ima daljšo zgodovino gojenja. V Evropo so jo kot kulinarичno delikateso prinesli že v antičnem času, najverjetneje z



Bela murva v vasi Črniče v Vipavski dolini. Foto: Polona Sušnik.

območja današnjega Irana, Afganistana ali Sirije. Na območju južnega Kavkaza in severnega Irana je naravno prisotna v gozdni združbi s črnim topolom in belo vrbo. Danes največ dreves najdemo v južni Evropi. Rimski pisec Plinij starejši je črno murvo poimenoval »sapiientissima arborum«, modro drevo (*Naturalis historia*, knjiga XVI, LXI, 102), saj je v antičnem času veljala za simbol modrosti. Od vseh dreves namreč črna murva spomladi najkasneje odžene, zato nikoli ne podleže zmrzali.

Pri nas je črna murva zelo redka in pogosto zamenjana s črнопlodnimi genotipi bele murve. Za črno murvo sta značilni kriva, grčava in zavita rast ter široka, gosta krošnja. Poganjki so precej bolj debeli od tistih pri beli murvi, rdečkastorjavi in dlakavi. Brsti so stožčasti, rjavi in bleščeci. Listi črne murve so široko jajčasti, na dnu listne ploskve močno srčasti, z največ dva centimetra dolgim pecljem. Listi so za razliko od bele murve na spodnji strani močno dlakavi.

Zgornja stran je temno zelena in hrapava.

Črna murva cveti kasneje kot bela, soplodja pa so pri črni murvi na izrazito kratkih pecljih ali skoraj sedeča, bolj mesnata, dolga od enega do treh centimetrov. Črna murva zori postopoma, pri tem soplodja prehajajo preko živo rdeče, črnordeče v popolnoma črno barvo. Soplodja je moč nabirati od konca julija pa vse do konca avgusta. Ob zrelosti so sočna, sladka in zelo aromatična.

Uporabna vrednost murv

Murve so že v preteklosti gojili kot okrasna, sadna drevesa, za krmo in les. Zdravilni učinek vseh delov bele in črne murve je bil v zadnjem desetletju predmet številnih raziskav. Danes so murvini listi in sadeži prepoznani kot superživila, saj imajo dokazane številne zdravilne lastnosti.

Soplodja murv imajo visok delež enostavnih sladkorjev, ki zagotavljajo hiter vir energije, razmeroma visoko vsebnost beljakovin (okoli deset odstotkov) ter prav toliko vlaknin. Sa-



Soploodja črne murve med zorenjem postopoma prebajajo preko odtenkov rdeče v črno barvo; so na krajših pecljih in bolj mesnata kot pri beli murvi. Foto: Polona Sušnik.

deži črne murve in temnoplodnih genotipov bele murve imajo visoko vsebnost flavonoidov, zlasti antocianinov, z močnim antioksidativnim, imunostimulativnim in antikancerogenim učinkom. Etanolni izvlečki soplodij so pokazali potencial pri zdravljenju nevrodegenerativnih boleznih, kot sta Parkinsonova in Alzheimerjeva bolezen. Sadeže bele murve uporabljajo tudi za zdravljenje slabokrvnosti, splošne slabosti ter sladkorne bolezni, saj kljub visoki vsebnosti sladkorja znižujejo raven glukoze v krvi.

Sadeže lahko predelamo v marmelade, želeje, sirupe, likerje, žgane pijače (dudovačo), vino in kis, lahko pa jih tudi sušimo. V preteklosti so soploodja črne murve uporabljali za barvanje vina, soploodja bele murve pa kot nadomestilo za sladkor.

Murvini listi imajo izjemne hranilne in zdravilne lastnosti. Delež beljakovin je do 25 odstotkov, so dober vir vitaminov (A, B1, B2, B6, C, E, K), mineralov (kalcija, fosforja,

kalija, magnezija, železa, silicija) ter različnih fenolnih spojin, ki učinkujejo kot antioksidanti. Znano je, da antioksidant rutin, ki je eden od prevladujočih derivatov kvercetina v murvinih listih, zmanjšuje raven glukoze v krvi, zvišuje raven insulina, obnavlja vsebnost glikogena in je torej učinkovit pri zdravljenju diabetesa. Znanstveniki so tudi dokazali, da učinkovine v listih zavirajo sintezo nekaterih maščobnih kislin, ugodno vplivajo na ožilje, imajo protivnetni učinek in delujejo proti povišani telesni temperaturi.

Čaj iz listov zaradi velikega deleža silicijevih teles (fitolitov) in derivatov stilbena uporabljajo pri ledvičnih in jetrnih obolenjih. Izvleček listov pospešeno celi rane, zato ga lahko uporabimo za nego obremenjene kože. Izvlečke murve, ki vsebujejo stilbenoide, lahko uporabimo za posvetlitev kože, saj zavirajo sintezo melanina. Tonik iz listov je primeren za nego mastnega lasišča ter pri čezmernem izpadanju las. Ponekod



Na levi strani svetli in temni različni sadežev bele murve, na desni strani rdeče-črna soplodja črne murve.

Foto: Polona Sušnik.

iz mladih listov pripravljajo solato. Listi so primerni za krmljenje ne le sviloprejk, temveč tudi drobnice in mlečne živine.

Tudi lubje drevesa murve ima zdravilne učinke, ki jih je prepoznala že Sv. Hildegarda iz Bigna, saj pomirja kašelj in lajša težave pri dihanju, zdravi edem, ima diuretične, protivirusne in protibakterijske učinke. Spojine iz izvlečka lubja dokazano zavirajo putiko in čezmerno produkcijo sečne kisline. Les je zelo trden in trajen, vendar v mizarstvu ni cenjen, saj po obdelavi spremeni barvo. Uporaben je v gradbeništvu, sodarstvu, mizarstvu, čolnarstvu in strugarstvu. Ima tudi dobre akustične lastnosti, zato ponekod iz njega delajo glasbila. Iz ličja mladih poganjkov murve *M. certidifolia* so srednjeameriški staroselci tkali blago.

Morikultura z namenom svilogojstva

Na Goriškem so svilogojsko panogo in gojenje murv prevzeli iz Benečije v 16. stoletju,

od koder se je svilogojstvo razširilo v notranjost nekdanje Avstro-Ogrske monarhije in v prihodnjih stoletjih doživelo razcvet. Surovo svilo so namreč sprva uvažali po visoki ceni iz čezmorskih držav, zato je habsburška oblast od sredine 17. stoletja s posebnimi ukrepi spodbujala lastno proizvodnjo tega dragocenega proizvoda. V ta namen so ustanavljali drevesnice in zasajali murve po vseh kronskih deželah, gojitelji sviloprejk pa so bili državno subvencionirani. 18. stoletje je znano kot »zlata doba« goriškega svilarstva, svilogojstvo pa je poleg vinogradništva postala pomembna kmetijska panoga ne le na Primorskem, ampak tudi na Dolenjskem, na Štajerskem predvsem v okolici Žalca, v Slovenskih Goricah in v Prekmurju.

Vzroki za zaton svilogojstva, ki se je v naših krajih začel konec 19. stoletja, so raznoliki, med najbolj ključnimi pa sta pojav parazitne bolezni sviloprejk ter slaba povezava med rejci in predelovalci svile. Zaton so pospešile



Poletna krošnja bele murve. Foto: Polona Sušnik.



V kolekcijskem nasadu murv zasajamo uveljavljene svilgojske sorte in mlade sadike historičnih krajevnih dreves, ki smo jih vzorčili v različnih območjih Slovenije in Madžarske. Foto: Andreja Urbanek Krajnc.



Gosenice sviloprejk (Bombyx mori), ki se hranijo z listi bele murve (Morus alba), vzrejene v okviru poskusa vpliva hranjenja. Foto: Polona Sušnik.

še Napoleonove vojne, kasneje borzni zlom. Država je tako konec 19. stoletja prenehala s subvencioniranjem murvinih drevesnic, saj so videli boljšo perspektivo v sadjarstvu. Z uveljavitvijo umetnih tekstilnih vlaken je v tridesetih letih prejšnjega stoletja svilogojstvo dramatično upadlo. Da bi pospešili razvoj tekstilne industrije, so v toplejših območjih Jugoslavije in Madžarske po drugi svetovni vojni nadaljevali s svilogojstvom vse do začetka šestdesetih let. Svilogojstvo se je na Slovenskem najdlje ohranilo na Goriški ravni ter spodnji Vipavski dolini.

Preostala murvina drevesa so živi spomeniki nekdanj aktivne svilogojske panoge in so del kulturne krajine nekaterih območij srednje Evrope, kažejo družbeno-gospodarsko in politično zgodovino, hkrati pa so dragocen genetski vir, saj so se v stoletjih dobro prilagodile tukajšnjim podnebnim razmeram. Bela murva je za svilogojstvo bolj primerna, ker bolje prenaša gojitveno rez ter ima

v primerjavi s črno murvo mehkejšje liste. Najpogostejše uporabljajo stare svilogojske sorte murv indijskega in japonskega izvora, kot sta 'Morettiana' in 'Kokusou'. Zanje so značilni veliki listi, hitra rast in velik donos listne biomase. Murve običajno vzgajajo na višino od 70 do 90 centimetrov na enem ali dveh steblih. Veje se za svilogojstvo režejo vsaki dve leti – takrat drevo popolnoma obrežejo (na glavo), v naslednji sezoni pa veje spet obilno zrastejo.



Svileni zapredki. Foto: Polona Sušnik.

Obujanje svilogojstva in z njim povezane morikulture v Sloveniji

Z vzorčenjem, sistematiko murv, biokemijskimi lastnostmi listov in s svilogojstvom povezano morikulturo se intenzivno ukvarjamo od leta 2015. Tesno sodelujemo z dr. Silvio Cappellozza (Inštitut za apikulturo in serikulturo iz Padove v Italiji), strokovnjakinjo z dolgoletnimi izkušnjami na področju reje in žlahtnjenja sviloprejk. V letih od 2015 do 2018 smo bili povezani v skupnem madžarsko-slovenskem projektu z naslovom *Vpliv hranjenja ličink hibridov sviloprejk z listi starih lokalnih madžarskih in slovenskih genotipov murv na razvoj in zdravstveni status ličink*. Projekt je bil celostno interdisciplinarno zasnovan. Namen slovenskega dela projekta so bili popis in karakterizacija starih krajevnih madžarskih in slovenskih genotipov murv, vzpostavitev zbirke historyčnih murv ter biokemijska določitev ključnih metabolitov v listih starih krajevnih geno-

tipov. Namen madžarskih partnerjev je bil preučiti, kako listi, pridobljeni iz teh starih dreves, vplivajo na rast sviloprejk, njihovo zdravstveno stanje in kakovost kokonov. Cilj projekta je bil odbrati in razmnožiti tiste stare krajevne murve, ki so po hranilni vrednosti in ugodnem vplivu na razvoj in zdravstveno stanje sviloprejk najbolj superiorne za trajnostno, ekološko gojenje sviloprejk in proizvodnjo svile.

Da bi med prebivalci okrepili zavedanje o starem načinu gojenja murv in sviloprejk ter raziskali današnje možnosti svilogojstva, smo se v času projekta lotili tudi pilotnega poskusa: majhne kmete v Sloveniji in na Madžarskem smo spodbudili, da se v manjšem obsegu preizkusijo v svilogojstvu. Po več kot petdesetih letih smo tako lahko priča prvim krajevno pridelanim svilenim zapredkom.

V okviru projekta smo vzpostavili spletno stran (<http://murve.um.si>), ki omogoča pri-

dobivanje širšega znanja o sistematiki in pojavnosti bele in črne murve ter uporabnosti in pomenu v preteklosti. Podprta je z zemljevidi razširjenosti bele in črne murve, ki so rezultat terenskih vzorčnih ekskurzij. Če v svojem okolišu poznate kakšno posebej staro in zanimivo murvo ali je celo v vaši lasti, vas vabimo, da jo prijavite na spletni strani ali prek elektronske pošte. Vzpostavili smo tudi Inštitut za svilogojstvo in svilarstvo (info@svila.si), kjer lahko dobijo bodoči rejci vse informacije o svilogojstvu.

Literatura:

Antolič, J., 2004: *Svilogojstvo in svilarstvo na Slovenskem: diplomsko delo visokošolskega študijskega programa*. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=1177>. (10. 10. 2018.)

Brus, R., 2004: *Drevesne vrste na Slovenskem*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

Brus, R., 2012: *Drevesa in grmi Jadrana*. Ljubljana: Modrijan.

Gestrin, F., 1991: *Industrijske rastline (lan, konoplja, murve) na Slovenskem*. Kronika (Ljubljana), 39 (3).

Ipavec, V., 2008: *Murve in »kavalirji«*. *Svilogojstvo na Goriškem*. Ljubljana: Založba znanstvenoraziskovalnega centra.

Korez, J., 2016: *Morfološka variabilnost listov starih genotipov murv v Vipavski regiji*. Diplomsko delo.

Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede.

Singh, R., Bagachi, A., Semwal, A., Kaur, S., Bharadwaj, A., 2013: *Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of Morus alba Linn.: A review*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7 (9).

Vijayan, K., Tikader, A., Weiguo, Z., Venugopalan Nair, C., Ercisli, S., Tsou, C.-H., Kole, C., (ur.), 2011: *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding resources: Tropical and Subtropical Fruits*. Ch. 5: *Morus*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Zafar, M. S., Muhammad, F., Javed, I., Akhtar, M., Khaliq, T., Aslam, B., Waheed, A., Yasmin, R., Zafar, H., 2013: *White mulberry (Morus alba): A brief phytochemical and pharmacological evaluations account*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15: 612–620.

Žontar, J., 1957: *Svilogojstvo in svilarstvo na Slovenskem od 16. do 20. stoletja*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

Rebeka Lucijano Berčič je že v mladosti zanimalo naravoslovje v povezavi s filozofijo in umetnostjo. Na Univerzi v Ljubljani je študirala veterino in filozofijo, na doktorskem študiju biomedicine je izbrala področji biokemije in molekularne biologije. Od leta 2011 je kot podoktorska raziskovalka zaposlena na Univerzi Veterinarske Medicine v Budimpešti, kjer se na Oddelku za mikrobiologijo in infekcijske bolezni ukvarja s preučevanjem bakterij, virusov in sviloprejk.



Andreja Urbanek Krajnc je odraščala v vrtnarski družini. Študirala je biologijo (botaniko) na Univerzi v Gradcu v Avstriji, kjer je doktorirala iz rastlinske fiziologije in celične biologije. Od leta 2007 je zaposlena na Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru. Poučuje predmete s področja strukturne botanike, biologije celice in fiziologije rastlin. Znanstveno deluje predvsem na področju fiziologije gozdnega in sadnega drevoja, preučuje predvsem antioksidativni obrambni mehanizem v povezavi z abiotskimi in biotskimi stresnimi dejavniki.



Polona Sušnik je dokončala študija biologije ter ekologije in biodiverzitete na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Med študijem so jo podrobneje zaele zanimati rastline ter njihova funkcija v ekosistemi. Po zaključku študija se je zaposlila na Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru, kjer se je pridružila že vzpostavljeni ekipi pri delu na projektu Vpliv branjenja ličink hibridov sviloprejk z listi starih lokalnih madžarskih in slovenskih genotipov murv na razvoj in zdravstveni status ličink.

Sprehod po naravi severne Patagonije – polotok Valdés z okolico

Matija Križnar

Patagonija je mešanica nepreglednih step-skih ravnin, kjer se menjajo nizko grmičevje, šopi trav in redka drevesa. Na skrajnem severovzhodnem delu argentinske Patagonije se v južni del Atlantskega oceana zajeda polotok Valdés, eno največjih naravnih znamenitosti Južne Amerike. Nič manj zanimiva pa ni tudi njegova okolica, kjer najdemo celo vrsto svetovno znanih najdišč jurskih in krednih dinosavrov in drugih fosilov.

Nepregledna ravnica Valdésa

Polotok Valdés je bil še pred nekaj milijoni let del ogromne poplavne ravnice. Tektonska aktivnost je na nekaterih delih ustvarila prelome in povzročila ugrezanje bazenov, ki jih sedaj pokriva morje. To sta plitva zaliva Golfo Nuevo (Novi zaliv) in Golfo San José (Zaliv Svetega Jožefa), ki sta odlični pristanišči za mnoge morske sesalce. Zgodovino

geološkega dogajanja in okolja v preteklosti lahko razberemo iz ohranjenih fosilov, ki jih najdemo v debelih plasteh miocenskih in pliocenskih kamnin. Fosile najlažje najdemo v okolici edinega večjega mesteca Puerto Pirámides. Druge so fosilonosne plasti razkrite le ob prepadnih klifih in težko dostopnih obalah in plažah polotoka.

Vožnja po Valdésu je posebno doživetje in makadamske ceste ter nepredvidljiva podlaga le še spodbujajo sproščanje adrenalina. Naju je pot vodila od izhodiščnega mesta Puerto Madryn do vhoda v naravni rezervat polotoka Valdés, ki je pod zaščito Unesca (kot Reserva faunística península Valdés). Cilj je bil vzhodni del polotoka pri rtu Punta Delgada. Od preteklega deževja razmočena in luknjasta cesta je bila izziv, hkrati pa je bila tudi priložnost, da ob počasni vožnji opazujemo naravo. Črede gvanakov (*Lama*



Največji sesalec polotoka Valdés in celotne Patagonije je gvanako (*Lama guanicoe*). Foto: Matija Križnar.



*Šele ob strmih klifih polotoka Valdés je mogoče videti erozijske moči morja. Na plažah pod klifi se varno sončijo južnomorski sloni, patagonski morski levi in mnoge morske ptice.
Foto: Matija Križnar.*



*Med značilne južnoameriške ptice sodijo tinamuji, kot je tale čopasti tinamu (*Eudromia elegans*), prebivalec s travo poraščenih planjav polotoka Valdés. Foto: Matija Križnar.*



guanicoe) so ob cesti skoraj stalnica in se poleg domačih ovc in redkih krav veselo pasejo po prostranstvu polotoka.

Nad trupli teh sesalcev, pogosto žrtvami trkov, se spreletavajo puranji jastrebi (*Cathartes aura*), ki so med največjimi ujedami na polotoku. Še redkejši so značilni južnoameriški ptiči tinamuji, kot je čopasti tinamu

(*Eudromia elegans*), ter nojem podobni mali oziroma Darwinovi nanduji (*Pterocnemia pennata*), ki jih je zaradi njihove varovalne barve med visoko travo in grmičevjem težko opaziti.

Ob dveh večjih slanih kotanjah (Salina Grande in Chica) se zadržujejo tudi mare ali pampski zajci (*Dolichotis patagonum*) ter



Razburjeni samec južnomorskega slona (Mirounga leonina) je pokazal svoje zobe drugemu bližajočemu se samcu. Ti veličastni sesalci lahko zrastejo več kot pet metrov. Foto: Matija Križnar.

nekatero ptice, kot so oponašalci, lončarji ter pogosto tudi čilski plamenci (*Phoenicopaterus chilensis*).

Na obali in morju

Prostrano ravnico Valdésa na obali Atlantika in ob obeh zalivih pogosto ščitijo vrto-glavi klifi, ki varujejo tudi plaže. Nedosto-

pne plaže so idealno pribežališče za mnoge morske sesalce, njihove stene pa gnezdišča mnogih morskih ptic.

Idealno izhodišče za opazovanje južnomorskih slonov (*Mirounga leonina*) je Punta Delgada. Tam smo si od blizu, toda res od blizu, ogledali (in navóhali) kolonijo teh morskih orjakov. Njihove samice sem hodijo kotit mladiče. Več kot štiri metre veliki samci so varovali svoje hareme pred vsiljivci in tudi nam so namenili grozeče poglede, če smo se jim preveč približali. Mladiči so svoje plavalne sposobnosti izpopolnjevali v plitvih bazenih nedaleč od peščene plaže.

Nad kolonijami morskih slonov so se spreletavali različni galebi, predvsem južni galebi (*Larus dominicanus*), in bolj oportunistični severni viharniki (*Macronectes giganteus*), ki so se gostili ob enem od poginulih mladičev. Strme pečine in klifi na severovzhodnem delu Valdésa preidejo v prodnate nasipe in plaže, kjer so se ustvarili plitvi in razpotegnjeni zaliv in plaže Caleta Valdés. Tu so svoja domovanja našli Magellanovi pingvini (*Spheniscus magellanicus*), ki svoja gnezda izkopljejo v podlago, običajno pod grmičevjem. Magellanovi pingvini živijo izključno v južnih predelih Argentine, Čila in na Falklandskih otokih in so na Valdésu zelo številčni.

Svoja počivališča so tukaj našli še eni veliki morski sesalci, patagonski morski levi (*Otaria byronia*), ki poležavajo po toplih prodnatih plažah. Grivasti samci se le redko zaletavajo v svoje tekmece, še najrajši imajo z glavo migajoče spogledovanje s samicami iz svojega harema.

Caleta Valdés oziroma njeno prepoznavnost so v svet prinesli neki drugi morski sesalci. To so orke (*Orcinus orca*). Ti veliki zobati





*Najpogostejši pingvini na polotoku Valdés so Magellanovi pingvini (*Spheniscus magellanicus*). Ti izkopljejo svoja gnezda v peščena tla, običajno na bregovih nad obalo. Foto: Matija Križnar.*



Na skrajnem vzhodu polotoka Valdés se raztezajo peščene in prodnate plaže Caleta Valdés. To so svetovno znana lovišča ork (Orcinus orca) in domače plaže kolonij patagonskih morskih levov (Otaria byronia). Na fotografiji sta v ospredju samček in običajno trikrat manjša samicca. Foto: Matija Križnar.



*Plitva zaliva, ki obdajata polotok Valdés, sta odlični kotišči za prave južne kite (*Eubalaena australis*). Opazovanje teh velikanov je enkratno in poučno doživetje. Na fotografiji sta samica (levo) in mladič (desno). Nad njima kroži južni galeb (*Larus dominicanus*). Foto: Matija Križnar.*

kiti so nekatere valdeške plaže spremenili v svoja edinstvena lovišča, kjer lovijo mladiče morskih levov. Orke se ob plimi, ki je tukaj nekajmetrska, zaženejo na prodnato plažo in zgrabijo nič hudega slutečega mladiča. Seveda pa vsak poskus ne uspe. Na žalost najino iskanje podobnih prizorov ni obrodilo sadov, saj je opisano početje ork redkost in je treba dneve in celo tedne potrpežljivo čakati in oprezati za njimi (ob primerni plimi in letnem času). Poleg Caleta Valdés je takšno lovišče tudi na skrajnem severu polotoka, pri rtu Punta Norte. Tu je plaža ponekod zaščitena z erodiranimi kamnitimi plastmi, ki jih sekajo le ozki kanali, po katerih se orke prikradejo do plena.

Za navdušene ornitologe je gotovo zanimiv majhen otok Isla de los Pajaros, ki leži v zalivu Svetega Jožefa. Majhen otoček je gnezdišče mnogih prej omenjenih ptic. Te so tu našle mirno zatočišče, saj je otoček strogo zavarovan in za obiskovalce nedostopen.

Veliko več turistov se zgrinja v majhno vasico Puerto Pirámides, kjer je izhodišče za opazovanje kitov in drugega morskega življa. Tudi naju je pot zanesla na eno izmed opazovalnih čolnov, od koder smo opazovali samice in mladiče pravih južnih kitov (*Eubalaena australis*). Ti kiti hodijo v Novi zaliv kotit mladiče, tu so namreč varni pred mnogimi plenilci. Igrivi mladiči, še delno prekriti z belimi lisami, so plavali okoli svojih velikih mater, ki so mladiče hotele obvarovati pred nadležnimi galebi.

Prav tu so raziskovalci prvič opazili, da so galebi (južni galebi) pričeli kljuvati in trgati še mehko kožo in meso z mladičev, kar je vplivalo tudi na obnašanje kitov. Še bolj zvedavi kot na kopnem so patagonski morski levi v vodi. Ko smo se približali kamnitim policam na obali, so mnogi najstniški morski levi priplavali do čolna in se dvigovali s trupi nad gladino ter pozirali.



Na manj krušljivih klifih in njihovih policah so svoja gnezdišča zgradili skalni ali Magellanovi vranjeki (Phalacrocorax magellanicus), le ena izmed več vrst patagonskih vranjekov. Tile s fotografije gnezdijo v naravnem rezervatu Punta Loma blizu mesta Puerto Madryn. Foto: Matija Križnar.



Med dinosavri in njihovimi potomci

Naravne lepote Patagonije se ne končajo le na polotoku Valdés, ampak se razprostirajo po vsej atlantski obali. Tako je eno izmed zaščiteneh območij tudi Punta Loma, kjer so svoje plaže zasedle kolonije patagonskih morskih levov. Bolj odporne in trdne klife, na katerih so nastale priročne police, so za svoje gnezdišča uporabili Magellanovi ali skalni vranjeki (*Phalacrocorax magellanicus*). Te ločimo od drugih vrst patagonskih vranjekov po rdeče obrobljenih očeh in licih. V okolico polotoka Valdés in še južneje zahajajo gnezditi tudi skalnate papige (*Cyanoliseus patagonus*), ki svoja gnezda izkopljejo v mehke in nedostopne pečine nad obalami. Ob atlantski obali južno od polotoka Valdés leži mesto Trelew, značilno južnoameriško mesto z nekoliko angleškega pridiha. Že ob prihodu v mesto nas pričaka znamenitost, po kateri je tudi znano. To so dinosavri oziroma mestni paleontološki muzej Museo Paleontológico Egidio Feruglio (ali krajše MEF). Ob cesti stoji velika rekonstrukcija krednega titanozavra, ki je res atrakcija in ni obiskovalca, ki se ne ustavi ob tem mezozojskem orjaku.

V samem mestu, kjer stoji dokaj nov muzej, si je vredno ogledati njihove razstavne zbirke. Zastavljene so zelo poučno in nas vodijo skozi različna geološka obdobja. Na začetku predstavitve spoznamo ledenodobne sesalce, kot so sabllezobi tigri, južnoameriški konji, orjaški pasavci in mnogi drugi. Iz najdišča v bližini Trelewa pri mestu Gaiman (v paleontološkem geoparku Bryn Gwyn) so izkopali vrsto nenavadnih, predvsem eocenskih, oligocenskih in miocenskih sesalcev. Njihova okostja so postavljena zelo privlačno: opazujemo lahko borbo dveh velikih vrečarskih mačk rodu *Achlysictis* ali okostje ene največjih ptic *Paraphysornis brasiliensis*.

Ostanki dinosavrov pa so prav gotovo najpomembnejši in najprivlačnejši del muzeja. Njihova najdišča ležijo v središču patagonske stepe v provinci Chubut, kjer so razkrile različne mezozojske kamnine, predvsem



Skulptura (rekonstrukcija) enega od največjih odkritih patagonskih dinosavrov iz skupine titanozavrov (za primerjavo njihove velikosti pogledajte ljudi pod repom dinosavra). Dinozaver stoji pred mestom Trelew, kjer je tudi zanimiv paleontološki muzej. Foto: Matija Križnar.



iz obdobja krede in jure. Ta najdišča se nahajajo v polmeru tristo kilometrov od Trelewa, kar je za argentinske razmere zelo blizu. Tako so paleontologi v krednih plasteh našli ostanke mesojedih teropodov *Tyrannotitan chubutensis* in *Carnotaurus sastrei*. Iz podobno starih kamnin so izkopali tudi orjaška zavropoda *Argyrosaurus superbus* in *Patagotitan mayorum* ter hadrozavra

Neverjetno plenilska mačka vrečarka iz miocenskih plasti pri mestu Gaiman, ki je predstavljena v paleontološkem muzeju Museo Paleontológico Egidio Feruglio v Trelewu.

Foto: Matija Križnar.

Secernosaurus koeneri. V nekoliko starejših, jurskih plasteh so odkrili še druge dinosavre, kot so *Amygdalodon patagonicus*, *Condorraptor currumili* ter zavropoda *Patagosaurus fariasi* in *Volkheimeria chubutensis*. V muzeju si lahko ogledate tudi najbolj znane argentinske dinosavre, kot sta na primer *Gigantosaurus carolinii* in *Amargasaurus cazaui*.

Patagonske razsežnosti, tudi na polotoku Valdés, niso iz trte izvite. Veličastni klifi, glasni južnomorski sloni, neverjetne piruete

kitov ter ostanki izumrlih sesalcev in dinosavrov so le del osupljivih argentinskih planjav Patagonije. Vsak naravoslovec ali popotnik, ki si je za raziskovanje izbral Valdés in njegovo okolico, ni bil razočaran, večinoma pa smo odšli s prelepimi spomini in željo po vrnitvi.



Eden največjih patagonskih krednih dinosavrov je bil mesojedi gigantozaver (Gigantosaurus carolinii). Njegovo okostje je na ogled tudi v paleontološkem muzeju Museo Paleontológico Egidio Feruglio. Foto: Matija Križnar.

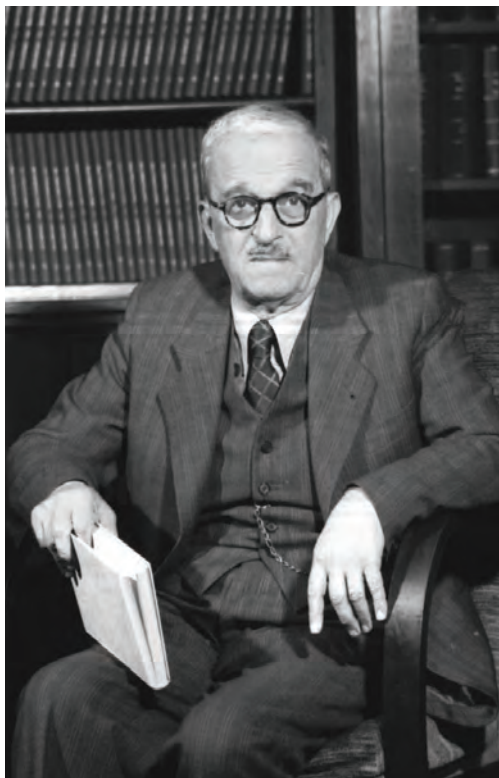
Plemelj trikotnik

Marko Razpet

Leta 2019 mineva sto let od ustanovitve ljubljanske univerze. Njen prvi rektor je bil prof. dr. Josip Plemelj (1873-1967), svetovno znani matematik. Študiral je na Dunaju, kjer tudi doktoriral iz matematike in nekaj časa delal kot asistent in privatni docent, leta 1907 pa je bil imenovan za profesorja matematike na univerzi v Černovicah, na skrajnem vzhodu takratne Avstro-Ogrske. Med njegova glavna raziskovalna področja štejemo diferencialne in integralske enačbe, funkcijsko teorijo in teorijo potenciala. Za raziskave v teoriji potenciala je prejel tudi dve prestižni nagradi. Po prvi svetovni vojni se je vrnil domov in se posvetil delu na ljubljanski univerzi, na kateri je dolga leta predaval matematiko bodočim inženirjem ter profesorjem matematike in fizike. Štejemo ga za očeta moderne slovenske matematike.

Prof. Plemelj je že kot dijak na klasični gimnaziji v Ljubljani pokazal veliko nadarjenost za matematiko. Samostojno jo je študiral vnaprej, tako da je lahko pomagal dijakom, ki so bili v višjih letnikih kot on. V 5. razredu je prof. Vincenc Borštner (1843-1917) dijakom dal razmeroma težko konstrukcijsko geometrijsko nalogo (N), ki je zahtevala samo s šestilom in neoznačenim ravnilom načrtati trikotnik z znano osnovnico, višino nanjo in razliko notranjih kotov ob tej osnovnici. Dijaki naloge niso znali rešiti, toda mladi Plemelj je čez nekaj časa le našel pravilno rešitev in jo tudi pokazal na tabli. Profesor Borštner se je rešitvi zelo začudil, ker je bila drugačna, kot jo je poznal on, in ga je seveda zelo zanimalo, kako jo je našel. Plemelj je potem razložil, da je nalogo najprej ugnal s trigonometrijo, nato pa je iz rezultata spoznal, kako se jo da rešiti s konstrukcijo.

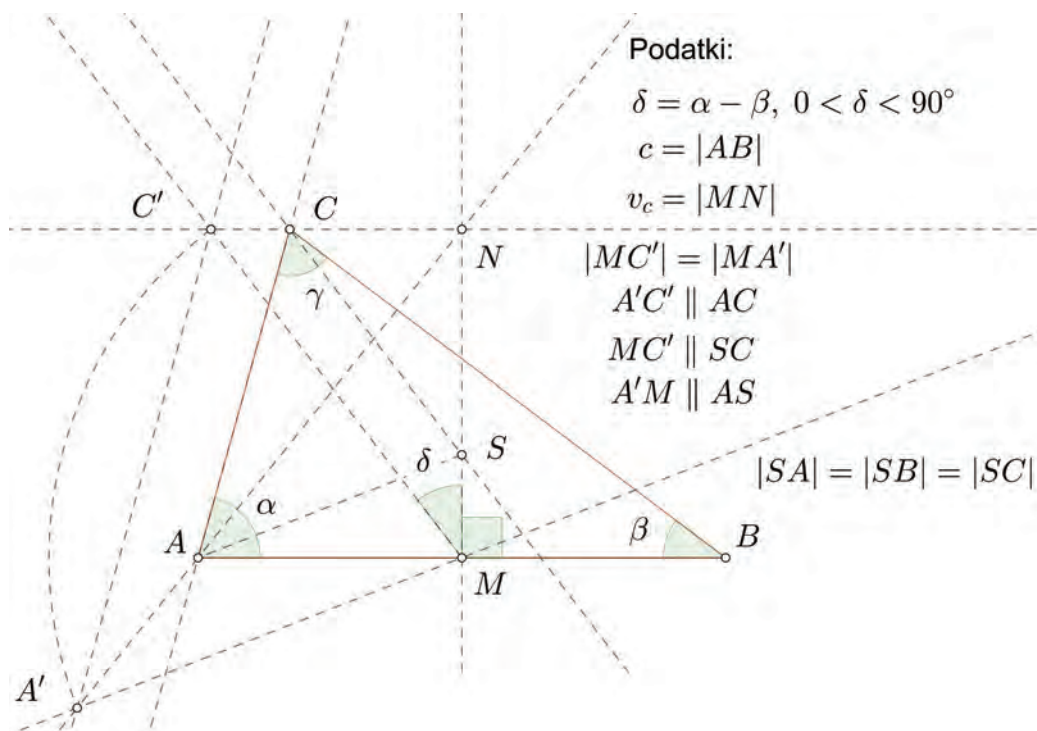
Prof. Plemelj je o nalogi (N) večkrat premišljeval tudi kasneje in našel še druge rešitve, nobene pa dolgo časa ni objavil, vse do leta 1949, ko je na Bledu, Plemljevem rojstnem kraju, potekal prvi kongres Zveze društev matematikov, fizikov in astronomov Jugoslavije. Na blejskem kongresu je sodeloval tudi prof. Plemelj in poleg svoje življenjske poti predstavil tri rešitve naloge (N), tudi tisto, ki jo je pokazal na gimnaziji. Njegov referat s temi rešitvami je bil kasneje, leta 1951, objavljen v zborniku kongresa v Beogradu. Zapisal pa je tudi, da je sam našel še 9 rešitev, zadnjo v noči na 1. januar 1940. Potemtakem naj bi prof. Plemelj poznal 12 rešitev naloge (N).



V tistem času v Sloveniji še ni izhajala nobena strokovna matematična revija, kaj šele znanstvena. Šele leta 1951 je začel izhajati *Obzornik za matematiko in fiziko (OMF)*. Na srečo pa smo imeli poljudnoznanstveno revijo *Proteus* in urednika, fizika dr. Lava Čermelja (1889–1980), ki je ravno tako kot Plemelj študiral na Dunaju matematiko in fiziko in se je dovolj dobro spoznal tudi na geometrijo.

V 12. letniku (1949/1950) *Proteusa*, v številki 4/5, je dr. Čermelj v rubriki *Za bistre glave* objavil kot *Vprašanje števil. 6* nalogo (N) z omembo prof. Plemlja in njegove zgodbe v zvezi s to nalogo. Objavil pa jo je zato, da bi jo reševali dijaki in študentje in morebiti našli kakšno novo rešitev. Na koncu je Čermelj zapisal, da je prof. Plemelj že sam našel kakih 20 različnih rešitev. To bi pomenilo, da je

prof. Plemelj po letu 1940 našel še kakih 8 rešitev, ki so nam neznane. Morda jih je prof. Plemelj poslal dr. Čermelju in so nekje v arhivih *Proteusa* ali pa jih je urednik samo nekje videl ali pa samo zanje slišal. Zgodovina slovenske matematike bi bila hvaležna, če bi se to vprašanje razčistilo. Plemljeva zapuščina namreč ne priča o tolikšnem številu (približno 20) različnih rešitev naloge (N). Verjetno pa Plemljev prispevek v zborniku omenjenega kongresa ni bil slovenskim bralcem tako dosegljiv kot *Obzornik za matematiko in fiziko*, ki je objavil ponatis tega prispevka šele leta 1992. Na *Vprašanje števil. 6* je v 7. številki 12. letnika *Proteusa* odgovoril prof. Plemelj sam in pokazal tri rešitve, tiste, ki so bile predstavljene na blejskem kongresu in kasneje objavljene v njegovem zborniku. Na *Vprašanje števil. 6* sta v 8. in 9. številki istega



letnika *Proteusa* odzvala bralca s pravilnima rešitvama, ki pa sta po Čermeljevi pripombi že v Plemljevi zbirki. Na uredništvo pa so prihajali tudi napačni in pomanjkljivi odgovori.

Naloga (N) je že zelo stara. Zasledimo jo že vsaj leta 1805 v neki obsežni nemški zbirki geometrijskih nalog, pa tudi kasneje, ko so v šolah še dajali velik pomen geometriji in geometrijskim konstrukcijam. V ameriški reviji *The Ohio Journal of Education* so leta 1855, podobno kot *Proteus*, nalogo (N) ponudili svojim bralcem v reševanje. V uredništvo so prav tako kot v *Proteusu* prihajale pravilne, pomanjkljive in nepravilne rešitve. V letu 1995/1996 so isto nalogo reševali tekmovalci na 35. nemški matematični olimpijadi. Pri nas se nanjo spomnimo ob kakšni okrogli obletnici v zvezi s prof. Plemljem. Geometrijske

konstrukcije lahko danes izvajamo s primernim računalniškim orodjem, na primer z *GeoGebro* in *Mathematico*. Na spletnih straneh *Wolfram Demonstrations Project* je zbranih 13 različnih rešitev naloge (N) z uporabo *Mathematice*.

Viri:

AS 2012, Plemelj Josip, *škafila 3, mapa 58, J. Plemelj, Razni matematični zapiski in rokopisi*.
Mitja Brodar, 1949/1950: *Odgovor na vprašanje št. 6. Za bistré glave. Proteus, 12 (8): 285.*
Lavo Čermelj, 1949/1950: *Vprašanje št. 6. Za bistré glave. Proteus, 12 (4/5): 166.*
Ivan Munda, 1949/1950: *Odgovor na vprašanje št. 6. Za bistré glave. Proteus, 12 (9): 323–324.*
Josip Plemelj, 1949/1950: *Odgovor na vprašanje št. 6. Za bistré glave. Proteus, 12 (7): 243–245.*
Josip Plemelj, 1992: *Iz mojega življenja in dela. Obzornik za matematiko in fiziko, 39 (6): 188–192.*
<http://demonstrations.wolfram.com/ThePlemeljConstructionOfATriangle1>.

Fossilni morski ježki iz fliša

Matija Križnar, Jure Ušeničnik

Strme flišnate stene ob slovenski obali so znane po mnogih zanimivih najdbah ihnofosilov oziroma fosilnih sledov. Med okaminami redkeje odkrijejo tudi fosilne ostanke nevretenčarjev, kot so predvsem foraminifere, školjke in polži ter ostanki rakov in celo iglokožcev. O eocenskem kačjerepu smo v *Proteusu* že poročali in kot smo predvideli, to gotovo ni bil edini ostanek iglokožca s tega območja.

Že leta 1994 je bil ob poti med Fiesom in Piranom odkrit nenavadni fosil, za katerega smo sklepali, da sodi med ostanke morskega ježka (slika 1). Primerek si je

ogledal slovenski paleontolog Vasja Mikuž ter ga tudi strokovno raziskal. Fosil je ohranjen na plošči peščenjaka, ki vsebuje tudi pogoste fosilne sledi. Ohranjenih je osemindvajset kalcitnih ploščic nepravilnega morskega ježka. Kljub nekoliko prepereli površini ploščic so primerki pripisali rodu *Sanchezaster*. Predstavlja prvo najdbo v Sloveniji. Ob pregledovanju primerka so na površini plošče zasledili tudi drobne bodice, verjetno pripadajoče istemu osebkju. Opisani primerki sodi med zelo redke najdbe v flišnatih plasteh.

Drugi primerki je bil odkrit pod klifi na obali med strunjanskimi solinami in



Ploščice eocenskega nepravilnega morskega ježka iz okolice Fiese. Ostanek iz fliša so pripisali rodu Sanchezaster. Plošča je velika 13,3 x 12,6 centimetra. Zbirka: Jure Usenišnik. Foto: Matija Križnar.



Pogled na klife fliša pri Strunjanu, kjer pogosto najdemo fosilne ostanke. Foto: Matija Križnar.



Plošča eocenskega peščenjaka s tankimi in dolgimi bodicami morskega ježka. Plošča je velika približno 13 centimetrov. Najdba: Miro Lozej. Foto: Matija Križnar.

zalivom Svetega križa (slika 2). Med prodniki na morski obali ga je našel Miro Lozej leta 2014. Ploščico s fosilom je pokazal enemu od avtorjev in kaj kmalu smo spoznali, da so na površini eocenskega drobnozrnatega peščenjaka ohranjene bodice morskega ježka (slika 3). Na površini močno »obrušene« ploščice peščenjaka je videti več kot dvajset bodic. Bodice so debele vsega nekaj milimetrov, dolge pa so lahko več kot pet centimetrov. Na površini nekaterih bodic so vidni zelo majhni izrastki oziroma trni. Bodice na žalost ne moremo natančno opredeliti, saj so mnoge še zacementirane v kamnini in obrasle z današnjimi algami, ki smo jih uspeli zgolj delno odstraniti. Čeprav flišnate plasti Primorske v splošnem veljajo paleontološko za dokaj siromašne (razen fosilnih sledi), pa te nove najdbe

kažejo ravno nasprotno. Mogoče gre najdbe pripisati radovednosti in zvedavosti nekaterih obiskovalcev obale ali pa sta stara interpretacija in predstava fliša nekoliko drugačni, kot so nam ju predstavljali geologi in paleontologi v preteklosti.

Literatura:

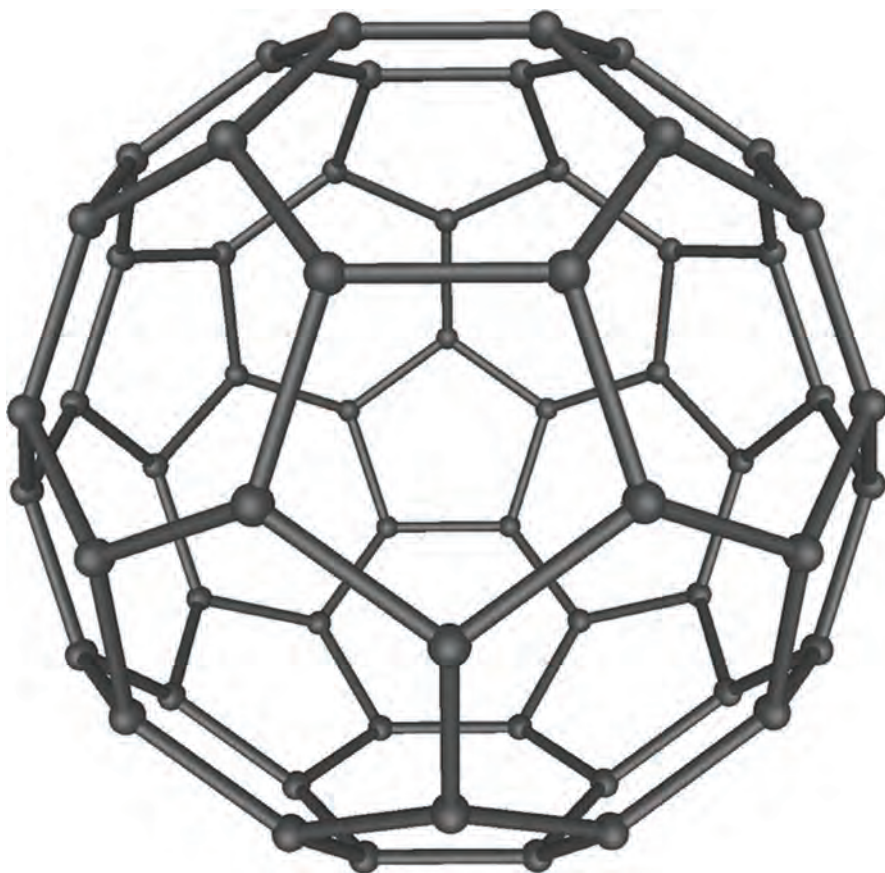
- Mikuž, V., Useničnik, J., 2012: *Ostanki morskega ježka v eocenskem apnenčevem peščenjaku pri Fiesi. Folia Biologica et Geologica*, 53 (3): 39–49.
Križnar, M., Očepek, I., 2014: *Eocenski kačjerep iz fliša v okolici Pirana. Proteus*, 77 (2): 90–92.

Astronomi potrdili obstoj molekule fulerena C₆₀ v medzvezdnem prostoru

Mirko Kokole

Védenje o tem, kako in kdaj nastajajo kompleksne organske molekule v vesolju, je pomembno za razumevanje nastanka življenja na Zemlji in drugod v vesolju. Danes

vemo, da oblaki plinov okoli nastajajočih zvezd vsebujejo tudi organske molekule, ki so bistvene za nastanek življenja. Med najbolj zanimivimi je glikolaldehid, ki bi bil



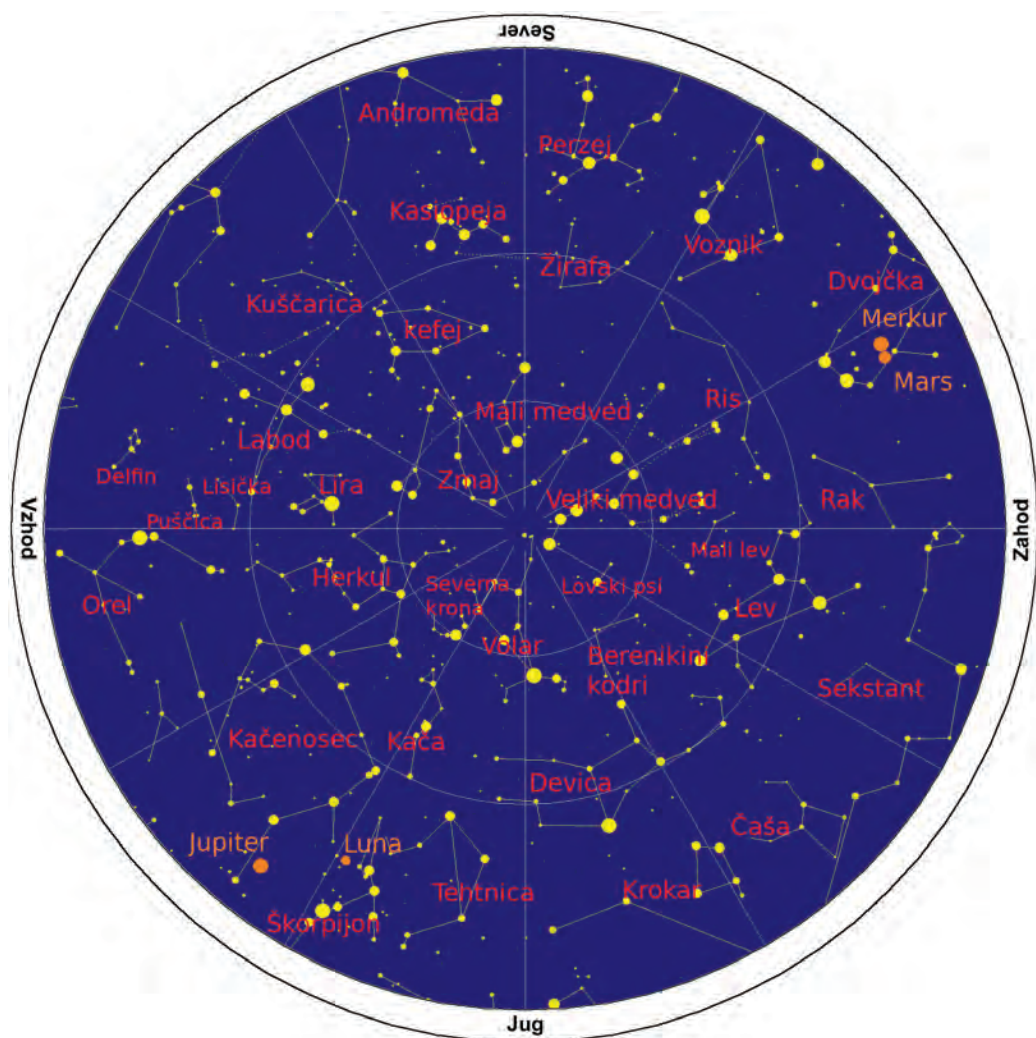
Model fulerena C₆₀, ki je sestavljen iz šestdesetih atomov ogljika. Med seboj so povezani s kovalentnimi vezmi tako, da tvorijo šest- in petkotnike. Ti se nato povežejo v sferično obliko oziroma, bolj natančno, v prisekani ikozaeder. Foto: Wikipedia.

lahko pomemben pri nastanku preprostega sladkorja riboze. Ta je del molekule RNA (ribonukleinske kisline), ki je temelj življenja, kot ga poznamo na Zemlji. Laboratorijsko so uspeli celo sintetizirati ribozo v razmerah, kot jih najdemo na kometih. To dejstvo skupaj z dejstvom, da najdemo glikolaldehid v plinskih oblakih okoli zvezd, povečuje verjetnost, da je riboza v vesolju pogosta molekula in da je možnost obstoja ribonukleinske kisline tudi drugod v vesolju velika.

Kljub temu, da vemo, da v vesolju obstajajo molekule, ki so pomembne za nastanek življenja, do sedaj še nismo imeli dokazov, da bi v vesolju obstajale tudi večje organske molekule. Sedaj so astronomi z meritvami Hubblovega vesoljskega teleskopa potrdili obstoj ene od najbolj slavnih organskih molekul - fullerena C₆₀ oziroma, bolj natančno, njegovega iona C₆₀⁺. Fulereni so ena od oblik ogljika, bolj poznani sta med drugimi še grafit in diamant. Za oblike ogljika je značilno, da tvorijo velike molekule, kjer so ogljikovi atomi povezani tako, da tvorijo sferične oblike. Najmanjša oblika ogljika, C₂₀, vsebuje 20 atomov, največja teoretično možna oblika pa jih ima 3996. Molekula C₆₀ ima 60 atomov, povezanih v šesterkotnike in petkotnike tako, da tvorijo kroglo oziroma obliko nogometne žoge.

Da fuleren C₆₀ obstaja v vesolju, so astronomi domnevali že nekaj časa. Objavljenih je bilo tudi nekaj člankov o njegovem obstoju v vesolju, a vsa ta odkritja niso bila neizpodbitna. Sedaj pa je astronomom le uspelo. Obstoj fullerena C₆₀ so potrdili v medzvezdnem mediju, to je snovi, ki se nahaja v obsežnem prostoru med zvezdami. Obstoj fullerena C₆₀ oziroma, bolj natančno, njegovega iona C₆₀⁺ so dokazali tako, da so opazovali spektre enajstih zvezd v območju vidne in bližnje infrardeče svetlobe. Tam namreč najdemo tako imenovane difuzne medzvezdne pasove. To so deli spektra, kjer se nahajajo razširjene absorpcijske spek-

tralne črte, ki nastanejo zaradi absorpcije zvezdne svetlobe v medzvezdnem prostoru. Ti deli spektra so izjemno kompleksni in je v njih nadvse težko prepoznati snovi, ki jih povzročajo. Vendar je astronomom kljub vsemu uspelo, in to s pomočjo Hubblovega vesoljskega teleskopa, ki ni omejen z absorpcijo v Zemljinem ozračju. Uporabili so poseben zajem in obdelavo spektra, ki da veliko razmerje med signalom in šumom. To pomeni, da so spektralne značilnosti dobro razločljive. Nato so vzeli laboratorijske meritve iona C₆₀⁺ in jih primerjali z izmerjenimi spektri. Tako so lahko z veliko verjetnostjo potrdili, da absorpcijski spektri medzvezdne snovi nedvomno vsebujejo značilnosti, ki potrjujejo obstoj iona C₆₀⁺. Odkritje obstoja do sedaj največje organske molekule v vesolju je zelo pomembno. Potrjuje nam, da lahko večje organske molekule nastajajo in se ohranijo tudi v vesolju. Posledično to pomeni - skupaj z že prej omenjenimi ugotovitvami obstoja preprostih sladkorjev -, da sestavine za nastanek življenja obstajajo povsod v vesolju, s tem pa tudi verjetnost, da se je razvilo življenje.



Nebo v juniju.
Datum: 15. 6. 2019.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.

ARMENIJA IN GORSKI KARABAH

19. julij – 2. avgust 2019



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

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

KRETA Z ARHEOLOGOM

17. – 26. oktober 2019



Kreta je otok, ki privlači na različne načine - spomladi je raj za ljubitelje rastlin in pohodnike, ki uživajo v osvajanju visokih vrhov ali potepanju po številnih soteskah. Tu lahko svoj raj na Zemlji najdejo številni počitnikarji, nikakor pa se ne moremo izogniti sledovom dolge, pestre in zelo bogate zgodovine, ki priča že o najzgodnejši človeški poselitvi, napredni minojski civilizaciji, ostankih grške in rimske poselitve in pestri paleti narodov, ki so v kasnejših obdobjih tudi na tem otoku

pustili svoj pečat. V spremstvu arheologa bomo odkrivali starodavne skrivnosti in jih ponovno obudili v življenje.

ISSN 0033-1805



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