

# PROTEUS

november, december 2016,

3,4/79. letnik

cena v redni prodaji 11,00 EUR

naročniki 9,00 EUR

upokojenci 7,40 EUR

dijaki in študenti 7,00 EUR

[www.proteus.si](http://www.proteus.si)



*mesečnik za poljudno naravoslovje*

■  
Gozdarstvo

Naši gozdovi po žledu

■  
Ekologija

Okefenokee – močvirje,  
v katerem zemlja trepetaja in voda brbota

■  
Geologija

Nekatere geološke posebnosti Lošča na Kozjanskem

■  
Nobelove nagrade za leto 2016

Na kakšen način se odstranjujejo izrabljeni  
in odvečni deli celice  
Nobelova nagrada za fiziologijo  
oziroma medicino



■ stran 103

Gozdarstvo

## Naši gozdovi po žledu

*Robert Brus*

Slovenski gozdovi v zadnjem času doživljajo velike spremembe. Tudi kdor se za gozd sicer ne zanima, ne more spregledati velikih površin od žleda poškodovanih gozdov in zaradi lubadarja sušečih se smrekovih sestojev. Še najbolj žalostno pa delujejo po poseku suhega drevja nastale nepregledne gole površine, kakršnih v deželi, kjer smo golosečno gospodarjenje med prvimi v Evropi opustili že pred sedmimi desetletji, nismo vajeni. Po sanaciji, ki poteka zdaj in obsega čim hitrejši posek, spravilo in prodajo poškodovanega lesa ali odmrlih dreves, bodo v naših gozdovih ostale velike, bolj ali manj gole površine, na katerih bo treba gozd obnoviti. Od tega, kako bomo to izpeljali v naslednjih letih, sta bistveno odvisni njihova podoba in vrednost čez sto ali več let. Slovenski gozdarji smo verjetno pred enim od največjih izzivov doslej in si zastavljamo vrsto vprašanj: Kakšen način obnove uporabiti in kako zagotoviti sredstva zanjo? Katere drevesne vrste bomo po tokratnem neuspehu smreke pospeševali? Kako bomo za obnovo in poznejšo nego motivirali lastnike, kako jim bosta stroka in država pomagali?



- 100 Uvodnik  
*Tomaž Sajovic*
- 103 Gozdarstvo  
Naši gozdovi po žledu  
*Robert Brus*
- 115 Ekologija  
Okefenokee – močvirje, v katerem zemlja trepeta in voda brbota  
*Marina Dermastia*
- 124 Ekologija  
Páramo – narava visokogorja ekvadorskih Andov  
*Matija Križnar*
- 132 Botanika  
Zgodba o Mayerjevem ušivcu (*Pedicularis x mayeri*), novem endemitu Jugovzhodnih Alp, in zakaj ima klasično nahajališče na Črni prsti in ne na Košuti  
*Igor Dakskobler, Branko Vreš*
- 138 Geologija  
Nekatere geološke posebnosti Lošča na Kozjanskem  
*Anton Polšak*
- 148 Nobelove nagrade za leto 2016  
Na kakšen način se odstranjujejo izrabljeni in odvečni deli celice  
Nobelova nagrada za fiziologijo oziroma medicino  
*Radovan Komel*
- 153 Medicina  
AIDS nekoč in danes – o bolezni, njenem razumevanju, zdravljenju in preprečevanju  
*Anja Voljavec*
- 160 Kognitivna znanost  
Primerjalna študija usvajanja števil pri predšolskih otrocih  
*Vesna Plesničar, Tina Razboršek, Franc Marušič, Rok Žaucer*
- 167 Geologija na ogled  
Povabilo na ogled naravne znamenitosti Soteska Zarta ali Zarica  
*Jurij Kurillo*
- 170 Ob Svetovnem dnevu oceanov  
Utrinki *Dneva odprtih vrat* Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo ob *Svetovnem dnevu oceanov*  
*Vlado Bernetič, Katja Klun, Patricija Mozetič, Anja Šimon*
- 174 Nobelove nagrade za leto 2016  
Nobelova nagrada za kemijo za leto 2016 je bila podeljena za molekulske stroje  
*Barbara Hribar Lee*
- 178 Naše nebo  
Astronomi odkrili »okroglo« zvezdo  
*Mirko Kokole*
- 185 Table of Contents



### Naslovnica:

*Mladi poganjki bromelijevke rodu Puya v narodnem parku Cajas v Ekvadorju. Foto: Matija Križnar.*

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

*Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.*

*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.*

### Uvodnik

***Ko iščemo harmonijo v življenju, nikoli ne smemo pozabiti, da smo v drami bivanja na tem svetu vsi igralci in gledalci hkrati. (Niels Bohr)***

*Proteus* je revija za poljudno naravoslovje – če posplošimo, revija za poljudno znanost. Besedna zveza »poljudna znanost« je protislovna. V njej se skriva usoda novoveške znanosti.

Novoveška znanost je začela svoj neustavljivi, *razsvetljski* pohod v 17. stoletju. Njeno geslo je bilo, kot sta zapisala nemška filozofa in sociologa Max Horkheimer (1895–1973) in Theodor W. Adorno (1903–1969) v svoji znameniti knjigi *Dialektika razsvetljenstva* (1944, slovenski prevod 2002): razkrojimo mite, praznoverje in predsodke, strmoglavimo domišljijo z védenjem. Francis Bacon (1561–1626), angleški filozof, znanstvenik in državnik, je védenju posvetil pravi panegirik z naslovom *In Praise of Knowledge (V slavo védenju)* (1592). Sklenil ga je z besedami: »Premoč človeka tiči v védenju. [...] Dandanes obvladamo naravo zgolj v svojih mislih in smo podvrženi njeni prisili; moramo ji pustiti, da nas vodi pri iznajdevanju, zato da bi ji zapovedovali v praksi.«

## Proteus

*Izbaha od leta 1933*

*Mesečnik za poljudno naravoslovje*

*Izdajatelj in založnik:*

*Prirodoslovno društvo Slovenije*

*Odgovorni urednik:*

*prof. dr. Radovan Komel*

*Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic*

*Uredniški odbor:*

*Janja Benedik*

*prof. dr. Milan Brumen*

*dr. Igor 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 Slavc*

*dr. Petra Draškovič Pelc*

<http://www.proteus.si>

[proteus@proteus.si](mailto:proteus@proteus.si)

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2016.

*Vse pravice pridržane.*

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

*Lektor: dr. Tomaž Sajovic*

*Oblikovanje: Eda Pavotič*

*Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič*

*Priloga 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*

Presunljiva paradoksnost Baconovih »zaključnih« besed je neizbrisno zaznamovala zgodovinske stvaritve novoveškega človeka: razsvetljenstvo, znanost in nov, kapitalistični način proizvodnje. Nihče ni tega bolje razumel kot Horkheimer in Adorno: »Srečni zakon med človeškim razumom in naravo [...] je patriarhalen: razum, ki premaguje praznoverje, zapoveduje nad odčarano naravo. Védenje, ki je moč, ne pozna nobenih meja [...]. Kar se hočejo ljudje naučiti od narave, je to, da jo uporabljajo tako, da do kraja obvladujejo njo in ljudi. Samo to velja in nič drugega.« Horkheimerjev in Adornov sklep je trd in mračen: »Razsvetljenstvo je totalitarno. [...] Razsvetljenstvo se véde do reči kot diktator do ljudi. Pozna jih, kolikor more z njimi manipulirati. Človek znanosti pozna stvari, kolikor jih lahko izdela.« Baconov *razsvetljski* boj proti mitom se je končal paradoksnost – razsvetljenstvo samo je postalo mit: »Ustvarjajoči bog in urejajoči duh sta si podobna kot zapovedovalca naravi. Človekova podobnost bogu je v suverenosti nad bivanjem, v pogledu gospodarja, v poveljevanju.« Horkheimer in Adorno sta z razsvetljenstva strgala njegovo »lepotno« masko. Prikazal se je »spaćeni« obraz: »Danes, ko se je Baconova utipija, da

„ukazujemo naravi v praksi“, izpolnila v telurskem merilu, se razodeva bistvo prisile, ki jo je Bacon pripisoval neobvladani naravi. Šlo je za *gospostvo* samo.« V razsvetljenstvu oba, človek in narava, »postajata nična«. Oba izgubljata svojo življenjsko substanco in s tem svoje dostojanstvo. Sta samo še predmet poveljevanja, ukazovanja, obvladovanja, uporabljanja in manipuliranja – skratka, *gospostva*. Odtujenost jezika novoveške, moderne znanosti je samo vidik tega gospostva. In to paradoksen vidik: v imenu védnosti »ustvarja« množice nevednežov.

Nemški filozof Hans-Georg Gadamer (1900-2002) je v svojem znamenitem delu *Resnica in metoda* (1960, v slovenskem prevodu 2001) imel popolnoma prav: »Tudi če bi z normiranim znanstvenim jezikom odcedili vse stranske glasove, ki izhajajo iz materinščine, bi še vedno ostajal problem prevoda spoznanj znanosti v navadni jezik, prek katerega naravne znanosti šele dobijo [...] svojo družbeno pomembnost.« Znanosti šele v navadnem jeziku lahko postanejo skupno védenje ljudi.

Horkheimerjev in Adornov odgovor je bil zato lahko samo eden: Védenje, v katerem je po Baconu nedvomno obstajala »premoč ljudi«, mora razkrojiti *gospostvo* samo, ta »spačeni« temelj razsvetljenstva. Védenje se mora odpovedati svoji moči. Postati bi morala modrost. To pa pomeni, da se bo morala spremeniti tudi novoveška zgodovinska oblika znanosti. Toda kakšna oblika znanosti naj bi jo sploh zamenjala, če modrost sodi bolj v filozofijo? Leta 1992 je izšla posebna številka ugledne revije *Review*, namenjena razpravam o »novi znanosti« in zgodovinskih družbenih vedah. V njej je bilo objavljeno ne samo za naše razpravljanje, ampak tudi sicer izredno zanimivo besedilo z naslovom *Razprava o znanostih (A Discourse on the Sciences)*, ki ga je napisal Portugalec Boaventura de Sousa Santos (1940-), profesor sociologije na Ekonomski šoli in direktor Centra za družbene raziskave na Univerzi v Coimabri na Portugalskem. Preučuje pravo, filozofijo prava, sociologijo prava in sociologijo. Osrednji predmet njegovih raziskav je *spoznavna pravičnost*. Pojem temelji na ugotovitvi, da na svetu obstajajo različne oblike védenja, ki imajo pravico do sobivanja, in pomeni kritiko *spoznavnega gospostva* moderne znanosti. Santos in drugi znanstveniki, ki zagovarjajo spoznavno pravičnost, so prepričani, da bi dialog med različnimi oblikami védenja lahko prispeval k bolj sonaravnemu, pravičnemu in demokratičnemu svetu – kar med drugim kaže, da je razmerje do spoznavanja vedno

tako ali drugače tudi politično razmerje (nekaj podobnega trdi, kot smo videli v prejšnjem uvodniku, tudi čilski biolog Humberto Maturana).

Zanimivo in po svoje ne nepričakovano je, da se je razmišljanje o spoznavni pravičnosti ter z njo povezano bolj solidarno in demokratično družbo pojavilo v času, ko sta se gospodujoči in totalitarni model novoveške znanosti, ki vso polnost in raznovrstnost sveta reducira le na abstraktni matematični formalizem, in kapitalizem, ki ju reducira le na bolj ali manj dobičkonosno blago (paradokсно, tudi znanost je doživela to usodo), znašla v globoki krizi.

Temeljno zagato spoznavnega gospostva novoveške znanosti sta zaslutila in se je – vsak na svoj način – zavedala že eden največjih mislecev razsvetljenstva in morda največji fizik dvajsetega stoletja. Navesti velja izjavi obeh. Nauk, ki ga je dal nemški filozof Immanuel Kant (1724-1804), je po Horkheimerju in Adornu »izrek oraklja«: »Na svetu ni biti, v katero znanost ne bi mogla prodrati, toda to, v kar znanost lahko prodre, ni bit.« Albert Einstein (1879-1955) pa je dejal nekaj podobnega: »Kadar se zakoni matematike nanašajo na resničnost, niso zanesljivi. Kadar pa so zanesljivi, se ne nanašajo na resničnost.« Gospodujoči model novoveške znanosti očitno prav zato, ker skuša naravi »zapovedovati«, narave v bistvu ne »razume« in je »razumeti« tudi ne more.

V dvajsetem stoletju je hegemonija gospodujočega znanstvenega reda začela doživljati svoj zaton. In prav temu obdobju je namenjena Santosova *Razprava o znanostih*. Razprava je pomembna, saj zastavlja enaka vprašanja, kot si jih je v svoji *Razpravi o umetnostih in znanostih* (1750) (naslova si nista naključno podobna) zastavljal francoski razsvetljenski mislec Jean-Jacques Rousseau (1712-1778): »Ali napredek znanosti in umetnosti prispeva k poštenosti ali pokvarjenosti našega védenja in ravnanja? Ali obstaja povezava med znanostjo in moralnostjo? Ali obstaja kakšen resen razlog, da bi zdravorazumsko védenje, ki ga imamo o naravi in življenju in ga delimo z drugimi ljudmi v družbi, nadomestili z znanstvenim védenjem, ki ga ustvarja manjšina in ni dostopno večini ljudi? Ali znanost prispeva k premoščanju vedno širšega prepada v družbi med tem, kar nekdo je, in tem, kar se zdi, da nekdo je, med tem, kako kaj povedati, in tem, kako kaj storiti, med teorijo in prakso? Na ta preprosta vprašanja je Rousseau enako preprosto odgovoril: *ne*.« Prav na tem mestu se

velja spomniti tudi besed, ki jih je francoski razsvetljenski pisatelj in filozof Denis Diderot (1713-1784) namenil svojemu znamenitemu sodobniku Voltairju (1694-1778) in si jih je za moto svoje v marsičem revolucionarne knjige *Politika zgodovine* (1970) izbral znani ameriški zgodovinar in družbeni aktivist Howard Zinn (1922-2010): »Drugi zgodovinarji pripovedujejo o dejstvih zato, da bi nas seznanili z njimi. Vi pripovedujete o njih zato, da bi v naših srcih zanetili sovraštvo do laganja, nevednosti, hinavščine, tiranije; in jeza ostaja, tudi ko spomini na dejstva izginejo.«

Oba navedka dokazujeta, da so celo razsvetljenski misleci sami niso mogli sprijazniti z »ideologijo« novoveške znanosti, ki je »povečevala« zgolj človekove abstraktne spoznavne zmožnosti, »zapostavljala« in celo »zanikovala« pa njegovo izkustveno življenje. Zaslutili in dojeli so, da »novo« objektivno vedenje, za katerega so veljala le »trdna«, »gola« dejstva, ob sebi ni trpelo nobenih človeških ali verskih vrednot, zlasti pa ne – na kar je izrecno opozoril Rousseau – »zdravorazumskega vedenja, ki ga imamo o naravi in življenju in ga delimo z drugimi ljudmi v družbi«, tistega običajnega, praktičnega vedenja, ki usmerja naše vsakdanje vedenje in daje smisel našemu življenju. Nič bolje se ni godilo naravi. Novoveška znanost je prav zato, ker si jo je hotela podvreči, človeku razkrila – kot sta zapisala Nobelov nagrajenec za kemijo za leto 1977 Ilya Prigogine (1917-2003) in filozofinja Isabelle Stengers (1949-) v eseju *Nova aliansa* (1978) – le »mrtvo, popredmeteno trpno naravo, naravo, ki se obnaša kot programirani avtomat, tak ‚dialog‘ z naravo pa je človeka osamil od narave«. Novoveška znanost je v temelju razdruževalna: človeka ločuje od vsega, kar spoznava.

V dvajsetem stoletju pa se je zgodil preobrat. Vzorčni primer je kvantna fizika. Kot je zapisal Santos, sta kvantna fizika in Nobelova nagrajenca Werner Heisenberg (1901-1976) in Niels Bohr (1885-1962) dokazala, da predmeta ni mogoče opazovati ali meriti, ne da bi ga spremenili. Po merjenju predmet ni več takšen, kot je bil pred merjenjem. O resničnosti ne vemo nič drugega, razen našega posega vanjo. Ali še nekoliko drugače: človek ni več ločen od tistega, kar spoznava, še več, človek je postal del vsega, kar spoznava, vse, kar spoznava, pa je postalo del njega. Med človekom in naravo se začena vzpostavljati globok in spoštljiv dialog. Popolnoma nič slučajnega ni, da je

Bohr po vsem tem lahko izrekel nekaj tako človeškega: »Ko iščemo harmonijo v življenju, nikoli ne smemo pozabiti, da smo v drami bivanja vsi igralci in gledalci hkrati.« Čilski biolog Humberto Maturana (1928-) je sijajni predstavnik vznikajočega novega razumevanja znanosti v svetu. Prepričan je bil, da so vse stvari na svetu spoznavne bitnosti, razlage opazovalca (nekaj podobnega trdi tudi kvantna fizika), iz česar je izpeljal skrajno etični zaključek, da je človek na tem svetu odgovoren za vse. Hkrati je na podlagi spoznanja, da opazovalci s svojim opazovanjem ustvarjajo svoje resničnosti in svoje resnice, ki so med seboj enakovredne (Santos je to imenoval spoznavna pravičnost), prišel do logičnega sklepa, da ljudje lahko oblikujejo skupni svet le v medsebojnem razumevanju – ali z drugimi besedami: temelj sožitja ljudi v svetu zahteva soglasje, to je skupno vedenje.

Izraz »skupno vedenje« pa nas takoj spomni na angleški izraz »common sense«, ki ima svoj izvor v latinščini (»skupni čut«, tudi »skupno vedenje«). V slovenščini uporabljamo izraze »zdravi razum«, »zdrava pamet« ali »zdravorazumsko vedenje«, to pa je prav tisto vedenje, ki ga je Rousseau – kot smo videli – zagovarjal, klasična, »hegemonska« novoveškega znanost pa preganjala. Aristotel je za tako vedenje uporabljal tudi izraz »phronesis« – »praktična modrost«. Santos je prepričan, da bo nova, vznikajoča znanost, ki bo povezovalna in bolj razmišljujoča ter nas bo predvsem učila, kako živeti, ves čas stopala v dialog z zdravorazumskim vedenjem oziroma praktično modrostjo, tisto modrostjo torej, ki usmerja naše vsakdanje vedenje, daje smisel našemu življenju v skupnosti in bogati naše razmerje s svetom. Še več, Santos misli, da bo nova znanost naravno težila k tej praktični modrosti. In za zaključek: če je gospodujoča oblika novoveške znanosti uporabljala ljudem odtujeni jezik, bo nova vznikajoča znanost nastajala in živela v jeziku, ki ga bodo ljudje lahko razumeli. Le tako bo vedenje lahko postalo skupna dobrina. In če je gospodujoča oblika novoveške znanosti ob sebi »potrebovala« poljudno znanost – in jo še »potrebuje« – pogosto žal bolj kot nekakšno »oglaševalsko« dejavnost, bo nova vznikajoča znanost bila sama poljudna znanost.

*Tomaž Sajovic*

# Naši gozdovi po žledu

Robert Brus

Slovenski gozdovi v zadnjem času doživljajo velike spremembe. Tudi kdor se za gozd sicer ne zanima, ne more spregledati velikih površin od žleda poškodovanih gozdov in zaradi lubadarja sušičih se smrekovih sestojev. Še najbolj žalostno pa delujejo po poseku suhega drevja nastale nepregledne gole površine, kakršnih v deželi, kjer smo golo-sečno gospodarjenje med prvimi v Evropi opustili že pred sedmimi desetletji, nismo vajeni. Marsikdo se zaskrbljeno sprašuje, kaj se dogaja in ali bomo v Sloveniji še naprej lahko občudovali take gozdove kot doslej.

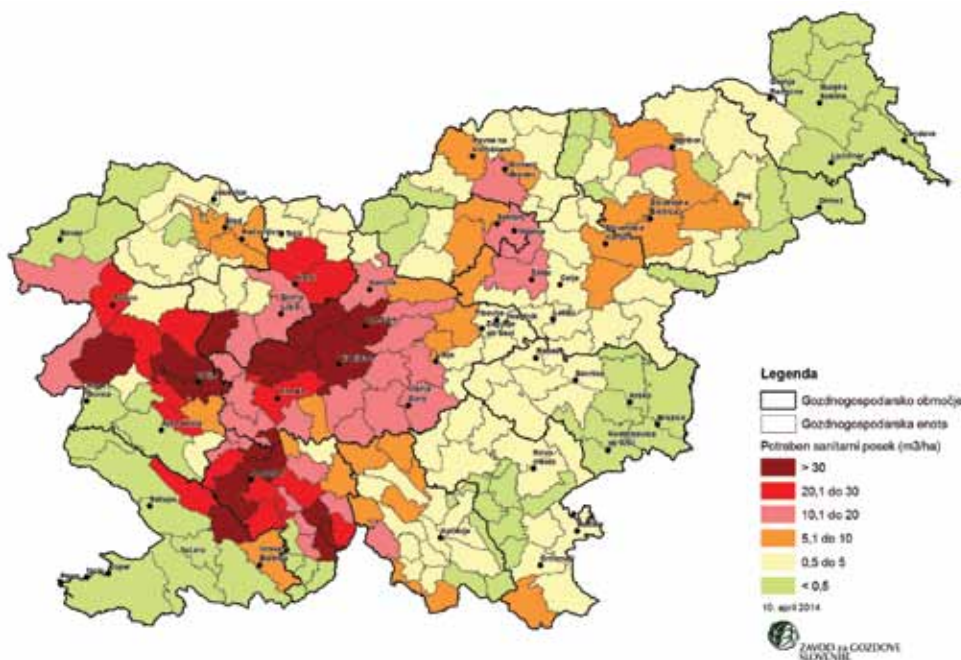
## Naravne motnje in žled

Naravne motnje so v slovenskih gozdovih redni pojav, zgodijo se lahko v obliki snegolomov, vetrolomov, žleda, plazov in usadov. Vetrolom v Brkinih je leta 1980 polomil 650.000 kubičnih metrov drevja, v zadnjem

desetletju sta bila večja vetroloma na Jelovici in Črnicu. Med pogoste naravne motnje sodi tudi žled, to je pojav, ko se na podhlajeno podlago začnejo kopičiti tekoče padavine v obliki ledu. Žled se v Sloveniji najpogosteje pojavlja v jugozahodnem delu države, predvsem na visokem krasu in njegovem obrobju. V naših gozdovih je že večkrat povzročil precejšnjo škodo; leta 1975 je na območju od Snežnika do Trnovskega gozda polomil 340.000 kubičnih metrov lesa.

Žled, ki je Slovenijo prizadel februarja leta 2014, pa se je tako s svojim obsegom kot uničujočim učinkom na gozd bistveno razlikoval od vseh prejšnjih, saj je poškodoval skoraj vse slovenske gozdove. Sanitarne sečnje poškodovanih dreves so bile potrebne v

*Poškodovanost gozdov v žledolomu leta 2014 (ZGS, 2014).*



več kot polovici gozdov na kar 601.900 hektarih, posekati je bilo treba 9,3 milijona kubičnih metrov lesa (za primerjavo: leta 2013 smo v Sloveniji skupaj posekali 3,9 milijona kubičnih metrov lesa), največ na območju Ljubljane, Postojne, Tolmina in Kranja. Škode v gozdovih je bilo za 214 milijonov evrov.

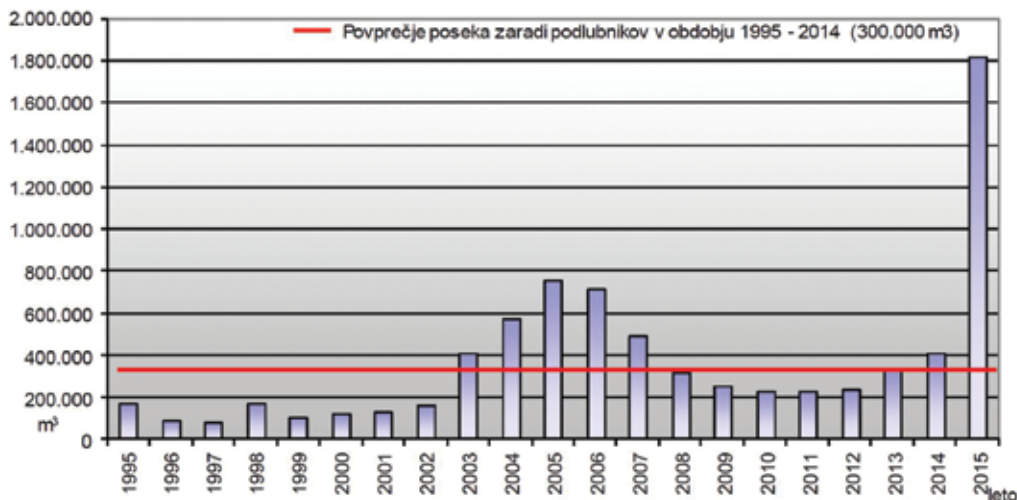
## Napad podlubnikov

Že v letu 2015, ko še sploh ni bila končana sanacija od žleda poškodovanih gozdov, pa je prišlo še do izredne namnožitve smrekovega lubadarja. Medtem ko je žled bolj ali manj prizadel vse drevesne vrste, je smrekov lubadar napadel samo smreko. Predvsem v gričevju in spodnjem gorskem pasu je povzročil sušenje smrekovih gozdov na velikih površinah. Leta 2015 je bilo v okviru sanitarne sečnje samo zaradi podlubnikov posekanih 1,8 milijona kubičnih metrov lesa, v letu 2016, ko se je napad nadaljeval, pa do sredine oktobra že 1,6 milijona kubičnih metrov lesa, večinoma smreke. V zadnjih 50 letih je bilo pred tem največ lesa zaradi podlubnikov posekanega leta 2005, in sicer manj kot 0,8 milijona kubičnih metrov. S

posekom zaradi lubadarja posušenih smrekovih gozdov se odpirajo še nove in nove gole površine, katerih obseg še ni znan, a bo površino obnove potrebnih gozdov močno povečal.

V zvezi z lubadarjem morda ni odveč nekaj pojasnil. Osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*) je stalni prebivalec naših gozdov in sestavni del ekosistema. Kot sekundarni škodljivec navadno napade fiziološko oslabela, največkrat od suše prizadeta drevesa, vendar ob izjemni namnožitvi začne napadati tudi zdravo in mlajše drevje. Njegove prenamnožitve praviloma sledijo močnejšim naravnim motnjam, ko je poškodovanega veliko drevja, in praviloma rastejo nekaj let. Že ob žledu leta 2014 je bilo popolnoma jasno, da bo do namnožitve prišlo, saj je v gozdovih ostalo mnogo poškodovanega drevja, zaradi zelo toplih let 2015 in 2016 pa je bil napad še močnejši od pričakovane. Tudi izkušnje v drugih, dobro organiziranih državah, na primer v Nemčiji, Avstriji in Švici, kažejo, da po tovrstnih naravnih motnjah napad lubadarja neustavljivo narašča še vsaj tri leta, preden se umiri.

Posek lesa zaradi podlubnikov v Sloveniji v letih od 1995 do 2015 (Poročilo ZGS za leto 2015).







*Sušenje smreke zaradi lubadarja pri Hotečršici. Foto: Robert Brus.*

žavnem zboru sprejemajo spremembe Zakona o gozdovih, ki bodo pospešile zdaj dolgotrajne upravne postopke in bodo v skrajnem primeru celo omogočale poseg v lastninsko pravico tistih lastnikov, ki ne poskrbijo pravočasno za odstranitev suhega drevja. Škoda je, da s takšno prilagoditvijo zakonodaje nismo pohiteli že leta 2014, ko smo vsi natančno vedeli, kaj se bo zgodilo. Vendar je vprašanje, ali bi ob omejenem številu izvajalcev in bliskovitem širjenju lubadarja to kaj pomagalo.

Nekateri menijo, da bi bilo napad mogoče ustaviti, če bi sproti dosledno odstranjevali vsa napadena drevesa. Širjenje bi bilo morda mogoče nekoliko upočasniti ali zmanjšati njegov obseg, vendar ga je bilo ob tako izjemnih okoliščinah v praksi nemogoče preprečiti. 75 odstotkov gozdov v Sloveniji je namreč zasebnih, 461.000 posestnikov ima v lasti 313.000 gozdnih posesti povprečne velikosti 2,5 hektara. Nekateri lastniki sami niso usposobljeni ali ne zmorejo opraviti hitre sanacije, nekaterih gozd ne zanima. Večina s sanacijo ne zavlačuje namerno, pač pa je ob tako velikem obsegu težko dovolj hitro najti usposobljene izvajalce za nevarno delo poseka in spravila. Ta čas v Dr-

Zdravo hlodovino smreke lahko lastnik proda po 80 evrov na kubični meter, za modrikast les zaradi lubadarja posušenih dreves, ki tehnično sicer ni nič slabši od zdravega, dobi od 20 do 25 evrov manj. Izguba je največja v mlajših sestojih, ki še niso zreli za sečnjo, saj se droben les večinoma proda kot celulozni les in s ceno komaj pokrije stroške poseka in spravila. Največ lesa se proda v Avstrijo in Italijo.

## Obnova gozdov

Po sanaciji, ki poteka zdaj in obsega čim hitrejši posek, spravilo in prodajo poškodovanega lesa ali odmrlih dreves, bodo v naših gozdovih ostale velike, bolj ali manj gole površine, na katerih bo treba gozd obnoviti. Od tega, kako bomo to izpeljali v na-

slednjih letih, sta bistveno odvisni njihova podoba in vrednost čez sto ali več let. Slovenski gozdarji smo verjetno pred enim od največjih izzivov doslej in si zastavljamo vrsto vprašanj: Kakšen način obnove uporabiti in kako zagotoviti sredstva zanjo? Katere drevesne vrste bomo po tokratnem neuspehu smreke pospeševali? Kako bomo za obnovo in poznejšo nego motivirali lastnike, kako jim bosta stroka in država pomagali?

### Katere drevesne vrste?

Izbira ustreznih drevesnih vrst, ki bodo gradile prihodnje gozdove, je postala še zlasti

aktualna iz dveh razlogov: smreka je marsikje doživela neuspeh in podnebje se spreminja. Nekateri pričakujejo, da gozdarji že imamo pripravljen seznam alternativnih vrst za nove razmere. Tega seveda ni in za zdaj lahko razmišljamo le o vrstah, ki so že sedaj tu in s katerimi imamo nekaj izkušenj. Uporaba nepreverjenih vrst na veliki naravni površini bi bila huda napaka. Kljub velikemu številu domačih drevesnih vrst, teh je nad sedemdeset, na prizadetih območjih možnosti nimamo na pretek. Ker želimo tveganje v prihodnosti čim bolj razpršiti, je nujno staviti na čim več vrst in nobeni morebitno primerni se ni pamente prehitro in brez potrebe odpovedati.

Naše gozdove, če malo poenostavimo, gradijo drevesne vrste iz dveh skupin. V prvi so tako imenovane nosilne ali ključne in v drugi primešane drevesne vrste.

Nosilne drevesne vrste na območjih, ki sta jih najbolj prizadela žled in lubadar, so bile do sedaj v glavnem tri: bukev, smreka in jelka. Skupaj predstavljajo 71 odstotkov lesne zaloge v državi. Odpovedati se katerikoli med njimi bi pomenilo, da bi morala njen prostor zapolniti katera od drugih dveh, kar ne bi bilo preprosto. Zato je bolj smiselno njihove deleže spreminjati postopoma. Poglejmo nekaj značilnosti in možnosti teh vrst.

*Nosilne drevesne vrste na območjih, ki sta jih najbolj prizadela žled in lubadar, so bile do sedaj v glavnem tri: bukev, smreka in jelka. Skupaj predstavljajo 71 odstotkov lesne zaloge v državi. Odpovedati se katerikoli med njimi bi pomenilo, da bi morala njen prostor zapolniti katera od drugih dveh, kar ne bi bilo preprosto. Zato je bolj smiselno njihove deleže spreminjati postopoma. Poglejmo nekaj značilnosti in možnosti teh vrst.*



*Gola površina, nastala po poseku smreke pri Postojni.*

*Foto: Robert Brus.*

Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) je naša najpogostejša drevesna vrsta, njen delež v lesni zalogi leta 2015 je bil 32,3 odstotka in raste. Večina rastišč v območju žleda je bukovih, pred začetki gospodarjenja z gozdom je bukev v lesni zalogi zavzemala vsaj 55 odstotkov. Ker je precej prilagodljiva, tudi na sušo, se zdi z ekološkega vidika bistveno povečanje njenega deleža sprejemljivo. Vendar pri tem ne bi šlo brez tveganja. Gotovo ni modro vsega staviti na eno samo vrsto. Kaj če se v sto letih, kolikor bodo najmanj rasli bodoči gozdovi, pojavi nova bolezen ali škodljivec, ki bo napadel prav

bukev? Tudi lastniki gozda ne želijo samo bukke. Kakovostna bukova hlodovina ima na trgu sicer podobno ceno kot hlodovina iglavcev, vendar je delež takega lesa pri njej nižji in vzgoja zahtevnejša. Večina bukovine se proda po nižji ceni, največ kot les za kurjavo. Zaradi naštetih razlogov preveliko zviševanje deleža bukke v lesni zalogi naših gozdov verjetno ne bi bila najboljša rešitev.

Navadna jelka (*Abies alba*) je s 7,5 odstotka lesne zaloge naša tretja najpogostejša drevesna vrsta. Pred nekaj desetletji se je sušila v večjem obsegu, v zadnjem času je vitalnejša.

Njeno gojenje na bolj suhih rastiščih bi bilo tvegano, na svežih rastiščih pa bi bila lahko še uspešna. V primerjavi s smreko je odpornejša proti lubadarju in žledu, saj je v območju žleda naravno razširjena in je odpornost razvila v evoluciji. Ker je cena njene hlodovine primerljiva s smreko, bi bilo njen delež na prizadetih območjih smiselno nekoliko povečati. Velik problem bo rastlinojeda divjad, ki ponekod v celoti preprečuje obnovo gozdov z jelko.

Navadne smreke (*Picea abies*) je v lesni zalogi 30,8 odstotka; delež upada in je še leta 1998 znašal 32,7 odstotka. Zaradi sušenja v zadnjih dveh letih nekateri menijo, da se je je treba znebiti in



*Navadna bukev (Fagus sylvatica) je naša najpogostejša drevesna vrsta.*  
Foto: Robert Brus.



*Navadna jelka (Abies alba) bolje prenese žled kot smreka.*

*Foto: Robert Brus.*

lesni zalogi bo v prihodnje opazno nižji, iz nosilne jo moramo spremeniti v primestno vrsto.

Navadna smreka je v Sloveniji avtohtona drevesna vrsta. Naravno je razširjena na visokogorskih rastiščih v alpskem svetu, redko tudi na najhladnejših mestih v Dinarskem svetu. Njen delež v lesni zalogi je bil v naravni vegetaciji okrog 8 odstotkov. Vendar so zgodaj ugotovili, da je njeno gojenje smiselno iz več razlogov. Zelo preprosto jo je posaditi in negovati, ker je skromna in hitro raste skoraj povsod. Ker ima kakovosten, široko uporaben les, ki ga je mogoče vedno dobro prodati, so jo

prenehali z njenim gojenjem. V resnici je mnogo prezgodaj, da bi smreko kar odpisali, in vprašanje je, ali bi to lahko izvedli čez noč. Kako bi jo nadomestili? Seveda jo je nujno prenehati saditi na neprimernih rastiščih, kot so nižine, suši izpostavljena ali revna rastišča in vetrovne lege. S takih mest jo umikamo že nekaj časa, žled in lubadar sta proces le pospešila. Na dobrih rastiščih v gorskem pasu pa bo smreka še nekaj časa ostala za gojenje zanimiva vrsta. Izogibati se bo treba gojenju v velikih čistih nasadih, varneje jo je gojiti mozaično in mešano z drugimi drevesnimi vrstami. Njen delež v

v zadnjem stoletju in pol sadili povsod, kjer se je dalo. Od nekdanj je bilo več ali manj jasno, da sajenje smreke v vseh razmerah pomeni tudi določeno tveganje, podobno kot je vlaganje v visokodonosne vrednostne papirje bolj tvegano od navadnih hranilnih vlog. Kaj je šlo torej narobe s smreko v zadnjih treh letih? Žled jo je prizadel bolj kot jelko tudi zato, ker prihaja iz višjeležečih predelov, kjer se skoraj nikoli ne sreča z žledom, pač pa z bolj ali manj suhim snegom. Posledica odlomljenih vrhov, poškodovanih korenin ter vročega naslednjega poletja je



*Smrekova draga v Trnovskem gozdu je primer naravnega rastišča smreke (*Picea abies*) v dinarskem svetu.*

*Foto: Robert Brus.*

bila fiziološka oslabeledost smreke, ki ji je sledil izjemen napad lubadarja. Ko se je ta enkrat namnožil, je začel napadati tudi zdrava in mlajša drevesa. Zaradi prevelike gostote smreke je njegovo napredovanje skoraj nezavestljivo.

*Primešane ali manjšinske drevesne vrste* sestojev ne gradijo, ampak so odvisno od rastišča v njih le primešane v različnih deležih. Nabor drevesnih vrst je širok in tukaj vseh ne moremo naštetih, za gojenje pa so najbolj zanimivi plemeniti listavci, saj povečujejo bi-

otsko raznovrstnost ter estetsko in gospodarsko vrednost. Takšni so na primer gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), ki ga je v lesni zalogi okrog 2,4 odstotka, veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), divja češnja (*Prunus avium*), lipa (*Tilia* spp.), gorski brest (*Ulmus glabra*) in drugi. Njihov delež bi z obnovo gozdov lahko nekoliko povečali. Raziskave kažejo, da lahko gorski javor v naravnem pomladku na rastiščih dinarskih jelovo-bukovih gozdov precej poveča svoj delež, vendar so drevesca pogosto poškodovana in slabe kakovosti, kar ni dobra popotnica za bodoči gozd. Vsi plemeniti listavci so gojitveno zahtevni. Če jih na golo površino sadimo, jih je nujno treba zaščititi pred

divjadjo in intenzivno negovati, kar njihov vnos močno podraži. Mnoge med njimi že zdaj tako ogrožajo bolezni (na primer holandska bolezen brestov in jesenov ožig), da z njimi skoraj ne računamo več. Njihov delež se bo v naslednjem obdobju gotovo povečal, kar je dobro, vendar to ne bo lahko in bo terjalo veliko truda, dela in sredstev.

### **Tujerodne drevesne vrste**

O drevesnih vrstah z drugih celin pri nas ne govorimo pogosto. Največ smo jih sadili v prvi polovici dvajsetega stoletja, v zadnjih



*Nasad ameriške duglazije (Pseudotsuga menziesii) na Mačkovicu pri Postojni. Na goli površini okrog nje je rasla smreka. Foto: Robert Brus.*

desetletjih pa zaradi sonaravne usmerjenosti ne več, čeprav to ni prepovedano. Izkušnje z nekaterimi so dobre, na Postojnskem se je zelo dobro izkazala ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) iz Severne Amerike, ki je v primerjavi s smreko in jelko bistveno odpornejša proti žledu, lubadarju in suši. Sredi golih površin so ostale samo še skupine ali manjši nasadi duglazije. Ker ima dober in cenjen les, je od vseh tujih drevesnih vrst v Evropi za gojenje najbolj zanimiva vrsta. Od 35 držav, ki sodelujejo v akciji COST z naslovom *Tujerodne drevesne vrste za evropske gozdove: izkušnje, tveganja in priložnosti*, duglazijo kot gozdno vrsto gojijo v 32 državah na skupaj več kot 800.000 hektarov površine. Nikjer ni invazivna in tudi sicer ne poročajo o slabih vplivih na rastišče.

Zavod za gozdove Slovenije je lani po dolgih letih spet predlagal njeno saditev v na-

ših gozdovih, in sicer v obliki jeder do 0,5 hektara površine in do 700 metrov nadmorske višine. Imamo torej dobrega kandidata, ki bi tudi na bolj sušnih tleh lahko vsaj v manjšem deležu, krajevno na primer do 10 odstotkov lesne zaloge, nadomestil smreko. Sadike v drevesnicah nimajo na zalogi, zaradi česar je ne bomo mogli začeti saditi prej kot v treh ali štirih letih. Vendar to ni edina ovira za njeno gojenje. Skoraj vsi gozdovi dinarskega sveta so vključeni v območje *Natura 2000*, ki pokriva 37,16 odstotka površine Slovenije, in na teh površinah velja posebni varstveni režim. Čeprav krovna evropska zakonodaja vnosa tujerodnih vrst ne prepoveduje, smo v Uredbi Vlade Republike Slovenije v 7. členu med drugim zapisali: »Na Natura območja se ne vnaša živali in rastlin tujerodnih vrst ter gensko spremenjenih organizmov.« Gre za zanimiv primer, saj Uredba prepoveduje vnos drevesne vrste, ki



*Mlada duglazija v območju Natura 2000. Kakšna je njena prihodnost?  
Foto: Robert Brus.*

je bila na območje uspešno vnesena že pred več kot stotimi leti in danes lepo uspeva, celo naravno se pomlajuje. Kako bomo (tudi pravno) razlagali Uredbo, še ni jasno. Zavod za gozdove previdno napoveduje sajenje duglazije samo zunaj območja *Natura 2000*, vprašanje pa je, ali bomo gospodarjenje z že prisotno vrsto razumeli kot vnašanje. Bomo zatirali ali celo odstranjevali vrsto, ki od vseh prisotnih kaže najboljši potencial? Vsekakor bi bila škoda, če bi se odpovedali

vrsti, ki bi v prihodnosti lahko prevzela del tveganja brez škodljivega vpliva na naravno vegetacijo in biotsko raznovrstnost ter znatno izboljšala donosnost gozdov.

#### **Naravna ali umetna obnova?**

*Naravna obnova* je pri nas daleč najpogostejša, saj jo uporabljamo na več kot 80 odstotkov gozdne površine. Ima več prednosti: je mnogo cenejša od umetne in zahteva manj dela, z obilno naravno nasementivijo



*Bodo posamezni semenjaki (na sliki gorski javor) dovolj za nasemenitev kakovostnega, gensko pestrega mladja? Foto: Robert Brus.*

zagotavlja okolju prilagojeno in gensko pestro potomstvo, v katerem poteka naravna selekcija. Med slabše strani sodi dolgotrajna pomladitvena doba, ki lahko traja 40 let in več, na površini mora biti prisotnih dovolj semenskih dreves zelenih ciljnih drevesnih vrst. Ustrezna tla morajo omogočiti nasemenitev in razvoj mladja, kar pogosto preprečujeta močna zapleveljenost ali divjad. Danes je stanje neobičajno, saj so velike gozdne površine ogolele skoraj čez noč in semenskih dreves pogosto ni dovolj ali jih sploh ni.

V takšnih razmerah bo kakovostna naravna obnova, ki jo zdaj začinjamo, zelo težavna

in zahtevnejša kot navadno. Kljub temu predvidevamo, da bo na večini za to predvidenih površin uspešna. Vendar je pri tem nekaj nevarnosti. Podobni primeri kažejo, da včasih najprej pride do razvoja pionirskih drevesnih vrst, kot so trepetlika, breza, vrbe, leska in druge, bujen je razvoj talne vegetacije in robide, kar preprečuje nasemenitev in poznejšo nego. Gospodarske drevesne vrste, če se že nasemenijo, so pogosto slabše kakovosti. Za gozd kot ekosistem to seveda ni nobena težava in biotska raznovrstnost ob tem celo naraste. Ker pa je gozd naš pomemben naravni vir, gozdarstvo gospodarska dejavnost in gozd vir dohodka, nam seveda ne sme biti vseeno, kako bomo obnovili goz-

dove za prihodnje rodove. Povsod se gotovo ne bomo mogli zanesti na uspešno naravno obnovo.

*Umetno obnovo* navadno izvedemo s saditvijo v drevesnici vzgojenih sadik in jo uporabimo tam, kjer naravna ni mogoča. Omogoča hitro ogozditvev, uporabo kakovostnih sadik in učinkovito doseganje zelene vrstne sestave. V primerjavi z naravno je mnogo dražja in zahteva več nege, zato jo uporabimo le tam, kjer je to nujno.

Gozdno drevesničarstvo v Sloveniji ni v dobrem stanju. Pred štirimi desetletji smo letno posadili okrog 7 milijonov, v zadnjih



letih manj kot 0,5 milijona gozdnih sadik. S tem se marsikje odpovedujemo možnostim za izboljšanje uspešnosti in kakovosti obnove. Med razlogi za opuščanje umetne obnove je njena visoka cena, ki je pri nas od 3.000 do 6.000 evrov na hektar (v severni in zahodni Evropi je vsaj polovico nižja), do nje pa pride zaradi visoke cene sadik in velikih stroškov saditve in zaščite pred divjadjo. Pomembno vlogo pri opuščanju umetne obnove ima tudi sistemska ureditev področja gozdnega semenarstva in drevsnicarstva. Kot del nadomestila za omogočanje splošnih družbenih koristi gozdov (na primer dostop v gozd je prost za vsakogar, dovoljeno je nabiranje gozdnih sadežev, divjad je last države in nelastnika gozda in tako dalje) država lastniku gozda namreč po zakonu financira nakup (in del poznejše nege) sadik, kar pomeni, da jih lastnik na podlagi načrta, ki ga izdelata Zavod za gozdove Slovenije, prejme brezplačno. Dobra stran sistema je, da država lahko s tem nadzira vrstno sestavo, izvor in kakovost sadik, slaba pa, da lastnik gozda sadik pogosto ne dobi takrat, ko jih potrebuje ali želi kljub zagotovitvi Zavoda za gozdove Slovenije, da »bo zagotavljal dobavo ustreznih sadik po drevesnih vrstah, količinah in provenienčnem izvoru«. Nekateri tako na obnovo čakajo zelo dolgo in odgovornost za neaktivnost nekako prelagajo na državo, ta pa sredstva za obnovo neupravičeno krči iz leta v leto.

### Kako naprej?

Eno ključnih vprašanj obnove gozdov bo, katere obnoviti naravno in katere umetno. V načrtu sanacije posledic žleda v letu 2014 je bila predvidena izredna obnova na 13.800 hektarov, kar je samo 2 odstotka poškodovanih gozdov, in od tega je bila umetna obnova predvidena na vsega 877 hektarov, kar je 6 odstotkov površine gozdov za obnovo. Ta delež je nenavadno nizek, saj je v zadnjih dveh letih pred žledom umetna obnova s saditvijo pri sanaciji gozdov zavzemala kar 69 odstotkov sanacij v letu 2012

in 48 odstotkov v letu 2013. Deleži tovrstne obnove v novih gozdnogospodarskih načrtih bi se morali precej bolj približati navedenim. V zadnjih dveh letih zaradi lubadarja nastajajo še nove gole površine. Koliko jih bo, ne vemo, po prvih predvidevanjih iz maja leta 2016 bi se lahko tudi podvojile. Nekateri pri tem opozarjajo na nevarnost, da ocena površine gozdov, nujno potrebnih umetne obnove, ne bi izhajala iz potrebe gozda, pač pa iz razpoložljivih sredstev.

Pomembna bo dinamika umetne obnove. Domače gozdne drevesnice za zdaj zlahka pokrijejo vsa naročila, kar pa je razumljivo, saj se poraba gozdnih sadik za umetno obnovo v letih po žledu v primerjavi s prejšnjimi leti ni prav nič povečala. Leta 2015 je bilo za sanacijo gozdov posajenih samo 104 hektarov površin. To je tudi posledica nerazumno zapletenih birokratskih postopkov sproščanja in upravičevanja porabe nepovratnih sredstev Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja in proračuna Republike Slovenije za dela za odpravo škode in obnovo gozdov, poškodovanih zaradi žledoloma iz leta 2014, iz Programa razvoja podeželja (PRP 2014-2020). Ta sredstva so se za umetno obnovo začela počasi sproščati šele jeseni leta 2016 in večja naročila bodo drevsnicarji začeli šele prejemati. To pomeni, da lahko večje količine sadik, in te bodo gotovo potrebne, lastniki pričakujejo najprej v treh ali štirih letih. Škoda je, da že spomladi leta 2014, ko smo vedeli, kaj bo sledilo, nismo našli načina za naročilo sadik, ki bi jih leta 2017 lahko že sadili. Drevesnice večjega števila gozdnih sadik nimajo na zalogi, saj se je v preteklosti že večkrat dogajalo, da so jih morali uničiti (celo v zadnjih dveh letih!), ker niso bile odkupljene. Vse več lastnikov gozdov, ki ne želijo v negotovosti čakati na morebitne subvencionirane sadike, se v zadnjih dveh letih odloča za lastno financiranje nakupa sadik.

Pred nami je tako strokovno kot finančno zahtevna obnova prizadetih gozdov. Gozdarska stroka je že večkrat pokazala, da ima

dovolj znanja. Vendar se obnova še zdaleč ne konča s tem, da od države podarjeno sadiko posadiš. Po zasaditvi jo je treba varovati pred divjadjo, ki ponekod obnovo gozda skoraj povsem onemogoča (o tej pereči temi več kdaj drugič), sadiko je treba še leta negovati. Pomembna bodo strokovna pomoč in svetovanje lastnikom ter njihova motivacija, da bodo v obnovo vložili svoj trud, čas in sredstva. Nekateri tega ne bodo želeli in drugi ne zmogli sami; ker ta dela v primerjavi s sečnjo niso nevarna, bi jim bila dobrodošla pomoč prostovoljcev, šol, študentov. Vsekakor pa bo ključna finančna pomoč države. Ta bi morala v čim krajšem času zagotoviti obljubljena sredstva za zadostno število sadik za vse, ki jih potrebujejo, prav tako bi morala zagotoviti zakonsko predvideno sofinanciranje gozdnogojitvenih in varstvenih del. Če bodo lastniki prepriščeni sami sebi, obnova ne bo šla v pravi smeri. Zdaj imamo lepo priložnost pokazati, kako pomembni so za nas gozdovi kot najpomembnejši obnovljivi naravni vir in koliko truda in sredstev smo pripravljene vlagati v njihovo dolgoročno trajnostno upravljanje.



#### Literatura:

- Brus, R., 2012: *Drevesne vrste na Slovenskem*. Ljubljana: Mladinska knjiga in samozaložba, 406 s.
- Brus, R., Kutnar, L., 2016: *Drevesne vrste za obnovo gozdov po naravnih motnjah v Sloveniji*. V: *Sistemski problemi obnove gozdov*. 3. znanstveno srečanje Gozd in les, SAZU, Silva Slovenica, Ljubljana, Studia Forestalia Slovenica, 150: 11-12.
- Grecs, Z., Kolšek, M., 2016: *Naravne ujme vse bolj krojijo gospodarjenje z gozdovi*. *Gozdarski vestnik*, 74, 4: 185-202.
- Načrt sanacije gozdov poškodovanih v zledolomu od 30. januarja do 10. februarja 2014, 2014*. Ljubljana: Zavod za gozdove, 66 s.
- Veselič, Ž., Grecs, Z., Matijašič, D., 2016: *Predlog uporabe nekaterih tujerodnih vrst pri obnavljanju gozdov v Sloveniji*. V: *Jurc, M., ur., 2016: Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo gozdnih virov*. XXXIII. Gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 14.-15. april 2016, 149-158.
- Poročila Zavoda za gozdove Slovenije za leta 2012, 2013, 2014 in 2015*. Ljubljana: Zavod za gozdove.

**Prof. dr. Robert Brus** je redni profesor za področje gojenja gozdov na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Predava predmete s področja dendrologije, žlahtnjenja gozdnega drevja in gozdne genetike. Raziskuje morfološko in genetsko variabilnost drevesnih vrst in varovanje gozdnih genskih virov. Poleg vrste znanstvenih in strokovnih člankov je objavil več knjig o drevesnih in grmovnih vrstah. Je član uredniških odborov več znanstvenih in poljudnih revij, med njimi je tudi slovenska izdaja revije *National Geographic*.

Foto: Domen Brus.

# Okefenokee – močvirje, v katerem zemlja trepetaja in voda brbotaja

*Marina Dermastia*



*Kipeči taksodij, prepreden s španskim mahom, se zrcali v črnini močvirske vode. Foto: Tom Turk.*

Konec septembra se zdi mestece Folkston s približno le 2.000 prebivalci, ki leži v južnem delu ameriške zvezne države Georgia blizu meje s Florido, popolno zapuščeno. Verjetno pa ni zelo drugače tudi v ostalih dneh leta. Ta podoba se kar nekako ne ujema z razlago prijaznega baptističnega pastorja, ki vodi edino gostišče v tem odmaknjemem koščku sveta, da je Folkston eden od najboljših krajev na svetu za opazovanje vlakov in da se prav zaradi tega konjička ustavljajo pri njem ljudje z vsega sveta. Resnici na ljubo sem zanj prvič slišala prav od njega. Ima pa Folkston zares železniško postajo, na kateri naj bi se ustavilo kar 45 vlakov dnevno. Vendar vlaki niso bili razlog

najinega obiska. Z možem sva se v njem ustavila kot izhodišču za vstop v močvirje Okefenokee. Sredi zrcalno črnega močvirja, ki mu dajejo dodatni mistični pridih drevesa s spuščeni zavesami znamenitega predstavnika ameriškega juga – španskega mahu, sva bila tisti dan edini človeški bitji. Glasove neokrnjene narave, ki so se širili po tej nenavadni pokrajini, so motili le udarci vesel najinega kanuja ob vodno gladino.

## **Drhteča zemlja ali brbotajoča voda**

Izvor besede Okefenokee je skrivnosten kot močvirje samo. V jeziku Indijancev Hičiti (Hitchiti), ki so nekoč živeli na območju Okefenokee, naj bi ime pomenilo zemljo, ki

trepetaja. Povezano naj bi bilo z neutrjenimi plastmi šote, zaradi katerih ob hoji po njej trepetajo okoliška drevesa in grmi. Kakorkoli, po novejših razlagah jezika Hičitov naj bi Okefenokee pomenilo vodo, ki brbota.

Indijanske legende pripovedujejo, da je bilo močvirje grozljivo in da se tudi najpogumnejši bojevniki niso upali iti globlje vanj, saj je bilo polno kač, aligatorjev in panterjev. To je bilo gotovo res, saj je Okefenokee še danes njihovo naravno zavetišče, ki je z zakonom zaščiten od leta 1939.

### Okefenokee je eno najstarejših in najbolj ohranjenih območij sladke vode v Ameriki

Močvirje Okefenokee je med največjimi na svetu. Dolgo je približno 65 kilometrov in široko 40 in se razteza na skoraj 1.800 kvadratnih kilometrov velikem ozemlju znotraj velikanske globeli, ki leži 80 kilometrov stran od Atlantskega oceana. Kot krožnik oblikovana globel je bila nekoč morsko dno, na katerem pa se je v zadnjih 6.500 letih kopičila šota. Proti oceanu močvirje zamejuje nizki peščen rob, ki preprečuje, da bi voda neposredno odtekala v Atlantik. V resnici je močvirje višje od okolice in dvignjeno 30 metrov nad morsko gladino. Podtalnica iz močvirja odteka in v njem ni izvirov. Čeprav je močvirje izključno dar dežja, vodo zadržuje do mere, ko se še vedno vzdržuje kot močvirje in celo napaja dve zelo različni reki, ki iz njega iztekata. Reka Suwannee začinja svojo pot v samem središču močvirja in teče proti Mehikemu zalivu, medtem ko Reka svete Marije teče iz jugovzhodnega dela in se izliva v Atlantski ocean.

Nastanek močvirja Okefenokee ostaja uganka. Dolgo so se geologi strinjali, da naj bi se začelo v obliki slane lagune, ki jo je peščen greben omejil od Atlantskega oceana v času pleistocena pred kakšnimi milijoni leti. Zdaj pa niso več tako prepričani. Po eni od novejših teorij naj bi se začelo kot sladkovodno jezero, ki se je počasi krčilo.

### Okefenokee označujejo trije glavni tipi pokrajine: prerije, otoki in jezera

Ekosistem močvirja Okefenokee temelji na šoti. Količina šote v močvirju je ogromna in je nastala z gnitjem bujne močvirske vegetacije v več tisoč letih. Šotna podlaga je plitkejša ob robovih, a visoka do šest metrov v sredini. Šota leži na neprepustni plasti ilovice. Če se v šotni plasti naredijo luknje, se v njih nabira voda in tam tudi ostane. Nekatere od takih lukenj so velike kot mala jezera in to so v resnici močvirske prerije.

Mokre prerije predstavljajo vsa odprta območja. V njih je voda zelo plitka in zarasla le z visokimi travami. V območju prerij ne boste nikoli našli dreves. Iz gnijoče vegetacije, ki se nabira na dnu, izhajata metan in vodikov sulfid. Občasno povzročita, da močvirno dno počni in na površino prerije izloči velike kose šote. Ta šota, ki jo podpirajo pod njo ujeti plini, se osuši in spremeni v plavajoče otoke, ki jih polagoma naselijo rastline. Prvi prišleki na plavajoče otoke so makrofiti, komaj vidni s prostim očesom. Sledijo jim šaši in trave, nato pridejo grmovnate rastline, kot sta cirila (*Cyrilla racemiflora*) in jelšica (*Clethra* sp.), pogosto pomešani s strupenim ameriškim bezgom (*Toxicodendron vernix*) in s strupenim octovcem (*Toxicodendron radicans*). Če je plavajoči otok dovolj velik in njegova površina dovolj osušena, na njem lahko vzkalijo semena dvorednega taksodija (*Taxodium distichum*), kipečega taksodija (*T. ascendens*), velecvetne magnolije (*Magnolia grandiflora*), močvirskega tupela (*Nyssa biflora*), rdečega javorja (*Acer rubrum*) in različnih vrb.

Ko korenine dreves dosežejo močvirsko dno, se vanj ukoreninijo, posamezni otok pa zasidra na mesto. Takim raztresenim gručam dreves in podrasti so prvi naseljenci rekli »drevesne hiše«. V podrasti so zelo pogoste različne vrste mesojedih rastlin, med njimi mešinke (*Utricularia* sp.) in vrčnice (*Sarracenia psittacina* in *S. minor* var. *okefenokeensis*).



Počitek na jezercu sredi prerije, ki jo na bolj osušenih območjih obrobajo sestoji močvirskih dreves. Foto: Tom Turk.

Mesojede vrčnice (*Saracenia* sp.) privabljajo žuželke s cvetovi in sladko tekočino, s katero so do polovice napolnjeni vrčki. Notranjost vrčkov je prekrita s togimi laski, ki žuželkam omogočajo hojo navzdol, a jim preprečujejo vzpon nazaj. Tako se pot žuželk neizogibno konča z utopitvijo. Rastline nato z encimi razgradijo mehke dele žuželk, skeleti pa ostanejo ujeti v vrčkih. Foto: Tom Turk.





*Kjer so tla že bolj osušena, se pojavlja značilna atlantsko obalno-nižinska združba dolgoiglastega bora (*Pinus palustris*) in žagastega palmeta (*Serenoa repens*). Foto: Tom Turk.*

S širjenjem »drevesnih hiš« so nastali tako veliki otoki, da imajo celo imena in so bili v zgodovini močvirja celo naseljeni.

V močvirju so tudi večja območja odprte vode, ki oblikujejo številna jezera. Med njimi jih je kar šestdeset dovolj velikih, da so poimenovana. Njihova globina pa je različna – od enega do dvanajstih metrov. Voda v močvirju je bleščeča kot zrcalo in izjemno čista. Njena bistrnost je v velikem nasprotju z našim pojmovanjem bistrine, saj je popolnoma črna zaradi taninov, ki se izločajo iz šotnih skladov. Zaradi šote je tudi izjemno kisla in njena vrednost pH ne presega 3,5. Večino območja predstavlja obalno-nižinsko močvirje, ki ga počasi zaraščajo visoki in vitki dvoredni taksodij, njegova nižje rastoča varieteta *T. distichum* var. *imbricarium*, ki jo nekateri štejejo za samostojno vrsto – kipeči taksodij in močvirski tupelo. V višje ležečih in bolj suhih območjih prevladuje značilna združba jugovzhoda Združenih držav Ame-

rike – združba obalno-nižinskih sestojev hrastov in »hammocka«, v kateri prevladujejo gosti sestoji različnih vrst vedno zelenih hrastov. Še više se pojavlja atlantsko obalno-nižinska združba dolgoiglastega bora (*Pinus palustris*).

### **Močvirje gradijo voda in požari**

Čeprav se morda sliši protislovno, poleg vode močvirske življenjske prostore pomembno označujejo tudi požari. Jezera in prerije nastajajo po dolgih obdobjih suše, v katerih požari požgejo plasti vegetacije in šote. Že ena sama strela lahko sproži požar, v katerem zgorijo drevesa in grmovje. Če zagori tudi šota, nastane v šotnem skladu luknja. Ko pade dež, deževnica napolni prostore, ki jih je oblikoval ogenj. Kasnejša suša ponovno zniža gladino vode, s čimer se na površini ponovno razgalita vegetacija in šota. Z ognjem se močvirje znebi stare vegetacije in pripravi hranila za novo. Ogenj vzpostavlja



*Brez cikličnih požarov bi se močvirje polagoma preoblikovalo v gozd. Foto: Tom Turk.*



ritem, ki določa večni krog močvirskega življenja.

Požari so nujni za obstoj močvirja, brez njih bi se močvirje počasi preoblikovalo v gozd, kar se na nekaterih mestih že dogaja. Kljub velikim sušam požari v močvirju niso več samoumevni. Razlog je jez, ki so ga ob koncu petdesetih let prejšnjega stoletja zgradili na reki Suwannee. Jez naj bi zadrževal višjo raven vode v močvirju v času suše. Postavitev jezov pa ni imelo nobene povezave z zaščito močvirja, temveč so na ta način želeli zaščititi komercialne borove gozdove tik za mejo močvirja.

Načeloma jez deluje po pričakovanjih in voda je višja. Vendar pa se je z dvigom vodne

*Čeprav taksodiji – na sliki je kipeči taksodij (*Taxodium ascendens*) – dobro uspevajo v nižji višini vodne gladine, pa za kalitev in začetne stopnje rasti potrebujejo suha tla. Foto: Tom Turk.*

gladine zelo zmanjšala pojavnost požarov, kar že spreminja prvotni značaj pokrajine. Zelo se je povečala kolonija ameriških belih ibisov (*Eudocimus albus*), z njimi pa tudi količina s hranili bogatega gvana. V bližini kolonije danes uspevajo najvišja drevesa na tem območju. Zaradi višje vode se zelo povečuje tudi količina močvirskega tupela. Kaj se bo zgodilo v prihodnje, naravovarstveniki lahko le ugibajo. Predvidevajo, da se bo zmanjšalo število najznačilnejših dreves močvirja – močvirskih cipres taksodijev, saj ti potrebujejo za uspešen začetek rasti suha tla. Verjetno bo propadla še kakšna druga vrsta dreves, ki ne prenese stalno visoke vode.

### Močvirje je dom številnim živalim

Tiho plovbo najinega kanuja skozi odprte jezerske vode je prekinjalo le opazovanje čapelj, ibisov, ogroženih lesnih štorkelej (*Mycteria americana*), ribjega orla, sokola in drugih od 232 vrst ptičev, ki so jih znanstveniki že opazili na tem območju. Na območju živi tudi 66 vrst plazilcev. Med njimi so seveda ameriški aligatorji (*Alligator mississippiensis*) kot najznačilnejši predstavniki. Za večino od njih sva bila popolnoma nezanimiva in sva lahko mirno opazovala njihov značilni prazgodovinski smehljaj med mirnim ležanjem na otočkih ali podrtih drevesih. Še posebej so bili mirni v zgodnjem in še nekoliko hladnem jutru. Kasneje, ko je sonce dodobra ogrelo odprte prerije, pa so postali precej bolj živahni in so kar nekajkrat zamajali najin čoln. Na podrtih deblih dreves, ki štrlijo iz vode, se pogosto sonči-



Velika modra čaplja (*Ardea herodias*) čaka na plen. Foto: Tom Turk.

jo želve ameriške sklednice (*Pseudemys concinna*) ali aligatorske hlastavke (*Macrochelys temminckii*). Slednje lahko dosežejo težo do sto kilogramov in plenijo vse od rib, močeradov, žab in drugih želv, a se modro izogibajo bojev z aligatorji. V močvirskih vodah živi tudi 36 vrst rib. Pogoste so kače, med katerimi sva srečala veliko črno diamantno klopotajo (*Crotalus adamanteus*). Okefenokee je dom 48 sesalskim vrstam, med njimi tudi floridskemu črnemu medvedu (*Ursus americanus floridanus*), ki nama je prečkal pot.





*Čeprav so lesne štorklje (*Mycteria americana*) ogrožena vrsta, so v močvirju Okefenokee številne.*  
*Foto: Tom Turk.*



*Kolonija ameriških belih ibisov (*Eudocimus albus*) se je v močvirju po postavitvi jezusa še povečala.*  
*Foto: Tom Turk.*



*Večina podrtih dreves, ki štrlijo iz vode, je čez dan zasedena, pogosto z ameriskimi sklednicami (Pseudemys concinna).  
Foto: Tom Turk.*

*Aligatorji (A. mississippiensis) so pogosti na plavajočih otokih in v vodi. Foto: Tom Turk.*





*Črna diamantna klopotača (Crotalus adamanteus) je največja klopotača in med najtežjimi strupenimi kačami, saj so največje lahko težke tudi okrog 15 kilogramov. Foto: Tom Turk.*

Kljub malo otrdelim nogam in malo bolečim rokam po celodnevem veslanju sva zadovoljno končala močvirsko avanturo. Po njej lahko pritrdiva prvemu upravniku Naravnega rezervata Okefenokee Johnu M.

Hopkinsu, ki je o njem napisal: »V letih, ko sem ga spoznaval in ga imel rad, sem ugotovil, da močvirje ni grozljivo in nevarno, temveč nebeški prostor miru in zatočišče pred nevarnostmi zunanjega sveta.«



# Páramo – narava visokogorja ekvadorskih Andov

Matija Križnar

Visokogorski grebeni, ponekod ločeni z globokimi dolinami in kanjoni, ki se raztezajo od severa proti jugu, to so južnoameriški Andi. To gorstvo je rezultat močne tektonske dejavnosti in z njo povezanim vulkanizmom, ki ponekod tvorijo najvišje vrhove Andov. Vulkanski vrhovi so gotovo najbolj prepoznavni znaki tudi v ekvadorskih Andih, kjer se je pod njimi oblikovala zanimiva pokrajina, imenovana páramo.

## Visokogorski ekvadorski travniki

Ekvador se ponaša z izjemno pestro in zanimivo naravo, od deževnega gozda do s

snegom pokritih vrhov, ki kraljujejo nad pokrajino. Ko se dvignemo nad gozdno mejo, kmalu lahko opazimo spremembe. Na nadmorskih višinah od 3.000 do 5.000 metrov goste sestoje dreves zamenja travnata in z nizkim grmičevjem porasla tundri podobna pokrajina páramo. Sega vse do območja s stalnim snegom, ki ugasle vulkanske stožce pogosto pokriva vse leto. Ta ekosistem se razteza od Venezuele do severnega Peruja, nekaj območij pa najdemo celo v srednjeameriški Kostariki in Panami. Páramo sodi med najbogatejše visokogorske ekosisteme z veliko biotsko raznovrstnostjo in je hkra-

*Veličasten pogled na stožec vulkana Cotopaxi. Zaradi aktivnosti so ponekod pobočja razbrazdana in razkrita.*

*Foto: Matija Križnar.*



ti izjemno ranljivo območje. Endemične rastlinske in živalske vrste so dobro prilagojene na neusmiljeno naravo párame. Ti naravni elementi so zelo različni, od močne sončne svetlobe ter hitrih in krajevnih podnebnih sprememb do nizkih temperatur ter nizkega zračnega pritiska. Skoraj na vsakem koraku opazimo te prilagoditve, ki so na Alpe navajenemu Slovincu zagotovo nenavadne in »čudne«.

Páramo pomeni tudi bivalno okolje za ljudi in marsikje so si staroselci že pred tisočletji prisvojili del tega okolja. Posekali in porezali so grmičevje, kaktuse, bromelijevke in trave ter tako »očiščena« območja spremenili v obdelovalne površine. Še danes lahko v tem visokogorskem okolju najdemo na izjemno strmih območjih z roko obdelane njive in trdožive domačine, ki se trudijo pridelati vsaj eno letino ter bijejo neusmiljeni boj za preživetje. Da bi v Ekvadorju zaščitili vsaj del te edinstvene pokrajine in ekosistema, so po vsej državi ustanovili parke, kjer skrbno varujejo naravo in nadzorujejo obisk.

### V objemu vulkanov

V nebo dvigajoči se kraterji ugaslih in ponekod še delujočih vulkanov so eden izmed vzrokov za nastanek páramske pokrajine. Debele plasti piroklastičnih sedimentov so idealna podlaga za rast marsikatere rastline, med katerimi najdejo zavetje tudi mnoge ptice, plazilci, žuželke in druge živali. Če k temu dodamo še jezero, ki je nastalo v ugaslem vulkanskem kraterju ali na ravnici, je okolje skoraj idealno. Takšno pokrajino lahko najdemo pod simbolom andskega vulkanizma – aktivnim stratovulkanom Cotopaxi (5.897 metrov), kjer je tudi enako imenovani narodni park. V neposredni bližini omenjenega vulkana ležita še dva nedejavna stratovulkana Rumiñahui (4.721 metrov) in Sincholagua (4.899 metrov).

Na ravnici pod Cotopaxijem leži zanimivo jezerce Limpiopungo (na višini 3.880 metrov), okoli katerega vodi tudi pohodniška pot. Jezerce, globoko vsega meter, običajno

pa še manj, je posuto z manjšimi travnatimi otočki, kjer so zatočišče našle mnoge ptice, od andskih galebcev (*Chroicocephalus serranus*) do gorskih lisk (*Fulica ardesiaca*). Po okolici jezera se sprehajajo svetovljanske kravje čaplje (*Bubulcus ibis*), ekvadorski drozgi (*Turdus maculirostris*) in andske pribe (*Vanellus resplendens*). Posebej zanimivi so majhni, a glasni kolibriji, ki se hranijo na cvetovih rastline *Chuquiraga jussieui*, ki spominja na križanca med kaktusom in iglavcem. Med kolibriji so najbolj pogosti modrouhi (*Colibri coruscans*), dolgokljuni (*Ensifera ensifera*) in andski kolibri (*Oreotrochilus chimborazo*), ki nosi vrstno ime po najvišjem ekvadorskem vrhu in vulkanu Chimborazo (6.263 metrov). Vetrovno in pregledno pokrajino s pridom izkoriščajo tudi mnoge ujede, kamor sodi tudi že zelo redek obiskovalec Ekvadorja andski kondor (*Vultur gryphus*). Opaziti pa je mogoče tudi manjšega orla (*Geranoaetus melanoleucus*), ki je krožil nad grmičasto pokrajino.

Okolica Cotopaxija nudi zatočišče tudi sesalcem, a ne lamam ali alpakam, ki so sicer zelo redke celo na gorskih kmetijah. Okolje je primerno za gorskega tapirja (*Tapirus pinchaque*) in medveda očalarja (*Tremarctos ornatus*), ki sodita med zelo ogrožene in redko opazovane vrste v páramu. Manjši sesalci, kot je gozdni (andski) kunec ali tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*), se skrivajo v gostem grmičevju in med šopi trav. Enaka zatočišča išče pred plenilci tudi kuščar *Stenocercus guentheri*, ki ima po vseh Andih še vrsto svojih sorodnikov.

Tudi park pod Cotopaxijem ni imun za človeške posege, saj vse do njegovih mej segajo obsežni nasadi borovcev in nekaterih drugih dreves. Vendar tudi to neavtohtono rastlinstvo nudi zatočišče mnogim živalim. Ob ogledu enega izmed nasadov smo opazili nenavadno rdečkasto barvo skorje borovcev. Vodnik, ki nam je bil dodeljen ob vходу v park, je obarvanost skorje povezal z železom



*Jezero Limpiopungo z vulkanom Rumiñahui v ozadju. Na otočkih sredi jezera (desno) gnezdiijo andski galebi (Chroicocephalus serranus), okolico pa prerašča redko grmičevje. Foto: Matija Križnar.*

*Za páramo značilno grmičevje nebinovke (Chuquiraga jussieui). Na njenih cvetovih se hranijo tudi kolibriji. Foto: Matija Križnar.*





*Modrouhi kolibri (Colibri coruscans) v vsej svoji barvitosti. Ti majhni ptički so še kako glasni in prepirljivi. Običajno je za opazovanje in fotografiranje potrebno nekaj potrpežljivosti, saj pogosto posedajo na istih vejah.*  
*Foto: Matija Križnar.*

*Andski kunec ali tapeti (Sylvilagus brasiliensis) se skriva v gostem grmičevju. Foto: Matija Križnar.*





*Kuščarji, kot je tale iz rodu Stenocercus, so pogosti tudi na teh višinah Ekvadorja. Foto: Matija Križnar.*

bogato prstjo in hkrati opomnil na neuporabnost lesa iz tega nasada. Po neobdelanih površinah lahko opazujemo tudi črede ovac in krav, medtem ko so druge domače živali zelo redke.

### **Park Cajas**

Iz starodavnega mesta Cuenca se lahko povzpemo še v enega izmed čudovitih ekvadorskih narodnih parkov Cajas (špansko Parque Nacional Cajas). A nastanek tega naravnega pojava ni povezan z vulkani, ampak z ledeniškim delovanjem. Park dnevno sprejme omejeno število obiskovalcev, ki jih strogo nadzorujejo že pri samem vходу v park, nato pa še pri izstopnih točkah ob pohodniških poteh. Po parku vodi več poučnih planinskih (pohodniških) poti.

In kaj naredi park tako izjemen? To so gotovo njegova ledeniška jezera in zamočvirjene kotanje, ki jih je po vsem območju raztresenih približno 250 ter jih obkroža značilna pokrajina páramo. Mnoga jezera

so med seboj povezana s potoki, ki ponekod ustvarjajo zanimive brzice, slapiče ali celo slapove. Rastlinska podlaga je izjemno pestra, med njo pa prevladuje šopasta trava rodov *Calamagrostis* in *Festuca*, med katero se dvigujejo veliki listi bromelijevk rodu *Puya* in njihovi cvetovi. Redki sestoji grmičevja in nizkoraslih dreves *Polylepis incana* dajejo pokrajini še poseben čar. Ne smemo pozabiti tudi na ostale vrste bromelijevk, ki jih lahko najdemo povsod, od negostoljubnih skal vse do električnih žic. Vsekakor bi botanik v parku Cajas našel izjemno pestrost rastlin, celo nekatere starodavne predstavnike lisičjakovcev, ki se razraščajajo po okoliškem skalovju.

Prav močvirnato in vlažno okolje je idealno za dvoživke, kot so žabe. Njihovo oglašanje je posebej glasno ob mraku in dežju. Kljub zelo temeljitemu opreznju je žabice izjemno težko opaziti in ko se jim približamo, običajno utihnemo. V parku Cajas najdemo





*Značilna pokrajina v parku Cajas z mnogimi jezeri, močvirji, bromelijevkami in šopi trav. Redke sestoje gozda tvorijo drevesa rodu Polylepis. Foto: Matija Križnar.*

*Nizkorastoča kobulnica *Azorella pedunculata* tvori ogromne zaplate ter je odlično prilagojena visokogorju. *Azorella* uspeva predvsem v predelih, bogatih z zemljo. Foto: Matija Križnar.*





*Živordeče »jagode« (storžki) efedre (Ephedra americana) na ravninah in bolj subih predelih párama.  
Foto: Matija Križnar.*

*Mlada bromelijevka (Puya sp.) uspeva sredi razmočene pokrajine. Foto: Matija Križnar.*





Pogosti prebivalci parka Cajas so tudi značilni južnoameriški lončarji (Furnariidae). Ptice so dobile ime po svojih iz »gline« zgrajenih gnezdirih v obliki loncev. Foto: Matija Križnar.

zelo raznolik rod žabic *Pristimantis* z nekaj endemičnimi vrstami. Omenjene žabe svoje mlakuže delijo tudi z vrstami iz rodu harlekink (rod *Atelopus*) in nekaterimi endemičnimi regami rodu *Gastrotheca*. Pod gladino jezer opazimo neavtohtone ribje vrste, kot sta potočna postrv (*Salmo trutta*) in šarenka (*Oncorhynchus mykiss*), ki so pobegnile iz ribogojnic pod parkom ali so jih zaradi ribolova vnesli v parkovne vode.

Podobno kot pri jezeru Limpiopungo tudi tukaj preletavajo kolibri *Metallura baroni* in celo orjaški kolibri (*Patagona gigas*). Po razmočeni pokrajini so za žuželkami stikali lončarji (družina Furnariidae), ki delajo družbo še več kot 150 drugim ptičjim vrstam v parku. Veliko manj je v parku sesalcev, primer sta endemična miš (*Chibchanomys orcesi*) in oposum (*Caenolestes tatei*). V park zaidejo tudi pume, lisice, koatiji, kunci, ježeveci in mnogi manjši sesalci.

O nastanku razgibane in razbrazdane pokrajine, prepredene z jezeri, priča značilna

geomorfologija. Sledovi pleistocenskih ledenikov so vidni povsod: značilno obrušene površine večjih skalnih sten, zasipi ledeniških moren ter različno veliki balvani, ki ležijo raztreščeni po vsem parku. Le najvišji vrhovi, ki so ušli lomilni moči ledenikov, štrlijo kot nekakšni nebotičniki nad parkom in se pogosto skrivajo za begajočimi oblaki. Visokogorska narava ekvadorskega párama je za nas Evropejce nekaj novega in posebnega. In če k temu dodamo še izjemno pestrost in raznolikost živali in rastlin, je doživetje nepozabno. Tega se zavedajo tudi prebivalci Ekvadorja, ki imajo na svojem ozemlju zaščitene skoraj petdeset območij (parki, rezervati). Sem sodijo nepregledni predeli porečja Amazonije, visokogorska območja Andov in svetovno znani Galapagos, ki ga bomo predstavili v enem izmed prihajajočih števil *Proteusa*.

# Zgodba o Mayerjevem ušivcu (*Pedicularis x mayeri*), novem endemitu Jugovzhodnih Alp in zakaj ima klasično nahajališče na Črni prsti in ne na Košuti

Igor Dakskobler, Branko Vreš

Za vrste iz rodu ušivcev (*Pedicularis*) je znano, da se med seboj pogosto križajo. V Sloveniji poznamo 13 vrst, največ med njimi jih uspeva v gorskem svetu, še posebej v Alpah. Le nekateri med njimi pa rastejo na podobnih rastiščih in je medsebojno križanje mogoče. V juliju leta 2015 smo postali pozorni na križanca med julijskim (*Pedicularis julica*) in glavičastim ušivcem (*Pedicularis rostratocapitata*) in na podlagi primerkov iz sosesčine Črne prsti opisali nov takson *Pedicularis x mayeri*. Poimenovali smo ga po znamenitem slovenskem botaniku Ernestu Mayerju (1920–2009), ki mu je bil rod ušivcev posebej ljub.

Zgodbo pripovedujem v prvi osebi, končal pa sem jo lahko le s pomočjo soavtorja, Branka Vreša. Že davno (1992) sem v

*Proteusu* (55, 2) poročal, kako me je iskanje kratkodlakave popkorese (*Moehringia villosa*) pod Črnim vrhom nad Batavo privedlo do nepričakovanega odkritja novega nahajališča kortuzovke (*Cortusa matthioli*). 7. julija leta 2015 so bile povod za moj terenski dan po grebenu Tolminsko-Bohinjskih gora med Hohkovblom (Matajurskim vrhom) in Črno prstjo murke. Želel sem se še enkrat prepričati, ali na tem grebenu, še posebej na alpskih tratih Poljanskega in Konjskega vrha ter Čétrta, morda uspeva tudi kakšna iz skupine rdečih murk (*Nigritella rubra* agg.). Pot sem zgodaj zjutraj začel v Rutarskem gozdu, se povzpel na sedlo med Hohkovblom in Poljanskim vrhom in v sončnem, a precej vetrovnem vremenu nadaljeval po grebenu proti Črni prsti. Nisem popisoval, v glavnem sem le fotografiral. Med murkami



Nahajališče (rdeči krog) Mayerjevega ušivca (*Pedicularis x mayeri*) nad sedlom Vrata na pobočju gore Čétrt (slikano iz smeri Črne prsti).

Foto: Igor Dakskobler.

sem opazal le črno oziroma Rhellikanovo (*Nigritella rbellicani*) in njene pogoste križance z navadnim kukovičnikom (*Gymnadenia conopsea*) – *xGymnigritella suaveolens*, tudi kakšnega z dehtečim kukovičnikom (*G. odoratissima*) – *xGymnigritella heufleri*. Okoli pol enajstih sem se že spuščal s Čétrti, kopraste gore in prvega zahodnega soseda Črne prsti, proti Vratom (1.704 metrov), strmemu prehodu z bohinjske na primorsko stran (ali obratno). Od tu se steza vzpne pod Ježem na Črno prst. Večinoma sem do zdaj hodil po lahkem travnatem brezpotju. Malo nad Vratom (okoli 1.730 metrov nadmorske višine) pa sem stopil na označeno planinsko pot in se zazrl skupino nenavadnih, roza cvetočih ušivcev tik pod nosom. Tod mimo sem v času gorske pomladi in poletja že velikokrat hodil, a moj pogled je bil očitno drugje. Odložil sem nahrbtnik in začel fotografirati, pri čemer mi je veter povzročal precej težav. Dve rastlini sem nabral za herbarij. Nato sem se lotil popisa zelo strmega in deloma kamnitega in skalnatega prisojnega travišča, ki se s Čétrti spušča proti Stržičam, slikoviti vasi nad Baško dolino.

Popisoval sem sestoj združbe vednozelenega šaša in izrodne zlatice (*Ranunculo hybridi-Caricetum sempervirentis*). Blizu gruče roza cvetočih ušivcev je bila rozeta glavičastega ušivca (*Pedicularis rostratocapitata*), julijskega ušivca (*Pedicularis julica*), ki je bolj značilen za popisano združbo, pa sem tisti dan opazil šele ob poti od Vrat proti Črni prsti. Doma sem po pregledu herbarija, fotografij in literature ugotovil, da je nenavadni roza cvetoči ušivec najbrž križanec med julijskim in glavičastim ušivcem. O najdbi sem poročal svojemu dolgoletnemu sodelavcu, botaničnemu učitelju, svetovalcu, pomočniku in prijatelju Branku Vrešu. Prosil sem ga, da ime križanca vnese v našo inštitutsko podatkovno bazo FloVegSi, a še prej preveri, če je morda znano že od prej. Sam sem njegovo nahajališče obiskal še enkrat čez deset dni, dopolnil fitocenološki popis in na njem našel tudi julijskega ušivca, križanec pa je takrat že odcvetel. Po pregledu literature sva z Brankom ugotovila, da je že bil opisan križanec med podaljšanim ušivcem (*Pedicularis elongata* s. str.) in glavičastim ušivcem, znanstveno ime zanj je *Pedicularis x bohatschii*.



*Julijski ušivec*  
(*Pedicularis julica*) na  
sedlu Vrata pod Črno  
prstjo. Foto: Branko  
Vreš.

Julijski ušivec nekateri obravnavajo kot podvrsto podaljšanega ušivca (*Pedicularis elongata* subsp. *julica*), drugi ga vrednotijo kot samostojno vrsto (*P. julica*). Vsekakor kombinacija *Pedicularis julica* E. Mayer × *Pedicularis rostratocapitata* Crantz še ni imela imena, zato sva se čez zimo lotila opisa novega taksona. Sam sem pripravil osnutek in fitocenološko oznako rastišča, opis je dopolnil in po botaničnih pravilih dodelal Branko. V njem sva napisala, da so listi listne rozete

novega križanca podobni tistim, ki jih ima julijski ušivec, socvetje je glavičasto in po obliki v začetku cvetenja precej podobno socvetju glavičastega ušivca, vendar precej bolj podaljšano. Podporni listi cvetov so pernatodeljeni, zgornji trikрпи in precej kuštravo dlakavi. Čaša je kuštravodlakava, podobna čaši julijskega ušivca. Venec je nekoliko daljši od venca julijskega ušivca, dolg do 20 milimetrov. Zgornja ustna je rumenkasta z roza kljuncem, spodnja ustna pa svetlo roza



*Mayerjev ušivec (Pedicularis x mayeri) na klasičnem nahajališču na pobočju gore Čétrrt. Foto: Igor Dakskobler (levo), Branko Vreš (desno).*



*Cvetovi glavičastega (levo), julijskega (desno) in Mayerjevega ušivca (v sredini). Foto: Branko Vreš.*

in resasta, vendar nekoliko manj resasta kot spodnja ustna glavičastega ušivca.

Plod je priostrena glavica, približno enako dolga kot čaša. Ime sem izbral sam. Ob ušivcih najprej pomislim na pokojnega profesorja Ernesta Mayerja in njegov opis julijskega ušivca s Črne prsti, čeprav sva se o ušivcih kdaj pogovarjala tudi z drugim pokojnim dragim učiteljem, Tonetom Wraberjem.

Z Brankom sva se dogovorila, da dokončni opis oddava šele, ko ga bo tudi on priho-

dnje poletje videl v živo. To se je zgodilo 12. julija leta 2016. Dan prej sem bil na terenu na grebenu od Tolminskega Migovca preko Tolminskega Kuka do Mahavščka. Ob spustu po stari vojaški poti s sedla med vzpetinama Kser in Vrh Škrli proti dolini Tolminke sem na kamnitem travišču, na nadmorski višini 1.760 metrov, presenečeno opazil ušivce z roza cvetovi, zelo podobne tistim pod Čétrtom pri Črni prsti.

Tudi tu sta v bližini rasla tako julijski kot glavičasti ušivec.

*Rastišče Mayerjevega ušivca pod goro Vrh Škrli nad dolino Tolminke.*

*Foto: Igor Dakskobler.*



*Glavičasti ušivec (*Pedicularis rostratocapitata*) pod goro Vrh Škrli (levo) oziroma pod goro Čétrt (desno). Foto: Igor Dakskobler (levo), Branko Vreš (desno).*



Ko sem primerke in fotografije pokazal Branku, mi je pritrnil in preden je v začetku avgusta odšel na dopust, je dodelal opis in oddala sva ga Rolandu Eberweinu, uredniku revije *Wulfenia*. Konec julija istega leta sem pod Malim Raskovcem v grebenu med Rodico in Matajurskim vrhom opazil še tretje nahajališče. Toda bil sem prepozen, primerki so bili odcveteli in zanesljivost tega nahajališča, ki je na bohinjski (torej gorenjski) strani grebena, bo treba potrditi v naslednji vegetacijski sezoni. Rastišče in rastlinska združba pa sta v vseh treh primerih zelo podobni.

A zgodbe še ni konec in spet so posredi murke. 5. julija leta 2012 me je Branko Dolinar, zelo dejaven botanik in priznan strokovnjak za kukavičevke, povabil na izlet na Košutnikov turn v grebenu Košute v osrednjih Karavankah. Pokazal mi je nenavadne murke, ki jih je poznal že naš nestor prof. Vlado Ravnik in jih imenoval »škrlatno-rdeči takson«. Na njihovih nahajališčih sva naredila šest fitocenoloških popisov. Pozneje sem jih vnesel v podatkovno bazo FloVegSi in bolj ali manj na ta izlet pozabil, tudi zato, ker so mi murke dovolj dela in preglavic povzročale že v Julijskih Alpah. Jeseni leta 2016 pa mi Branko piše in me vabi k sodelovanju pri opisu nove murke s Košute, kjer naj bi sodeloval s fitocenološkim opisom rastišč. Najine popise naj bi uredil v fitocenološko preglednico. To sem hitro storil in opazil, da imam v enem popisu, naredil sem ga na nadmorski višini okoli 1.900 metrov in v sestoji asociacije *Ranunculo-Caricetum sempervirentis*, tudi križanca. V bazo sem vnesel kombinacijo *Pedicularis rostratocapitata* × *P. spicata*, čeprav sem na popisih imel le vrsti *P. julica* in *P. rostratocapitata*. Sprva se za to neskladje nisem posebej zmenil, toda stvar se je zapletla, ker se je pokazalo, da bosta pod Košuto najbrž dve novi vrsti murk, ne samo ena. Zdaj nisem več vedel,

katera od obeh je bila na katerem od najinich popisov. V moji glavi je od tega sicer lepega izleta po preteku štirih let ostalo bore malo, pomagal sem si lahko le z beležnico in s fotografijami. Takrat sem že imel digitalni fotoaparater in šel sem od slike do slike in kliknil tudi na eno, ki mi je pokazala ušivca z roza cvetovi.

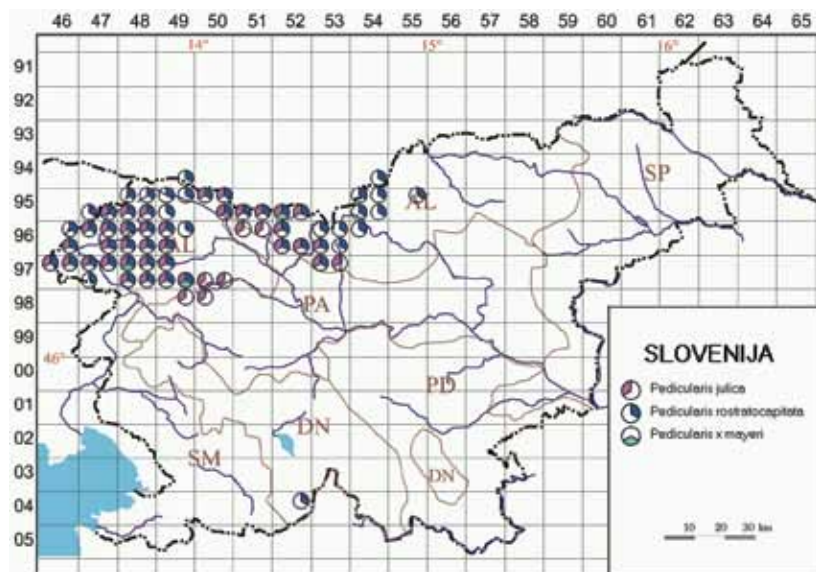
Ni bilo dvoma, bil je Mayerjev, prav tak kot sem ga tri leta pozneje opazil pri Črni prsti. Pod Košutnikovim turnom me je ta ušivec sicer zbegal, zapisal sem si, da je križanec, nabral herbarij in ga fotografiral, a potem nanj povsem pozabil. Prav lahko bi ostal še naprej prezrt, če me ne bi Branko Dolinar pritegnil k opisu nove murke. Kdo ve, zakaj se takrat zanj nisem pozanimal, podobno kot sem se ob najdbi pri Črni prsti. Čudna so pota Gospodova in čudno je včasih naše ravnanje. Branku Dolinarju dolgujem zahvalo in opravičilo. Če bi Mayerjevega ušivca opisali na podlagi primerkov s Košute,



*Mayerjev ušivec (Pedicularis × mayeri) pod Košutnikovim turnom v grebenu Košute.*

Foto: Igor Dakskobler.





Razširjenost  
julijskega  
(*Pedicularis julica*),  
glavičastega (*P.*  
*rostratocapitata*) in  
Mayerjevega ušivca  
(*Pedicularis x*  
*mayeri*) v Sloveniji.

kjer sem ga dejansko prvič opazil, nabral in fotografiral, bi bil on soavtor opisa, Košuta oziroma Košutnikov turn pa njegovo klasično nahajališče. Tako pa je za zdaj to edino znano nahajališče zunaj južnih Julijskih Alp, a se je z njim območje razširjenosti novega križanca in endemita precej povečalo. Košutnikov turn in Karavanke sva z Brankom Vrešem pred zadnjim korekturnim pregledom še lahko dopisala v najin članek v *Wulfeniji*. Že po oddaji teh korektur pa sem pomislil še na nekaj, na kar bi najbrž moral že veliko prej. Presneto, mi je kapnilo, saj so po prof. Mayerju lahko imenovali že kakšnega ušivca. Pogledal sem v članek, ki sta ga pripravila Tone Wraber in Mitja Zupančič ob profesorjevi osemdesetletnici (2001) in ki med drugim vsebuje tudi seznam taksonov, imenovanih po slavljenju. Med njimi je, z letnico objave 2001 (v istem zvezku *Razprav 4. razreda SAZU*), tudi vrsta *Pedicularis ernesti-mayeri* Stevanović, Niketić et D. Lakušić. Srbski botaniki so ga opisali na jugu takratne Jugoslavije, v Prokletijah. Domačega imena v angleščini pisanem članku s povzetkom v srbohrvaščini zanj niso napisali, saj za to v znanstveni objavi ni bilo potrebe. V primeru dveh po Ernestu

Mayerju imenovanih ušivcev pa ne gre za homonim (enako ime za dva različna taksona, kjer je veljavno le starejše ime). Različen je njun taksonomski rang (vrsta, hibrid) in predvsem njuno ime ni enako (*Pedicularis ernesti-mayeri*, *Pedicularis x mayeri*). Prvemu, ki v Sloveniji ne uspeva, bi lahko v slovenskem jeziku rekli prokletijski ušivec, novemu hibridu pa ostane ime Mayerjev ušivec. Čeprav je le križanec, zasluži zaradi redkosti našo pozornost in tudi varovanje, saj raste vsaj pri Črni prsti in pod Košutnikovim turnom v bližini pogosto obiskanih planinskih poti. Kdor ga želi fotografirati, se mora na pot podati v prvi polovici julija.

#### Literatura:

- Dakskobler, I., Vreš, B., 2016: *Pedicularis julica* E. Mayer  $\times$  *Pedicularis rostratocapitata* Crantz = *Pedicularis x mayeri* nothosp. nov., a new spontaneous hybrid in the genus *Pedicularis* L. *Wulfenia* (Klagenfurt), 23: 241–252.
- Stevanović, V., Niketić, M., Lakušić, D., 2001: *Pedicularis ernesti-mayeri* (P. subsect. *Comosae*, *Scrophulariaceae*), a new species from Mt Prokletije (Yugoslavia). *Razprave 4. razreda SAZU*, 42 (2): 209–228.
- Wraber, T., Zupančič, M., 2001: *Ob osemdesetletnici botanika Ernesta Mayerja. Razprave 4. razreda SAZU*, 42 (2): 7–38.

# Nekatere geološke posebnosti Lošča na Kozjanskem

Anton Polšak

Bralec se gotovo sprašuje, kaj zanimivega in za strokovno javnost neznanega lahko skriva 628 metrov visoki hrib Lošč na osrednjem Kozjanskem. Toda ta apnenčasti hrib prese- neča tako geološko kot botanično, a se tu omejujemo samo na kamninsko zgradbo. Poleg pestre kamninske zgradbe je mogoče jasno opaziti povezanost med tektoniko, reliefom in recentnimi geomorfološkimi pojavi na tem dokaj nepoznanem območju.

## Litotamnijski apnenec kot posebnost geološke zgradbe

Geološka zgradba neke pokrajine je lahko zelo pomembna, zlasti če gre za njen močan vpliv na druge prvine (prst, vodno mrežo, rastlinstvo in drugo). Geološka zgradba Kozjanskega je v tem smislu pomemben dejavnik, saj se razmere hitro spreminjajo kljub splošno prevladujočim plitvomorskim miocenskim usedlinam. O pestrosti geološkega dogajanja je pisal obširneje Buser (1984), čeprav nam tudi pogled na geološko karto v merilu 1:100.000 (list Celje)

da vedeti, da razmere niso enolične. Na to je opozoril tudi avtor (Polšak, 1994), ki je omenjal predvsem pomen vzhodno-zahodno potekajočih kamninskih pasov, ki so zaradi različne trdote in odpornosti proti zunanjim silam močno vplivali na reliefno plastiko, tako da lahko v marsikaterem pogledu govorimo o strukturnem reliefu. V svojem primeru nimam namena obširneje razglabljati o že znani geološki in reliefni zgradbi, zato izdajam primer litotamnijskega apnenca na Lošču (628 metrov).

Lošč gradi pretežno litotamnijski apnenec, ki je po nastanku grebenska tvorba rdečih alg oziroma litotamnij, ki se je odlagala v plitvem Panonskem morju. V to plitvo brakično morje so reke prinašale tudi prod, pesek in glino, iz katerih so nastajali enako stari konglomerat, peščenjak in laporovec. Te kamnine so zato zastopane tudi na preučevanem območju ali pa v bližnji okolici, le da so ponekod zaradi tektonskega dogajanja močno pretirte, drugod pa kompaktne, a vendar med seboj pomešane.



*Slika 1: Preučevano območje na topografski karti z označenim litotamnijskim apnenecem in najpomembnejšimi geomorfološkimi značilnostmi (rumeni krogi).*

*Osnova: Topografska karta 1:30.000, občina Šentjur pri Celju 1997.*

Litotamnijski apnenec v pokrajini zelo izstopa in ji daje na daleč vidno potezo prepadnih sten oziroma grebenovih sten nad njimi (*peči, pečine*), kar je opazil že Melik (1957: 555). Zaradi odpornosti kamnine je svet v litotamnijskem apnencu višji, kar lahko pripišemo tudi njegovemu znatnemu dvigu po končani sedimentaciji. V njem so se razvili tudi kraški pojavi (žlebiči, vrtače, podzemne jame, kraški izviri in podobno). Grebenski pas litotamnijskega apnenca se začne še v zahodnem delu Kozjanskega hribovja in se z manjšimi prekinitvami vleče preko osrednjega dela okrog Planine pri Sevnici (na njem je tudi daleč razpoznavni grad), nato pa sega še daleč na gričevnato vzhodno Kozjansko, kjer je najbolj viden in reliefno razgiban okrog Pilštanja. V širši proggi se vleče nato vse do vzhodnega obroba, ko hribovje že zdavnaj preide v gričevje. Pri Vrenski Gorci je eden najbolj znanih kraških pojavov – jama in zatrepna dolina Gruska, ki je naravni geomorfološki spomenik.

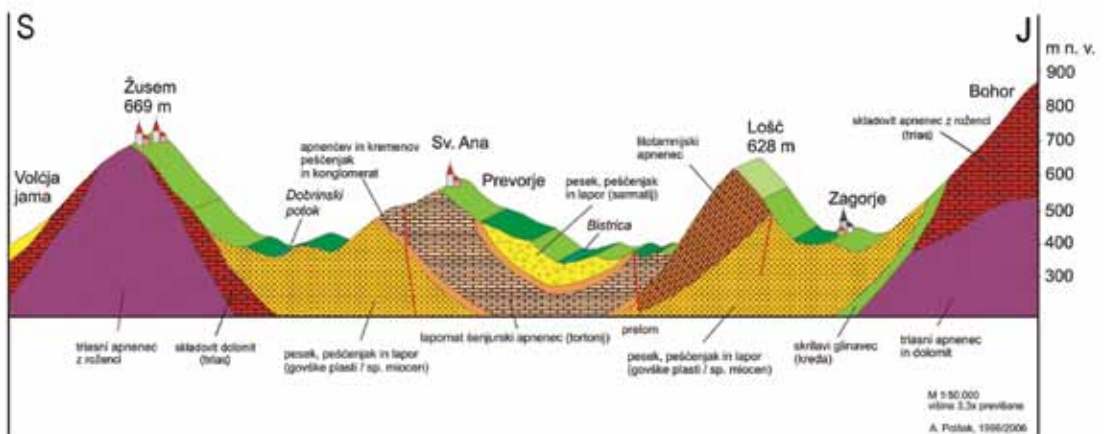
### Reliefne in geološke značilnosti Lošča

Hrib Lošč je ena od zadnjih višjih vzpetin na vzhodu Posavskega oziroma Kozjanskega hribovja. Z višino 628 metrov je za pri-

bližno 400 metrov nižji od Bohorja (Veliki Javornik), za 40 do 50 metrov pa tudi od Rudnice (Plešivec) in Žusma, a so vsi ti hribi iz triasnih kamnin (apnenec, dolomit in nekatere predornine), ki so odpornejše in trše. Za približno 70 metrov je nižji tudi od sosednjih Pečin (702 metrov), ki jih gradijo podobne kamnine, a jih od Lošča ločuje potok Leniška, ki je prerezal tamkajšnji apnenčasti in konglomeratni niz v krajši soteski. Krajevne morfološke in hidrografske razmere nakazujejo možnost, da se je to zgodilo celo z zadensko erozijo tega potoka (Kokole, 1971). Da je bil tok Leniške spremenjen konec terciarja ali v začetku kvartarja, nam kaže tudi nenavadna oblika njenega nekaj manj kot pet kvadratnih kilometrov velikega porečja. Lošč omejuje na severu dolina Bistrice, na vzhodu zlagoma prehaja v gričevje okrog Topolovega, na južni strani pa se naslanja na bolj uravnano površje okrog Zagorja. Najbolj strma pobočja, tudi s prepadnimi stenami, so tako v smeri proti povodju Leniške in njeni téсни zahodno od Lošča.

Lošč je v vzhodno-zahodni smeri razpognjen hrib; v dolžino meri približno 2,5 kilometra, v širino pa več kot kilometer.

Slika 2: Shematski geološki prerez širšega preučevanega območja v smeri sever-jug.





*Slika 3: Konglomerat z večjimi, do 8 centimetrov v premeru velikimi kremenovimi prodniki.*

*Foto: Anton Polšak.*

*Slika 4: Konglomerat s prebodom v apnenec (deloma biokalkarenit). Vidni so tudi ostanki raznih školjk in polžev. Foto: Anton Polšak.*



*Slika 5: Med bazalni konglomerat se je presenetljivo vrnil tudi kos apnenca. Ker ni videti prelomov, se je to gotovo zgodilo ob odlaganju gradiva v morju. V konglomeratu so posebnost tudi zelenkasti (keratofirski?) prodniki. Foto: Anton Polšak.*

*Slika 6: Iz finejšega konglomerata so pred sto in več leti klesali mlinske kamne (številke od 1 do 10). Rdeča barva kaže mejo med grobim konglomeratom zgoraj in finejšim konglomeratom spodaj. Vidimo, da sta mesti 1 in 2 v grobem konglomeratu, mesto 3 pa je večinoma že v finejšem konglomeratu. Za izdelavo mlinskih kamnov je bil očitno najustreznejši konglomerat iz drobnejših kremenovih zrn v velikosti do največ 7 ali 8 milimetrov. Če sodimo po največjem kamnu s premerom okrog 75 centimetrov, ki je bil izklesan na tem mestu, je morala njegova masa znašati skoraj 300 kilogramov.*

Južna pobočja so nekoliko strmejša kot severna, kar je posledica tektonskega dogajanja in strukturnega reliefa. V tej zvezi je pomembna tudi tako imenovana Planinska sinklinala, v kateri je ves osrednji del na prerezu prikazanega območja. K višinski razliki glede na okolico je precej prispeval tudi prelom, ki poteka ob južnem pobočju, nekoliko odmaknjeno od prepadne stene litotamnjskega apnenca (slika 1). Pri Lošču pridejo prepadne stene do izraza le

v njegovem jugozahodnem delu, ki smo si ga podrobneje ogledali. Ta del je za preučevanje najbolj zanimiv, saj so ostale nižje kamninske plasti kljub kopičenju preperine v dobršni meri še nezakrite. Drugje takih

prepadnih sten ni ali pa so že skoraj do vrha zakrite s pobočnim gruščem (melišči).

Hrib gradijo v celoti mlajše miocenske kamnine in so stare od 11 do 7 milijonov let. Pri tem je treba poudariti, da geološka karta (1 : 100.000, list Celje) kaže samo ta apnenec, dejanska zgradba je mnogo bolj pestra. Apnenčasti ostanki rdečih alg ali litotamnij so se namreč močno pomešali z debelej-šim ali drobnejšim prodom, ki so ga pred milijoni let v morje nanosile reke. Poleg litotamnjskega apnenca sta precej zastopana tudi apneni peščenjak in konglomerat. Starejša literatura in geološke karte uvrščajo te kamnine v tortonsko stopnjo, novejša literatura pa govori o *badenjskih* plasteh (Geologija Slovenije, 2009; Aničič in sod., 2002). Konglomeratna plast iz najdebelejših prodnikov (slike 3, 5 in 7), ki merijo tudi do 8 ali celo 10 centimetrov v premeru, je v jugozahodnem delu hriba, kjer smo podrobneje pregledali kamninsko zgradbo, debela tudi do 12 metrov (govorimo o vidnem delu profila). Glede na velikost teh prodnikov bi veljalo podrobneje preučiti njihov izvor in sorodnost s podobnimi na drugih območjih tega dela Slovenije. Plast je na tem mestu srednja, gledano v navpični smeri. Pod njim je konglomerat iz drobnejših prodnikov, ki je trši in zato bolj odporen proti prepere-

vanju. Glede na to ugotovitev bi bilo treba na geološki profil vrisati to plast tudi pod litotamnjski apnenec. Nad debelejšim konglomeratom je nekaj deset metrov debela plast bolj ali manj »čistega« apnenca, ki ga najustrezneje poimenujemo kot litotamnjski apnenec, a tudi ta ni povsem enoten v sestavi, kar je lepo opisal že Aničič s sodelavci (2002: 235-236). Tu prisotni apnenec bi lahko z geološkega vidika poimenovali biokalkarenit in biokalcirudit z res obilno zastopano biogeno sestavino.

### Geomorfološke posebnosti

Med drugimi naravnogeografskimi dejavniki se posebej omejujem na geomorfološke procese, pri čemer izdvajamo naslednje dejavnike, ki so pri tem odločilni:

- zastopanost različnih vrst kamnin v zgradbi, njihovo masivnost in plastovitost, kar se kaže v njihovi različni odpornosti,
- značilne oblike preperevanja in njihove posledice (razpokanost, površinsko preperevanje, skalni odlomi in podobno),
- kemično raztapljanje apnenca in njegovo vnovično izločanje,
- kot posebnost predstavljamo dve konkavni zajedi oziroma spodmola.



Najbolj preseneča močna **razpokanost** konglomerata, in to kljub masivnosti in odpornosti te kamnine (slika 7). Očitno je to posledica tako zunanjih kot notranjih sil, saj so razpoke globoke in ne le površinske, torej jih ne moremo pripisati samo zunanjim vplivom (zmrzali in gravitaci-

*Slika 7: Tudi masiven in trd konglomerat je močno razpokan. Foto: Anton Polšak.*



*Slika 8: Globoke navpične razpoke v apnencu v vrhnjem delu Lošča. Foto: Anton Polšak.*

ji). Malo pod vrhom hriba smo opazili globoke navpične razpoke v smeri, ki se ujema s smerjo glavnega slemena, a tam gre za masiven apnenec in le delno konglomerat. Razpoke so široke v povprečju od 30 do 40 centimetrov.

Kar se tiče **preperevanja**, lahko opazimo, da hitreje prepereva konglomerat iz debe-

lejših prodnikov, tisti iz drobnih prodnikov in peščenih delcev pa je precej bolj odporen. Kamnina prepereva najhitreje ob razpokah. S kamnine se v navpični smeri luščijo velike luske oziroma plošče. Pojav je izrazit pri drobnejšem konglomeratu, deloma pa tudi pri litotamijskem apnencu. Pri konglomeratu se lomijo podolgovati kosi v velikosti od nekaj centimetrov pa vse do kakšnih dveh metrov. Konglomerat iz debelejših, nekajcentimetrskih prodnikov, ki je manj izpostavljen neposrednemu vplivu vode in zmrzali, prepereva tudi v obliki počasnega drobljenja v kremenove prodnike in drobnejši apneni drobir.

Največji odlomi iz stene se ne pojavljajo v zgornji plasti apnenca, ker prepereva v glavnem v manjše delce, niti v spodnji plasti, ker je skoraj vsa plast že zasuta s kamninskimi drobci. Največje skale se lomijo v srednji konglomeratni plasti, predvsem zaradi vpliva zunanjih (gravitacijskih) dejavnikov. Največji odlom predstavlja skala v obliki tetraedra z višino približno 6,5 metra,

vendar je del skale skrit še v pobočnem grušču (slika 9). Ves del, ki je nad tlemi, je iz konglomerata, v spodnjem delu, šele tik nad površino, pa se pojavi apnenec. Zdi se, da se je skala od stene le nagnila za nekaj metrov, a obrnjeni vrstni red kamnin



*Slika 9: Tudi v največjem skalnem odlomu se je oblikoval nekakšen spodmol. Toda ta ni delo narave, ampak človeka – podroben pregled namreč pokaže, da je nastal zaradi klesanja mlinskih kamnov.*

*Foto: Anton Polšak.*

dokazuje, da se je tudi prevrnila.

Preperevanja v obliki odlomov je posledica treh različnih, tu vidnih kamninskih plasti. Najnižja plast je deloma apnenčasta, deloma pa gre za manj odporni konglomerat, sledi odpornejši konglomerat in nato vrhnja plast z litotamnijskim apnencem. Če je ta kompakten ali ima primes drobnih kremenovih prodnikov, okrog katerih so se ovijale litotamnije, je precej odporen proti kakršnemukoli preperevanju. Najhitrejša in najmočnejša preperevanje je v spodnji, manj odporni plasti, čeprav je pred vremenskimi vplivi bolj zaščitena kot vrhnja plast, a slednjo varuje večja trdota kremenovih zrn. Tako polagoma nastaja v spodnji plasti zajeda ali neke vrste spodmol. Spodnji del kamnine se tako najhitreje kruši, zaradi nastanka zajed se začnejo hitreje krušiti še plasti nad nji-

mi, ki izgubijo oporo spodnjih plasti. Če k temu pripomorejo še zmrzal in predhodne razpoke, je proces še hitrejši. Danes je preperevanje prešlo ves srednji, konglomeratni sloj in se seli v zgornjo - pravo apnenčasto plast. Tako nastanejo nestabilni previsi, ko ima opazovalec občutek, da se bo vsak čas odlomila kakšna skala ali kamen (slika 11). Tu smo opazili, da kamnina razpada v veliki meri v obliki kock, kar je podobno kot v vrhnji apnenčasti plasti pri jami Gruska na vzhodnem Kozjanskem.

Geomorfološka značilnost Lošča so tudi nekakšne terase ali stopnje v vrhnjem delu. Nastale so samo tam, kjer je apnenec plastovit – na tem delu Lošča samo v vrhnjem delu (slika 11). Kamnina tu prepereva vzporedno s plastmi, pri čemer je ob vsaki plasti nastala polica. Pojav sicer ni izjemen,

omenjamo ga predvsem zaradi tega, ker je ena izmed reliefnih oblik, ki se pojavljajo na tako majhnem območju. Te terase ali stopnje so večinoma že prekrivane z rastlinjem, saj je na njih že nastala plitva rendzina. Hkrati pa se iz tega primera da dobro razbrati vpad kamninskih plasti, ki znaša na nekaterih območjih 30 do 35 stopinj, izjemoma pa še precej več. Vsekakor moramo poudariti, da je litotamnijski apnenec skladovit le ponekod, večinoma je namreč masiven (v našem primeru gre za vrsto apnenca, ki bolj ali manj prehaša v konglomerat).



*Slika 10: Intenzivno preperevanje apnenca v obliki kock. Razpadanje kamnin na najstrmejšem odseku stene poteka od spodaj navzgor.*

*Foto: Anton Polšak.*



*Slika 11: Le vrhnje plasti so iz »čistejšega« litotamnjskega apnenca. Dobro je viden tudi nagib plasti in lezike med njimi. Foto: Anton Polšak.*

*Slika 12: Žlebiči v dokaj čistem litotamnjskem apnencu. Foto: Anton Polšak.*

*Slika 13: Sigaste tvorbe (vrsta mikroponvic), kot jih najdemo na navpičnem notranjem odseku opisanega spodnjega spodmola. Foto: Anton Polšak.*



*Slika 14: Nepravo naravno okno je delo mehanskega preperevanja. Foto: Anton Polšak.*

*Slika 15: Korozijske razjede v čistem apnencu kot primer kemičnega preperevanja. Foto: Anton Polšak.*



Na Lošču je prisotno tudi **kemično prepe-  
revanje apnenca**, saj je čist apnenec v vodi dobro topen. To dokazuje velika trdota vode v krajevnih izvirih in precej globoki žlebiči na površju, nasprotno pa so sigaste prevleke na kamnini, zaobljene sigaste tvorbe ali mikroponvice in v njih drobne sigaste kroglice povezane z vnovičnim odlaganjem kalcita.

### K problematiki spodmolov

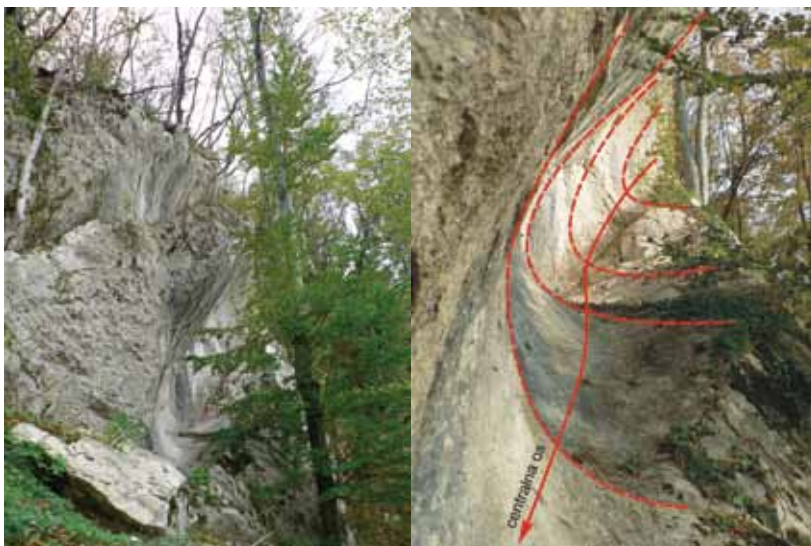
V vrhnjem delu Lošča najdemo tudi dve vzporedni konkavni zajedi, nekakšna spodmola, kot ta pojav strokovno imenujemo (slika 17). Zgornji je manjši in ima manj geometrijsko pravilno obliko. Nastal je na stiku dveh podobnih, če že ne enakih kamninskih plasti. Spodnji je večji in pravilnejše geometrijske oblike, nastal pa je v kompaktni kamnini. Zanimalo me je, zakaj sta nastala prav na tem mestu. Pri iskanju odgovora sem naletel na kar nekaj dilem, saj so spodmoli genetsko še malo raziskani (Kunaver, 2007: 419). Vzrok gre verjetno pripisati temu, da so zanje več zanimanja pokazali arheologi in zgodovinarji, saj je v mnogih našel zatočišče tudi prazgodovinski človek.

Najbolj znani so spodmoli v Istri, a jih je v Sloveniji in drugod po svetu še mnogo.

Za primer naj navedem, da so istrski nastali v spodnjih delih apnenčastih strukturnih stopenj na prehodu iz kraškega v flišni del Koprškega primorja (Kunaver, Ogrin, 1993: 61, Gogala, 2007). Tamkajšnje narivne stopnje so oblikovale navpične stene z dolžino od nekaj 10 metrov pa vse do nekaj kilometrov. Na Lošču je stanje bistveno drugačno: spodmola se nahajata le kakšnih 15 metrov pod slemenom, a to ne pomeni, da sta v takem okolju tudi nastala. Prerez spodnjega spodmola na Lošču se izjemno dobro ujema s tipičnim ali povprečnim spodmolom v Koprskem primorju (Kunaver, Ogrin, op. cit., 63). Ugotovili smo namreč naslednje skupne značilnosti:

- profil spodmola in njegovih sten,
- pretrtost kamnine,
- jugozahodna lega,
- izločanje in nalaganje kalcita (siga, kapniki),
- glede na velikost verjetno tudi podobna starost.

Menim, da je jugozahodna lega v obeh primerih zgolj slučajna, ker bi lahko spodmoli nastali tudi v drugačni legi, kar potrjujejo



Slika 16: Večji spodnji in manjši zgornji spodmol na Lošču.

Foto: Anton Polšak.

Slika 17: Geometrična izoblikovanost spodnjega spodmola.

Foto: Anton Polšak.

nekateri primeri v svetu. Ostali dejavniki po mojem mnenju nakazujejo njihovo podobno genezo in podobne okoliščine, v katerih so nastali. Med obema primeroma gre tudi za nekaj razlik:

- spodmola na Lošču sta mnogo manjša (predvsem večji spodmol na Velem Bardinu je v primerjavi s tema dvema ogromen),
- spodmola na Lošču nista v vodoravni legi, ampak prej nagnjena (okrog 25 stopinj),
- nastala sta drug nad drugim, a drugače kot na kraškem robu,
- v Koprskem primorju je pod spodmoli narivna ploskev apnenca na fliš, v našem primeru pa tega ni niti ni opaziti, da bi bila pod spodmolom drugačna kamnina kot tista, v kateri je spodmol nastal,
- spodmoli na kraškem robu so nastali v nekoliko starejšem apnencu (večinoma paleocenskem in krednem), na Lošču pa gre za miocenski oziroma tortonski apnenec, vendar to ni bistvena razlika, ki bi onemogočala primerjavo, še zlasti ne z genetskega vidika,

- vprašanje podnebja pri nastanku spodmolov je v našem primeru še bolj odprto kot v primeru kraškega roba; dejstvo pa je, da pri poudarjenem selektivnem preperevanju oziroma *konkavni denudaciji* določeno vlogo podnebje z osončenjem vsekakor ima, a jo v našem primeru lahko skoraj zagotovo izključimo.

Vzrok nastanka spodmolov na Lošču torej ni v menjavi različnih kamnin, ampak v stiku dveh plasti oziroma vmesni leziki. Dopuščam tudi možnost, da gre za manjši prelom in narivanje ene plasti na drugo, ampak še to velja za zgornji spodmol. Za razliko od zgornjega je spodnji lepši, geometrijsko pravilnejši. Pogled na spodmol z zgornje strani nam v največji meri pokaže dokaj pravilno paraboloidno obliko (sliki 16 in 17), ki jo le tu in tam prekinjajo razpoke in odkruški, povzročeni zaradi preperevanja kamnine. Tudi pod spodmolom se nadaljuje enaka kamnina, kar pomeni, da njegovega nastanka ne moremo pojasniti s stikom dveh različnih kamnin. Žal tudi nisem uspel ugotoviti, če je drugačna kamnina globlje, ker je le malo pod spodmolom že pobočni grušč. Je pa njegov nastanek povezan z lego plasti, saj je z njimi vzporeden.



*Slika 18: Spodnji spodmol z njegovega zgornjega dela; tudi ta pogled razkrije njegov paraboloidni prerez.*

*Foto: Anton Polšak.*

Tudi Kunaver in Ogrin (1993) omenjata, da imajo spodmoli sicer različen prečni prerez, vendarle pa spominjajo na parabolično obliko. Če gremo v tem smislu še korak dlje, lahko ugotovimo, da spodmola na Lošču spominjata tudi na obliko paraboličnega valja, na enostavnejšo hiperbolo, pa tudi na grafe nekaterih kvadratnih funkcij. Kakorkoli, primerjava nakazuje, da med spodmoli na teh dveh območjih določena razlika v obliki (in tudi velikosti) vendarle je. To nakazuje morda na različno starost pojavov, po drugi strani pa na različne dejavnike prepevanja in verjeten vpliv stika dveh različnih kamnin pod mestom pojavljanja spodmolov na primeru kraškega roba. Nedvomno pa drži, da tako pravilna oblika spodmolov ne more biti naključna. Celovitega odgovora, zakaj je temu tako, v obstoječi literaturi ne najdemo. Menim, da je poleg specifične denudacije, stika različnih kamnin in vpliva pronicujoče vode v poroznem apnencu (Placer, cit. po Kunaver, 2007), vzroke potrebno iskati tudi v drobnih razlikah v sestavi kamnin, na Lošču pa zlasti še v sicer slabo nakazani plastovitosti kamnine in drobnih razpokah ter lezikah. Zagotovo je na takem mestu spodmol začel nastajati, ni pa povsem jasno, kateri dejavniki in v kolikšni meri so ga oblikovali naprej. Izključimo lahko delovanje tekoče vode, kar je v primeru Velega Badina povzročilo dilemo med nekaterimi avtorji (Gogala, 2007, Kunaver, 2007).

Čeprav sem nakazal le nekaj vzporednic in (različnih) možnosti nastanka spodmolov, pa menim, da pri splošni genezi spodmolov ne smemo spregledati tudi obeh na Lošču, in to ne glede na njuno majhnost. Spre gledati pa verjetno tudi ne bi smeli drugih geoloških in geomorfoloških značilnosti na tem hribu, ki so lahko prava učna ura za vse, ki jih ta tematika zanima.

#### Literatura:

- Aničič, B., Ogorelec, B., Kralj, P., Mišič, M., 2002: *Litološke značilnosti terciarnih plasti na Kozjanskem. Geologija*, 45 (1): 213–246.
- Aničič, B., Ogorelec, B., Dozet, S., 2004: *Geološka karta Kozjanskega 1 : 50.000. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.*
- Buser, S., 1978: *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Celje. Beograd: Zvezni geološki zavod.*
- Buser, S., 1984: *Geološka zgradba ozemlja občine Šentjur. V: Zbornik Med Bočem in Boborjem. Šentjur, Šmarje: Delavska univerza Rogaska Slatina. 35–45.*
- Gogala, A.: *Kras. Vir: <http://www2.pms-lj.si/kras/kraskirob.htm> (citirano 23. 7. 2007).*
- Gogala, A.: *Spodmoli na Velem Badinu – jama brez stene? Proteus*, 69 (8): 356–360.
- Geologija Slovenije. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 2009.*
- Kokole, V., 1953: *Morfološki razvoj področja med Savo in Sotlo. Geografski vestnik*, 25 (1): 167–187.
- Kunaver, J., 2007: *Ponovno o spodmolih na Velem Badinu. Proteus*, 69 (9–10): 417–428.
- Kunaver, J., Ogrin, D., 1992: *Exfoliation-generated rock shelters in limestone escarpments in western Dinaric Slovenia. Proceedings of the international symposium »Geomorphology and sea«, and the meeting of the geomorphological commission of the Carpatho-Balkan countries, Mali Lošinj, September 22–26, 1992. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of science, Department of geography. 267–274.*
- Kunaver, J., Ogrin, D., 1993: *Spodmoli v stenah kraškega roba. Annales (Koper)*, št. 3., 61–66.
- Melik, A., 1957: *Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino. Ljubljana: Slovenska matica. 582 str.*
- Natek, K., Žumer, J., Ogrin, D., Topole, M., Hrvatini, M., Gabrovec, M., 1993: *Geomorfološka inventarizacija Kraškega roba. Geografski inštitut A. Melika ZRC SAZU. Raziskovalna naloga, naročnik Medobčinski zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine Piran. Ljubljana, 15. julij 1993, 61 str.*
- Polšak, A., 1994: *Nekatere geološke značilnosti Kozjanskega. Geografski obzornik*, 41 (4): 12–16.

# Na kakšen način se odstranjujejo izrabljeni in odvečni deli celice

## Nobelova nagrada za fiziologijo oziroma medicino za leto 2016

*Radovan Komel*

Letošnjo nagrado za fiziologijo oziroma medicino je Nobelov odbor petdesetih uglednih profesorjev Inštituta Karolinska v Stocholmu podelil Jošinoriju Ohsumiju za odkritje in pojasnitev mehanizmov avtofagije, procesa razgradnje in reciklaže izrabljenih in odvečnih delov celice.

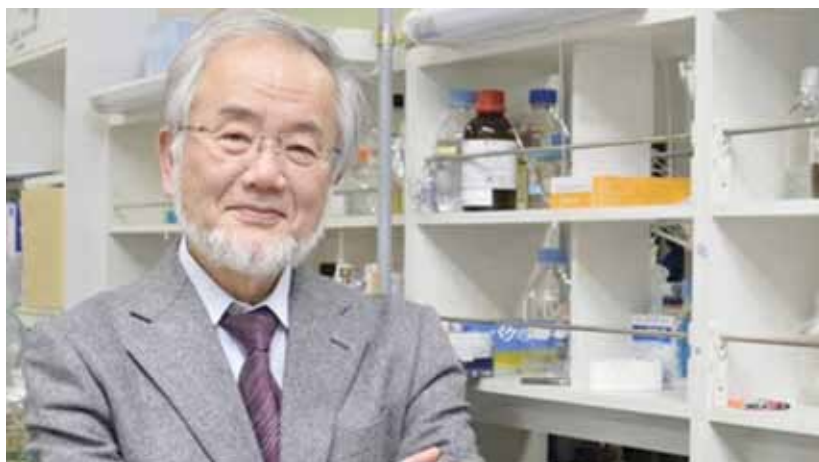
### Kaj je avtofagija?

Beseda avtofagija izvira iz dveh grških besed, ki v prevodu pomenita »sámo« in »jesti«, dobesedno in glede na potek pojava bi lahko rekli »jesti samega sebe« ali »samopožiranje«. Opisuje proces, v katerem ev-

kariontska celica reciklira del svoje vsebine, tako da ujame delček citoplazme v vezikel, obdan z membrano, in tega preda razgradnji v lizosomih. V bistvu gre za prebavo in recikliranje nepotrebne ali odpadnega celičnega materiala v trenutku, ko mora ta biti odstranjen, da pusti prostor novo zgrajenemu.

V zgodnjih petdesetih letih preteklega stoletja je belgijski znanstvenik Christian de Duve odkril z membrano obdani celični organel **lizosom**, v katerem so encimi, ki v kislem okolju organela razgrajujejo vse vrste bioloških molekul: proteine, nukleinske ki-

*Jošinori Ohsumi se je rodil leta 1945 v Fukuoki na Japonskem. Po doktoratu leta 1974 na Tokijski univerzi in nato triletnem raziskovalnem bivanju na Univerzi Rockefeller v New Yorku v Združenih državah Amerike se je vrnil na Univerzo v Tokiu in leta 1988 ustanovil svojo raziskovalno skupino. Od leta 2009 zaseda mesto profesorja na Tokijskem tehnološkem inštitutu.*



sline, sladkorje in maščobe oziroma lipide. Razgradnja poteka s hidrolizo, razcepom kemijskih vezi z vodo:



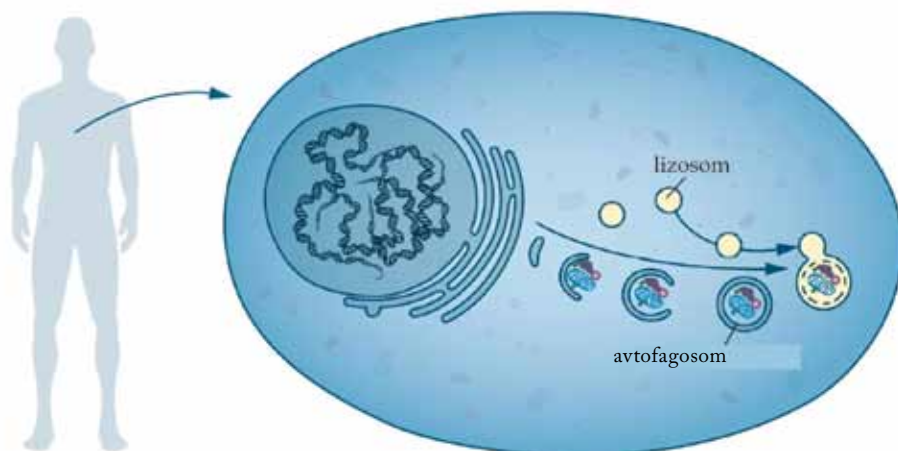
*Na sliki je kot primer prikazana hidroliza organskega estra na njegovi izhodiščni sestavini, organsko kislino in alkohol. Obratna reakcija bi bila kondenzacija, sestavljanje estra iz kisline in alkohola.*

Sinteza encimov lizosoma se začne v celičnem jedru, s prepisom (transkripcijo) ustreznih genov v sporočilne RNA (mRNA) in nato s prevodom (translacijo) le-teh na ribosomih endoplazemskega retikuluma v odgovarjajoče proteine (lizosomske encime), ki se v Golgijevem sistemu endoplazemskega retikuluma zapakirajo v vezikle, obdane z membrano. Ti encime prinesejo v že obstoječe lizosome ali pa z združitvijo z endosomi dozoriijo v na novo ustvarjene lizoso-

me. Endosomi so večji, z membrano obdani celični vezikli, katerih vloga sta zajetje in zbiranje snovi za razgradnjo v lizosomih. Lahko nastanejo, ko del celične membrane obda snovi, ki prihajajo v celico, lahko pa nastanejo tudi v notranjosti celice iz že omenjenega Golgijevega sistema. Kmalu po odkritju lizosoma so odkrili vezikle, ki lahko v lizosome dostavijo večje dele celične vsebine, tudi celotne organele, kot so na primer mitohondriji. Christian de Duve je te vezikle poimenoval **avtofagosomi** in proces zajetja, dostave in razgradnje celičnih sestavin **avtofagija**. Lizosomi v procesu avtofagije nimajo samo vloge »košev za odpadke«, temveč gre za nekakšno »reciklažo«, saj so odpadne snovi podvržene razgradnji na osnovne gradnike biomolekul in so na razpolago za nujne potrebe celice v trenutnih fizioloških razmerah.

Christian de Duve je za odkritje lizosomov in avtofagije leta 1974 prejel Nobelovo nagrado, vendar je sam potek avtofagije ostal velika uganka vse do devetdesetih let preteklega stoletja, ko se je Jošinori Ohsumi,

*Avtofagosomi se razvijejo iz notranjemembranskega Golgijevega sistema in skupaj s citoplazmo »pogoltnejo« del celične vsebine, navzoče v citoplazmi, kot so na primer poškodovani ali izrabljeni proteini in celični organeli. Po zlitju z lizosomi se omenjena vsebina razgradi v manjše sestavne dele. To celicam zagotavlja hraniiva in sestavine za obnovo.*  
Vir: Nobelprize.org.



takrat izredni profesor na Tokijski univerzi, odločil, da bo proces raziskal s pomočjo kvasovke *Saccharomyces cerevisiae*, ki je tako kot človek evkariontski organizem, vendar zaradi preproste zgradbe in sestave zelo primerna kot model za preučevanje pojavov in biokemijskih procesov, ki potekajo pri višjih evkariontih.

### Raziskovali so, kako poteka proces avtofagije

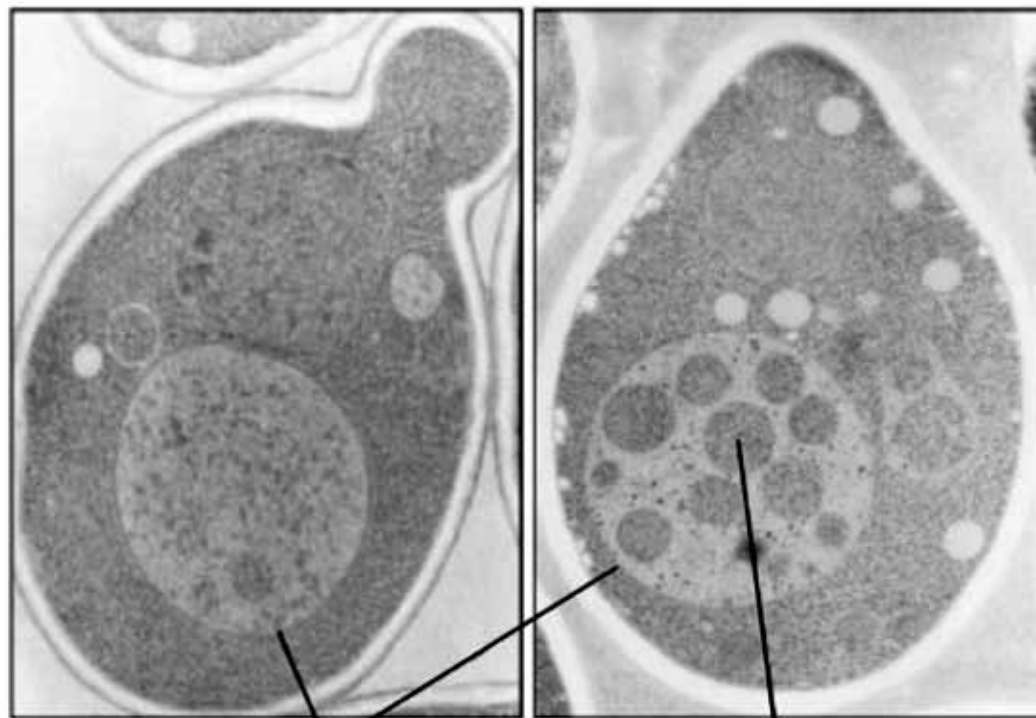
Izhodišče raziskave je bilo dejstvo, da v kvasnih celicah obstajajo mehurčki (vakuole), ki imajo podobno vlogo kot lizosomi

pri sesalcih. Ohsumi je predpostavil, da bi v primeru ustavitve razgradnje celičnih sestavin v vakuolah lahko prišlo do kopičenja nerazgrajenih sestavin citoplazme, ki jih je sicer z namenom razgradnje »pogoltnila« vakuola. Zato je razvil mutante kvasovke brez nekaj ključnih encimov vakuole, potrebnih za razgradnjo proteinov. Ko je mutirano kvasovko gojil v revnem gojišču brez nekaj pomembnih hraniv, je to za kvasne celice predstavljalo velik stres. Da bi se znebile odvečnih sestavin, nepotrebne razkošja v razmerah »lakote«, so izoblikovale velike vakuole, vidne pod svetlobnim mikroskopom,

*Vakuola v celici kvasovke ima enako vlogo kot lizosom v celicah sesalcev. Ohsumi je razvil mutanto kvasovke brez vakuolnih razgradnih encimov. V razmerah stradanja je prišlo do hitrega kopičenja avtofagosomov v vakuoli. Vir: Nobelprize.org.*

Celica mutirane kvasovke  
v normalnih razmerah

Celica mutirane kvasovke  
v razmerah stradanja



vakuola

avtofagosom

in v teh vakuolah so se dejansko tudi nako-  
pičili majhni vezikli s sestavinami citoplaz-  
me, saj v mutantnih celicah ni bilo encimov  
za njihovo razgradnjo.

Takoj se je zastavilo vprašanje, kateri geni  
oziroma njihovi proteinski produkti nadzi-  
rajo začetek procesa avtofagije. Omenjeno  
kvasno mutanto brez ključnih encimov za  
vakuolno razgradnjo proteinov (v tem pri-  
meru izvorni sev) je izpostavil mutagenim  
kemikalijam in s tem pridobil veliko mno-  
žico naključnih sekundarnih mutant ome-  
njenega izvornega seva. S sistematičnim  
pregledovanjem mutant je končno odkril  
prvo, ki v vakuoli ni kopičila celičnih sest-  
avin za razgradnjo, in seveda tudi odkril njen  
poškodovani gen, katerega mutacija je one-  
mogočila prinos celičnih sestavin oziroma  
avtofagosomov v vakuolo. Gen je poimeno-  
val »z avtofagijo povezani gen 1« (angl. Au-  
toPhaGy related 1, APG1). Z nadaljnjim  
pregledovanjem zbirke kvasnih mutant je  
odkril še 15 drugih genov, ki so potrebni za  
aktivacijo avtofagije, in vse poimenoval kot

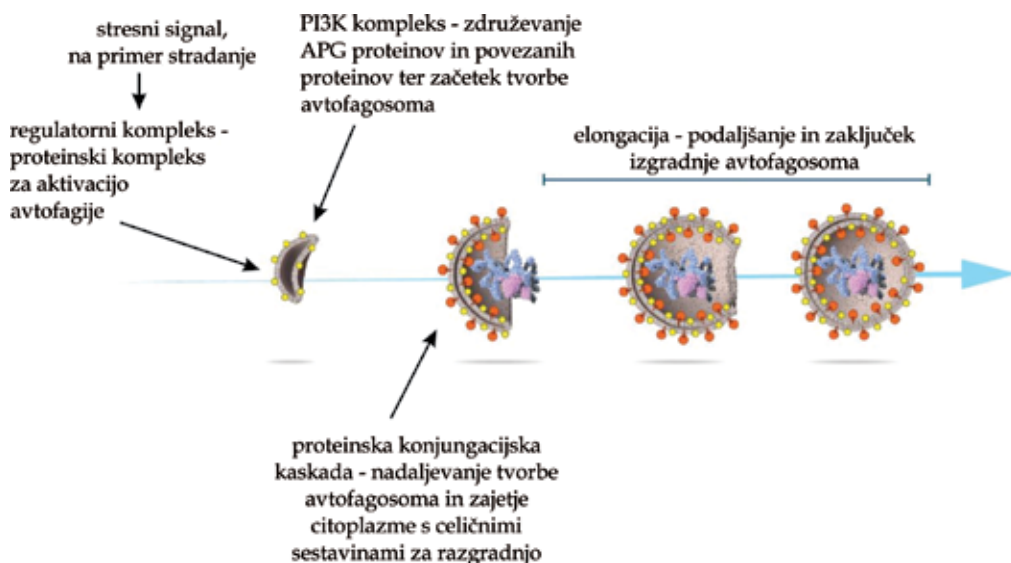
APG1-15. Proteinske produkte odkritih ge-  
nov je označil z barvili, da so bili vidni pod  
mikroskopom, in tako lahko določil, kje se  
nahajajo med potekom avtofagije. Obenem  
je z nizom elegantnih poskusov odkril tu-  
di proteine, ki se z omenjenimi 15 proteini  
povezujejo v proteinske komplekse, ki urav-  
navajo posamezne stopnje nastajanja avtofa-  
gosoma.

### Različni obrazi avtofagije

Ohsumi in sodelavci so v nadaljevanju raz-  
iskave odkrili tudi kvasnim APG ustrezne  
gene, ki imajo vlogo pri uravnavanju av-  
tofagije pri višjih evkariontih. Zato se je  
uveljavil sistem skupnega imenovanja genov  
avtofagije, namesto kratice APG, ki je v  
začetku veljala za gene kvasovke, sedaj ve-  
lja kratica ATG (angl. AuTophagy related  
genes). Področje avtofagije je postalo eno od  
najbolj preučevanih v biomedicinskih razi-  
skavah, tako da smo v prvih letih drugega  
tisočletja lahko zabeležili hiter porast objav  
v uglednih znanstvenih revijah.

*Ohsumi je preučil vloge proteinov iz ključnih genov avtofagije. Orisal je, kako stresni signali sprožijo proces avtofagije, in opisal mehanizem, s katerim proteini in proteinski kompleksi sprožijo posamezne stopnje tvorbe avtofagosoma.*

*Vir: Nobelprize.org.*



Danes razlikujemo več podtipov avtofagije, odvisno od namena razgradnje. Najbolj preučevana je tako imenovana **makroavtofagija**, ki vključuje razgradnjo večjih delov citoplazme in celičnih organelov. V celicah stalno poteka **neselektivna avtofagija**, ki se navadno sproži kot odgovor na stres (na primer stradanje) in s tem povezano potrebo po racionalizaciji v spremenjenih fizioloških razmerah – potrebo po razgradnji odvečnih celičnih vsebin in zagotovitvi najbolj potrebnega hraniva. Po drugi strani pa poznamo tudi **selektivno avtofagijo** konkretnih (poškodovanih, nefunkcionalnih ali škodljivih) substratov (določenih proteinskih agregatov, citoplazemskih organelov, patogenih virusov in bakterij), v kateri sodelujejo specifične molekule, ki prepoznavajo omenjene razgradne tarče in jih pripnejo na proteinski kompleks v membrani avtofagosoma. Razlikujemo še **mikroavtofagijo**, ki vključuje neposredno »požiranje« citoplazemskega materiala, in sicer tako, da se okoli njega ovije kar membrana samega lizosoma. Pri **s šaperoni posredovani avtofagiji** pa se proteini s posebnimi razpoznavnimi deli vežejo na združbo šaperonov in tako neposredno prenesejo v lizosome. Šaperoni so sicer proteini, ki pri sintezi proteinov uravnavajo njihovo oblikovanje v pravilno tridimenzionalno zgradbo oziroma preprečujejo njihovo agregiranje v nefunkcionalne oblike. V stresnih razmerah imajo številni proteini težnjo, da denaturirajo in agregirajo v oblike, ki jih celica ne potrebuje ali so zanjo celo škodljive.

Zahvaljujoč delu Ohsumija in raziskovalcev, ki so mu sledili, danes vemo, da avtofagija nadzoruje pomembne fiziološke procese, pri katerih morajo biti celične sestavine razgrajene in razgradni produkti ponovno uporabljeni (reciklirani). Celica s tem hitro pridobi »gorivo« za svoje energijske potrebe in osnovne gradnike za obnovo svojih sestavnih delov, kar je posebno pomembno pri odzivu na stres, na primer na pomanjkanje hraniv (stradanje).

## Avtofagija je pomemben del našega zdravja

Avtofagijo so, kot rečeno, v začetku prepoznali kot hiter celični odgovor na različne vrste stresa, danes pa vemo, da stalno poteka tudi v normalnem delovanju organizma in sodeluje pri vzdrževanju celičnega ravnotežja kot edinstven proces z zmožnostjo odstranjevanja dolgoživih proteinov in tudi v določenih fizioloških razmerah količinsko manj potrebnih organelov, kot so mitohondriji (organeli celičnega dihanja), peroksisomi (organeli, pomembni za oksidativno razgradnjo številnih vrst biomolekul in tudi razstrupljanje škodljivih snovi) in endoplazemski retikulum (mesto ribosomske sinteze proteinov ter proizvodnje in metabolizma lipidov). Avtofagija je ob tem del pomembnih fizioloških procesov, ki potrebujejo velike dele razpoložljive citoplazme, kar je značilno pri diferenciaciji celic in razvoju zarodka ter pri zmanjševanju posledic poškodb celic. Celice avtofagijo uporabljajo tudi za odstranjevanje poškodovanih oziroma izrabljenih proteinov in organelov, kar je med drugim zelo pomembno za zmanjševanje negativnih posledic staranja. S staranjem je povezano nastajanje netopnih agregatov nepravilno oblikovanih proteinov, ki so toksični za celice. Če pride do mutacij v genih avtofagije, je proces okrnjen ali ne poteka pravilno, zato lahko pride do nastanka boleznih metabolizma, kot je na primer diabetes tipa 2, ali nevrodegenerativnih boleznih, kot je na primer Parkinsonova bolezen. Nedelujoča avtofagija je značilna za številne genetske bolezni, katerih posledice so nepravilni razvoj možganov in intelektualna nezmožnost, zaostanek v razvoju, epilepsija in gibalne motnje. Moteno avtofagijo so povezali celo z rakom, ko so ugotovili povezanost raka dojke in jajčnikov z mutacijami v človeškem genu *BECN1*, ki je homolog kvasnega gena *ATG6*, udeleženega pri uravnavanju začetnih stopenj avtofagije.

Avtofagija je torej notranji telesni program za recikliranje – zajame izrabljene in ško-



dljive sestavine celic, jih razgradi in daje njihove uporabne dele na razpolago za pridobivanje energije ali obnovo ali gradnjo novih celic. Proces je ključnega pomena za preprečevanje raka, obrambo pred okužbami in ohranjanje zdrave presnove za zaščito pred boleznimi, kot je na primer sladkorna bolezen. Zato ne preseneča, da trenutno po-

tekajo intenzivne raziskave, katerih cilj je razvoj zdravil, ki bi neposredno vplivala na potek avtofagije.

Vir:

Nobelprize.org: *The Official Web Site of the Nobel Prize* [[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2016/press.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2016/press.html)].

*AIDS nekoč in danes – o bolezni, njenem razumevanju, zdravljenju in preprečevanju • Medicina*

## AIDS nekoč in danes – o bolezni, njenem razumevanju, zdravljenju in preprečevanju

Anja Voljavec

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja je svet pretresla »nova« bolezen, katere odkritje je sprva osupnilo predvsem znanstvenike: njene zakonitosti so zahtevale nove modele tako v patologiji kot v epidemiologiji. Nova »kuga« se je širila neizprosno: tisti, ki jih je doletela, so umrli kljub najboljšemu zdravljenju. Bila je tuja ne le v svojem načinu delovanja, temveč je tudi prihajala od tujcev, množično hysterijo pa je sprožilo razkritje, da njeno širjenje vključuje spolnost, kri in droge. Zdelo se je, da je vdrla v urejeni svet iz čisto drugega, manj razvitega sveta, naseljenega z moralno oporečnimi ljudmi.

Izvor AIDS-a je begal znanstvenike vse od prvih omemb bolezni v zgodnjih osemdesetih letih. Spremljale so jih domiselne hipoteze, od iskanja krivca v promiskuitetnem homoseksualnem stevaru (tako imenovani »bolnik številka nič«) do programa cepljenja dvomljivega izvora. Četudi se zgodovina AIDS-a prične leta 1981, ko so Združene države Amerike prve uradno prepoznale novo bolezen, danes prevladuje mnenje, da izvori ležijo v Afriki, z najzgodnejšima dokumentiranimi primeroma okužbe v letih 1959 in 1960 v tedanjem Belgijskem Kongu. Na

človeka naj bi se razširila s šimpanzov med letoma 1884 in 1924 z lovom in uživanjem mesa. Znanstveniki so dolgo verjeli, da so primati gostili prednike virusa HIV največ milijon let; novejša raziskava pa so pokazale, da so bili predniki primatov z lentivirusi (rod virusov, kamor sodi tudi HIV) morda okuženi že pred 85 milijoni let.

AIDS ali sindrom pridobljene imunske pomanjkljivosti (angl. acquired immune deficiency syndrome) je posledica okužbe z virusom HIV (humani imunodeficientni virus). Virus napade imunski sistem, ga postopoma uničuje in sčasoma vodi v AIDS, ki se konča s smrtjo. AIDS je končno obdobje okužbe s HIV, za katero so značilne določene priložnostne okužbe, rakave bolezni in bolezni, ki jih virus povzroča neposredno.

### Epidemija

Leta 1978 so bili prvič v zgodovini na voljo konceptualni in tehnični pristopi, ki so omogočili določitev in izolacijo humanega retrovirusa. Hkrati je bil to tudi čas, v katerem se je AIDS začel širiti. V začetku osemdesetih let so se v Kaliforniji in New Yorku začela pojavljati poročila o manjšem številu moških, diagnosticiranih z redkimi



*Elektronskomikroskopski prikaz virusa HIV. Vir: Corbis.*

oblikami raka in/ali pljučnice. Kaposijev sarkom je dotlej navadno prizadel starejše moške sredozemskega ali judovskega porekla, medtem ko se je pljučnica, pnevmocitoza, največkrat pojavljala pri bolnikih z oslabljenim imunskim sistemom. Vendar pa so bili diagnosticirani moški mladi in pred tem razmeroma dobrega zdravja. Edina druga opredeljujoča značilnost je bila, da so bili vsi homoseksualni.

Do leta 1982 je stanje pridobilo številna imena, variacije na temo »bolezen gejev«. Vendar pa kmalu niso bili ogroženi samo homoseksualci; več kot polovica obolelih heteroseksualcev si je vsaj enkrat vbrizgala droge. Decembra leta 1982 so bili opisani trije primeri heteroseksualnih hemofilikov, ki so

*Kaposijev sarkom. Vir: <http://www.webmd.com/hiv-aids/ss/slideshow-aids-retrospective>.*



umrli zaradi pnevmocitoze ali drugih oportunističnih okužb. Bolnikom je bilo skupno, da so prejeli koncentrate faktorja VII – krvno transfuzijo, pripravljeno z zajetjem krvi nekaj sto darovalcev.

Kratica AIDS je stopila v veljavo leta 1982, sam virus pa so odkrili leta 1983. Da je HIV povzročitelj AIDS-a, so dokončno dokazali leta 1984. Okužba s HIV je že kmalu po njenem odkritju dosegla razsežnosti svetovne pandemije. Do leta 2015 naj bi se s HIV okužilo približno 78 milijonov ljudi, 35 milijonov ljudi pa je umrlo zaradi bolezni, povezanih z AIDS-om. Združeni narodi so si postavili za cilj končati epidemijo do leta 2030, vendar pa bo za to treba dodatno prilagoditi ukrepe, predvsem zaradi zaskrbljujočega števila novih okužb med mladimi odraslimi.

Po podatkih Ministrstva za zdravje Slovenija sodi med države z nizko stopnjo epidemije pri številu okuženih, manjšem od enega na tisoč prebivalcev, vendar pa (kot tudi sicer v evropski regiji Svetovne zdravstvene organizacije) število novih diagnoz zaskrbljujoče narašča in bo v letu 2016 verjetno večje kot kdajkoli prej. Porast je odraz bolj tvegane spolnega vedenja med moškimi, ki imajo spolne odnose z moškimi (MSM), kot tudi okrepljenega testiranja. V svetu se je omejevanje okužbe v zadnjih letih upočasnilo ob velikih razlikah med državami, pri čemer nekatere poročajo tudi o porastu števila okuženih.

### **Stigma**

Okužene s HIV od samega začetka pa vse do danes spremlja stigma, dinamični proces zmanjševanja vrednosti, ki posamezniku v očeh drugih pomembno odvzame veljavo. Goffman je leta 1963 v svojem klasičnem delu navedel tri izvire stigmatizacije: vse vrste telesnih deformacij, madeži značaja (na primer homoseksualnost, brezposelnost, samomorilska nagnjenja in skrajno politično vedenje) in plemenske stigmatizacije (rasa, narodnost in vera).

Weitz (1990) ugotavlja, da lahko vse tri vrste stigmatizacije prizadenejo bolnike z AIDS-om. Ko bolezen napreduje, bolniki postanejo izčrpani, včasih imajo izpuščaje, sčasoma postanejo slepi, nezmožni hoje, govora in skrbi zase. Trpijo tudi zaradi družbeno nesprejemljivih značajskih lastnosti. Leta 1989 se je 89 odstotkov diagnosticiranih bolnikov okužilo s homoseksualnim stikom ali intravensko uporabo drog, česar se še danes drži stigma, čeprav se pri nas danes skoraj nihče več ne okuži z iglami. Poleg tega je mnogo okuženih v tujini stigmatiziranih tudi zaradi svoje rase in narodnosti.

Diskriminacija bolnikov z AIDS-om se začne že na ravni vlade. Leta 2016 HIV kriminalizira 72 držav, zakoni pa se nanašajo na nerazkrivanje obolevnosti spolnemu partnerju, morebitno izpostavitve ali nezaveden prenos okužbe. Večina zakonov je stopila v veljavo pred obstojem učinkovitih zdravil in preventive. Gre za kršitev pravice enakosti pred zakonom, ki je posledica stigme, saj ni doslednosti v zakonu pri drugih boleznih (na primer hepatitisu B). Kriminalizacija ranljivih skupin pomeni oviro učinkovitemu zdravljenju in preprečevanju širjenja bolezni. Protiutež so novi zakoni, ki varujejo okužene – do leta 2014 so bili sprejeti v 64 odstotkih držav. Vendar pa je septembra leta 2015 35 držav po svetu omejevalo vstop in bivanje okuženim z virusom HIV. Izgon okuženih lahko ogrozi njihovo življenje, če so izseljeni v državo, kjer nimajo dostopa do zdravil, ki so jih bili jemali.

Okuženi se dnevno srečujejo z družbeno izolacijo in posmehom na delovnem mestu, pa tudi odpovedmi in nezaposljivostjo.

Leta 1999 se je vsak peti Američan »bal« posameznikov z AIDS-om, enemu od šestih so se bolniki »gnusili«, leto kasneje pa je skoraj vsak peti Američan menil, da si ljudje, ki so dobili AIDS pri spolnih odnosih, »zaslužijo, kar so dobili«. Diskriminacija na medosebni ravni lahko sili v drastične spremembe življenja, od selitev do prilaga-



*Protest proti kriminalizaciji okuženih z virusom HIV v Združenih državah Amerike leta 2013. Vir: <http://www.thebody.com/content/70444/hiv-is-not-a-crime-sign-on-to-the-positive-justice.html>.*

janja vsakodnevnih dejavnosti, kot so nakupovanje, druženje in šolanje. Izrazi se lahko kot izobčenje posameznika, besedna in fizična zloraba, v številnih državah pa zasledimo celo poročila o umorih, povezanih z AIDS-om. Okužene prepogosto zavrnejo tudi lastne družine, zaradi česar mnogi raje prikrivajo svojo obolevnost.

Stigmatizacija paradokso ustvarja pozitivno povratno zanko za širjenje bolezni. Nižja samopodoba (na primer zaradi ponotranjne homofobije) lahko pripomore k manjšim samozaščitnim ukrepom (na primer nedosledna uporaba kondomov), vodi k širšemu krogu spolnih partnerjev v iskanju samopodpore in povečuje uporabo alkohola in drog, snovi, ki zmanjšujejo presojo. Večji je tudi strah pred testiranjem – deloma zaradi strahu pred boleznijo, vendar pa tudi zaradi obsojanja s strani družbe. Raziskave kažejo, da posamezniki prej posežejo po testu HIV v okolju, kjer ne zaznavajo obsojanja s strani zdravstvenih delavcev glede različnih spolnih praks in uporabe drog. Okuženi, ki niso diagnosticirani, ne dobijo ustrezne zdravstvene pomoči, pa tudi ne preprečijo širjenja bolezni.

### Zdravljenje

Cepiva ali zdravila, ki bi okužbo pozdravila, še ne poznamo. Vendar pa je razvoj

protiretrovirusnega zdravljenja (HAART) omogočil, da lahko posamezniki s HIV ob ustrezni oskrbi živijo dolgo življenje brez posebnih zdravstvenih težav in s pričakovano življenjsko dobo, le nekoliko nižjo od tiste v splošni populaciji (in višjo od na primer bolnika z visokim krvnim tlakom ali sladkorno boleznijo). Nekoč smrtna obsodba je postala kronična obvladljiva bolezen.

V zgodnjem obdobju po razglasitvi epidemije v Združenih državah Amerike še ni bilo jasno, kakšne so zakonitosti prenosa okužbe, ki se je nezadržno širila. Ljudje so razvijali svoje hipoteze o prenosu in množice je hromil strah, medtem ko je vlada Združenih držav Amerike glede boleznih molčala. To je sprožilo aktivistično gibanje z geslom »molk pomeni smrt«, saj je molk države dejansko pomenil smrt več tisoč homoseksualnih moških.

Kljub molku vlade so se začele na najbolj prizadetih območjih Združenih držav Amerike oblikovati nevladne organizacije. Ena izmed njih je prva razširila informacije o sindromu znotraj bolnišnic, klinik in med zdravniki v Združenih državah Amerike. Leta 1984 so francoski raziskovalci izolirali virus, ki povzroča AIDS. Leta 1985 so v podjetju Abbott Laboratories zasnovali prvo serološko testiranje, ki so ga kmalu začeli uporabljati v številnih transfuzijskih središčih. Po današnjih ocenah je bila do leta 1986 kar polovica hemofilikov v Združenih državah Amerike okuženih.

Septembra leta 1986 so bili na voljo prvi rezultati kliničnega testiranja zdravila zidovudina (AZT), nukleozidnega zaviralca reverzne transkriptaze (NRTI), ki je bilo sprva namenjeno zdravljenju raka. Raziskava je bila predčasno zaključena zaradi neetičnega ravnanja z udeleženci, ki so prejeli placebo in jim tako ni bila dopuščena pravica do boljše možnosti preživetja. Zdravilo je bilo odobreno marca leta 1987, vendar pa je stalo 7.000 dolarjev na leto, česar si mnogi niso mogli privoščiti. Število obolelih je strmo naraščalo tudi med ženskami in na podeže-



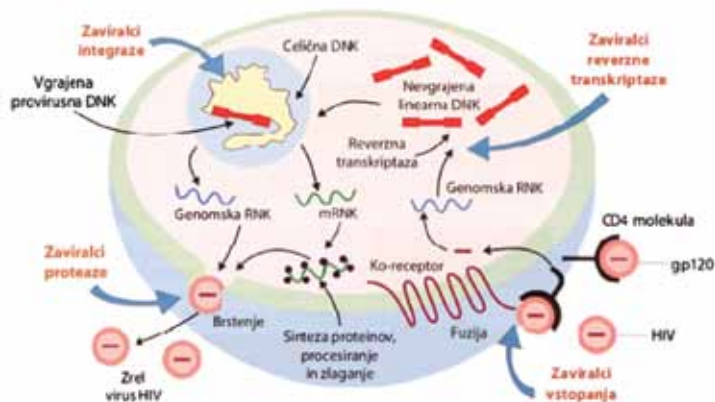
*Okuženi s HIV konec devetdesetih let ob jemanju zdravil.*

Vir: <http://www.webmd.com/hiv-aids/ss/slideshow-aids-retrospective>.

lju. Leta 1988 je Zvezna agencija za hrano in zdravila (Food and Drug Administration, FDA) zaradi pritiskov javnosti uradno skrajšala čas, potreben za odobritev zdravil.

V devetdesetih letih so se začela pojavljati nova zdravila, ki so kazala v kombinaciji z zidovudinom AZT boljše uspehe kot samostojna uporaba zidovudina. Hkrati je uporaba novih zdravil zmanjšala prenos okužbe z matere na plod za dve tretjini, zaradi česar so začeli nosečnice sistematsko testirati in zdraviti okužene. Kljub napredovanju zdravljenja je AIDS postal vodilni vzrok smrti med Američani, starimi od 25 do 44 let. Konec leta 1995 pa je prišlo do revolucionarnega odkritja, in sicer zdravila sakinavir, prvega iz razreda zaviralcev proteaz. Ta zdravila v kombinaciji z drugimi zdravili zmanjšajo količino virusa v telesu celo za 99 odstotkov, zato so jih poimenovali zelo učinkovito protiretrovirusno zdravljenje (Highly Active Antiretroviral Therapy, HAART). Pomembno se je prestavil čas nastopa AIDS-a, pričakovana življenjska doba se je podaljšala in okužba s HIV ni več pomenila gotove smrti. Kljub številnim stranskim učinkom je število smrti zaradi AIDS-a konec stoletja končno izrazito upadlo.

Novo tisočletje je prineslo tudi nova spoznanja v zdravljenju HIV. Odkrili so razred zdravil, ki preprečijo vstop virusa v imunske celice, kar je še najbolj koristilo posame-



*Življenjski krog virusa HIV in mehanizmi delovanja zdravil.*  
Vir: Tomažič, J., in Strle, S.:  
Infekcijske bolezni.

znikom, ki so razvili odpornost proti drugim zdravilom, kakršnih je bilo čedalje več. Razvili so nova zdravila, kot sta maravirok (zaviralec vstopa) in raltegravir (zaviralec integraze), ki delujejo na različnih mestih in tako učinkovito pripomorejo pri zdravljenju bolj odpornih oblik virusa. Zdravila so postala cenejša in tako dostopnejša tudi v državah v razvoju. Napredovala je tudi diagnostika: nekoč je vzorčenje krvi trajalo nekaj dni, danes pa je na voljo hitri test z rezultatom v 20 minutah z zanesljivostjo 99,6 odstotka.

Z leti se je zmanjšalo tudi dnevno breme količine tablet z združitvijo treh zdravil v eno tableto. Danes okuženi poje eno do tri tablete dnevno, medtem ko jih je v devetdesetih letih jemal tudi po šestkrat dnevno, nekatere na tešče, druge med obroki in po njih, nekatere z veliko količino vode, včasih pozno ponoči in tako dalje. Poleg tega so bili stranski učinki tako hudi, da so mnogi prenehali z zdravljenjem. Seveda so še prisotni, a v neprimerljivo manjši meri. Od septembra leta 2015 velja priporočilo, naj se zdravijo vsi HIV-pozitivni takoj po ugotovitvi okuženosti, ne glede na njihovo število celic CD4, ki jih virus neposredno uničuje.

### Preprečevanje

AIDS je bolezen, ki še bolj kot druge zahteva celostno razumevanje problematike zaradi stigme, ki spremlja okužene. Zato je

izjemnega pomena izobraževanje o HIV-u, saj predsodki najbolj uspevajo v okolju neznanja in polresnic. V ta namen ustvarjajo programe promocije zdravja, ki odsevajo potrebe ciljnih skupin, katerim so namenjeni. Vse od razglasitve epidemije so zaradi stigmatiziranosti bolezen in njeno preprečevanje spremljale številne ovire. Tako je ameriški predsednik Reagan javno spregovoril o bolezni šele leta 1985, ko je razglasil, da je bilo preprečevanje bolezni ena od glavnih prednostnih nalog vlade že pretekla štiri leta. Vendar pa je zavrnil promoviranje varne spolnosti in uporabe kondomov in namesto tega vpeljal prepoved vstopa HIV-pozitivnih v Združene države Amerike, kasneje pa podaril še spolno strpnost kot ključni pristop k zavezitvi epidemije.

V letih, ki so sledila, se je oblikovalo močno gibanje, ki je spodbujalo odprt dialog o problematiki bolezni in ostro obsojalo vedenje vlade in njene pomanjkljive ukrepe. V Združenih državah Amerike so šele leta 1988 sprožili široko izobraževalno kampanjo z naslovom *Razumeti AIDS*, v okviru katere so natisnili brošure in jih dostavili vsem gospodinjstvom. Do takrat je bilo diagnosticiranih 83.000 ljudi in več kot 45.000 ljudi je umrlo. Pred tem je podobno kampanjo sprožilo šest drugih držav po svetu.

Pomembna oseba v širjenju zavedanja in izboljševanju pravic okuženih je bil Ryan White, deček, ki se je z AIDS-om okužil

s transfuzijo in se je javno zavzemal za dovoljenje, da nadaljuje s šolanjem. Spremljali so ga mnogi znani Afroameričani in močna gejevska skupnost, tako z izobraževanjem javnosti kot z zbiranjem sredstev za preprečevanje bolezni in pomoč okuženim. Gibanja so bila usmerjena v širjenje varne spolnosti in v deljenje sterilnih igel med uporabniki drog brez podpore vlade.



*Ryan White se bori za pravico do šolanja v šolskem letu 1985–1986 in zmaga. Vir: <http://www.webmd.com/hiv-aids/ss/slideshow-aids-retrospective>.*

V razvitem svetu ne namenjamo dovolj pozornosti ženskam, ki so ogrožena skupina v državah v razvoju. Leta 2013 je bilo med na novo okuženimi mladimi 60 odstotkov žensk; 80 odstotkov jih živi v Podсахarski Afriki, kjer se borijo s pomanjkanjem izobrazbe, neenakostjo med spoloma in intimnim nasiljem (ki za 50 odstotkov poveča verjetnost prenosa okužbe), slabo zdravstveno oskrbo in zakoni, ki ovirajo dostop žensk do preventive, zdravljenja in podpore.

Pomembna preventiva je zdravljenje HIV-pozitivnih nosečnic, saj s tem zmanjšamo verjetnost prenosa okužbe z matere na plod s 15 do 45 odstotkov na skorajda zanemarljivo. Leta 2015 23 odstotkov HIV-pozitivnih nosečnic ni prejelo protiretrovirusnega zdravljenja, a ta odstotek se niža in mnogo držav je že povsem izkoreninilo vertikalni prenos virusa.

Še vedno je najpomembnejše priporočilo za zaščito pred AIDS-om uporaba kondoma

pri analnem, vaginalnem in oralnem spolnem odnosu. Ni prepričljivih dokazov, da bi promocija vzdržnosti zamejila širjenje okužbe. Pomembno je, da vsak na novo diagnosticirani posameznik stopi v stik z vsemi dotedanjimi partnerji in tako zameji širjenje. Za uporabnike intravenskih drog so na voljo preventivni centri, kjer je moč dobiti sterilne igle, mnoge države pa omogočajo tudi brezplačni posvet za pomoč pri zdravljenju odvisnosti. Moškim s tveganim vedenjem priporočajo obrezovanje, saj so raziskave pokazale, da to zmanjša verjetnost prenosa okužbe.

Revolucijo v preventivi med pripadniki ogroženih skupin je prineslo zdravilo Truvada, tako imenovanega kemičnega kondoma. Zdravilo vsebuje tenofovir in emtricitabin, sicer namenjena obvladovanju okužbe s HIV, uporablja pa se kot preventiva pred izpostavljenostjo (predekspozicijska profilaksa) – uporabnik vzame bodisi tableto na dan bodisi pred predvidenim spolnim odnosom in po njem. Priporoča se sočasna uporaba drugih preprečevalnih oblik, predvsem uporaba kondoma ob vsakem spolnem odnosu. Leta 2012 je Truvado odobrila Zvezna agencija za hrano in zdravila, leta 2014 pa je Svetovna zdravstvena organizacija priporočila njegovo uporabo moškim, ki imajo spolne odnose z moškimi. Priporočilo je sledilo dvema odmevnima raziskavama, PROUD in Ipergay, ki sta potekali vzporedno v Veliki Britaniji in Franciji. Februarja leta 2014 sta objavili skladne rezultate – tako ob vsakodnevnih tabletki kot ob jemanju »po potrebi« je zdravilo preprečilo 86 odstotkov potencialnih okužb.

Kemična preventiva je odprla nova vprašanja. Nasprotniki menijo, da podpira nevarne spolne prakse in daje lažni občutek varnosti, ki bi lahko zmanjšal uporabo kondoma. Vendar raziskave kažejo, da je ob primeren promoviranju vseh oblik preventive uporaba upravičena tako z vidika širjenja okužbe kot tudi ekonomsko. Trenutno je zdravilo v uporabi v Franciji, Kanadi, Zdru-

ženih državah Amerike, Južnoafriški republiki, Keniji, Peruju in Izraelu. V Sloveniji je dostopno, vendar ni krito s strani zdravstvenega zavarovanja.

## Sklep

Pojav AIDS-a nas že od samega začetka sili v razbijanje tabujev in odpiranje tem, ki bi se jim raje izognili: ksenofobija do ljudi, ki so prinesli bolezen v zahodni svet, (homoseksualna) spolnost, odvisnost od prepovedanih drog in navsezadnje strah pred smrtjo. V medicini je nova bolezen zahtevala nove modele, ki so pojasnili delovanje virusa in omogočili razvoj protiretrovirusnih zdravil, s pomočjo katerih je prej smrtonosna okužba postala obvladljiva. To nas postavlja pred nove izzive, saj strah pred boleznijo ne pomeni več strahu pred smrtjo. Kaj nam bo prinesla prihodnost? Medtem ko upamo na učinkovito zdravilo ali cepivo, naj bodo naše moči usmerjene v zaježitev epidemije bolezni in ustvarjanje sprejemajočega okolja za tiste, ki jih je doletela.

**Za strokovni in jezikovni pregled se zahvaljujem Dejanu Papežu, dr. med.**

## Viri:

Carroll, A., 2016: *State-sponsored Homophobia. A World Survey of Sexual Orientation Laws: Criminalisation, Protection and Recognition*. ILGA.

Grmek, M. D., 1993: *History of AIDS: emergence and origin of a modern pandemic*. Princeton: Princeton University Press.

Herek, G. M., 1999: *AIDS and stigma*. *American Behavioral Scientist*, 42 (7): 1106-1116.

*Global HIV and AIDS statistics* (2. 11. 2016). *Horsham: AVERT*. Pridobljeno 27. 11. 2016 s [http://www.avert.org/global-hiv-and-aids-statistics#footnote4\\_43i6ur4](http://www.avert.org/global-hiv-and-aids-statistics#footnote4_43i6ur4).

*History of HIV & AIDS in the U.S.A.* (10. 8. 2016). *Horsham: AVERT*. Pridobljeno 27. 11. 2016 s <http://www.avert.org/history-hiv-aids-us.htm>.

*HIV/AIDS*. (11. 2016). *Geneva: WHO*. Pridobljeno 27. 11. 2016 s <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs360/en/>.

*HIV/AIDS*. *Republika Slovenija, Ministrstvo za zdravje*. Pridobljeno 29. 11. 2016 s [http://www.mz.gov.si/si/delovna\\_podrocja\\_in\\_prioritete/javno\\_zdravje/obvladovanje\\_nalezljivih\\_bolezni/hiv/aids/](http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja_in_prioritete/javno_zdravje/obvladovanje_nalezljivih_bolezni/hiv/aids/)

Johnson, K., 2012: *HIV Treatment: Coping With Side Effects*. Pridobljeno 19. 12. 2014 s <http://www.webmd.com/hiv-aids/guide/hiv-drug-side-effects>.

*Joint United Nations Programme on HIV/AIDS, 2006: Overview of the global AIDS epidemic. 2006 Report on the global AIDS epidemic*.

Marx, J. L., 1982: *New disease baffles medical community*. *Science*, 217 (4560): 618-621.

Pappas, S., 2008: *Stanford scientists' discovery of virus in lemur could shed light on AIDS*. Pridobljeno 19. 12. 2014 s <http://med.stanford.edu/news/all-news/2008/12/stanford-scientists-discovery-of-virus-in-lemur-could-shed-light-on-aids.html>.

Tomazič, J., in Strle, F., s sodelavci, 2014/2015: *Infekcijske bolezni*. Ljubljana: Združenje za infektologijo, Slovensko zdravniško društvo Ljubljana.

*Prevention gap report*. *Uniaids*, 2016. Pridobljeno 29. 11. 2016 s [http://www.unaids.org/sites/default/files/media\\_asset/2016-prevention-gap-report\\_en.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/2016-prevention-gap-report_en.pdf).

Valdiserri, R. O., 2002: *HIV/AIDS stigma: an impediment to public health*. *American Journal of Public Health*, 92 (3): 341-342.

Weitz, R., 1990: *Living with the stigma of AIDS*. *Qualitative Sociology*, 13 (1): 23-38.



**Anja Voljavec** je bila rojena v Ljubljani, kjer se je tudi šolala. Po opravljeni maturi na Gimnaziji Bežigrad se je vpisala na psihologijo na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, zatem pa še na splošno medicino. Trenutno je na izmenjavni na Medicinski fakulteti v Lizboni, kjer opravlja peti letnik. Študijsko prakso je izvajala v Društvu Projekt Človek z uporabniki prepovedanih drog, izobrazila pa se je tudi za terapevtko medicinske hipnoze v Društvu medicinske hipnoze Slovenije. Poleti leta 2015 se je udeležila raziskovalne izmenjave na področju prebrane v Peruju, poleti leta 2016 pa prakse v Bolnišnici za tropsko medicino v brazilski Amazoniji. Svoj prosti čas rada namenja ljudem, glasbi, pisanju, branju knjig in uživanju v naravi, še najraje med tem, ko potuje.

# Primerjalna študija usvajanja števil pri predšolskih otrocih

Vesna Plesničar, Tina Razboršek, Franc Marušič, Rok Žaucer

Jezikoslovci z Univerze v Novi Gorici od januarja leta 2012 v sodelovanju s psihologoma D. Barnerjem in J. Sullivan z Univerze v Kaliforniji v San Diegu ter T. O'Donnellom z Massachusettskega tehnološkega inštituta v slovenskih in ameriških vrtcih opravljamo raziskave usvajanja števil pri predšolskih otrocih. Osrednje vprašanje raziskave je otrokovo razumevanje števila, tako slovničnega kot matematičnega. Oziroma konkretnije: ali je otrokova sposobnost štetja povezana z njegovim razumevanjem ozko jezikovnih/slovnčnih elementov, ki se nanašajo na količino, kot so obrazila za slovnično število (*balon – balona – baloni; hodi – hodita – hodijo*)? Ali recimo otroci, ki poznajo pomen števila 2, vedo, kdaj uporabiti obrazila za dvojino? Oziroma splošneje, ali je človekova jezikovna zmožnost povezana z drugimi kognitivnimi zmožnostmi ali pa je bolj ali manj neodvisna?

## Ozadje

Ozadje raziskav je povezano s primerjalnimi študijami usvajanja števil pri japonskih, ameriških in ruskih otrocih, ki so pokazale, da so angleško in rusko govoreči otroci pri zgodnjem usvajanju pomena števil – konkretno, pri usvojitvi pomena števila 1 – hitrejši od svojih japonskih vrstnikov (na primer Sarnecka s sod., 2007). Raziskovalci so opaženo razhajanje pripisali razlikam v slovnčnih sistemih jezikov, s katerimi otroci odraščajo, saj za razliko od ruščine in angleščine japonščina ne pozna oblikoslovnega označevanja slovnčnega števila in na primer samostalnikom tako ne dodaja obrazil za množino, ko se ti nanašajo na več kot en predmet (slov. *gumb ≠ gumbi*, rus. *knopka ≠ knopki*, angl. *button ≠ buttons*; jap. *botan =*

*botan*). Obstoj slovničnega razlikovanja med ednino in množino naj bi torej za otroka predstavljal prednost pri zgodnjem razumevanju števil, pri usvojitvi številke ena. Iz tega sklepa pa v luči slovenščine seveda takoj sledi nadaljnje vprašanje: ali pomeni obstoj še podrobnejšega razlikovanja v sistemu slovničnega števila – recimo slovenskega ločevanja med ednino, dvojino in množino (*gumb – gumba – gumbi*) – za otroka še dodatno prednost? Ali bodo imeli slovensko govoreči otroci pri zgodnjem usvajanju števil – konkretno, pri usvojitvi števila 2 – zaradi dvojine prednost pred na primer angleško govorečimi?

Poudariti velja, da se pri teh raziskavah strogo ločuje med poznavanjem števil in štetja ter razumevanjem pomena števil. Otroci so namreč lahko zelo dobri v recitiranju števil v pravem vrstnem redu, pa to ne pomeni nujno, da poznajo njihov pomen: otrok lahko zna zrecitirati številke od 1 do 8 v pravem vrstnem redu, pa hkrati ne da prave količine predmetov, ko ga prosimo za štiri gume, ker številki 4 ne pripisuje (pravega) pomena. Ko govorimo o usvajanju števil, imamo torej v mislih usvajanje pomena posameznih števil oziroma pomena besed, ki te pojme poimenujejo. Za usvajanje pomena števil je že dolgo znano, da poteka po korakih, s katerimi otroci usvajajo pomene posameznih števil v pravilnem zaporedju od ena naprej, kot je prikazano v tabeli 1. Pri tem postopnem usvajanju pomena števil naj bi pomembno vlogo imelo jezikovno znanje, saj naj bi se usvajanje števil opiralo prav nanj in prav iz njega izvelklo relevantne pomene (prim. Carey, 2009).

Otroci najprej usvojijo pomen številke 1, nato kar nekaj časa ostanejo »1-vedniki«



nivo vednika	starost	pozna pomen	trajanje
ničvednik	0 do ~2;0	ne pozna nobene številke	~ 2 leti
1-vednik	~2;0 do 2;5	'ena'	6 do 9 m.
2-vednik	~2;6 do 3;3	'ena' in 'dva'	~ 2 meseca
3-vednik	~2;8 do 3;5	'ena', 'dva' in 'tri'	nekaj mesecev
4/5-vednik	~3;0 do 3;6	'ena', 'dva', 'tri', 'štiri' (in 'pet')	nekaj mesecev
PK-vednik	~3;6 <	razumejo princip kardinalnosti	

Tabela 1: Pot n-vednika po Schaefferju in sod. (1974) ter Le Correju in Carey (2007).

(od pol do enega leta). Ko usvojijo pomen številke 2, zopet za nekaj mesecev obstanejo na stopnji »2-vednika«, nato postanejo »3-vedniki« ter čez nekaj mesecev usvojijo še pomen številke 4 in 5 ali pa že iz razumevanja številke 4 preskočijo med tiste, za katere velja, da so usvojili princip kardinalnosti – »PK-vedniki« (primerjaj Schaeffer s sod., 1974, Le Corre in Carey, 2007).

### Metodologija

Preverjanja predpostavljene povezave med obstojem slovničnega števila v jeziku in hitrostjo usvajanja pomena števil se kljub svoji lokaciji, to je Novi Gorici, nismo lotili v novogoriških, temveč v ljubljanskih vrtcih. Razlog za to je, da se uporaba dvojine med slovenskimi narečji precej razlikuje, prav v narečjih na Goriškem pa dvojina ni posebej močna: na primer ljubljanski *sva šla* je na Goriškem bolj običajno *sma šli* (glej Jakop, 2008).

V raziskavo v Ljubljani je bilo vključenih 71 otrok v starosti od 2 do 4 let, pri čemer je bilo 28 dvoletnikov (= 24 do 36 mesecev), 26 triletnikov (= 37 do 48 mesecev) in 17 štiriletnikov (= 49 do 60 mesecev). Vsi otroci, katerih rezultati so bili vključeni v analizo, so rojeni govornici slovenščine, manj kot 10 odstotkov pa jih poleg slovenščine odrasča v stiku s še enim jezikom, večinoma slovanskim. K sodelovanju so bili povabljeni

vsi otroci ciljnih starosti, vendar so bili testirani le tisti, za katere smo za testiranje dobili privoljenje staršev, oziroma izmed teh nadalje le tisti, ki so bili pri testiranju tudi sami pripravljeni sodelovati.

Poznavanje in razumevanje števil in številskih obrazil smo preverjali z nizom ustaljenih testov, zasnovanih kot igra. Vsak otrok je opravil tri, od katerih smo dva izvedli s pomočjo gumbov in posodice, pri tretjem pa je moral otrok prosto šteti. Testiranje je trajalo od deset do dvajset minut, odvisno od starosti otroka in njegovega splošnega odziva. Testirali sta dve eksperimentatorki, običajno kar v otrokovi skupini, ob navzočnosti vzgojiteljic in ostalih otrok, neke v kotu igralnice, z vsakim otrokom posebej. Ena eksperimentatorka je otroke vodila skozi igre, druga je zapisovala rezultate. V naslednjih treh odstavkih so predstavljeni uporabljeni testi.

Test DAŠ (daj-številko) je potekal s pomočjo desetih gumbov. Naloga testirancev je bila, da so postavljali določeno število gumbov v posodico. Eksperimentatorkino vprašanje se je glasilo »Ali lahko postaviš X v posodico?«, pri čemer je »X« pomenil številko brez poimenovanja predmeta (torej brez samostalnika gumb), saj bi obrazilo za slovnično število pri samostalniku lahko ponudilo namig, za koliko predmetov gre. S tem testom smo ocenjevali razumevanje

števil 1, 2, 3, 4, 5, 8 in 10 ter določili stopnjo otrokovega razumevanja – ali je otrok 0-vednik, 1-vednik, 2-vednik, 3-vednik, 4-vednik ali PK-vednik.

Pri testu DAK (daj-količino) smo otroke prosili, da v posodico postavijo količino, izraženo le s samostalnikom v obliki za določeno slovnično število. Pazili smo, da ob obrazilno izraženem slovničnem številu pri samostalniku nismo uporabljali še števil, ki bi otroku lahko pomagale ugotoviti, kolikšno je zahtevano število gumbov. S testoma DAŠ in DAK smo torej ločeno preverjali razumevanje števil in razumevanje slovničnega števila.

Namen testa ZAŠ (znanje-štetja) pa je bil spoznati, kako dobro različno stari otroci poznajo ustaljeno zaporedje števil. Otroka smo najprej vprašali, ali zna šteti. Če je pritrdil, smo ga vprašali, do koliko zna šteti, in ga spodbudili k štetju. Zabeležili smo najvišjo številko, do katere je preštel brez napake. V kombinaciji s testom DAŠ nam je test ZAŠ nudil tudi informacijo o tem, kakšno je pri testiranih otrocih poznavanje samega glasovnega niza posamezne številke (besede) v primerjavi z njihovim razumevanjem števil.

Sodelavci iz San Diega so v tamkajšnjih vrtcih z istimi testi testirali 79 angleško govorečih otrok, in sicer 25 dvoletnikov, 30 triletnikov in 24 štiriletnikov. Rezultate obeh vzorcev smo nato statistično obdelali in primerjali.

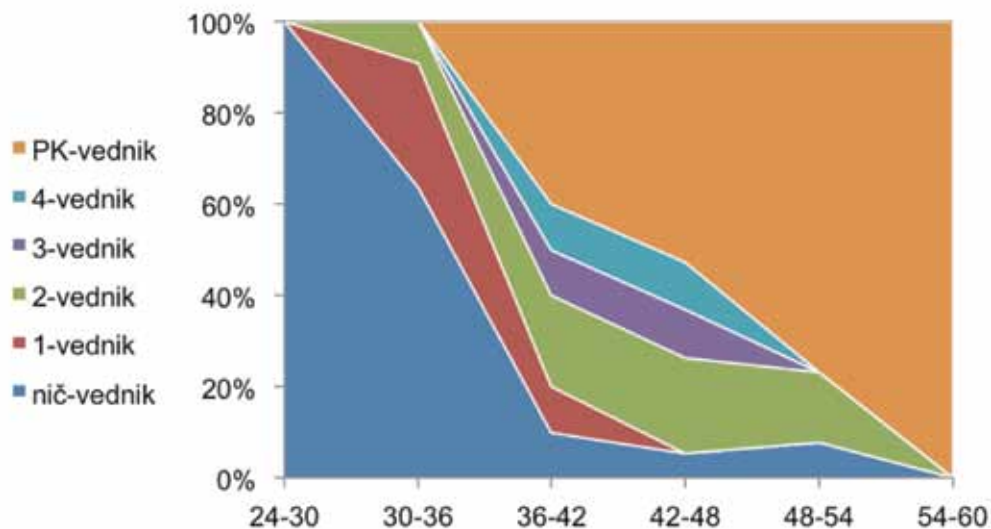
### Ugotovitve

Pokazalo se je, da enako, kot je bilo v predhodnih študijah ugotovljeno že za otroke z drugačnimi jezikovnimi ozadji, tudi slovensko govoreči otroci števila usvajajo postopoma in gredo pri tem skozi iste n-vedniške stopnje. Zanimivo pa je dvoje: da začnejo slovensko govoreči otroci števila usvajati zelo zgodaj, prej kot njihovi angleško govoreči vrstniki iz San Diega, pri katerih jezik okolja ločuje le med ednino in množino, ne pa tudi dvojine, in da po drugi strani ostanejo

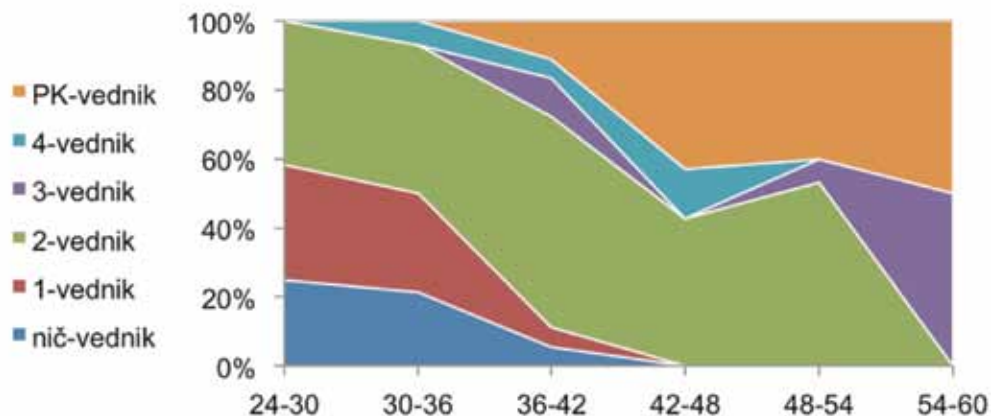
na stopnji 2-vednika dlje kot njihovi angleško govoreči vrstniki iz San Diega.

Hkrati, ko smo mi s kolegi iz San Diega opravljali raziskavo na slovensko in angleško govorečih otrocih, so raziskovalci z Univerzitetnega kolidža v Londonu opravljali zelo podobno raziskavo na otrocih iz Riada v Savdovi Arabiji, ki odraščajo z nadždijsko različico moderne arabščine. Ta podobno kot osrednja slovenščina na samostalnikih poleg ednine in množine posebej označuje tudi dvojino (za podrobnosti sistema slovničnega števila nadždijske arabščine glej Almoammer s sod., 2013, kjer sta skupaj objavljeni obe raziskavi).

Kot podrobno poročamo v članku Almoammerja s sod. (2013), analiza vseh treh vzorcev kaže, da je med slovensko in savdskoarabsko govorečimi otroci precej večji delež 2-vednikov kot med angleško govorečimi otroci. Kot kažeta grafikona 1 in 2, je bilo med slovensko govorečimi dvoletniki skoraj 40 odstotkov 2-vednikov, med angleško govorečimi dvoletniki pa le približno 5 odstotkov. Po eni strani so slovensko govoreči otroci hitrejši pri usvajanju pomena številke 2: v starostni skupini od 24 do 30 mesecev (od 2 do 2 leti in pol) je bilo med slovensko govorečimi otroci že več kot 40 odstotkov 2-vednikov, medtem ko so bili v isti starostni skupini angleško govoreči otroci še vsi na stopnji 0-vednika. Po drugi strani pa slovensko govoreči otroci, morda presenetljivo, ostanejo na stopnji 2-vednika dlje od svojih angleško govorečih vrstnikov: v starostni skupini od 42 do 48 mesecev (od 3,5 do 4 leta) je med angleško govorečimi otroci že 73,6 odstotka 3-ali-več-vednikov, med slovensko govorečimi otroci pa je takih le 57 odstotkov. Primerjava slovensko in angleško govorečih otrok s savdskoarabsko govorečimi otroci je ugotovitev, da se prisotnost dvojine v jeziku otrokovega okolja ujema z otrokovim zgodnejšim usvajanjem števil, le še potrdila, saj je savdskoarabski vzorec, ki ga prikazuje grafikon 3, skoraj enak slovenskemu vzorcu iz grafikona 2 (v savdsko-



Grafikon 1: *Delež n-vednikov med angleško govorečimi otroci po starostnih obdobjih (v mesecih).*



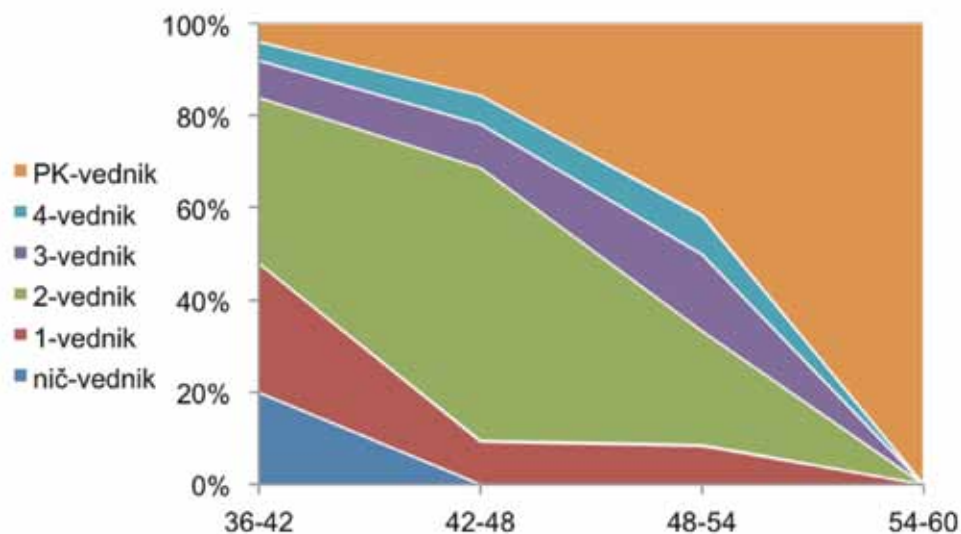
Grafikon 2: *Delež n-vednikov med slovensko govorečimi otroci po starostnih obdobjih (v mesecih).*

arabski raziskavi so bili testirani le otroci, stari od 3 do 5 let; za podrobnosti, vključno s statistiko, glej Almoammer s sod., 2013).

Nadalje je raziskava potrdila, da je razumevanje številke 2 povezano z razumevanjem dvojskih oblik, saj je porast oziroma razlika v pravilnosti razumevanja dvojine med

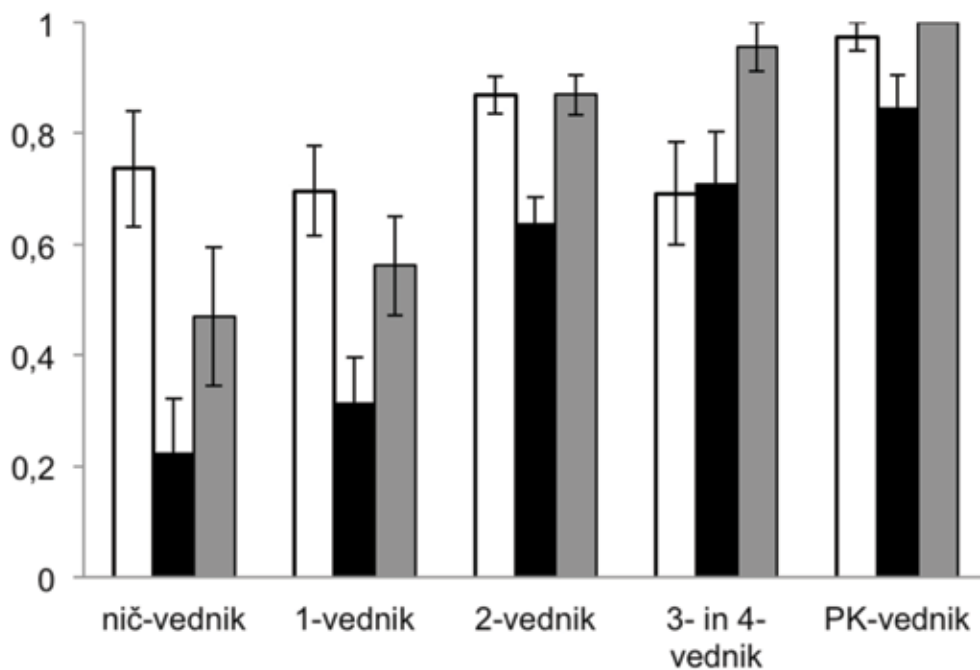
1-vedniki in 2-vedniki očitna. Otroci so se seveda najbolj odrezali pri razumevanju ednine, vendar so bili uspešni pri prav vseh treh slovničnih številih. To ponazarja grafikon 4.

Pokazalo se je torej, da se usvojitev številke 2 pri »dvojskih« slovensko in savdsko-



Grafikon 3: Delež  $n$ -vednikov med arabsko govorečimi otroci po starostnih obdobjih (v mesecih).

Grafikon 4: Delež pravilnega razumevanja ednine (beli stolpec), dvojine (črni stolpec) in množine (sivi stolpec) glede na stopnjo razumevanja števil.



rabsko govorečih otrocih zgodi nezanemarljivo prej kot pri »brezdvojinskih« angleško govorečih otrocih in da je to povezano z usvajanjem slovničnega števila. Kot omenjeno pri metodologiji, smo otroke preverjali tudi glede znanja štetja v smislu recitiranja oziroma poznavanja ustaljenega zaporedja števil. Pri tem se je glede na pravkar omenjeno zgodnejšo usvojitve številke 2 pri slovenskih in savdskih otrocih pokazala še ena zanimivost. Povprečna najvišja številka, do katere so prešteli ameriški otroci, je bila višja od povprečne najvišje številke slovenskih otrok že pri najmlajših skupinah, izrazito pa je razlika poskočila v prid ameriških otrok po tretjem letu in ostala velika vse do najstarejše skupine. Glede na to, da so slovenski in savdski otroci usvojili številko 2 prej kot ameriški vrstniki, je to na prvi pogled morda presenetljivo. Vendar če je kot olajševalec usvajanja štetja oziroma pomena števil pomembno tudi znanje samih števil, besed za števila, se to v resnici lepo ujema z ugotovitvijo, da po hitrejši usvojitvi številke 2 slovenski in savdski otroci občutno dlje ostanejo na stopnji 2-vednika oziroma da od te stopnje naprej za ameriški vrstniki zaostajajo in stopnjo PK-vednika dosežejo občutno kasneje (grafikoni 1–3). Slovnično število povzroči, da dvojinci postanejo 2-vedniki hitreje, boljše znanje štetja oziroma poznavanje ustaljenega zaporedja števil pa pripomore, da ameriški otroci nato prej napredujejo do PK-vednika. Samo dejstvo, da ameriški otroci slovenske in savdske prekašajo v štetju, pa pripisujemo kulturnim razlikam: poudarek na učenju štetja naj bi bil v ameriški kulturi v povprečju precej močnejši kot v slovenski ali savdkoarabski kulturi.

### Nadgradnja raziskave

Predstavljena raziskava je torej pokazala, da imajo otroci, ki odraščajo v okolju, v katerem jezikovni sistem nanašanje na dva zaznamuje s posebnimi slovničnimi sredstvi, prednost pri usvajanju številke 2. Vendarle pa je ob primerjavah otrok iz Slovenije, Sav-

dove Arabije in Združenih držav Amerike težko popolnoma izključiti možnost, da bi šlo pri ugotovljenih razlikah za posledico razlik v kulturah. Zato smo se lotili dodatne raziskave, s katero poskušamo to spremenljivko kar najbolj nevtralizirati.

Pri tem si spet pomagamo s slovenščino, ki svojo precejšnjo narečno raznolikost izpričuje tudi pri slovnični kategoriji dvojine (prim. Jakop, 2008). Za razliko od na primer večine severovzhodnih in osrednjih narečij, ki dvojino označujejo tako pri glagolih kot vsaj pri večini podskupin pridevnikov in samostalnikov, v nekaterih narečjih slovenščine dvojine v primerljivem smislu skorajda ni. V nekaterih belokranjskih in goriških govorih se v slovničnih okoljih, v katerih v ljubljanskem govoru srečamo dvojnisko glagolsko obliko *delava* in dvojnisko pridevniško in samostalniško obliko *zelena balona*, uporabljajo oblike *delamo* in *zeleni baloni*. Hkrati pa so med otroki, ki odraščajo v Ljubljani oziroma v Novi Gorici, kulturne razlike brez dvoma bistveno manjše kot med skupinami otrok, ki jih je primerjala prejšnja raziskava. Zato v nadaljevanju raziskave testiramo še otroke iz dveh takih nedvojinskih oziroma »manjdvojinskih« slovenskih območij, in sicer Nove Gorice in Metlike. Testiranje poteka na primerljivih vzorcih in po isti metodologiji kot prej v Ljubljani, tako da bomo novogoriške in metliške rezultate lahko neposredno primerjali z že za prvo raziskavo zbranimi rezultati iz Ljubljane. Če so izsledki predstavljene raziskave iz Almoammer s sod. (2013) pravilni, pričakujemo, da bodo imeli predšolski otroci iz »dvojinske« Ljubljane pri usvajanju številke »dva« prednost pred predšolskimi otroci iz »nedvojinskih« oziroma »manjdvojinskih« Nove Gorice in Metlike.

Po drugi strani velja, da čeprav pozna v primerjavi z osrednjo Slovenijo na primer Goriška »manj dvojine«, je nekaj vendarle pozna. Kot rečeno, v marsikaterih goriških govorih bomo v okoljih, v katerih bi v

osrednji Sloveniji srečali dvojninske oblike, srečali množinske oblike. A hkrati marsikateri goriški govori uporabljajo dvojino pri samostalniki srednjega spola, tako da so otroci tam v primeru besede *okno* izpostavljeni vzorcu s tremi različnimi oblikami: *eno okno, dve okni, tri okna*. To pomeni, da čeprav so v primerjavi z ljubljanskimi otroki izpostavljeni manj slovničnim podatkom, ki jih navajajo na trojno razlikovanje, so slovničnim podatkom s posebno obliko za nanašanje na »dva« vendarle izpostavljeni: bolj kot angleško govoreči otroci iz San Diega in manj kot otroci iz Ljubljane. Izhajajoč iz ugotovitev opisane raziskave bi torej lahko predvidevali, da se bo tudi pri zgodnosti usvajanja številke 2 izrisala trostopenjska lestvica: ljubljanski otroci bi morali številko 2 usvojiti najprej, novogoriški in metliški otroci kasneje kot ljubljanski, sandieški pa najkasneje.

Omenjena nadgradnja bi torej morala ponuditi ne le neposredno ovrednotenje rezultatov prvotne raziskave, temveč tudi kvalitativno nadgradnjo ugotovitev glede povezave usvajanja števil in slovničnega števila.

### Zaključek

Primerjava slovensko in angleško govorečih otrok je pokazala, da prisotnost dvojine otrokom olajša zgodnje usvajanje pomena števil, in to pomembneje kot samo poznavanje števil v smislu recitiranja. Prisotnost slovničnih izrazil za število v jeziku okolja torej vpliva na usvajanje števil, ki predstavljajo temelje kasnejšega matematičnega učenja. Če je ugotovitev pravilna, pričakujemo, da se bo tudi v naslednji raziskavi pokazala razlika med metliško in goriško govorečimi otroci na eni strani in ljubljansko govorečimi na drugi. Gre za pomembno ugotovitev z vidika razumevanja narave človeškega spoznavanja, hkrati pa poudarjamo, da teh ugotovitev nikakor ne želimo predstavljati kot podpore morebitnim idejam za »jezikovni inženiring« z vpeljevanjem dvojine v nedvojninska narečja ali dokazovanju mo-

rebitne večvrednosti dvojninskih jezikovnih različic nad drugimi. Čeprav dvojina očitno pomeni prednost pri zgodnjem usvajanju števil, postanejo v končni fazi PK-vedniki seveda otroci iz obeh vzorcev. Obstaja pa tudi možnost, da prisotnost dvojine oziroma kompleksnejšega sistema tudi zavira kasnejše napredovanje.

### Zahvala

Za pomoč pri izvedbi raziskav se zahvaljujemo Vrtnu Nova Gorica, Vrtnu pri Osnovni šoli Solkan, Otroškemu vrtcu Metlika in ljubljanskim vrtcem Vrtec pod Gradom, Viški vrtci, Vrtec Kolezija, Vrtec Mladi rod, Vrtec Mojca in Vrtec Ciciban Ljubljana. Za pomoč pri testiranju v Metliki se zahvaljujemo tudi S. Veseliču, S. Frankoviču, L. Šuštar in U. Fekonja Peklaj z Oddelka za psihologijo Univerze v Ljubljani. Slovenski del raziskav je v okviru raziskovalnega programa P6-0382 in raziskovalnega projekta J7-5569 sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

### Predstavitev avtorjev

Vesna Plesničar in Tina Razboršek sta diplomski študentki jezikoslovja na Fakulteti za humanistiko Univerze v Novi Gorici, izr. prof. dr. Franc Marušič in doc. dr. Rok Žaucer pa sta raziskovalca na Centru za kognitivne znanosti jezika in profesorja na Fakulteti za humanistiko Univerze v Novi Gorici.

#### Literatura:

- Almoammer, A., Sullivan, J., Donlan, C., Marušič, F., Žaucer, R., O'Donnell, T., Barner, D., 2013: *Grammatical morphology as a source of early number word meanings. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110 (46): 18448-18453.*
- Carey, S., 2009: *The Origin of Concepts. New York: Oxford University Press.*
- Jakov, T., 2008: *Dvojina v slovenskih narečjih. Ljubljana: ZRC SAZU.*

Le Corre, M., Carey, S., 2007: *One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. Cognition, 105 (2): 395–438.*

Sarnecka, B. W., Kamenskaya, V. G., Yamana, Y., Ogura, T., Yudovina, J. B., 2007: *From grammatical number to exact numbers: Early meanings of 'one', 'two', and 'three' in English, Russian, and Japanese. Cognitive Psychology, 55: 136–168.*

Schaffer, B., Eggleston, V. H., Scott, J. C., 1974: *Number Development in young children. Cognitive Psychology, 6: 357–379.*

Soteska Zarta ali Zarica • Geologija na ogled

# Povabilo na ogled naravne znamenitosti Soteska Zarta ali Zarica

Jurij Kurillo

Zavod za varstvo narave republike Slovenije z izpostavo v Kranju je na pobudo pisca tega prispevka leta 2015 postavil orientacijsko ploščo za savsko sotesko Zarto ali Zarico na njenem levem bregu, na koncu naselja Čirče. To koritasto globel je v pleistocenu ob tektonskih premikih izdolbla takratna reka Sava vzhodno od današnjega mesta Kranja, potem ko je do vrha zasula svojo staro strugo, segajočo od današnje Drulovke proti Jerci in Medvodam. Slikoviti savski kanjon, ponekod globok tudi do štirideset metrov, imenovan Zarta (Zarica), je bil žal delno potopljen zaradi gradnje dveh hidrocentral (leta 1953 v Medvodah in leta 1986 v Mavčičah). S tem je bila prizadejana naravnemu okolju zelo velika škoda – kljub velikemu prizadevanju takratnih naravovarstvenikov za ohranitev prvotne soteske.

O tej naravni vrednoti je pred časom izšla tudi izčrpna knjižna publikacija – *Zarta ali Zarica. Potopljena lepotica* (Kranj, 2011) –, o kateri je naša revija že pisala (*Proteus*, 74 (9, 10) – maj-junij 2012).

Na naši orientacijski plošči so v podobah in besedah označene vse značilnosti te enkratne naravne posebnosti. V zgornjem levem

kotu vidimo prepričljivo razliko med videzom nekdanj živahno tekoče reke, ki se je prebijala med večjimi in manjšimi skalnimi odkruški, ter današnjo, domala mirno gladino z videzom nekakšne ravninske vode. Pod tema posnetkoma najdemo zemljevid ozke soteske, ki sega danes zgolj do tako imenovanega Trbojskega jezera, ima pa vrisane gozdove in nekdanje kamnolome mlinskih kamnov, klesanih iz značilnega konglomerata ali labore, ki ga vidimo tudi na risbi geološkega prereza skalne stene. Stare mlinske kamne kaže fotografija v desnem spodnjem kotu, ki ima tako kar svoj zgodovinski pomen.

Našo savsko tokavo so vselej naseljevale različne rastlinske in živalske združbe, ki pa so se po delni potopitvi močno spremenile. To je še zlasti videti pri njenih krilatih prebivalcih, saj so se med njimi pojavili za ta kraj prej domala neznane vrste, kakršni so različni vodni ptiči, recimo razne vrste galeb ali veliki žagarji. Kajpak se v zgodnjepomladnih dneh tukaj še vedno spretetavajo rumeni citrončki, pa tudi kakšna lisica je morda še našla zavetišče v skritem savskem spodmolu. K sreči opisane znatne okoljske spremembe v zadnjih desetletjih niso zmotile

rasti nekaterih, za nižinsko lego nenavadnih cvetic, kamor sodijo poleg alpskega milja in marjetičaste nebine tudi znamenite planike, naše najbolj zgodaj zavarovane gorske rastline.

V knjigi *Zarta ali Zarica* bo obiskovalec lahko našel v poglavju *Sprehod na pomladni dan* opis poti nad sotesko tako na levem kot na desnem bregu. Ob prepadnem robu mora biti sicer sleherni obiskovalec soteske

*Orientacijska plošča za naravno vrednoto Zarto (Zarico), postavljena na koncu naselja Čirče pri Kranju.*

**NARAVNA VREDNOTA**

**ZARICA ali ZARTA - SOTESKA**

Tava je ob koncu zadnje ledene dobe prvotno struga pri Drulovski do vta zasula s proslom in se nato jugovzhodno od Kranja zaradi globoko v starejši sprjeti prid. Nastala je ena redkih karstskih sotesk v Konglomeratu pri rai. Nastalnik do 40 m globoke soteske je povzeto s preljudanjem, ugrezanjem in dviganjem Krapak-Sorkinga polja ter z rečno struzjo.

Leta 1986 je bila soteska zaradi jazu za hidroelektrano Mavčiče delno petopljena. Ob pogledu v globino rai na neukrotljivo reko spremenijo se vrhovi poudarjenih skalnih odlomkov. Zarica je danes le vedno dragoceno naravovarstveno območje ter dom za rastline in živali, za obiskovalce pa kraj za oddih, uživanje lepote narave in turizma.

Zarica je ob koncu zadnje ledene dobe prvotno struga pri Drulovski do vta zasula s proslom in se nato jugovzhodno od Kranja zaradi globoko v starejši sprjeti prid. Nastala je ena redkih karstskih sotesk v Konglomeratu pri rai. Nastalnik do 40 m globoke soteske je povzeto s preljudanjem, ugrezanjem in dviganjem Krapak-Sorkinga polja ter z rečno struzjo.

Leta 1986 je bila soteska zaradi jazu za hidroelektrano Mavčiče delno petopljena. Ob pogledu v globino rai na neukrotljivo reko spremenijo se vrhovi poudarjenih skalnih odlomkov. Zarica je danes le vedno dragoceno naravovarstveno območje ter dom za rastline in živali, za obiskovalce pa kraj za oddih, uživanje lepote narave in turizma.

**OPOZORILO:**  
Nevarnost padca!  
Ne približujte se robu soteske!

Zarna Naravna vrednota  
14. novembra 2016



pozoren na svoj korak, saj je konglomeratna podlaga ponekod precej krušljiva.

Fotografije za ta orientacijski kažipot so prispevali Jurij Kurillo, Dragica Kurillo in Tadeja Šubic, besedilo pa Tadeja Šubic in Jurij Kurillo.

Tudi na desnem bregu naše soteske najdemo na več panojih nazorne opise te naravne vrednote ob tako imenovani *Poti Jeprškega učitelja – Odsek Zarica*, poimenovani po znanem knjižnem junaku istoimenske povesti Simona Jenka (1835-1869). Eden najpomembnejših slovenskih pesnikov je namreč preživljal svojo mladost prav tu, v bližnjih vaseh Podreči in Prašah, in napisne plošče spremljajo zato tudi njegovi verzi. Trasa sega zaenkrat od Drulovke do Brega, pozneje pa naj bi bila podaljšana prav do Medvod.

Zanimivo pešpot uvaja pano z zemljevidom, ki stoji na njenem začetku, v novem delu naselja Drulovka pri Kranju. Po nekoliko nepregledni orientaciji pridemo do skalnega pomola Špik, kjer se pot pravzaprav prične s panojem o tamkajšnjih dragocenih arheoloških najdbah z besedilom Mateje Ravnik in Eve Premk Bogataj. Pri prvotnih izkopavanjih za stavbna zemljišča so namreč odkrili ostaline neolitske naselbine, nastale ob koncu mlajše kamene dobe (prva polovica 5. tisočletja in konec 4. tisočletja pred našim štetjem), ki pa je živela še v začetku bakrene dobe (eneolitika), to je v 4. do 3. tisočletju pred našim štetjem, ko so bila živa tudi kolišča na ljubljanskem barju. Te najdbe si je danes mogoče ogledati na razstavi *Železna nit* v Gorenjskem muzeju v Kranju (glej tudi poglavje M. Sagadina *Od prazgodovinskih najdb do rimske hiše* v knjigi *Zarta ali Zarica*).

Naslednji pano je namenjen ugledni slovenski literarni zgodovinariki dr. Marji Borštnik (1906-1982), ki je imela tu od leta 1937 svoj drugi dom, kjer je sprejemala mnoge literarne in druge vidne osebnosti svojega časa. Ona naj bi tudi poimenovala ta skalni pomol kot Špik (Eva Premk Bogataj).

Na napisni plošči o nastanku kanjona naj-

demo podatke o geoloških dogajanjih v tem predelu, ki jih je prispevala Tadeja Šubic. Na panoju o življenjskem prostoru kanjona so upodobljene vse tri že prej opisane cvetice (z risbami in besedilom Vlada Ravnika), ki sicer sodijo v gorsko okolje. V soteski in njeni okolici so našli svoje bivališče tudi veliki žagarji, skalni plezalčki in postovke, ki so jih fotografirali različni avtorji, besedilo pa je napisal Tomaž Mihelič.

Da ima opisana *Pot Jeprškega učitelja* tudi literarni pomen, dokazujejo steklene omariče, postavljene ob napisnih panojih, kjer si mimoidoči lahko sposodi kakšno knjigo, jo spet vrne ali prinese drugo.

Ob prepadnih stenah savskega kanjona je na desnem bregu postavljena precej dolga zaščitna ograja, ki sicer nekoliko zapira pogled na samo tokavo, ni pa odveč že zaradi hudih nezgod s padcem, ki so se zgodile v preteklosti tako na desnem kot na levem bregu.

Kot je videti iz tiskane zloženke, ki jo je založila Mestna občina Kranj leta 2014, je ureditev *Poti Jeprškega učitelja* poleg številnih sponzorjev podprla tudi Evropska unija.

# Utrinki Dneva odprtih vrat Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo ob Svetovnem dnevu oceanov

Vlado Bernetič, Katja Klun, Patricija Mozetič, Anja Šimon

»Oceani so srce našega planeta. Tako kot srce poganja kri do vsakega dela telesa, oceani povezujejo ljudi na Zemlji, ne glede na to, kje živimo. Oceani uravnavajo podnebje, prehranjujejo milijone ljudi, proizvajajo kisik in nudijo prebivališče številnim organizmom, ... in še veliko več! V želji, da zagotovimo zdravje in varnost vsem prebivalcem planeta in bodočim generacijam, je nujno, da prevzamemo odgovornost in varujemo oceane, tako kot varujemo sami sebe.« S temi besedami so želeli pobudniki praznovanja Svetovnega dneva oceanov 2016, ki poteka vsako leto 8. junija pod okriljem Združenih narodov, spodbuditi k aktivnostim. Osrednja tema oziroma geslo osveščanja je bilo *Zdravi oceani, zdrav planet* s posebnim poudarkom na onesnaženju s plastiko. V tej luči je bil svetovni praznik oceanov obeležen tudi na Morski biološki postaji Nacionalnega inštituta za biologijo (NIB) v Piranu ob že tudi tradicionalnem *Dnevu odprtih vrat*. Obiskovalcem so bili omogočeni vodeni ogledi, udeležba na interaktivnih delavnicah ter na predavanjih in predstavitvah projektov. Tako kot pretekla leta so pripravili niz osmih delavnic in plenarno predavanje na temo onesnaževanja slovenskega morja s poudarkom na mikroplastiki.

Približno 250 učencev in dijakov iz šestih osnovnih šol in dveh srednjih šol z različnih koncev Slovenije se je lahko udeležilo dveh od osmih tematskih naravoslovnih in kreativnih delavnic. Popoldne se je pridružilo tudi nekaj zunajšolskih obiskovalcev, predvsem družine. Vsi ostali obiskovalci pa so bili lahko deležni ogleda prostorov oziroma laboratorijev Morske biološke postaje Naci-

onalnega inštituta za biologijo, predavanj in projektnih stojnic. Delavnice, ki so potekale zjutraj in popoldne, so bile: *Pogled pod mikroskop* pod vodstvom dr. Janje Francé in dr. Ive Talaber; *Raznovrstnost morskih organizmov*, ki sta jo vodila dr. Martina Orlando Bonaca in Domen Trkov; *Svet v malem*, za katero je poskrbela izr. prof. dr. Valentina Turk; v dopoldanskem času je potekala tudi delavnica *Odpadki v morju*, ki je bila postavljena s pomočjo sodelavcev Inštituta za vode Republike Slovenije Štefana Trdana in dr. Špele Koren; v Potapljaški bazi Morske biološke postaje je delavnico *Priprava na potop* uredil Janez Forte; zanimive *Poskuse z vodo* sta pripravila Martin Vodopivec in Anja Fettich. Posebej so navdušili izvajalci delavnice *Robošmucki* iz Osnovne šole Vojke Šmuc iz Izole pod mentorstvom učiteljice Mojce Pristov Fink s svojim programsko avtomatiziranim oziroma robotiziranim logističnim poligonom. Ne nazadnje pa je med Bernardinom do zasidrane raziskovalne ladje *Sagita* ta dan potekala stalna pomorska linija - morda tudi najbolj zanimiva pot na delavnico *Delo na ladji*, katero so vodili Tihomir Makovec, Marko Tadejevič, dr. Borut Mavrič in Milijan Šiško.

Program prireditev na Morski biološki postaji Nacionalnega inštituta za biologijo Piran je poleg delavnic in predstavitve *Družtva Morigenos*, ki preučuje življenje delfinov in ostalih morskih sesalcev v našem morju, obsegal tudi predavanje izr. prof. dr. Oliverja Bajta na temo *Onesnaževanje slovenskega morja - viri in možni vplivi*. Dr. Vesna Flander Putrlje je na več predavanjih in vodenih ogledih prostorov, ki so se vrstili čez

dan, predstavila aktivnosti Morske biološke postaje z naslovom *O dejavnosti Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo*. Pomemben dogodek tega dne je bila tudi podelitev *Modre zastave* društva DOVES – FEE Slovenija raziskovalnemu plovilu *PI-800 Sagita* in plovilu *PI-3930*, katero je vodji enote Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo dr. Andreji Ramšak izročil nacionalni koordinator mag. Boris Šušmak. Ves dan je bil neprekinjeno predvajan predstavitveni film o zaščitenih območjih in aktivnosti Javnega zavoda Krajinski park Strunjan. Obiskovalci so si lahko ogledali tudi umetniško fotografsko razstavo sodelavca Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo Tihomirja Makovca z naslovom *PUNT-A (Morski svet in mi - 1)*, ki jo je postavil Vladimir Bernetič, podprla pa jo je Luka Koper s sredstvi sklada *Živeti s pristaniščem*. Za uspešno organizacijo prireditve in logistiko izvedbe sta poskrbeli dr. Katja Klun in Anja Šimon, uvodničarka na

predavanjih pa je bila dr. Andreja Ramšak, vodja raziskovalne enote Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo. Organizacija in vsebine so bile izvedene v okvirih programa dela Nacionalnega odbora Medvladne oceanografske komisije (IOC), ki mu predseduje izr. prof. dr. Patricija Mozetič. Ustvarjalni pristop s soudeležbo obiskovalcev v interaktivnih delavnicah je že preizkušena oblika seznanjenja z vsebinami znanstvenoraziskovalnega dela mladih na poti približevanja odločitvam pri izbiri poklicne poti. Predavatelji so s svojimi življenjskimi izkušnjami in s primeri iz naravnega ter urbanega okolja lepo popestrili nove (v)pogleda v paleto študijskih vsebin ter razvojnih možnosti mladih nadarjenih učencev in dijakov. Obiskovalci so kot priznanje za udeležbo prejeli lično izdelani rokovnik in razglednice s slikami morskih organizmov. Organizacijo so poleg Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo omogočili tudi UNESCO – Orga-

*Sodelavca Inštituta za vode Republike Slovenije Štefan Trdan in dr. Špela Koren pri izvajanju ustvarjalnega pristopa z udeleženci delavnice Odpadki v morju. Foto: Vlado Bernetič.*



nizacija Združenih narodov za izobraževanje, znanost in kulturo -, Nacionalni odbor Medvladne oceanografske komisije, Inštitut za vode Republike Slovenije, Javni zavod Krajinski park Strunjan, društvo DOVES

– FEE Slovenija in Koordinacija Mednarodnega oceanskega inštituta v Sloveniji, pobudnika *Svetovnega dneva oceanov*.



*Na Raziskovalno ladjo Sagita Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo Piran so mladi naravoslovci prispeli z gliserjem pod vodstvom Milijana Šiška. Foto: Vlado Bernetič.*



*Dr. Martina Orlando Bonaca in Domen Trkov pri animaciji obiskovalcev delavnice Raznovrstnost morskih organizmov. Foto: Vlado Bernetič.*



*Izvajalci delavnice Robošmucki iz Osnovne šole Vojke Šmuc iz Izole ob svojem logističnem poligonu.  
Foto: Vlado Bernetič.*

*Delavnica Pogled pod mikroskopom je potekala pod vodstvom dr. Janje Francé in dr. Ive Talaber.  
Foto: Vlado Bernetič.*



# Nobelova nagrada za kemijo za leto 2016 je bila podeljena za molekulske stroje

Barbara Hribar Lee

Švedska kraljeva akademija za znanost je letos podelila Nobelovo nagrado za kemijo trem znanstvenikom, Francozu Jean-Pierreu Sauvageu, Angležu siru Jamesu Fraserju Stoddartu in Nizozemcu Bernardu L. Feringi za »načrtovanje in sintezo molekulskih strojev«.

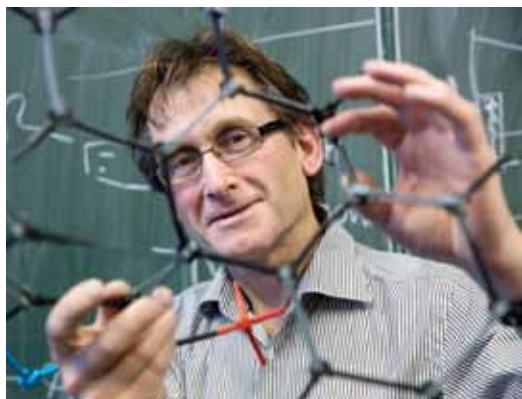
Stroji so mehanične naprave, sestavljene iz več mirujočih in gibajočih delov, ki prenašajo in pretvarjajo energijo ter s tem opravljajo delo. Z njihovo pomočjo je bil mogoč razvoj civilizacije, kot jo poznamo danes. V tisočletjih so se stroji razvijali od najbolj preprostih, vlečnih vodnjakov do letalskih



*Jean-Pierre Sauvage je francoski kemik, ki se ukvarja s koordinacijsko kemijo. Deluje na Univerzi v Strasbourgu.*  
Vir: Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires.



*Sir James Fraser Stoddart je britanski kemik, deluje pa na Univerzi Northwestern v Združenih državah Amerike. Ukvarja se s področjem nanotehnologije.*  
Vir: UCLA Newsroom.



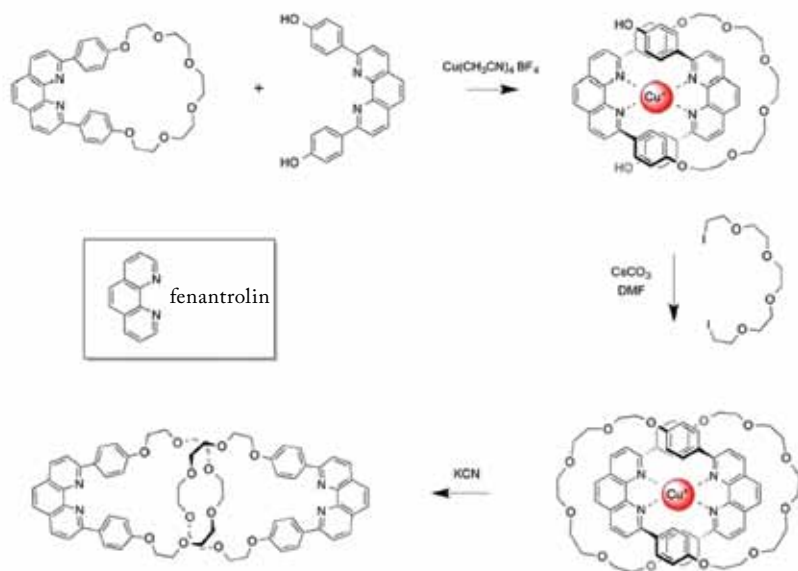
*Bernard Lucas Feringa je nizozemski kemik, ki se ukvarja z organsko sintezo, molekulsko nanotehnologijo in homogeno katalizo. Deluje na Univerzi v Groningenu.*  
Vir: StarsUnfolded.

motorjev in superračunalnikov. Delo letošnjih Nobelovih nagrajencev je pripomoglo, da bomo lahko naredili še korak naprej – v stroje bomo lahko spremenili najkompleksnejše sestavne dele sveta, molekule, ki so tako majhne, da jih ne moremo niti videti. Stroj na molekulski ravni deluje podobno: molekula ali molekulski sestav izvede mehansko delo, če prejme energijo v ustrezni obliki. Takšne primere v biokemiji že poznamo. Miozin na primer je protein, ki skrbi za krčenje mišic, protein kinezin med drugim skrbi za transport snovi v celicah vzdolž mikrotubul, v ribosomih pa poteka sinteza proteinov. Vsi ti in še mnogi drugi delujejo kot naravni molekulski stroji, njihova funkcija pa je dana že z njihovim genetskim zapisom. Ali lahko iz molekul sestavi-

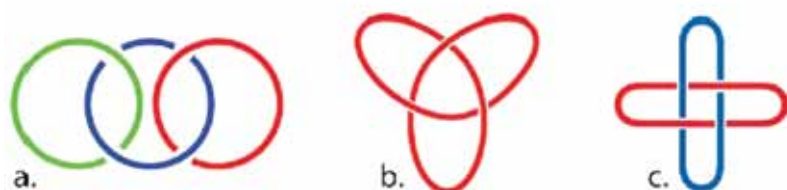
mo molekulski stroj, ki bo opravljal vnaprej predpisano funkcijo?

Za konstrukcijo stroja je treba najprej izdelati njegove sestavne dele. K temu je veliko prispeval Jean-Pierre Sauvage, ko je leta 1983 uspešno povezal dve molekuli v obliki obroča v verigo, imenovano katenan (slika 1). Podobno kot v mehanskih verigah sta v teh molekulskih skupkih sestavna dela prosto gibljiva glede drug na drugega, mehanska vez med njima pa ju omejuje na dani del prostora.

Čprav so bile podobne strukture znane že prej, je Jean-Pierre Sauvage z uporabo bakrovega iona uspel za sintezo izkoristek z nekaj odstotkov povečati kar na 42 odstotkov. Sintezni postopek so Sauvage in sode-



*Slika 1: Jean-Pierre Sauvage je s pomočjo bakrovega iona uspel povezati dve molekuli z mehansko vezjo (Dietrich-Buchecker, Sauvage, Kintzinger, 1983).*



*Slika 2: Različne topološke strukture, ki jih je uspela sintetizirati skupina Jean-Pierrea Sauvagea (Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016).*

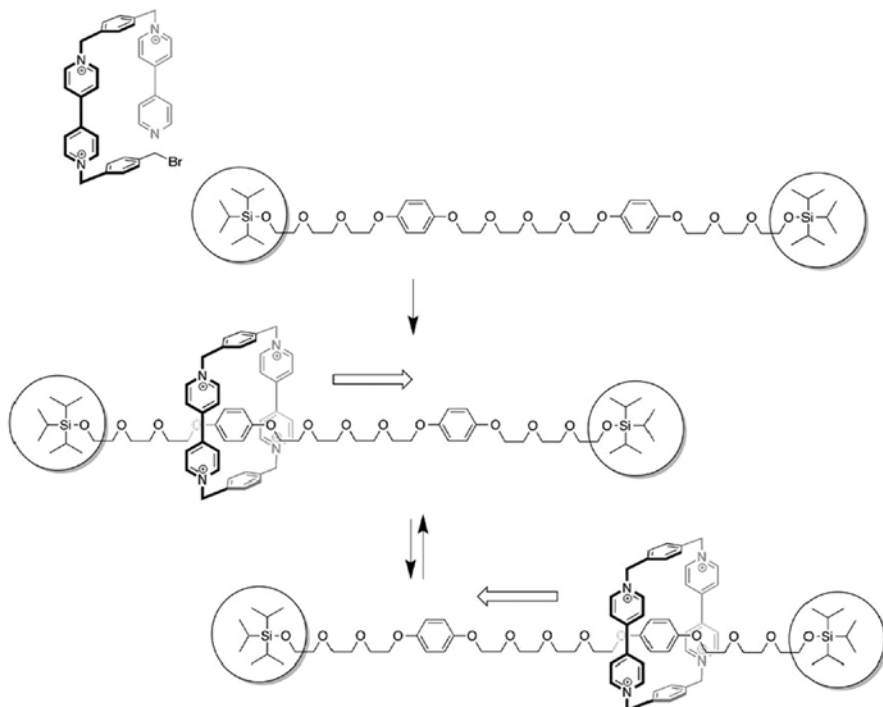
lavci uporabili za sintezo cele vrste topološko različnih verig (slika 2) in leta 1994 sintetizirali katenene, v katerih se je en obroč okrog drugega vrtel nadzorovano. To je bil prvi korak k sintezi molekulskih strojev.

Naslednji preskok v smeri konstrukcije molekulskih strojev se je zgodil po zaslugi sira Jamesa Fraserja Stoddarta, ki je leta 1991 uspel molekulski obroč naviti na molekulsko os tako, da se je obroč lahko premikal vzdolž osi (slika 3). Med sintezo se je odprti obroč s primanjkljajem elektronov vezal na del molekulske osi s povečano elektronsko gostoto. Ko so obroč zaprli, je bil obroč mehansko pritrjen na molekulsko os in se je lahko prosto gibal vzdolž osi med obema hidrokinoloma, vezanima na koncih molekulske osi. Z velikim izkoristkom so uspeli sintetizirati rotaksan.

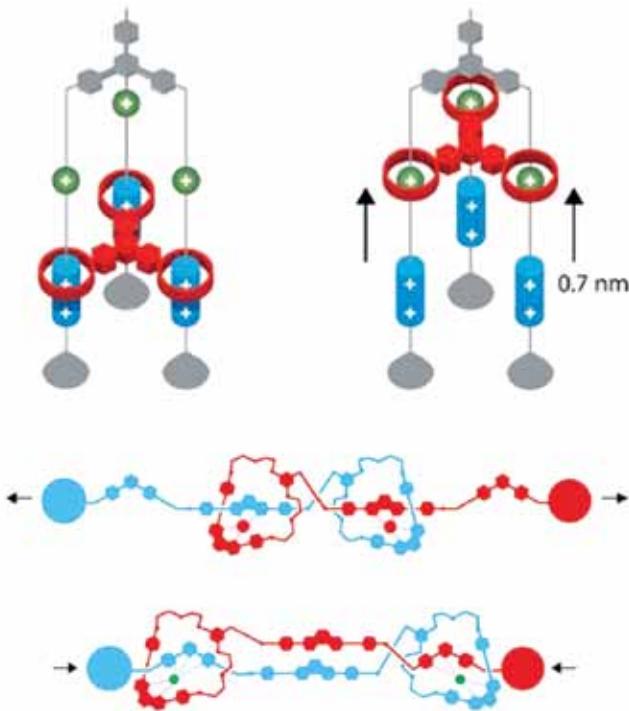
Do leta 1994 je Stoddart uspel gibanje nadzorovati. S pomočjo rotaksanov je njegova skupina uspela sestaviti molekulsko dvigalo in umetno »mišico« – elastično strukturo, ki se je lahko raztezala in krčila, podobno kot mišična vlakna v tkivih (slika 4).

Da bi iz različnih gradnikov sestavili stroj, bi potrebovali še motor, v katerem bi se rotor stalno vrtel v isto smer. Zanj gre zasluga Bernardu (Benu) L. Feringi. Ta je leta 1999 sintetiziral molekulo, ki je bila sestavljena iz dveh ploščatih delov, povezanih z dvojno vezjo med ogljikovima atomoma (slika 5). Na vsak del molekule je bila vezana po ena metilna skupina, ki je delovala kot zaskočni mehanizem in poskrbela za to, da se je molekulski rotor vrtel le v eno smer. Vrtenje je bilo spodbujeno z ultravijolično svetlobo.

Slika 3: *Sinteza in translacijsko gibanje rotaksana* (Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016; Anelli, Spencer, Stoddart, 1991).



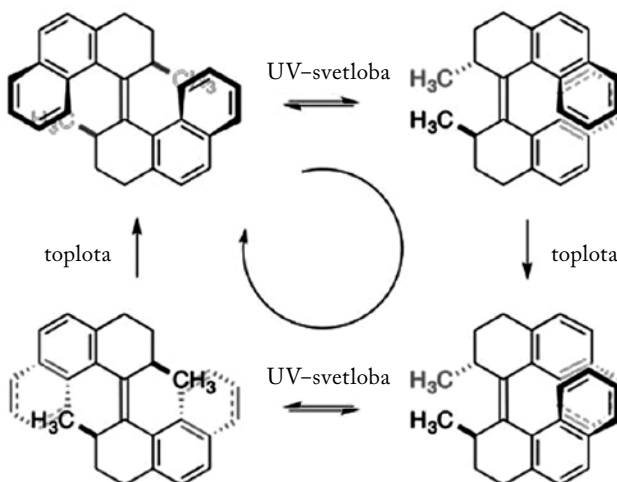




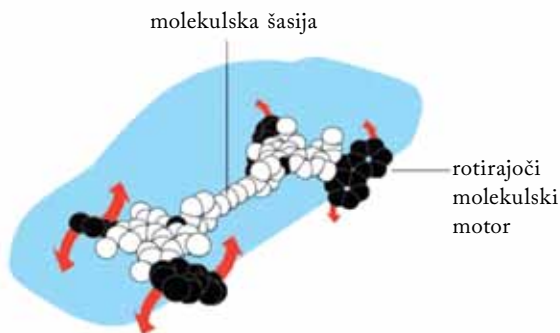
Slika 4: Molekularno dvigalo (zgoraj) in molekularna mišica (spodaj), sestavljena iz rotaksanov (Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016).

Prvi molekularni motor je bil razmeroma počasen, že leta 2014 pa se je vrtil s hitrostjo 12 milijonov obratov v sekundi.

Feringa in sodelavci so leta 2006 pokazali, da lahko s podobnimi molekularnimi motorji v tekočih kristalih vrtijo steklene cilindre, 10.000-krat večje od samih sebe (posnetek poskusa je dostopen na [www.nature.com/nature/journal/v440/n7081/supinfo/440163a.html](http://www.nature.com/nature/journal/v440/n7081/supinfo/440163a.html)), leta 2011 pa so uspeli sestaviti »nanoavto«, v katerem iz molekul sestavljeno ogrodje avtomobila poganjajo štirje molekularni motorji v vlogi koles (slika 6).



Slika 5: Enosmerni molekularni motor na svetlobo (Koumura, Zijlstra, Delden, Harada, Feringa, 1999).



Slika 6: *Nanoavto s pogonom na štiri »kolesa«* (Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016).

Čeprav so molekularni stroji danes sicer še na stopnji razvoja, na kateri so bili električni motorji leta 1830, so Jean-Pierre Sauvage, sir James Fraser Stoddart in Bernard L. Feringa s svojimi odkritji odprli vrata v nov svet kemije. Omogočili so sestavo molekularnih strojev, ki so vsaj tisočkrat manjši od lasu. S tem so dali besedi miniaturizacija popolnoma nov pomen in samo ugibamo lahko, kaj bo prinesla nova industrijska revolucija.

#### Literatura:

Anelli, P. L., Spencer, N., Stoddart, J. F., 1991: *A Molecular Shuttle. Journal of the American Chemical Society*, 113 (13): 5131–5133.

Dietrich-Buchecker, C. O., Sauvage, J. P., Kintzinger, J. P., 1983: *Une nouvelle famille de molécules: Les métallo-caténanes. Tetrahedron Letters*, 24 (46): 5095–5098.

*How molecules became machines, Popular Science Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016. The Royal Swedish Academy of Science.*

Koumura, N., Zijlstra, R. W. J., Delden, R. A. van, Harada, N., Feringa, B. L., 1999: *Light-Driven Monodirectional Molecular Rotor. Nature*, 401 (6749): 152–155.

*Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016. The Royal Swedish Academy of Science.*

Naše nebo • Astronomi odkrili »okroglo« zvezdo

## Astronomi odkrili »okroglo« zvezdo

Mirko Kokole

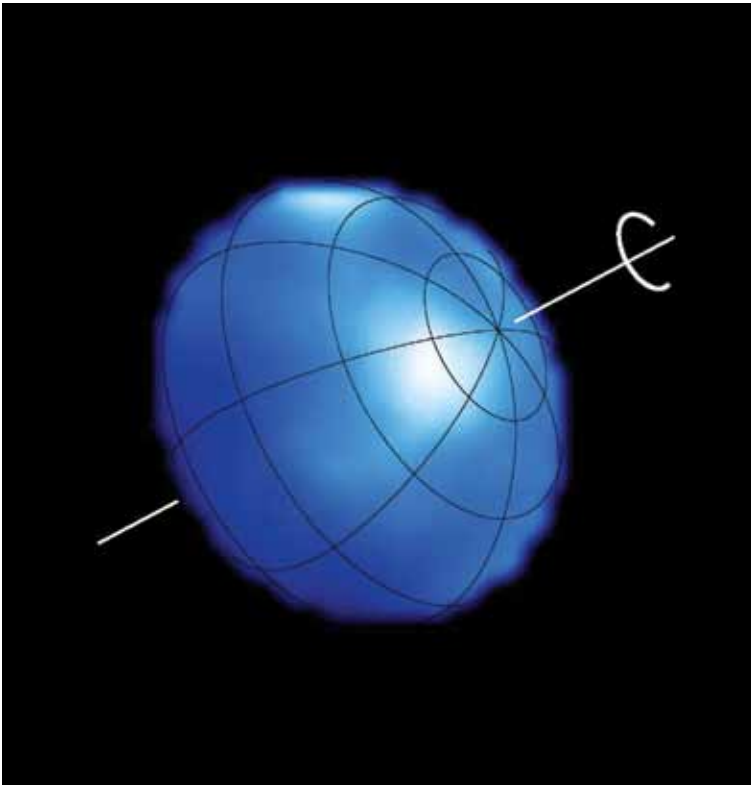
Morda se taka označba zdi na prvi pogled precej absurdna, a za njo se skriva pomemben dosežek na področju astronomije. Vsi namreč vemo, da se zvezde pod vplivom centrifugalne sile na ekvatorialnem delu nekoliko napihnejo in tako dobijo obliko sploščenega elipsoida. Hitreje kot se zvezda vrti, bolj je sploščena. Skupina astronomov je v nedavni številki revije *Science Advances*

objavila zanimiv članek, v katerem pišejo, da so odkrili zvezdo z izjemno majhno sploščenostjo. Ta zvezda je za zdaj najbolj okrogel nebesni objekt, ki ga poznamo. A bolj kot dejstvo, da je zvezda skoraj popolnoma okrogla, je pomemben način, kako so prišli do tega rezultata. Uporabili so namreč razmeroma mlado astronomsko vedo - asteroizmozologijo.

Asteroseizmologija je ena od mlajših ved astronomije in je sorodnica helioseizmologije, ki preučuje gibanje zvočnih valov v notranjosti Sonca. Ker pri Soncu lahko razločimo njegovo površje, lahko pridobimo več informacij o gibanju snovi v njem. Pri zvezdah, kjer površine ne razločimo, pa lahko opazujemo samo, kako se spreminja njen izsev. Iz spreminjanja izseva sklepamo, kako zvezda utripa. Ker zvezda utripa z značilnimi frekvencami, ki so odvisne od njene oblike in sestave, lahko rekonstruiramo, kakšni sta njena oblika in notranja zgradba. Najlažje si to lahko predstavljamo, če pomislimo na struno na glasbilu. Ko struno zanihamo, bo ta zvenela z natanko določeno frekvenco. Ta frekvenca je odvisna od dolžine strune, kako je struna napeta in iz kakšnega materiala je. Bolj zapleteno, vendar veliko bolj nazorno je nihanje vodne gladine v kozarcu. Vzemimo najprej kozarec

z okroglim presekom in v sredini zanihajmo gladino vode v njem. Nastali bodo krožni valovi z določeno valovno dolžino. Iz te valovne dolžine lahko ugotovimo, kako velik je kozarec. Sedaj vzemimo pravokotni kozarec in ponovimo enak poskus. Hitro vidimo, da je valovanje v njem bolj zapleteno, a lahko z nekaj računanja prav tako ugotovimo, kakšna je njegova velikost. Ko smo se naučili, kako voda niha v kozarcu, lahko z nekaj matematičnega truda in opazovanjem valovanja gladine rekonstruiramo poljubno obliko kozarca.

Asteroseizmologija na podoben način, in sicer na podlagi opazovanja nihanja izseva zvezde, ugotavlja, kakšne oblike je zvezda. Problem je seveda nekoliko bolj zapleten, ker za razliko od vode v kozarcu ne poznamo vseh fizikalnih lastnosti, jih pa večino lahko precej dobro uganemo, če vemo, kakšnega tipa je zvezda. Zvezde nihajo z več

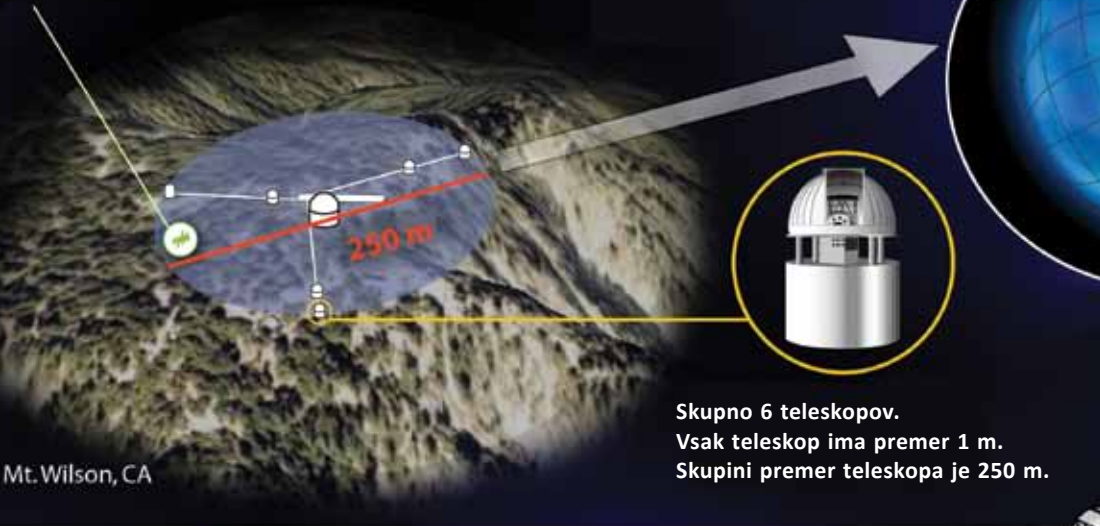


*Slika površja zvezde Altair je bila posneta z infrardečim interferometrijskim teleskopskim sistemom CHARA. Altair je od nas milijonkrat bolj oddaljen kot Sonce. Credit: Ming Zhao, University of Michigan.*

## Interferometer CHARA: največji infrardeči teleskop na svetu

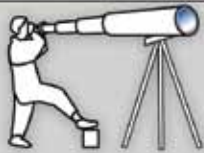
Velikost Hubblovega vesoljskega teleskopa v primerjavi z interferometrom CHARA.

Milijonkrat bolj oddaljen od Sonca (15 svetlobnih let).



Mt. Wilson, CA

Skupno 6 teleskopov.  
Vsak teleskop ima premer 1 m.  
Skupini premer teleskopa je 250 m.



100 milj daleč (161 km)

Analogija



2 mm

*Astronome, ki zrejo v vesolje skozi največji infrardeči teleskop na svetu, je mogoče primerjati s človekom, ki skuša brati časopis, ki je od njega oddaljen sto šestdeset kilometrov. Interferometer CHARA se nahaja na Mount Wilson v Kaliforniji v Združenih državah Slovenije. CHARA je sestavljen iz šestih teleskopov, katerih svetlobozdružijo s pomočjo instrumenta MIRC (Michigan Infrared Combiner, Michiganski infrardeči združevalnik) in tako ustvarijo ogromen teleskop s premerom približno 250 metrov, kar je stokrat več, kot meri zrcalo Hubblovega vesoljskega teleskopa. Credit: Zina Deretsky, National Science Foundation.*

različnimi frekvencami. Za zvezdo Kepler 11145123 (tudi KIC 11145123), ki jo je odkrila skupina astronomov z Inštituta za raziskovanje Sončevega sistema Max Planck in Univerze v Göttingenu pod vodstvom Laurenta Gizona in odkritje objavila v že omejnjeni reviji *Science Advances*, so značilna nihanja v frekvenčnem pasu od 15 do 25 utripov na dan in v območju manj kot 5 utripov na dan. Ker različne frekvence potujejo vsaka na svoj način skozi zvezdo, lahko iz

tega, kako močno zvezda utripa pri določeni frekvenci, zelo natančno ugotovimo, kakšna je njena oblika. K natančnosti dodatno pripomore tudi, kako dolgo časa zvezdo opazujemo. Ker je to zvezdo opazoval vesoljski teleskop *Kepler*, imamo o njej podatke za skoraj štiri leta. To nam omogoča izjemno veliko natančnost, v našem primeru so bile frekvence določene z natančnostjo najmanj  $10^{-4}$  utripov na dan.

Zvezda Kepler 11145123 je zvezda spektral-



Altair. 2-krat večji od Sonca (umetniškova zamisel).

Časopis

nega tipa A in se okoli osi obrne v sto dneh. Za primerjavo povejmo, da se Sonce okoli svoje osi zavrti v 26 dneh. Z opisanimi asterozeizmološkimi meritvami so astronomi ugotovili, da je njena sploščenost le 0,0003-odstotna. To je izjemno malo, za primerjavo povejmo, da je sploščenost Zemlje 0,3-odstotna, zvezde Altair v ozvezdju Orla pa 14-odstotna – mimogrede, Altair je ena od redkih zvezd, katere površje so razložili z infrardečo interferometrijo.

Trenutno je zvezda Kepler 11445123 najbolj okrogel nebesni objekt, ki ga poznamo. Pravzaprav je tako malo sploščena, da je to astronome zmotilo, saj bi zaradi vrtenja njena sploščenost morala bi-

ti večja. Zato so domnevali, da mora imeti zvezda rahlo magnetno polje, ki popravlja njeno obliko. To pa je precej nenavadno, saj ima zvezda konvektivno sredico in radiacijski plašč, kar ni najbolj ugodno za nastanek učinka dinama. To pa povzroča dvom tudi o našem poznavanju nastanka magnetnega polja v zvezdah. Majhna sploščenost zvezde Kepler 11445123 nam pove tudi, da je zelo majhna verjetnost, da se okoli nje giblje kakšen večji planet, saj bi ta njeno sploščenost le povečal.

Kot vidimo, lahko asterozeizmološka opazovanja veliko povedo o zvezdah, njihovi sestavi in okolici. Ker imamo sedaj na voljo ogromno količino podatkov, ki jih je pridol-

bil vesoljski teleskop *Kepler*, lahko zelo natančno določamo njihovo obliko in velikost. Kmalu bomo dobili še večjo količino podatkov, ki jih bo zbral vesoljski teleskop *Gaia*. Tako bo asterozeizmologija verjetno postala ena od pomembnejših znanstvenih ved v astronomiji v prihodnje.

### Nebo v decembru

Zimsko nebo zagotovo najbolj zaznamujeta ozvezdji Oriona in Bika. Prvo je popolnoma nezgrišljivo in je skupaj z Velikim vozom eno najbolj poznanih ozvezdij. Tudi drugega ozvezdja Bika ne moremo zgrešiti, saj vsebuje razsuto zvezdno kopico, ki jo lahko s prostim očesom vidimo tudi v slabših opazovalnih razmerah. To so seveda Plejade. Plejade marsikoga spominjajo na pomanjšano različico ozvezdja Velikega voza. Poglejmo si nekaj pomembnih značilnosti teh dveh zimskih ozvezdij.

Ozvezdje Oriona je verjetno bolj poznano kot Veliki voz oziroma Veliki medved. Skozi njega poteka nebesni ekvator, zato ga poznajo tako na severni kot na južni zemeljski polobli, le da ga na južni polobli vidijo obrnjenega na glavo.

Orion je sestavljen iz sedmih svetlih zvezd:  $\alpha$  Oriona ali Betelgeza,  $\gamma$  Oriona ali Bellatrix,  $\beta$  Oriona ali Rigel in  $\kappa$  Oriona ali Saiph nekako določajo Orionova ramena in nogi,  $\zeta$  Oriona ali Alnitak,  $\epsilon$  Oriona ali Alnilam in  $\delta$  Oriona ali Mintaka pa njegov pas. Te tri zvezde pri nas poznamo tudi pod skupnim imenom Rimščice ali Kosci.

Betelgeza je rdeča orjakinja, ki je od nas oddaljena 420 svetlobnih let, njen izsev pa je za kar 15.000-krat večji od Sončevega. Betelgeza je zares zelo velika zvezda. Njen premer meri kar štiri astronomske enote (to je razdalja med Soncem in Zemljo), kar pomeni, da bi se njena notranjost, če bi jo postavili v naše Osončje, raztezala vse do Marsa.

Rigel je modra superorjakinja z magnitudo 0,12. Rigel izseva tako veliko energije, da bi na oddaljenosti 10 pársekov (ime parsek

izhaja iz okrajšav besed »paralaksa ene ko-  
tne sekunde«) ali 32,6 svetlobnih let imel  
magnitudo  $-7,1$  in bi ga brez težav vide-  
li tudi podnevi. Njegov izsev je približno  
60.000-krat večji od Sončevega, maso pa  
ima kar 50-krat večjo od Sončeve.

Rimščice ali Kosce sestavljajo tri modre  
zvezde. Alnitak ima magnitudo 1,8, Alni-  
lam 1,7, Mintaka pa 2,2. Blizu  $\zeta$  Oriona  
ali Alnitaka je znana temna meglica Konj-  
ska glava ali Barnard 33, ki jo je leta 1889

odkril ameriški astronom Edward Char-  
les Pickering (1846–1919).

Ko govorimo o ozvezdju Oriona, ne smemo  
pozabiti tudi na najbolj znano meglico M42  
ali Veliko Orionovo meglico. To je edina  
meglica, ki jo vidimo s prostim očesom in  
je znana predvsem po tem, da v njej nastajajo nove zvezde.

Ozvezdje Bika si ponavadi predstavljamo,  
da ima glavo okoli Hijad, oba rogova se  
končujeta v zvezdah  $\zeta$  in  $\beta$  Bika, bikovo oko

*Velika Orionova meglica. Credit: NASA, ESA, M. Robberto (Space Telescope Science Institute/ESA) and the Hubble Space Telescope Orion Treasury Project Team.*



pa je Aldebaran, ena od najsvetlejših zvezd na našem nebu.

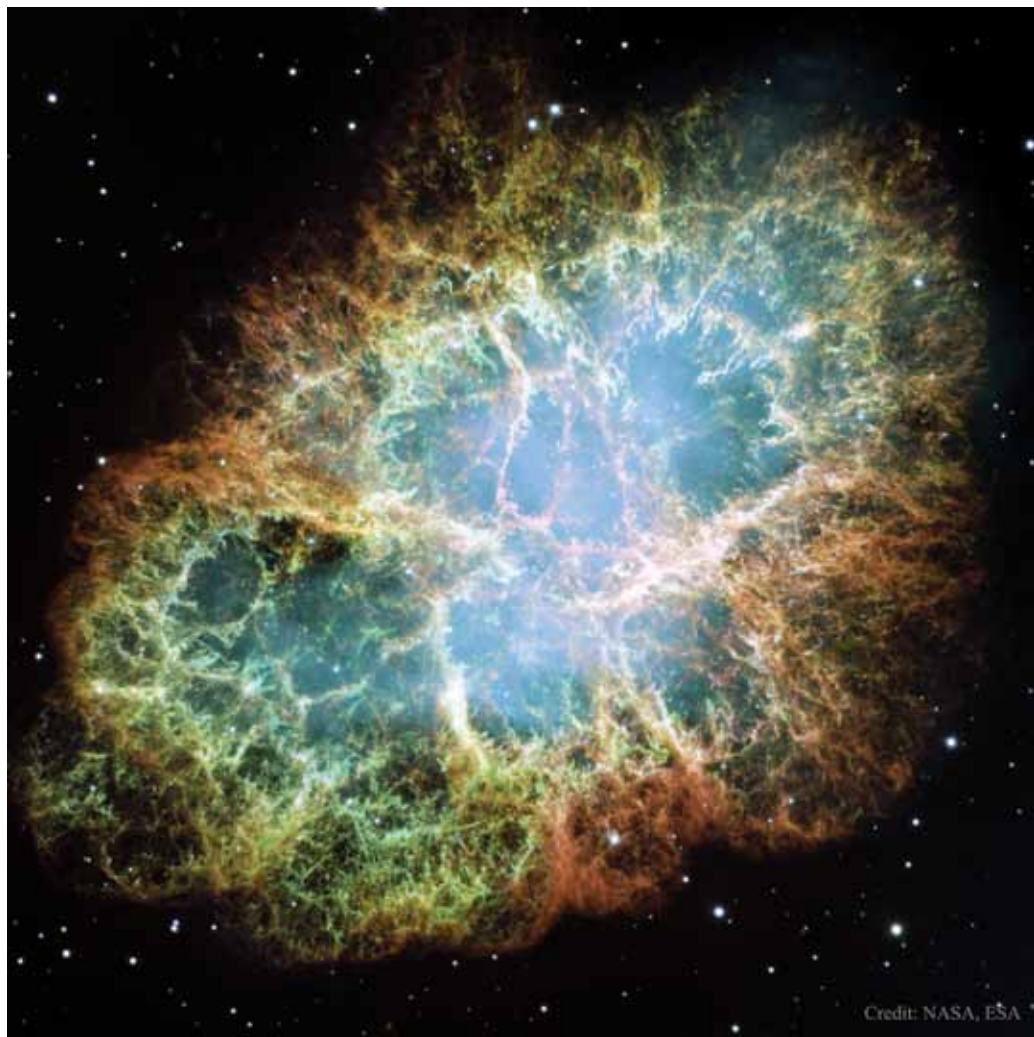
Največja znamenitost ozvezdja Bika so seveda Plejade. Plejade ali Gostosevci so razsuta zvezdna kopica, ki vsebuje mnogo zvezd, od teh jih ima devet najsvetlejših tudi svoja imena. Sedem od njih imenujemo po sedmih sestrah Plejadah, dve pa nosita imeni njunih staršev. Zvezde v Plejadah so mlade

modre zvezde, stare od 10 do 20 milijonov let, in jih obdaja meglica.

Druga znamenitost v Biku so Hijade, prav tako razsuta zvezdna kopica, le da je mnogo starejša. Zvezde Hijad so stare približno 400 milijonov let. Ker zvezde Hijad niso posebej svetle in so posejane po večji površini na nebu kot Plejade, jih je težje opaziti. Kot najbolj pomemben objekt v tem ozvezd-

*Rakova meglica, ki jo je posnel Hubblov vesoljski teleskop. Sredi meglice leži pulzar, nevtronska zvezda, ki ima enako maso kot naše Sonce, velika je le kot manjše mesto, vrti pa se s hitrostjo 30 obratov na sekundo.*

*Credit: NASA, ESA, J. Hester, A. Loll (ASU).*

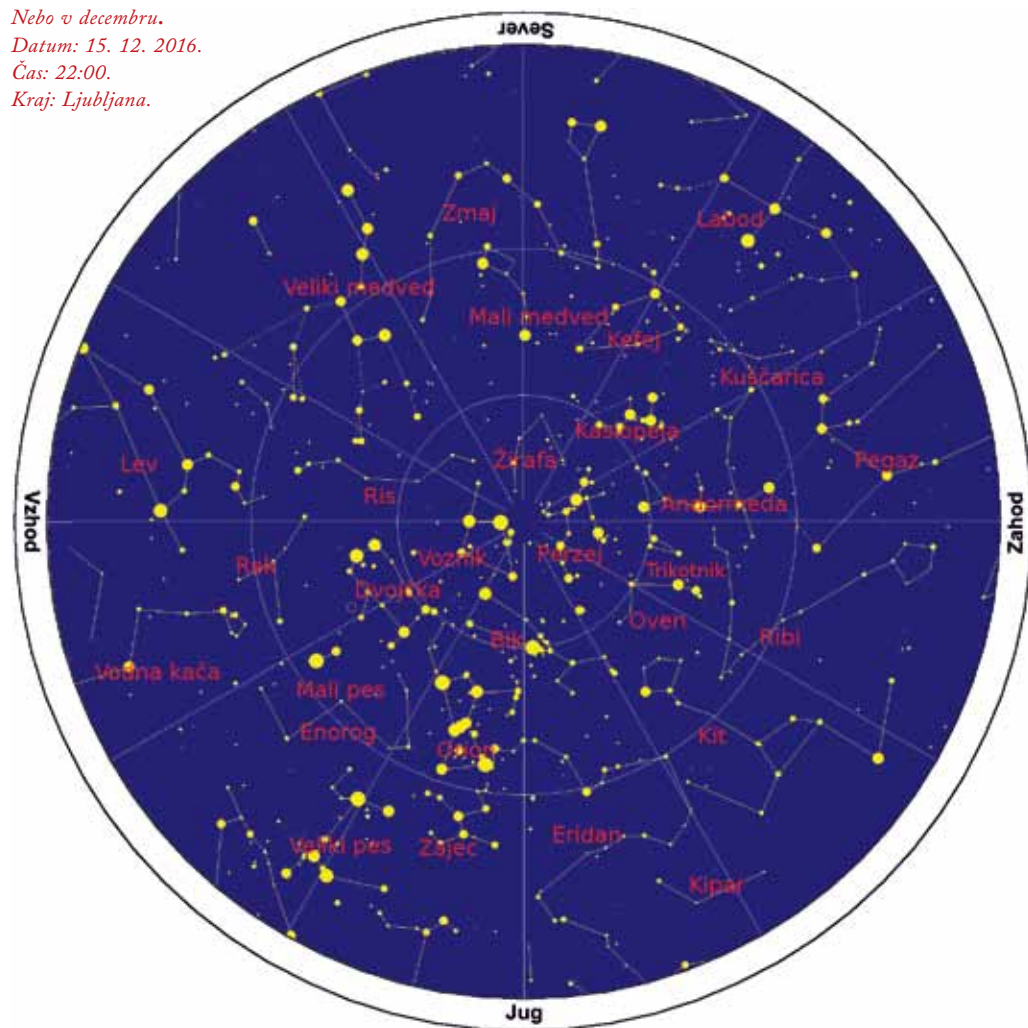


ju pa moramo omeniti tudi Rakovo meglico M1, ki je ostanek izbruha supernove, za katerega natanko vemo, kdaj je nastal. Kitajski zapisi namreč omenjajo svetlo zvezdo, ki je se pojavila v bližini ζ Bika 4. julija leta 1054 in je svetila 23 dni.

Za konec pa omenimo še meteorski roj Geminidov, ki ga lahko vsako leto opazujemo med 4. in 16. decembrom, največjo aktivnost pa dosežejo v noči med 13. in 14. de-

cembrom. Ob dobrih razmerah jih lahko vidimo tudi več kot sto na uro. Njihov radiant, to je točka na nebu, iz katere navidezno izhajajo, se nahaja v ozvezdju Dvojčkov, ki je tudi značilno zimsko ozvezdje in ga lahko najdemo vzhodno od Orionu in Bika.

*Nebo v decembru.  
Datum: 15. 12. 2016.  
Čas: 22:00.  
Kraj: Ljubljana.*





## Editorial

*Tomaz Sajovic*

## Forestry

**Slovenian Forests after the Sleet***Robert Brus*

Slovenian forests have seen some major changes recently. Even if you're not used to paying attention to forests you can't but notice large areas of sleet-damaged forests and large spruce stands that are withering because of the spruce bark beetle. Sadder still is the image of endless bare areas left behind after the dead trees have been cut, something that we are not used to seeing in a country that was among the first in Europe to abandon clearcutting. The rehabilitation which is currently underway and encompasses salvage cutting and sales of damaged wood will leave behind vast, more or less bare areas that will require reforestation. Their appearance and value in a hundred years' time or more will depend on how well rehabilitation is performed. Slovenian forestry profession is facing one of the biggest challenges ever and has to address a number of questions: What kind of rehabilitation techniques should we use and how do we provide funding for them? Which tree species should be promoted after the spruce has been so unsuccessful? How should we motivate forest owners for rehabilitation and subsequent tending and how can the profession and the state help in the process?

## Ecology

**Okefenokee – a Swamp Where the Earth Trembles and the Water Bubbles***Marina Dermastia*

At the end of September the little town of Folkston with about 2,000 inhabitants, situated in the south of Georgia, USA, near the border with Florida, seems completely abandoned. Not that it's any different any other time of year. This image is slightly out of sync with what the friendly Baptist pastor, who runs the only inn in this remote neck of the woods, says about Folkston, namely that it's one of the best places in the world for train-spotting, which is precisely why people from all parts of the world come here. To be honest, I had never heard that before. Even though Folkston does have a train station with as many as 45 trains stopping there every day. Nevertheless, it wasn't trains that brought us there. My husband and I made a stop there as the base for our trip to the Okefenokee Swamp. In the middle of the blackwater swamp, made even more mystical by the trees draped with the notable representative of the American South – the Spanish moss, we were the only human beings there that day. Only the thumps of the paddles from our canoe against the water disturbed the sounds of unspoiled nature that spread across this fascinating landscape. The

origin of the word Okefenokee is as mysterious as the swamp itself. In Hitchiti, the language of the Native Americans that once occupied the area of the Okefenokee, the name means the Land of the Trembling Earth. It is supposedly associated with peat deposits that are so unstable they make the trees and surrounding bushes tremble when you walk there. However, according to more recent interpretations of the Hitchiti language Okefenokee means bubbling water. Legends have it that the swamp was once so spooky that even the bravest of warriors dared not venture deep inside it as it was full of snakes, alligators and panthers. This must have been true, because Okefenokee is still their natural refuge today, protected by law since 1939. The swamp is among the largest in the world. It is about 65 kilometres long and 40 km wide, extending across almost 1,800 square km of a huge basin 80 km away from the Atlantic ocean. The plate-shaped basin was once a seafloor on which peat accumulated through the last 6,500 years. Towards the ocean the swamp is bordered by a low sandy ridge that prevents direct drainage of water into the Atlantic. The swamp lies 30 metres above the sea level and is actually higher than the land around it. Ground water runs out of it and it contains no known springs. Its prairies exist only by the grace of rainfall, but it still musters the resources to remain a swamp even while nurturing two very different rivers that run out of it. The Suwannee River's course begins in the heart of the swamp and runs to the Gulf of Mexico, while the St. Marys River runs from the southeastern part towards the Atlantic Ocean. The formation of the Okefenokee Swamp remains a mystery. For a long time, geologists agreed that it began as a saltwater lagoon separated from the Atlantic Ocean by a sandy ridge in the Pleistocene some one million years ago. They are not so sure about that any more. According to one of more recent theories it formed as a freshwater lake that gradually shrank.

## Ecology

**Páramo – Nature of the Highlands in the Ecuadorian Andes***Matija Kriznar*

High mountain ridges, in places separated by deep valleys and canyons, extending from the north towards the south – these are the South American Andes. This mountain range is the result of intense tectonic activity and volcanism, and some of the highest peaks in the Andes are volcanic in origin. Volcanic peaks are definitely the most distinguishing feature of the Ecuadorian Andes as well, where a fascinating landscape called páramo was formed. The characteristic geomorphology still testifies to the origins of this diverse furrowed landscape scattered with lakes. Traces of Pleistocene glaciation are visible everywhere:

characteristically shaped large rock faces, glacial moraine deposits and boulders of different sizes that lie scattered across the park. Only the highest peaks that have escaped the crushing power of glaciers stand jutting up like skyscrapers over the park, frequently hiding behind fleeting clouds. The nature of the Ecuadorian páramo highlands is something new and special for us Europeans. Combined with fascinating diversity and variety of flora and fauna it offers an unforgettable experience. Ecuadorians are all too aware of that and have protected almost 50 areas of their territory as parks and reservations. These include vast areas of the Amazon Basin, the highlands of the Andes and the world-famous Galapagos, which will be discussed in one of the next issues of Proteus.

#### Botany

##### The Story of *Pedicularis x mayeri*, a New Endemic Species of the Southeastern Alps, and Why Its Locus Classicus is on Mt. Črna Prst and not on Mt. Košuta

Igor Dakskobler, Branko Vreš

Species from the genus *Pedicularis* (louseworts) are known to frequently cross with each other. Slovenia knows 13 species of louseworts and the majority of them grow in the montane region, mainly in the Alps. Only a few of them, however, grow on similar sites that allow cross-fertilisation. In July 2015 a hybrid between *Pedicularis julica* and *Pedicularis rostratocapitata* captured our attention. Based on the specimens from the vicinity of Mt. Črna Prst we described a new taxon – *Pedicularis x mayeri*. We named it after the notable Slovenian botanist Ernest Mayer (1920–2009), who had a keen interest in louseworts.

#### Geology

##### Some Geological Distinctions of Lošč in the Kozje Region (Kozjansko)

Anton Polšak

Readers are probably wondering what it is that could interest the professional public about the 628-metre-high hill of Lošč in the central Kozje region. As it is, this limestone hill is fascinating both geologically and botanically, but this article will focus only on its lithology. In addition to diverse lithology there are clearly visible links between the tectonics, relief and recent geomorphological phenomena in this relatively unknown region. The geological composition of a landscape can be most significant, especially when it has a strong influence on other elements (soil, water network, vegetation and others). In this respect, the geological composition of the Kozje region (Kozjansko) is a significant factor as the conditions change rapidly despite the prevailing shallow marine Miocene sediments. The hill of Lošč is composed mainly of lithothamnian limestone, which is itself a ridge formation of red algae or lithothamnia that had been

deposited in the shallow Pannonian Sea. Rivers deposited other materials into this shallow brackish sea, such as gravel, sand and clay, which subsequently formed even-aged conglomerate, sandstone and marlstone. These rocks are therefore represented also in the study area or its close vicinity, but have been considerably shattered in places as a result of tectonic activity, or remained compact, but interlayered, in others. Lithothamnian limestone really stands out in the landscape, endowing it with a distinguishing gesture of precipitous rock faces or ridge faces above them (*rock walls, cliffs*). Because of the resilient rock material the land in lithothamnian limestone is higher, which could be attributed also to its substantial elevation after the sedimentation process was completed. Several karst phenomena developed here as well (grooves, sinkholes, subterranean caves, karst springs and similar). The ridge formed by lithothamnian limestone begins in the western part of the Kozje Hills and extends, with minor interruptions, across the central part around Planina pri Sevnici (with the characteristic castle that can be recognised from afar) all the way to the hilly region of eastern Kozjansko, where it is the most distinct and its relief the most diverse around the town of Pilštajn. It then continues in a wider belt to the eastern rims where the hills have already become considerably smaller. At Vrenska Gorca there is one of the most notable karst phenomena – a cave and a pocket valley of Gruska, which is a natural geomorphological monument. On the upper part of Lošč there are two parallel concave indentations, or rock shelters, if we use a more technical term. The upper is smaller and less geometrical in shape. It was formed at the contact of two similar, if not the same, rock layers. The lower, which is bigger and more geometrical, was formed on compact rock. The author was particularly interested in why these two rock shelters were formed in this very spot. Rock shelters have not been studied extensively in terms of genetics and as he was looking for the answer this lack of research caused several dilemmas. The reason behind them is probably that archaeologists have shown more interest in rock shelters than historians, as they provided shelter for the pre-historic man.

#### Nobel Prizes 2016

##### How Superfluous Cellular Components Are Removed The Nobel Prize for Physiology or Medicine for the Year 2016

Radovan Komel

This year, the Nobel Assembly consisting of 50 renowned professors at Karolinska Institutet in Stockholm conferred the Nobel Prize in physiology or medicine to Yoshinori Ohsumi for the discovery and elucidation of the mechanisms for autophagy, the process for degrading and recycling of damaged and

superfluous cellular components. Autophagy was initially recognised as a prompt cellular response to different kinds of stress, but today it is known to take place during normal functioning of the body and participates in the maintenance of cellular balance as a unique process capable of removing long-lived proteins and in certain physiological conditions also of less needed organelles such as mitochondria (essential for cellular respiration), peroxisomes (organelles important in oxidative decomposition of many biomolecules as well as for detoxification) and endoplasmic reticulum (where ribosomes synthesise proteins and where lipid manufacture and metabolism take place). Autophagy is part of important physiological processes that require large portions of available cytoplasm, which is characteristic for cell differentiation, embryonic development and mitigation of cell damage. Cells also use autophagy to eliminate damaged proteins and organelles, which plays a critical role in counteracting the negative consequences of aging. Aging is linked to the generation of insoluble aggregates of irregularly shaped proteins that are toxic to cells. Mutations in autophagy genes can disrupt the process, which can lead to metabolic disorders such as type 2 diabetes and neurodegenerative diseases such as Parkinson's disease. Absence of autophagy is characteristic for numerous genetic diseases that lead to irregular brain development and intellectual disability, delayed development, epilepsy and movement disorders. Disturbed autophagy was even linked to cancer once the link between the breast cancer and ovaries with the mutations in the human gene *BECN1* was established; the *BECN1* is a homolog of yeast *ATG6* that regulates steps in the initiation of autophagy. Autophagy is therefore our body's innate recycling programme – it takes faulty and harmful cellular components, degrades them and makes their usable parts available for energy generation and restoration or generation of new cells. The process is critical in cancer prevention, defence against infections and maintenance of healthy metabolism that protects against diseases such as diabetes. It thus comes as no surprise that intense research is underway to develop drugs that would directly affect the course of autophagy.

#### Medicine

**AIDS Once and Today – about the Disease, Its Understanding, Treatment and Prevention**

*Anja Voljavec*

In the 1980s the world was shaken by a »new« disease whose discovery initially stunned mainly scientists: its progress demanded new models both in pathology and epidemiology. The new »plague« spread unrelentingly; those who got infected died even if they received the best treatment possible. The disease was strange not only in the way it functioned, but also in that it came

from strangers, and the discovery that it was spread through sexual intercourse, blood and drugs triggered mass hysteria. It was felt that it invaded the orderly, developed world from the other, less developed one that was populated with morally questionable people. The AIDS phenomenon has been forcing us since the very beginning to break taboos and open the subjects that we would much rather avoid: xenophobia against people who introduced the disease to the western world, (homosexual) sexuality, illicit drug use and last, but not least, fear of dying. In medicine, the new disease required new models that explained how the virus worked and which finally enabled the development of antiretroviral drugs that made the previously fatal infection manageable. Now that the fear of the disease no longer implies fear of dying we are faced with new challenges. So what will the future bring? While we are hoping for an efficient drug or vaccine our efforts will be oriented towards stopping the epidemics and creating an environment accepting of all people living with AIDS.

#### Cognitive science

**Learning Number Words in Preschool. Comparative Study**

*Vesna Plesničar, Tina Razboršek, Franc Marušič, Rok Žaucer*

Linguists from the University of Nova Gorica have been studying the influence of the Slovenian morphological curiosity – the dual form – on the manner and rate at which preschool children learn number words. The first study (Almoammer et al, 2013) offered a fascinating finding, namely that compared to their American peers Slovenian children are at an advantage when it comes to learning numbers at an early age, despite being on average less competent counters. It is therefore highly likely that the dual form is the key factor that makes it easier for children to learn the meaning of numbers early, and is more significant than knowing numbers in terms of counting. Grammatical cues for numbers in the language of the environment therefore affect number learning and are as such the basis for subsequent mathematical learning.

#### Geology on display

**Invitation to See the Natural Landmark**

**Zarta Gorge Known Also as Zarica**

*Jurij Kurillo*

At the initiative of the author of this article the Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation, branch office Kranj, in 2015 put up an orientation board for the Zarta (Zarica) gorge of the River Sava on the left bank of the river, on the edge of the village Čirče. This trough-shaped dell was cut as a result of tectonic shifts during the Pleistocene by the River Sava to the east of today's town of Kranj after

it had completely filled up its old bed extending from today's Drulovka towards Jeprca and Medvode. The picturesque canyon of the Sava called Zarta (Zarica), in places as much as 40 metres deep, was partly sunk as a result of the construction of two hydroelectric power plants (in Medvode in 1953 and in Mavčiče in 1986). The natural environment thus suffered extensive damage – despite the considerable efforts of environmentalists at the time to preserve the original gorge. An extensive publication entitled *Zarta or Zarica. The Sunken Beauty* (Kranj, 2011) was published on this natural landmark and our journal already wrote about it (*Proteus*, 74 (9, 10) – Maj-June 2012).

On the World Oceans Day

*Impressions from the Open Doors Day of the Marine Biological Station of the National Institute of Biology upon the World Oceans Day*

Vlado Bernetič, Katja Klun, Patricija Mozetič, Anja Šimon

Nobel Prizes 2016

*The Nobel Prize in Chemistry 2016 Was Awarded for Molecular Machines*

Barbara Hribar Lee

The Royal Swedish Academy of Sciences conferred this year's Nobel Prize in Chemistry to three scientists, Jean-Pierre Sauvage (France), Sir James Fraser Stoddart (UK), and Bernard L. Feringa (the Netherlands) »for the design and synthesis of molecular machines«. Molecular machines are the smallest machines imaginable. This year's Nobel laureates in chemistry developed molecules that function like machines. Their movements can be controlled and they can perform simple tasks when energy is added.

Our sky

*Astronomers Discover »Roundest« Star*

Mirko Kokole

Table of Contents

*Kdo si, bralec, ki boš bral moje pesmi čez sto let?*

*Ne morem ti poslati ne ene rože od tega bogastva pomladi,  
ne enega pramena zlata iz oblakov tam gori.*

*Odpri svoje duri in poglej naokoli. Iz svojega cvetočega vrta naberi duhteče spomine na rože, ovene le pred sto leti.*

*U radosti svojega srca čuti živo radost, ki je pela neko pomladno jutro in pošiljala veseli glas preko stoletja.*

Rabindranat Tagore: Vrtnar. Prevedel Alojz Gradnik.



*Avtoricam in avtorjem želimo, da bi tudi v novem letu s svojimi besedili bogatili Proteus, bralkam in bralcem pa, da bi jim s svojim branjem in izkušnjami vdahnili življenje in tako bogatili tudi sebe.*

Uredništvo *Proteusa*

# STROKOVNE EKSKURZIJE V LETU 2017

## SEVERNI CIPER

Od 2. do 11. marca 2017



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

## ZELENA ISTRA

Od 8. do 9. aprila 2017



Osrednja Istra, ki leži na flišu, s svojo blago valovito pokrajino in majhnimi vasicami, ki počivajo na vrhu gričev, spominja na Toskano. Skoraj neznani kraji kar vabijo, da spoznamo prijetne ljudi, skrivnostne legende o vampirjih, *štigah* in *štrigunih*, obenem pa občudujemo naravne lepote. Na obrobju mehke flišnate pokrajine se nam ponujajo čudoviti kraški pojavi, reke so ustvarile kanjone in slapove, z najvišje istrske gore Učke pa lahko uživamo v prekrasnih razgledih na Istro in Kvarnerski zaliv.

# DALMACIJA – ZGODBE DINARSKIH REK

Od 27. aprila do 2. maja 2017



Ob besedi Dalmacija vsi najprej pomislimo na čudovite plaže, morje, otoke, morsko hrano in počitek v poletnih mesecih. Dalmacija pa ob obali in predvsem v notranjosti skriva še marsikaj, kar je vredno ogleda. Od bogate zgodovine, kjer so pustili pečat staroselci, Rimljani, vdori Turkov iz bližnje Bosne, do kulturnih običajev, ki so se oblikovali v zadnjih stoletjih, pa seveda tudi kulinarika, ki je vezana na življenje tamkajšnjih domačinov. V osrčju dinarskega krasi se skrivajo številna kraška polja, udornice, še posebej pa so čudovite dinarske reke, ki so sooblikovale zaledje Dalmacije.

## HALOZE

20. maja 2017

Haloze predstavljajo eno najpomembnejših območij suhih travišč na karbonatnih tleh z visoko stopnjo biotske pestrosti v Sloveniji. Travišča na karbonatni podlagi so najbolj vrstno bogate rastlinske združbe v Evropi, kar je podlaga za visoko pestrost predvsem členonožcev in na travniške habitate vezanih vrst ptic. Je eno od dveh območij *Natura 2000* v Sloveniji, ki sta bili določeni za prednostno kvalifikacijsko vrsto orhideje – jadransko smrdljivo kukavico (*Himantoglossum adriaticum*). Poseben pomen za biotsko raznovrstnost ima tradicionalna kulturna krajina, ki je močno povezana z delovanjem človeka. Pod vodstvom strokovnjakov se bomo seznanili z značilno kulturno krajino Haloz s poudarkom na suhih travnikih in spoznavanjem značilnih rastlinskih in živalskih vrst.

## BLOKE – DEŽELA NEŠTETIH MEANDROV

27. maja 2017

Sprehod ob potoku Bloščica s številnimi meandri nam v vsakem letnem času ponuja neskončno možnosti uživanja v naravi, konec maja pa lahko občudujemo številne divje rastoče orhideje in druge rastline, ki ustvarjajo pisano preprogo vlažnih travnikov. Privoščili si bomo še sprehod skozi dinarski gozd in stik z bogato kulturno dediščino Blok.

# ARCHAEOPTERYX NA MEJI RIMSKEGA CESARSTVA

Od 2. do 4. junija 2017



Za ljubitelje zemeljske in človeške zgodovine: na širšem območju mesta Eichstätt so se v zemeljskem srednjem veku nahajale številne plitve morske lagune, v katerih so nastajali ploščnati apnenci, v njih pa so se ohranili številni čudoviti fosili, med njimi najbolj znan *Archaeopteryx*, vmesni člen med dinozavri in pticami. Številni kamnolomi, kjer lahko tudi sami najdemo fosile, in muzeji z bogatimi zbirkami in predstavitvami življenja v zemeljskem srednjem veku so prav gotovo poslastica za vse ljubitelje paleontologije. Veliko kasneje je v času rimskega cesarstva tu

potekala njegova severna meja in v strahu pred bojevitimi Germani so Rimljani ravno tu dosegli enega večjih gradbenih podvigov, zid, ki bi ga zaradi dolžine in številnih obrambnih stolpov ter zgradb v zaledju skorajda lahko primerjali s kitajskim zidom. Številne odlične rekonstrukcije in ohranjena izvirna dela nas povsem povrnejo v realno življenje pred skoraj dva tisoč leti.

## ARMENIJA

Od 4. do 18. avgusta 2017



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

gostoljubnost, prepredeno s trgovsko iznajdljivostjo in sposobnostjo preživetja. Vse to je dežela, ki vsakemu obiskovalcu pusti trajni in nepozabni pečat.

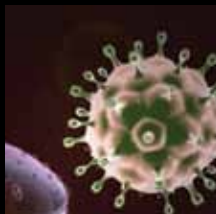
Ceno potovanj in podrobnejše programe si lahko ogledate na spletni strani [www.proteus.si](http://www.proteus.si), več informacij dobite v upravi društva na telefonski številki 01 252 19 14 ali na elektronskem naslovu [prirodoslovno.drustvo@gmail.com](mailto:prirodoslovno.drustvo@gmail.com).



#### ■ Botanika

### Zgodba o Mayerjevem ušivcu (*Pedicularis x mayeri*), novem endemitu Jugovzhodnih Alp in zakaj ima klasično nahajališče na Črni prsti in ne na Košuti

Za vrste iz rodu ušivcev (*Pedicularis*) je znano, da se med seboj pogosto križajo. V Sloveniji poznamo 13 vrst, največ med njimi jih uspeva v gorskem svetu, še posebej v Alpah. Le nekateri med njimi pa rastejo na podobnih rastiščih in je medsebojno križanje mogoče. V juliju leta 2015 smo postali pozorni na križanca med julijskim (*Pedicularis julica*) in glavičastim ušivcem (*Pedicularis rostratocapitata*) in na podlagi primerkov iz sosesčine Črne prsti opisali nov takson *Pedicularis x mayeri*. Poimenovali smo ga po znamenitem slovenskem botaniku Ernestu Mayerju (1920–2009), ki mu je bil rod ušivcev posebej ljub.



#### ■ Medicina

### AIDS nekoč in danes – o bolezni, njenem razumevanju, zdravljenju in preprečevanju

Pojav AIDS-a nas že od samega začetka sili v razbijanje tabujev in odpiranje tem, ki bi se jim raje izognili: ksenofobija do ljudi, ki so prinesli bolezen v zahodni svet, (homoseksualna) spolnost, odvisnost od prepovedanih drog in ne nazadnje strah pred smrtjo. V medicini je nova bolezen zahtevala nove modele, ki so pojasnili delovanje virusa in omogočili razvoj protiretrovirusnih zdravil, s pomočjo katerih je prej smrtonosna okužba postala obvladljiva. To nas postavlja pred nove izzive, saj strah pred boleznijo ne pomeni več strahu pred smrtjo. Kaj nam bo prinesla prihodnost? Medtem ko upamo na učinkovito zdravilo ali cepivo, naj bodo naše moči usmerjene v zajezitev epidemije bolezni in ustvarjanje sprejemajočega okolja za tiste, ki jih je doletela.

#### ■ Kognitivna znanost

### Primerjalna študija usvajanja števil pri predšolskih otrocih

Jezikoslovci z Univerze v Novi Gorici zadnja leta raziskujejo, kakšen je vpliv slovenske morfološke posebnosti – dvojine – na način in hitrost usvajanja pomena števil pri predšolskih otrocih. Prva raziskava (Almoammer s sod., 2013) je postregla z izredno zanimivo ugotovitvijo, da so v primerjavi s svojimi ameriškimi vrstniki slovenski otroci pri najzgodnejšem učenju števil v prednosti, četudi so pri samem poznavanju števil in vrstnega reda, v katerem se te vrstijo, v povprečju precej slabši. Velika verjetnost torej je, da prisotnost dvojine otrokom olajša zgodnje usvajanje pomena števil, in to pomembneje kot samo poznavanje števil v smislu recitiranja. Prisotnost slovničnih izrazil za število v jeziku okolja torej vpliva na usvajanje števil, ki predstavljajo temelje kasnejšega matematičnega učenja.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000