

PROTEUS

maj, junij 2015, 9, 10/77. letnik
cena v redni prodaji 10,00 EUR
naročniki 8,40 EUR
upokojenci 7,00 EUR
dijaki in študenti 6,00 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

■ Prehrana

Žuželke, svetovno pomembni vir
živalskih beljakovin

■ Ekologija

Starodavni gozd –
dom najstarejših še živečih Zemljanov

■ Nevrologija

Psihosocialna prikrajšanost –
težko breme za otroka in odraslega



■ stran 391

Prehrana

Žuželke, svetovno pomembni vir živalskih beljakovin

Paul Vantomme

Leta 1885 je britanski entomolog V. M. Holt objavil knjižico z naslovom *Zakaj ne bi jedli žuželk* in s tem med bralci izzval mnogo posmeha. Danes pa mnoge organizacije, znanstveniki, zasebniki in mediji ter tudi Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) podpirajo idejo o uvajanju žuželk za hrano prebivalstva in za prehrano domačih živali. Kaj se je torej spremenilo v zadnjih stotridesetih letih v sistemih za proizvodnjo hrane in kateri dejavniki sedaj podpirajo zamisli o večji vlogi žuželk v pridelavi hrane in krme?

Do leta 2050 bo ključni problem pridelati dovolj beljakovin za prehrano ljudi in domačih živali in še posebej za obvladovanje pričakovanega porasta potreb po živalskih beljakovinah. Žuželke pa so alternativni in zdravi vir hrane in krme, ki v primerjavi z mesom manj obremenjuje okolje, pri njihovem gojenju pa nastaja tudi manj toplogrednih plinov in amonijaka kot pri reji goveda in prašičev, poleg tega pa žuželke potrebujejo za pridelovanje manj površin. Žuželke lahko gojimo tudi na organskih odpadkih, zato bi lahko ogromne količine žit in soje, ki se sedaj uporabljajo za živinsko krmo, uporabili neposredno za človeško prehrano. Žuželke lahko gojimo ne samo v velikih obratih, temveč tudi kar na domačem dvorišču. Gojenje žuželk lahko tudi revnejšim ljudem nudi dodatni vir hrane in tudi denarja, če viške te proizvodnje prodajajo na lokalnih tržnicah, zato je pogosto družbeno sprejemljivejša in primernejša kot reja goveda, svinj ali kokoši.



- 388 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 391 Prehrana
Žuželke, svetovno pomembni vir živalskih beljakovin
Paul Vantomme
- 399 Botanika
Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju (prvi del)
Daniel Rojšek
- 409 Biološka raznovrstnost
Biološka raznovrstnost in njen pomen za človeka – primer Kostarike
Tom Turk
- 423 Fizika
Disperzija svetlobe
Janez Strnad
- 429 Letno kazalo
- 437 Ekologija
Starodavni gozd – dom najstarejših še živečih Zemljanov
Marina Dermastia
- 447 Nevrologija
Psihosocialna prikrajšanost – težko breme za otroka in odraslega
Tina Bregant
- 454 Hidrogeologija
Prepustnost sedimentov in kamnin. Pogled skozi oči zgodovine znanosti
Mihael Brenčič
- 462 Paleontologija
Triasni rinholiti iz Crngroba
Matija Križnar in France Stare
- 464 Nove knjige
Polži in školjke slovenskega morja
Matija Križnar
- 465 Ornitologija
Uspešna gnezditev sloke (*Scolopax rusticola*) v Sloveniji
Peter Grošelj
- 471 Paleontologija
Amonit *Carnites floridus* iz mežiškega rudnika
Ivan Očepek
- 475 Naše nebo
Sonda Nova obzorja doseže cilj
Mirko Kokole
- 478 Table of Contents



Naslovnica:

Dolgoživci bori naj bi bili najstarejši neklonski organizmi na Zemlji.

Foto: Tom Turk.

Proteus

Izbjava 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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 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 5,00 EUR, za naročnike 4,20 EUR, za upokojence 3,50 EUR, za dijake in študente 3,00 EUR.

Celoletna naročnina je 42,00 EUR, za upokojence 35,00 EUR, za študente 30,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 0201 0001 5830 269, davčna številka: 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2015.

Vse pravice pridržane.

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

Uvodnik

»Tako imenovane čiste znanosti na tem svetu ni.« Trditev je v svojem razmišljanju s pomenljivim naslovom *Politično življenje znanosti* zapisal politolog, sociolog, publicist in civilnodružbeni aktivist Tomaž Mastnak (1953-) (*Dnevnik*, 5. avgusta 2015). S trditvijo se popolnoma strinjam. Znanost je na tem svetu vedno lahko samo *politična* in drugačna sploh ne more biti. Pa naj se tega ljudje, tudi in predvsem znanstvenice in znanstveniki, zavedajo ali ne. »Najboljša« zato ni tista znanost, ki ljudi prepričuje, da je nekaj popolnoma »objektivnega«, »neosebnega« in »ravnodušnega« do zgodovine in družbe, torej nekaj popolnoma »nepolitičnega« (nemški dramatik Bertolt Brecht je v drami *Galilejevo življenje* tako razumevanje znanosti imel za »umazanijo zgodovinske neodgovornosti«). Prav nasprotno. »Najboljša« je tista znanost, ki ljudem »uničuje« prepričanje, da *ni* politična (dvoumno besedo *po-*

litika v tem primeru razumem v aristotelovskem pomenu: kot dejavno skrb za *obče* dobro svoje skupnosti). Taka znanost je poleg tega tudi najbolj prevratna, saj spodkopava ustaljena ideološka prepričanja v družbi.

Lep primer prevratne znanosti danes je klimatologija. Mastnakovo »poročilo« o *zanikanju* njenih ugotovitev je polno pretresljivih in v širši javnosti slabo poznanih dejstev, zato ga navajam v celoti:

»Velika večina znanstvenikov [...] se strinja, da so klimatske spremembe rezultat človeške dejavnosti. Vendar so znanstvena dognanja tu v nasprotju z interesi velikih poslovnih korporacij in politikov, ki so jih ali kupile ali nastavile, zato se jih zamolčuje, relativizira, diskvalificira in ne upošteva. Pritiski na znanstvenike so hudi. Ameriški predsednik Bush je pred leti dobil alternativno priznanje za prizadevanje prisiliti

znanstvenike v državnih službah k zagovarjanju vladne politike do klimatskih sprememb. Med zaslugami so omenjena zastraševanje znanstvenikov in spreminjanje, cenzuriranje in poneverjanje raziskovalnih dognanj. Dobra polovica respondentov ankete med strokovnjaki za klimatske spremembe v službi ameriške zvezne vlade je izjavila, da so nanje pritiskali, naj iz poročil izločijo 'klimatske spremembe', 'globalno segrevanje' in podobne izraze, da so nadrejeni s posegi v njihova poročila spreminjali pomen znanstvenih ugotovitev, da so državni uradniki napačno predstavljali njihove ugotovitve, da so se poročila izgubljala ali bila založena in da se je z njihovo objavo tudi sicer odlašalo, da so njihovo delo oteževali z novimi in nenavadnimi administrativnimi zahtevami in da so bili postavljeni pred izbiro spremeniti izsledke ali izstopiti iz projektov. Podobne prakse je ameriška vlada uveljavljala tudi na drugih področjih, na področju raziskovanja podnebnih sprememb pa so bili pritiski najhujši. Pritiskom so bili podvrženi tudi člani Medvladne panelne skupine za klimatske spremembe, ki jih je ustanovila OZN. Nekateri so povedali, da so 'politiki' iz poročila črtali vse, za kar so menili, da ogroža interese njihovih držav. V propagandno kampanjo so krenile tudi korporacije z naročanjem raziskav, ki so ali zanikale klimatske spremembe ali človeški vpliv na njih, ter diskvalifikacijami raziskav, ki so prinašale njim neljuba dognanja, in še posebej znanstvenikov, ki so bili najglasnejši pri opozarjanju na nevarnost podnebnih sprememb.«

Takšnega ponižanja znanosti si Francis Bacon (1561-1626), »očče moderne znanosti«, tudi v sanjah ni mogel predstavljati. Nasprotno. V eseju *V čast védenju* (*In Praise of Knowledge*) je zanosno prepeval hvalnice védenju in z njim takrat porajajočemu se »svojemu otroku«:

»Premoč človeka tiči tedaj v védenju, o tem ni nobenega dvoma. V njem je spravljeno marsikaj, česar kralji z vsemi svojimi zakladi ne morejo kupiti, nad čimer ne morejo izkazovati moči, o čemer jim njihovi ogledniki in ovaduhi ne morejo poročati ničesar [...]. 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.«

Vloga, ki jo je Bacon »namenil« znanosti, je bila na prelomu šestnajstega in sedemnajstega stoletja politično »prevratna«. Želja, da bi tisto, kar je spravljeno v védenju, pripadlo meščanom, razsvetljenim dedičem kraljev, se je uresničila. Mnogo bolj problematična pa je bila naloga, ki jo je Bacon naložil moderni znanosti. Človek naj bi odkrival zakonitosti narave namreč zato, da bi ji »zapovedoval v praksi«. O tej totalitarni nalogi moderne znanosti in njenih uničujočih posledicah sta v svoji znameniti knjigi *Dialektika razsvetljenstva* (1944, slovenski prevod 2002) razmišljala nemška sociologa in filozofa Max Horkheimer in Theodor W. Adorno. Že na prvih straneh sta zapisala neusmiljeno kritiko Baconovega razumevanja novoveškega védenja: »Srečni zakon med človeškim razumom in naravo stvari, ki ga ima [Bacon] v mislih, je patriarhalen: razum, ki premaguje praznovrjeje, zapoveduje nad odčarano naravo. Védenje, ki je moč, ne pozna nobenih meja, niti v zaslužjevanju ustvarjenega niti v ustrežljivosti do gospodarjev sveta. [...] 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.« Kot lahko preberemo v Mastnakovem razmišljanju, danes velike poslovne korporacije in politiki zapovedujejo že kar znanosti sami. Če jim znanstvena dognanja, da je podnebne spremembe povzročil človek, ogrožajo dobičke pri pridobivanju in prodaji nafte, jih zanikajo ali pa naročajo »znanstvene« raziskave, ki »ugotavljajo«, da podnebnih sprememb ni ali pa jih vsaj ni povzročil človek. Ni se mogoče ne strinjati se s Horkheimerjem in Adornom: »Ostalo je samo še gospodstvo samo.« Gospodstvo nad naravo in ljudmi.

Jedrski bombardirani Hirošime in Nagasakija pred sedemdesetimi leti in ravnanje ameriških in japonskih oblasti skupaj z zdravniki in znanstveniki po njima kažejo naravo tega gospodstva v eni od najbolj krutih in nečloveških oblik. Šingo Šibata (1930-), zaslužni profesor filozofije in sociologije na univerzi v Hirošimi, je leta 1996 v *Seisen Review* objavil pretresljivi in podrobno dokumentirani esej z naslovom *Žrtve atomskega orožja kot poskusne osebe* (*The Atomic Victims as Human Guinea Pigs*) (brez težav ga boste našli na spletu). Zdravstveno stanje žrtev, ki so

preživele atomsko bombardiranje, je bilo – kot povzema esej Igor Mekina v *Mladini* (10. avgusta 2015) – dolga leta predmet cenzure na Japonskem, danes pa se je zanikanje preselilo v medije in med znanstvenike. Preživele žrtve so v okviru Komisije žrtev atomskega orožja (Atomic Bomb Casualty Commission, ABCC) skupaj z osebjem Japonskega nacionalnega zdravstvenega inštituta (Japanese National Institute of Health, JNIH) vrsto let podrobno raziskovali ameriški zdravniki in znanstveniki. Raziskovanje je potekalo v nasprotju z vsemi načeli medicinske in človeške etike. Medicinska pomoč preživelim žrtvam atomskega bombnega napada je bila namreč onemogočena, in to zato, da takšna pomoč ne bi »pokvarila« ali »spremenila« ciljev raziskave. Zdravnikom in znanstvenikom ni bilo mar za človeško dostojanstvo preživelih. Z njimi so ravnali popolnoma brezčutno. Imeli so jih le za »poskusne osebe«, z drugimi besedami, le za »predmet« raziskave. Ameriška vlada je namreč želela priti do »znanstveno preverljivih« podatkov o učinkih uporabe jedrskega orožja, ki bi jih lahko uporabili pri nadaljnjem razvijanju in izpopolnjevanju tega strašnega orožja. Šibata je na podlagi natančnega branja dokumentov Projekta Manhattan (namen skrivnega projekta je bila izdelava atomske bombe) prišel do zaključka, da so vsaj nekateri vodilni ljudje v Združenih državah Amerike »jedrsko bombardiranje Hirošime in Nagasakija razumeli kot poskus z živimi ljudmi tako v vojaškem kot znanstvenem pogledu«.

»Baconovski« razsvetlenski koncept gospostva nad naravo in človekom pomeni, da človek in narava *sama po sebi* nimata nobene vrednosti ali pa jo vedno bolj izgubljata. Človek in narava sta vredna le, če ju je mogoče uporabiti v tak ali drugačen namen. Danes, v poznem kapitalizmu, je to postalo – žal – nekaj »običajnega« in »neizogibnega«. In že dolgo nekaj zelo razširjenega. Umetnost ni izjema. Ivan Cankar je leta 1914 v *Črticah* zapisal sledečo (samo)kritiko umetnika: »Najbolj nemaren, najbolj zavržen človek na svetu je novelist. Grešil je, storil hudodelstvo, nizkotno in zahrbtno, tako vsakdanje hudodelstvo namreč, da je skrivoma zabodel in umoril človeka z buciko, namesto da bi ga v poštenem boju mahnil z mečem. Nato ne gre k spovedniku, ne k sodniku, ne posuje si temena s pepelom, ne

obleče meniške halje, temveč sede v miru božjem ter napiše novelo. Po svetu hodi, pljuje poštenim ljudem strup v srce ter pravi, da »išče snovi«. Zveste sinje oči, ki gledajo nanj, izdajalca tako čisto in zaupljivo kakor dvoje nebeških angelov – *snov!* Vdane ustnice, toplote in ljubezni polne, ki jih je cmokaje poljubil, ko je gledal izpod tihih vek v drugo stran – *snov!* Beseda, ki je bil nalašč tako uganil in postavil, da bi videl, kolikšna in kakšna bo ta bolečina v očeh in na licih – *snov!* Nič drugega ni: oče vseh novelistov je bil Judež Iškarijot!«

Za Cankarja je očitno problematičen tisti umetnik, ki mu je življenje le *snov* za pisanje »umetniških« besedil, tisti umetnik torej, ki je za »dobro« napisano novelo pripravljen brez kančka vesti manipulirati z ljudmi – tako kot so brez kančka vesti z žrtvami jedrskega bombardiranja ravnali ameriški zdravniki in znanstveniki. Kje je izhod? Literarni zgodovinar in teoretik Dušan Pirjevec je v knjigi *Vprašanje o poeziji, vprašanje naroda* (1978) skušal poiskati odgovor v umetnosti. Zanj je poezija »s staljšča akcijskih potreb in razumskega spoznanja« igra. »Poezija, ki je igra, [pa] se stvari, ki se jih dotika in ki jih imenuje, dotika in imenuje na prav poseben način. Vsega, česar se dotakne in kar imenuje, imenuje in se dotakne tako, da ničesar ne spreminja in da pusti v resnici nedotaknjeno; njeno 'dotikanje' pusti vse, kar je, tako, kakor je, in tako se skozi igro 'kaže', da vse, kar je, najprej in predvsem jè. *Takšno dotikanje, ki vse pusti, kakor je, da bi se pokazalo, kako vse najprej in predvsem jè, pa očitno ni samo 'značilnost' poezije kot konkretnega besedila, marveč je predvsem splošno človekovo 'razmerje' do vsega, kar je. Poezija je potemtakem najprej prav takšno 'razmerje' in je kot taka nekaj drugega od poezije, ki je določeno besedilo. Zato se dá reči, da se vračanje poezije k sami sebi ne dogaja samo kot nov način pisanja pesniških tekstov, marveč tudi kot vračanje poezije iz pesniških tekstov k človeku. Pesniški teksti niso več privilegirano mesto poezije.*« To je seveda konec gospostva. Znanost tako opravilo še čaka ... Predvsem pa to čaka človeka.

Tomaž Sajovic

Žuželke, svetovno pomembni vir živalskih beljakovin

Paul Vantomme

Prevedel Matija Gogala

Entomofagija ali uživanje žuželk: zakaj sedaj spet govorimo o tem?

Leta 1885 je britanski entomolog V. M. Holt objavil knjižico z naslovom *Zakaj ne bi jedli žuželk* in s tem med bralci izzval mnogo posmeha. Danes pa mnoge organizacije, znanstveniki, zasebniki in mediji ter tudi Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) (FAO, 2013c) podpirajo idejo o uvajanju žuželk za hrano prebivalstva in za prehrano domačih živali. Kaj se je torej spremenilo v zadnjih stotride-

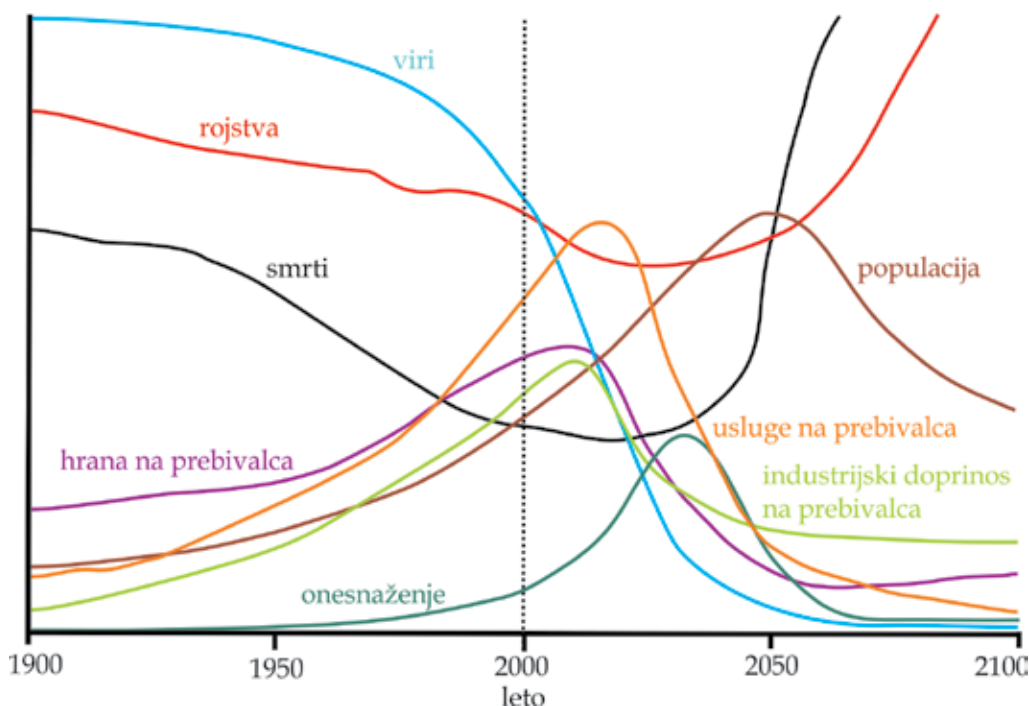
setih letih v sistemih za proizvodnjo hrane in kateri dejavniki sedaj podpirajo zamisli o večji vlogi žuželk v pridelavi hrane in krme?

Stanje v svetu in usmeritve v proizvodnji hrane in krme

Predhodne napovedi o proizvodnji hrane

Že tisočletja se ljudje sprašujejo, kako zagotoviti dovolj hrane, naj bo za preživetje svoje družine, svoje skupnosti ali v zadnjih desetletjih kar vsega prebivalstva na svetu. Celο vladarji antičnega Rima so se zelo do-

Slika 1: Napoved trendov ključnih dejavnikov na svetu. Povzeto iz publikacije Rimskega kluba Meje rasti (1972).



bro zavedali, da ko je bila ogrožena preskrba prebivalcev mesta s hrano, je bil zaradi nemirov in uporov v nevarnosti tudi njihov položaj. Tudi v zadnjem času, v letih od 2010 do 2012, sta pomanjkanje hrane in hitra rast cen kruha kot pomembna dejavnika povzročila upor prebivalstva, ki je na primer odnesel vladi Egipta in Tunizije.

Zanimivo napoved za razpoložljivost virov hrane na svetu je objavil Thomas Robert Malthus v knjigi *Esej o načelu prebivalstva* (*An Essay on the Principle of Population*, 1798). Njegova glavna trditev je bila, »da je moč rasti prebivalstva neprimerno večja, kot so naravne zmožnosti našega planeta za njegovo preživetje«. Takrat je na svetu živela približno ena milijarda ljudi.

Leta 1972 je Rimski klub objavil svoje svetovno znano poročilo o mejah razvoja. Njihova napoved je bila, da bo svetovna proizvodnja hrane na prebivalca dosegla vrh okoli leta 2010, nato pa bo začela hitro upadati (slika 1). Takrat je na svetu živelo približno štiri milijarde ljudi.

Ko danes gledamo na njihove napovedi, se pokaže, da se marsikatera ni uresničila. Kljub temu je pomembna njihova trditev, da bo proizvodnja hrane na prebivalca rasla le do leta 2010, nato pa bo začela hitro upadati. To lahko razložimo le tako, da proizvodnja hrane ne bo mogla še nadalje naraščati brez uvedbe korenitih tehnoloških novosti v proizvodnji hrane.

Svetovna prehrana v letu 2014

Število ljudi na svetu je bilo konec leta 2014 ocenjeno na 7,2 milijarde. Svetovno proizvodnjo hrane v letu 2012 je Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo ocenila na 8,4 milijarde ton. To na primer pomeni, da je vsak prebivalec na svetu od beljakovin živalskega izvora, kot sta meso živine ter rib in drugih vodnih organizmov, imel na razpolago povprečno 42 kilogramov mesa oziroma 20 kilogramov rib (vodnih organizmov). Moramo pa upoštevati, da je treba zagotoviti hrano tudi za pri-

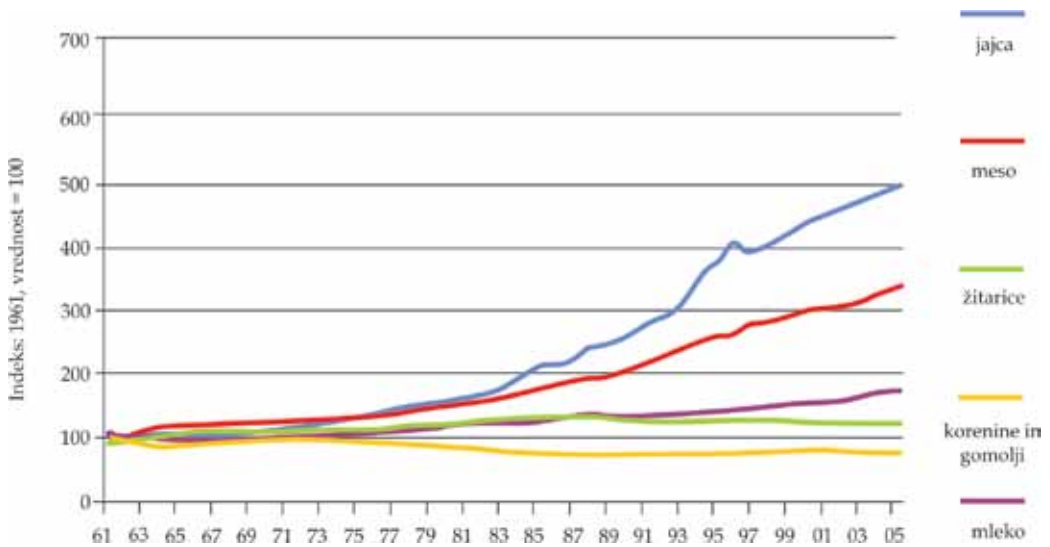
bližno eno milijardo hišnih ljubljencev ter za približno 100 milijard drugih domačih živali! V letu 2014 so ljudje gojili in krmili približno 20 milijard kokoši in piščancev, pa 1,5 milijarde govedi in svinj, 1,2 milijarde rac, 1,1 milijarde ovac, 1 milijardo koz in 0,8 milijarde kuncev. Poleg tega so ljudje gojili neštete ribe, rakce, mehkužce in druge vodne živali, kar je dalo približno 70 milijonov ton prehrabnih proizvodov.

Svetovna proizvodnja krme je ocenjena na 6,4 milijarde ton suhe snovi (po ocenah Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo v skladu z modelom GLEAM 2014). Za prehrano prebivalstva v preteklem letu 2014 je bilo treba nameniti približno 40 odstotkov razpoložljive površine, ki ni pokrita z ledom ali snegom, za poljedelstvo (ostale površine predstavljajo gozd – 30 odstotkov, puščavski in gorski predeli – 25 odstotkov, preostanek so mokrišča in urbana območja). 70 odstotkov poljedelskih zemljišč je bilo namenjenih za krmo živini, približno 30 odstotkov vseh žit smo pokrmili živini, od tega do 50 odstotkov koruze in do 80 odstotkov soje. Za poljedelstvo smo v letu 2014 porabili približno 70 odstotkov sveže vode, potrosili smo blizu 110 milijonov ton kemičnih gnojil in 2,3 milijona ton pesticidov, kar je pripeljalo do sproščanja od 14 do 17 odstotkov (odvisno od vira) vseh izpustov toplogrednih plinov.

Medtem ko je svetovno prebivalstvo v zadnjih petdesetih letih naraslo za dvakrat, so se poljedeljski proizvodi v istem času potrojili ob le 12-odstotnem povečanju poljedelskih površin. Toda raba sveže sladke vode narašča dvakrat hitreje kot prebivalstvo, količina zavržene hrane in odpadki pa znašajo po ocenah 1,3 milijarde ton na leto. Neto količina hrane na prebivalca znaša sedaj približno eno tona na leto.

Delež živalskih beljakovin

Rast prebivalstva in zviševanje zaslužkov na prebivalca v hitro rastočih deželah spodbuja porabo živalskih proizvodov na prebivalca. V državah v razvoju se je v obdobju od leta



Slika 2: Poraba glavnih virov hrane na prebivalca v državah v razvoju (1961–2005). Vir: FAOSTAT.

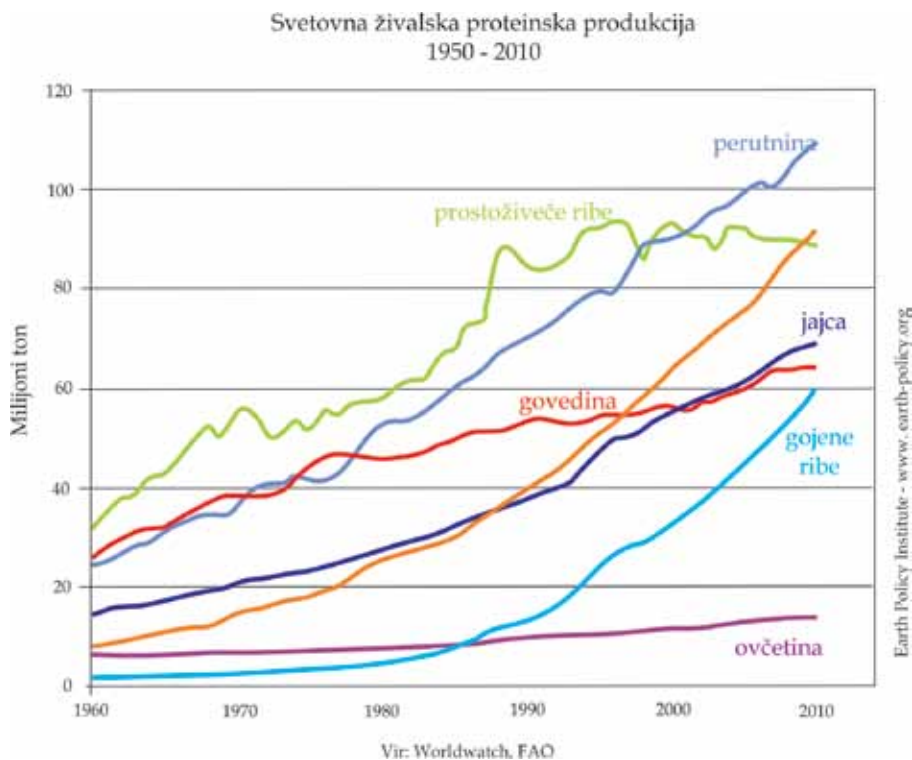
1961 do leta 2005 pri porabi hrane najbolj povečal delež jajc, mesa in mleka, medtem ko je uživanje ogljikovih hidratov v obliki žit, korenov in gomoljev enako ali celo upada (slika 2).

Odločilni dejavnik v zagotavljanju zanesljive prehrane naraščajočega in bogatejšega prebivalstva je potreba po povečevanju količine živalskih beljakovin (Drew in sod., 2011). Poleg tega bo treba zagotoviti več beljakovin za vedno večje število farmske živine po vsem svetu. Gojenje vodnih organizmov in reja perutnine sta sedaj najhitrejša rastoča sektorja živinoreje z letnim prirastkom 7 odstotkov v zadnjih desetletjih (slika 3). Piščanci in ribe hitreje pretvarjajo hrano kot prašiči in govedo, pa tudi rastejo hitreje! Za primer naj povemo, da lahko piščance sedaj vzredimo v 12 tednih, za svinje in krave pa je potrebnih 6 do 18 mesecev.

Največji izziv za zagotavljanje zadostne količine hrane na svetu bo bolj učinkovito pridobivanje več živalskih beljakovin ob manjšem škodljivem vplivu na okolje, kot je to sedaj urejeno na velikih industrijskih

farmskih objektih.

V letu 2013 smo za krmljenje farmskih živali, še posebej pri intenzivni reji, potrebovali približno 795 milijonov ton žit v posebnih krmilih (IFIF, 2014). To pomeni približno tretjino vsega pridelanega žita na svetu. Če bi zmanjšali te ogromne količine žita za krmljenje živali (večinoma koruze in soje, pa tudi pšenice in ječmena), bi je več ostalo za prehrano ljudi. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo predvideva, da bi bilo do leta 2050 treba pridelati dodatnih 520 milijonov ton žit za živalsko krmo, kar bi predstavljalo približno polovico vseh žitnih pridelkov na svetu. V letu 2013 smo za krmo tako imenovanih monogastričnih živali (piščancev, svinj, gojenih vodnih živali) porabili 155 milijonov ton krmnih beljakovin, predvsem soje. Do leta 2050 bi potrebovali dodatnih 110 milijonov ton teh beljakovinskih hranil (50 odstotkov iz žit in soje ter ostanek iz drugih virov). Treba pa je tudi povedati, da smo v letu 2013 porabili približno 110 milijonov ton žitnih zrn za proizvodnjo bioetanola in bioplastike, kar



Slika 3: Proizvodnja beljakovin na svetu po izvoru v letih od 1960 do 2010.

je povzročilo ostro tekmovanje med uporabo teh surovin za hrano in krmo ter/ali njihovo uporabo za goriva oziroma biomateriale.

Alternativni viri beljakovin in zakaj iz žuželk

Do leta 2050 bo ključni problem pridelati dovolj beljakovin za prehrano ljudi in domačih živali in še posebej za obvladovanje pričakovanega porasta potreb po živalskih beljakovinah. Poleg bolj učinkovite pridelave tradicionalnih rastlinskih beljakovinskih virov (na primer soje, drugih stročnic, pšeničnih kalčkov in podobnih virov) in boljših načinov živinorejske proizvodnje strokovnjaki iščejo in delno že uvajajo alternativne vire beljakovin (OECD-FAO, 2010). Ti »alternativni ali novi viri beljakovin« so na kratko naslednji:

Zajemanje do sedaj neuporabljenih ocean-skih virov, kot so na primer meduze (klobučnjaki), kril (planktonski rakci) in drugi morski organizmi.

»**Obdelovanje**« morja: gojenje alg v plitvih vodah, ki je že zelo običajno v jugovzhodni Aziji. Poleg tega je obetavno gojenje mikroskopskih alg, kot je *Spirula*, v kapital-sko, energetska in tehnološka intenzivnih sistemih.

»**Umetne**« beljakovine: na primer umetno meso, narejeno iz zarodnih celic (120.000 dolarjev na kilogram), ali sintetične aminokisljine (6 dolarjev na kilogram).

Pridobivanje večje količine beljakovin iz stranskih proizvodov »**agroindustrijskih procesov**«: na primer glutena iz koruze, iz žitnih pripravkov pivovarn, destilerij in ostankov pri proizvodnji kvasa.

Pridelovanje manj znanih rastlin, ki so bogat vir beljakovin: oljna semena, stročnice, rastlinska krma ali drevesa, kot je *moringa*, katere listi vsebujejo veliko beljakovin.

Vendar vsi naštetih alternativni viri na tak ali drugačen način potrebujejo zemljišče, vodo, gnojila in vloženi denar ter tako tekmujejo s tradicionalnimi kopenskimi viri beljakovin, kot je pridelava soje. Nekateri od omenjenih virov, kot sta na primer proizvodnja umetnih beljakovin ali celo gojenje alg (še posebej alg *Spirula*), so zelo dragi in zahtevni ter tako nedostopni za revno prebivalstvo. Kljub temu pa nekateri od omenjenih alternativnih virov, kot je gojenje makroalg, že imajo vsaj lokalni tržni delež in jih ponekod uporabljajo za prehrano ljudi in domačih živali.

Zakaj žuželke?

Žuželke so alternativni in zdravi vir hrane in krme (Belluco in sod., 2013, Rumpold in sod., 2013), ki v primerjavi z mesom manj obremenjuje okolje, pri njihovem gojenju pa nastaja tudi manj toplogrednih plinov in amonijaka kot pri reji goveda in prašičev (Oonincx in sod., 2010), poleg tega pa žuželke potrebujejo za pridelovanje manj površin (Oonincx in de Boer, 2012). Žuželke lahko gojimo tudi na organskih odpadkih, zato bi lahko ogromne količine žit in soje, ki se sedaj uporabljajo za živinsko krmo, uporabili neposredno za človeško prehrano. Žuželke lahko gojimo ne samo v velikih obratih, temveč tudi kar na domačem dvorišču. Majhno gojišče domačih cvrčkov lahko postavi tudi posameznik, celo v mestnem okolju in brez večjih vlaganj. Gojenje žuželk lahko tudi revnejšim ljudem nudi dodatni vir hrane in tudi denarja, če viške te proizvodnje prodajajo na lokalnih tržnicah, zato je pogosto družbeno sprejemljivejša in primernejša kot reja goveda, svinj ali kokoši. Že samo dejstvo, da gojenje žuželk za hrano in krmo prinaša hkrati odgovore na okoljske, družbene, gospodarske in zdravstvene

promisleke, predstavlja privlačno in hitro možnost v iskanju čim bolj trajnostnih načinov pridobivanja hrane na svetu. Ob tem, ko svetovno prebivalstvo raste in zahteva vedno več beljakovin (FAO, 2013b), je pritisk na ustvarjanje teh beljakovin ob vedno manjših virih vedno večji (Heinrich Böll Foundation, 2014). Iskanje alternativnih in trajnostnih živalskih virov je danes bolj aktualno kot kadarkoli doslej in žuželke so glavni možni vir. Čeprav so videti žuželke kot neka nova vrhunška hrana (»superfood«) z visoko vsebnostjo beljakovin in jo sedaj uživa le majhno, čeprav rastoče število državljanov (pustolovskih) potrošnikov na zahodu (Fellows, P., 2014), je dejstvo, da so žuželke vedno bile in so še sestavina tradicionalnih jedi pri dveh milijardah ljudi na vsem svetu (FAO, 2013a; van Huis, 2013) (slika 4).

Viri navajajo, da ljudje uporabljajo za hrano približno dva tisoč vrst žuželk (Jongema, 2012). Poleg tega pa jih uživamo posredno, v sledovih v nezaželenih sestavinah hrane (FDA, 2011). Žuželke so tudi del naravne hrane mnogih domačih živali, kot so piščanci v prosti reji, svinje in mesojede ribe. Večino žuželk, ki jih uživajo v državah v razvoju, sedaj lovijo oziroma nabirajo v naravi (FAO 2012). Če želimo ohraniti divje populacije teh vrst v naravi, bi morali te žuželke gojiti (Yen 2009). V razvitih državah že gojijo približno deset vrst žuželk, predvsem za hrano hišnim ljubljencem. V zadnjem času del teh gojenih žuželk prodajajo za človeško hrano v nekaterih državah, kot so Tajska, Kitajska, Južna Afrika, Nizozemska, Belgija, Združene države Amerike in Francija.

Žuželke štirikrat bolj učinkovito predelujejo hrano kot na primer govedo, se mnogo hitreje množijo (razmnoževalni krog traja od nekaj dni do enega meseca) in ne potrebujejo antibiotikov in drugih veterinarskih zdravil, ki jih tako pogosto uporabljajo na intenzivnih živinorejskih farmah. Žuželke lahko gojimo kjerkoli na svetu in v kateremkoli merilu. To je prava interdisciplinarna dejavnost.



Slika 4: Žuželče ličinke na krožniku. Foto: Matija Gogala.

nost, ki povezuje pridelavo hrane in krme brez zdravstvenih tveganj ter predelovanje organskih odpadkov in ob tem nima večjega vpliva na spremembe podnebja. Zato ima ta dejavnost izredno visok tržni potencial.

Vloga Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo

Kar se je leta 2002 v Oddelku za gozdarstvo Organizacije za prehrano in kmetijstvo (Vantomme in sod., 2004) začelo kot majhen projekt o poznavanju tradicionalne prakse preživljanja in trajnostnega upravljanja življenjskih prostorov, se je razvilo v široko zastavljeni večplastni program nabiranja in gojenja žuželk. Vedno več dokazov je za spoznanje, da žuželke nudijo edinstvene možnosti za prehrano prebivalstva in domačih živali ob minimalnih okoljskih obremenitvah in da lahko prispevajo k olajšanju lakote in revščine v podeželskih in mestnih okoljih po vsem svetu (Durst in sod., 2010, FAO, 2012, FAO, 2014, Halloran in sod.,

2014, van Huis in sod., 2013). Bistveno je, da bo Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo zagotavljala stalno podporo in usmeritve temu hitro razvijajočemu se sektorju.

Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo ima strokovnjake različnih disciplin in lahko daje nasvete (pooblastila) za pospeševanje uporabe užitenih žuželk (EI, edible insects) v svetovnem merilu: za ohranitev naravnih virov in gozdov, za prehrano, živinorejo, trgovino in analize trga in za pravne ter regulacijske okvire v zvezi s hrano in živinorejo.

Do leta 2050 bo prebivalstvo na svetu predvidoma naraslo na 9,3 milijarde in večina te rasti bo v državah v razvoju. Mednje sodijo tudi dežele, kjer že sedaj uživajo žuželke, kar bo povečalo povpraševanje po tej hrani. Zato moramo nujno zagotoviti, da take vrste užitenih žuželk v njihovih naravnih življenjskih prostorih ne izumrejo. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo je s

svojimi aktivnostmi za ohranjanje trajnostnih naravnih virov in za gospodarjanje z gozdovi, na katere so pogosto vezane žuželke, ključni partner, ki skrbi, da se zavedamo prispevka užitnih žuželk za zagotavljanje varne in kakovostne hrane v državah članicah. To poskuša doseči na ta način, da razvija strategije za kompleksno varstvo narave in še posebej gozdov, ki vključuje tudi skrb za ohranitev užitnih žuželk, podobno kot to velja za ohranjanje divjadi in ptičev. Prizadeva si za enake pravice dostopa za domorodce, ki nabirajo užitne žuželke. Razvija metode in tehnike za uravnavanje izkoriščanja tega vira in za uvajanje ter oglaševanje metod delno umetnega gojenja teh organizmov. Prizadeva si tudi za načine za čim daljše hranjenje in boljše konzerviranje takih živil ter za njihovo distribucijo v državah v razvoju. Poleg tega spodbuja uvajanje užitnih žuželk kot del trajnostnega vodenja živinorejskih farm in izobraževalnih kmetijskih programov.

Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo ima ključno vlogo na svetu v izmenjavi informacij in opozarjanju na pomen hrane in njene proizvodnje s svojimi publikacijami, programi, projekti na terenu in s komuniciranjem prek medijev. Organizacija kot agencija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo je zelo spoštovana in njena sporočila so sprejeta v medijih povsod po svetu. Še posebej so sporočilna sredstva Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo lahko usmerjena v širjenje ključnega sporočila za sprejemanje užitnih žuželk za hrano v državah članicah: to sporočilo je, da so užitne žuželke zdrava hrana, ki omogoča tudi raznoliko prehrano.

Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo lahko pomaga državam članicam tudi s tem, da sestavi in širi informacije, kot so *tabele prehranske sestave* več vrst užitnih žuželk, z metodami, ki brez težav omogočajo primerjavo z drugimi viri beljakovin, kot so ribe, kokoši, svinjina, fižol in druge stročnice. Pomembna je tudi *usebnost mikronutrientov* v užitnih žuželkah,

kot so železo, cink in podobni elementi. Veliko pomanjkanje teh snovi v tropskih deželah povzroča zastoj rasti pri otrocih. To je zelo pomembno v mnogih državah v razvoju, kjer v hrani ni dovolj beljakovin in bi lahko na primer z mešanjem kasavine moke s prahom iz zmletih žuželk z lahkoto obogatili prehrano. Pomembno je tudi *dodajanje žuželčijih izvlečkov* v drugo hrano, na primer ekstrahiranih beljakovin in stranskih proizvodov, kot so maščobe, hitin, minerali in vitamini, v jedila, na primer v hamburgerje, namaze, energijske tablice in podobno. Podpira tudi *pravne in ureditvene okvire* za uvajanje žuželk v prehrano v dokumentih, kot so Nova hranila (Novel Foods), Codex Alimentarius, Standardi za varno hrano in Urejanje zdrave prehrane. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo lahko za zainteresirane partnerje ugotovi in objavi najboljše metode za gojenje žuželk, podpira projekte in raziskave za zniževanje stroškov proizvodnje ter tako naredi žuželčje prehranske izdelke konkurenčne tradicionalnim virom živalskih beljakovin, kot so piščanci, ribe ali svinjsko meso.

Literatura:

- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G., Ricci, A., 2013: *Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 12 (3): 296-313. DOI: 10.1111/1541-4337.12014.
- Club of Rome, 1972: *The limits to Growth*. <http://www.clubofrome.org/?p=326>. (7. maja 2015.)
- Drew, J., Lorimer, D., 2011: *The Protein Crunch*. Print Matters Planet (Pty) Ltd, South Africa.
- Durst, P. B., Johnson, D. V., Leslie, R. N., Shono, K. (ur.), 2010: *Forest insects as food: humans bite back. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development. 19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations RAP Publication 2010/02. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/012/i1380e/i1380e00.pdf>*.
- FAO, 2014: *Insects to feed the world. Conference summary report*. <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/86385/en/>.
- FAO, 2013a: *The State of Food and Agriculture in the*

World: Food systems for better nutrition (SOFA 2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e.pdf>. (7. maja 2015.)

FAO, 2013b: *The state of food insecurity in the world: the multiple dimensions of food security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3434e/i3434e00.htm>. (7. maja 2015.)

FAO, 2013c: *The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3264e/i3264e00.pdf>. (7. maja 2015.)

FAO, 2012: *January, Expert consultation meeting on «Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security»*. <http://foris.fao.org/preview/31654-08b9c12f60eda84d122b1ad454c381bb4.pdf>.

FDA, 2011: *Defect Levels Handbook. Levels of natural or unavoidable defects in foods that present no health hazards for humans*, Food and Drug Administration of the United States of America. Dosegljivo na: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/SanitationTransportation/ucm056174.htm>. (7. maja 2015.)

Fellows, P., 2014: *Insect products for high-value Western markets*. *Food Chain*, 4 (2): 119-128. Junij 2014. Practical Action Publishing, UK. <http://dx.doi.org/10.3362/2046-1887.2014.012>.

GLEAM, 2014: <http://www.slideshare.net/cgiarcclimate/opio-global-livestock-enviro-assess-model-gleam-nov-12-2014>. (7. maja 2015.)

Halloran, A., Muenke, C., Vantomme, P., van Huis, A., 2014: *Insects in the human food chain: global status and opportunities*. *Food Chain*, 4 (2), junij 2014. Practical Action Publishing, UK. <http://dx.doi.org/10.3362/2046-1887.2014.011>.

Heinrich Böll Foundation, 2014: *Meat Atlas. Facts and figures about the animals we eat*. Berlin, Germany. Dosegljivo na: http://www.boell.de/sites/default/files/meatatlas2014_2.pdf. (7. maja 2015.)

IFIF, 2014: *Annual Report 2013*. <http://www.ifif.org/>.

Jongema, Y., 2012: *List of edible insect species of the world*. Wageningen, Laboratory of Entomology, Wageningen University. Dosegljivo na: <http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm/>. (7. maja 2015.)

OECD-FAO, (2010): *Agricultural commodity markets outlook 2-11-2020*. OECD publishing. Dosegljivo na: http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/tradepol/worldmarkets/outlook/2011_2020_en.pdf. (7. maja

2015.)

Oonincx, D. G. A. B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. J. A., van Huis, A., 2010: *An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption*. *PLOS ONE*, 5 (12): DOI:10.1371/journal.pone.0014445.

Oonincx, D. G. A. B., de Boer, I. J. M., 2012: *Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans: a life cycle assessment*. *PLOS ONE*, 7, (12): DOI:10.1371/journal.pone.0051145.

Rumpold, B. A., Schlüter, O. K., 2013: *Nutritional composition and safety aspects of edible insects*. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57 (3): 802-823. DOI: doi 10.1002/mnfr.201200735.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P., 2013: *Edible insects: future prospects for food and feed security*. *FAO Forestry paper 171*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>.

Vantomme, P., Göbler, D., N'Deckere-Ziangba, F., 2004: *Contribution of Forest Insects to Food Security and Forest Conservation: The Example of Caterpillars in Central Africa*. ODI Wildlife Policy Briefing, London: ODI.

Yen, A. L., 2009: *Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion*. *Journal of Insect Conservation*, 13 (6): 667-670.



Paul Vantomme je višji uradnik v Organizaciji Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO).

Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju (prvi del)

Daniel Rojšek

Z venerinimi laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) sem se prvič seznanil leta 1981, ko sem na Ljubljanskem regionalnem zavodu za varstvo naravne in kulturne dediščine sodeloval pri različnih nalogah. Med drugim smo obiskali topli izvir pri Spodnjih Pirničah oziroma Vikrčah, kjer je ta imenitna praprotno do gradnje korita za pranje perila uspevala na konglomeratni skali. Ugotovili smo, da od rastišča ni ostalo nič. Le topla voda je tekla po jekleni cevi v ostanke korita, o konglomeratu z izvorno vodo ni bilo sledu, torej tudi rastišča ni bilo mogoče ponovno vzpostaviti. To najdišče omenja Tone Wraber v svojem prispevku *Vsega po nekaj o venerinih laskih*, objavljenem v *Proteusu* (1986: 263), kjer je tudi slika stanja iz tistega časa.

Venerine laske sem si takrat ogledal v cvetličarni kot okrasno rastlino. Prodajali so laske s čisto majhnimi, običajnimi in zelo velikimi listi. Žena mi je kasneje vse primerke laskov podarila. Laski z zelo majhnimi in velikimi listi so sčasoma propadli, taki z običajnimi listi pa po treh desetletjih v loncu še vedno uspevajo, saj razen zalivanja in odstranjevanja suhih delov druge nege ne potrebujejo.

Žal natančnih podatkov o vrsti ni bilo. Lahko so prodajali tudi druge vrste laskov, ki so zelo podobne venerinim, na primer Raddijeve (*A. raddianum*), ki so med gojitelji lončnic zelo priljubljeni. Venerinim so zelo podobni tudi etiopski oziroma afriški laski (*A. aethiopicum*) in lepi oziroma bermudski laski (*A. bellum*). V nadaljevanju uporabljam za venerine samo ime laski. Po zaposlitvi na Zavodu za varstvo naravne in kulturne dediščine Gorica v Novi Gorici

leta 1984 sem si laske ogledal pri Močilih v Avčah in ob Brizni grapi nad Grahovim ob Bači (Vitimir Mikuletič, 1970), tedaj edinih znanih nahajališčih v Posočju.

Laske sem videl še marsikje v Sredozemlju, omenjam le nahajališča na kamnitem stopnišču pred cerkvijo na Stradunu v Dubrovniku in ob lučeh v jamah Coves del Hems in Coves del Drac na Mallorci.

Obravnavam le nahajališča na ozemlju Republike Slovenije, čeprav je Tone Wraber (1986: 260) objavil podatek o dveh nahajališčih v strugi Soče pod Pevmo in Gorico, Janko Žigon (1998) pa ob mejni reki Idriji pri Britofu. Vsa so blizu državne meje, a na ozemlju Republike Italije, vendar jih še nisem videl.

O imenih

Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.)

Novolatinski samostalnik srednjega spola *adiantum* izvira iz starogrške besede *adiantos*, kar pomeni *nikoli moker* oziroma *odbija vodo*. Novolatinsko *capillus-veneris* pomeni *venerini laski*. Ime *adiantos* je zelo staro, saj ga najdemo zapisanega v delih Hipokrata iz četrtega stoletja pred našim štetjem in Plinija starejšega v prvem stoletju našega štetja.

V slovstvu najdemo tudi starinsko besedo *lasci* za sodobno laski.

Zanimivo se mi je zdelo ime vilini laski (Vitimir Mikuletič, 1970 in 1975), ki je prišlo v slovensko slovstvo po pomoti (Vitimir Mikuletič, 2013). Tone Wraber (1986: 262) omenja rastišče laskov v Višegrajski banji in tamkajšnji hotel z imenom Vilinska vlas. To ime je še najbližje vilinim laskom. Na spletnih straneh ljubljanskega bota-

ničnega vrta (<http://www.botanicni-vrt.si>) najdemo viličaste venerine lasce (*A. hispidulum*) in venerine laske (*A. raddianum*). Poslovenjeni imeni se mi ne zdita najbolj primerni, za prvo bi bilo ustrežnejše ime viličasti laski, za drugo pa Raddijevi laski (Giuseppe Raddi je bil italijanski botanik iz 19. stoletja, laske so imenovali po njem). V Italiji jim pravijo *Il capelvenere*, tudi *barba di Giove*, v Avstriji, Nemčiji in Švici *der Frauenhaarfarn* in *Venushaar*, na Madžarskem *vénuszhaj*, na Hrvaškem *Gospin vlasak*, v Franciji *la Capillaire de Montpellier* in *la Capillaire cheveux de Vénus*, v Španiji (kastilsko) *adianto* in *cabellera de Venus*, (katalonsko) *Venus falguera cabell*, na Portugalskem *Cabelo de Vénus*, v angleško govorečih deželah pa *Southern maidenhair fern*, *Black maidenhair fern* in *Venus hair fern*.

Zemljepisna imena

V članku uporabljam živa zemljepisna imena in jih pišem, kakor jih ljudje izgovarjajo v narečju, kar se mi zdi edino pravilno. Povpraševanje po imenu je malo bolj zamudno kot prepisovanje z zemljevidov, težave so z zapisom in »pravovernimi« slavniki, ampak gre za tako pomembno dediščino, da se velja potruditi. Vsaj enkrat v članku napišem tudi »posiljeno« oziroma »poknjženo« ime, običajno so tako napisana na zemljevidih.

Dveh ročinskih hudournikov, kjer laski uspevajo, domačini niso poimenovali, kar je v Posočju kar pogosto. Niti občega imena potok ne uporabljajo.

Lastnosti in značilnosti laskov

Znanstvena uvrstitev

kraljestvo: *Plantae* - rastline

deblo: *Pteridophyta* – praprotnice

razred: *Pteridopsida* oziroma *Filicopsida* – praproti

red: *Polypodiales* - ni slovenskega imena

družina: *Pteridaceae* oziroma *Adiantaceae* – laskovke

rod: *Adiantum* - venerini laski

vrsta: *A. capillus-veneris* L. - venerini laski

Rod *Adiantum* šteje okoli 200 vrst.

Laski imajo podobno kot druge praproti preprosto zgradbo, sestavljajo jih korenika, steblo in lističi. Razmnožujejo se s trosi. Na



Risba laskov Otta Wilhelma Thoméja iz leta 1885.

risbi je Otto Wilhelm Thomé (1885) zelo natančno narisal laske oziroma sestavne dele rastline s prerezi trosov in kalčka.

Tone Wraber (1986) se je o njihovi lepoti precej razpisal, zato dejstev ne bi ponavljal. V zadnjem odstavku omenjenega besedila (na strani 263) je omenil tudi antično uporabo v zdravilne namene. Presenetili so me natančni opis laskov Plinija starejšega (Gaius Plinius Secundus, 77-79, 1855) in podrobni napotki za pripravo zdravil ter učinkovin iz laskov. Oglejmo si na primer njegov sledeči kratki sestavek: »Eni laske imenujejo *callitrichos*, drugi *polytrichos*, oboji pa navajajo njihov učinek pri ohranjanju barve las. Pripravljajo izvleček iz laskov in peteršiljevega semena v vinu, čemur dodajo veliko olja. Izvleček dobro vpliva na skodranost in močne lase ter preprečuje njihovo izpadanje.« Besedilo sem prosto prevedel iz angleščine.

Poleg tega Plinij navaja še sedemindvajset drugih zdravilnih učinkov in pripravkov, skratka, zdravilnosti laskov je namenil celo 30. poglavje 22. knjige *Zgodovine narave* (Gaius Plinius Secundus, 77-79, 1855).

Na spletni strani (http://www.rain-tree.com/avenca.htm#Uu-k9Pu-l_Y) se lahko prepričamo, da laske še vedno uporabljajo v zdravilne namene. Opozoriti moram, da so laski pri nas zavarovani. Kljub temu, da poznamo že več desetih nahajališč, jih ne smemo nabirati, saj bi jih s tem še bolj ogrozili.

Odkritja laskov v Posočju

S čolnarjenjem smo odkrili kar osem novih nahajališč laskov, tri ob Ajbškem jezeru leta 1993 (Daniel Rojšek, 1994), eno nad izviro Mrzlek na vznožju Sabotina leta 2003, eno v Globoki strugi Soče prav tako na vznožju Sabotina leta 2004 in tri ponovno v Globoki strugi Soče tudi na vznožju Sabotina leta 2013.

Najvišje nahajališče v Mrzlici smo opazili leta 2003. Istega leta jih je Igor Dakskobler odkril pod Ročinjem, leto prej pa isti raziskovalec v strugi Trebeža

pri Loščah (Igor Dakskobler, 2003: 44). Leto 2006 je prineslo dve novi rastišči, Katja Kogej je januarja laske našla ob Zdencu, izviro v Steni nad Toplicami, Vladimir Segalla - Vlado pa je maja odkril največje nahajališče v Posočju na konglomeratni steni ob Soči na vznožju Škabrijela.

Katja Kogej je o odkritju laskov pri Plaveh sanjala januarja leta 2014. Za najverjetnejšo možnost najdbe se je ponujala struga hudournika Sopeta. V nedeljo, 26. januarja 2014, sva se podala v strugo in Katja je tri nahajališča našla ob spodnjem teku, blizu opuščenega mlina, ki ni označen na nobenem zemljevidu.

Natančen pregled odkritij navajam posebej.

Opisi in lege laskov

Mrzlica

Levi povirni krak Volarnka se imenuje Mrzlica (vsa druga imena, ki jih najdemo na zemljevidih, so napačna). Srednji tek Mrzlice se je zajedel v debelo skladoviti in tanko ploščasti sivi, zgornje kredni apnenec s polami roženca ($K_2^{1,2}$, cenomanij in turonij, stare od 90 do 105 milijonov let). Kamnina je močno pretrta in nagubana.

Potok je v apnenec izdolbel globoka Korita. Ta se med zgornjim in spodnjim delom razširijo v sotesko s prepadno desno steno. K vodi se je mogoče brez plezalne opreme spustiti s poti Volarje-Krn po levem, zelo strmem pobočju soteske.

Približno 510 metrov nad morjem izvira v prepadni steni z apnencem nasičena voda, ki takoj pod izviro odlaga lehnjak. Prav v tem lehnjakovem slapu raste približno 500 metrov nad morjem šopek venerinih laskov. Pozimi voda na lehnjaku zamrzne in stebila ter liste laskov vklene v led. Korenine greje voda, ki teče pod ledom, in to praprot ohranja pri življenju.

Res izjemno rastišče na vznožju Krna (2.244 metrov). $Y = 397636$, $X = 120754$, $Z =$ približno 500 metrov.



Pogled z levega pobočja na dno in desno prepadno steno soteske Mrzlice. Lehnjakov slap zagledamo z brezpotja, približno petdeset metrov nad vodo. Foto: Daniel Rojšek.

Laski rastejo pod edinim spodmolčkom na lehnjakovem slapu, približno tri metre visoko. Foto: Daniel Rojšek.





Moker šopek laskov. Na njih se kapljice za trenutek zadržijo, spolzijo z rastline, nato se ujamejo druge, kapljanje je tudi med sušami dokaj izdatno.

Foto: Daniel Rojšek.

Brizna grapa

V Brizni grapi rastejo laski ob približno 15 metrov visokem slapu, na približno 10 metrov visokem slapiču in ob poti Grahovo ob Bači-Kuk (595 metrov). Slapovo stopnjo tvori debelo skladovita zgornje triasna apnečasta in/ali dolomitna kamnina, stara približno 220 milijonov let. Na stopnji voda odlaga lehnjak.

Rastišče ob slapu je bogato, obsega več stotin laskov, dobro uspevajo tudi vrbe (*Salix* sp.) in različne trave ter mahovi. Barvno izstopajo dolge, živo rdeče, ozko metlasto razraščene vrbove korenine, ki ustvarjajo s črnimi stebelci in zelenimi listi laskov lepe podobe, še posebej, ko so obsijane s soncem. Takrat se iskrijo kapljice in nastajajo čisto

majcne mavrice.

Več deset rastlin uspeva na sredini lehnjakovega slapiča desnega površnega kraka, ki ga ni na nobenem zemljevidu.

Tudi tukaj voda pozimi zamrzne in večino laskov vklene v led. Zeleni se ohranijo le tisti, ki rastejo v spodmolčkih in jih led ne vklene, temveč jih zavaruje pred mrazom, razmeroma topla voda, ki se pretaka pod ledom, pa jih ogreva.

Skromnejše nahajališče laskov je na slabo sprijeti breči iz geološke sedanjosti odkril leta 1969 Aleš Capuder. Lege ni nikomur zaupal, vendar je laske naslednje leto našel Vitomir Mikuletič (1970). Na rastišču lahko naštejemo več deset rastlin. Tukaj laski rastejo med ostrorobimi kamni v spodmolč-

ku nad potjo, posamezne rastline pa tudi na lehnjaku zunaj spodmolčka. Skozi brečo pronica voda, ki odlaga lehnjak, vendar med sušami vode ne opazimo. Tudi lehnjaka v rastni dobi ne vidimo, ker ga prekrivajo rastline. Spodmolček leži pet metrov za mestom, kjer pot prečka hudourniški potok v smeri proti Kuku.

Vodna ujma je 21. in 22. oktobra leta 2014 sprožila preperinski tok, ki je strugo poglobil in razširil. Slapovo steno je ta tok s kamenjem in skalovjem močno obrusil in slap povišal za dober meter, kajti poglobil je podslapje. Lehnjaka in vrb ter laskov v njem na levi strani stene tok ni bistveno prizadel. Menim, da se bo kmalu vzpostavilo podobno stanje z golimi koreninami pisanih barv, voda bo steno prevlekla z lehnjakom in stanje bo podobno tistemu izpred ujme. Tudi

zgornjega rastišča ob poti in laskov na desnem povirnem kraku tok ni prizadel.

Različni rastišči v toplem pasu, dobrih 100 metrov nad dolinskim dnom, na jugovzhodnem vznožju Kotla (1.174 metrov), blizu Rodice (1.964 metrov) pod Baško-bohinjskim grebenom.

Na slapovi steni: Y = 412767, X = 113538, Z = 350-365 metrov; na slapiču desnega kraka: Y = 412757, X = 113528, Z = 365 metrov; ob poti: Y = 412707, X = 113567, Z = približno 395 metrov.

Stena med Ročinjem in Ajbo

Nad desnim bregom Soče med Ročinjem in Ajbo je nastala različno visoka stena, ki jo gradi konglomerat iz ledenih dob. Tega v večini sestavljajo apnenčasti prodniki, vmes pa so tudi kremenovi prodniki in prodniki

Spodnji meter in pol slapa v Brizni grapi. Laski so našli zavetje pod majhnim previsom nad tolmunom.

Foto: Daniel Rojšek.





Lepoto laskov dopolnjujejo rdeče vrbove korenine v sosednjem spodmolčku slapove stene v Brizni grapi. Foto: Daniel Rejšek.

drugih kamnin. Stena se nad vodo dvigne največ 75 metrov. V njej ali pod njo najdemo kar pet nahajališč laskov.

Zdenc pod Ročinjem

Zdenc (studenc) izvira v spodmolu Stene nad Toplicami. Gre za mlad in majhen (do 3 metre globok, do 1,5 metra visok in več kot 5 metrov širok) spodmol, ki so ga izpodjedli pobočni dejavniki (zmrzal, padanje kamenja ...) in studenčnica.

V spodmolu, tik nad plitkim žlebom studenčnice (ta je do 20 centimetrov globok in približno prav toliko širok) dobro uspeva do deset šopov venerinih laskov. Ob njih rastejo bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) in številni mahovi.

Vrečasti spodmol se zložno dviguje v notranjost Stene in v njem se zbere toplejši zrak,

kjer so rastline s skalnato streho in stenami zavarovane pred najhujšimi vremenskimi skrajnostmi (orkanski veter, hud mraz, sneg, toča, huda vročina in suša), poleg tega blaži mrz toplota, ki veje iz studenčnice. Tudi ob hudih sušah voda tu ne presahne. Približno pet rastlin uspeva približno pet metrov nižje v lehnjakovem slapu, zunaj zavetja Stene, zato jih mrz in sneg med hudimi zimami precej zdelata.

K Zdencu oziroma laskom se je razmeroma težko povzpeti, čeprav znaša nadmorska višina studenca le okoli 135 metrov. Pobočje je namreč strmo in spolzko tudi v suhem vremenu ter poraščeno s pravo robido (*Rubus fruticosus* agg.), bodečo lobodiko (*Ruscus aculeatus*) in drugim trnovim grmičevjem.

Y = 398385, X = 107815, Z = približno 130 do 135 metrov.



*Lehnjakov slap
in spodmol z
Zdencem v Steni
nad Toplicami pod
Ročinjem.*

Foto: Daniel Rojšek.



*Laski in drugo
rastlinje ob
Zdencu.*

Foto: Daniel Rojšek.

Osemnajstmetrski slap na hudourniku pod Ročinjem

Laski rastejo tukaj v zelo slikoviti zajedi, ki jo je izdolbla voda v steni, obraščeni z drevjem. Po deževjih pada čeznjjo približno 18 metrov visok slap, drugače pa je slapova ste-

na brez vode. Stena je na tanko obložena z lehnjakom in poraščena z mahovi, praprotni, bodečo lobodiko (*Ruscus aculeatus*), zelo dolgimi zavesami bršljana (*Hedera helix*) in drugim rastlinjem.

Laski uspevajo na desni strani slapove sto-



pnje, zunaj vodnega curka. Gre za več deset
rastlin na nadmorski višini približno 130
metrov oziroma na polovici stopnje.
Y = 396805, X = 107783, Z = 130 metrov.

*Zelo slikoviti osemnajstmetrski slap hudournika pod
Ročinjem. Foto: Daniel Rojšek.*



Sedemmetrski slap na hudourniku pod Ročinjem

To rastišče je pomanjšana različica sosednjega, približno 220 metrov oddaljenega 18 metrov visokega slapa. Tudi tukaj laski uspevajo na desni strani slapove stopnje, zunaj vodnega curka. V slapovi steni rasteta dve skupini rastlin, tretja pa v majhnem spodmolu na levi strani, zunaj hudourniške struge. V vseh treh skupinah najdemo manj kot sto rastlin.

Razmeroma skromni, a zelo slikoviti nahajališči, ki nista vezani na izvirno vodo.

Podatke o legi in popise je objavil Igor Dakskobler (2003: 44).

Y = 396597, X = 107818, Z = 130 metrov.

Sedemmetrski slap hudournika pod Ročinjem.

Foto: Daniel Rojšek.



Tudi tukaj laski rastejo po slapovi steni na desni strani curka. Foto: Daniel Rojšek.



Več šopkov laskov se je ugnezdilo tudi v spodmoliku na levi strani zunaj struge hudournika pri sedemmetrskem slapu. Foto: Daniel Rojšek.

Drugi del prispevka bo objavljen v sledeči številki *Proteusa*.

Biološka raznovrstnost in njen pomen za človeka – primer Kostarike

Tom Turk

Biodiverzitetata, biološka (biotska) raznolikost, pestrost ali raznovrstnost so vse sopenenke, ki poimenujejo eno in isto stvar – neverjetno pestrost življenja na planetu Zemlja. Najboljši primer vsega, kar pojmujeemo z omenjenimi izrazi, je Kostarika, majhna dežela v osrčju Srednje Amerike, stisnjena med Atlantski in Tihi ocean. Na ozemlju države, ki je le dvainpolkrat večja in ima tudi ravno tolikokrat več prebivalcev kot Slovenija, na le 0,03 odstotka površine planeta živi 4 odstotke vseh znanih vrst na svetu. Kostarika je torej upravičeno ena od 20 najbolj »vročih točk« biološke pestrosti, če ne že kar prva med njimi.

Po podatkih organizacije Nacionalnega inštituta za biodiverzitetu Kostarike (InBio) živi v Kostariki več kot pol milijona rastlinskih in živalskih vrst, od tega je približno tri petine žuželk. Za primerjavo povejmo, da v Sloveniji, ki je glede na številne druge države biodiverzitetno kar bogata dežela, živi na kopenskem delu le približno 20.000 vrst, od tega kakšnih 4.000 rastlin. V Kostariki pa je samo metuljev skoraj 10.000 vrst, kar je 10 odstotkov vseh opisanih vrst na svetu. Kostarika je dom 175 vrstam dvoživk, 225 vrstam plazilcev, skoraj 900 vrstam ptičev in približno 250 vrstam sesalcev. Med dvoživkami prevladujejo žabe, med plazilci kače, med sesalci najdemo tako placentalne sesalce kakor tudi nekaj vrst vrečarjev, med izredno bogato ptičjo favno pa v Kostariki živi na primer več kot 50 vrst kolibrijev. Rastlinstvo Kostarike je prav tako izredno bogato, v pacifiškem nižinskem tropskem deževnem gozdu na območju Sladkega zaliva (Golfo Dulce) oziroma v bližini raziskovalne postaje v La Gambi so

botaniki na površini enega samega hektarja gozda popisali kar 176 drevesnih vrst. V tem popisu niso upoštevali ovijalk, epifitov in podrasti, kar bi število vrst na tej površini dvignilo krepko čez dvesto.

Vsa ta neverjetna eksplozija življenja, ki nas pri potovanju skozi različne življenjske prostore Kostarike spremlja na vsakem koraku, je posledica posebne zemljepisne lege, geološke podlage, razgibanega reliefa in višinskih pasov, pa tudi zavedanja oblasti in prebivalcev o pomembnosti biološke raznovrstnosti za gospodarstvo države in temu primerne zakonske zaščite naravnega okolja, ki v Kostariki obsega več kakor 25 odstotkov njenega ozemlja. Kot smo že povedali, se lahko Kostarika bogastvu vrst zahvali predvsem posebni zemljepisni legi. V Kostariki se srečujeta in prepletata živalstvo in rastlinstvo Severne in Južne Amerike, saj sta se ti pred približno 3 do 5 milijoni let povezali preko srednjeameriškega mostišča (istmusa), kar je omogočilo postopno preseljevanje severnih vrst proti jugu in obratno, skratka mešanje, ki pa je danes največje prav v Kostariki. Poleg tega leži Kostarika ujeta med oba velika oceana, Atlantikom na vzhodni, karibski strani in Tihim oceanom, ki obliva njeno zahodno obalo. Vmes pa od severa proti jugu poteka osrednji gorski masiv z ugaslimi in še vedno delujočimi vulkani, ki ponekod dosegajo višino skoraj 4.000 metrov. Ta osrednji gorski masiv ločuje atlantski del dežele od tihoceanskega in preprečuje mešanje tamkaj živečih vrst. Poleg tega se razlikujeta tudi količina in razporeditev padavin na vzhodu in zahodu dežele, kar dodatno prispeva k različnemu živalstvu in rastlinstvu na eni in drugi strani. Severozahodni del in osrednja kotlina,

kjer leži tudi glavno mesto San José, sta deležna bistveno manj padavin kakor druga območja Kostarike, poleg tega pa višinski pasovi zaradi različnih temperatur ustvarjajo razmere za kopico različnih življenjskih prostorov in vseh možnih prehodov med njimi. Vse to je razlog za izredno biološko pestrost na razmeroma majhni površini. Poleg velikega števila vrst, od katerih seveda mnoge živijo tudi v sosednjih državah in prenekaterih, zlasti sesalci in ptiči, tudi drugod v neotropskih območjih Južne Amerike, je v Kostariki doma tudi veliko endemičnih vrst. Ta endemizem pa je zaradi vsote vseh naravnih danosti večinoma omejen na nekatera manjša območja. Osrednji gorski masiv, ki dokaj ostro ločuje atlantsko od tihoceanske strani dežele, že več milijonov let omogoča neprekinjeno speciacijo zaradi zemljepisne ločitve nekoč enotnih populacij številnih vrst. To je tudi eden od pomembnih razlogov za mnogokrat popolnoma različno živalstvo zahodne in vzhodne polovice države. Ne glede na to, kje smo, pa smo v Kostariki vedno soočeni s pravo eksplozijo raznih neverjetnih oblik življenja, ki nikogar ne puščajo ravnodušnega. Po biološki pestrosti seveda prevladuje tropski deževni gozd, katerega zadnji ostanki so na tihoceanskem delu Srednje Amerike in tudi južne Amerike ohranjeni le še v jugozahodni Kostariki in v manjšem obsegu v severozahodni Panami. V Kostariki so najlepša strnjena območja takega gozda na območju polotoka Osa in Sladkega zaliva. Tu še živijo jaguarji (*Panthera onca*), ozeloti (*Leopardus pardalis*) in sorodni margaji (*L. wiedii*). Zadnji veljajo za eno izmed tistih vrst malih mačk, ki jih v naravnem okolju najtežje opazimo. Poleg neotropskih mačk od drugih zveri v teh gozdovih živijo tudi kunam sorodne, a precej večje tajre (*Eira barbara*) in po drevju počasno plezajoči kinkaji ali vitorepi medvedi (*Potos flavus*) z značilnim skoraj »opičjim« oprijemalnim repom, ki je precej daljši od njihovega telesa. V tamkajšnjih rekah, rečicah in potokih živijo neotropske rečne

vidre (*Lontra longicaudis*), ki pa so plašne in hitro izginejo pod vodo. Večina teh živali živi skrivnostno nočno življenje, čez dan jih zato le težko opazimo in celo o biologiji večine od naštetih vrst vemo razmeroma malo. Bolje preučeni so rastlinojedi sesalci ali tisti, ki se hranijo z žuželkami, na primer dokaj pogosti triprsti in dvoprsti lenivci (*Bradypus variegatus* in *Choloepus hoffmani*), ki pa jih zaradi njihovega počasnega premikanja oziroma negibnosti med rogovilami dreves, kjer preživijo večino časa, zlahka spregledamo. Enako velja za sicer bolj živahne drevesne mravljinčarje (*Tamandua mexicana*), ki jim tudi napadalne vrste mravelj ne pridejo do živega in so zanje glavni vir hrane, in grabljive ježevece (*Sphiggurus mexicanus*). Tudi ta ježevce je nočna žival z značilnim oprijemalnim repom, ki pa se oprijema vej drugače kakor opice, namreč vedno z repom prime vejo, ki leži pod njegovim telesom. Štiri vrste opic, ki živijo v Kostariki, najdemo pogosto v deževnem gozdu, sekundarnem gozdu in pa v neposredni bližini morske obale, na katero se bolj ali manj spuščajo z gozdom popolnoma poraščena pobočja. Najpogostejše so navadne kapucinke (*Cebus capucinus*), sledijo jim glasni vriskači (*Alouatta palliata*), ki proizvajajo enega od najbolj značilnih in slišnih glasov tropskega deževnega gozda, in sajmiriji ali smrtoglavke (*Saimiri oerstedii*), katerega pripadnik je tudi tisti slavni »gospod Ficko«, opica še bolj slavne Pike Nogavičke. Med kostariškimi vrstami opic so nabolj redke ali vsaj najmanj opazne izredno spretno obešalke ali pajčarke (*Ateles geoffroyi*). Vse vrste opic se hranijo z njim priljubljenimi listi, cvetovi in plodovi, izjemoma z žuželkami. Kapucinke se pogosto pritepejo v plantaže oljnih palm, kjer se gostijo z njihovimi plodovi. Poleg opisanih vrst sesalcev živi v Kostariki vsaj še 15 vrst netopirjev, med drugim tudi nič kaj priljubljeni pravi vampirji (*Desmodus rotundus*), ki ponoči sesajo kri goveda, pa tudi drugih sesalcev. V Kostariki pa živi tudi 8 vrst vrečarjev (red ameriških oposumov Didelphi-



*Sesalci so pomemben del kostariške favne. Poleg štirih vrst opic na drevju živijo bistveno manj gibljivi lenivci, kot je dvovrsti lenivec (*Choloepus hoffmanni*), in za mravlje specializirani mali mravljinčar ali tamandua (*Tamandua mexicana*).*



morphia). Na območju jugozahodne Kostarike je najpogostejši mehkodlaki oposum (*Philander oposum*), izrazito nočna žival, ki ga lahko opazimo le naključno, če ga opazimo s sojem svetilke, usmerjene v drevesno krošnjo. Seveda pa je večino opisanih živali, zlasti jaguarje, težko videti, vendar nam kamere, postavljene na gozdnih poteh v obeh nacionalnih parkih Corcovado in Piedras Blancas, dokazujejo, da tam živijo največje ameriške mačke in druge omenjene živali.

Mnogo lažje je videti številne ptice, kot so približno 20 vrst kolibrijev, različne papige, vključno z največjimi rdečimi arami (*Ara macao*), trogoni, na primer endemičnim Bairdovim trogonom (*Trogon bairdi*), številne vrste tanger, na primer prav tako na to območje omejena žametna tangera (*Rhamphocelus costaricensis*). Med tangere sodijo tudi turkizni ptiči (Dacninae), ki se hranijo z žuželkami, predvsem pa s sadeži in nektarjem. Ponekod jih zaradi najljubšega načina prehrane imenujejo tudi sladkorni ptiči. Zanje je značilen izrazit spolni dimorfizem. Na krmilnici postaje v La Gambi smo redno opazovali turkiznega samčka s črno obrazno masko in rumenim kljunom ter njegovo popolnoma živo zeleno družico vrste *Chlorophanes spiza*. Nekoliko redkejši gost te krmilnice je bil kobaltno modri ptič *Cyanerpes cyanus*, katerega samica pa je precej bolj medlih zelenkastih barv. V gozdu in tudi v bližini človeških bivališč je pogosta velika ptica tega območja hokjka (*Crax rubra*), velika gozdna »kura« z izrazitim spolnim dimorfizmom. Samec je skoraj popolnoma črn z izrazitim rumenim kljunom in rumeno voščenco, samica pa je rjavolisaste barve, oba pa imata na glavi značilni peresasti greben. Tudi oglašanje teh ptic je eden od značilnih zvokov deževnega gozda, nekakšen »hu, hu, hoj«, od tu verjetno tudi slovensko ime. Sinonim za zelo barvite ptice so motmoti (*Momotus momota*), rdečerepi bleščavci (*Galbula ruficauda*) in seveda tukani s svojo nenavadno pojavo, velikimi kljuni in navidezno nerodnostjo, ki

pa je daleč od tega. Največji in zelo pogosti tukan tudi v bližini naselij je kostanjevo-kljuni tukan (*Ramphastos swainsonii*), veliko redkejši, pa precej manjši, a še barvitejši je ognjenokljuni arasari (*Pteroglossus frantzii*), ki živi v manjših skupinah navadno globoko v gozdu. Med zanimivimi »ptički« deževnega gozda omenimo še pipre. Te so znane po plesiščih, ki jih samčki uredijo na gozdnih tleh. Zadostuje že nekaj kvadratnih metrov čistine. Tam in na bližnjem vejevju izvajajo svoje čudaške plese in se pokljajoče oglašajo, s čimer skušajo osvojiti samice. Pri tem prednjači zlasti rdečeglavi manakin (*Pipra mentalis*) z značilnim »moonwalking« drsenjem v stran, ki ga izvaja podobno, kakor ga je izvajal Michel Jackson v svojem videu z istim naslovom.

V tropskem gozdu v območju nacionalnih parkov Corcovado in Piedras Blancas živi več kot 100 vrst dvoživk in več kot 150 vrst plazilcev. Med žabami so zlasti zanimive aposematično obarvane strupene podrevnice





*Ptiči so zvok in podoba tropskega gozda in lep primer kostariške biološke pestrosti. Slike prikazujejo zaščitni znak tamkajšnje aviofavne kostanjekljunega tukana (*Ramphastos swainsonii*), le eno od 56 vrst kolibrijev, ki živijo v Kostariki, gozdnega viličnika (*Florisuga melivora*), endemično vrsto trogona z območja jugozahodne Kostarike Bairdijevega trogona (*Trogon bairdii*) ter samca (turkizen s črno glavo)(prva slika zgoraj) in samico (zeleno) turkiznih tanger (*Chlorophanes spiza*)(slika na prejšnji strani), ki se hranijo z nektarjem in sadeži.*

(Dendrobatidae, rodovi *Dendrobates*, *Phylllobates* in *Oophaga*) ter cela vrsta tako imenovanih steklenih žabic (družina Centrolenidae, predvsem rodova *Hyalinobatrachium* in *Cochranella*). Zadnje so zelo majhne, trebušna stran večine vrst pa je skoraj popolnoma prozorna, tako da je dobro vidno njihovo drobno telo. Tu živi seveda tudi najbolj »fotogenična« od vseh kostariških žab in nesporni simbol kostariške biološke raznovrstnosti

drevesna žabica rdečekokica (*Agalychnis callidryas*).

Poleg žab so zanimivi tudi močeradi iz rodu *Bolitoglossa*, ki pa jih na gozdnih tleh redko opazimo, saj živijo prikrito med listnim opadom. Tudi plazilska favna je izredno bogata. Med kuščarji je največ anolijev (rod *Norops*), ki jih lahko zanesljivo ločimo le po napihljivih golšah, te pa napihnejo navadno le, ko se postavljajo pred drugimi sam-



*V Kostariki živi približno 180 vrst žab, nekatere so endemične, nekatere pa veljajo tudi za zelo ogrožene. Na slikah so štiri vrste, ki so značilne predstavnice kostariških žab. Najslavnejša je vsekakor rdečecokica (*Agalychnis callidryas*), med poznavalci dvoživok pa niso nič manj slavne strupene podrevnice (*Dendrobatidae*). Endemična predstavnica te družine z območja skrajno jugozahodnega dela Kostarike je *Dendrobates granuliferus*. Občudovanje vzbujajo tudi tako imenovane majhne presojne žabice, ki imajo trebušni del delno ali celo popolnoma prozoren, da lahko vidimo njihovo drobovje. Na sliki je predstavnica te družine iz rodu *Hyalinobatrachium*. Zelo pogosta in dokaj velika žaba pa je *Smilisca phaeota*, ki se zelo glasno in značilno oglašča.*



ci. Sledijo tudi dokaj številne amejeve (rod *Ameiva*), za katere so značilni dolgi bičasti repi, ob vodah pa seveda baziliski (*Basiliscus basiliscus*), ki lahko, dokler niso preveliki, tečejo po vodni površini. V gozdu so pogosti tudi čeladasti legvani (*Corytophanes*

cristatus) ter obe veliki vrsti zeleni legvan (*Iguana iguana*) in črni legvan (*Ctenosaura similis*), ki v odraslem stanju navadno plezata po drevesih, kjer živita večino časa. Črni legvan je pogost tudi v bližini morskih plaž.



*Kače in kuščarji so del železnega repertoarja kostariškega deževnega gozda. Med kuščarji s svojo pojavo izstopa navadni bazilisk (*Basiliscus basiliscus*) (*Basiliscus vittatus*, druga slika na prejšnji strani), ki živi zlasti ob vodab, po katerih gladini tečejo mladi kuščarji. Številne so tudi vrste iz rodov *Nerops* in *Ameiva* (*Ameiva festiva*, prva slika na prejšnji strani). Med množico kač izstopajo strupene jamičarke, kot sta gad trepalničar (*Bothriechis schlegeli*) (slika spodaj) in zeleni drevesni gad (*B. lateralis*), ter predvsem velika suličarka (*Bothrops asper*), katere ugriz je brez ustreznega protistrupa smrtno nevaren. Od nestrupenih ali bolje rečeno polstrupenih kač omenimo le zelenega drevesnega vitkega goža (*Leptophis achaetulla*).*





Od kač omenimo le nestrupenega mačjega goža (*Leptodeira septentrionalis*), ki se najraje hrani z žabjim mrestom, zlasti tistim od rdečeokic, in jermenovko (*Imantodes cenchoa*), nenavadno vitko drevesno kačo z veliko glavo in neverjetnimi plezalnimi sposobnostmi. Dokaj velika in pogosta drevesna kača strupeno zelene barve, ki, kadar je ogrožena, rada grozi s široko razprtimi usti, je drevesni vitki gož (*Leptophis abaetulla*), ki ima sicer tudi strupnike, a nameščene daleč zadaj, tako da ne predstavlja resne nevarnosti, četudi ugrizne. Prave strupenjače tega

območja uvrščamo med koralnice (*Micrurus*) ter v rodove jamičark *Atropoides*, *Bothriechis* (najlepša kača tega rodu je na drevesih in grmovjih živeči gad trepalničar *B. schlegelii*, ki je lahko od rdečkasto zelene do popolnoma rumene barve), *Bothrops* in *Porthidium*. Vse, razen koralnic, uvrščamo med jamičarke (Crotalinae), ki si svoj plen iščejo s termolokacijo. Zlasti suličarka (*Bothrops asper*) zahteva izredno previdnost, saj upravičeno velja za najnevarnejšo kačo Srednje Amerike. V deževnem gozdu jugozahodne Kostarike pa dokaj odmaknjeno živi najve-

čja strupena kača v Ameriki, endemična grmovnica (*Lachesis stenophrys*), ki lahko preseže dolžino 3 metrov.

Biološka pestrost pajkovcev in predvsem žuželk je tako velika, da bi si zaslužila poseben članek, zato jo bomo tokrat izpustili. Vsekakor pa prevladujejo številne vrste mravelj, dnevnih in nočnih metuljev, škržatov, kobilic in kačjih pastirjev.



V Kostariki živi skoraj 10.000 vrst metuljev in več, kar je deset odstotkov vseh znanih vrst. Na sliki so trije predstavniki v neotropih zelo razširjenih rodov Heliconius, Marpesia in Eurybia. Med številnimi vrstami mravelj, ki so po številu osebkov najpogostejše živali v deževnem tropskem gozdu, zaradi svoje obarvanosti izstopajo zlate lesne mravlje Camponotus sericeiventris. Za tropski gozd so značilni primeri mimikrije. Tega so večje predvsem kobilice iz družine Katydididae, ki posnemajo zelene ali odmrle liste. Na sliki je predstavnica te družine Orophus conspersus. Na luč ponoči radi priletijo brošči, kot je primerek vrste Pelidnota unicolor. Ne nazadnje moramo omeniti vsaj še škržate, ki dajejo tropskemu gozdu s svojim oglašanjem neizbrisni pečat. Na sliki na strani 421 zgoraj je verjetno ena bolj pisano obarvanih vrst Zammara cf. smaragdina.





Biološka pestrost sama po sebi seveda ni ekonomska kategorija. Ob vsem naštevanju in popisovanju ima zame neverjetna raznolikost organizmov, s katero se nekdo sooči

na krajih, kot je kostariški deževni gozd, predvsem estetsko vrednost, ki se je v denarju ne da izmeriti. Občutenje množice živih bitij v tropskem deževnem gozdu ali na koralnem grebenu je estetsko doživetje, ki razmišljujočemu človeku tudi omogoča resen razmislek o lastnem bivanju in našem mestu na tem planetu. Množica živih bitij neverjetnih oblik, vzorcev in barv je odraz neprestane evolucije in njenih mehanizmov. Zame kot biologa je tudi dokaz prilagodljivosti narave in naravnih procesov, neuničljivosti živega. Zato morda razmišljam nekoliko neortodoksno, kajti za naravo me ni nikoli strah. Tudi če nam »uspe« s svojim ravnanjem iztreti in povzročiti izumrtje tisočev vrst, jih bo ostalo dovolj. Naravi je pravzaprav vseeno, ne more pa biti vseeno nam, kajti naša življenja bodo osiromašena, če bodo nekatere vrste izginile iz našega občestva. Še celo več, z ogrožanjem in uničevanjem življenjskih prostorov, z izumiranjem vrst, žagamo tudi tisto najvišjo vejo na drevesu življenja, na kateri vsaj po prepričanju večine sedimo in kraljujemo mi. Narava se ne meni, da ni več tasmanskega tigra, dodoja, sumatrskega nosoroga, jangčeškega rečnega delfina in Stellerjeve

morske krave, ki so popolnoma iztrebili v manj kot tridesetih letih po njenem odkritju, ter še tisočev vrst, ki so izumrle iz takega ali drugačnega vzroka. Slikoviti opi-



V bližini tropske raziskovalne postaje v La Gambi so med pajki zelo vpadljivi nočno aktivni pripadniki vrste Eriophora fuliginea (spodnja slika), na gozdnih tleh pa lahko med listjem pogosto opazimo vrsto diplopodov Nyssodesmus phytton (slika na naslednji strani).





si nekaterih od teh živali živijo v odlični knjigi vesoljskega raketoštoparja Douglasa Adamsa, ki jo je napisal tik pred svojo smrtjo in nosi pomenljiv naslov *Last chance to see* (*Zadnja priložnost za ogled*). Ampak kot rečeno, naravi je vseeno in ji je še bolj vseeno za nas, človeško vrsto. Prej ko nas ne bo, bolje bo zanj. V Zemljini zgodovini so se vrste razvijale in izumirale, propad ene vrste ali celo cele skupine organizmov je navadno povzročil razvoj novih življenjskih oblik. Tudi v Kostariki se je kljub varovanju življenjskih prostorov in dokaj veliki ekološki osveščenosti zgodilo, da so nekatere vrste izumrle skoraj včeraj. Endemična zlata krastača (*Bufo periglenes*) je izumrla pred nekaj leti, močno pa so ogrožene tudi sicer nekoliko bolj razširjene harlekinske krastače (rod *Atelopus*). Narava se zaradi tega prav gotovo ne vznemirja, prav verjetno je celo, da izumrtje oziroma ogroženost omenjenih vrst vsaj neposredno tokrat ni povzročil človek, pač pa kožna glivična bolezen (hitridiomi-

koza), ki napada nekatere vrste žab. Pa vendar, vsaka izguba vrste je izguba predvsem za človeka, ne za naravo. Mi smo tisti, ki lahko dojemamo lepoto, ki občudujemo pestrost in obžalujemo izgubo. Mi smo tisti, ki bi nam za to moralo biti mar, ne toliko zaradi narave kot zaradi nas samih. Kostarika je lep primer, kako lahko človek varuje naravo in ima od tega tudi koristi. Kostarika skoraj ne pozna množičnega turizma, pač pa z ekoturizmom zasluži več kot dve milijardi dolarjev na leto. Za revno deželo brez naravnih surovin je to veliko. Vsega tega pa prav gotovo ne bi bilo, če se svojega največjega bogastva, čudovite biološke raznolikosti, ne bi zavedali in jo poskušali ohraniti. Seveda marsikaj tudi v Kostariki glede tega ni rožnato in kljub prizadevanjem prihaja včasih do napačnih odločitev. A vendar se oblast in tamkajšnji ljudje nekako zavedajo, da tisto, kar jim je narava bogato ponudila, tudi izkoristijo in ohranijo za naše potomce.

Disperzija svetlobe

Janez Strnad

V Mednarodnem letu svetlobe je zanimivo pregledati, kako so fiziki spoznavali nove pojave s svetlobo. Disperzijo ali razklon svetlobe je prvi raziskal Isaac Newton proti koncu sedemdesetih let 17. stoletja. Vijolična svetloba se v steklu lomi bolj kot rdeča. Rdeča svetloba v steklu potuje z večjo hitrostjo kot vijolična. Pojav ima zanimive posledice. S tem podrobneje pogledamo v *Malo zgodovino svetlobe*.

Nekdaj so krošnjarji na sejmi prodajali majhne kose stekla, s katerimi je bilo mogoče v Sončevi svetlobi opazovati mavrice. Pri poskusih v laboratorijih so uporabljali steklene prizme. Poskuse s prizmami so delali Francesco Maria Grimaldi, Robert Boyle, Robert Hooke in drugi. Tedaj so mislili, da je osnovna sestavina svetlobe bela Sončeva svetloba in da barve nastanejo, ko se nekaj te svetlobe absorbira. Mislili so tudi, da se svetloba vseh barv lomi enako.

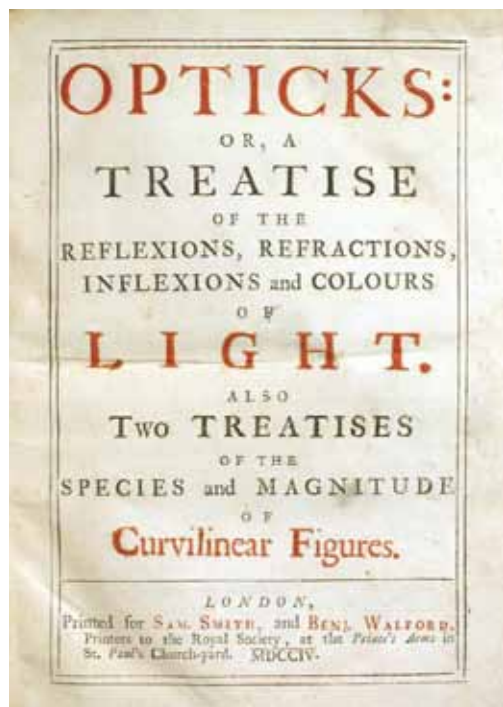
Isaac Newton je bil rojen leta 1642 v Woolsthorpu na kmetiji. Pri kmetovanju se ni izkazal. Poslali so ga na camбриško univerzo, na kateri je študij končal leta 1665. Tedaj so zaradi kuge zaprli univerzo. Med prisilnimi počitnicami v domači vasi je naredil načrte za raziskovanja. Po vrnitvi v Cambridge je leta 1669 postal profesor za matematiko. Uspehi pri poskusih s svetlobo so mu leta 1672 odprli pot v Kraljevo družbo, angleško akademijo znanosti. Leta 1687 je izšla njegova knjiga Matematični principi filozofije narave s tremi Newtonovimi zakoni gibanja in gravitacijskim zakonom. S temi zakoni je zajel gibanje teles na Zemlji in v vesolju. Pozneje v fiziki ni več veliko raziskoval. Leta 1696 je postal nadzornik kovnice denarja v Londonu in tri leta pozneje njen upravnik. Leta 1703 so ga izvolili za predsednika Kraljeve družbe. Umril je leta 1727. Pokopali so ga v westminstrski katedrali. Newton je skupaj z Gottfriedom Wilhelmom Leibnizem razvil infinitezimalni račun. Napisal je veliko spisov v alkimiji in teologiji, ki so postali znani šele v zadnjem času.



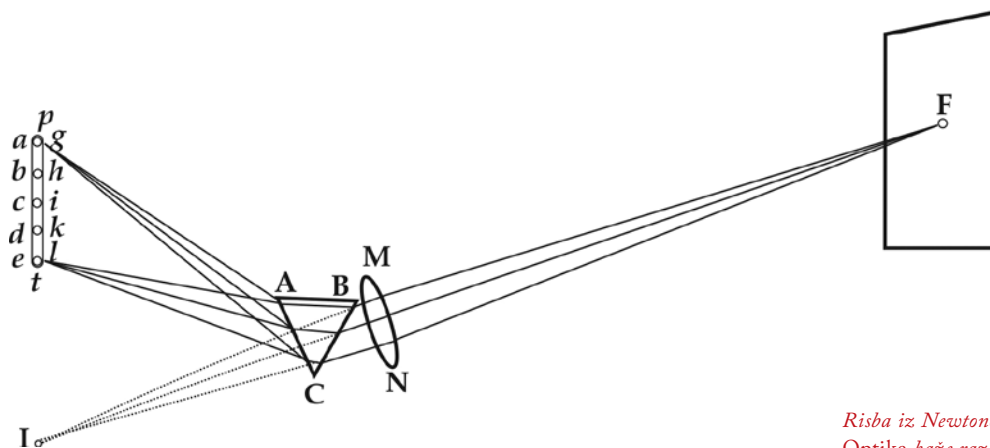
Newton je večino poskusov s svetlobo naredil v letih med 1669 in 1672, ko je na cambriški univerzi predaval o svetlobi. Pri opazovanju z daljnogledom so motili obarvani robovi slik. Na eni strani se jim je izognil z daljnogledom z ukrivljenim zrcalom namesto z lečo. Na drugi strani je s prizmo barve

podrobneje raziskal. V zatemnjeni sobi je prizmo postavil v curek Sončeve svetlobe in na zaslonu opazoval mavrico, *spekter*. Pojav je imenoval *disperzija*, *razklon*. Curek Sončeve svetlobe je imel krožni presekok, mavrica pa je bila podolgovata. *Mavrične barve* so se različno lomile. Najbolj se je odklonila vijolična svetloba, manj po vrsti modra, zelena, rumena, oranžna in rdeča.

Poskus je ponovil v številnih izvedbah. Mavrična svetloba se na drugi prizmi ni več razklonila. Mavrico je zbral z drugo prizmo v belo svetlobo. To ga je prepričalo, da mavrične barve ne nastanejo zaradi absorpcije bele svetlobe, ampak sestavljajo belo svetlobo. Razločeval je enostavne, to je mavrične, in sestavljene barve. Oranžna je mavrična barva ali jo je na primer mogoče sestaviti iz rumene in rdeče. Belo svetlobo je mogoče sestaviti iz vseh mavričnih barv ali iz dveh ali treh mavričnih barv. Ugotovil je, da se mavrične barve razlikujejo po *lomnosti*, danes bi rekli po *lomnem količniku*. Newton je vztrajal pri zamisli, da je svetloba tok zelo



Naslovnica Newtonove Optike. Newton jo je napisal v angleščini, medtem ko je *Principe* napisal v latinščini. Četudi Optika ni dosegla ravni Principov in je v njej Newton zagovarjal stališče, da svetloba sestavlja tok delcev, je izdatno vplivala na razvoj optike.



Risba iz Newtonove Optike kaže razklon Sončeve svetlobe na prizmi.

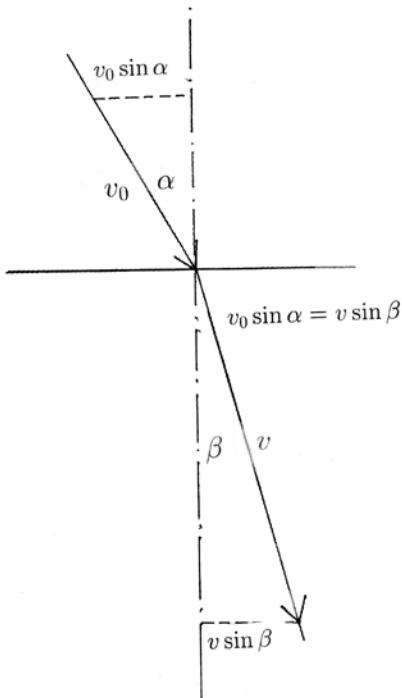
hitrih delcev, *korpuskul*. Mislil je, da se delci mavričnih barv med seboj razlikujejo, denimo po masi.

Boyla in Hooke so pritegnile barve tankih plasti, kakršne opazimo na primer, če na gladini vode plava tanka plast olja. Hooke je pojav pojasnil z delovanjem svetlobe, ki se odbije na spodnji mejni ploskvi, na svetlobo, ki se odbije na zgornji. Pri tem je mislil na valovanje, a o tem ni imel jasne predstave. Kraljeva družba je delo, ki ji ga je predložil Newton, dala v oceno komisiji, katere član je bil Hooke. Hooke je kritiziral nekatere vidike Newtonovega dela. To je izzvalo Newtonovo nejevoljo in grožnjo, da bo nehal raziskovati. V Kraljevi družbi so s težavo zgladili spor. Newton se je odločil, da tedaj predavanj ne bo izdal. Šele po letu 1690 je začel pripravljati gradivo za tisk. Knjiga *Optika ali razprava o odbojih, lomih, upogibanjih in barvah* je izšla leta 1704, leto po Hookovi smrti.

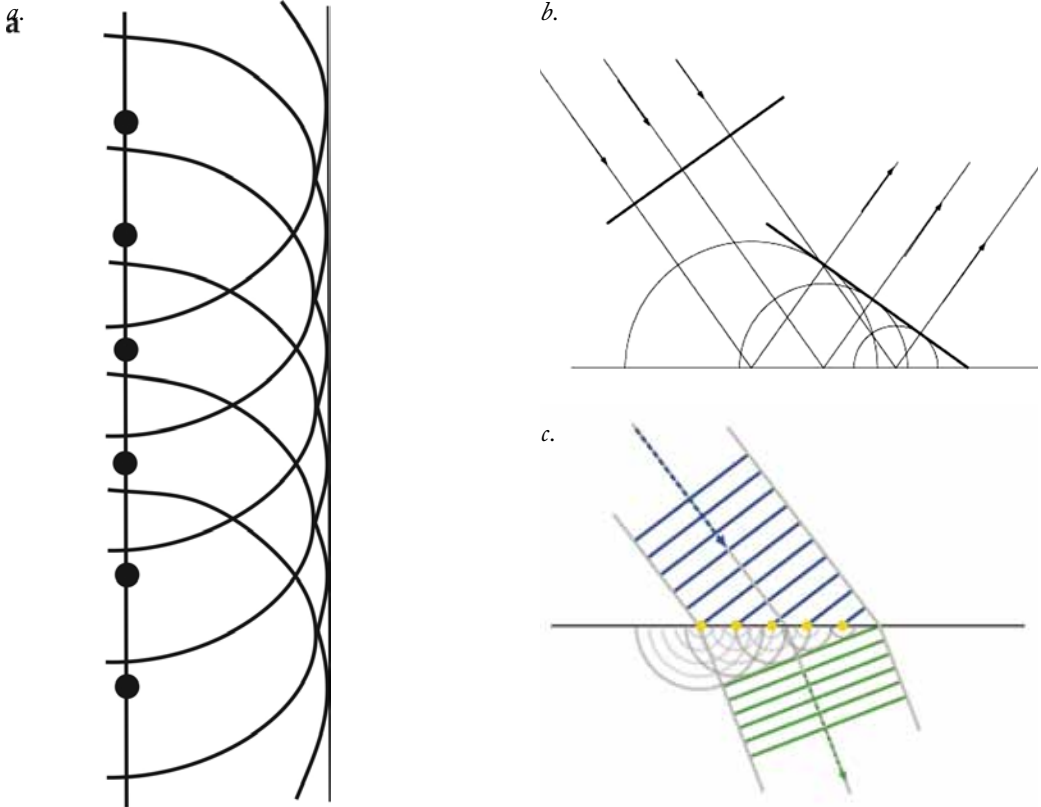
Newton je zapisal: »Moj načrt v tej knjigi ni pojasniti lastnosti svetlobe z domnevami,

ampak jih predlagati in dokazati z razumom in poskusi.« V prvem delu je opredelil osnovne pojme in pojave ter opisal poskus, pri katerem je belo svetlobo razklonil v spekter. V drugem delu je opisal mavrico in pojasnil njene barve ter obravnaval *Newtonove kolobarje*, ki sta jih pred njim raziskovala Boyle in Hooke. Tretji del je posvetil *upogibanju svetlobnih žarkov in barvam, ki pri tem nastanejo*. Namesto Grimaldijevega imena »uklon« (difrakcija) je uporabljal ime »upogibanje« (infleksija).

Newtonovi zagovorniki so zagovarjali delčno naravo svetlobe in se pri tem sklicevali na mojstrov ugled. S tem so zavrli razvoj misli, da je svetloba valovanje. To mnenje je poleg Hooke, katerega zamisli so bile meglene, zagovarjal Christiaan Huygens. Leta 1678 je o tem poročal pariški akademiji znanosti, leta 1690 pa je izšla njegova *Razprava o svetlobi*. Gradil je na zamisli Renéja Descartesa, da ves prostor izpolnjuje eter in da deli etra delujejo na dele etra, ki se jih dotikajo. Eter si je predstavljal kot zelo rahlo sredstvo z nemerljivo majhno gostoto. V prvi vrsti je mislil na potovanje motenj, *valovnih čel* ali *valovnih front*. Postavil je *Huygensovo načelo*: Vsaka točka valovnega čela je izvir elementarnih valov, novo valovno čelo nastane kot ovojnica elementarnih valov. Z načelom je pojasnil premo potovanje svetlobe ter odboj in lom. Ni se zanimal za časovno odvisnost nihanja delov etra in zato ni zajel uklona in interference. Thomas Young je v prvih letih 19. stoletja svetlobo pojasnil kot periodično valovanje in je zajel tudi uklon in interference. Teorijo je dopolnil Augustin Fresnel leta 1818.



Descartes je privzel, da se pri lomu komponenta hitrosti v smeri meje obrani. Zakon je napovedal, da je razmerje sinusov konstantno, a razmerje hitrosti ni bilo pravo. Zakon sta po merjenjih odkrila Thomas Harriot okoli leta 1601 in Willebrord Snell leta 1621, a ga nista objavila. Za odkritje prvega obstajajo posredna pričevanja. Drugi pa je rokopis razdelil prijateljem, tako da velja za odkritelja lomnega zakona.



S Huygensovim načelo izpeljemo, da svetloba v neomejeni snovi potuje premo (a), da se na ravni oviri odbije po odbojnem zakonu (b) in da se na meji med območjema z različno hitrostjo lomi po lomnem zakonu (c).

Descartes, ki je leta 1637 objavil *lomni zakon*, je mislil, da je hitrost svetlobe v prozorni snovi večja kot v praznem prostoru. Enako je mislil Newton, češ da prozorna snov s silo privlači delce svetlobe. Če se zaradi tega komponenta hitrosti delca pravokotno na mejo prozornega telesa pri prehodu iz praznega prostora poveča, komponenta v smeri meje pa se ne spremeni, dobimo lomni zakon:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v}{v_0}.$$

Pri tem je α vpadni kot, β lomni kot ter v_0 hitrost svetlobe v praznem prostoru in v hitrost svetlobe v prozorni snovi. Poskus

pokaže, da se pri prehodu v snov svetloba lomi proti vpadni pravokotnici. Lomni kot je manjši od vpadnega in hitrost v snovi večja kot hitrost v praznem prostoru.

Po Huygensovem načelu pa dobimo lomni zakon:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_0}{c},$$

če je c_0 hitrost svetlobe v praznem prostoru in c hitrost v snovi. V tem zakonu je hitrost svetlobe v praznem prostoru večja od hitrosti v snovi. Merjenje hitrosti v snovi bi dalo odgovor na vprašanje, kateri zakon je pravi. Šele leta 1851 se je Leon Foucault z

merjenjem prepričal, da je hitrost svetlobe v vodi manjša kot v praznem prostoru (ali na zraku). Vendar so že pred tem opustili zamisel, da je svetloba tok delcev.

Merjenje hitrosti svetlobe. Nekdaj je prevladovalo mnenje, da se svetloba razširi v trenutku in je njena hitrost neskončna. Posamezniki pa so mislili, da je hitrost svetlobe zelo velika, a končna. Galileo Galilei je razmišljal, kako bi jo merili, in ugotovil, da to ni mogoče, ker ni bilo mogoče meriti dovolj kratkih časov. Ole Rømer je opazoval mrke lune Io za Jupitrom. Ugotovil je, da se razmik med zaporednima mrkoma krajša, ko se Zemlja približuje Jupitru, in daljša, ko se od njega oddaljuje. Po tem je leta 1676 spoznal, da je hitrost svetlobe končna. James Bradley je z merjenjem ugotovil, da zvezda v smeri pravokotno na ravnino gibanja Zemlje okoli Sonca na nebu v enem letu opiše krožec, katerega polmer je videl pod kotom 20 sekund. Leta 1729 je to *zvezdno aberacijo* pojasnil s hitrostma Zemlje pri kroženju okoli Sonca 30 kilometrov na sekundo in hitrostjo svetlobe s Sonca v pravokotni smeri. Ugotovil je, da je hitrost svetlobe malo več kot desettisočkrat večja od hitrosti Zemlje, torej malo večja kot 300 tisoč kilometrov na sekundo. Potem je ugotavljanje zelo kratkih časovnih razmikov omogočilo, da se je merjenje hitrosti svetlobe preselilo na Zemljo. Hyppolite Fizeau je leta 1849 izmeril hitrost svetlobe na poti med pariškima gričema v razdalji skoraj devet kilometrov. Curek svetlobe je spustil skozi zobe zobatega kolesa, ki ga je vrtil vse hitreje, dokler ni izginila slika. Tedaj je bil čas, v katerem se je zobnik zavrtel za pol zoba, enak času, ki ga je svetloba potrebovala za pot do zrcala in nazaj. Leon Foucault je leta 1851 izmeril hitrost svetlobe na razdalji treh metrov. Uporabil je zrcalce, ki ga je poganjala zelo hitro se vrteča turbina. V času, v katerem je svetloba dospela do oddaljenega mirujočega zrcala in se vr-

nila do zrcalca, se je zrcalce zasukalo in se je slika premaknila. Tako je ugotovil, da je hitrost svetlobe v praznem prostoru (zraku) 300 tisoč kilometrov na sekundo, v vodi pa le 225 tisoč kilometrov na sekundo. Potem so hitrost svetlobe v praznem prostoru merili vse natančneje in naposled leta 1983 z dogovorom postavili hitrost $c_0 = 299.792.458$ metrov na sekundo. Na podlagi tega dogovora je določen tudi meter kot razdalja, ki jo svetloba v praznem prostoru prepotuje v času $1/299792458$ sekunde.

Valovna slika je povezala barve z valovno dolžino:

- vijolično barvo z valovno dolžino 380 do 450 nm,
- modro barvo z valovno dolžino 459 do 495 nm,
- zeleno barvo z valovno dolžino 495 do 570 nm,
- rumeno barvo z valovno dolžino 570 do 590 nm,
- oranžno barvo z valovno dolžino 590 do 620 nm,
- rdečo barvo z valovno dolžino 620 do 750 nm.
- Nanometer, nm, je milijonina milimetra ali milijardina metra.

Razmerje hitrosti svetlobe v praznem prostoru in hitrosti v snovi vpeljemo kot *lomni količnik snovi* $n = c_0 / c$. Zrak ima lomni količnik 1,0003, voda 1,33, kronska steklo 1,52, flintska steklo 1,65, diamant 2,42. Pri natančnih podatkih je treba navesti valovno dolžino in temperaturo. Voda ima pri valovni dolžini 400 nm lomni količnik 1,345 in meri hitrost svetlobe v njej 223 tisoč km/s, pri valovni dolžini 700 nm pa lomni količnik 1,331 in meri hitrost svetlobe v njej 225 tisoč km/s. Borosilikatno steklo ima pri valovni dolžini 434 nm lomni količnik 1,521 in meri hitrost svetlobe v njem 197 tisoč km/s, pri valovni dolžini 640 nm pa lomni količnik 1,509 in meri hitrost svetlobe v njem 198 tisoč km/s. Podatki so odvi-

sni od natančnosti pri merjenju. V različnih tablicah najdemo podatke, ki se med seboj malo razlikujejo. Navedeni veljajo za sobno temperaturo. Opazimo, da ima pri svetlobi v prozornih snoveh valovanje z večjo valovno dolžino večjo hitrost. To je *normalna disperzija*.

Valovna dolžina v praznem prostoru λ_0 je povezana s frekvenco ν takole: $\lambda_0 \nu = c_0$, in v prozorni snovi takole: $\lambda \nu = c$. Pri tem smo upoštevali, da se frekvenca pri prehodu iz praznega prostora v prozorno snov ne spremeni. Valovna dolžina v prozorni snovi $\lambda = \lambda_0 c / c_0 = \lambda_0 / n$ je krajša kot valovna dolžina v praznem prostoru.

V praznem prostoru potujejo sestavine valovanja z različnimi valovnimi dolžinami z enako hitrostjo. V prozorni snovi pa potujejo sestavine z različno valovno dolžino z različnimi hitrostmi. To ima daljnosežne posledice. Valovanje ima dano valovno dolžino in dano frekvenco samo, če traja neomejeno časa. V valovanju, ki traja končen čas, se pojavijo sestavine z malo manjšimi in malo večjimi frekvencami od frekvence, ki jo oddaja izvir. Čim krajši čas traja valovanje, tem širši pas frekvenc je zastopan v valovanju. Hitrost, ki ustreza frekvenci izvira, tako imenovana *fazna hitrost*, se pojavi v enačbi za valovanje in je ne moremo izmeriti. Če hočemo izmeriti hitrost, se mora valovanje začeti (in končati). Zaradi tega se v valovanju pojavijo sestavine z malo manjšo in malo večjo frekvenco, torej sestavine z malo večjo in malo manjšo valovno dolžino in z malo večjo in malo manjšo hitrostjo. V skupini valov z manjšo in večjo valovno dolžino potujejo valovi z večjo valovno dolžino hitreje kot valovi z manjšo valovno dolžino. Na čelu skupine se nakopičijo valovi z večjo hitrostjo, torej z večjo valovno dolžino, na začetju skupine pa valovi z manjšo hitrostjo, torej z manjšo valovno dolžino. Skupina valov se razleze. Težišče skupine potuje s *skupinsko* ali *grupno hitrostjo*, ki se v snovi - ne pa v praznem prostoru - razlikuje od fazne hitrosti. Pri normalni disperziji je skupinska


hitrost manjša od fazne hitrosti. Pri *anomalni disperziji*, pri kateri sestavine z manjšo valovno dolžino potujejo z večjo hitrostjo, pa je obratno in skupinska hitrost lahko preseže hitrost svetlobe v praznem prostoru. Anomalna disperzija pa je vselej povezana z absorpcijo. Skupina valov s potovanjem slabi. Pomiri izjava, da sporočila - enako kot delci in energija - ne morejo potovati hitreje kot svetloba v praznem prostoru. Pri tem moramo upoštevati vse lastnosti svetlobe in možnosti za merjenje.

Disperzijo opazimo tudi pri valovih na gladini globoke vode. Tudi v tem primeru valovi z večjo valovno dolžino potujejo hitreje kot valovi z manjšo. V skupini valov se na čelu skupine naberejo sestavine z večjo valovno dolžino in na začetju sestavine z manjšo valovno dolžino. To je mogoče opazovati na morju.

Literatura:

Strnad, J., 1995: *Fiziki. Trinajst portretov. Ljubljana: Mibelac in Neškovič.*

PROTEUS

letnik 77  mesečnik za poljudno naravoslovje
www.proteus.si



Stvarno kazalo

Uvodnik

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

Članki

Maja Plahuta, Mihael Jožef Toman: Motilci endokrinnega sistema – nevarnost za okolje in človeka 6
Petra Prunk: Ebola 11
Nina Rman, Petra Žvab Rožič: Naravni pojavi plinov v Sloveniji 20
Janez Strnad: Petdeset let kvarkov 28
Mihael Brenčič: Karel Hinterlechner – temeljitelj slovenske geološke šole 56
Timotej Turk Dermastia: Sorodstveni odnosi med sesalci južnih celin 64
Marina Dermastia: Puščava Namib in njena nekronana kraljica 71
Urška Miklavčič, Neža Vatovec: Zgodovina evtanazije, pogled nanjo po svetu 78
Matija Gogala: Pajek s šotorom 88
Matija Križnar in Ivan Očepek: Eocenski kačjerep iz fliša v okolici Pirana 90
Janez Strnad: Kako nastajajo planeti? 104
Polona Sušnik: Harlekinska polonica (*Harmonia axyridis*) – koristen hrošč ali grožnja biotski raznovrstnosti? 112
Katarina Javornik: Gluhota skozi čas – da ne oghuši človekovo srce 119
Matija Križnar: Nenaavadni ugrizi na sipinih kosteh 134
Vesna Klokočovnik: Volčki, žuželke z zanimivo strategijo lova 156
Janez Strnad: Moseley in vrstno število 162
Necj Pavšič: Varfarin: od strupa za podgane do učinkovitega zdravila 167
Andrej Gogala: Železo zdravi nespečnost, ki jo povzroča sindrom nemirnih nog 172
Kristina Verbole: Pridobivanje zemeljskega plina z metodo hidravličnega frakturiranja 199

Špela Novak: Nizka barja v Bohinju 207
Janez Strnad: Mala zgodovina svetlobe 214
Andraž Novak: Škiljenje – božji dar pri Inkih 222
Bogdan Bricej: Meduze morske cvetače 229
Mihael Brenčič: Podzemna voda 246
Janez Strnad: Baterije in energija iz obnovljivih virov 255
Lara Anja Lešnik in Lucija Vesenjāk: Transfuzija krvi – od zamisli do prvih izvedb 258
Elvica Velikonja: O rastlinstvu na Mali gori in Čavnu ... 266
Helena Brodnik, Bogdan Štefane in Franc Požgan: Moč kovin prehoda: nereaktivno postane reaktivno 271
Jože Čar: Tomaževa miza 294
Anton Brancelj: V Sahari je veliko vode, le najti jo je treba 302
Janez Strnad: Začetki uklona 313
Liam Korošec Hudnik in Martina Petrič: Telo umrlega: od tabuja do atrakcije 318
Zvonka Zupanič Slavec: Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas. Ob 500-letnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564) 342
Matija Križnar: Geološki sprehod po severozahodni Sardiniji 353
Janez Strnad: Interferenca in uklon 360
Alenka Gaberščik, Alan Jones, Marcel Jansen: Ultravijolično sevanje – pomemben dejavnik v življenju rastlin 365
Tom Turk: Golobu selcu v spomin, človeku v opomin 371
Paul Vantomme (prevod Matija Gogala): Žuželke, svetovno pomembni vir živalskih beljakovin 391
Daniel Rojšek: Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju (prvi del) 399
Tom Turk: Biološka raznovrstnost in njen pomen za človeka – primer Kostarike 409
Janez Strnad: Disperzija svetlobe 423

Marina Dermastia: Starodavni gozd – dom najstarejših še živečih Zemljanov 437
Tina Bregant: Psihosocialna prikrajsanost – težko breme za otroka in odraslega 447
Mihael Brenčič: Prepuštnost sedimentov in kamnin. Pogled skozi oči zgodovine znanosti 454
Matija Križnar in France Stare: Triasni rinholiti iz Crngroba 462
Peter Grošelj: Uspešna gnezditve sloke (*Sceloporus rusticola*) v Sloveniji 465
Ivan Očepek: Amonit *Carnites floridus* iz mežiškega rudnika 471

Nobelove nagrade za leto 2014

Janez Strnad: Nobelove nagrade za fiziko za leto 2014 84
Marko Krefc, Jernej Jorgačevski, Robert Zorec: Nobelova nagrada za kemijo so podelili za mikroskopijo nanometriških razsežnosti – nanoskopijo 127
Zvezdan Pirtošek: Letošnja Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino je bila podeljena za odkritje možganskih celic, ki omogočajo orientacijo v prostoru 151

Naravoslovje v šoli

Zdenko Kodelja: Raziskave PISA in šolske politike 132

Naše nebo

Mirko Kokole: Rosetta prispela na cilj 42
Mirko Kokole: Jesensko nebo 92
Mirko Kokole: Raziskovanje izvora našega Osončja na vrhuncu 137
Mirko Kokole: Zimsko nebo in Jupitrova velika rdeča pega 185
Mirko Kokole: Sonda *Nova obzorja* prihaja na cilj 237
Mirko Kokole: Sonda *Zora* prispela do Cereze 279
Mirko Kokole: Pomladansko nočno nebo 330
Mirko Kokole: Poletno nočno nebo 379

Mirko Kokole: Sonda *Nova obzorja* doseže cilj 475

Naravoslovna fotografija

Petra Draškovič: S fotoaparatom po svetu 34
Petra Draškovič: Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2014 176

V spomin slovenskih naravoslovcv in naravoslovcov

Jože Bavcon: Zasaditev hruske v spomin na prof. dr. Darinko Soban 324
Nada Praprotnik: Spomin na plaščo dr. Angeli Piskernik v Železni Kapli 375

Ohranjanje zgodovinskega spomina

Marija Mercina: Trg Franca Krašana v Šempasu 183

Nove knjige

Nada Praprotnik: Bogato botanično dediščino moramo negovati in ohranjati. Ob izidu nove knjige *Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji z navodili za pripravo herbarija* 41
Petra Draškovič: *Pragowald – Virgin forest* 136
Janez Strnad: K posebni teoriji relativnosti. Ob izidu knjige *Teorija relativnosti pri Založbi ZRC SAZU* 235
Jan Simič: *Naše morje – Okolja in živi svet Tržaškega zaliva* 277
Danilo Bevk: Andrej Gogala: Čebele Slovenije 327
Tinka Bačič: Branko Dolinar: *Kukavičevke v Sloveniji* 377
Matija Križnar: *Polži in školjke slovenskega morja* 464

Društvene vesti

Janja Benedik: 79. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije 45
Janja Benedik: Program ekskurzije PDS za leto 2014–2015 46
Janja Benedik: 80. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije 282

Janja Benedik: Razpis tekmovanja iz znanja biologije za Proteusovo priznanje v šolskem letu 2015/2015 383

Družbena kritika

Izjava Nacionalnega inštituta za biologijo za javnost. Zaradi ukinitve sredstev Ministrstva za okolje in prostor bo Slovenija ostala brez podatkov o kvaliteti površinskih in morskih voda ter podatkov o populacijah kvalifikacijskih vrst 332

Odmevi

Božidar Voljč: Odziv 381

Angleški povzetki

Andreja Šalamon Verbič 47, 94, 140, 187, 239, 284, 334, 381, 478

Letno kazalo

Tomaž Sajovic 429

Kazalo avtorjev

Bačič, Tinka 377
Bavcon, Jože 324
Benedik, Janja 45, 46, 282, 383
Bevk, Danilo 327
Brancelj, Anton 302
Bregant, Tina 447
Brenčič, Mihael 56, 246, 454
Bricej, Bogdan 229
Brodnik, Helena 271
Čar, Jože 294
Dermastia, Marina 71, 437
Draškovič, Petra 34, 136, 176
Gaberščik, Alenka 365
Gogala, Andrej 172
Gogala, Matija 88
Grošelj, Peter 465
Jansen, Marcel 365
Javornik, Katarina 119
Jones, Alan 365
Jorgačevski, Jernej 127
Klokočovnik, Vesna 156
Kodelja, Zdenko 132
Kokole, Mirko 42, 92, 137, 185, 237, 279, 330
Korošec Hudnik, Liam 318
Krefc, Marko 127
Križnar, Matija 90, 134, 353, 462, 464
Lešnik, Lara Anja 258
Mercina, Marija 183
Miklavčič, Urška 78
Novak, Andraž 222
Novak, Špela 207
Očepek, Ivan 90, 471

- Pavšič, Nejc 167
 Petrič, Martina 318
 Pirtošek, Zvezdan 151
 Plahuta, Maja 6
 Požgan, Franc 271
 Praprotnik, Nada 41, 375
 Prunk, Petra 11
 Rman, Nina 20
 Rojšek, Daniel 399
 Sajovic, Tomaž 4, 52, 100, 148, 196, 244, 292, 340, 388, 429
 Simič, Jan 277
 Stare, France 462
 Strnad, Janez 28, 84, 104, 162, 214, 235, 255, 313, 360, 423
 Sušnik, Polona 112
 Štefane, Bogdan 271
 Toman, Mihael Jožef 6
 Turk, Tom 371, 409
 Turk Dermastia, Timotej 64
 Vantomme, Paul 391
 Vatovec, Neža 78
 Velikonja, Elvica 266
 Verbole, Kristina 199
 Vesenjajk, Lucija 258
 Voljč, Božidar 381
 Zorec, Robert 127
 Zupanič Slavac, Zvonka 342
 Žvab Rožič, Petra 20
- Kazalo gesel**
 Abbe, Ernst Karel, nemški fizik, optik, poslovnež in družbeni reformator 127
 absorpcija fotona 214
 absorpcijska črta 360
 adaptivna radiacija 64
 agame vrst *Agama tassiliensis* in *Trapelus mutabilis* 302
 agonist dopamina 172
 Akasaki, Isamu, Nobelov nagradjenec za fiziko 84
 akomodativna ezotropija 222
 akumulatorske baterije 255
 Alfjorov, Žores, Nobelov nagradjenec za fiziko 84
 Alhazen, Abu Ali al-Hasan Ibn al-Hajtam, arabski fizik in filozof 214
 alocentrični spoznavni zemljevid 151
 alpska mastnica (*Pinguicula alpina*) 207
 alpski glavinec (*Centaurea alpina*) 266
 Alzheimerjeva bolezen 151
 Amano, Hiroši, Nobelov nagradjenec za fiziko 84
 amonijak 172
 amonit *Carnites floridus* 471
 anatomsko znanost 318, 342
 anatomске sekcije 342
 anatomsko gledališče (amfiteater) 342
 Andernach, Johann Winther von, zdravnik, univerzitetni profesor in humanist, 342
 anizijske kamnine 294
 anomalna disperzija 423
 anterogradna izguba spomina, amnezija 151
 antikvarki 28
 antioksidanti 365
 antirefleksna plast 313
 antracit 353
 apnenci 294, 353, 454
 Aquapendente, Hieronymus Fabricius ab, anatom, kirurg in oče embriologije 342
 arabska medicina 342
 araneologija 88
 Aranzi, Julius Caesar, italijanski anatom 151, 342
 aromatski obroči 271
 asociacija *Festuca carniolica-Drypidetum jacquinianae* 266
 asociacija *Genisto holoptalae-Caricetum mucronatae* 266
 asociacija *Phytemato columnae-Potentilletum caulescentis* 266
 astrociti 127
 astrofizika 42, 104, 137, 185, 237, 279, 475
 astronomija 92, 185, 237, 279, 330, 381
 Atakamska velika milimetrska antena (ALMA, Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) 104
 atomi donorja 84
 atomi akceptorja 84
 atomsko jedro 162
 Audobon, James John, ameriški ornitolog, naravoslovec in slikar 371
 Avicenna, perzijski polihistor in pravnik 342
 avstralski glodavci 64
 avstralski vrečarji 64
 avtotransfuzija 258
 Bacon, Roger, angleški učenjak, teolog, filozof, šolski prenovitelj in manjši brat 214
 barioni 28
 barve tankih plasti 313, 360, 423
 baterije 255
 baterije s člani natrij-nikljev klorid 255
 baterije s svinčenimi akumulatorji 255
 baterije z litijevimi člani z železno elektrodo in fosfatom kot elektrolitom 255
 baterije z litijevimi ionskimi člani 255
 baterije z nikelj-kadmijevimi člani 255
 Bauhin, Caspar, švicarski botanik in univerzitetni profesor anatomije 342
 bazalti 353
 bazaniti 353
 bela svetloba 423
 Bele gore (White Mountains) v Kaliforniji v Združenih državah Amerike 437
 bele svetle diode 84
 belina v možganih 447
 Bell, Alexander Graham 119
 Bellovi laboratoriji 214
 Benedetti, Alessandro, italijanski anatom in kirurg 342
 Bernoulli, Daniel, švicarski fizik in matematik 360
 Betzig, Eric, Nobelov nagradjenec za kemijo 127
 Biglan, Albert W., ameriški oftalmolog 222
 bikonveksna leča 313
 binokularni vid (stereopsija) 222
 biocenoza 365
 (skupna) biogeografska zgodovina Južne Amerike in Avstralije 64
 biologija goloba selca 371
 biološka raznovrstnost in njen pomen za človeka 409, 423
 biološki nadzor harlekinske polonice 112
 biološko pomembne makromolekule (DNA, lipidi in proteini) 365
 biotska razgradnja 6
 biotska raznovrstnost 112, 365
 Blundell, James, angleški porodničar 258
 Bohr, Niels, Nobelov nagradjenec za fiziko 162
 Bonet, Juan Pablo, španski duhovnik in eden od začetnikov izobraževanja gluhih 19
 botanika 71, 207, 266, 399
 Boyle, Robert, angleški fizik, kemik, teolog in izumitelj 423
 Bradley, James, angleški astronom 214, 423
 Bragg, Henry in Lawrence, fizika, Nobelova nagradjenca za fiziko 162
 Breclj, Filip Jakob, magister kirurgije, profesor anatomije, ordinarij cesarske bolnišnice v Ljubljani, ustanovitelj anatomskega zavoda *Collegium publicum* v Ljubljani 342
 brezkrvna kirurgija 258
 Brown, Donald E., ameriški antropolog 318
 Brownov sindrom 222
 brusnica (*Vaccinium vitis-idea*) 207
 buča nara (družina bučevčev) 71
 Bulwer, John, začetnik izobraževanja gluhih v Angliji 119
 Bunsen, Robert Wilhelm, nemški kemik 360
 C–H aktivacija 271
 Calcar, Jan Stephan van, na Nemskem rojeni italijanski slikar, Tizianov učenec 342
 Cardi, Lodovico, imenovani Cigoli, italijanski slikar in arhitekt 342
 Carpi, Jacopo Berengario da, italijanski zdravnik 342
 Casserius, Julius, italijanski anatom 342
 Cassini, Giovanni Domenico, italijansko-francoski matematik, astronom in inženir 185
 celotna ali totalna poročnost 246
 cepitev kemijskih vezi 271
 ceponožni raki (Copepoda) iz skupin Calanoida, Cyclopoida (rod *Haplocyclops*) in Harpacticoida (rodova *Limnocalptus* in *Parastenocaris*) 302
 Ceres (Ceres) 137, 279, 475
 citokini 11
 conarni fosil prvega rabeljskega skrilavega glinavca (Amonit *Carnites floridus* iz mežiškega rudnika) 471
 Cunder, Milan, profesor anatomije 342
 Čaven 266
 čebele Slovenije 327
 čiščenje onesnažene vode 454
 človekov odnos do telesa umrlega 318
 človeška anatomija 318
 črpalna elektrarna 255
 čudnost (kvantno število) 28
 Darcy, Henry, francoski inženir in znanstvenik 246, 454
 Darcy–Weisbachov zakon 454
 Darcyjev zakon, osnovni zakon toka podzemne vode 246, 454
 Darcyjeva hitrost 454
 Darwin, Charles Galton, angleški fizik, vnuk Charlesa Darwina 162
 de l'Épée, Charles-Michel, pater, ustanovitelj prve javne šole za gluhe otroke 119
 dehteči kukovičnik (*Gymnadenia odoratissima*) 207
 deklarativni ali eksplisitivni spomin 151
 delitev amplitude 360
 delitev valovnega čela 360
 delno valovanje 313, 360
 demenca 151
 dendrokronologija 437
 dentatna vijuga (gyrus dentatus) 151
 Denys, Jean Baptiste, francoski fizik, izvedel prvo uradno dokumentirano transfuzijo na človeka 258
 Descartes, René 214, 313, 423
 devon 437
 diapavza 112
 Dieffenbach, Johann Friedrich, nemški kirurg 222
 difrakcija, uklon 214, 313
 difuzija 454
 dikumarol (hemoragična učinkovina) 167
 disperzija, razklon 214, 423
 DNA (deoksiribonukleinska kislina) 64, 112, 365
 dodoli (*Raphus cucullatus*) 371
 dolgoročna potenciacija (long-term potentiation, LTP) 151
 dolgoživi bor (*Pinus longaeva*) 437
 Dolinar, Branko, botanik 377
 dolomit 294, 437
 dolomitizacija 294
 dolomitni apnenci 353
 dopamin (živčni prenašalec) 172
 Downov sindrom 222
 dristavci (*Potamogeton* spp.) 302

- Dumont, Henri, entomolog in ekolog 302
- Dunedinska kohorta, raziskava o vplivih družbene prikrasnosti na splošno zdravje 447
- Durkheim, Émile, francoski sociolog, socialni psiholog in filozof, oče moderne sociologije 318
- dušikove spojine 172
- dušikovi oksidi 365
- Dürer, Albrecht, nemški slikar in teoretik 342
- dvobarvni šaš (*Carex bicolor*) 207
- dvodomna špajka (*Vale-riana dioica*) 207
- dvojna poroznost 246
- dvojni lom 214
- dvovladni vimenjak (*Platanthera bifolia*) 207
- dvoživke 302
- ebola 11
- Einstein, Albert, Nobelov nagradjenec za fiziko 214, 235
- Ekblom, Karl-Axel, švedski nevrolog 172
- ekologija 371, 437
- ekologija goloba selca 371
- eksotropija (obračanje oči nazven) 222
- električno omrežje 255
- električno polje 214, 360
- emisijska črta 360
- enakonožci (Isopoda) 302
- endogeni hormoni 6
- endokrini sistem 6
- endosimbionti 112
- energija iz obnovljivih virov 255
- energijska špranja (kristal) 84
- energijski izkupiček reakcije (termodinamika) 271
- energijski kvanti 214
- energijski pasovi (kristal) 84
- entomofagija ali uživanje žuželk 391
- entomologija 156
- entorinalni korteks 151
- eoceanski kačjerepi (rodova *Ophiura* in *Ophiocrosota*) 90
- epidemije virusa Ebola v Afriki 11
- epitaksija 84
- epizodični spomin 151
- Erasistratus, grški zdravnik in anatom 318
- erozija 294, 353
- evolucija 64, 371
- evolucija, poti in stranpoti 327
- evtanazija (zgodovina) 78
- evtanazijski program v nacistični Nemčiji 78
- ezotropija (obračanje oči naznoter, prekrizanje) 222
- Fabri, Honoré, francoski jezuitski teolog, matematik in fizik 313
- Fallopio, Gabrielle, italijanski anatom 342
- Faraday, Michael, angleški fizik in kemik 214
- fazna hitrost 423
- fenolne snovi 365
- fenolni (aromatski) obroček 365
- Fermat, Pierre de, francoski pravnik, matematik in fizik 214
- Feynman, Richard Phillips, ameriški teoretični fizik, Nobelov nagradjenec za fiziko 360
- fitofarmaceutvska sredstva 6
- Fizeau, Hyppolite, francoski fizik 214, 423
- fizika 28, 84, 162, 214, 255, 313, 360, 423
- Fleischmann, Andrej, botanik 266
- fluorescenca 127, 214
- fluorescenčni mikroskop STED 127
- fosilizacija 462
- fosilna voda 302
- fotofekt 214
- fotoliza 365
- fotomorfogenezni odzivi rastlin na ultravijolično sevanje 365
- foton 214, 365
- fotoreaktivacija 365
- fotoreceptor protein UVR8 365
- fotosinteza 365
- Foucault, Léon, francoski fizik in astronom 423
- Fourier, Joseph, francoski matematik in fizik 360
- Fraunhofer, Joseph, nemški fizik 360
- Fraunhoferjev način 360
- Fresnel, Augustin, francoski fizik in izumitelj 214, 360, 423
- Fresnelov način 360
- Freyer, Henrik, slovenski botanik, zoolog, paleontolog, farmacevt, kartograf in naravoslovec 266
- fumarole 20
- Galenova anatomska spoznanja 342
- Galilei, Galileo 214, 423
- Gell-Mann, Murray, fizik 28
- genetska raznolikost dolgoživih borov 437
- genske raziskave mikrosatelitskih DNA harlekinske polonice 112
- genske raziskave mitohondrijske DNA harlekinske polonice 112
- geologija 20, 56, 199, 246, 294, 353
- geometrija por 246
- glinavci 119, 294, 353, 454
- gline 246, 294, 454
- globočnine 353
- globoko nezasičeno območje (visokogorski kras) 246
- gluhonemost 119
- gluhost 119
- gnezditve sloke (*Scolopax rusticola*) v Sloveniji 465
- Gogala, Andrej 327
- golob selec (*Ectopistes migratorius*) 371
- Gondvana 64
- gorski mahagonij (*Cercocarpus*) 437
- gospodarski, praktično-funkcionalni in sanitetni vidiki pokopavanja 318
- gradnja pasti (strategija lova) 156
- Graf, Žiga, farmacevt, kemik in botanik 266
- graniti 353, 437
- granodioriti 353
- Gravesova bolezen (avtoimuna bolezen; najpogostejše prizadene ščitnico, ki nabrekne na dvojno velikost) 222
- Grimaldi, Francesco Maria, italijanski fizik, astronom in matematik 214, 313, 423
- grivaste ovce (*Ammotragus lervia*) 302
- gvelte, tudi agvelmami (stalne površinske vode) 302
- Hacquet, Balthasar, prirodoslovec, zdravnik v idrijskem rudniku živega srebra in učitelj anatomije in kirurgije na ljubljanskem liceju 342
- harlekinska ali pisana polonica (*Harmonia axyridis*) 112
- Harriot, Thomas, angleški matematik in astronom 214
- Harvey, William, angleški fizik, anatom, biolog in fizik 258, 342
- Hell, Stefan W., Nobelov nagradjenec za kemijo 127
- helokreni izviri 207
- hemoglobina 172
- hemoragična mrzlica Ebola 11
- heparin 167
- Herophilos, grški zdravnik, prvi anatom 318, 342
- hidravlično frakturiranje (hidravlično lomljenje oziroma drobljenje, mehanska obdelava slojev) 199
- hidrogeologija 56, 246, 454
- hidrotermalne žile (dajki) 353
- Hinterlechner, Karel, utemeljitelj slovenske geološke šole 56
- hiperstrabizem (zvrčanje abnormalnega očesa zvrčanje navzgor) 222
- hipokampus 151
- Hipokratova prisega 78
- hipostrabizem (zvrčanje abnormalnega očesa navzdol) 222
- hitrost svetlobe v praznem prostoru in v snovi 423
- Hladnik, Franc, botanik 266
- hladnikovka (*Hladnikia pastinacifolia*) 266
- Hoffmanov dvoprsti lenivec (*Choleopus hoffmanni*) 64
- Holzappel, Ignacij, pobudnik Gluhonemnice v Ljubljani 119
- Homan, Alojzij, slovenski zdravnik 246
- Hooke, Robert, angleški fizik in zdravnik 313, 423
- (trije) horizonti rabeljskih skrivalih glinavcev v mežiskem rudniku 471
- hormonski motilci 6
- hormonski receptorji 6
- hormonski sistem 6
- Hostov šaš (*Carex bos-tiana*) 207
- Howell, William Henry, ameriški psiholog 167
- hrošči Kostarike 409
- Hubel, David Hunter, Nobelov nagradjenec za fiziologijo ali medicino 222
- Hufnagel, Leopold, upravitelj Auerspergovih gozdov, gozdar, utemeljitelj današnjega sonaravnega in trajnostnega dela z gozdom 136
- Huygens, Christiaan, nizozemski astronom, fizik in matematik 214, 423
- Huygens-Fresnelovo načelo 360
- Huygensovo načelo 214, 360, 423
- Ibn Sahl, arabski matematik in fizik 214
- idrijska geološka dediščina 294
- Idrijski prelom 294
- Idrijski srednjeterijski tektonski jarek 294
- inertne vezi ogljik-vodik 271
- infrardeče sevanje 365
- interferenca 214, 313, 360, 423
- invazivnost harlekinske pikapolonice 112
- invazivnost živalskih in rastlinskih vrst 112
- inženirska geologija 56
- ionizacija plinov 214
- Ivanjševska mofeta 20
- izumiranje živalskih in rastlinskih vrst 371
- izumrtje golobov selcev 371
- izviri mineralne vode 20
- Jacquinov bodičnik (*Drypis spinosa* subsp. *jacquiniana*) 266
- jajcerodni sesalci (Prototheria) 64
- jezero Čad 302
- jezerski sedimenti v severnem Čadu (območje Ounianga) 302
- Josch, Eduard Ritter von, avstrijski botanik 266
- Jupiter 185
- justin navtilidi 462
- Justin, Rajko, botanik 266
- južnoameriška favna 64
- južnoameriški gladavci 64
- južnoameriški vrečarji 64
- kače Kostarike 409
- kačji pastirji 302
- kanadske debeloroge ovce (*Ovis canadensis*) 437
- kanali 246
- kanati (qanati, podzemeljski kanali) 302

- Kao, Charles Kuen, kitajsko-ameriški fizik, Nobelov nagradjenec za fiziko 214
- kapilarni dvig 246
- karboksilatni ligand 271
- karbonske kamnine 353
- karnijske sedimentne kamnine 471
- katalitske reakcije 271
- katalizator 271
- kemija 271
- kemikalije kot hormonski motilci 6
- Kepler, Johannes 214
- kinematična visokoznost 454
- Kirchhoff, Gustav Robert, nemški fizik 214, 360
- kisla presnova sočnic (CAM = crassulacean acid metabolism) (velbičja) 71
- klastična sedimentacija 353
- klorirani pesticidi 6
- klorofluoroogljikovodiki 365
- Kobe, Valentina, zdravnica, profesorica in anatomka 342
- kobilice Kostarike 409
- koefficient prepustnosti 454
- koevolucija rastlin in opraevalcev 365
- koherentno valovanje 214, 360
- komet Čurjumov-Gerasimenko (67P/Churyumov-Gerasimenko) 42, 137
- kombinirana poroznost 246
- konglomerati 353
- kortikotropin (ACTH) 447
- kortikotropin sproščajoči hormon (CRH) 447
- kortizol, stresni hormon 447
- kostanjevorjava detelja (*Trifolium badium*) 207
- Kostarika 423
- kovine prehoda 271
- kovine prehoda kot katalizatorji (na primer paladij, rutenij, rodij) 271
- kovinski kompleks 271
- Krašan, Franc, slovenski botanik in srednješolski profesor naravoslovja 183, 266
- kraška gmajna 465
- kraška razpoklinska poroznost 246
- kratkovalovno sevanje 365
- kremen 353
- kremenovi dioriti 353
- kri 258
- kristal rožnatega rubina 214
- kristalasti dolomit 294
- Kroemer, Herbert, Nobelov nagradjenec za fiziko 84
- krožno valovanje 360
- krvavitve (hemoragije) 167
- krvne skupine in transfuzija 258
- krvni obtok 258
- krvni pripravek 258
- krvni strdki 167
- krvodajalstvo na Slovenškem 258
- kserofiti 437
- Kuiperjev pas 237, 475
- kukavičevke (*Orchidaceae*) 207, 377
- kumarin 167
- kuščarji Kostarike 409
- kvalitativna in kvantitativna kemijska spektralna analiza 360
- kvantna optika 214
- kvantna teorija 214
- kvarcitni skrilavci 353
- kvarki 28
- L-dopa 172
- Landsteiner, Karl, avstrijski biolog in fizik, Nobelov nagradjenec za fiziologijo ali medicino 258
- Laplace, Pierre-Simon 104
- laporasti apnenec 294
- laporovci 454
- laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ojačevanje svetlobe s stimuliranim sevanjem valovanja) 127, 214, 360
- Laue, Max von, nemški fizik, Nobelov nagradjenec za fiziko 162
- letna ura anatomije 318
- lezike 294
- limbični sistem 151, 447
- lipofilnost hormonskih motilcev 6
- lisičjerepi bori (Balfourianae) 437
- litifikacija (strjevanje v kamnino) 294
- Liuzzi, Mondino de, italijanski zdravnik, anatom in profesor kirurgije 342
- Loeslova grezovka (*Liparis loeselii*) 207
- Lomo, Terje, odkritelj dolgoročne potenciacije 151
- Lumholtzov drevesni kenguru (*Dendrolagus lumholtzi*) 64
- lomni količnik snovi 214, 423
- lomni zakon 214, 423
- Lower, Richard, angleški fizik 258
- luskoplodni šaš (*Carex lepidocarpa*) 207
- magmatske kamnine 246, 353, 454
- magoti (*Macaca sylvanus*) 302
- mahovnjaki 353
- Maiman, Theodore H., ameriški fizik in inženir 214
- makrofagi 11
- makrokanali 246
- makrorazpoke 246
- Mala gora 266
- Mali Modrasovec 266
- mali severni mravljinčar (*Tamandua mexicana*) 64
- malocvetna sita (*Eleocharis quinqueflora*) 207
- Malthus, Thomas Robert, angleški ekonomist, zgodovinar, demograf in sociolog 391
- mamutovci (*Sequoiadendron giganteum*) 437
- marjetičasta nebina (*Asper bellidiflorum*) 207
- marsilijevka (*Marsilea* sp.) 302
- Mavrica, spekter 214, 423
- mavrične barve 423
- Maxwell, James Clerk, škotski fizik in matematik 214
- Mayer, Ernest, botanik 266
- medena detelja (*Melilotus officinalis*, *Melilotus alba*) 167
- medialni palium 151
- medicina 11, 78, 119, 167, 222, 258, 318
- medosledi (razpoznavni vzorci na venčnih listih, ki optično privabljajo in usmerjajo opraevalce) 365
- meduze morske cvetače (*Cotylorhiza tuberculata*) 229
- medzrnska poroznost 246
- meglična domneva o nastanku Osončja 104
- mehki osat (*Cirsium oleraceum*) 207
- melanin 172
- meljevci 353
- meristem 437
- merjenje hitrosti svetlobe 423
- metamorfne kamnine 246, 454
- metan ali zemeljski plin 20
- metilbromid 365
- metuljasta kukavica (*Orchis papilionacea*) 266
- metulji Kostarike 409
- mezon ϕ 28
- mezoni 28
- mezotrofni (zmerno gnojeni in košeni) travniki 207
- mežiški rudnik 471
- miazma 318
- Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni, italijanski kipar, arhitekt, slikar in pesnik 318, 342
- Michelson, Albert Abraham, nemško-ameriški fizik, Nobelov nagradjenec za fiziko 214
- miektomija 222
- mikrokanali 246
- mikrorazpoke 246
- mikroskopijska s strukturirano osvetlitvijo 127
- mineralne snovi 365
- mineralne vode 20
- miotomija zunajočesnih mišic 222
- Mlake (pod planino Zagradec, na osonjih območjih južno od Bohinjskega jezera) 207
- mlečki vrste *Calotropis procer* 302
- močvirska preslica (*Equisetum palustris*) 207
- močvirska samoperka (*Parnassia palustris*) 207
- močvirski dimek (*Crepis paludosa*) 207
- močvirski osat (*Cirsium palustre*) 207
- modra strožka (*Molinia caerulea* subsp. *caerulea*) 207
- modra svetloba 365
- modro sveče diode 84
- Moerner, William, Nobelov nagradjenec za kemijo 127
- mofete 20
- mofete v Sloveniji 20
- molekule produkta 271
- molekule reaktantov 271
- Morgagni, Giovanni Battista, italijanski anatom, oče anatomske patologije 342
- Moseley, Henry, angleški fizik 162
- Moser, Edvard I., Nobelova nagradjenka za fiziologijo ali medicino 151
- Moser, May-Britt, Nobelova nagradjenka za fiziologijo ali medicino 151
- motilci endokrinega sistema 6
- motnje v delovanju imunskega sistema zaradi učinkovanja hormonskih motilcev 6
- možgani 447
- možganska (cerebralna) paraliza 222
- možganski tumor 222
- možne celice (grid cells) 151
- mrtva poroznost 246
- Muir, John, na Škotskem rojeni ameriški naravoslovec, pisatelj, zagovornik ohranjanja divjine in »oče narodnih parkov« v Združenih državah Amerike 371
- multipleti 28
- mutacije 365
- mutualistični odnosi 365
- načelo superpozicije 360
- nadomeščanje posameznih sestavin krvi (eritrocitov, trombocitov ali krvne plazme) 258
- nafta in zemeljski plin v Sloveniji 199
- naftno-plinsko polje Petišovci 199
- na glušnost 119
- največja moč 255
- največja uskladiščena energija 255
- nanoskopija 127
- Nakamura, Šudži, Nobelov nagradjenec za fiziko 84
- naravni pojavi plinov v Sloveniji 20
- naravni sovražniki harlekinske polonice 112
- naravoslovje v šoli 132
- Natečaj naravoslovne fotografije za leto 2014 (Prirodoslovno društvo Slovenije) 176
- natezni prelomi 294
- natron 302
- natronovo apno 318
- navadni kukovičnik (*Gymnadenia conopsea*) 207
- navadna močvirnica (*Epipactis palustris*) 207
- navadna mračica (*Globularia punctata*) 207
- navadni brin (*Juniperus communis*) 207

- navadni volkec (*Myrmelion formicarius*) 156
navadni vombat (*Vombatus ursinus*) 64
navidezno nereaktivne vezi ogljik-vodik 271
navigacija 151
navpični strabizem 222
neklonski organizmi 437
nekoherentno valovanje 214, 360
nekonvencionalni plin 199
nekropole 342
nelijakar (vrsta, ki ne gradi pasti) 156
neokreni izviri 207
neoliberalna ideologija 132
neprepustne geološke snovi 454
nespečnost 172
nevrologija 151, 172, 447
nevromelanin 172
Newton, Isaac 214, 313, 423
Newtonovi kolobarji 313, 360, 423
nezasičeno oziroma vadozno območje 246
nizka barja v Bohinju 207
nizko barje v bližini Zasavske kočne na Prehodavcih (2.071 metrov) 207
Nobelova nagrada za fiziko 2014 84
Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino 2014 151
Nobelova nagrada za kemijo 2014 127
normalna disperzija 423
normalni prelomi 294
notranja energija 255
nuragi (megalitske zgradbe na Sardiniji) 353
nuraška kultura 353
oaza 302
obdukcija 318
obeškalka ali pajčarka (*Ateles geoffroyi*) 409
območje kapilarnega dviga 246
obnovljivi viri energije 255
obposteljni test (določitev bolnikove krvne skupine na ploščici) 258
obred pokopa, kulturna univerzalija 318
obsidian (vulkansko steklo) 353
OECD, Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj 132
ogljjik 365
ogljnikov dioksid 20
ogljjikovi atomi 271
ogljnikovo leto 437
O'Keefe, John, Nobelov nagrajenec za fiziologijo ali medicino 151
okoljski vidiki frakturiranja 199
operacija zunajočesnih mišic 222
opioidi 172
opraševalci velbičije 71
opsin 151
optika 360
optična vlakna 214
optični valovni vodnik 214
orada (*Sparus aurata*) 134
orbitala 271
organizacija Bird Life International 371
Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) 391
organizmi slovenskega morja 277
organska sinteza 271
organske molekule 271
organske spojine 271
organski materiali 271
oriks (*Oryx gazella*) 71
ornitologija 465
(stresna) os hipotalamus-hipofiza-nadledvičnica 447
osmera pot (fizika) 28
osmoza 454
ostra energijska stanja atomov 84
ostrakodni raki 353
Ottenberg, Reuben, ameriški fizik in hematolog 258
ozkolistni munc (Eriophorum angustifolium) 207
ozonska plast 365
padavska voda 246
pajki Kostarike 409
pajki vrste *Fritzia mulleri* (pajki skakači iz poddržine Dendryphantinae) 88
paleontologija 90, 134, 462, 471
paleontološko-geološki park pri vasi Genoni v kamnolomu Duidduru na Sardiniji 353
pametne elektrarne 255
paraventrikularno jedro hipotalamusa 447
pariški zinakovni jezik za gluhine 119
pasti, gradnja (volkci) 156
pegasti volkec (*Euroleon nostras*) 156
pegmatitne žile 353
pektenidne školjke 353
Penzias, Arno Allan, ameriški fizik, Nobelova nagrada za fiziko 214
periodično valovanje 423
permeometri 454
peski različne zrnavosti (v peščenih filtrih) 454
pesticidi 6
peščeni filter 454
peščenjaki 199, 353
Peterlin, Anton, pobudnik šole za gluha dekleta v samostanu v Šmihelu 119
Petišovsko polje 199
Piazzi, Giuseppe, italijanski astronom, duhovnik in menih 279
pirimidin (dušikov heterocikel) 271
piroklastiti 353
Piskernik, Angela, botaničarka, naravovarstvenica, muzealka, profesorica in narodna delavka 375
pitna voda 454
Planck, Max, Nobelov nagrajenec za fiziko 214
Planckov zakon 214
Planckova konstanta 214
planetezimali 104
planeti (nastanek) 104
planetni zarodki 104
plankovska leča 313
planktonska vodna bolha (*Diaphanosoma bopingi*) 302
planota Muysdir v Alžiriji (ostanek megavulkana iz daljne preteklosti) 302
plastnati dolomit 294
plastovito orudenje 471
Plečnik, Janez, zdravnik patolog in anatom, brat arhitekta Jožeta Plečnika 342
plin v peščenjakih (tight gas) 199
plin v skrilavcih (shale gas) 199
pljučarica vrste *Polypterus senegalis* 302
Pluton 137, 237, 279, 475
Plutonove lune 475
podedovana gluhotra 119
podnebne spremembe 365
podsistem atmosferske vode 246
podsistem podzemne vode 246
podsistem površinske vode (vodotoki in morje) 246
podzemna voda 246, 302
podzemno živalstvo 302
pogrebni običaji 318
pokrajina Ounianga v severnem Čadu, sestavljena iz dveh skupin sladkovodnih jezer (Ounianga Kebir in Ounianga Serir), od leta 2012 na spisku Unescove kulturne dediščine 302
polarizacija 214
Poldini, Livio, botanik, fitocenolog 266
Polička slatina (mofete) 20
polprevodnik *n* 84
polprevodnik *p* 84
polprevodniška dioda 84
polprevodniške heterostrukture 84
polprevodniški laser 214
polži in školjke slovenskega morja 464
pomen pojavov plinov 20
pomocienski tektonski dogodki 294
Ponce de León, Pedro, španski benediktinski menih in »prvi učitelj gluhih« 119
pore 246
porozne snovi 246
poroznost 246, 454
posaditev hrške v spomin prof. dr. Darinke Soban v Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani 324
posebna teorija relativnosti 214, 235
poslavljanje od trupla 318
poslavljanje od umrlega 318
posmrtno življenje 342
posplošeni hidrogeološki model 246
poškodbe DNA 365
povešenost zgornje veke (ptoza) 222
povezave med ogljikovimi atomi 271
površinske reke in jezera 302
površinske vode 302
predalpski prstnik (*Potentilla caulescens*) 266
predelava krvi 258
Pregl, Friderik, zdravnik in kemik, Nobelova nagrada za kemijo 167
prehrana 391
prelomne cone 294
preperevanje 353
prepisovanje in podvajanje DNA 365
prepovedani pasovi (kristal) 84
prepustnost geoloških snovi 454
prepustnost peskov 454
prepustnost poroznih snovi 454
prepustnost sedimentov in kamnin 246, 454
previšna bekica (*Luzula spicata*) 207
prevodni pas (kristal) 84
prevodnost (transmisivnost) 454
pridelovanje zemeljskega plina 199
pridobljena gluhotra 119
priskamnina 353
prikriti kurikulum 132
primorska košenilica (*Genista holopetala*) 266
prirojena ezotropija 222
prirojena gluhotra 119
pritiklavi planeti 279
proceduralni ali implicitni spomin 151
prodi 246, 454
proizvodnja bioetanola 391
proizvodnja bioplastike 391
proizvodnja hrane in krme 391
prostorska koda hipokampalnih celic 151
prostorske celice (place cells) 151
protein Munc18-1 127
protein sinaptobrevin 2 127
protoplanetni disk 104
protoplanetni disk zvezde HL Tauri 104
protozvezda 104
protrombin 167
prstna abeceda (Pedro Ponce de León in Juan Pablo Bonet) 119
prvi zakon termodinamike 255
psihosocialna prikrajšanost 447
ptice Kostarike 409
Ptolemaj, Klavdij, starogrški ali egipčanski astronom, astrolog, matematik, geograf in fizik 214
puščava Namib 71
puščava Sahara 302
puščavski skakači (rod *Jaculus*) 302
radioaktivni argon 20
radioaktivni ogljik ¹⁴C 437
radon 20
raki peščinariji (Bathynellaceae) 302
Ramsarska konvencija oziroma Konvencija o mokriščih, 1971 207
Rastern, Nikomed, baron, botanik 266

- rastlinstvo Male gore in Čavna 266
 rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji 41
 Ravne pri Žireh 294
 raziskavebralne, matematične in naravoslovne pismenosti pri učenkah in učencih (PISA) 132
 raziskovalni instrumenti na sondi *Nova obzorja* (*New Horizons*) 475
 raziskovanje Plutona 475
 razpoklinska poroznost 246
 razpoklinske cone 294
 razpoklinski sistemi 294
 razpršilne leče (popravljaajo kratkovidnost) 214
 razsvetljenstvo in vzpon znanosti 318
 raztapljanje 294
 rdeča svetloba 423
 rdeče alge 353
 Rdeči seznam ogroženih vrst praprotnic in semenk Slovenije 266
 rdečevrati pademelon (*Thylogale thetis*) 64
 reaktivne funkcionalne skupine 271
 reaktivne kemijske zvrsti (intermediati) 271
 reaktivni del molekule 271
 receptorji za dopamin 172
 recesija 222
 Referenčno središče za konfokalno mikroskopijo Carl Zeiss na Inštitutu za patološko fiziologijo Medicinske fakultete v Ljubljani 127
 rekombinacija 84
 Rembrandt, Harmenszoon van Rijn, nizozemski slikar 318
 rentgensko sevanje in njegove meritve 162
 repozicija 222
 retrogradna izguba spomina, amnezija 151
 retrotranspozoni 64
 retrotranspozonska insercijska mesta 64
 Rh- nekompatibilne transfuzije 258
 Riccioli, Giovanni Battista, italijanski jezuit, astronom in geograf 313
 Richter, Marjan 271
 Rimski klub, mednarodna nevladna in neformalna skupina politikov, znanstvenikov in ekonomistov, leta 1972 je objavila svetovno znano poročilo z naslovom *Meje rasti* 391
 rinholiti glavonožcev 462
 riolit 353
 ropalij, preprosto čutilo za svetlobo in gravitacijo na obodu klobuka morske cvetače 229
 Rømer, Ole Christensen, danski astronom in matematik 214, 423
 rubinski laser 214
 rudistne školjke 353
 rumenkasti šas (*Carex flava*) 207
 rušje (*Pinus mugo*) 207
 rutenijev kompleks 271
 Rutherford, Ernest, oče jedrske fizike, Nobelov nagradenec za kemijo 162
 Sahara 302
 saharški ali puščavski rogati gad (*Cerastes cerastes*) 302
 Sardinija, geologija in geomorfologija 353
 Scheuchzerjev munc (*Eriophorum scheuchzeri*) 207
 Schulman, Edmund, ameriški dendrokronolog 437
 Scopolijev repnjak (*Arahis scopoliama*) 266
 seciranje 318, 342
 sečnina 172
 sedentarni plenilci 156
 sedimentne kamnine 246, 353
 sedimentologija 246
 sekcija 342
 semantični spomin 151
 semenski storži 437
 Seneca, Lucij Anej 78
 sesalci Kostarike 409
 sestavljene barve 423
 sestavljeno valovanje 360
 sevanje črnega telesa 214
 sevanje UV-A, UV-B in UV-C 365
 Simič, Jan, biolog 464
 sindrom nemirnih nog 172
 sintetične kemikalije 6
 sinteza kemija 271
 sipanje rentgenske svetlobe 162
 sipine kosti 134
 sistem Plutonovih lun 475
 siva mrena (katarakta) 222
 siva vrba (*Salix eleagnos*) 207
 sivina v možganih 447
 skalni oziroma tricvetni mleček (*Euphorbia triflora* subsp. *triflora*) 266
 skladiščenje električne energije 255
 skorija (luknjičava kamnina vulkanskega izvora) 353
 skrilavi apnenčev lapoverc 294
 skupinska ali grupna hitrost 423
 slabovidnost (ambliopija) 222
 sladkovodna jezera v Sahari 302
 slikanje z magnetno resonanco (angleško magnetic resonance imaging, MRI) 222
 sljude (muskovit, biotit ...) 353
 sloka (*Scolopax rusticola* Linnaeus, 1758) 465
 slovenski znakovni jezik (SZJ) 119
 smreka (*Picea abies*) 207
 snežna kislica (*Rumex nivalis*) 207
 snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje 365
 Soban, Darinka, prva profesorica anesteziologije na Slovenskem 324
 soffioni 20
 solfatate 20
 Sončev spekter 360
 Sončeva svetloba 423
 Sončevo sevanje 365
 sončne elektrarne 255
 sonda Nova obzorja (*New Horizons*) 137, 237, 475
 sonda Philae 137
 sonda Rossetta 42, 137, 475
 sonda Zora (Dawn) 137, 279, 475
 sorodstveni odnosi med sesalci južnih celin 64
 specifična prepustnost 454
 spekter 214, 423
 spekter črnega telesa 214
 spekter prvega reda 360
 spektralna analiza 360
 spektralna gostota 214
 spektralne barve 214
 spektroskop 360
 spektroskopija 360
 spojivka (tanka prosojna plast, ki poteka po površini zrkla) 222
 spolni hormoni 6
 spominska plošča dr. Angeli Piskernik v Železni Kapli 375
 spontano sevanje 214
 spoznavni zemljevid (kognitivna mapa) 151
 srednjetrasni normalni prelomi 294
 Stanič, Valentin, ustanovitelj prvega slovensko-italijanskega zavoda za gluhe otroke 119
 Starodavni gozd dolgoživih borov (Ancient Bristlecone Pine Forest) v Belih gorah v Kaliforniji v Združenih državah Amerike 437
 Stavešinske slepice (mofete) 20
 STED (Stimulated Emission Depletion, »vzbujeno praznjenje emisije«) 127
 stehiometrična količina 271
 steklene žabice (družina Centolenidae, predvsem rodova *Hyalinobatrachium* in *Cochranella*) 409
 stimulirano sevanje 214
 stokovci (Monotremata) 64
 stonoge Kostarike 409
 strabizem (grško *strabismos*, latinsko *strabismus*, slovensko škiljenje) 222
 strah pred smrtjo 318
 strah pred truplom 318
 strategija lova 156
 stratosfera 365
 stres 151
 stromatolitni dolomit srednjetrasne (anizijske) starosti 294
 Stromeyer, Georg Friedrich Louis, nemški kirurg 222
 substantia nigra (črna snov) 172
 substehiometrična količina 271
 Suess, Eduard, avstrijski geolog 56
 superločljivostna fluorescenčna mikroskopija 127
 supermultipli 28
 Susini, Clemente, italijanski kipar, izdelovalec voščenih anatomskih modelov 342
 Sušnik, Franc, botanik 266
 sveteče diode (LED, Light Emitting Diodes) 84
 svetloba 214, 360, 423
 svetloba kot valovanje 313
 svetlobni vodniki 214
 svetovna proizvodnja hrane 391
 svetovna proizvodnja krme 391
 Swedenborg, Emanuel 104
 Sylvius, Jacques Dubois, francoski anatom 342
 širokolistni munc (*Eriophorum latifolium*) 207
 šivna črta (suturna linija) 471
 škiljenje 222
 školjke rodov *Cerastoderma* in *Glycymeris* 353
 škrtazi Kostarike 409
 Taylor, John, Chevalier, angleški očesni kirurg 222
 tektonske razpoke 294
 tektonski jarki 294
 tektonski premiki 294
 telo umrlega 318
 tenektomija zunajočesnih mišic 222
 tenkonogi veвериči vrčar (*Sminthopsis dolichura*) 64
 teorija relativnosti 214
 teorija toka vode v kanalih s prosto ali tlačno višino 246
 termomineralne vode 20
 Thomé, Otto Wilhelm, nemški botanik in botanični risar 399
 Thomson, Joseph John, angleški fizik 162
 Tibeti, visoka vulkanska planota v severnem Čadu 302
 tirozin hidroksilaza 172
 tok podzemne vode 246, 454
 toksikologija 6
 Tolman, Edward Chace, ameriški psiholog 151
 Tomaž Akvinski 78
 Tomaževa miza (naravni pojav na Idrijskem) 294
 Tommasini, Muzio de, italijanski botanik 266
 Torre, Marcantonio della, renesančni profesor anatomije 342
 transferin 172
 transfuzija krvi 258
 transneptunski objekti 475
 transpozicija 222
 transverzalno elektromagnetno valovanje (svetloba) 214
 trepetlika (*Populus tremuloides*) 437
 Trg Franca Krašana v Šempasu 183
 triasna tektonika (srednji anizij) 294
 triasni navtilidi (rodu *Germanonautilus*) 462
 triasni rinholiti 462

- triasni tektonski dogodki 294
- trirazsežnostni pogled (stereopsija) 222
- Trnovski gozd 266
- trombembolične bolezni 167
- tromboze 167
- trst (*Phragmites* sp.) 302
- Tschermak, Gustav, von Seysenegg, avstrijski mineralog 56
- tufovi 353
- tvorba kemijskih vezi 271
- učenje na truplih 342
- učinkovitost ali efektivna poroznost 246
- ujemljivost krvnih skupin 258
- uklon, difrakcija (Grimaldijev izraz) 313, 360
- uklonska mrežica 360
- Ullmann, Fritz, nemški kemik 271
- ultravijolično sevanje kot evolucijska sila 365
- umetni pripravki krvi (raztopine koloidov in kristaloidov) 258
- usklaščena energija 255
- uskajenost vida opraveševalcev in optičnih lastnosti cvetov 365
- valenčni pas (kristal) 84
- valovna slika 423
- valovne poteze 214, 360
- valovni vodniki 214
- valovno čelo ali fronta 214, 423
- varfarin, zdravilo proti strjevanju krvi (antikoagulacijsko zdravilo) 167
- varstvo narave 6
- Vasari, Giorgio, italijanski slikar, arhitekt, pisec in zgodovinar 342
- vazopresin 447
- veličija (*Welwitschia mirabilis* Hook. F. (= *W. bainesii* (Hook. F.) Carr.) 71
- velecvetna črnoglavka (*Prunella grandiflora*) 207
- Velika rdeča pega na Jupitru 185
- velikouhi jeleni (*Odocoileus hemionus*) 437
- venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) in njihova najdišča v Posočju na ozemlju Republike Slovenije 399
- Verrocchio, Andrea del, italijanski slikar, kipar in zlatar 342
- Vesalius, Andreas, flamski anatom, začetnik znanstvene anatomije 318, 342
- vetrne elektrarne 255
- vez ogljik-ogljik (C-C) 271
- vez ogljik-vodik (C-H) 271
- vid pri živalih 365
- vidna svetloba 365
- vijolična svetloba 423
- Vinci, Leonardo da 313, 342
- viri fenolnih snovi 365
- virusna hemoragična mrzlica 11
- visoka barja 207
- visokofrekvenčni spektri elementov 162
- vitkoroge gazele (*Gazella leptoceros*) 302
- voda arteškega izvora 302
- vodna leča (*Lemna* sp.) 302
- vodne bolhe (Cladoceera) 302
- vodne elektrarne 255
- vodni krog 246
- vodno živalstvo 302
- vodoprepustnost 454
- vodoprevodnost 454
- vodovod v Dijonu 454
- vodovodni sistem 454
- Voljč, Božidar, zdravnik in politik 381
- volkci (mrežekrilci) 156
- voščeni anatomski modeli 342
- vrečarji (Marsupialia) 64
- vrstno število, tudi atomsko število 162
- vulkanski kraterji 353
- Young, Thomas, angleški fizik 214, 313, 360, 423
- Youngov poskus 214, 360
- Weisbach, Julius, nemški inženir 454
- Welwitsch (Velbič), Friedrich, koroški botanik 71
- Wien, Wilhelm, nemški fizik, Nobelov nagradjenec za fiziko 214
- Wiesel, Torsten Nils, Nobelov nagradjenec za fiziologijo ali medicino 222
- Williams, Samuel D., angleški učitelj in esejist 78
- Wilson, Alexander, škotsko-ameriški pesnik, ornitolog, naravoslovec in ilustrator 371
- Wilson, Robert Wodrow, ameriški fizik, Nobelov nagradjenec za fiziko 214
- Wraber, Maks, botanik 266
- Wraber, Tone, botanik 266
- Wulfen, Franz Xaver von, avstrijski jezuit, botanik in mineralog 471
- zahodni sivi kenguru (*Macropus fuliginosus*) 64
- zakonitost toka tekočin v cevi pod tlakom 454
- zasičeno oziroma freatično območje 246
- Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino 258
- zbiralne leče (popravljajo daljnovidnost) 214
- zdravljenje strabizma 222
- zemeljski plin ali metan 20, 199
- zgodovina slovenske geologije 56
- zgodovina svetlobe 214
- zgodovina znanosti 454
- znakovni jezik 119
- znanstvena anatomija 318, 342
- Zois, Žiga 56
- zoologija 229, 302
- zvezda, nastanek 104
- zvezdna aberacija 214, 423
- Zweig, George, fizik 28
- žabe Kostarike 409
- železo 172
- živalske beljakovine 391
- žuželke kot vir živalskih beljakovin 391

Proteus

Izbaja 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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Salamon

Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan

Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kuffež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2015.

Vse pravice pridržane.

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

<http://www.proteus.si>

privodoslovno.drustvo@gmail.com

Starodavni gozd – dom najstarejših še živečih Zemljanov

Marina Dermastia

Bishop, okrožje Inyo, vzhodna Sierra Nevada, zvezna ameriška država Kalifornija. Zgodnje julijsko jutro je na nadmorski višini 1.250 metrov še prijetno sveže, čeprav temno modro nebo v tem izjemno suhem delu sveta napoveduje občutno spremembo temperature sredi dneva. A lepo poletno vreme je tudi obljuba, da je sneg visoko v gorah skopnel in da bo tako moj ponovni poskus vzpona na Bele gore končno uspel.

Vznemirjenost narašča ob vzpenjanju po gorski cesti na višino okrog 3.000 metrov. Blizu gozdne meje, na pobočjih, ki se zdijo sovražna za uspevanje rastlinskega življenja, se odpre tako zeleni pogled na Starodavni gozd dolgoživih borov. Presenečenje pa je popolno. V mojih sanjarjenjih o teh čudovitih drevesih sem si vedno predstavljala, kako hodim po kamnitih pobočjih in iščem še zadnje predstavnike davnih prič naše

preteklosti. A pred mojimi očmi je čisto pravi subalpinski gozd skoraj neresničnih bitij, ki so jim visoka nadmorska višina, nerodovitna tla, puščavska suhost, viharji, strele, sneg, zmrzali in izpostavljenost močnemu sončnemu sevanju dodobra skrotovičili pradedna telesa.



Foto: Tom Turk.

Puščavske razmere visoko v gorah

Območje Belih gora (angleško White Mountains) je izjemno suho. Količina letnih padavin je približno 300 milimetrov, pa še te so večinoma v obliki snega. Zime so hude in dolge, temperature pa lahko večino leta padejo pod ledišče. Rastna sezona je kratka in traja od deset do dvanajst tednov. Zgornja pobočja na nadmorski višini od 2.800 do 3.500 metrov so poraščena s subalpskim gozdom. Tega na plitki prepustni dolomitni podlagi sestavljajo sestoji izjemnih kserofitov – sonceljubnih in na sušo prilagojenih dolgoživih borov (*Pinus longaeva*), na bolj nepropustnih granitnih tleh pa sestoji gibkega bora (*Pinus flexilis*). Med 2.000 in 2.500 metri so gostejši sestoji enoigličastega bora (*Pinus monophylla*) in koščenosemenskega brina (*Juniperus osteosperma*). Območji iglavcev ločujejeta grmovnati gorski mahagonij (*Cercocarpus*) in voščeno grozdčije (*Ribes cereum*). Do spodnjega dela alpskega pasu se širijo različne podvrste grmičkov trizobega pelina (*Artemisia tridentata*). V Belih gorah najdemo še ostanke rastišč zavitega bora (*Pinus contorta*),

Jeffreyjevega bora (*Pinus jeffreyi*), zahodnega rumenega bora (*Pinus ponderosa*), zahodnega brina (*Juniperus occidentalis*) in trepetlike (*Populus tremuloides*), vključno z vsemi pritlikavimi varietetami. V Belih gorah je veliko endemičnih rastlinskih vrst, med njimi *Horkelia hispidula*. Živalstvo zastopajo kanadske debeloroge ovce (*Ovis canadensis*), velikouhi jeleni (*Odocoileus hemionus*), svizci (*Marmota*) in divji konji. Med ptiči so najpogostejši vrani, ki se hranijo s semeni borov, zlasti vrsta *Nucifraga colombiana*.

Dolgoživi bor je del skupine lisičjerepih borov

V skupini lisičjerepih borov (Balfourianae) sta, poleg dolgoživega bora, še Balfourijev (*P. balfouriana*) in resasti bor (*P. aristata*). Ime je skupina dobila po gostih iglicah na vejah, ki spominjajo na lisičje repe. Od zadnje ledene dobe dalje so se lisičjerepi bori umikali v življenjske prostore višje v gorah in danes ti puščavsko-gorski gozdni otoki predstavljajo njihovo še zadnjo možno mejo umika.

Nekaj pogostih rastlin v Starodavnem gozdu.



Voščeno grozdčije
(*Ribes cereum*).

Foto: Tom Turk.



*Praprotni grm
(Chamaebatiaria
millefolium).*

Foto: Tom Turk.



*V Belih gorah uspeva šest
vrst indijanskih čopičev
(Castilleja). Foto: Tom Turk.*



*Zelena efedra (Ephedra
viridis). Foto: Tom Turk.*



Vejice borov iz skupine Balfourianae spominjajo na lisičje repe.

Foto: Tom Turk.

Večtisočletno življenje dolgoživih borov je rezultat načina rasti in prilagoditve razmeram

Ko si v Starodavnem gozdu (angleško *Ancient Forest*) obkrožen z drevesi, katerih kaleča semena bi lahko bila priče začetkov naše civilizacije, starih Sumercev in njihovega izuma klinopisa ali postavljanja prvih piramid v starem Egiptu, se zdijo tisočletja, ki so minila od tedaj, tako razmeroma kratka. Pa vendar je Starodavni gozd zrasel prav takrat na teh pobočjih dolomitne in granitne podlage Belih gora. Tukaj bi v najboljšem primeru pričakovali pritlikavo rastje, ki bi stisnjeno k podlagi iskalo zaščito pred skraj-

nimi razmerami. A dolgoživi bori so naredili največ iz nič – asketskost okolja so preoblikovali v svojo prednost –, z navdihujočo lepoto do popolnosti obvladujejo umetnost življenja in umiranja.

Dolgoživi bori na rastišču Starodavnega gozda veljajo za najstarejše živeče neklonske organizme na našem planetu. Vsaj del njihove dolgoživosti nam razloži splošno načelo rastlinske rasti. Le redke rastline odmrejo od starosti. Namesto tega propadejo zaradi bolezni, suše, neuspešnega transporta snovi. Če takih motečih dejavnikov ni ali pa so na njih izjemno dobro prilagojene, jim tudi več tisoč let dolgo življenje zagotavlja posebna



Ostre okoljske razmere dolgoživim borom ne omogočajo visoke rasti. Najvišji ne presegajo 18 metrov, po navadi pa so precej nižji. Rastejo izjemno počasi, njihov obseg se povečuje za manj kot 0,3 milimetra na leto. Foto: Tom Turk.

osnovna ureditev teles. Ta se je razvila ob koncu devona, se pravi pred približno 350 milijoni let. Bila je tako uspešna, da je, kljub nekaterim spremembam, ostala optimalna še do današnjih dni. Rastline rastejo, v nasprotju z živalmi, le lokalno, v posebej organiziranih delih – meristemih. V njih z zelo občasnimi delitvami nastajajo pravilno urejene nove, genetsko zdrave celice. Te redke delitve zmanjšujejo možnost genetskih napak, ki bi lahko nastale ob pogostih delitvah celic, na najmanjšo možno mero. Tako so meristemske celice stalna zaloga genetsko zdravih celic. Glavnina rastlinskega telesa nato nastane v derivatih začetnih

meristemskih celic. Z ohranjanjem meristemskih območij so rastline stalna mešanica mladih delečih se celic, zorečih celic in zrelih celic, ki pa vse izvirajo iz meristemov. Če torej rastlina ohrani delujoči meristem, ostane, vsaj teoretično, nesmrtna. Zaradi rasti v meristemih rastline tudi ne težijo k določeni obliki in velikosti. Dokler so rastne razmere ugodne, bo rastlina neprekinjeno rasla, njena značilna velikost pa je bolj posledica okolja, v katerem uspeva.

Dolgoživi bori svoje tisočletno kljubovanje najtežjim življenjskim razmeram dolgujejo svojim meristemom in neverjetni prilagoditveni sposobnosti. V posameznem delu dre-



Dolgoživi bori naj bi bili najstarejši neklonski organizmi na Zemlji. S sekijsko rastjo korenine z vodo in mineralnimi hranili oskrbujejo le posamezne dele drevesa, ostali pa lahko zelo dolgo mirujejo ali celo odmrejo. Foto: Tom Turk.

*Med organizmi, ki se vegetativno razmnožujejo s koreninskimi kloni, najdemo še precej starejše od dolgoživih borov. Tak je na primer Pando, klonski sestav trepetlike (*Populus tremuloides*) v planinah Wasatch v ameriški zvezni državi Utah. Razvijati naj bi se začel v času, ko naj bi naši davni predniki šele začeli svoje potovanje iz Afrike. Kljub temu v tem klonskem organizmu posamezna debla niso zelo stara in prav noben del tega velikanskega telesa, ki ga naenkrat sestavlja približno 40.000 debel, naj v določenem času ne bil starejši od 150 let. Foto: Marina Dermastia.*



vesa se rast lahko ustavi tudi za 1.500 let in se s ponovno oživitvijo celic v meristemih ponovno vrne v življenje. Pri večini iglavcev posamezne iglice živijo le nekaj let, pri dolgoživih borih pa celo do 45 let. V njih vzdržujejo fotosintezo tudi v najbolj stresnih razmerah in ne porabljajo energije za obnovo rasti. Dolgoživi bori pa imajo tudi izjemno sposobnost regeneracije, v kateri iz nediferenciranih meristemskih celic, ki se oblikujejo med skupki iglic, nepretrgoma nadomeščajo poškodovane ali odmrle veje in tako izdelujejo nove krošnje. Taki mediglični meristemi lahko zelo dolgo mirujejo, včasih jih lahko povsem prekrije les.

Večina iglavcev, predvsem v stresnih razme-

rah, vlaga razmnoževalno energijo v izdelavo semenskih storžev le vsakih nekaj let. Dolgoživi bori pa nasprotno izdelujejo svoje škrlatno obarvane semenske storže vsako leto.

Dolgost njihovega življenja omogoča tudi tako imenovana sekcijaska rast, ki lahko izjemno upočasni proces propadanja. Z njo korenine oskrbujejo le posamezne dele dreves. Čeprav je večina drevesnega telesa propadla, še vedno lahko sledimo drobnemu traku življenja, ki povezuje korenine s preživeli vejami.

Kljub temu, da suša in zmrzali upočasnjujejo njihovo rast, prav te razmere tudi varujejo dolgožive bore pred lubadarji in drugimi škodljivimi žuželkami, glivnimi in bakterijskimi boleznimi. Zaradi pomanjkanja vode in kratkih rastijskih sezon je les dolgoživih borov izjemno smolnat z majhnimi in gostimi celicami. Tak les je nepriljubljen vir hrane za škodljivce, prav tako pa je tudi izjemno odporen proti gnitju in prepevanju.



Kljub temu, da dolgoživi bori ne umirajo, pa številna suha debla v Starodavnem gozdu pričajo o njihovih nasilnih usmrčitvah. Te so posledica podnebnih sprememb, iztrošenih tal, v katerih so rasli, ali erozije pobočij. Izpostavljena drevesa na pobočjih so tudi lahka tarča za številne strele, vendar izjemno gost smolnat les preprečuje, da bi zgorela. Odmrli les naselijo različne glive, ki prispevajo barvno paleto od rumene, rjave do rjasto rdeče. Svoj učinek k oblikovanju in poliranju teh naravnih spomenikov prispevajo še sonce, veter in zmrzali. Foto: Tom Turk.



Zaradi boja za redka mineralna hranila v teh revnih tleh so posamezni dolgoživi bori v Starodavnem gozdu zelo oddaljeni drug od drugega. Redka poselitev pa jih obenem varuje pred širjenjem požarov, ki jih povzročajo strele.

Dolgoživi bori vsako leto izdelajo mnogo semenskih storžev. Foto: Tom Turk.

Za razliko od večine iglavcev se semena v semenskih storžih dolgoživih borov razvijajo dve leti. Skoraj zrel storž je dolg od šest do devet centimetrov in je prekrit z bleščečim smolnatim izločkom. Storži imajo tudi kavljaste ščetine, po katerih se v angleškem jeziku vrsta imenuje ščetinastoržni bor.

Foto: Tom Turk.



Genetska variabilnost populacij dolgoživih borov je zadovoljiva

Čeprav posamezne dolgožive bore najdemo blizu gozdne meje od vzhodne Kalifornije, jugozahodne in vzhodne Nevade do osrednjega Utaha, je edini res star sestoj le na območju Belih gora. Raziskave so pokazale, da se populacija v Utahu povečuje, v Nevadi pa je stabilna. V Belih gorah se populacija širi nad trenutno zgornjo mejo zrelih dreves, pri čemer pa niso opazili odmiranja dreves na nižjih nadmorskih višinah. To kaže na potencialno širitev njihovega življenjskega območja. Število zdravih semen naj bi bilo zadostno za nadomestitev trenutne stopnje odmiranja. Genetska raznolikost je zlasti v Nevadi zmerna do zelo velika, v Belih gorah pa je nižja in tudi malo nižja v primerjavi z drugimi vrstami borov.

Telesa dolgoživih borov so živa enciklopedija

Od kalečega semena dalje posamezno drevo ostaja na istem mestu in nosi popolno zgodovino svojega življenja. S preučevanjem letnic v živečih dolgoživih borih in njihovem kombiniranju z letnicami drugih ter fragmenti odmrlih dreves dendrokronologi odkrivajo 12.000-letno zgodovino podnebnih razmer na našem planetu. Z njihovo pomočjo so tudi natančno kalibrirali časovno skalo izpred 7.200 let do danes, izdelano na podlagi analize radioaktivnega ogljika ^{14}C , ter tako natančno pretvorili ogljikovo leto v dejansko koledarsko leto. S tako na novo določenimi časovnimi okviri so nam ta drevesa omogočila nov pogled in novo razlago zgodovine naše lastne civilizacije.

Med »živimi razvalinami« živi svoje skrivno življenje tudi najstarejši Zemljan. Foto: Tom Turk.



»Žive razvaline« Edmunda Schulmana

Dolgožive bore je kot »žive razvaline« širši javnosti prvi predstavil dendrokronolog dr. Edmund Schulman v članku, objavljenem leta 1958 v reviji *National Geographic*. Schulman je Bele gore prvič obiskal leta 1953. Ugotovil je, da so nabrani vzorci dreves mnogo starejši od mamutovcev (*Sequoiadendron giganteum*), ki so do takrat veljali za najstarejše živeče organizme. Z oznanitvijo starosti dolgoživih borov je zanimanje zanje nenadoma poskočilo. Schulmanov seznam območja Belih gora je obsegal več kot sto dreves, starejših od 4.000 let, in več tisoč dreves v starosti od 3.000 do 4.000 let. Še bolj kot njihova starost se je zdela Schulmanu pomembna kakovost letnic njihovega lesa za določanje podnebnih sprememb. Primerljivo kakovostne letnice lahko najdemo v manj kot enem odstotku iglavcev po vsem svetu.

V svojih raziskavah je odkril tudi Metuzalema, ki je s svojimi 4.846 leti dolgo veljal za najstarejše drevo na Zemlji. Schulman je v svojo zbirko vključil še eno drevo, vendar ga pred svojo smrtjo ni uspel analizirati. Starost drevesa je bila po analizi leta 2012 določena na 5.062 let. Kje so ta drevesa v Starodavnem gozdu, je skrivnost. Če povprašate tamkajšnje gozdarje, ti povedo, da moraš imeti le odprte oči in jih za gotovo prepoznaš.

Padli Prometej

V ne popolnoma pojasnenih okoliščinah je leta 1964 na rastišču dolgoživih borov v vzhodni Nevadi končal svoje pettisočletno življenje eden od predstavnikov vrste, označen v seznamu kot WPN-114, a bolj znan po svojem vzdevku Prometej. Za potrebe svoje disertacije ga je posekal Donald Rusk Currey, podiplomski študent na Univerzi Severne Karoline na Chapel Hillu. Drevo je izbral, ker se mu je zdelo starejše od drugih predstavnikov vrste v okolici. Šele natančna analiza je pokazala, da Prometej ni le star

skoraj 5.000 let, temveč tudi kakšna škoda je bila storjena, ko so tega vitalnega starca posekali. Padec Prometeja pa je imel nekaj dobrih strani. Povzročil je namreč zakonsko zaščito drugih dolgoživih borov, spremenil pa je tudi naše razumevanje o drevesih kot neskončno obnovljivih virih. Pred svojim padcem ni bil Prometej nič posebnega, bil je le eno izmed dreves, danes pa je njegovo razkosano telo, shranjeno v različnih raziskovalnih ustanovah, še en opomin človeški neumnosti.

Obisk Starodavnega gozda nikogar ne pusti ravnodušnega – pa naj si bo to njegova odmaknjenost v tem za življenje negostoljubnem koščku sveta, lepota, ki je v tisočletjih izklesala telesa dreves, preprosto spoznanje o trajanju in minljivosti časa ali znanstvena radovednost, kako je vse to mogoče. Vse skupaj je lepo povzel dr. Edmund Schulman: »Ko bomo popolnoma razumeli sposobnost teh dreves, da živijo tako fantastično dolgo, jo bomo morda lahko uporabili kot znamenje ob poti k razumevanju dolgoživosti na splošno.«

Literatura:

- Bailey, D. K., 1970: *Phytogeography and taxonomy of Pinus subsection Balforianae*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 57: 210–249.
- Dermastia, M., 2010: *Pogled v rastline*. Ljubljana: NIB. 62–76.
- Oatman-Stanford, H., 2012: *Read My Rings: The oldest living tree tells all*. <www.collectorsweekly.com/articles/oldest-living-tree-tells-all/>, dostop 20. 4. 2015.
- Schlenz, M. A., 2008: *A day in the Ancient Bristlecone Pine Forest*. Companion Press.
- Schulman, E., 1958: *Bristlecone Pine, oldest known living thing*. *National Geographic*, 113: 354–372.
- Stritch, L., Mahalovich, M., Nelson, K. G., 2011: *Pinus longaeva*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>, dostop 18. 4. 2015.
- Suess, H. E., 1970: *Bristlecone pine calibration of the radiocarbon time-scale 5200 BC to the present*. V: Olsson, I. U., (ur.): *Radiocarbon variations and absolute chronology*. *Proceedings of Nobel symposium, 12th*. New York: John Wiley & Sons. 303–311.

Psihosocialna prikrajšanost – težko breme za otroka in odraslega

Tina Bregant

Od nekdanj se soočamo z izzivi pri vzgoji otrok. Verjetno bomo priča vzgojnimi dilemam, dokler bomo obstajali kot človeštvo. Naša vrsta je namreč zavzela planet Zemljo kot močna skupnost in ne kot silno močan in uspešen posameznik. Da je človek kot posameznik zelo neobogljjen, se zlahka zavimo, ko opazujemo živali pri teku, plavanju, potapljanju ... Vedno je nekdo, ki je večji, bolj glasen, bolj hiter od nas. Kaj nas torej ljudi dela tako posebne?

Človeški mladiči so neobogljjeni v primerjavi z drugimi mladiči sesalcev. Kar leto dni potrebujejo, da napravijo prve korake in spregovorijo prvo besedo in nato še nadaljnjih petindvajset let, da se zares osamosvojijo: se odselijo od staršev, so sposobni sami zagotavljati sredstva za lastno preživetje in končno tudi osnujejo lastno družino. Ali otroštvo traja tako dolgo, ker so naši možgani tako kompleksni, da potrebujejo toliko časa, da dozori? Ali pa šele tako dolgo otroštvo omogoča, da možgani dozori do te kompleksnosti, kot jo poznamo? Kaj otrokom omogoča odrasti v ljubeče odrasle osebe, ki sebe razumejo kot ljubljene in vredne ljubezni in ki razumejo življenje in svet, ki jih obdaja, kot varen in neogrožujoč?

Že raziskave pri opicah in nato kasneje pri otrocih so pokazale, da je za proces varne navezanosti ključna oseba v zgodnjem otroštvu. Najbolj pogosto je to biološka mama. Družbena vključenost dojenčka in varna navezanost vplivata na nas vse življenje. Vključenost sprva v lastno družino, nato pa v širšo družbo šele omogoča, da iz otroka zraste sposobna odrasla oseba. Zgodnja družbena deprivacija oziroma prikrajšanost za vpliv ljubeče skupnosti vpliva na aktivnost osi hipotalamus-hipofiza-nadledvičnica (v nadaljevanju osi HHN), izločanje in metabolizem kortizola ter na vedenjske spremembe. Vpliva tudi na zorenje možganov, količino sivine in beline v možganih ter posledično na



Za proces varne navezanosti je ključna oseba v zgodnjem otroštvu. Zaradi bioloških danosti, kot sta nosečnost in dojenje, je to najbolj pogosto biološka mama.

razvojne težave in kasnejšo učno manjše uspešnost, slabše uspehe v šoli in kasneje v službi, ki se jim pridružijo problemi, povezani s slabšo izobraženostjo, večjim tveganjem za revščino in vplivi na celotno zdravje: od srčno-žilnih obolenj do debelosti in sladkorne bolezni. Vse naštetu povezujemo z zgodnjo in pomembno psihosocialno prikrajšanostjo.

Psihosocialna prikrajšanost

O psihosocialni prikrajšanosti govorimo takrat, ko je posameznik izključen iz običajnih odnosov tako v družini kot družbi ali je odtujen od njih in ne more sodelovati kot polnovredni član ožje družine in družbe, v kateri živi. Pojem družbene prikrajšanosti je prvič opisal in poimenoval René Lenoir. Z njim je zajel »izključene« iz družbe, ki so se sočali s številnimi, zlasti družbeno-ekonomskimi težavami. V tej skupini so se znašle osebe s posebnimi potrebami, umsko in telesno oškodovani posamezniki, nekateri starostniki ter otroci, odvisniki in še nekateri drugi, ki so bili takrat odrinjeni na rob družbe. Hilary Silver je skupini »družbeno izključenih« dodala še skupine z večjim tveganjem zanjo: od revnih, takih z nizkimi dohodki, slabšo izobrazbo in manjšim kulturnim kapitalom, do priseljencev, ljudi drugih narodnosti in podobno. Najbolj grozljive posledice psihosocialne prikrajšanosti pa nosijo zanemarjeni otroci, večina otrok med vojno in otroci, ki so najzgodnejše otroštvo preživeli v ustanovah, kot so sirotišnice in zapori.

Včasih se še vedno sliši, da so zelo revni otroci slabo preskrbljeni in vzgojeni, »saj kakršen oče, takšen sin«. »Kakšen pa naj bo, če raste v tašni disfunkcionalni družini?!« Žal tudi v naši bližini, v tem trenutku, število beguncev, tudi otrok z vojnih območij, narašča. Narašča prav tako število otrok, ki kljub zaposlenosti staršev živijo na pragu revščine. Celo v Veliki Britaniji je junijsko poročilo Centra za migracije (*Centre on Migration, Policy and Society at the University of Oxford, COMPAS*) opozorilo na otroke kot

na »kolateralno škodo ... v disfunkcijskem sistemu, kjer prav otroci utrpijo največje izgube«. Celo v razvitem Londonu, leta 2015, opažajo, da nekatere družine živijo dnevno z enim funtom na osebo!

Zdravstvene delavce v Veliki Britaniji je konec maja letos objavljeno poročilo *Rešimo otroke (Save the Children)* zelo vznemirilo. Do leta 2020 naj bi namreč kar pet milijonov otrok v Veliki Britaniji živel pod pragom revščine. Zato pediatri opozarjajo na porast simptomov vnetja dihal, tako astme kot bronhitisov, vedenjskih težav in aksioznosti ter bolezni, povezanih z neustrezno prehranjenostjo - sladkorne bolezni in debelosti.

V svetu opozarjajo na velike razlike med bogatimi in revnimi, pri čemer tudi v Sloveniji nismo nobena izjema. Ali so naša opažanja in pripombe podobna opisanim ali pa gre za opažanja, ki so jih prvič sistemsko začeli spremljati in spreminjati med drugo svetovno vojno v Veliki Britaniji?

Nemška bojna letala zrušijo mit o nesposobnih revnih starših

V septembru leta 1939, na samem začetku druge svetovne vojne, so v Veliki Britaniji, da bi zaščitili otroke iz večjih mest, izvedli prvo veliko evakuacijo otrok iz mest. Otroke so iz večjih mest, ki bi bila lahko med sovražnikovimi napadi uničena, poslali na varno podeželje. Večji otroci so odšli sami, z najmanjšimi pa je odšlo tudi nekaj mamic. Iz vaških okolij so prihajale številne pritožbe nad temi otroki in njihovimi, sicer redkimi, materami: da so umazani, nevezgajeni, »polulani in pokakani«, »polni golazni« in razcapani ter da so njihove matere »pijanke, obiskovalke javnih hiš in nasploh sumljive morale«. Ustanovili so skupino za javno zdravje, ki naj bi preverila obtožbe. V skupini, ki je bila sestavljena iz osmih žensk, ki so bile tudi sicer angažirane v javnem zdravju, pa je prišlo do popolnega in nepričakovanega obrata. Namesto obtožb in zgražanja nad otroki so ženske sprožile pravi družbeni prevrat. Leta 1943 so objavile poročilo

Naša mesta: Podrobna analiza (angleško *Our Towns: A Close-Up*) in organizirale socialno službo, ki je za te otroke pričela skrbeti. Za evakuacijo in otroke so takrat skrbele večinoma ženske, ki so prostovoljno ali pa službeno opravljale zdravstvene preglede, skrbele za higieno in razvoj teh otrok, jih učile in pomagale preživeti otrokom mesece in celo leta brez varnega družinskega okolja v njim tujem podeželskem okolju. Poleg tega pa je družba pridobila nov pogled na življenje otrok v mestih. Spoznali so, da ena tretjina mestnih otrok živi pod pragom revščine ter da so njihove matere »preprosto preveč revne, da bi si lahko privoščile obleko, hrano, najemno stanovanje, ogrevanje, toplo vodo, milo in osvetljavo«. Prvič je bilo v javnosti glasno izrečeno in zapisano, da so ti otroci družbeno prikrajšani zato, ker so njihovi starši revni, ne pa nesposobni.

Knjiga je bila takoj razprodana in dvakrat ponatisnjena. Vladajoči so začeli razmišljati o minimalni plači, otroških dodatkih, javno dostopnem zdravstvenem sistemu. Zapisali so celo, da »morata trgovina in industrija v družbi služiti človeku in ne gospodovati nad njim, pri čemer je njuna dolžnost ne le ekonomska, pač pa tudi moralna«. A. J. P. Taylor je takrat lucidno in ostro zapisal, da je »Luftwaffe postala najsilnejši glasnik socialne države in splošne družbene blaginje«. W. G. Runciman pa je opisal to mešanje družbenih razredov kot »neprostovoljno, skorajda prisilno in ne vedno harmonično primerjavo ljudi med seboj«, ki je sprožila spremembe.

Na stik med mamo in otrokom so, pravzaprav ironično, postali bolj pozorni v dvajsetem stoletju, predvsem zaradi obeh vojn, ko je število otrok, ki so ostali brez staršev, naraslo, hkrati pa so izginile velike vaške skupnosti, ki so včasih poskrbele za te otroke. Prve raziskave pomena stika otroka z odraslo osebo in psihosocialne prikrajšanosti segajo v obdobje med obema vojnama, ko je v Združenih državah Amerike raziskovalec Harry Harlow preučeval vedenje opic. Ker

je potreboval za raziskavo nadzorovane razmere, je za opičje mladiče skrbel sam. Odtegnil jih je iz bližine njihovih mater – danes pravimo, da jih je družbeno prikrajšal oziroma ustvaril razmere psihosocialne prikrajšanosti. Danes take raziskave zavračamo, saj kršijo pravice živali, takrat pa se niso zdele sporne, saj pravega pomena družbene prikrajšanosti niti nismo še poznali niti ga nismo razumeli. Harlow je v svojih raziskavah opazil, da so se mladiči kljub temu, da so imeli zagotovljene osnovne fiziološke potrebe, začeli obnašati drugače kot tisti, ki so jih vzgajale njihove matere. Držali so se sami zase, pri tem pa so stiskali k sebi mehko krpo. Harlowa je zanimalo, ali je to za opice nenavadno, nesocialno vedenje mladičev posledica tega, da jih je odtegnil iz materine bližine. Bolj natančno je začel preučevati odnose med mladiči in njihovimi materami. Hkrati s Harlowom so stike med otroki in družino raziskovali tudi v Evropi. Obdobje pred drugo svetovno vojno, med njo in po njej je namreč pomembno zaznamovalo vse: moške, ki so se v vojni borili in prenekateri izgubili življenje, ženske, ki so prevzele skrb za družino, vključno z ekonomskim preživljanjem družine, in otroke, ki so osiroteli ali izkusili holokavst. John Bowlby, Rene Spitz in James Robertson so se ukvarjali z otroki, ki so jih namestili v posebne ustanove bodisi zaradi delikventnega vedenja, osirotelosti ali pa zaradi bolezni. Svetovna zdravstvena organizacija (*World Health Organization, WHO*) je Johnu Bowlbyju naročila izvesti raziskavo o odnosu med materjo in otrokom. Poimenovali so jo *Skrb za matere in duševno zdravje (Maternal Care and Mental Health)*. Do takrat, marsikje pa še kasneje, se je mislilo, da je stik matere z otrokom za razvoj škodljiv. Celotna medicina je otroke do takrat obravnavala s precej manjšo zavzetostjo kot odrasle bolnike. Izolacija, sterilno okolje in čim manj stikov med osebjem in dojenčki so se takrat zdeli najboljše, kar je takratna sodobna medicina lahko ponudila.

Po drugi svetovni vojni, ko se je Evropa soočila s številnimi sirotami in je John Bowlby za Svetovno zdravstveno organizacijo leta 1951 pripravil poročilo, pa se je razumevanje pomena stika med materjo in otrokom šele prav začelo. Bowlby je z raziskavami utemeljeval vzročno povezavo med skrbjo za otroka v najnežnejših letih in njegovim kasnejšim duševnim zdravjem. Predlagal je načine, kako podpreti družino in družbo v skrbi za otroka. Poudaril je pomen matere ne le kot vira hrane zaradi dojenja, pač pa kot najpomembnejšega dejavnika otrokovega razvoja, predvsem otrokovega duševnega zdravja.

Sirotišnice - institucionalizirana skrb za sirote

Ko sem bila kot študentka medicine leta 1996 na študijski izmenjavi v Romuniji, sem se tam srečala z »romunskimi sirotami«. To so bili otroci, žrtve Ceausescujevega režima, ki so zaradi politike »kapitala otrok« v revnih družinah bili iz teh družin odvzeti in nameščeni v sirotišnice, kjer je zanje »poskrbela država«. Politični »eksperiment« pa ni bil uspešen. Pri sicer ob rojstvu zdravih otrocih so se namreč kasneje razvile številne razvojne motnje. Otroci so zaostajali v razvoju, trpeli so za epilepsijo, avtizmom, imeli so govorno-jezikovne in vedenjske težave. To so bile posledice dejstva, da otroci v zgodnjem otroštvu niso bili deležni ljubeče skrbi s strani ene same osebe. Tako se je v sirotišnici pri enem otroku samo v enem tednu zamenjalo kar 17 skrbnikov. Otroci ni imel niti priložnosti navezati stikov z odraslimi, kaj šele, da bi razvil do njih osnovni zaupljivi odnos.

Otroci so bili kasneje nameščeni v skrbne in ljubeče družine. Sledenje teh otrok je prevzela Univerza Harvard in Bostonska bolnišnica za otroke. V začetku leta 2015 so tako v ugledni ameriški znanstveni reviji *Jama* objavili rezultate vrsto let trajajoče raziskave, ki je pokazala, da so otroci, ki so življenje preživeli v romunskih sirotišnicah,

imeli ne le razvojne, vedenjske in psihične težave, pač pa je družbena izključenost pustila fizične posledice v razvoju možganov. Količina beline je bila pri teh otrocih zmanjšana in funkcionalna zgradba možganov porušena. Takšne spremembe v možganih vplivajo na njihovo delovanje in na sposobnosti otroka za govor, komunikacijo, splošno spoznavanje (kognicijo) in vzdrževanje pozornosti. Podobne spremembe lahko opazimo pri starejših otrocih in mladih odraslih, ki imajo duševne (psihične) težave. Poleg okrnjenega delovanja beline s spremembami v delovanju mrežja in povezljivosti so nekatera območja sivine prav tako manjša. Manjša količina sivine je opisana v predelih senčničnega režnja in prahipokampalnega girusa, katerega večji del predstavlja hipokampus, ki je eno glavnih središč za spomin. V hipokampusu so receptorji za stresne hormone. Pri podaljšanem stresu raziskovalci opisujejo, da se hipokampus skrči, najverjetneje zaradi propada nevronov kot posledice podaljšanega in intenzivnega stresa.

Zgodnja družbena prikrajšanost vpliva na delovanje stresne osi hipotalamus-hipofiza-nadledvičnica in izločanje kortizola, ki je eden glavnih stresnih hormonov v našem telesu. Na sliki 2 je shematsko prikazano delovanje stresne osi HHN. Za model družbene prikrajšanosti se v raziskovalne namene uporablja institucionalizirana skrb za otroke oziroma sirotišnice. V raziskavah se je pokazalo, da so posvojeni otroci, ki so v zgodnjem otroštvu, torej do starosti treh let, živeli v sirotišnicah, tudi kasneje, ko so bili nameščeni v ljubeče, posvojiteljske družine, imeli drugačne vzorce izločanja kortizola, kar povezujemo s programiranjem delovanja osi HHN glede na izkušnje v kritičnem obdobju. Krivulje vrednosti kortizola so pri posvojenih otrocih bile bolj statične, z manjšimi nihanjem kot pri otrocih, ki živijo s svojimi starši. Po dveh letih po posvojitvi se krivulje izločanja kortizola niso več spreminjale. Večja kot je bila družbena prikrajšanost in slabša kot je bila skrb, ki so je

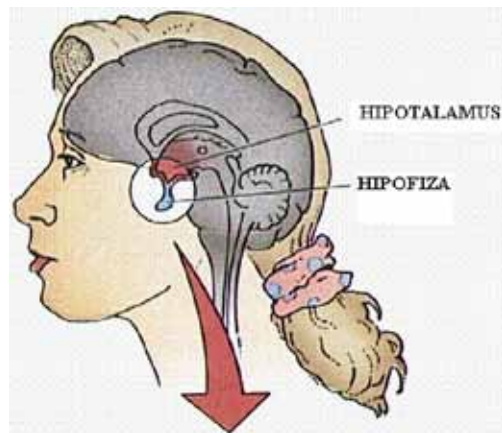
bili deležni otroci v sirotišnicah, bolj je bil odziv kortizola monoton in manjša so bila njegova nihanja. Med izločanjem kortizola in kasnejšimi vedenjskimi težavami so raziskovalci našli nekatere stične točke.

Raziskave kažejo na močan vpliv družbene prikrajšanosti na programiranje nekaterih ključnih procesov homeostaze v našem telesu. To pomeni, da z družbeno prikrajšanostjo v zgodnjem otroštvu, ki očitno predstavlja kritično obdobje za način delovanja osi HHN, programiramo os HHN, vplivamo na ključni mehanizem preživetja »boj ali beg« in tako vplivamo na naš telesni in vedenjski odziv za vse življenje, preko povratnih zank pa tudi na delovanje in kasneje celo fizični videz možganov.

Dunedinska kohorta – vplivi družbene prikrajšanosti na splošno zdravje

Na univerzi Otago v mestu Dunedin na Novi Zelandiji so se odločili, da bodo preučevali populacijo 1037 ljudi, ki so bili rojeni med prvim aprilom leta 1972 in enain-

Zgodnja družbena prikrajšanost vpliva na delovanje stresne osi. Ob stresu dražljaji iz limbičnega sistema v možganih aktivirajo nevrone v paraventricularnem jedru hipotalamusa. Ta sprosti kortikotropin sproščajoči hormon (CRH) in vazopresin, ki sprožita izločanje kortikotropina (ACTH). Ta preko krvnega obtoka doseže nadledvični žlezi, ki tvorita in izločata kortizol, ki je eden glavnih stresnih hormonov v telesu.



tridesetim marcem leta 1973 in so v mestu Dunedin živeli ob rojstvu in tudi pri treh letih. Vključili so jih v danes slavno longitudinalno raziskavo (angleško *Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study*), včasih omenjeno tudi zgolj kot Dunedinska kohorta. Otroke so sledili in pregledovali zdravniki, stomatologi in psihologi pri 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 18, 21, 26, 32 in 38 letih; nadaljnje raziskave so načrtovane, ko bodo stari 44 in 50 let. Udeleženci izpolnjujejo vprašalnike, preverjajo se določene vrednosti v krvi, njihovo splošno in specifično zdravje se ocenjujeta in vrednotita z različnimi lestvicami. Raziskavi so pridružili tudi starše teh otrok in njihove potomce, ki so sedaj otroci. Načrtujejo tudi primerjavo življenjskega sloga in zdravje prvotne skupine dunedinskih otrok z njihovimi otroki. V knjigi *Od otroka do odraslega: dunedinska multidisciplinarna zdravstvena in razvojnopsihološka raziskava*, krajše tudi *Dunedinska raziskava (From Child to Adult: Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study)*, ki je bila natisnjena 1996, lahko najdemo zelo zanimive podatke, kaj se dogaja v družbi.

Caspi je s sodelavci leta 2006 ugotovil, da v Dunedinski kohorti najdemo statistično značilne povezave med družbeno izključenostjo v otroštvu in srčno-žilnimi obolenji. Otroci, ki so bili družbeno prikrajšani, imajo pri šestindvajsetih letih povišan tlak, zvišan celokupni holesterol in glikoziliran hemoglobin, so pretežki in manj telesno zmogljivi. Danese je s sodelavci leta 2009 objavil raziskavo, s katero so ugotovili, da obstaja pri otrocih, ki so družbeno prikrajšani, za šestdeset odstotkov večje tveganje za povišani CRP (C-reaktivni protein, ki je označevalec vnetja). Iz številnih raziskav odraslih vemo (na primer Ramsay s sodelavci leta 2008), da se nižji družbeno-ekonomski položaji povezujejo s kroničnim vnetjem. Kronično vnetje pa je dejavnik tveganja za več bolezni, tudi srčno-žilne zaplete. Psihosocialna prikrajšanost v otroštvu ima posledice tudi, ko taki otroci odrastejo.

Brown in Taylor sta leta 2008 pokazala, da ti otroci dosegajo nižje izobrazbene standarde ter posledično zasedajo slabše plačane službe in družbene položaje. Več raziskav (Katz s sodelavci leta 2011, Takizawa s sodelavci leta 2014 in Danese s sodelavci leta 2009) je ugotavljalo večjo pogostost psihosomatskih in psihološko-psihiatričnih težav kasneje v odrasli dobi. Družbeno prikrajšani otroci imajo, ko odrastejo, več depresivnih motenj. Pričakovano se družbena prikrajšanost v otroštvu povezuje s prikrajšanostjo kasneje, v najstništvu in odrasli dobi. Kot že Caspi leta 2006 je tudi Coplan s sodelavci v letu 2012 objavljeni raziskavi ugotovljal, da so družbeno prikrajšani otroci tudi v najstništvu in odrasli dobi družbeno bolj osamljeni, manj spretni v odnosih in tudi zato še dodatno družbeno prikrajšani. Imajo slabšo samopodobo, poleg tega pa tudi več tveganih vedenj: kadijo, kot je pokazal Nemela s sodelavci leta 2011 in Koenig leta 1999, alkohol uživajo bolj tvegano kot ostali, kar je razvidno iz raziskave Zimmermanna s sodelavci leta 1997 in Alberta s sodelavci leta 2003, in se prenašajo, kar

je razvidno iz raziskave Ackarda s sodelavci leta 2003 in Festa s sodelavci leta 2001. Poleg tega imajo večje možnosti, da že pri šestindvajsetih letih zbolijo zaradi srčno-žilnih obolenj. Nekateri dejavniki in kazalci splošnega zdravja v Dunedinski kohorti so povzeti na sliki 3.

Zaključek

Ljudje imamo notranjo potrebo po družbeni vključenosti in povezanosti z drugimi. Če nismo vključeni v širšo družbo, to lahko vodi v osebne stiske in notranjo neizpoljenost, kot zapišeta Baumeister in Leary že leta 1995. Danes vemo, da družbena izključenost tudi zgolj v odrasli dobi lahko povzroči zdravstvene težave, kot so srčno-žilna obolenja, kar je pokazal v raziskavi Kawachi leta 1996. Uchino je s sodelavci leta 2006 dokazal, da družbena izključenost odraslih lahko povzroča spremembe v imunskem odzivu telesa in kronična vnetja, ki lahko pripeljejo do srčno-žilnih obolenj. Pri otrocih se družbena izključenost in psibosocialna prikrajšanost povezujeta z izostajanjem iz šole in prezgodnjim zaključkom šolanja,



- **Zgodnje otroštvo (dojenček, malček)**

Temperament, inteligenčni kvocient, družbeno-ekonomski položaj družine, splošno zdravje.

- **Otroštvo (malček, šolar)**

Temperament, inteligenčni kvocient, družbeno-ekonomski položaj družine, splošno zdravje.

- **Najstništvo (šolar, študent)**

Splošno zdravje, tvegana vedenja (kajenje, alkohol, droge, najstniška nosečnost), opustitev šolanja.

- **Odrasla doba**

Splošno zdravje, metabolični sindrom, parodontalna bolezen in karies, spolno prenosljive bolezni, srčno-žilne bolezni, vnetna stanja, zlorabe substanc, položaj družine, družbeno-ekonomski položaj, dohodek, zadolženost, odklonska vedenja.

Dejavniki tveganja in kazalci splošnega zdravja v Dunedinski kohorti.

tveganim pitjem alkohola in depresijo, kar sta pokazala raziskovalca Asher in Paquette leta 2003. Žal pri otrocih tovrstne težave večinoma ne izzvenijo same po sebi, pač pa se nadaljujejo, tudi ko odrastejo. Takrat se jim pridružijo še dodatne težave: slabša zaposljivost, manjši osebni dohodki in bolezni, ki jih povežujemo z revščino.

Glede na najnovejše podatke iz Evrope se lahko vprašamo, ali si kot družba lahko privoščimo, da tudi v enaindvajsetem stoletju toliko otrok ne bo moglo razviti sposobnosti, ki so jih sicer prinesli s seboj na svet, samo zato, ker trenutno živijo na robu. Kakšna je prihodnost otrok in kakšna je naša prihodnost, če ne bomo ukrepali danes? Ali bomo breme revščine, ki se plazi tudi po Evropi, nosili vsi?

Literatura in dodatno branje:

- Ackard, D. M., Neumark-Sztainer, D., Story, M., Perry, C., 2003: *Overeating among adolescents: prevalence and associations with weight-related characteristics and psychological health. Pediatrics, 111: 67–74.*
- Baumeister, R. F., Leary, R. M., 1995: *The need to belong: desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. Psychology Bulletin, 117: 497–529.*
- Biro, F. M., Wien, M., 2010: *Childhood obesity and adult morbidities. American Journal of Clinical Nutrition, 91: 1499S–1505S.*
- Bregant, T., 2013: *Moč in pomen dotika za novorojenčka in dojenčka. Proteus, 76 (4): 151–157.*
- Caspi, A., Harrington, H., Moffitt, T. E., Milne, B. J., Poulton, R., 2006: *Socially isolated children 20 years later: risk of cardiovascular disease. Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine, 160: 805–811.*
- Coplan, R. J., Rose-Krasnor, L., Weeks, M., Kingsbury, A., Kingsbury, M., Bullock, A., 2012: *Alone is a crowd: social motivations, social withdrawal, and socioemotional functioning in later childhood. Developmental Psychology, 49: 861–875.*
- Craig, R., Mindell, J., 2012: *Health Survey for England – 2011. Health, Social Care and Lifestyles. London: The Health and Social Care Information Centre.*
- Danese, A., Moffitt, T., Harrington, H., Milne, B., Polanczyk, G., Pariante, C., Poulton, R., Caspi, A., 2009: *Adverse childhood experiences and adult risk factors for age-related disease. Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine, 163: 1135–1143.*
- Danese, A., Pariante, C., Caspi, A., Taylor, A., Poulton, R., 2007: *Childhood maltreatment predicts adult inflammation in a life-course study. Proceedings of*

National Academy of Sciences, U. S. A., 104: 1319–1324.

Lacey, R. E., Kumari, M., McMunn, A., 2013: *Parental separation in childhood and adult inflammation: the importance of material and psychosocial pathways. Psychoneuroendocrinology, 38: 2476–2484.*

Silva, P. A., Stanton, W., 1997: *From Child to Adult: The Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study. Oxford: Oxford University Press.*

Uchino, B. N., 2006: *Social support and health: a review of physiological processes potentially underlying links to disease outcomes. Journal of Behavioral Medicine, 29: 377–387.*

Women's Group on Public Welfare (England), Subcommittee of the Women's Group on Public Welfare and The National Council of Social Service, 1948: *The neglected child and his family. London: Oxford University Press.*

Women's Group on Public Welfare, 1943: *Our towns: a close-up. London: Oxford University Press.*

Slovarček

Kortizol. Kortikosteroidni hormon, ki nastane v skorji nadledvične žleze. Izloča se v stresnih položajih. Njegova vloga je zviševanje krvnega tlaka in krvnega sladkorja ter imunosupresija - utišanje imunskega odziva na vnetje. Na ta način kortizol pripravi telo na ustrezen odziv v stresnem položaju. Ko naši možgani zaznajo stresni položaj, raven kortizola v krvi nemudoma naraste. Iz mišic se sprostijo aminokisljine, iz jeter glukoza in maščobne kisline, ki se izplavijo v krvni obtok. Tako telo dobi izjemno količino energije za boj, beg in rešitev. Hkrati telo ustavi vse procese, ki niso nujni za obstoj v tistem trenutku. Odpornost, občutek sreče in zadovoljstva v trenutku preživetja niso bistveni.

Os hipotalamus-hipofiza-nadledvičnica (os HHN). Predstavlja glavne živčne centre v telesu, ki se aktivirajo ob stresu in delujejo v hierarhičnem redu s številnimi povratnimi zankami. Delovanje osi uravnavajo dražljaji iz limbičnega sistema v možganih, ki se nadaljujejo v paraventricularno jedro hipotalamusa. Ta vsebuje nevrone, ki sproščajo kortikotropin sproščajoči hormon (angleško *Corticotropin Releasing Hormone* ali *CRH*) in vazopresin (angleško *Arginine Vasopres-*

sin ali AVP). CRH in AVP prek portalnega sistema hipofize dosežeta adenohipofizo in sprožita izločanje kortikotropina (angleško *AdrenoCorticoTropic Hormone* ali *ACTH*) in še nekaterih drugih peptidov. ACTH preko systemskega krvnega obtoka v nadledvični žlezi uravnava sintezo in izločanje kortizola v skorji. Na delovanje osi vpliva več negativnih povratnih zvez. V povratnih zvezah delujejo receptorji za glukokortikoide v adenohipofizi, hipotalamusu in hipokampusu. Vzporedno z osjo hipotalamus-hipofiza-nadledvična žleza se aktivira simpatično-adrenalni sistem (avtonomno simpatično živčevje in sredica nadledvične žleze).

C-reaktivni protein (CRP). Reaktant akutne faze vnetja. Je protein, ki nastane v jetrih in se sprosti v krvni obtok nekaj ur po poškodbi tkiva, ob okužbi ali vnetju. Z znaki in simptomi bolezni nam pomaga določiti, ali gre za težko ali lažjo, akutno ali kronično stanje pri bakterijskih okužbah, glivičnih okužbah, pelvičnih vnetjih, vnetnih črevesnih boleznih, nekaterih oblikah artritisa, avtoimunih boleznih, na primer lupusu ali vaskulitisu. Ni specifičen za bolezni, je pa glavni, cenovno ugodni označevalec okužbe in vnetja, ki ga uporabljajo tudi zdravniki splošne medicine.

Hidrogeologija • Prepustnost sedimentov in kamnin. Pogled skozi oči zgodovine znanosti

Prepustnost sedimentov in kamnin Pogled skozi oči zgodovine znanosti

Mihael Brenčič

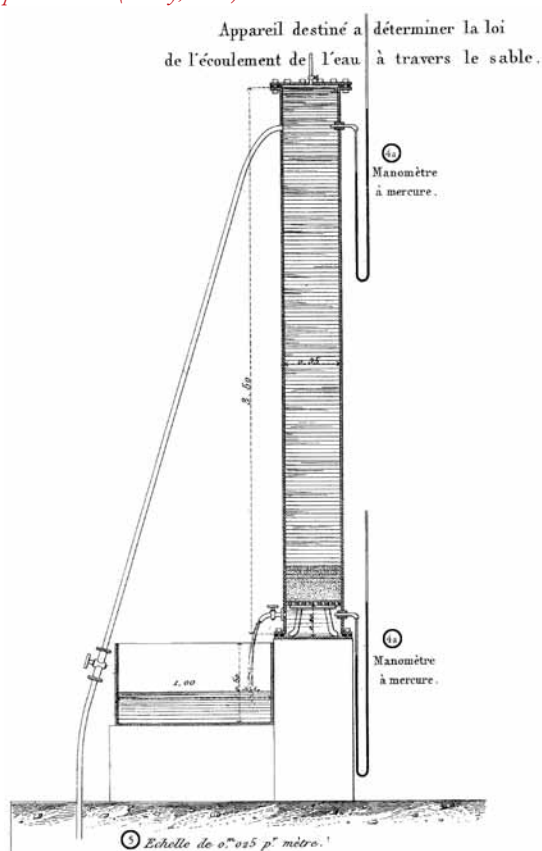
Slovenski ljudski pregovor pravi: »Voda, ki preteče sedem kamnov, se očisti.« Ta in še mnogi drugi pregovori nam odkrivajo lastnosti vode in zakonitosti okolja, v katerem se pojavlja. Hkrati nam dokazujejo, da so številne naravne zakonitosti poznali in uspešno izkoriščali že prednamci. Tako je eden najstarejših tehnoloških postopkov čiščenja onesnažene vode, ki jo želimo uporabiti za pitje, precejanje vode skozi peščen filter. V skladu s pregovorom peščen filter ni nič drugega kot veliko drobnih kamnov, preko katerih teče voda in se očisti. Napotek za izdelavo in uporabo takšnega peščenega filtra bomo našli v vsaki knjigi ali priročniku, ki se ukvarja s preživetjem v naravi ali s tem, kako ravnati v primeru naravnih nesreč. V prazen sod nasujemo različno debele plasti peska, katerih debelina zrn se zmanjšuje od mesta vtoka vode proti njenemu iztoku. Če se želimo še dodatno zavarovati, med plasti peska vstavimo še plast aktivnega oglja. Podob-

ne peščene filtre, le da mnogo večjih dimenzij, bomo še danes našli v marsikaterem zajemnem objektu za pitno vodo ali pa v kakšni od tovarn, ki kot surovino potrebuje čisto vodo. Postopek čiščenja vode s peščenimi filtri je že zelo star, poznala so ga stara ljudstva. Za potrebe oskrbe prebivalstva s pitno vodo ga na posreden način uporabljamo tudi takrat, ko zajemamo podzemno vodo. V primerjavi z drugimi vodami je ta po svoji sestavi povsem drugačna, ker teče skozi številne plasti kamnin in sedimentov in se pri tem prečisti ter obogati z raztopljenimi snovmi.

Preselimo se v Francijo prve polovice 19. stoletja, v mesto Dijon, glavno mesto vzhodne Burgundije, ki leži približno 200 kilometrov jugovzhodno od Pariza. Že stoletja dolgo je imelo mesto težave z zdravo pitno vodo. Moderni razvoj, ko se je pričela razvijati industrija ter so se gradile nove transportne povezave, je terjal tudi izboljšanje sanitarno-higienskih razmer v me-

stu. Kot mestni inženir je v takratnem obdobju služboval Henry Darcy, ki je dobil nalogo, naj izpelje izgradnjo novega vodovodnega sistema ter poskrbi za zdravo in čisto pitno vodo. Kot vseh drugih svojih projektov se je tudi tega dela lotil zelo zavzeto. V letih od 1828 do 1834 je Darcy na podlagi zamisli, ki so segale še v 16. stoletje, skrbno analiziral razmere v mestu in v okolici. Na podlagi teh rezultatov je nato izdelal projekt in ga predložil mestnemu svetu. Tako kot danes je tudi takrat preteklo veliko časa od načrtov do izvedbe. Z gradnjo so začeli leta 1839 in glavino del dokončali leta 1840, zaključna dela pa opravili šele leta 1844. Ko je bil vodovod dokončan, je bil to eden najsoodobnejših vodovodnih sistemov v Evropi in je

Slika 1: Darcyjeva naprava za merjenje prepustnosti permeameter (Darcy, 1856).



pomenil zgled številnim drugim. Dijon je dobil sodoben vodovodni sistem dvajset let pred sve-tovno prestolnico Parizom.

Kot rešitev za občasno onesnaženje vode iz kraškega izvira z imenom Rosoir, ki je napajal vodovodni sistem, si je Darcy zamislil čiščenje vode s pomočjo peščenega filtra. Zgradil je podobno napravo, kot jo je kasneje uporabljal tudi pri svojih poskusih (slika 1). V jekleni cilinder je nasul pesek. Vodo je v cilinder dovajal zgoraj in jo izpuščal spodaj, poleg tega je na mestu vtoka in iztoka vode iz cilindra meril tlak vode. Ker ga je zanimalo, kateri pesek je za čiščenje onesnažene vode primernejši, je v cilinder vstavljal peske različne zrnavosti, eksperimentiral pa je tudi z različno dolžino in prečnim presekom cevi. Mnogo let kasneje je poskus ponovil v nadzorovanih razmerah in opis tudi objavil.

Darcy je s svojimi poskusi prišel do preprostitih, a zelo pomembnih sklepov. Peski, ki jih je vgradil v cilinder, so vodo prevajali zelo različno. Skozi nekatere je voda komajda tekla, skozi druge pa tako hitro, da je le težka uspel napolniti cilinder z vodo in vzpostaviti stalen pretok. Prav tako je ugotovil, da na pretok vode skozi cev vplivajo razlika v tlaku vode med spodnjim in zgornjim delom cilindra ter tudi prečni presek in dolžina cilindra. Ugotovil je, da je volumski pretok vode skozi cilinder premosorazmeren razliki tlakov, izmerjenih na manometrih, in prečnemu preseku cilindra ter obratno sorazmeren dolžini cilindra. Če želimo ta razmerja predstaviti kvantitativno, to je z enačbo, moramo v ta razmerja vstaviti še premosorazmernostni koeficient. Ker ta koeficient podaja prepustnost peska v cilindru, ga imenujemo koeficient prepustnosti. Ta razmerja lahko zapišemo s preprosto enačbo, ki jo po njegovem odkritelju imenujemo Darcyjev zakon:

$$Q = -KA \frac{\Delta h}{L} ,$$

kjer je Q volumski pretok, A prečni presek cilindra, K koeficient prepustnosti, Δh

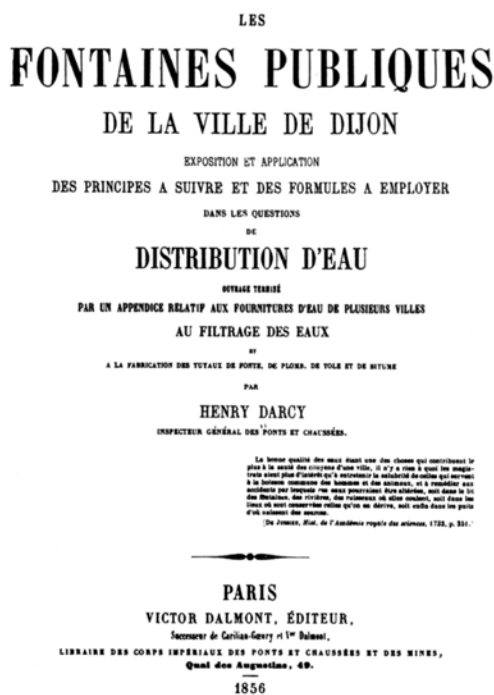
razlika tlaka med manometroma in L dolžina cilindra med manometroma. Razmerje $\Delta h/L$ imenujemo hidravlični gradient. Čeprav bomo v hidrogeologiji zasledili še številne druge fizikalne zakone, ki so mnogo bolj zapleteni, je Darcyjev zakon temeljni hidrogeološki zakon, ki nam pomaga razumeti osnovne značilnosti toka podzemne vode in njene porazdelitve v prostoru.

V znanosti in vsakdanji hidrogeološki praksi nas ne zanima le prepustnost peskov, temveč vseh sedimentov in kamnin, zato na splošno govorimo o prepustnosti geoloških snovi, če to prenesemo še na vse porozne materiale, pa o prepustnosti poroznih snovi. Prepustnost opredelimo kot sposobnost sedimenta ali kamnine, da prevaja vodo. Fizikalni parameter prepustnosti zasledimo tudi pri drugih materialih, za katere je značilna poroznost: od gradbenih materialov do hrane in različnih umetnih mas. Prav tako materiali niso prepustni le za vodo, temveč tudi za druge tekočine, tako pline kot kapljevine. Če bi bili dosledni, bi morali govoriti o vodoprepustnosti, ko imamo v mislih tok vode skozi pore, in o drugih vrstah prepustnosti, kadar govorimo o prepustnosti drugih kapljev. Tako bi na primer pri onesnaženjih prodiv z razlitem nafte govorili o naftoprepustnosti.

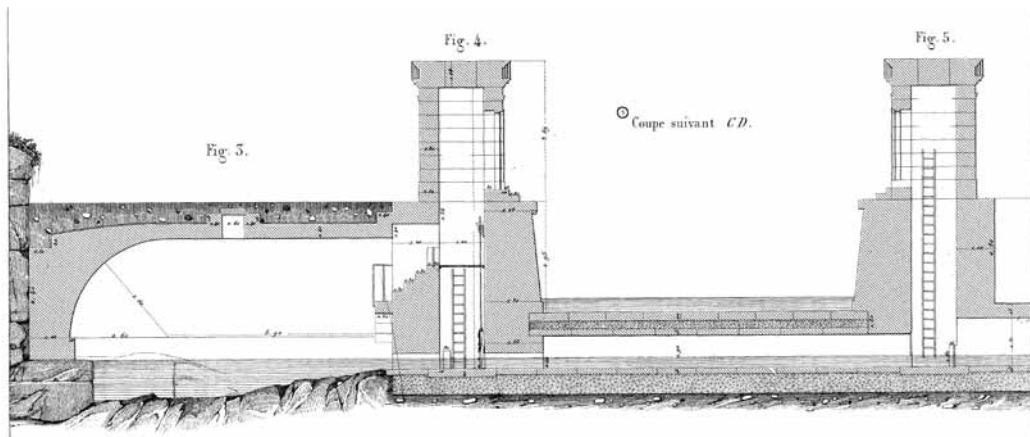
Svoje odkritje in rezultate eksperimentiranja je Darcy objavil leta 1856 v danes znameniti knjigi *Javni vodnjaki mesta Dijon*. V francoščini se naslov knjige glasi *Fontaines publiques de la ville de Dijon* (slika 2). V delu na dolgo in na široko opisuje načrtovanje, gradnjo in pogoje obratovanja mestnega vodovoda. Hkrati s tem so v tej knjigi temeljito opisani številni drugi poskusi. Knjiga vsebuje obsežne grafične priloge, ki predstavljajo mojstrovino inženirske risbe. Tako pretanjeno izrisanih risb (slika 3) v inženirski praksi danes ne bomo več zasledili, včasih pa so bile standard in dokaz za dobro opravljeno načrtovalsko delo. Darcy je v svoji

knjigi razmišljal in izpeljeval dinamiko podzemne vode tudi širše, kar dokazujejo poenostavljeni geološki profili (slika 4). Pri listanju knjige naletimo na nenavadni položaj opisa morda njegovega najpomembnejšega odkritja, zakona, ki nosi njegovo ime. Ta je sramežljivo skrit kot dodatek na koncu knjige. V knjigi ga najdemo le z največjim trudom in čeprav v njej kar mrgoli različnih enačb, saj je bil Darcy odličen hidravlik in torej več matematike in fizike, je zakonitost, do katere je prišel, opisal le z besedami. To je tudi vzrok, zakaj je preteklo kar nekaj časa, da se je Darcyjev zakon uveljavil v praksi in teoriji. Pravo uporabnost Darcyjevega zakona je pokazal šele Darcyjev sodobnik in vrstnik Jules Dupuit (1804–1866), drugi pomembni francoski inženir za razvoj hidravlike podzemne vode, katerega delo je v mednarodnih znanstvenih krogih mnogo bolj znano v mikroekonomiji kot na področju hidravlike podzemne vode.

Delo Henrya Darcyja je izredno pomembno tudi na mnogih drugih področjih mehanike tekočin in hidrotehnike. Skupaj z nemškim

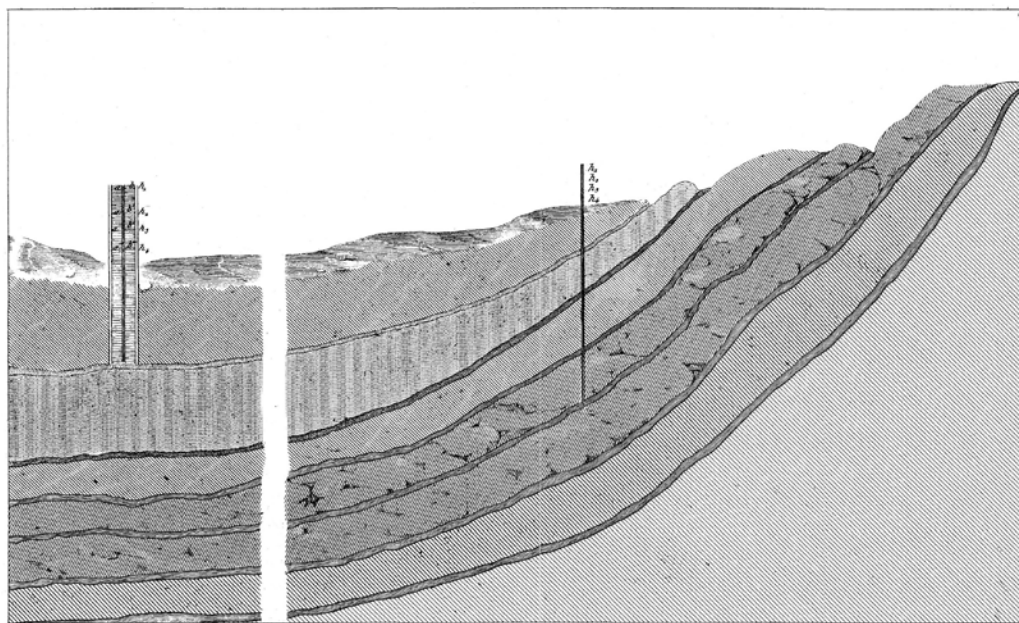


Slika 2: Naslovnica Darcyjeve knjige *Javni vodnjaki mesta Dijon*.



Slika 3: Načrt zajetja na kraškem izviru Rosoir pri Dijonu (Darcy, 1856).

Slika 4: Shematski geološki prerez s prikazom arteskkih vodonosnikov (Darcy, 1856).



inženirjem Juliusom Weisbachom sta odkrila osnovne zakonitosti toka tekočin v cevi pod tlakom in po njima se ta zakonitost imenuje Darcy–Weisbachov zakon. Našteli bi lahko še mnoge druge njegove znanstvene in inženirske dosežke.

Kdo je bil Henry Darcy, ki je tako pomembno zaznamoval razvoj hidravlike in hidrogeologije? Henry Darcy se je rodil leta 1805 v Dijonu očetu dacarju in materi gospodinjji. Leta 1807

se mu je pridružil še brat, ki je kasneje naredil izredno uspešno kariero v državni administraciji in je v poznejšem življenju s svojimi zvezami v marsičem pomagal svojemu starejšemu bratu. Ko je bil Henry star 14 let, mu je umrl oče. Družina je ostala brez sredstev za preživljanje, a se je mati zelo dobro zavedala pomena dobre izobrazbe za sinova. Uspela jima je priskrbeti štipendiji mesta Dijon, pomagali pa so jima tudi premožnejši sorodniki. Mladi Henry se je



Slika 5: Henry Darcy leta 1821 v času šolanja na L'École Polytechnique (po Simmons, 2008).



Slika 6: Henry Darcy v kasnejših letih svojega življenja (po Simmons, 2008).

leta 1815 najprej vpisal na gimnazijo v Dijonu, nato pa je v Parizu leta 1821 pričel obiskovati znamenito L'École Polytechnique (slovensko Politehnika), na kateri je v času njegovega študija predaval Baptiste Joseph Fourier, utemeljitelj fizike prevajanja toplote in odkritelj številnih pomembnih matematičnih metod, ki imajo med drugim tudi velik pomen pri preučevanju toka podzemne vode. Kdo ve, če se nekatere od idej, ki so ga proslavile kasneje, v mladem Henryu (slika 5) niso zasidrle že takrat, saj so matematični zapisi nekaterih enačb toka podzemne vode in transporta toplote enaki. Leta 1823 se je Darcy vpisal na L'École des Ponts et Chaussées (Šola za mostove in ceste), prav tako znamenito in še danes prestižno šolo, na kateri so šolali gradbene inženirje, ki so skrbeli za javne stavbe po celotni Franciji in njenih kolonijah. Iz vrst te šole so izšli številni znameniti arhitekti in gradbeniki. Na njej so delovali svetovno znani znanstveniki, kot so Saint-Venant, Biot, Cauchy, Coriolis, Fresnel, Gay-Lussac in

Navier. Šolanje je končal leta 1826. Čeprav je bil takoj po dokončanju šole s strani nadrejenega ministrstva dodeljen v javno službo na območju Departmaja Jure na meji s Švico, je mestni svet Dijona kmalu dosegel, da so ga prestavili v rojstno mesto. Na položaju mestnega in departmajskega gradbenega inženirja različnih uradniških stopenj je ostal vse do leta 1848, ko se je moral zaradi političnih razlogov, ob vzponu Druge republike, odseliti v Pariz. Darcy se je med svojim delovanjem v Dijonu proslavil s številnimi javnimi deli, od gradnje plovnih kanalov, mostov in izgradnje mestnega vodovoda do svojega največjega gradbeniškega dosežka, gradnje dela železniške proge Pariz–Dijon, po kateri še danes teče trasa francoske hitre železnice TGV. Kot uspešen gradbeni inženir je imel za takratne čase zelo solidne dohodke, ki so presenetljivo visoki tudi v današnjih razmerah. Njegova letna plača, preračunana v današnje vrednosti, je znašala 1,5 milijona evrov. Kljub temu, da je bil v svojem

delovanju povsem apolitičen in je s svojim denarjem pogosto podpiral številne javne ustanove, ob revoluciji leta 1848 kot uspešni javni delavec prejšnjega režima ni bil več zaželen in je moral oditi. Intenzivno delo je pri njem že pred tem povzročilo izgorelost, kar je močno načelo njegovo zdravje, po politični odstavitvi pa se je njegovo zdravstveno stanje le še poslabšalo. Ko se je v nekašnem pregnanstvu naselil v Parizu, je začel močno bolehati. Kljub temu, ali pa morda prav zaradi tega, se je v tem zadnjem obdobju svojega življenja intenzivno posvetil raziskavam. S poskusi je začel preverjati izkušnje, ki si jih je nabral med svojim praktičnim gradbeniškim delom. To je počel predvsem z namenom, da bi izboljšal vsakdanjo inženirsko prakso. Leta 1855 se je lahko vrnil v Dijon (slika 6), kjer je nato dokončal svoje temeljno delo *Javni vodnjaki mesta Dijon*. V okviru teh naporov je nadaljeval tudi z eksperimentalnim delom s cilindrom in peščenimi filtri, ki ga je začel že ob načrtovanju mestnega vodovoda. Poskuse je izvajal v eni od dijonskih bolnišnic. Po smrti matematika in fizika Augustina Cauchyja je bil leta 1857 izvoljen v Francosko akademijo znanosti, vendar te časti ni dolgo užival. V začetku leta 1858 je umrl star 54 let.

Nekoliko spremenjeno obliko naprave, ki jo je sestavil Darcy, bomo še danes našli v vseh hidrogeoloških in geomehanskih laboratorijih. Te naprave danes imenujemo permeometri. Poznamo njihove številne različice, odvisno od tega, kaj želimo in pod kakšnimi pogoji želimo izmeriti prepustnost. Naprave se med seboj razlikujejo predvsem glede na to, ali želimo meriti prepustnost kamnin ali sedimentov in ali gre za dobro ali slabo prepustne preizkušance. Merimo lahko tudi posebne vrste prepustnosti, kot je prepustnost nezasičenih poroznih snovi. Tako kot večina laboratorijskih poskusov se tudi ti izvajajo v nadzorovanih razmerah. Pomembno je predvsem, da jih izvedemo ob natančno določeni temperaturi vode in s čisto vodo. To nakazuje, da je koeficient prepustnosti odvisen od temperature, ta pa vpliva na viskoznost in gostoto vode, s katero izvajamo poskus. Zaradi tega poznamo tudi

pojem specifične prepustnosti. Koeficient prepustnosti je sestavljen iz dveh delov. Prvi del predstavlja koeficient med prostorninsko težo in kinematično visokoznostjo in tako podaja lastnosti tekočine. Drugi del imenujemo specifična prepustnost. Ta je neodvisna od lastnosti tekočine v porah in je povezana z obliko in velikostjo por, torej gre za parameter, ki je odvisen od geometrije por. Vendar pa specifično prepustnost v hidrogeologiji uporabljamo zelo redko. Najpogosteje se ta pristop uporablja v naftnem in plinskem inženirstvu, včasih tudi pri študiji onesnaženj vodnih virov z naftnimi derivati in drugimi organskimi spojinami.

V literaturi, tudi slovenski, bomo pogosto našli na izraz vodoprevodnost ali krajše prevodnost kot sinonim za prepustnost. A to je povsem drug fizikalni parameter, ki ga ne smemo zamenjevati s prepustnostjo. Prevodnost ali s tujko transmisivnost je fizikalni parameter, ki je opredeljen kot zmnožek koeficienta prepustnosti in debeline plasti, nasičene z vodo, in nam pove, koliko vode lahko prevaja ta plast. Ta parameter ima zelo pomembne praktične posledice pri črpanju pitne vode. Opraviti imamo lahko s plastjo, ki ima zelo veliko prepustnost, a če je tanka, kljub svoji veliki prepustnosti ne prevaja veliko vode. V nasprotnem primeru pa imamo lahko plast, ki je razmeroma slabo prepustna, a zelo debela, in lahko zaradi tega prevaja veliko vode. Ta fizikalni parameter porozne snovi ima zelo podobno lastnost kot prevodnost elektronskih elementov v elektrotehniki.

V mednarodnem sistemu enot (SI) je enota za koeficient prepustnosti meter na sekundo (m/s), kar nas napeljuje na to, da koeficient prepustnosti na posreden način nakazuje na hitrost toka podzemne vode. Razen v zelo izjemnih primerih, ko gre za tok podzemne vode na krasu ali v okolici črpalnih vodnjakov, podzemna voda v primerjavi s površinsko vodo teče zelo počasi. Če v vodotokih na površini voda neredko teče tudi s hitrostjo $1 m/s$, pa pri podzemni vodi ni tako. Primerjalno gledano o razmeroma visokih hitrostih podzemne vode govorimo že, če znaša hitrost toka dva metra na dan, pravi-

Sedimenti			
	Minimum [m/s]	Maksimum [m/s]	Povprečje [m/s]
prod	$3,0 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-3}$
debelozrnati pesek	$9,0 \times 10^{-7}$	$6,6 \times 10^{-3}$	$5,2 \times 10^{-4}$
srednjezrnati pesek	$9,0 \times 10^{-7}$	$5,7 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-4}$
drobnozrnati pesek	$2,0 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-5}$
melj	$9,0 \times 10^{-11}$	$7,1 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-7}$
glina	$1,0 \times 10^{-11}$	$4,7 \times 10^{-9}$	$9,0 \times 10^{-10}$
Kamnine			
	Minimum [m/s]	Maksimum [m/s]	Povprečje [m/s]
drobnozrnati peščenjak	$5,0 \times 10^{-9}$	$2,3 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-6}$
meljevec	$1,0 \times 10^{-11}$	$1,4 \times 10^{-8}$	$1,9 \times 10^{-9}$
bazalt	$2,0 \times 10^{-11}$	$4,3 \times 10^{-7}$	$9,5 \times 10^{-8}$
skrilavi glinavec	$2,0 \times 10^{-11}$	$1,1 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-8}$
zakraseli apnenec	$1,0 \times 10^{-6}$	$8,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-4}$
dolomit	$3,0 \times 10^{-9}$	$8,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-7}$
laporovec	$1,0 \times 10^{-13}$	$2,0 \times 10^{-9}$	$1,0 \times 10^{-10}$

Tabela 1: Prikaz značilnih vrednosti prepustnosti za različne sedimente in kamnine. Prirejeno po različnih virih.

loma pa so te hitrosti mnogo manjše, pogosto ne dosežejo niti enega milimetra na leto. Vse to je posledica koeficienta prepustnosti, ki poleg višinskih razlik vpliva na pretok podzemne vode. Ko govorimo o enotah za koeficient prepustnosti, moramo omeniti tudi enoto darcy, ki je enota za specifično prepustnost. To je enota, ki se jo tradicionalno uporablja v naftnem inženirstvu in ne sodi med enote v merskem sistemu SI, izražena pa je kot kvadrat dolžine. Hitrost, ki jo izračunamo s pomočjo koeficienta prepustnosti, je le navidezna hitrost. To hitrost pogosto imenujemo tudi Darcyjeva hitrost. Dejanska hitrost toka podzemne vode je nekoliko višja od hitrosti, kot jo dobimo neposredno iz Darcyjevega zakona. Vzrok za to je, da pore, skozi katere teče voda, zavzemajo le manjši del prostora celotnega sedimenta, ostali del pa tvorijo zrna. Voda teče okoli zrn različnih oblik,

zaradi tega je njena pot daljša, kot je dolžina med točko, pri kateri voda vstopa, in točko, iz katere izstopa. Zato je realna hitrost, ki jo imenujemo tudi filtracijska hitrost, nekoliko višja od Darcyjeve hitrosti.

Iz vsakdanje življenjske izkušnje vemo, da so nekatera tla prepustnejša od drugih. Če opazujemo dež, ki pada na prodna tla, voda ponikne v trenutku. V nasprotnem primeru se na glinenih tleh voda po deževju še dolgo zadrži, pogosto tako dolgo, da luže posuši šele sonce. Vse to nakazuje, da se sedimenti in kamnine po svoji prepustnosti med seboj zelo razlikujejo. V tabeli 1 so navedene vrednosti prepustnosti za nekatere sedimente in kamnine. Tabela je prirejena po različnih literaturnih virih in podaja le okvirne vrednosti z razponi od najmanjše do največje pričakovane vrednosti koeficienta prepustnosti. V zadnjem stolpcu je podana še pričakovana

Prepustnost [m/s]	Spodnja meja	Zgornja meja
zelo dobra prepustnost	$5,0 \times 10^{-3}$	
dobra prepustnost	$1,0 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-3}$
srednja prepustnost	$1,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-5}$
slaba prepustnost	$1,0 \times 10^{-9}$	$1,0 \times 10^{-7}$
zelo slaba prepustnost		$1,0 \times 10^{-9}$

Tabela 2: Opredelitev razredov prepustnosti za sedimente in kamnine.

povprečna vrednost, za katero pa ni nujno, da se nahaja na sredini intervala med najmanjšo in največjo vrednostjo. Na prvi pogled opazimo zelo velike razlike med posameznimi kamninami in sedimenti, poleg tega nam pade v oči tudi to, da gre za zelo majhne vrednosti, ki so manjše od števila ena in jih izražamo z negativnimi potencami števila deset. Prav zaradi takšnih vrednosti koeficienta prepustnosti je hitrost toka podzemne vode zelo nizka.

Med najprepustnejše sedimente sodijo prodi, ti so v povprečju skoraj desetkrat bolj prepustni kot debelozrnati peski. Med peski opazujemo velik razpon prepustnosti. Nekateri peski imajo za štiri velikostne rede višjo prepustnost kot drugi, to pomeni, da so desettisočkrat prepustnejši, in v takšnih peskih pri enakem hidravličnem gradientu skozi enako debelo plast teče desettisočkrat več vode. Še skrajnejša je primerjava med prodi in glinami. Če si ogledamo njihove povprečne vrednosti, vidimo, da se razlikujejo za sedem velikostnih razredov, kar pomeni, da so gline v povprečju desetmilijonkrat slabše prepustne kot prodi. Svet podzemne vode je deželna skrajnosti. Podobno velike razlike opazimo tudi med kamninami, le da imamo že znotraj posameznih vrst kamnin velike razlike v prepustnosti. Na tak primer širokega razpona vrednosti prepustnosti naletimo pri apnencih. Zelo zakrasel apnenec je tako prepusten kot kakšen prod, apneneci, ki niso zakraseli, pa so lahko izredno slabo prepustni. Njihove prepustnosti so velikostnega reda 10^{-13} m/s. Podobno zelo slabo prepustne so metamorfne in magmatske kamnine, njihova prepustnost pa

se zelo poveča, če so razpokane. Med sedimentnimi kamninami imajo zelo nizke prepustnost glinavci in laporovci, podobno kot sedimenti, iz katerih so nastali.

Tako velike razlike v prepustnostih kažejo, da skozi nekatere sedimente ali kamnine teče razmeroma veliko vode, druge pa zaradi zelo nizke prepustnosti vode skorajda ne prevajajo. Pri tako velikih razlikah v prepustnosti potrebujemo način, kako opredeliti posamezne razrede in intervale prepustnosti. V ta namen se je v hidrogeologiji vzpostavil sistem različnih razredov, kot ga prikazuje tabela 2. To klasifikacija so že pred časom vpeljali francoski hidrogeologi. O zelo dobri prepustnosti govorimo, kadar je ta večja od 5×10^{-3} m/s, o slabji prepustnosti pa takrat, ko je ta nižja od 10^{-7} m/s. Znotraj slabe prepustnosti ločimo dva razreda, pod prepustnostjo 10^{-9} m/s govorimo o zelo slabi prepustnosti. Čeprav v naravi ni neprepustnih kamnin ali sedimentov, pa v primeru, da je prepustnost nižja od 10^{-9} m/s, iz praktičnih razlogov govorimo o neprepustnih geoloških snoveh. Plasti s takšno prepustnostjo delujejo kot hidrogeološke meje ali bariere. V primerih zelo slabih prepustnosti je v naravnem okolju tok vode vezan predvsem na procese difuzije in osmoze, torej na fizikalno kemijske razmere v sedimentu ali kamninah in ne na tok pod vplivom sile teže, kot je to primer pri višjih prepustnosti, ko tok podzemne vode opišemo z Darcyjevim zakonom.

Darcyjevo inženirsko in znanstveno delo je sredi 19. stoletja odprlo pot k razumevanju pojavljanja in toka podzemne vode. Šele z objavo

njegovega temeljnega in edinega objavljene- ga dela *Javni vodnjaki mesta Dijon* se je začel znanstveni razvoj hidrogeologije. Pred tem je obravnava podzemne vode temeljila predvsem na izkušnjah. Danes je pomemben del hidrogeologovega dela ugotavljanje vrednosti koeficienta prepustnosti kamnin in sedimentov na obravnavanem območju. Rezultati meritev prepustnosti, sprva peskov, ki so bili pomembni predvsem kot sestavni deli filtrov za čiščenje pitne vode, nato pa še vseh drugih kamnin in sedimentov, so odprli razumevanje hidrogeoloških značilnosti kamnin in sedimentov. Od tod

dalje je bil le še korak do razumevanja vodonosnikov in drugih hidrogeoloških pojavov. O tem pa bo tekla beseda na drugem mestu.

Literatura:

Darcy, H., 1856: *Fontaines publiques de la ville de Dijon*. Angleški prevod: Bobeck, P., 2004: *The Public Fountains of the City of Dijon*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 506 str.

Simmons, C. T., 2008: *Henry Darcy (1803–1858): Immortalised by his scientific legacy*. *Hydrogeological Journal*, 16: 1023–1038.

Paleontologija • Triasni rinholiti iz Crngroba

Triasni rinholiti iz Crngroba

Matija Križnar in France Stare

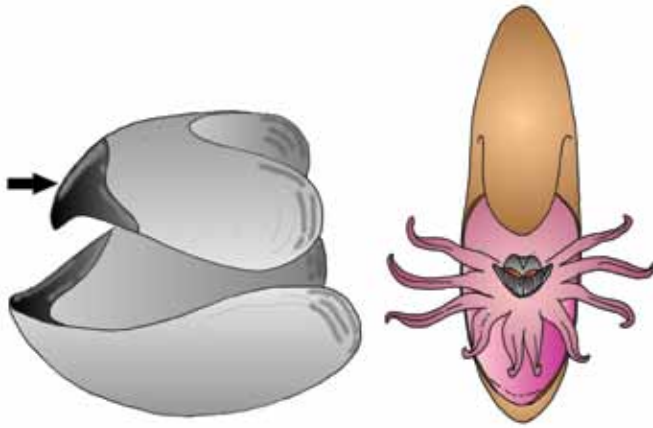
Skoraj vsakdo je že slišal za ostanke starodavnih živali z zavito hišico – amonite. A hišice niso edini ostanki, ki so se ohranili za glavonožci. Med množico ostankov fosilnih glavonožcev najdemo tudi pogoste aptihe, ki naj bi bili nekakšni pokrovčki ali celo čeljusti teh mehkužcev. Veliko bolj redki – predvsem v Sloveniji – pa so roževinasti ostanki čeljusti ali rinholitov glavonožcev.

Rinholiti (angleško *rhyncholites*) so kleščam podobne čeljusti, ki jih imajo danes mnoge sipe, hobotnice, lignji in navtilidi (slika 1). Te čeljusti spominjajo na kljun večjih papig, zato jim biologi tudi rečejo kar kljuni. Zgrajeni so iz roževine, kjer je konica kljuna verjetno tudi kalcificirana. Tudi v geološki preteklosti so že živeli mnogi glavonožci, kot so hobotnice, si-



Slika 1: Roževinasti del čeljustnice ali kljun današnje hobotnice iz Jadrana. Dolg je približno dva centimetra.

Foto: Matija Križnar.



Slika 2: Rekonstrukcija aparata z rinholitom (puščica) in položaj pri triasnem navtilidu.

Risbi: Matija Križnar.

Slika 3: Ostanek triasnega rinholita iz Crngroba. Rinholit ima značilno in prepoznavno obliko, medtem ko je gradivo, ki gradi fosil, nadomeščeno z drugim gradivom (kremen). Primerek je visok približno dva centimetra in pol.

Najdba in zbirka: France Stare. Foto: Matija Križnar.



pe in lignji, in prav rinholiti so njihov edini dokaz o obstoju. Ostanke rinholitov najdemo skoraj po vsem svetu, zelo pogosti so v jurskih in krednih plasteh.

Pred leti so bili na najdišču mineralov in fosilov v Crngrobu blizu Škofje Loke odkri-

ti ostanki triasnih rinholitov. Sprva je bila najdba najditelju neznan, a je bila uganka kmalu razrešena, saj značilna oblika rinholitov omogoča prepoznavo. Crngrobski rinholiti imajo značilno obliko, ki jo srečamo pri nekaterih triasnih navtilidih, kot na

primer pri rodu *Germanonautilus* ter jurskih navtilidih (slika 2). Vsi najdeni primerki so približno enako veliki in podobnih oblik. Najbolje ohranjeni primerek ima zgoraj večji trikotno oblikovani pokrov, na sredini se telo rinholita zoži, nato pa ponovno razširi v trikotni spodnji del (slika 3). Poleg oblike so crngrobski rinholiti zanimivi tudi s stališča

fosilizacije (tafonomije). Na najdišču fosilov pri Crngrobu so mnogi fosili okremenjeni, kar velja tudi za opisane rinholite. Očitno so bili ti ostanki med fosilizacijo raztopljeni v kamnini. V procesu fosilizacije je izpraznjene prostore kasneje zapolnil kremen oziroma s kremenom bogato gradivo.

Nove knjige • Polži in školjke slovenskega morja

Polži in školjke slovenskega morja



Jan Simič, 2014: Polži in školjke slovenskega morja, vodnik za določanje pogostejših polžev in školjk našega morja. Mediteranum. 187 strani.

Vsako ima doma pisano lupino školjke ali hišico polža, ki jo je pobral na kateri izmed slovenskih plaž. Sedaj lahko tej lupinici ali hišici dodate tudi ime, ki ga verjetno najdete v najnovejši knjižici oziroma vodniku izpod peresa biologa Jana Simiča. Vsi, ki smo odraščali le ob nekaterih hrvaških vodnikih po jadranskih in sredozemskih mehkužcih, je nova knjiga velik preskok. Knjižica je s svojo razsežnostjo primerna tudi za teren-ske sprehode in zlahka zdrsi v žep. Uvodne strani so namenjene osnovni predstavitvi mehkužcev, seveda s poudarkom na školj-

kah in polžih. Ne manjka tudi pojmovnik, z razlagami pojmov in tudi razlikami med školjkami in polži. Glavni del je oblikovan pregledno in enostavno. Vsaka vrsta poleg latinskega imena pogosto vsebuje tudi slovensko ime in domača imena, ki jih uporabljajo ribiči in domačini. Sledijo opisi lupine ali hišice, velikost, življenjsko okolje in na koncu zanimivosti ter tudi primerjava z drugimi podobnimi vrstami. Celotni opis je opremljen tudi z izvirnimi simboli, ki pojasnjujejo, s čim se vrsta hrani, ali je ogrožena ter njen prvotni izvor (tujerodna vrsta). Slike primerkov so skrbno izbrane, čeprav bi lahko bile nekatere tudi nekoliko večje, a to pomanjkljivost pogosto nadomestijo slike vrst v življenjskem okolju. Pričujoča knjižica zagotovo sodi na knjižno polico vsakega naravoslovca, študenta ali zbiralca. Vsekakor pa je treba poudariti, da žive školjke in polži sodijo v svoje naravno okolje in le njihove prazne hišice in lupine v naše žepe, kot poudarja avtor. Očitno avtor še ni končal s svojimi potepanji po slovenski obali in globinah Tržaškega zaliva, saj bo sedaj predstavljenim školjkam in polžem gotovo dodal še kakšno ali kakšnega več, mogoče v novi knjižici.

Matija Križnar

Uspešna gnezditev sloke (*Scolopax rusticola*) v Sloveniji

Peter Grošelj



Sloka na gnezdu. Foto Tadej Lab.

Bilo je 28. marca leta 2014, ko me je poklical Tone Jerina iz Sežane. Dan prej, 27. marca, sta skupaj s Tadejem Lahom na sprehodu po gozdu splašila na tleh prikrito ptico. Pravzaprav jo je splašil pes, ki sta ga sprehajala. Ptica temnorjave barve in golobje velikosti je poletela pred psom ter potem kot ranjena stekla po tleh. Na mestu, od koder je ptica zletela, sta našla gnezdo s štirimi jajci. Jajca so bila hruškaste oblike, posuta s številnimi temnimi lisami. Po njunem mnenju je bila ptica verjetno sloka (*Scolopax rusticola* Linnaeus, 1758). Oba imenovana sta lovca in sta jo poznala pod imenom šnef. Po opisu sodeč sta imela prav, saj je bilo najdeno prav gnezdo sloke. Se pa pomembnosti najdbe takrat nista zavedala.

Ker v naslednjih dneh nisem imel časa, da bi si gnezdo ogledal, sem pa želel, da bi bila gnezditev dokumentirana, sem predlagal, da to čim prej opravi Tone. Po mojih navodilih sta si skupaj s Tadejem Lahom gnezdo ogledala še enkrat. Gnezdo je fotografiral kolega Tadej. Ko pa se je približeval gnezdu, je ptica tam kar vztrajala, zato ni fotografiral le jajc, pač pa tudi valečo sloko. Jajca sta s kljunastim merilom tudi izmerila.

Po nemških podatkih o raziskovanju gnezditve modre taščice mi je znano, da so ptičja gnezda na tleh ali v nizki podrasti, ob večkratnem obiskovanju človeka, skoraj vedno izropana. Zato sem prosil Toneta, naj gnezda ne obiskuje več. Kune in lisice namreč radi hodijo po človeških poteh, ko en-



Gnezdo z jajci. Foto Tadej Lab.

krat pridobijo pozitivne izkušnje iz takega sledenja. Dogovorili smo se, da bomo skupaj obiskali gnezdo potem, ko bi se ptice verjetno že izvalile in jih z našim obiskom ne bi več motili. Tako smo v nedeljo, 13. aprila, obiskali gnezdo. Bili smo prijetno presenečeni, saj je bil rezultat gnezditve nedvomno uspešen. Gnezdo je bilo nepoškodovano, v njem pa lupine štirih slokinih jajc. Po tem, kako so bile lupine odprte, je gotovo, da so »piščančki« pred kratkim sami odprli jajca ter odkorakali v svet.

Mladiči se izvalijo skoraj hkrati in po nekaj urah, ko se mladiči posušijo, jih samica odpelje stran od gnezda. V prvem dnevu deset do trideset metrov stran, v naslednjih 24 urah pa že sto do stopetdeset metrov daleč. Sloka namreč ne hrani mladičev v gnezdu. Pomaga jim pri iskanju hrane – to so majhne žuželke, pajki, deževniki, polžki in drugi nevretenčarji. Ob hladnem vremenu, dežju in ob počitku jih pokrije s svojim perjem.

Mladiči so dejavni podnevi, predvsem pa v jutranjem in večernem mraku. Mladiči odrastejo že v dobrih treh tednih, po dobrih desetih dneh pa lahko že prvič poletijo. Samice so spolno zrele že naslednje leto, samci pa potrebujejo še eno leto več.

Zelo zanimivo je mesto uspešne gnezditve sloke. Mnogi izkušeni ornitologi bi jo verjetno iskali marsikje v Sloveniji, predvsem v vlažnih senčnih gozdovih, morda po nižinah, morda v sredogorju. V teh krajih je namreč doslej veljala za pričakovano gnezdilko. Prav gotovo je ne bi iskali v okolici Sežane. In gnezdo je bilo prav tam, kjer ga ne bi pričakovali. Najdeno je bilo blizu kraja Žirje, nekaj kilometrov vzhodno od Sežane na nadmorski višini 394 metrov.

Vegetacija, kjer je bilo gnezdo, je značilna zaraščena kraška gmajna z rahlim nagibom proti jugozahodu. Gmajna je v fazi poznega zaraščanja. V progresivni fazi so mali jesen (*Fraxinus ornus*), rešeljika (*Prunus mahaleb*)



Gnezdo z lupinami. Foto Peter Grošelj.

ter črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), brin (*Juniperus communis*), žajbelj (*Salvia officinalis*) ... Zelnatih rastlin in druge podrasti skoraj ni bilo. Nadraslo drevje predstavljajo posamezni črni bori (*Pinus nigra*), ki pa kažejo s svojim presvetljenimi krošnjami zelo slabo življenjsko moč. Tla so kamnita, odcedna, z zelo plitvim slojem humusa, debelim tri do šest centimetrov in pokritim s plastjo listja, pomešano z borovimi iglicami. Po tleh so stari storži črnega bora. Kakšnih trideset metrov od gnezda vodi slepa kolovozna pot. Ob robu poti rastejo posamezni grmi rumenega dreva (*Cornus mas*) in čistilne kozje češnje (*Rhamnus catharticus*).

Da bi ovrednotili pomembnost najdbe slokine gnezditve, je treba poiskati starejše podatke o gnezditvi sloke v Sloveniji. Daleč največ podatkov najdemo v starejših letnikih revije *Lovec*. Večino teh podatkov je strnil Miha Adamič (1976) v *Proteusu* v članku z naslovom *Gnezditve velikega kljunača* (*Scolo-*

pax rusticola) v Sloveniji, da ali ne?

Ne gre dvomiti v verodostojnost teh podatkov ter dobronamernost piscev. Način pisanja je značilen za tisto obdobje in predstavlja nekakšno lovsko leposlovje, ki je poljudno in za razliko od mnogih suhoparnih ornitoloških besedil, kot jih pisci pišejo danes, lepo berljivo. Ob pozornem branju pa se pokaže kar nekaj vsebinskih vrzeli. Z malo izjemami pisci prispevkov niso bili očitvidci dogodkov in opazovanj slok (takrat velikih kljunačev), pač pa so podatke povzeli po pričevanju in izpovedih drugih lovcev. Od dogodka do objave je trajalo dolgo obdobje, v enem primeru enajst let, v drugem celo sedemindvajset. Pri nekaterih zapisih časovne oddaljenosti ni mogoče ugotoviti, ker manjka datum opazovanja oziroma najdbe. Iz okvirnih podatkov pa je do objave trajalo tudi desetletje in več. Z današnjim poznavanjem gnezditvene biologije sloke so tudi pomanjkljivo ali pa sploh niso



Gnezditveni življenjski prostor sloke – zaraščena gmajna na sežanskem krasu. Foto Peter Grošelj.

opisani »mladiči v gnezdu«, saj kebkici že po nekaj urah zapustijo kraj izvalitve. Tudi kasnejša opazovanja, očitno že samostojnih mladičev, niso natančneje opisana. Posebej bi bilo pomembno vedeti, kako je opazovalec ugotovil, da je videl mlado sloko. Prvoletne ptice se po perju namreč ne ločijo od odraslih ptic. Kaj pa, če je šlo za zamenjavo za podobno, vendar manjšo kozico (*Gallinago gallinago*)? Pri poletnih opazovanjih je težko razmejiti čas, do kdaj lahko opazujemo morebitne gnezditke in kdaj se pojavijo prvi prišleki s severa. Poletna opazovanja, tudi zgodnja, nam še ne povedo, kakšen je njihov gnezditveni status. Samo teritorialno obnašanje in svatovsko oglašanje ne pomenita nujno tudi gnezditvev, saj gre lahko za nesparjene osebkke. Od starejših podatkov bi bila najbližje mesto sedaj najdenemu gnezdu pri Sežani iz Dobrave pri Koprju, kjer so »kljunača« opazovali »preko poletja« (Fran Rojina, 1928). V *Atlasu Slovenije* sem na-

šel kraj Dobrava tik ob morju med Izolo in Piranom. Samo ugibamo lahko, ali je bil v *Lovcu* mišljen prav ta kraj. Opozoriti je treba, da so ti kraji po prvi svetovni vojni pripadali Kraljevini Italiji in je rapalska meja že več let potekala daleč stran, to je pri Planini in Postojni. Pisec ne omenja, kako je sploh prišel do teh podatkov in ali je bilo opazovanje »preko poletja« sploh gnezditveno sumljivo.

Za primerjavo, kako redki so podatki o najdbah gnezdečih slok v naših sosednjih državah, pogledjmo nekaj podatkov.

Na Hrvaškem je sloka slabo poznana gnezditka. Iz razpoložljive literature je razvidno, da obstajajo domneve o gnezditvi v nižinskih hrastovih gozdovih panonske Hrvaške. Gnezditveno sumljivih naj bi bilo do petdeset pojočih oziroma teritorialnih samcev, gnezdo pa ni bilo nikoli najdeno. Domneva se tudi gnezditvena prisotnost v iglastih in mešanih gozdovih goratega dela Hrvaške

... V Italiji je sloka neredna gnezdilka na severu države do nadmorske višine 1.900 metrov. Gnezdi od prve polovice marca, večinoma sredi marca, pa do konca junija. V Avstriji je sloka redka gnezdilka na zelo različnih nadmorskih višinah, od 320 do 1.500 metrov. Nekoliko pogostejša naj bi bila na skrajnem zahodu države. V nam bližnji avstrijski Koroški je populacija ocenjena na manj kot deset gnezdečih parov.

V novejši ornitološki periodiki v Sloveniji je bilo največ podatkov navedenih v reviji *Acrocephalus*. Večinoma gre za nakužna srečanja s sloko. Zabeležena je bila tudi pri januarskih zimskih štetjih vodnih ptic. Neposrednih namigov s konkretnimi podatki o možnih gnezditvah pa ni najti. Še najbolj izstopa članek Daretta Šereta (1989) z naslovom *Sloka*, ki je bil napisan na podlagi opazovanj na Ljubljanskem barju 3., 16., 28. in 29. junija leta 1988. Prispevek avtor zaključuje s trditvijo, da je to območje, kjer (sloka) skoraj zagotovo gnezdi, ne navaja pa konkretnjših podatkov. Prikriti dvom pa izraža v naslednjem stavku ob koncu prispevka, ko pravi: »Te izkušnje bom kasneje tudi drugod s pridom uporabil.« Še en prispevek vzbuja posebno pozornost: v njem Al Vrezec (2002) poroča o opazovanjih sloke v pogorju Krma. Opazovanje v večernem času 29. marca leta 1997 pa ni bilo prepoznavno kot gnezditveno sumljivo, pač pa naj bi šlo za spomladansko selitev.

Glede na dokaj pogoste podatke o domnevni ali verjetni gnezditvi sloke iz prve polovice prejšnjega stoletja lahko izpeljemo še dva zaključka. Verjetno je bila takrat sloka številčnejša. Pomembno merilo bi bilo število takrat uplenjenih slok, prav tako bi bili zelo pomembni informaciji dovoljeni čas in način lova sloke. Če se je ta zavlekel v pomladne mesece, je bilo bližnjih srečanj med človekom in sloko bistveno več kot danes. *Zakon o varstvu, gojitvi in lovu divjadi ter o upravljanju lovišč* (Ur. l. SRS, 25/76) še uvršča velikega kljunača (sloko) med lovne vrste med 1. avgustom in 15. januarjem. To je

veljalo do uveljavitve *Uredbe o zavarovanju ogroženih živalskih vrst* (Ur. l. RS št. 57/93) od 14. oktobra leta 1993. Ta je zavarovala nekatere živalske vrste, ki so prej veljale za lovne: velikega kljunača, kozico, grivarja, ruševca, gozdneja jereba ...

Kot sem že v uvodu omenil, je Tone Jerina s kolegom Tadejem Lahom jajca iz najdenege legla tudi izmeril: dve jajci sta bili veliki 41,5 x 33 milimetrov, drugi dve pa 42,5 x 33 milimetrov. Za primerjavo, Pazzuconi navaja za Italijo povprečne mere 43,5 x 32,9 milimetrov, za Belgijo 43,6 x 33,3 milimetrov, za Evropo pa navaja Makatsch 43,3 x 33,8 milimetrov. Ko smo skupaj, oba najditelja, moj znanec Andrej Tomažin in avtor tega članka, 13. aprila leta 2014 s posebnim zadovoljstvom ugotavljali nesporno uspešno gnezditve sloke, mi je bilo za trenutek žal, da nisem celega poteka gnezdenja posnel tudi s kamero. Ko pa sem dobro premislil, je bilo bolj prav, da je sloka v miru opravila svoje gnezditveno poslanstvo. Če bi morda prišlo do neuspeha pri gnezdenju, bi si vedno očital, da s snemanjem nisem ravnal prav.

O najdbi gnezda sloke sem pripovedoval Robertu Crnkoviću, strokovnjaku za gnezditveno biologijo ptic in oologu, ki mi je povedal dve zanimivosti. Slišal jih je od kolegov, angleških ornitologov. Na Otoku je sloka še dokaj pogosta gnezdilka. Ko je nekoč kmet na robu gozda kopal jarek, je za nekaj časa prekinil delo ter se čez čas tja vrnil. Izpod nakopane zemlje je, že delno zasuta, zletela sloka, na tem mestu pa je našel gnezdo z jajci. Pred tem je vztrajno ležala na gnezdu, vedoč, da je človek ne vidi. Ko pa se je znova približal, je napačno ocenila, da je bila medtem opažena. Tako so Angleži razvili način, kako najti njeno gnezdo. Opazovalec pregleda domnevno gnezdišče tako, da v smeri možne gnezditve napravi približno petnajst korakov, se ustavi ter s tega stojišča natančno pregleda ves teren okoli sebe. Napravi naslednjih petnajst korakov, se ustavi ter z novega stojišča pozorno pregle-

da tla v celotni okolici. Postopek počasi in umirjeno ponavlja dalje, včasih cik-cak, po lastni presoji, kje bi bilo gnezdo sloke. Ko pa bo opazovalec napravil nekaj naslednjih korakov, bo sloka zletela z gnezda, seveda, če tam gnezdi. S pozornim pregledovanjem z enega stojišča bo človek prišel v očesni stik z valečo, skrito sloko, čeprav je v resnici ni zagledal. Valeča ptica se vse do zadnjega zanaša na svojo izredno prikritost in se ne umakne. Če pa meni, da je bila odkrita, čeprav morda to sploh ni res, bo gnezdo zapustila in se tako izdala.

Da je nastal ta prispevek, se moram še zlasti zahvaliti Tonetu Jerini iz Sežane, ki me je na gnezditvev sloke pravočasno opozoril. Če pride taka izjemna novica do pravih ušes in pravih oči, je dragoceni podatek mogoče zapisati, dokumentirati in ohraniti. Sicer lahko zbledi v meglici časa, tako kot skrivnostna gnezdeča sloka izgine v temnih sencah bližnjega gozda. Zahvaljujem se tudi Robertu Crnkoviću, ki mi je pojasnil mnoge gnezditvene posebnosti sloke. Še prav posebej se zahvaljujem biologu Janezu Gregoriju za strokovni pregled, vsebinske in strokovne pripombe ter usmeritve, ki so pomembno pomagale pri nastanku članka o gnezditvi sloke pri nas.

Pripis: Ko sem že zaključil s pisanjem o gnezditvi sloke v Sloveniji, sem bil opozorjen na novico, objavljeno na spletu, o prvi ugotovljeni gnezditvi na Hrvaškem. Gre za prav presenetljivo ujemanje s prej opisanim gnezdenjem v Sloveniji. Lovec Pino Peteh iz Zminja v hrvaški Istri je v lovišču Zec 25. marca leta 2014 našel sloko, valečo na štirih jajcih. Kot rečeno, gre za prvo hrvaško znano in dokumentirano uspešno gnezditvev. Kot v našem primeru v Sloveniji so bile kasneje najdene lupine jajc, ki so nesporno kazale na uspešno izvalitev mladih. Po izjavi ravnateljice Zavoda za ornitologijo Hrvaške akademije znanosti in umetnosti (HAZU) dr. Jelene Kralj podatkov o gnezditvi sloke doslej skoraj ni bilo.

Literatura:

- Adamič, M., 1976: *Gnezditvev velikega kljunača (Scolopax rusticola) v Sloveniji, da ali ne?* Proteus, 38 (7): 262–264.
- Atlas Slovenije, 1992: *Ljubljana: Mladinska knjiga in Geodetski zavod Slovenije*.
- Blair, M., Hagermeter, W., 1997: *The Atlas of European Breeding Birds*. London: EBCC.
- Dvorak, M., in sod., 1993: *Atlas der Brutvögel Österreichs*. Wien.
- Dieter, F., 1994: *Das Blaukehlchen*. Berlin: Aula Verlag.
- Feldner, J., in sod., 2006: *Avifauna Kärntners – Die Brutvögel*. Klagenfurt.
- Gregori, J., Krečič, I., 1975: *Naši ptiči*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Geister, I., 1995: *Ornitološki atlas Slovenije*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Pazzuconi, A., 1997: *Uovi e nidi degli ucelli D'Italia*. Bologna: Calderini.
- Radović, D., in sod., 2003: *Crvena knjiga ugroženih ptica Hrvatske*. Zagreb: Ministarstvo zaštita okoliša RH.
- Rojina, F., 1928: *O kljunačih*. Lovec. 162.
- Sovinc, A., 1994: *Zimski ornitološki atlas*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Message, S., Taylor, D., 2005: *Shorebirds of North America, Europa and Asia: A Guide to Field Identification*. Princeton: Princeton University Press.
- Šere, D., 1989: *Sloka, Acrocephalus*, 39–40: 22–23.
- Šetinc, F., 1995: *Po sledovih slovenskega lovca*. Ljubljana: Lovska zveza Slovenije.
- Tome, D., Sovinc, A., Trontelj, P., 2005: *Ptice Ljubljanskega barja*. DOPPS – Bird Life Slovenija. Monografija DOPPS št. 3. Ljubljana: Društvo za opazovanje ptic.
- Tome, D., in sod., 2013: *Ptice Ljubljane in okolice*. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana. <http://www.lovac.info/lov-divljac-brvatska/zivotinje-priroda/gnezdenje-sljuke-bene-u-istri.html>.
- Vrezec, A., 2002: *Sloka Scolopax rusticola = Woodcock, Acrocephalus*, 23 (110/111): 53–54.

Amonit *Carnites floridus* iz mežiškega rudnika

Ivan Ocepek

Mežiški rudnik je poznan predvsem kot rudnik svinčeve in cinkove rude, med tistimi, ki jih zanimajo minerali, pa tudi po izredno lepem mineralu vulfenitu, ki krasi mnoge tuje in domače mineraloške zbirke. Med geološkimi raziskavami pa so v rudniku odkrili tudi redke in zanimive fosile, od katerih je najbolj poznan amonit *Carnites floridus*.

Amoniti so verjetno najbolj poznani fosili, saj so nekateri izredno lepi in se uporabljajo tudi kot okras in celo kot nakit. Od nekoč pestre skupine amonitov je preživel le rod brodnikov (*Nautilus*). Ohranili pa so se v raznih kamninah. Vrste amonitov, ki so bile razširjene kratek čas, ob tem pa na velikem območju, imajo pomembno vlogo pri določanju starosti zemeljskih plasti.

Amonit, o katerem bo govor v nadaljevanju, je odkril jezuit Franz Xaver von Wulfen. Ta odlični naravoslovec je med Slovenci veliko bolj poznan kot botanik, saj se po njem imenuje več rastlin slovenskega ozemlja, na primer Wulfenov jeglič, Wulfenov netresk in druge. Po njem se imenuje tudi vulfenit, najbolj znan mineral mežiškega rudnika. Wulfen je leta 1793 v članku *Abhandlung vom Kärnthenschen Pfauen-schweifigen Helmintholith oder dem Sogenannten Opalisirenden Muschelmarmor* kot prvi opisal

amonit, ki so ga v preteklosti imenovali z različnimi imeni (*Nautilus bisulcatus*, *Nautilus nodulosus*, *Nautilus redivivus*, *Pinacoceras floridum*, *Nautilus floridus*) (Wikipedija). Ker pa je fosil amonit, ne pa nautilid, ga je Mojsisovics leta 1882 uvrstil v red *Carnites* in to ime je tudi ostalo. Že samo ime *Carnites floridus* pove, da je fosil iz karnija, to je zgornjega triasa, star približno 200 milijonov let (Pavšič, 1995). Iz vrstnega imena *floridus*, ki latinsko pomeni »cvetoč, poln cvetja«, lahko sklepamo, da je v njegovem imenu mogoče prepoznati botanični vpliv. Ime pa si je zaslužil zaradi izredno lepe šivne črte (suturne linije).



Vzorec suturne linije amonita *Carnites floridus*. Vsi primerki iz avtorjeve zbirke.
Foto: Ivan Ocepek.

Amoniti so živeli v morju. Žival je tičala v zadnjem, najmlajšem in največjem delu spiralno zavite lupine. Ostali del lupine je bil pregrajen s pregradami, ki so naraščale na

notranjo stran lupine v različnih vzorcih. Te vzorce imenujemo suturne linije in so pomembni za razlikovanje med posameznimi vrstami. Pregrade pa so bile med seboj povezane s sifonom, po katerem je amonit dovajal ali odvezemal plin in s tem uravnaval plovnost lupine.



Prečni prerez amonita z vidnimi pregradami.

Foto: Ivan Ocepek.

Na vzdolžno obrušenem odlomku amonita so vidne pregrade v obliki serpentin. Zgoraj malo desno je viden popek.

Foto: Ivan Ocepek.



V mežiškem rudniku najdemo fosilne ostanke vrste *Carnites floridus* od najmanjših juvenilnih oblik pa do odraslih oblik velikosti do 20 centimetrov. Amonit je zelo sploščen, diskasto oblikovan. Najmlajši zavoj lupine

popolnoma pokrije starejše zavoje. Na površini so vidna maloštevilna plitva srpasto oblikovana radialna rebra. Ta rebra so pri juvenilnih oblikah bolj izrazita kot pri starejših, kjer so rebra komaj opazna.



28 milimetrov velika lupina juvenilnega amonita.

Foto: Ivan Ocepek.

Lupina je velikokrat še ohranjena. Kjer pa manjka, se pokažejo značilne suturne linije. Velikokrat, še posebej pri mlajših primerkih, je lupina piritizirana.



Del piritizirane lupine z vidnimi suturnimi linijami.

Foto: Ivan Ocepek.



55 milimetrov velika lupina *Carnites floridusa*, ki je delno piritizirana. Foto: Ivan Ocepek.

Del 13 centimetrov velikega amonita, pri katerem je zelo dobro ohranjena prvotna lupina.

Foto: Ivan Ocepek.



Ker je zadnja, najmlajša kamra brez septumov, se je v času fosilizacije pogosto porušila ali pa je bila uničena med luščenjem fosila, zato je končni del amonita na večini primerov neostro omejen. Naletel pa sem na neobičajni primerok amonita, ki ima dobro ohranjen zadnji del.

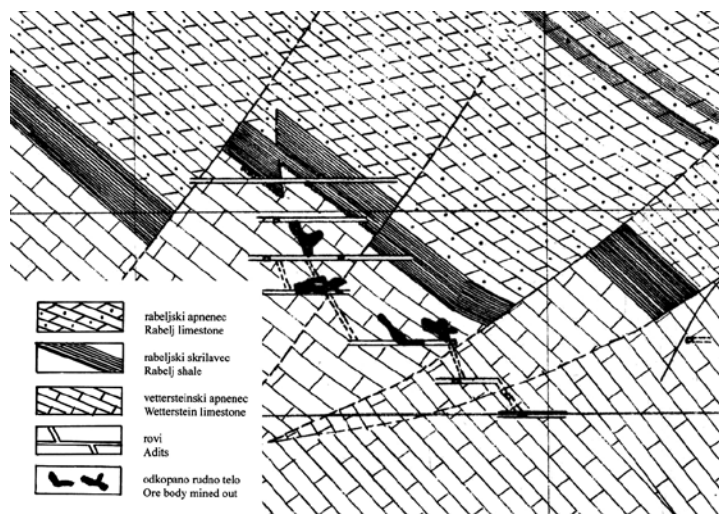
Že več let mnogi paleontologi razmišljajo o tem, da bi lahko bila velikost lupine amonita v zvezi s spolnim dimorfizmom.



Levo je 12 centimetrov velika lupina s podaljšanim ustjem, desno pa 16 centimetrov velika lupina z odlomljenim končnim delom. Foto: Ivan Ocepek.

Predvidevali so, da so večje lupine pripadale živalim ženskega spola, manjše pa živalim moškega spola, saj ženski organizem potrebuje večjo lupino za domovanje ovarijev. Le na podlagi velikosti lupine pa je težko razlikovati spol, saj morata obe lupini pripadati popolnoma odraslemu amonitu. Poleg tega je še vrsta nejasnosti pri določevanju spola, saj pri fosilu ni na razpolago mehkih struktur. Je pa za amonite moškega spola, poleg manjše velikosti, značilen podaljšan rostrum, to je naprej podaljšana ventralna stran aperture (ustja) (Pellant, 2003). Mogoče bi lahko na podlagi podaljšanega rostruma in ker je lupina za polovico manjša od večjih primerkov, ki so veliki lahko do 20 centimetrov, skleпали, da je bil amonit s podaljšanim rostrumom moškega spola.

V mežiškem rudniku niz karnijskih sedimentnih kamnin zaznamujejo trije horizonti rabeljskih skrilavih glinavcev. Prvi rabeljski skrilavi glinavec gradi spodnji del karnijskega niza in leži na wettersteinskem apnencu. Njegova debelina znaša od 17 do 20 metrov. V njegovi talnini nastopa od 20 do 60 centimetrov debel sloj sivega oolitnega apnenca. Devet metrov nad oolitnim apnencem leži nekaj centimetrov debelo fosilno ležišče, v katerem poleg drugih fosilov najdemo tudi lepo ohranjene amonite *Carnites floridus* (Štrucl, 1965). Jurkovšek (1978) v svoji raz-



Del profila skozi rudišča Naveršnik (Zorc, 1955).

Foto: Ivan Očepek.

pravi navaja, da je v tem sloju našel amonite *Arcestes gaytani*, *Arcestes* sp., *Joannites cymbiformis* in *Megaphyllites jarbas*. Našel je še navtilid *Pleuromytilus gaudryi*, školjke *Myophoricardium lineatum*, *Hoernesia sturi* in *Nuculana* cf. *tirolensis* ter polže *Coelostylina* sp. in *Hypsipleura* cf. *cathedralis*. Našli pa so tudi velika vretenca ihtiozavrov (Jurkovšek in sod., 2002, Očepek, 2008) in osikle krinoidov (Jurkovšek in sod., 2002). *Carnites floridus* je značilni conarni fosil prvega rabeljskega skrilavega glinavca. Conarni fosili so fosilne živali ali rastline, ki so značilne le za določen stratigrafski horizont; njihova življenjska doba je bila kratka, bili pa so zelo razširjeni (Gregorač, 1995).

V mežiškem rudniku so nastala orudjenja na štiri načine, od katerih se, zaradi predmeta članka, omejujem le na plastovita orudjenja. Za plastovito orudjenje je značilno, da se pojavlja več ali manj v določenih stratigrafskih horizontih, oddaljenih od spodnjega rabeljskega skrilavca (Štrucl, 1965). V času, ko so že nastala rudna telesa, je prišlo do večjih tektonskih premikov, ki so premikali orudne plasti do 200 metrov daleč (Zorc, 1955). Ker ob tem ležijo plasti rudonosnega apnenca pod dokaj velikim naklonom, je bilo sledenje rude težavno. Ko je sledilni rov dosegel spodnji karnijski skrilavec, so vedeli, da

leži rudno telo pod tem nivojem. Za prepoznavo, za kateri skrilavec gre, pa je bila, poleg značilnega sivega oolitnega apnenca z vložki pirita, najdba fosila *Carnites floridus* odločilna, saj ga v drugih skrilavcih ni. Torej je imel vlogo conarnega fosila.

Ker so karnijski skrilavi glinavci zelo nestabilni, so jih, kadar so skozi njih naredili rov, obzidali. Če jih niso, so se rovi porušili. Zato je danes težko raziskovati prvi karnijski skrilavec. Po do sedaj znanih podatkih je v mežiškem rudniku dosegljiv le še na 7. obzoru revirja Luskačevo. Je pa je bil delno razkrit pri gradnji ceste v Mučevem. Z nekaj sreče pa je še mogoče najti fosile na rudniških odvalih, ki jih pri sanaciji še niso prekrili z zemljo.

Literatura:

- Gregorač, V., 1995: *Mali leksikon geologije*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Jurkovšek, B., 1978: *Biostratigrafija karnijske stopnje v okolici Mežice*. Geologija – razprave in poročila. Ljubljana.
- Jurkovšek, B., Kolar - Jurkovšek, T., Jaecks, G., 2002: *Makrofavna karnijskih plasti mežiškega prostora*. Geologija – razprave in poročila. Ljubljana.
- Očepek, I., 2008: *Ali je »orjaško ribje vretence« iz mežiškega rudnika ihtiozavrovo?* *Proteus*, 70 (5): 215–217.
- Pavšič, J., 1995: *Fosili, zanimive okamnine Slovenije*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Pellant, C., 2003: *An Illustrated Guide to Fossils*. Philip's. Dragon's World.
- Štrucl, I., 1965: *Geološke značilnosti mežiških rudišč in njih okolice*. Zbornik »300 let mežiški rudniki«. Mežica.
- Zorc, A., 1955: *Radarsko geološka karakteristika rudnika Mežica*. Geologija – razprave in poročila. Ljubljana.

Sonda *Nova obzorja* doseže cilj

Mirko Kokole

Letošnje leto je leto odkrivanja pritlikavih planetov. Sonda *Zora (Dawn)* se je vtirila v orbito prvo odkritega pritlikavega planeta Cerere, kjer ga bo opazovala dalj časa. 14. julija pa je na cilj prispela še druga pomembna vesoljska sonda - sonda *Nova obzorja (New Horizons)*. Takrat smo in bomo lahko končno videli, kako sta v resnici videti pritlikavi planet Pluton in njegov sistem lun.

Plutonov sistem, ki ga sestavljajo Pluton ter lune Haron, Niks, Stiks, Hidra in Kerber, je izjemno zanimiv. Že sam Pluton ni navaden nebesni objekt, saj pripada večji skupini transneptunskih objektov, oziroma bolj natančno, je največji predstavnik Kuiperjevega pasu. To je pas nebesnih objektov, katerih orbite so bolj oddaljene od Sonca, kot je orbita Neptuna. Ti objekti so posební predvsem zato, ker predstavljajo najbolj primitivne predstavnike Osončja in so se od njegovega nastanka le malo spreminjali. Zato bodo rezultati, ki jih bo poslala sonda *Nova obzorja*, izjemno zanimivi in pomembni. Sistem Plutonovih lun je tudi dinamično zanimiv, saj Pluton in Haron sestavljata nekak dvojni planet, ki kroži okoli skupnega težišča, ostale male lune pa se gibajo v spreminjajočem težnostnem polju, ki ga ustvarjata Pluton in Haron. Tak sistem je dinamično izjemno zapleten in nestabilen. Tako je uganka, kako so se lahko lune Niks, Stiks in Kerber ohranile v svojih orbitah dalj časa. Sistem je zanimiv tudi zato, ker lahko predstavlja tudi model dvojne zvezde, okoli katerih se nahajajo planeti.

Ker ima sonda zelo veliko hitrost, približno 14 kilometrov na sekundo, se žal ne bo mogla vtiriti okoli Plutona, ampak bo le letela mimo njega in pri tem zbrala kar se da veliko podatkov.

Nabor inštrumentov na sondi je izbran tako,

da bodo z njim čim bolje preučili Pluton in njegov sistem lun. Sonda je zasnovana tako, da nima nobenih premikajočih mehanskih delov, ki bi se lahko na deset let dolgo poti pokvarili. Narejena je kot termo steklenica, tako da v sondu ni bilo treba vgraditi prevelikih grelcev, ki preprečujejo, da bi inštrumenti zamrznili. Tudi elektronsko je sonda zelo dobro zasnovana, saj porabi le nekoliko več energije kot navadna domača 150-vatna žarnica. Sonda vsebuje sledeče inštrumente. **LORRI** (*Long Range Reconnaissance Imager*) je najpreprostejši inštrument na sondi, sestavljata ga zrcalni teleskop s premerom 20,8 centimetra in CCD-kamera. Inštrument nima premikajočih delov in optičnih filtrov, ki bi omejevali dostop svetlobe do svetlobnega tipala, zato je ta inštrument, ko je sonda bila še daleč od Plutona, prvi poslal na Zemljo bolj podrobne slike Plutonovega površja. Ko pa je bila sonda Plutonu najbližje, je LORRI posnel Plutonovo površje s veliko ločljivostjo. Na teh slikah smo lahko razločili značilnosti površja, ki so večje od sto metrov.

SWAP (*Solar Wind Analyzer around Pluto*) in **PEPSSI** (*Pluto Energetic Particle Spectrometer Investigation*) sta oba sestavljena iz detektorjev za delce s visokimi energijami. To so tisti delci, ki letijo z zelo veliko hitrostjo. Lahko so to jedra atomov, ioni ali pa fotoni ultravijolične in rentgenske svetlobe. Oba detektorja bosta lahko tako štela delce kot tudi izmerila njihovo energijo. Z njima bodo lahko ugotovili, kakšni visoko energetski delci so v bližini Plutona, koliko jih je in kako sodelujejo s Plutonovim ozračjem.

REX (*Radio Experiment*) je inštrument, ki je del komunikacijske opreme sonde. Opazoval bo, kako so bodo uklanjali radijski valovi, po katerih komunicira sonda s Zemljo. Uklanjanje valov je odvisno od mase

in števila različnih molekul ter temperature Plutonove atmosfere.

Alice je ultravijolični spektrograf. Spektrograf je inštrument, ki s pomočjo uklonske mrežice razkloni belo svetlobo na njene sestavine, se pravi na različne valovne dolžine. Po domače, iz bele svetlobe naredi mavrico. Ultravijolični spektrograf opazuje svetlobo v ultravijoličnem delu spektra. Tak spektrograf je zelo učinkovit pri določanju elementov in njihove zastopanosti v atmosferi. Inštrument je tako uporaben, da je v različnih oblikah vgrajen v skoraj vseh vesoljskih sondah. Za primer povejmo, da je na vesoljski sondi Evropske vesoljske agencije (ESA) *Rosetta* tako rekoč enak inštrument z enakim imenom.

Alice bo opazovala, kako Plutonovo ozračje seva v ultravijolični svetlobi ter kako to svetlobo absorbira. Poleg tega je inštrument narejen tako, da bodo lahko z njim naredili tudi dvodimenzionalno sliko Plutonovega ozračja.

Ralph je sestavljen iz dveh delov. Prvi del inštrumenta je *MVIC* (*Multispectral Visible Imaging Camera*). To je CCD-kamera, pred katero so lahko štirje različni optični filtri, ki prepuščajo samo določeni del spektra vidne svetlobe. Eden od filtrov je izbran tako, da prepušča samo del svetlobe, ki jo odbija zamrznjeni metan. Tako bodo lahko naredili karto Plutonovega površja, ki bo prikazovala, kako je po njem razporejen metanski led. Ostali optični filtri so namenjeni bolj splošni uporabi in prepuščajo modro, rdečo in infrardečo svetlobo. Poleg delovanja s filtri lahko inštrument deluje tudi brez njih. To možnost bodo uporabili takrat, ko bodo potrebovali največjo občutljivost.

Drugi del inštrumenta je *LEISA* (*Linear Etalon Imaging Spectral Array*). Ta inštrument je sestavljen iz CCD-detektorja, na katerem je pritrjen posebni optični filter, ki ga imenujemo variabilni linearni filter. To je filter, ki je narejen iz množice zaporedno razporejenih interferenčnih filtrov. Interferenčni filter je tak filter, ki prepušča zelo

ozek pas valovnih dolžin. Če smo nekoliko površni, lahko rečemo, da prepušča samo eno valovno dolžino. Še sestavimo več takih filtrov zelo na gosto drug poleg drugega, tako da se posamezne valovne dolžine razlikujejo med seboj le zelo malo, dobimo linearni variabilni filter.

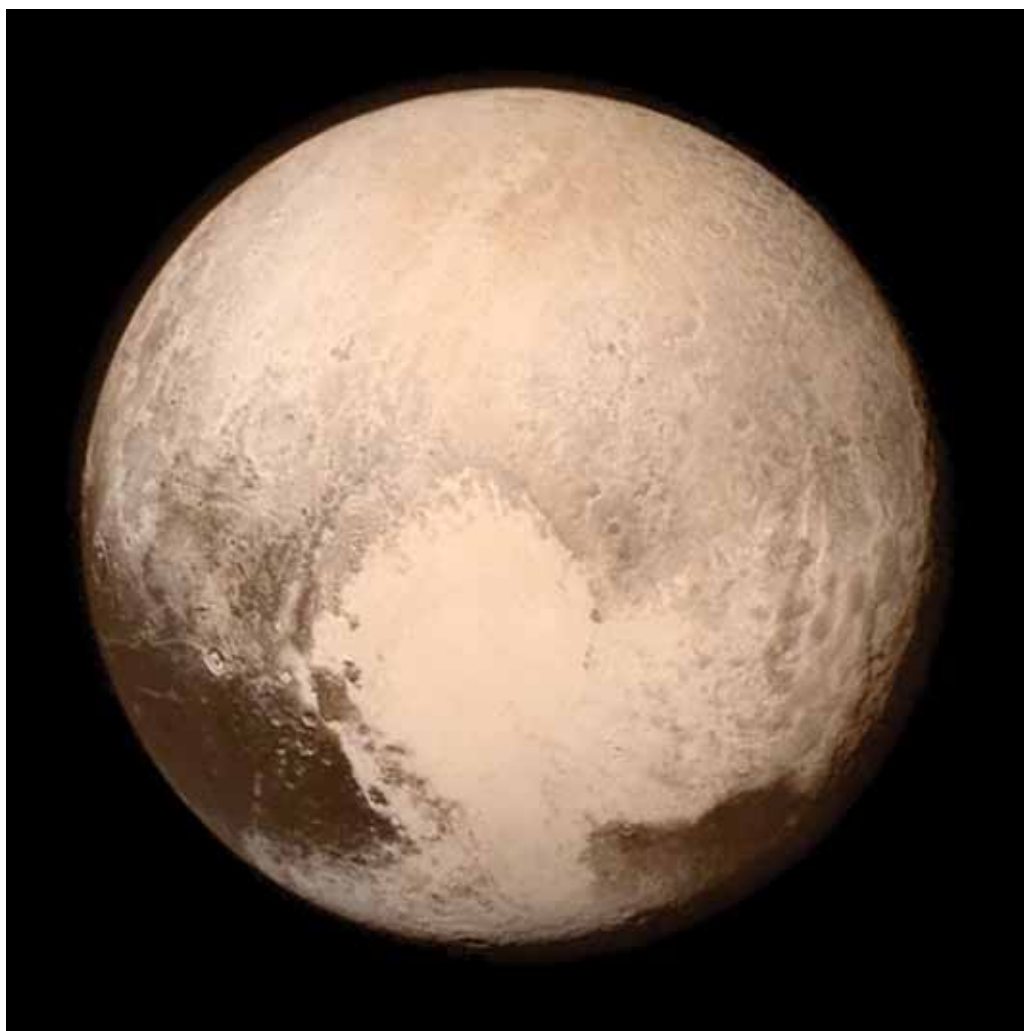
Če gledamo skozi tak filter v različnih koncih, vidimo svetlobo z različnimi valovnimi dolžinami. Linearni variabilni filter v inštrumentu *LEISA* deluje v infrardečem delu spektra. S tem inštrumentom bodo ugotovili sestavo Plutonovega površja. Dobili bodo karto porazdelitve vode, metana, ogljikovega monoksida in dušika. Z inštrumentom bodo lahko odkrili tudi druge sestavine, ki morda sestavljajo Plutonovo površje.

SDC (*Student Dust Counter*), študentski števec delcev, je inštrument, ki so ga načrtovali in zgradili študentje in njihovi mentorji z Univerze v Coloradu. Osnovni princip delovanja tega inštrumenta je zelo preprost. Detektor je sestavljen iz debelega filma PVDF (Poliviniliden florid, Polyvinylidene fluoride, organski polimer), na vsaki strani filma pa je naparjena mešanica aluminija in niklja. Tak detektor je nekakšen elektronski kondenzator, ki se mu spremenijo lastnosti, ko vanj prileti delec. Iz spremembe električnega polja v kondenzatorju lahko izračunamo, kakšno maso je imel delec in s kakšno hitrostjo se je zaletel v detektor. Študentski števec delcev bo deloval ves čas odprave in nam bo tako priskrbel veliko informacij o porazdelitvi mikroskopsko majhnih delcev v našem osončju.

Poleg opisanega in izjemno preudarno izbranega nabora inštrumentov je bilo za uspešno izvedbo misije potrebno tudi zelo natančno načrtovanje leta sonde skozi Plutonov sistem. Sonda namreč ne more hkrati opazovati in se sporazumevati z Zemljo, čas povratne informacije pa je predolg. Sonda *Nova obzorja* bo tako imela najdaljšo sekvenco samostojnega opazovanja v zgodovini vesoljskih sond.

In ker je prenos podatkov iz tako velikih razdalj izjemno počasen, bomo rezultate opazovanj sprejemali vse do konca leta 2016. Vendar pa so načrtovalci poskrbeli, da bo naša radovednost potešana. Prve slike Plutona smo lahko videli že 4. julija, do 20. julija pa smo vsak dan prejeli eno novo sliko. Te slike sicer ne bodo dovolj kakovostne za znanstveno obdelavo, saj bodo zelo numerično zmanjšane, kar pomeni da ne bo-

do vsebovali vseh možnih informacij. Bodo pa dovolj kakovostne, da bomo lahko dobili občutek, kakšni so Pluton in njegove lune. Julij bo tako izjemno zanimiv mesec, ko bomo lahko vsak dan nekaj novega izvedeli o tem izjemno oddaljenem sistemu objektov, ki nam je bil do sedaj še tako rekoč popolnoma nepoznan.



Slika Plutona, ki jo je z instrumentoma LORRI in Ralph posnela sonda Nova obzorja, ko je bila od Plutona oddaljena 450.000 kilometrov. Najmanjše podrobnosti, ki jih je še mogoče razločiti na sliki, so velike 2,2 kilometra.

Vir: NASA/JHUAPL/SwRI.

Editorial

Tomaž Sajovic

Nutrition

Farming Insects as a Viable and Global Source of Animal Proteins

Paul Vantomme

The promotion of insects as food for humans and as feed for livestock is being recognized now by a wide range of organizations, academics, private sector, the media and even by the Food and Agriculture Organization of the United Nations. This paper reviews some of the underlying forces in our global food security that are explaining the currently increasing acceptance in the western world of using insects as food and animal feed. Global food production will not be able to increase further if no radical new technological innovations in our food production systems are introduced as evidenced by some earlier made food production forecasts, such as the Report from the Club of Rome from 1972.

Global food production was estimated in 2012 at 8.4 billion tons. However, food also needs to be produced for approximately 1 billion pet animals as well as for the close to 100 billion farmed animals. To feed the world in 2014 required to dedicate 40% of world ice-free land surface to agriculture. 70% of total agriculture land use is for feeding our livestock, and some 30% of all grains produced are fed to farm animals. Agriculture consumed during 2014 some 70% of total fresh water use and is responsible for 14 to 17% of total GHG emissions.

A crucial factor for achieving global food security is the need to produce more animal proteins for a growing and wealthier population more efficiently and with a lower environmental impact than the present industrial scale animal farming systems. Farming insects on organic waste offers so far one of the most promising alternatives for animal protein sources.

Integrating edible insects as healthy food into the agenda and campaigns of food agencies will require a more comprehensive understanding on the nutritional and health values of more insect species. Further investigation is needed particularly of impacts on consumer's health, food safety, environmental impacts and risk assessments of using insects in the food chain. National and international poverty alleviation agencies and aid programs need to be made aware that gathering and farming insects is a viable option to help people improve their livelihoods. Legislators and policy makers are called on to deliberate and include insects as feed and food into existing national policy and legal frameworks covering the food, health and feed sectors.

Botany

Venus Hair Fern (*Adiantum capillus-veneris* L.) in the Soča Valley

Daniel Rojšek

The Author first became acquainted with Venus hair fern (*Adiantum capillus-veneris* L.) in 1981 when he participated in different projects with the Ljubljana Regional Institute for the Protection of Natural and Cultural Heritage. These included a visit to the hot spring in Spodnje Pirniče or Vikrče, where this fine fern once thrived on a conglomerate rock until a laundry wash basin was built there. The visit revealed there was nothing left of the site. When he began to work at the Institute for the Protection of Natu-

ral and Cultural Heritage Gorica in Nova Gorica in 1984 the author went to see the Venus hair fern at Močila in Avče and at Brizna Grapa above Grahov ob Bači (Vitoimir Mikuletič, 1970), which were the only known localities in the Soča Valley at the time. This article discusses only the localities in the territory of Slovenia. More than twenty years ago we recorded six localities of this fern in the Soča Valley, today we know for 23, which is almost four times more. At the time we knew about 19 of its localities in Slovenia, but today we count them in tens (Daniel Rojšek, 1993). I am convinced there are more to be found also in the Soča Valley.

Biodiversity

Biological Diversity and Its Significance for Man – the Case of Costa Rica

Tom Turk

Biodiversity, biological (biotic) diversity mean one and the same thing – the incredible variety of life on planet Earth. Costa Rica, a small country in the heart of Central America, squeezed between the Atlantic and the Pacific, is a prime example of everything that comes to mind when we talk about biodiversity. In the territory of the country only twice and a half the size of Slovenia and with double its population, occupying just 0.03% of the world's total surface area live 4% of all species known in the world. Costa Rica therefore rightly holds the position among the 20 "hotspots" of biodiversity, if not on the top.

Physics

Dispersion of Light

Janez Strnad

In the International Year of Light it is interesting to learn how natural scientists discovered new phenomena through light. Dispersion of light was first researched by Isaac Newton at the end of the 1670s. When passed through glass, violet light refracts more than red. Red light travels through glass at a higher speed than violet light. This phenomenon has interesting consequences, which gives us a better insight into the *Brief History of Light*.

Annual Table of Contents

Ecology

Ancient Forest – Home of the Oldest Living Things on Earth

Marina Dermastia

Bishop, Inyo County, Eastern Sierra Nevada, California, USA. Early July morning at the elevation of 1,250 metres is still nicely fresh, although the dark blue sky in this extremely dry part of the world stands as a prophecy of a significant temperature change in the middle of the day. But the nice summer weather is also a promise that the snow high up in the mountains has melted and that my new attempt at climbing the White Mountain will finally succeed. Excitement is rising as I ascend the mountain to the elevation of about 3,000 metres. Near the timberline, on slopes that seem hostile to plant life, opens the view of the Ancient Bristlecone Pine Forest that I had so longed to see. And it is one that I had never expected. When I daydreamed about these awesome trees I always used to imagine myself walking the stony slopes looking for the last

of the ancient witnesses of our past. What was before me instead was a real subalpine forest of almost unearthly creatures whose ancient bodies have been transformed by high elevation, infertile soil, desert dryness, storms, lightning, snow, frost and exposure to high solar radiation.

Neurology

Psychosocial Deprivation – a Heavy Burden on Children and Adults

Tina Bregant

What is it that allows children to grow into loving adults who see themselves as both loved and worthy of love, and perceive life and the world around them as safe and unthreatening? Research conducted on monkeys and later on children revealed that the key for the process of secure attachment to take place is a caregiver in early childhood, who is most often the biological mother. Both social inclusion of an infant and secure attachment have life-long effects. It starts with inclusion into one's own family and continues with social inclusion, which allows the child to develop into a competent adult. Early social deprivation of a loving community has an effect on the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis (hereinafter HPA axis), secretion and metabolism of cortisol, and on behavioural changes. It also affects brain maturation, the amount of grey and white matter in the brain and in turn developmental disorders and subsequent learning difficulties, poor learning performance at school and later at work, often accompanied with poor education, higher risk of poverty and health problems: from cardiovascular disease to obesity and diabetes. All these problems are associated with early and significant psychosocial deprivation.

Hydrogeology

Permeability of Sediments and Rocks

A Look through the Eyes of the History of Science

Mihael Brenčič

Let's go to early 19th century France, to Dijon, the capital of eastern Burgundy situated about 200 km to the southeast of Paris. For centuries the city had been struggling to provide healthy drinking water. Modern development that took off with industry and new transport links called for better sanitation and hygienic conditions in the city. As the appointed engineer in Dijon at the time Henry Darcy was given the task to carry out the construction of the new water system and to take care of the supply with healthy and clean drinking water. As with all his projects, Darcy invested all his efforts in this work. Between 1828 and 1834 he carefully analysed, drawing from the ideas going back to the 16th century, the situation in the city and its surroundings. He designed the project based on these results and submitted it to the Municipal Council. Like today, it took a long time then too, before plans became reality. Work on the Dijon water project began in 1839 and the majority of the works were completed in 1840, but the project as a whole was not finalised before 1844. Once the public water supply system was completed it was one of the most modern of its kind in Europe and set an example for many others to come. Dijon had a modern water supply system twenty years before Paris, one of the world's most prominent cities. Darcy's engineering and scientific work of the mid 19th century paved the way to the understanding of groundwater flow and the publication of his "Public Fountains of the City of

Dijon" lay the foundations for the scientific development of hydrogeology.

Paleontology

Triassic rhyncholites from Crngrob

Matija Kriznar in France Stare

Jaws of Cephalopods consist of hornlike upper and lower elements without true joints which are actuated by very strong muscles. Jaw apparatus of recent Nautiloids, Octopods, Decapods, and Vampyromorpha as well as of fossil ammonoids are being compared as to form and function. Fossil rhyncholites known as other cephalopod beaks commonly referred to »bird' s bills«. Rhyncholites are arrow-shaped strange Middle Triassic to Recent fossils (jaw tips) consisting of calcite and few other organic tissue. From Crngrob locality few rhyncholites were found in beds of Triassic age. This are probably the first documented rhyncholites in Slovenia. Typical arrow shape and morphology of Crngrob specimens points out a nautilid origin of rhyncholites.

New books

Polži in školjke slovenskega morja (Snails and shells of the Slovenian sea)

Matija Kriznar

Ornithology

Successful Nesting of Eurasian Woodcock (*Scolopax rusticola*) in Slovenia

Peter Grošelj

It was on 28 March 2014 when the author of this article was approached by Tone Jerina from Sežana. Only a day before, on 27 March, he and Tadej Lah had scared off, on their walk through the forest, a bird hiding on the forest floor. Actually, it was the dog they had been walking that scared it. Dark brown, the size of a pidgeon, the bird flew away from the dog and then continued running on the ground, as if wounded. The spot from where it had flown was hiding a nest with four eggs. Pear-shaped, with numerous dark specks. They believe the bird was probably the Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola* Linnaeus, 1758). Both men are hunters and they know the bird under a different name, but according to the description they were right, because the nest indeed belonged to the Eurasian woodcock. Little did either of them know how important their find was.

Paleontology

Ammonite *Carnites floridus* from the Mežica Mine

Ivan Ocepek

The Mežica Mine is known mainly for lead and zinc ore deposits. Anyone interested in minerals knows about its extraordinary mineral wulfenite that has enriched many mineral collections in Slovenia and beyond. Geological research in the mine discovered also some rare and fascinating fossils, the most renowned among them the ammonite *Carnites floridus*.

Our sky

New Horizons Spacecraft Reaches Its Destination

Mirko Kokole



■ Botanika

Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju (prvi del)

Avtor se je z venerinimi laski prvič seznanil leta 1981, ko je na Ljubljanskem regionalnem zavodu za varstvo naravne in kulturne dediščine sodeloval pri različnih nalogah. Po zaposlitvi na Zavodu za varstvo naravne in kulturne dediščine Gorica v Novi Gorici leta 1984 si je laske ogledal pri Močilih v Avčah in ob Brizni grapi nad Grabovim ob Bači, tedaj edinih znanih nahajališčih v Posočju. V članku so obravnavana le nahajališča na ozemlju Republike Slovenije. Pred dobrimi dvajsetimi leti smo v Posočju vedeli za šest nahajališč laskov, danes pa že za triindvajset, skoraj štirikrat več. Tedaj smo v Sloveniji poznali devetnajst nahajališč, sedaj pa že več desetih.



■ Biološka raznovrstnost

Biološka raznovrstnost in njen pomen za človeka – primer Kostarike

Biološka raznolikost, pestrost ali raznovrstnost so vse sopomenke, ki poimenujejo eno in isto stvar – neverjetno pestrost življenja na planetu Zemlja. Najboljši primer vsega, kar pojmujeemo z omenjenimi izrazi, je Kostarika, majhna dežela v osrčju Srednje Amerike, stisnjena med Atlantski in Tihim ocean. Na ozemlju države, ki je le dvainpolkrat večja in ima tudi ravno tolikokrat več prebivalcev kot Slovenija, na le 0,03 odstotka površine planeta živi 4 odstotke vseh znanih vrst na svetu. Kostarika je torej upravičeno ena od 20 najbolj »vročih točk« biološke pestrosti, če ne že kar prva med njimi.



■ Hidrogeologija

Prepustnost sedimentov in kamnin Pogled skozi oči zgodovine znanosti

Šele z objavo temeljnega dela Javni vodnjaki mesta Dijon (1856), ki ga je napisal francoski inženir in znanstvenik Henry Darcy (1803–1858), se je začel znanstveni razvoj hidrogeologije. Pred tem je obravnavala podzemne vode temeljila predvsem na izkušnjah. Danes je pomemben del hidrogeologovega dela ugotavljanje vrednosti koeficienta prepustnosti kamnin in sedimentov na obravnavanem območju. Rezultati meritev prepustnosti, sprva peskov, ki so bili pomembni predvsem kot sestavni deli filtrov za čiščenje pitne vode, nato pa še vseh drugih kamnin in sedimentov, so odprli razumevanje hidrogeoloških značilnosti kamnin in sedimentov. Od tod dalje je bil le še korak do razumevanja vodonosnikov in drugih hidrogeoloških pojavov.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000