

PROTEUS



september 2014, 1/77. letnik
cena v redni prodaji 5,00 EUR
naročniki 4,20 EUR
upokojenci 3,50 EUR
dijaki in študenti 3,00 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

■
Varstvo narave

Motilci endokrinega sistema -
nevarnost za okolje in človeka

■
Medicina

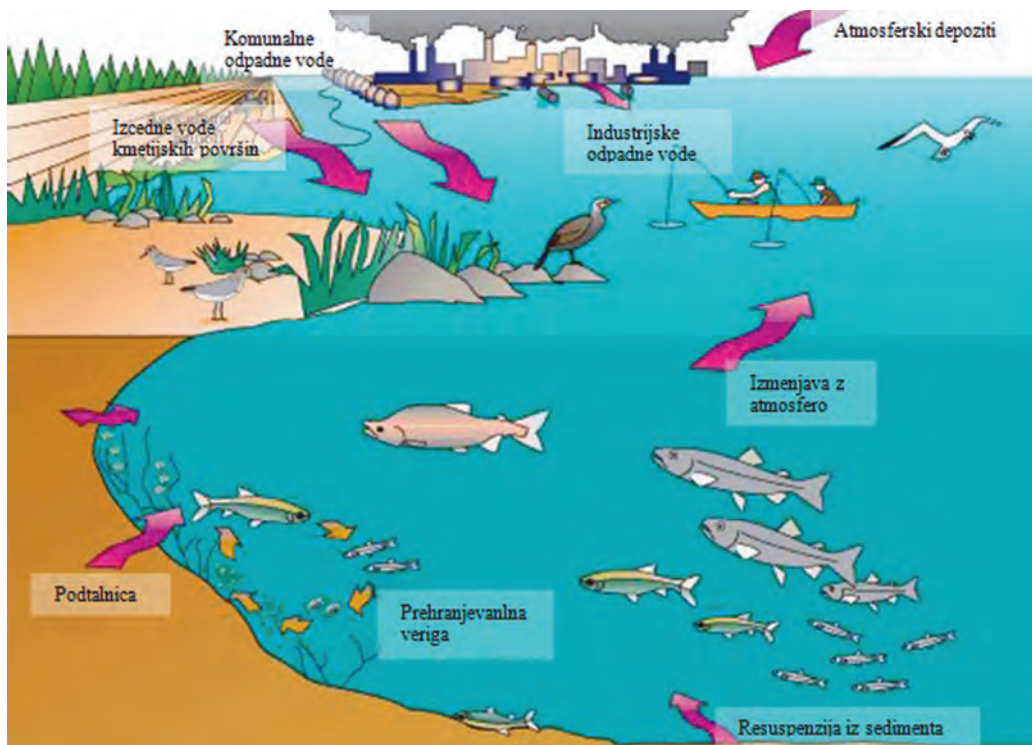
Ebola

■
Fizika

Petdeset let kvarkov

■
Geologija

Naravni pojavi plinov v Sloveniji



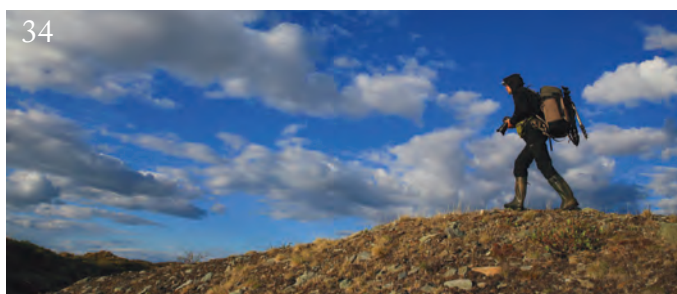
■ stran 6

Varstvo narave

Motilci endokrinega sistema - nevarnost za okolje in človeka

Maja Plahuta, Mihael Jožef Toman

Število različnih kemikalij, ki se vsak dan sproščajo v okolje, je vse večje. Zaradi škodljivih, kroničnih in akutnih učinkov mnoge pomenijo veliko nevarnost za vsa živa bitja. Med najbolj nevarnimi so kemikalije, ki motijo delovanje endokrinega sistema organizmov. Zadnja leta so predmet številnih raziskav, ker posledično preko hrane in vode vplivajo tudi na počutje in zdravje ljudi. Imenujemo jih »hormonski motilci« oziroma motilci endokrinega sistema. So biološko aktivne snovi, ki v že zelo nizkih koncentracijah povzročajo škodljive učinke pri organizmih. V naravi posledično zmanjšujejo biološko raznovrstnost, povečujejo pojavljanje rakavih obolenj pri ljudeh, zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost organizmov, motijo razvoj imunskega in živčnega sistema ter lahko vplivajo na razmerje spolov pri različnih vrstah oziroma ga lahko celo porušijo. Kljub temu, da je o učinkih hormonskih motilcev in njihovih mehanizmih učinkovanja na živa bitja že veliko znanega, je za varovanje okolja in človeka treba razviti čim bolj natančne postopke ugotavljanja motilcev endokrinega sistema ter njihovo čim bolj učinkovito odstranjevanje še pred vnosom v okolje.



- | | | | |
|----|--|----|---|
| 4 | Uvodnik
<i>Tomaž Sajovic</i> | 41 | Nove knjige
Bogato botanično dediščino moramo negovati in ohranjati
Ob izidu nove knjige <i>Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji z navodili za pripravo herbarija</i>
<i>Nada Praprotnik</i> |
| 6 | Varstvo narave
Motilci endokrinega sistema - nevarnost za okolje in človeka
<i>Maja Plabuta, Mibael Jožef Toman</i> | 42 | Naše nebo
Rosetta prispela na cilj
<i>Mirko Kokole</i> |
| 11 | Medicina
Ebola
<i>Petra Prunk</i> | 45 | Društvene vesti
79. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije
<i>Janja Benedik</i> |
| 20 | Geologija
Naravni pojavi plinov v Sloveniji
<i>Nina Rman, Petra Žvab Rožič</i> | 46 | Društvene vesti
Program ekskurzij PDS za leto 2014-2015 |
| 28 | Fizika
Petdeset let kvarkov
<i>Janez Strnad</i> | 47 | Table of Contents |
| 34 | Naravoslovna fotografija
S fotoaparatom po svetu
<i>Petra Draškovič</i> | | |



Naslovnica:

Dolgolistna rosika (Drosera anglica). V njeno lepljivo past se je ujel tudi komar.

Foto: Petra Draškovič.

Proteus

Izbaha od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupančič Slavčec

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 števk, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 izvodov.

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

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 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, 2014.

Vse pravice pridržane.

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

Uvodnik

Avstrijski režiser Erwin Wagenhofer je leta 2013 ustvaril dokumentarni film *Abeceđa*. Film ostro kritizira tekmovalno naravnost sodobnega izobraževalnega sistema ter poziva k izobraževanju, ki bi temeljilo na človeški domišljiji in ustvarjalnosti. Uvodnik zato začenjam z eno od bolj skrb zbujajočih trditev iz filma: »Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) se je začela v 90. letih 20. stoletja osredotočati na izobraževanje kot na *ekonomski dejavnik in poslovno priložnost*. Namen raziskave PISA [»Programa mednarodne primerjave dosežkov učencev«] je bil, da se v izobraževalnem sektorju poveča *konkurenčnost*.« Tako razumevanje je ideološko, naša naloga pa je, da to ideologijo prepoznamo, razumemo njen zgodovinski okvir in se proti njej tudi bojujemo. Ocededejska ideologija izobraževanja je zahrbtna in nevarna. Njene zahrbtnosti in nevarnosti pa si ne bomo znali pojasniti, če ne bomo razumeli, kaj se je pravzaprav zgodilo 11. septembra leta 1973. Enciklopedično pojasnilo, da je takrat čilska vojska izvedla

vojaški udar proti čilskemu socialističnemu predsedniku Salvadorju Allendeju, oblast pa prevzel krvavi diktator Augusto Pinochet, nam ne pove prav veliko. Izčrpnější odgovor bomo morali poiskati v knjigi kanadske avtorice in družbene aktivistke Naomi Klein (1970–) *Doktrina šoka. Razmah uničevalnega kapitalizma* (napisana je bila leta 2007, v slovenskem prevodu je izšla leta 2010).

Zgodba je šokantna in krvava. Od 50. do zgodnjih 70. let 20. stoletja se je v Čilu pa tudi drugod v Južni Ameriki vedno bolj krepila demokratična socialistična politika, ki si je prizadevala za blaginjo vseh ljudi. Taka razvojna politika pa je ogrožala tiste, ki blaginje niso želeli deliti z drugimi – mogočne ameriške multinacionalne korporacije. Zato jo je bilo treba uničiti z vsemi sredstvi. Tudi in predvsem z *znanostjo* in »*pravilnim*« izobraževanjem. Na čelo ekonomske in družbene kontrarevolucije se je povzpel temačni lik ameriškega ekonomista Milтона Friedmana (1912–2006), smrtnega sovražnika Rooseveltove napredne

ekonomske in socialne politike, bolj znane kot New Deal. Friedmanov program je bil skrajno konservativen, danes bi rekli neoliberalen: »Prvič, vlade morajo odpraviti vsa določila in regulativo, ki preprečuje kopičenje dobička. Drugič, odprodati morajo vse premoženje, ki ga imajo v lasti in bi ga korporacije lahko vodile z dobičkom. In tretjič, financiranje socialnih programov morajo dramatično zmanjšati.« To popolnoma nečloveško ideologijo, ki se je »točno ujemala z interesi velikih multinacionalk«, je Friedman »skrbno« skrnil v *akademizacijski jezik matematike in znanosti*. Prav nič slučajno torej ni bilo, da so v oporišču svetovne ekonomske kontrarevolucije, na Oddelku za ekonomijo na Univerzi v Chicagu, Friedman, Arnold Harberger (1924-) in drugi profesorji »generacije študentov prepričevali, da ne smejo brati ničesar, kar bi jim povedalo kaj več o svetu, ampak morajo samo dobro obvladati orodja, s katerimi bodo lahko merili delna ekonomska (ne)ravnovesja v svetu«. V eni od univerzitetnih stavb je še vedno vklesan pomenljiv napis: *Znanost je merjenje*. Zadnja navedka sta iz prvega od dveh odprtih pisem Harbergerju in Friedmanu, ki ga je 6. avgusta leta 1974, na obletnico Hirošime, v protest proti njuni uničujoči ekonomski politiki v Čilu napisal nemško-ameriški ekonomski zgodovinar, sociolog in svetovno znani razvojni ekonomist Andre Gunder Frank (1929–2005), nekoč tudi sam Friedmanov študent, nikoli pa njegov »učenec«. Frank je leta 1974 Harbergerjevo in Friedmanovo ekonomsko politiko v Čilu popolnoma upravičeno imenoval »ekonomski genocid«. Prebivalstvo je obubožalo, »edini, ki so imeli korist, so bile tuje družbe in majhna klika finančnikov [...], ki so služili mastne denarce s špekulacijami«. Gospodarstvo je bilo uničeno. Politika ekonomskega genocida v Čilu pa se ni začela šele z vojaškim udarom. Že leta 1956 sta ameriška vlada in Oddelek za ekonomijo na Univerzi v Chicagu, vedno bolj zaskrbljena zaradi uspešnega demokratičnega razvojnega ekonomskega pristopa in uveljavljanja marksističnih idej v Čilu, uradno sprožila enega najbolj nenavadnih »prekrščevalskih« ekonomskih izobraževalnih projektov - tako imenovani »čilski projekt«. Miltonu Friedmanu so se končno uresničile sanje. V »upravljanje« je dobil »državo, v kateri je lahko preizkusil svoje dragocene teorije«. Čile je sistematično začel spreminjati v »laboratorij za ostre preizkuse svobodnega trga«. Najprej je bilo treba poskrbeti za strokovno osebje in njihovo »indoktrinacijo« s Friedmanovimi ideološkimi neoliberalnimi nauki. Od leta 1957 do 1970 so tako na Oddelku za ekonomijo na Univerzi v Chicagu in v ta namen na novo ustanovljenem Oddelku za ekonomijo na manjši konservativni Katoliški univerzi v Santiagu de Chile »po temeljnih naukih čikaške šole« načrtno

izšolali v ideološke bojivnike na stotine študentov in profesorjev. Toda ti tako imenovani čikaški dečki so v »miroljubnem spopadu idej« z levičarskimi nasprotniki doživeli težak poraz. Leta 1970 je z obljubo, da »bodo v državne roke prešli veliki sektorji gospodarstva, ki so jih vodile tuje in lokalne korporacije«, na volitvah zmagal namreč socialist Allende. Pokazalo se je, da Friedmanove neoliberalne utopije v demokraciji v Čilu ni bilo mogoče uresničiti. Bolj ji je ustrezala diktatura. Ob »nesebični« podpori Nixonove administracije je zato čilska vojska leta 1973 izvedla vojaški udar in vpeljala krvavo diktaturo, Friedmanu in čikaškim dečkom pa dala proste roke, da so z neusmiljeno »šokterapijo« uresničili svojo nečloveško vizijo popolnoma dereguliranega svobodnega trga – ter uničili čilsko gospodarstvo in obubožali njegovo prebivalstvo. Leta 1976 so Friedmanu podelili Nobelovo nagrado za ekonomske znanosti, Čile pod vladavino Pinocheta in čikaške šole pa je preroško napovedal današnje mračno prevlado neoliberalnega gospodarstva.

Friedmanova neoliberalna *ideologija* popolnoma sprivatiziranega svobodnega trga je *nevarna* in ima uničujoče posledice za človeka. Predvsem pa je *zabrbna*: preoblečena v »*jezik matematike in znanosti*« se prikazuje *kot nepristranska znanost*. Hinavsko nas prepričuje, da »pravilno« urejanje gospodarstva ni stvar subjektivnih človeških odločitev – čeprav so v Čilu počeli prav to -, ampak »le« izpolnjevanje znanstveno ugotovljenih naravnih zakonov. V Čilu so se tako ugotovljeni »naravni zakoni« lahko uresničili le s pomočjo diktature, danes zadoščajo »mehkejša« sredstva, eno od njih je ocedevska ideologija izobraževanja. V okviru raziskave PISA 2012 so njeni zagovorniki »končno« izvedli tudi mednarodno *merjenje* finančne pismenosti pri učencih, resni kritiki, na primer Chris Arthur, pa opozarjajo, da je raziskava v bistvu *merila* le stopnjo »prilaganja potrebam neoliberalnega kapitalizma«, niti v sanjah pa ni pomislila, da bi bilo bolje, če bi skušala ugotavljati stopnjo »razumevanja ekonomskega sistema, ki spodbuja odtuženost, negotovost in izkoriščanje, ter poznavanja načinov njegovega spreminjanja«. Gert Biesta si v svoji knjigi *Dobro izobraževanje v času merjenja. Etika, politika, demokracija* (2010) zastavlja temeljno vprašanje: »Ali [pri raziskavi PISA na primer] zares merimo tisto, kar *cenimo*, ali pa merimo le tisto, kar lahko brez večjih težav merimo, in tako na koncu cenimo le tisto, kar (lahko) merimo?« »Hamletovsko« vprašanje namreč je: Ali želimo izobraziti kritičnega državljana ali pa le potrošnika? Obilica snovi za nov uvodnik.

Tomaž Sajovic

Motilci endokrinega sistema - nevarnost za okolje in človeka

Maja Plahuta, Mihael Jožef Toman

Število različnih kemikalij, ki se vsak dan sproščajo v okolje, je vse večje. Zaradi škodljivih, kroničnih in akutnih učinkov mnoge pomenijo veliko nevarnost za vsa živa bitja. Med najbolj nevarnimi so kemikalije, ki motijo delovanje endokrinega sistema organizmov. Zadnja leta so predmet številnih raziskav, ker posledično preko hrane in vode vplivajo tudi na počutje in zdravje ljudi. Imenujemo jih »hormonski motilci« oziroma motilci endokrinega sistema (MES). So biološko aktivne snovi, ki v že zelo nizkih koncentracijah povzročajo subletalne (škodljive) učinke pri organizmih. V naravi posledično zmanjšujejo biološko raznovrstnost, povečujejo pojavljanje rakavih obolenj pri ljudeh, zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost organizmov, motijo razvoj imunskega in živčnega sistema ter lahko vplivajo na razmerje spolov pri različnih vrstah oziroma ga lahko celo porušijo.

Obstoj hormonskih motilcev v okolju so potrdili že v zgodnjih osemdesetih letih dvajsetega stoletja, najprej v površinskih vodah. Povečalo se je število raziskav potencialnih hormonskih motilcev in določanja učinkov na organizme. Manjše število raziskav je osredotočenih na njihovo učinkovito odstranjevanje. Zaskrbljujoč je podatek, da smo v okolje v zadnjih petdesetih letih sprostili več kot 100.000 različnih sintetičnih kemikalij, predvsem fitofarmaceutskih sredstev. Mnoge med njimi sodijo prav v to nevarno skupino kemikalij.

Koncept motenja endokrinega sistema je leta 1993 prvi predstavil Theo Colborn s sodelavci. Pojem motenja endokrinega sistema uporabljamo za hormonsko neravnovesje, ki ga povzročijo snovi, imenovane motilci en-

dokrinega sistema. Hormonski sistem predstavlja poleg živčnega in imunskega sistema pomemben uravnljni mehanizem, ki nadzoruje življenjske funkcije v živih bitjih. Hormoni nadzorujejo uravnljne, rastne, razvojne in homeostatske mehanizme organizmov. Ker hormoni delujejo v nizkih koncentracijah, lahko že zelo nizke koncentracije motilcev endokrinega sistema vplivajo na razvoj in delovanje organizma.

Viri hormonskih motilcev

Ameriška agencija za varstvo okolja (United States Environmental Protection Agency, EPA) ocenjuje, da trenutno obstaja približno 87.000 kemikalij, ki so lahko možni hormonski motilci. Med njimi je 75.500 industrijskih kemikalij, 900 aktivnih snovi v pesticidih, 2.500 pomožnih snovi v pesticidih in 8.000 dodatkov v kozmetiki in prehrani. Škodljive učinke v okolju imajo lahko tako naravne kot tudi sintetične snovi. Med naravne hormonske motilce uvrščamo spolne hormone vretenčarjev, kot so estrogeni (17 β -estradiol), androgeni (testosteron), nekatere rastlinske hormone z estrogenskim delovanjem (fitoestrogene), na primer genistein, daidzein in koumestrol. V heterogeno skupino sintetičnih kemikalij, ki motijo endokrini sistem, sodijo klorirani pesticidi (DDT - dikloro-difenil-trikloroetan, aromatska klorova spojina, eden najbolj znanih sintetičnih pesticidov -, lindan, linuron, diuron, metoksiklor), industrijske kemikalije in njihovi stranski produkti (poliklorirani bifenili - PCB, polibromirani bifenili - PBB, dioksini, furani), sestavine plastike (bisfenol A-BPA, ftalati), goriva, ultravijolični filtri, zaviralci ognja (bromirani difenili, difeniletri), detergenti (alkilfenoli),

farmacevtski izdelki (17α -etinilestradiol, DES) in številne druge kemikalije. Število je iz leta v leto večje.

Omenjene snovi prihajajo v okolje med proizvodnjo, z rabo in odlaganjem, predvsem na neurejenih odlagališčih. Najbolj prizadeti ekosistemi so celinske vode, tako površinske kot tudi podtalne. Raziskave so potrdile obstoj teh snovi v deževnici, pitni vodi, rekah, jezerih in morjih. Pomemben vnos predstavljajo tudi izpusti iz komunalnih čistilnih naprav, saj se pri čiščenju odpadnih vod hormonski motilci le delno ali pa sploh ne odstranijo. Nekatere hormonsko aktivne snovi v procesu čiščenja odpadnih vod celo nastanejo. Velike količine hormonskih motilcev se v vodno okolje vnašajo z razpršenimi viri. V tem primeru je preprečevanje vnosa skoraj nemogoče. Med te sodijo zaščitna sredstva v kmetijstvu, gnojila in izcedne vode iz odlagališč odpadkov. Hormonski motilci (na primer policiklični aromatski ogljikovodiki, PAH) nastanejo tudi pri nepopolnem sežigu odpadkov in smeti, iz ozračja pa s padavinami pridejo v vodno okolje in na kopno.

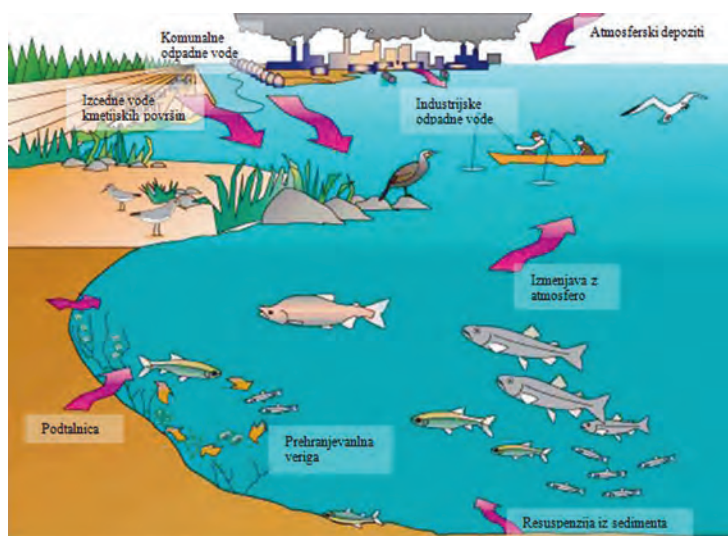
Motilci endokrinega sistema in njihova prisotnost v okolju

Motilci endokrinega sistema so nepolarne,

lipofilne organske spojine z nizkim parnim tlakom. Lipofilnost hormonskih motilcev zagotavlja dostopnost za živali in nalaganje v maščobnem tkivu (lipofilnost je namreč lastnost spojin, da se zlahka raztapljajo v oljih in masteh). Največjo nevarnost pomenijo njihova aktivnost v zelo nizkih koncentracijah, velika obstojnost v okolju in transport na dolge razdalje. V okolju so dolgo časa obstojne, razpolovna doba je več kot sto dni ali celo let. Fizikalne in kemijske lastnosti omogočajo njihovo globalno razširjanje z vodnimi in zračnimi tokovi.

Strupene snovi, tudi hormonski motilci, se v vodi vežejo na neraztopljene delce ali nalagajo v usedlinah, zato so koncentracije v usedlinah vedno višje kot v vodi. Lipofilna organska onesnažila in nekatere kovine se namreč močno vežejo na delce usedlin in so zato dolgo obstojne. Usedline so tudi pomemben življenjski prostor za različne organizme (mikroorganizme, rastline in živali) in hkrati potencialni vir nevarnih snovi za prehranske verige. Strupene snovi se nalagajo v organizmih, koncentracije pa se po prehranski verigi povečujejo. Zadnji člen prehranskih verig v vodah so pogosto ribe, redkeje sesalci, zato je vsebnost strupenih snovi pri njih navadno najvišja.

V naravnem okolju se koncentracija hormonskih motilcev zmanjšuje zaradi abiotske in biotske razgradnje. Glavni abiotski razgradni procesi v vodnem okolju so fotoliza (fotorazgradnja), fotooksidacija, hidroliza,



Viri in poti onesnaževanja z motilci endokrinega sistema.

Prilagojeno po Sources and Pathways of Pollution, in The Great Lakes; image from EPA Great Lakes Atlas, <http://www.epa.gov/glnpo/atlas/glat-cb4.html#1>.

redukcija, hlapnost in podobno. Ti procesi so v naravi počasni. Redki mikroorganizmi lahko razgradijo le nekatere hormonske motilce. Produkti razgradnje so običajno manj strupeni metaboliti (metaboliti oziroma presnovki so snovi, ki nastajajo pri metabolizmu). Lahko pa pride tudi do aktivacije nove spojine, katere strupenost je večja. Lep primer je zelo strupeni metabolit DDE (diklorodifenildikloroetilen), ki je produkt razgradnje pesticida DDT.

Okoljske in tkivne vrednosti nekaterih hormonskih motilcev, na primer pesticida DDT ter PCB-jev, v okoljsko ozaveščenih državah zaradi prepovedi rabe pred desetletji že upadajo. Na žalost je še vedno dovoljena, a le delno omejena uporaba nekaterih, sicer prepovedanih hormonskih motilcev v državah v razvoju, kar povzroča globalno onesnaženje. K današnjemu stanju prisotnosti hormonskih motilcev v okolju so pripomogla tudi razlitja strupenih snovi in večdesetletno zastrupljanje okolja z DDT-jem, PCB-ji in dioksini. To dokazujejo pojavi endokrinih ali razmnoževalnih motenj pri prosto živčih živalih.

Učinki na organizme

Raziskave hormonskih motilcev izpodbijajo tradicionalne koncepte toksikologije (veda o strupenih učinkih na organizme), zlasti dogmo o odmerku, saj hormonski motilci povzročajo škodljive učinke tudi že pri nizkih (piko- in nanomolarnih) koncentracijah. Na hormonski sistem organizmov delujejo neposredno z vezavo na hormonske receptorje kot agonisti oziroma antagonisti. Posredno lahko motijo sintezo, distribucijo in razgradnjo endogenih hormonov in/ali hormonskih receptorjev.

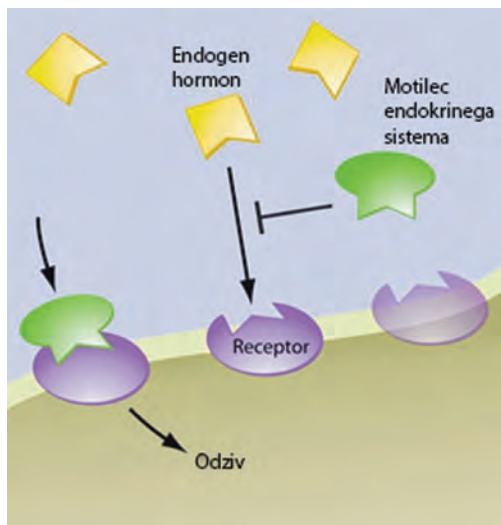
Značilnost motilcev endokrinega sistema je tudi njihova strukturna raznolikost. Te kemikalije nimajo nobene strukturne podobnosti z endogenimi hormoni, a kljub vsemu motijo homeostazo (ravnovesje) hormonskega sistema. Njihova struktura močno oteži spoznanje, ali gre dejansko za spojino, ki

lahko vpliva na hormonski sistem ali ne.

Organizmi v okolju lahko privzemajo motilce endokrinega sistema na različne načine. Vodni organizmi jih privzemajo neposredno iz vode preko kože in škrg (biokoncentracija) in uživanjem onesnažene hrane, ki vsebuje nevarne in strupene kemijske snovi (bioakumulacija). Kopenski organizmi jih privzamejo s pitjem onesnažene vode, dihanjem onesnaženega zraka ali s prehranjevanjem z onesnaženo (strupeno) hrano. Skupni toksični (strupeni) učinek mešanice kemikalij je navadno večji od učinkov posameznih kemikalij v okolju.

Motilci endokrinega sistema imajo različne načine hormonskega delovanja, delujejo kot pravi spolni hormoni, na primer estrogeni, androgeni in progesteron. Zato govorimo o estrogenem in antiestrogenem, androgenem in antiandrogenem ter progesteronskem delovanju. Značilne so motnje ravnovesja dejavnikov, sinteze citokinov in hormonalnega metabolizma.

Največ pozornosti je namenjene identifikaciji in ugotavljanju učinkov snovi z estrogenskim načinom delovanja, ki posnemajo delovanje endogenih estrogenov in imajo afiniteto na estrogenske receptorje (ER). Lahko pa estrogensko aktivne snovi delujejo tudi preko mehanizmov, neodvisnih od estrogenskih receptorjev. V naravi ksenoestrogeni (kemične snovi, ki so človeškemu organizmu tuje in posredno ali pa neposredno učinkujejo kot estrogeni) povzročajo učinke, kot je feminizacija samcev, na primer feminizacija aligatorjev v rekah Floride (Guillette s sod., 2000) in feminizacija rib v rekah Anglije (Jobling s sod., 1998; Gross-Sorkin s sod., 2006). Povzročajo pa tudi tvorbo spolnih organov nasprotnega spola (imposex) pri morskih priobalni polžih (Matthiesen in Gibbs, 1998) in razmnoževalne motnje pri pticah ujedah (Wos s sod., 2000). Pri sesalcih so opazili zmanjšanje števila semenčic, deformacije spolnih organov, neplodnost in pogostejše pojavljanje tumorjev na prostati in testisih (modih) (Colborn s sod.,



Delovanje motilca endokrinega sistema. Kemikalija zasede mesto na receptorju in prepreči delovanje endogenega hormona.

Prirjeno po http://www.pkdiet.com/pld_bleach.php.

1993). Ostali motilci endokrinega sistema v okolju povzročajo motenje endokrinega sistema pri ribah in sesalcih. Podobno je pri nevretenčarjih, na primer polžih, žuželkah in raki. Opazili so motnje v delovanju ščitnice pri pticah in ribah, zmanjšanje rodnosti pri pticah, ribah, mehkužcih in sesalcih, zmanjšano uspešnost izvalitve pri ribah, pticah in želvah, feminizacijo ribjih samcev ter motnje v delovanju imunskega sistema pri pticah in sesalcih. Pri nevretenčarjih povzročajo motnje v frekvenci levitev rakov in žuželk, hermafroditizem (dvospolnost) in razvoj moških spolnih organov pri samicah vodnih polžev in školjk.

Jakost in vrsta učinkov motilcev endokrinega sistema na izpostavljeni organizem sta odvisni od mesta in vloge organizma v prehranski verigi (trofični nivo). V vodnih ekosistemih se prehranske verige najbolj pogosto začnejo z algami, nadaljujejo z nevretenčarji in končajo z ribami ali bolj redko s sesalci. Pomembni so tudi življenjski stadij organizma, fiziološke razmere in načini razmnoževanja. Znano je, da so normalne

funkcije organov v sistemu uravnane z endokrinim sistemom, ki je zelo občutljiv predvsem v določenih življenjskih stadijih, kot so razvoj, nosečnost, laktacija, kar lahko povzroča hude in trajne posledice.

Med razvojno fazo organizma prihaja do spremembe v fiziologiji, zato je v tem obdobju organizem tudi najbolj občutljiv za škodljive učinke hormonskih motilcev. Razvojno fazo organizma sestavljata razvoj zarodka (embrionalni razvoj) in mladostno (juvenilno) obdobje. Učinki, ki nastanejo zaradi izpostavljenosti med razvojem organizma, so trajni in nepovratni in v veliki meri neobrnljivi (ireverzibilni). Vplivajo na diferenciacijo celic in imajo dolgo latentno dobo. V organizmih lahko povzročajo morfološke abnormalnosti v gonadah, reproduktivnem (razmnoževalnem) delu, možganih in drugih organih. Lahko povzročajo funkcionalne in vedenjske motnje ter maligna obolenja, zlasti v reproduktivnem (razmnoževalnem) sistemu. Funkcionalne motnje vključujejo zmanjšanje števila semenčic, zmanjša se kakovost semenčic in pojavi neplodnost. Vedenjske motnje vključujejo motnje v spolnem obnašanju in zmanjšani spolni nagon. Če je učinkom izpostavljen zarodek, se posledice pojavijo šele pri odraslem organizmu, ko ta pride v reproduktivno obdobje.

Izpostavljenost motilcem endokrinega sistema v okolju povzroča motnje pri organizmih različnih taksonomskih skupin. Kompleksne mešanice motilcev endokrinega sistema vstopajo v prehranjevalno verigo, se kopičijo v živalih na višjih trofičnih nivojih (biomagnifikacija ali kopičenje snovi v organizmu), kot so polarni medvedi, ribojede ptice in druge plenilske živali.

Samo kemijske analize motilcev endokrinega sistema ne dajejo zadostnega odgovora o potencialnih nevarnostih motilcev endokrinega sistema v okolju in še manj o pričakovanih motnjah endokrinega sistema. Poleg že poznanih motilcev endokrinega sistema, o katerih vemo vsaj nekaj o njihovih strupenih učinkih na organizme, vsako



Učinke in mehanizme delovanja motilcev endokrinega sistema na vodne vretenčarje ugotavljamo s testnimi organizmi, kot so zarodki rib zebrec (Danio rerio).

Vir: <http://ccwc.cornell.edu/index.cfm/dir.wpDetail/7057.htm>.

Viri motilcev endokrinega sistema.



leto v okolje prihajajo številne nove kemikalije z neznanimi posledicami. Prava pot za ugotavljanje motenj endokrinega sistema je kombinacija kemijskih analiznih metod ter specifičnih biotestov *in vitro* in *in vivo*.

Zaključek

Raziskave so v zadnjih desetih letih pokazale, da so motilci endokrinega sistema obsežen in izjemno kompleksen okoljski in zdravstveni problem. Zavedanje o nevarnosti je zelo majhno. Poznani motilci endokrinega sistema so le vrh ledene gore in potrebna so številna dodatna testiranja za določitev ostalih potencialnih motilcev endokrinega sistema, njihovih virov in poti vnosa v okolje in naprej v organizme. Globalno pomenijo tveganje za živali in človeka, ki so jim neposredno ali pa posredno izpostavljeni. Kljub temu, da je o učinkih hormonskih motilcev in njihovih mehanizmih učinkovanja na živa bitja že veliko znanega, je za varovanje okolja in človeka treba razviti čim bolj natančne postopke ugotavljanja motilcev endokrinega sistema ter njihovo čim bolj učinkovito odstranjevanje še pred vnosom v okolje.

Literatura:

- Bistan, M., Podgorelec, M., Marinšek – Logar, R., Tisler, T., 2012: *Yeast estrogen screen assays as a tool for detecting estrogenic activity in water bodies. Food technology and biotechnology*, 50 (4): 427–433.
- Colborn, T., Vom Saal, F. S., Soto, A. M., 1993: *Developmental effects of endocrine disrupting-chemicals in wildlife and humans. Environmental Health Perspective*, 101: 378–384.
- Gross-Sorkin, M. Y., Roast, S. D., Brighty, G. C., 2006: *Assessment of feminization of male fish in English rivers by environment agency of England and Wales. Environmental Health Perspective*, 114: 147–151.
- Guillette, L. J., Jr., Gain, D. A., Gunderson, M., Kools, S., Milnes, M. R., Orlando, E. F., Rooney, A. A., Woodward, A. R., 2000: *Alligators and endocrine disrupting contaminants: a current perspective. American Zoology*, 40: 438–452.
- Jobling, S., Nolan, M., Tyler, C. R., Brighty, G. C., Sumpter, J. P., 1998: *Widespread sexual disruption in wild fish. Environmental Science & Technology*, 32: 2498–2506.
- Lintelmann, J., Katayama, A., Kurihara, N., Shore,

L., Wenzel, A., 2003: *Endocrine disruptors in the environment (IUPAC technical Report). Pure and Applied Chemistry*, 75 (5): 631–681.

Matthinsen, P., Gibbs, P. E., 1998: *Critical appraisal of the evidence for trybutyltin-mediated endocrine disruption in mollusks. Environmental Toxicology and Chemistry*, 17: 44–48.

Miege, C., Karolak, S., Gabet, V., Jugan, M. L., Oziol, L., Chevreuil, M., Levi, Y., Coquery, M., 2009: *Evaluation of estrogenic disrupting potency in aquatic environments and urban wastewaters by combining chemical and biological analysis. Trends in Analytical Chemistry*, 28 (2): 186–195.

Richardson, M. L., Bowron, J. M., 1985: *The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment. Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 37: 1–12.

Witorsch, R. J., 2002: *Endocrine disruptors: can biological effects and environmental risk be predicted? Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 36: 118–130.

Wos, J. G., Dybing, E., Greim, H. A., Ladefoged, O., Lambre, C., Tarazona, J. V., Brandt, I., Vetbaak, A. D., 2000: *Health effects of endocrine-disrupting chemicals on wildlife, with special reference to the European situation. Critical Reviews in Toxicology*, 30 (1): 71–133.

Ebola • Medicina

Ebola

Petra Prunk

Medicina je živa znanost, ki se stalno razvija, dopolnjuje in spreminja. Še posebej veliko je bilo v tej smeri narejenega v zadnjem stoletju, ko je bilo človeštvo priča ogromnemu napredku tako pri poznavanju bolezni in njihovem ugotavljanju ter določanju kot tudi pri njihovem zdravljenju in preprečevanju. Med drugimi je bil leta 1923 odkrit prvi antibiotik, penicilin, število ostalih zdravil za zdravljenje nalezljivih bolezni pa je do današnjih dni eksponentno narastlo. Kljub temu nalezljive bolezni še vedno ostajajo eden izmed vodilnih vzrokov smrti po vsem svetu (*Emerging and Re-emerging infectious diseases*, 2010). Strokovno in nestrokovno javnost skoraj vsako leto prestraši moč in nevarnost nove okužbe, medicina pa je pri tem nemočna. Nalezljive bolezni se vedno znova pojavljajo, ljudje pa se sprašujemo, od kod prihajajo. Vzroki so različni: demografske, podnebne in vremenske spremembe, vojne, lakota in družbena neenakost ter predvsem spremenjeno obnašanje do divje narave in njenih prebivalcev. Pri tem velja omeniti zoonoze, zelo razširjene in pogoste bolezni, ki se prenašajo z divjih ali domačih živali na človeka – in obratno. Glavni dejavnik, ki

prispeva k pojavu novih povzročiteljev zoonoz pri ljudeh, so pogostejši in intenzivnejši stiki med ljudmi in živalmi (*Bolezni, ki se jih nalezemo od živali*, 2009). Številne bolezni, kot so prehlad, ošpice, rdečke, davica in tuberkuloza, so človeka dosegle s pomočjo živali. Tudi virus HIV, zaradi katerega letno umre več kot milijon ljudi, virus influence H5N1, ki je povzročil epidemijo ptičje gripe, in virus Ebrole so bili sprva povzročitelji bolezni pri opicah oziroma pticah, nato pa so preskočili na človeka. Predvsem je v povezavi s tem pomembno omeniti različne skrajne oblike vedanja človeka v odnosu do divjih živali. Tako kot človek imajo tudi živali v sebi nepredstavljivo količino mikrobov, ki so nam v veliki meri neznani, njihova patogenost pa še toliko bolj. Nevednost v smislu uživanja surovega mesa divjih živali in stik z njimi sta v modernem svetu kaprica svetovnih popotnikov, ki jo je težko preprečiti. Kljub vsemu pa se moramo zavedati, da lahko že en sam stik z navidez zdravo živaljo povzroči tako hudo in smrtonosno epidemijo, kot so epidemija HIV, ptičje gripe ali, najbolj nedavno, virusa Ebrole.

Še bolj kot stik z divjimi živalmi pa je za pojav novih nalezljivih bolezni pomemben nastanek novih genetskih različic mikroorganizmov, ki so človeku nevarnejše in so proti zdravljenju odpornejše. Nepravilna in nenadzorovana uporaba antibiotikov, predvsem v živilski industriji, lahko prav tako prispeva k večji odpornosti mikroorganizmov proti znanim antibiotikom in s tem k večjemu pojavljanju prej ne tako pogostih bolezni. To je le nekaj razlogov, zakaj pride do pojava »porajajoče se nalezljive bolezni«. S tem izrazom poimenujemo nalezljivo bolezen, ki se je pri ljudeh pojavila na novo, ali pa bolezen, ki jo poznamo že nekaj časa, vendar se je njena pojavnost oziroma zemljepisna razširjenost v zadnjih letih močno povečala (*Definition of Emerging infectious disease*, 2012). Med porajajoče se nalezljive bolezni tako sodijo HIV/AIDS, gripa, Creutzfeld-Jakobsova bolezen (ali bolj znano »bolezen norih krav«), hepatitis C in tudi hemoragična mrzlica Ebola (*Emerging and Re-emerging infectious diseases*, 2010).

Ebola je nevaren virus, ki povzroča virusno hemoragično mrzlico – hudo bolezen, katere konec je večinoma smrten. Virus je dobil svoje ime po dolini reke Ebole (današnji Kongo), kjer so leta 1976 prvič zabeležili dve ločeni epidemiji hemoragične mrzlice, ki sta se pojavili sočasno. Rezultat teh dveh izbruhov je bilo odkritje dveh vrst virusa Ebole: Zair in Sudan (Poljak, M., Miroslav, P., 2011). Od takrat naprej se je Ebola pojavljala brez pravega reda v različnih predelih Afrike, v zadnjih treh letih pa so se izbruhi pojavljali vsako leto, predvsem v odročnih vaseh v osrednji Afriki, v bližini tropskih gozdov. Do nedavnega je bil največji izbruh virusa Ebole epidemija, ki je pustošila v Ugandi v letih 2000 in 2001, ko je zbolelo 425 oseb, smrtnost pa je bila 53-odstotna (Fletcher, T., 2014). Zadnji izbruh, ki se je pojavil leta 2014 v zahodni Afriki, pa je zaradi velikega števila žrtev, hitrega širjenja in svoje specifičnosti razburkal svetovno javnost in močno prispeval k ozaveščanju ljudi o tem agresivnem mikroorganizmu.

Nitasta struktura virusa Ebole pod elektronskim mikroskopom.

Vir: <http://www.dailymail.co.uk/health/article-1282559/Ebola-virus-Scientists-discover-breakthrough.html>.



Ebola kot patogen

Ebolo uvrščamo, skupaj z virusom Marburg in virusom Cueva, v družino *Filovirusov*. To je skupina nitastih virusov z ovojnico, katere virusi imajo genski zapis shranjen v obliki molekule RNA. Struktura filovirusov je zelo raznolika, kar poimenujemo z izrazom pleomorfizem. Pojavljajo se v obliki dolgih ali kratkih nitk, ki so lahko razvejene ali zavite, nekatere pa so oblikovane v številko 6, črko U ali krog. Filovirusi so pri sobni temperaturi dokaj obstojni, občutljivi pa so na temperaturo, višjo od 60 stopinj Celzija, visoke odmerke ultravijoličnih žarkov, žarke gama in dezinfekcijska sredstva. Med vsemi človeškimi virusi so filovirusi najbolj patogeni, saj povzročajo smrtonosne oblike virusnih hemoragičnih mrzlic ter se izjemno hitro in učinkovito širijo.

Rod Ebolavirus vsebuje 5 vrst virusov, ki se razlikujejo po svoji patogenosti in zemljepisni razširjenosti:

- ebolavirus *Bundibugyo* (BDBV),
- ebolavirus *Zair* (EBOV),
- ebolavirus *Sudan* (SUDV),
- ebolavirus *Reston* (RESTV),
- ebolavirus *Tai Forest* (TAFV).

Ebola Bundibugyo, Ebola Zair in Ebola Sudan se pojavljajo najpogosteje in so povzročiteljice večine večjih epidemij v različnih predelih Afrike. Ebolo Reston so izolirali tudi na Filipinih in na Kitajskem, vendar ljudje zaradi okužbe s to vrsto niso imeli zdravstvenih težav; okužba je bila, po drugi strani, smrtna za opice. Ebola Tai Forest pa je povezana z eno samo okužbo človeka in še ta se je zgodila med obdukcijo okuženega šimpanza.

Sklepajo, da se filovirusi v naravi razvijajo in shranjujejo v živalih, iz katerih se potem lahko prenesejo na človeka. Naravni rezervoar (to je žival, človek ali neživa snov, v kateri virus naravno živi in se razmnožuje) filovirusov je bil do nedavnega neznan. V zadnjih letih pa so pri orjaških netopirjih v Kongu in Gabonu v Afriki odkrili asimp-

tomatsko oziroma prikrito okužbo z Ebolo (Poljak, M., Miroslav, P., 2011). To pa še ne pomeni, da so odkrili pravi naravni rezervoar Ebole, temveč le to, da z Ebolo okuženi netopirji lahko preživijo in prenašajo virus na opice (Poljak, M., Miroslav, P., 2011).

Ebola se na človeka prenaša preko tesnega stika s krvjo in drugimi telesnimi tekočinami ter tkivi okuženih živali. Izbruhi v Afriki so večinoma posledica stika človeka z bolnimi ali mrtvimi živalmi iz tropskega pragozda, predvsem s šimpanzi, gorilami, orjaškimi netopirji in gozdniimi antilopami. Ebola se nato v skupnosti širi s človeka na človeka. Lahko gre za neposredni ali posredni prenos. Neposredno se virus prenaša preko tkiv, krvi in ostalih telesnih tekočin ter preko telesnih izločkov, kot so seč, blato ali znoj. Pri posrednem prenosu pa je vir okužbe okolje, onesnaženo z okuženimi človeškimi telesnimi tekočinami, v katerih je virus. Zanimivo je, da se virus prenaša tudi z nezaščitenim spolnim odnosom in to še sedem dni po tem, ko je bila okužena oseba popolnoma ozdravljena. Kar nekaj primerov okužb pa se je zgodilo pri pokopu bolnikov, ki so umrli zaradi okužbe z Ebolo, saj afriški običaji narekujejo pogrebe, kjer imajo svojci med procesom žalovanja s truplom umrlega fizični stik. Pomemben način širjenja virusa je tudi bolnišnični prenos z okuženimi medicinskimi inštrumenti in nesteriliziranimi iglami. Zaradi načina prenosa so za okužbo ogroženi predvsem zdravstveni delavci in zdravniki, ki za okuženega skrbijo, ter sorodniki, ki imajo z njim veliko tesnih fizičnih stikov.

Incubacijska doba (to je čas, ki mine od okužbe do izbruha prvih simptomov) virusa Ebole je od 3 do 21 dni (Poljak, M., Miroslav, P., 2011). Virus se v tem času preko okuženih makrofagov (to so velike celice, ki požirajo telesu tuje snovi) s krvjo in limfo razširi v druga telesna tkiva, kjer okuži različne celice in povzroči njihovo smrt. Predvsem je pomembna okužba jetrnih celic, kar vodi v slabše delovanje jeter in posledično



Krvavitve v podkožje, ki se kaže z velikimi krvavimi mehurji.

Vir: <http://insidesurgery.com/2014/07/rife-treatment-stop-ebola-disease/>.

pomanjkljivo tvorbo dejavnikov strjevanja krvi, katerih sinteza poteka v jetrih. Makrofagi, okuženi z virusom, v okolico sproščajo velike količine citokinov (to so snovi, ki v telesu spodbujajo vnetje), zaradi česar imunski sistem začne pešati, to pa v telesu povzroči nenadzorovano vnetje. Citokini pa povzročijo nepravilnosti tudi v celicah, ki obdajajo žilno steno, kar pripelje do povečane prepustnosti žil, to pa je glavni vzrok za obsežne krvavitve, značilne za okužbo z Ebolo.

Virusna hemoragična mrzlica

Virusno hemoragično mrzlico uvrščamo v raznoliko skupino človeških in živalskih boleznih, ki jih povzročajo različni virusi iz petih družin: *Arenavirusi*, *Filovirusi* (med katere sodi tudi Ebola), *Bunyavirusi*, *Flavivirusi* in *Rhabdovirusi*. Kljub temu, da jih lahko povzročajo različni virusi, pa je njihova klinična slika podobna: bolnik krvavi in ima vročino, bolezen pa v mnogih primerih vodi v obilne krvavitve, šok in smrt. Nekateri virusi povzročajo le blago obliko hemoragične mrzlice, okužba z drugimi, kot je na primer virus Ebole, pa je lahko življenjsko ogrožujoča.

Hemoragična mrzlica, ki jo povzroči virus Ebole, se začne nenadoma. Bolnik se na začetku počuti slabo, čuti močne bolečine v predelu čela, v mišicah in sklepih, izmerimo pa mu tudi visoko temperaturo. Pojavijo se

še bolečine v žrelu ter oteklina okrog oči in na spolovilu. Bolezen nato hitro in dramatično napreduje. Bolnik začne bruhati velike količine krvi in odvajati krvavo drisko. Krvaveti začne tudi iz vseh drugih zunanjih odprtih, iz oči, ušes, nosu in - čeprav tega na zunaj ne opazimo - krvavi tudi v notranje telesne votline. Lahko se pojavi krvavitve v podkožje, kar se kaže z ogromnimi krvavimi mehurji po koži celega telesa. Od drugih znakov pa so za hemoragično mrzlico Ebola značilni še zmedenost, nezavest in znaki okvare dihalnega sistema.

Okužba z virusom Ebole je večinoma smrtna. Smrt praviloma nastopi od šestega do devetega dne boleznih zaradi izkrvavitve in odpovedi več organov. Bolniki, ki pa si opomorejo, pa okrevajo zelo počasi. Še več let imajo bolečine v mišicah in sklepih, pojavijo se lahko tudi gluhost in psihoze, bolnik pa se obdobja boleznih ne spominja.

V začetku boleznih ne moremo napovedati, kateri bolnik bo umrl in kateri bo preživel. Vsi imajo enake in predvsem enako resne simptome in znake. Odkrili pa so pomembno razliko med krvjo preživelih in krvjo umrlih bolnikov. V vzorcu krvi umrlih so namreč našli veliko količino virusa, niso pa našli protiteles (to so snovi, ki jih naše celice imunskega sistema izločajo z namenom, da se vežejo na tujo snov in jo s tem označijo za uničenje) proti virusu Ebole. To pomeni, da njihovo telo virusa ni prepoznalo.

lo kot tujek oziroma se proti njem ni znalo ubraniti. Na drugi strani so pri bolnikih, ki so okužbo preživeli, našli znatno manjšo količino virusa, prisotna pa so bila protitelesa proti Eboli. Ugotovitev ima velik pomen, saj kaže, da je stanje imunskega sistema v času okužbe ključno za preživetje, hkrati pa odpira možnosti za razvoj zdravila oziroma cepiva proti okužbi z virusom Ebole.

Na okužbo z Ebolo pomislimo pri bolniku, ki se je vrnil iz endemičnih krajev (krajev, kjer je virus Ebole stalno prisoten in značilen za to območje), ima visoko vročino in krvavi iz telesnih odprtih. Seveda pa moramo okužbo tudi potrditi. To naredimo z različnimi metodami, s katerimi ugotavljamo prisotnost ali odsotnost določenih delčkov (antigenov) virusa Ebole v bolnikovi krvi, in z dokazovanjem že prej omenjenih protiteles.

Pri sumljivih bolnikih pa je treba pomisliti še na kakšno drugo bolezen: virusno hemoragično mrzlico, ki jo povzroča kak drug virus, kolero, kugo, predvsem pa je treba izključiti malarijo, saj se boleznij pojavljata na enakih zemljepisnih območjih.

Zdravljenje in preprečevanje

Čprav bolezen poznamo že skoraj pol stoletja, posebnega zdravila za zdravljenje hemoragične mrzlice, povzročene z Ebolo, ne poznamo; prav tako še vedno ni na voljo primerne cepiva. Hemoragična mrzlica Ebola sodi - tako kot številne druge tropske bolezni - med tako imenovane »zanemarjene« bolezni, saj velika farmacevtska podjetja ne kažejo komercialnega zanimanja za razvoj njenega zdravila oziroma cepiva (24ur.com). Letno se z Ebolo okuži le majhen del svetovnega prebivalstva in tako bi bila zdravila ter cepiva v uporabi občasno in še to le pri majhnem številu ljudi.

Zato bolnike zdravijo s podporno terapijo, ki vključuje rehidracijo (nadomeščanje tekočine) z dodajanjem elektrolitov, nadomeščanje dejavnikov strjevanja krvi, preprečevanje dodatnih okužb z antibiotiki in - po potre-

bi - zdravljenje v enotah intenzivne terapije (Poljak, M., Miroslav, P., 2011).

Do zdaj so bolezen poskušali zdraviti z različnimi zdravili. Ribavarin in interferon, zdravili, ki zdravita nekatere druge virusne okužbe, pri Eboli nista učinkoviti. Zaradi ugotovitev, da imajo preživeli bolniki v sebi protitelesa proti virusu Ebole, medtem ko jih umrli nimajo, so med epidemijami poskusili tudi z uporabo seruma (to je tekočina, ki jo pridobijo iz prečiščene krvi in vsebuje protitelesa proti boleznim in strupom) preživelih bolnikov, vendar njegov učinek ni bil zadovoljiv.

Z zadnjo veliko epidemijo leta 2014 je prišlo do hitrega razvoja poskusnih zdravil, ki so v raziskavah na živalih pokazala obetavne rezultate. Težava pri teh zdravilih pa je, da celotne klinične raziskave, ki bi določile učinkovitost in varnost zdravil tudi pri človeku, še niso bile izvedene, kar pomeni, da zdravilo na širši populaciji - večjem številu ljudi - še ne bi smelo biti uporabljeno. Hkrati pa je zadnji izbruh tudi priložnost, da farmacevtska podjetja svoja poskusna zdravila preizkusijo na velikem vzorcu okuženih bolnikov. O etičnosti takšnega »poskusa« se je sprožilo veliko polemik, kljub temu pa so strokovnjaki Svetovne zdravstvene organizacije uradno izjavili, da je zaradi velikega števila žrtev, ki jih je zahteval zadnji izbruh, uporaba poskusnih zdravil etično upravičena (BBC news).

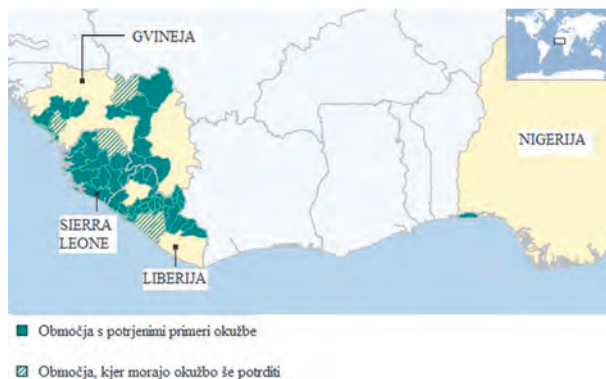
Javnosti najbolj poznano poskusno zdravilo je zdravilo *Zmapp*. Dobila sta ga dva ameriška zdravnik, okužena z Ebolo, kar je bilo medijsko zelo odmevno. Zdravilo je mešanica treh vrst protiteles, ki napadejo proteine na površini virusa in ga tako uničijo. Mehanizem drugega poskusnega zdravila, zdravila *TKM-Ebola*, je drugačen. Ta napade določene verige v genetskem materialu virusa, ki kodirajo proteine, odgovorne za bolezensko delovanje Ebole. Virus preneha proizvajati proteine, odgovorne za njegovo bolezensko delovanje, in postane tako neškodljiv. Zdravilo *TKM-Ebola* je bilo do

nedavnega še v fazi testiranja na živalih, ob zadnjem izbruhu pa so testiranje pospešili in julija letos vstopili v prvo fazo testiranja na majhnem številu zdravih prostovoljcev. Obstaja še tretje eksperimentalno zdravilo, katerega mehanizem je podoben prejšnjemu. Zdravilo je že prestalo testiranje na zdravih prostovoljcih, toda njegova učinkovitost še nikoli ni bila preizkušena na človeškem bolniku, okuženem z Ebolo.

Učinkovitega cepiva proti hemoragični mrzlici Ebola, kot rečeno, še ni. Strokovnjaki pri Svetovni zdravstveni organizaciji pravijo, da so farmacevtska podjetja z razvojem cepiva že tako daleč, da naj bi bilo prvo na voljo za uporabo že leta 2016 (BBC news). Poznamo več cepiv, ki naj bi v teoriji delovala proti virusu Ebrole. Med te sodi inaktivirano cepivo, ki vsebuje inaktivirani virus oziroma ima odstranjene gene, ki so odgovorni za njegovo sposobnost povzročiti bolezen. Potencialno učinkovita pa so tudi cepiva, v katerih je velika količina le enega virusnega proteina. V obeh primerih je človeški imunski sistem zaradi prisotnosti virusnih delcev, ki jih vnesemo s cepivom, spodbujen, kar povzroči nastanek velike količine specifičnih protiteles proti virusu Ebrole. Ob morebitnem stiku z Ebolo ima tako človek v sebi že zadostno količino protiteles, ki so sposobna virus prepoznati in s pomočjo celic imunskega sistema preprečiti njegovo škodljivo delovanje ter ga iz telesa odstraniti.

Raziskovalci, ki se ukvarjajo z razvojem zdravila in cepiva proti virusu Ebrole, se soočajo s številnimi težavami. Kot že omenjeno, še danes namreč ne vemo, kdo je pravi naravni gostitelj virusa. Posledično je nemogoče, da bi širjenje virusa na ljudi lahko nadzorovali z izničenjem oziroma izoliranjem naravnega rezervoarja. Razvoj hemoragične mrzlice Ebola je v primerjavi z drugimi nalezljivimi boleznimi izjemno hiter, kar pomeni, da v poteku bolezni obstaja zelo kratko terapevtsko okno, ko bi lahko z zdravilom zaustavili napredovanje bolezni. Prav zaradi tega je natančen razvoj bolezni izjemno težko preučevati, k temu pa prispeva še dejstvo, da se izbruhu bolezni večinoma pojavljajo v odročnih delih Afrike, kjer ni posebnih laboratorijev in usposobljenega osebja. K težavnemu raziskovanju virusa Ebola prispevata še nevarnost okužbe v laboratorijih ali - še hujše - možnost izpusta virusa v civilizirano okolico, kar bi lahko povzročilo svetovno katastrofo.

Ob odsotnosti učinkovitega zdravila oziroma cepiva je trenutno edina možnost za zmanjšanje okužb in s tem tudi zmanjšanje smrtnosti krepitev zavedanja o dejavnih tveganja za okužbo z Ebolo in o možnostih zaščite. Za zmanjšanje prenosa s človeka na človeka je treba javnost obveščati o pomenu izogibanja tesnemu fizičnemu stiku z okuženimi bolniki in pomenu zaščite z ustrezno zaščitno opremo. Zdravstveni delavci so - poleg sorodnikov obolelega - zelo ogroženi



Zemljevid območij, kjer so ugotovili prisotnost okuženih z Ebolo.

Vir: <http://www.bbc.com/news/world-africa-28798542>.

za okužbo z Ebolo. Že ob sumu na okužbo morajo začeti z zaščitnimi postopki: nošenjem obrazne zaščitne maske in očal, medicinske halje, ki pokriva celotno telo, in medicinskih rokavic.

Izbruh leta 2014

V marcu leta 2014 so v gozdnatem območju afriške Gvineje, v Guedecku, začeli poročati o skrivnostni bolezni, ki se je kazala z vročino, hudo drisko in bruhanjem ter visoko smrtnostjo (*Rapid risk assessment*). V bolnišnico so sprejeli osem bolnikov, od katerih so trije umrli, kasneje pa so poročali še o podobnih obolenjih in smrtih sorodnikov umrlih (*Rapid risk assessment*). Zbolevali so začeli tudi zdravstveni delavci, kar je povzročilo še večji preplah. Sklepali so, da gre za ponovni izbruh virusa Ebole. Širjenje virusa se je v aprilu upočasnilo, toda naslednji mesec se je spet okrepilo. V maju je bilo z virusom okuženih že 236 ljudi, od tega jih je 158 umrlo (Fletcher, T., 2014). V naslednjih dveh mesecih se je virus začel širiti še hitreje in v avgustu so okužene z Ebolo zabeležili že v štirih afriških državah: v Gvineji, Sierr Leone, Liberiji in Nigeriji. Vseh okuženih je bilo do avgusta že 1323, od tega jih je 729 umrlo (Fletcher, T., 2014). Glede na število žrtev in zemljepisno razširjenost je zadnji izbruh največji opisan izbruh virusa Ebole.

Svetovna zdravstvena organizacija je zaradi nevarnosti, ki jo predstavlja epidemija, razglasila mednarodne izredne razmere, prizadetim državam namenila denarna sredstva in pozvala svet k mednarodno usklajenem delovanju (24ur.com). Afriške države so razdelili v tri skupine: v tiste, kjer virus kroži, tiste, ki mejijo na te države, in tiste, kjer virusa ni (24ur.com). Vsem državam je Svetovna zdravstvena organizacija razdelila priporočila, kako ravnati in kakšne postopke uporabljati v primeru okužbe z Ebolo, države pa se morajo povezovati tako med seboj kot tudi z evropskim Centrom za nalezljive bolezni (24ur.com).

Kot že omenjeno, so za okužbo z Ebolo najbolj ogroženi sorodniki in bližnji okuženih bolnikov, ki imajo z njimi stalni fizični stik, k večji možnosti okužbe pa prispeva še dejstvo, da so afriški bolniki in njihovi svojci večinoma neizobraženi in brez pravih sredstev za ustrezno medicinsko zaščitno opremo. Poseben problem predstavlja nezaupanje afriške skupnosti v zdravstveni sistem, saj so v tamkajšnjih bolnišnicah razmere zelo slabe, za bolnike v njih pa je pogosto slabo poskrbljeno. Zato številni okuženi in bolni ljudje ostajajo skriti doma in ne želijo v bolnišnice. Tako sta odkrivanje in izoliranje okuženih težki, širjenje virusa pa nenadzorovano. Zdravstveni delavci v afriških bolnišnicah, kjer zdravijo bolnike, okužene z virusom Ebola, so druga tvegana skupina, ki ima večjo verjetnost za okužbo. Ti imajo stalni stik z okuženimi telesnimi tekočinami, hkrati pa močno omejena sredstva in prostore, da bi se lahko pred virusom pravilno zaščitili. Veliko jih je za ravnanje s tako nevarnim virusom tudi nepoučenih. Po pričevanju Svetovne zdravstvene organizacije je stopnja ogroženosti za turiste, ki potujejo v države, kjer je Ebola trenutno prisotna, še vedno majhna, če se le držijo priporočenih zaščitnih navodil (*Rapid risk assessment*). Nekoliko večja je možnost okužbe v zdravstvenih ustanovah, stopnja ogroženosti pa je odvisna od tega, kakšna sta bolnišnično znanje in nadzor nad širjenjem okužbe (*Rapid risk assessment*).

Skoraj vsi primeri okužb z Ebolo so se zgodili v Afriki (z izjemo nekaj laboratorijskih okužb) (*Rapid risk assessment*). V okviru zadnjega izbruha sta se v Liberiji okužila dva ameriška zdravnika, ki so ju premestili v bolnišnico v Združenih državah Amerike, in španski misijonar, prav tako okužen v Liberiji. Drugih okuženih v razvitih državah Evropske unije in Združenih državah Amerike niso odkrili. Svetovna javnost pa je kljub temu zaskrbljena predvsem zaradi mednarodnega tranzita, ki omogoča hitro in enostavno širjenja virusa Ebole tudi v ne-

afriške države. Znan je primer moškega, ki je z letalom potoval iz Liberije v Nigerijo. Poročila pravijo, da je imel pred tem stik z okuženim bolnikom, imel že pred vzletom bolezenske simptome, njegovo stanje pa se je med poletom še poslabšalo, zato je bil takoj ob pristanku premeščen v nigerijsko bolnišnico, kjer so dokazali okužbo z Ebo- lo. Moški je imeli stik z 59 ljudmi, katerih okužba še ni potrjena, kljub vsemu pa so potencialna nevarnost za širjenje Ebole tudi v Nigeriji (*Rapid risk assessment*). Številne države so zato ob vstopu v državo za ljudi, ki prihajajo z območij Afrike, kjer je trenutno prisotna Ebola, organizirale posebne preglede, ki bi pomagali odkriti morebitne okužene bolnike. V povezavi s tem pa je pomembno poudariti, da je inkubacijska doba virusa Ebole tudi do tri tedne, v tem času pa bolnik nima znamenj, ki bi jih z zdravstvenih pregledom lahko odkrili, in bo videti zdrav, čeprav bo po koncu tega obdobja zbolel in posledično postal kužen.

Možnost vstopa virusa Ebole v območje Evropske unije je kljub temu zelo majhna, še posebej, če se ljudje, ki potujejo v prizadete države, držijo predpisanih preventivnih navodil:

- Izogibati se je treba stikom s simptomatskimi bolniki in/ali njihovimi telesnimi tekočinami.
- Izogibati se je treba stikom s trupli in/ali telesnimi tekočinami umrlih bolnikov.
- Izogibati se je treba stikom z divjimi živalmi (opicami, gozdnimi antilopami, glodalci in netopirji), tako živimi kot mrtvimi, in uživanju surovega mesa.
- Redno si je treba umivati roke z milom in antiseptikom (*Rapid risk assessment*).

Čeprav je verjetnost, da bi se virus Ebole pojavil tudi v Sloveniji, majhna, je Nacionalni inštitut za varovanje zdravja v sodelovanju z Infekcijsko kliniko v Ljubljani in Inštitutom za mikrobiologijo že pripravil priporočila za nestrokovno javnost, potnike

in strokovno javnost (*Rapid risk assessment*). V Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana so prav tako že pripravili navodila za pot, izolacijo, obravnavo in zdravljenje morebitnega kužnega bolnika (MMC RTV Slovenija).

Zaključek

Dejstvo je, da ima zadnji in doslej najhujši izbruh Ebole nekoliko drugačne značilnosti, kot so jih imeli prejšnji. Pojavil se je v zahodni Afriki, kjer prej tega virusa klinično niso poznali, saj se je Ebola pojavljala le v osrednjem, tropskem delu Afrike. Iz svojega žarišča se je nato hitro razširil tudi v večja afriška mesta, medtem ko so prejšnji izbruhi v dokaj kratkem času zamrli sami po sebi, saj so se pojavljali v odročnih krajih, ki jih prebivalci niso zapuščali. Pri zadnjem izbruhu se je okužilo veliko število zdravstvenih delavcev, kar pomeni, da osebje v zdravstvenih ustanovah prizadetih držav nima dovolj znanja o ravnanju z okuženimi bolniki v primeru epidemije Ebole. Prenos okužbe z letalskim potnikom ter okužba dveh Američanov in španskega državljana pa sta prestrašila svetovno javnost, kar je sprožilo mednarodne ukrepe za zaježitev epidemije. Izbruh leta 2014 je iz izolirane epidemije prerastel v svetovni problem, ki zahteva mednarodno ozaveščenost in ukrepanje.

»Medicina je znanost negotovosti in umetnost verjetnosti,« je nekoč izjavil William Osler, kanadski zdravnik, ki mu pravijo tudi »oče moderne medicine«. Nove nalezljive bolezni prinašajo svetu vprašanja: Kaj se bo zgodilo, kam se bo ta bolezen razširila, koliko žrtev bo še terjala? Hkrati z negotovostjo pa prinašajo tudi še neodkrito znanje. Znanje, ki smo ga prisiljeni odkriti in uporabiti, da zaježimo epidemijo, znanje, ki ga bomo uporabljali pri naslednjih izbruhih drugih nalezljivih bolezni, znanje, ki bo povečalo verjetnost preživetja naše človeške vrste. Medicina vsekakor je umetnost.

Literatura in viri:

Fletcher, T., 2014: *Ebola – clinical and epidemiological aspects with a focus on the recent epidemic in West Africa*. Dostopno na: https://www.escmid.org/escmid_library/online_lecture_library/?search=1¤t_page=1&search_term=ebola. Pridobljeno 18. avgusta 2014.

BBC news – *Ethical to use untested Ebola drugs, says WHO*. Dostopno na: <http://www.bbc.com/news/world-africa-28754160>. Pridobljeno 18. avgusta 2014.

24ur.com – *Največja epidemija virusa ebola v zgodovini: kako smo na izbruh pripravljene v Sloveniji*. Dostopno na: <http://www.24ur.com/novice/slovenija/najvecja-epidemija-ebola-v-zgodovini-kako-smo-na-izbruh-pripravljene-v-sloveniji.html>. Pridobljeno 18. avgusta 2014.

Rapid risk assessment – *Outbreak of Ebola virus disease in West Africa. Third update, 1 August 2014*. Dostopno na: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/ebola-outbreak-west-africa-1-august-2014.pdf>. Pridobljeno 18. avgusta 2014.

MMC RTV Slovenija – *UKC pripravil ukrepe za morebitne bolnike z ebolo*. Dostopno na: <http://www.rtvsl.si/zdravje/novice/ukc-pripravil-ukrepe-za-morebitne-bolnike-z-ebolo/343937>. Pridobljeno dne 18. avgusta 2014.

Poljak, M., Miroslav, P., 2011: *Medicinska virologija. Medicinski razgledi*. Ljubljana.

Southwick, F., 2014: *Infectious Diseases: A Clinical Short Course. Third edition*. New York: McGraw-Hill.

Marolt Gomilišček, M., Radšel Medvedšek, A., 2002: *Infekcijske bolezni*. Ljubljana: Tangram.

Sullivan, N., Yang, Z.-Y., Nabel, G. J., 2003: *Ebola Virus Pathogenesis: Implications for Vaccines and Therapies*. Dostopno na: <http://jvi.asm.org/content/77/18/9733>. Pridobljeno 12. avgusta 2014.

Ebola virus disease, 2014. Dostopno na: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs103/en/>. Pridobljeno 11. avgusta 2014.

Dowell, F. S., Mukunu, R., Ksiazek, T. G., Khan, S. A., Rollin, E. P., Peters, J. C., 1995: *Transmission of Ebola Hemorrhagic Fever: A Study of Risk Factors in Family Members, Kikwit, Democratic Republic of Congo*. Dostopno na: <http://jid.oxfordjournals.org/>. Pridobljeno 12. avgusta 2014.

Emerging and Re-emerging infectious diseases, 2010. Dostopno na: <http://www.niaid.nih.gov/topics/emerging/Pages/introduction.aspx>. Pridobljeno 21. avgusta 2014.

Definition of Emerging infectious disease, 2012. Dostopno na: <http://www.medterms.com/script/main/art.asp?articlekey=22801>. Pridobljeno 21. avgusta 2014.

Bolezni, ki se jih nalezemo od živali, 2009. Dostopno na: <http://www.viva.si/Infekcijske-bolezni/2255/Bolezni-ki-se-jih-lahko-nalezemo-od-%C5%BEivali>. Pridobljeno 22. avgusta 2014.

Zahvala

Za pobudo, vse nasvete in pomoč pri pisanju članka se iskreno zahvaljujem mentorici prof. dr. Zvonki Zupanci Slavc, dr. med.



Petra Prunk, rojena oktobra leta 1991 v Ljubljani, je študentka 4. letnika medicine na Medicinski fakulteti v Ljubljani. Z medicino se je prvič srečala prav v reviji *Proteus*, ko je v osnovni šoli kot nagrado za zlato priznanje iz biologije dobila letno naročino na to revijo. Nekoč si želi postati pediatriinja, saj obožuje otroke. Rada ima naravo in živali ter spoznavanje novih ljudi in dežel, zaradi česar tudi rada potuje. Njeni konjički so ples, dolgi sprehodi s svojo psičko in hoja v hribe. Rada tudi bere in igra klavir. Objavljeni članek se je odločila napisati zaradi svetovne pozornosti, ki jo je prinesla trenutna epidemija Ebola, in posebnega zanimanja za področje infektologije.

Naravni pojavi plinov v Sloveniji

Nina Rman, Petra Žvab Rožič

Izhajanje plinov iz tal povezujemo z različnimi fizikalnimi in kemijskimi procesi, ki potekajo v notranjosti našega planeta. Plinska mešanica je lahko sestavljena iz različnih plinov, ki imajo raznovrsten učinek na tla in bližnje organizme. Na vulkanskih območjih so poznane številne fumarole, nad nahajališči metana se pojavlja »večni ali božanski ogenj«, mineralne in termomineralne vode brbotajo zaradi visoke vsebnosti ogljikovega dioksida, številni drugi plini pa se izločajo skorajda neopazno, a niso zato nič manj pomembni ali celo nevarni.

V Sloveniji in bližnji okolici so najizrazitejši naravni plinski pojavi mofete v severovzhodni Sloveniji, mineralni izviri v Rogaški Slatini, Nuskovi in okolici Radencev, tik za mejo s Hrvaško, kjer so danes številna plinska polja, pa so bili včasih naravni pojavi metana.

Različni plini so prisotni v termomineralni vodi, zajeti s številnimi geotermalnimi vrtnami v severovzhodni Sloveniji, radon pa se v večjih koncentracijah pojavlja ob aktivnih prelomnih območjih v kraškem svetu zahodne in jugozahodne Slovenije.

Izvor plinov

Zemlja je razdeljena na jedro, plašč in skorjo. Trdna in hladna skorja je razlomljena na tektonske plošče, ki se počasi premikajo po plastični astenosferi oziroma zgornjem delu plašča. V njem se kamnine zaradi zelo visoke temperature in pritiska preobražajo ali metamorfozirajo, lahko pa se celo povsem stopijo in nastane magma. Pri tem potekajo številne kemijske reakcije, katerih stranski proizvod so plini. Najpogostejša sta vodna para, ki izhaja predvsem iz v kamninah ujete padavinske vode, in ogljikov dioksid, nastajajo pa tudi klorovodikova in fluorovodikova kislina, vodikov sulfid, žveplov dioksid, metan, žlahtni plini in drugi. Staljene

kamnine in plini prodirajo skozi večje in manjše razpoke v Zemljini skorji proti površju in ogrevajo okoliške kamnine. Skoznje pronica infiltrirana padavinska voda, v njej pa se vsaj deloma raztopijo že omenjeni plini. Ogrete kamnine in podzemna voda lahko tvorijo geotermalni vodonosnik, iz katerega izteka voda s temperaturo na površju vsaj 20 stopinj Celzija. Kadar je Zemljine toplote zelo veliko, podzemna voda v vodonosniku zavre in se v njem nahaja vodna para s spremljajočimi plini.

Pojav ogljikovega dioksida

Ker je ogreta podzemna voda z raztopljenimi plini redkejša od hladne infiltrirajoče se podzemne vode, se zaradi vzgona dviga skozi pore in razpoke v tleh proti površju. Na mestu iztoka podzemne vode nastanejo mineralni, topli ali vroči izviri ali gejzirji. Kjer je globina do podzemne vode večja, takšni pojavi ne morejo nastati, zato pa se izrazijo plinski pojavi, kot so na primer fumarole.

Na vulkanskih območjih iz fumarol na površje izhaja predvsem vodna para. Glede na deleže plinov v plinski mešanici poznamo tri posebne vrste fumarol. Iz soffionov poleg vodne pare izhaja tudi borova kislina, ki ob ohlajanju tvori bele borove soli. Iz solfatar poleg vodne pare izhaja vodikov sulfid, ki smrdi po gnilih jajcih in na zraku oksidira v rumeno elementarno žveplo. Vdihovanje previsokih koncentracij tega plina učinkuje enako kot ogljikov monoksid in lahko povzroči zadušitev. Teh dveh vrst fumarol v Sloveniji ne moremo občudovati.

Tretja vrsta fumarol, ki pa ni vedno vezana na aktivne vulkanske pojave, so mofete. Skoznje izhaja pretežno ogljikov dioksid. Kadar mu je primešana vodna para, je mešanica vroča, v nasprotnem primeru pa je hladna. Ogljikov dioksid je plin brez barve,

vonja in okusa, ki je težji od zraka in v previsokih koncentracijah škoduje živim organizmom. Pri vdihavanju večjih koncentracij občutimo omotico in glavobol, ki se lahko nadaljujeta do zakisanosti krvi in smrti.

Mofete, mineralne in termomineralne vode, bogate z ogljikovim dioksidom, lahko opazujemo tudi v Sloveniji.

Izviri mineralne vode, bogate z ogljikovim dioksidom

Pojav mineralnih izvirov in/ali termomineralne vode z veliko vsebnostjo ogljikovega dioksida na območju Jezerskega, Rogaške Slatine, Lenarta v Slovenskih goricah, Ščavnice, Radencev, Nuskove ter na avstrijskem Štajerskem in Gradiščanskem pripisujemo predvsem razplinjanju metamorfnih kamnin v Zemljinem plašču. Najmlajši vulkanizem je deloval pred približno tremi milijoni let na Goričkem, zato sklepamo, da je njegova vloga za pojav ogljikovega dioksida danes zanemarljiva. Nastali plin potuje skozi zelo globoke razpoke v Zemljini skorji, ki so na območju močnih prelomnih con dobro prevodne, in se hkrati raztaplja v podzemni vodi. Nastane šibka ogljikova kislina, ki raztaplja kamnine, skozi katere se voda pretaka.

Spremenjeno rastje v bližini mest izhajanja ogljikovega dioksida pri mofetah Strmec v Starešincih. Foto: Nina Rman.



Dlje kot se voda pretaka po podzemlju in več plina, kot ga ima, več raztopljenih mineralnih snovi vsebuje, ko priteče na površje. Naravni izviri mineralne vode so poznani že stoletja. Podzemna voda izteka na površje zaradi plinskega dviga, saj jo mehurčki naredijo redkejšo in lažjo. Mineralni vodi Radenska in Donat Mg se stekleničita še danes in se uporabljata kot naravno zdravilno sredstvo. Po izvoru sta padavinski vodi, ki po podzemlju potujeta več tisoč let in vsebujeta nekaj gramov na liter prostega ogljikovega dioksida. Velika količina tega plina omogoča intenzivno raztapljanje slabo sprijetih peskov in meljev v Radencih ter andezitnega tufa v Rogaški Slatini, zato je količina raztopljenih snovi v vodi zelo visoka, več kot 10 gramov na liter.

Mofete v Sloveniji

Veliko redkejše in manj poznane so mofete, katerih natančno število ni poznano, ker še niso sistematično preiskane. V naravi so mofete različno izrazite, kar je deloma odvisno od prisotnosti talne vode. Kadar so tla okoli mofete suha, jo najlažje prepoznamo po spremenjenem travniškem rastlinju. V okolici mest izhajanja ogljikovega dioksida rastejo nižje trave in mahovi, v neposredni bližini pa so rastline posušene. Če je plina veliko, je slišati celo sikanje. Mesta z aktivnim izhajanjem plina zlahka prepoznamo po večjem številu najdenih mrtvih žuželk (na primer muh, hroščev, čebel).

Kadar so kotanje mofet zapolnjene z vodo, kar je pogostejše le po deževju, je izhajanje plina dobro opazno. Na vodni površini se ob manjšem iztoku plina pojavijo posamezni mehurčki, ob večji količini se vidi in sliši brbotanje, ob zelo velikem iztoku pa se vodna površina celo peni.

Stavešinske slepice in mofete Strmec

V gozdu zahodno od Stavešinskega vrha pri Radencih je več mofet. Dve z najmočnejšim iztokom plina, ki glasno brbota, sta opazni v dveh kotanjah premera več kot en meter in sta zapolnjeni z deževnico. Voda v eni slepici je bistra, v drugi pa motna.

Stavešinske mofete Strmec se nahajajo na obeh straneh ceste med Ivanjševci in Stavešinci. Več mofet s premerom nekaj metrov je opaziti na travniku na južni strani ceste. Prepoznamo jih po nižjem rdečkastem rastju, posušeni in počrneli travi ter golih tleh. Po dežju kotanje v premeru do nekaj decimetrov zapolni voda in na njeni površini so opazni mehurčki plina.



*Ena izmed Stavešinskih slepic z brbotajočo vodno površino zaradi velikega dotoka ogljikovega dioksida.
Foto: Nina Rman.*

Stavešinske mofete Strmec običajno nimajo talne vode, da bi videli izhajanje plina. Foto: Nina Rman.

Ivanjševska mofeta

Ob krajevni cesti Stavešinci-Ivanjševci je pod mostom v kanalu Ščavnice na več mestih opazno izhajanje mehurčkov plina, sliši se tudi brbotanje. Ivanjševska mofeta leži med Ivanjševsko slatino in Vrelcem, turistično urejenima vrtinama, ki sta le dve izmed številnih plitvih vrtin za mineralno vodo v okolici.

Mofete Rihtarovci

Več mofet se nahaja na delno preoranem travniku na spodnji murski terasi pod križiščem v Rihtarovcih. So naravna dediščina krajevnega pomena in niso označene s tablami. Prepoznamo jih po manj bujni in počrneli travi ter rdečkastih oborinah na tleh. Ko je travnik poplavljen, so na vodni površini opazni mehurčki izhajajočega plina.

Polička slatina

Slatine na širšem območju med Radenci in Lenartom v Slovenskih goricah lahko razdelimo v dve vrsti. Prvo predstavljajo izviri visoko mineralizirane vode z veliko ogljikovega dioksida, kjer vodna površina živahno brbota. Takšne so na primer Ihovska, Radvenska in Lormanjska slatina, izvir Žekš in druge. V drugem primeru se v manjših kotanjah zadržuje predvsem deževnica, zato voda vsebuje le malo raztopljenih snovi, vanjo pa z različno intenzivnostjo doteka ogljikov dioksid. Medtem ko je dotok plina na območju Lokavske, Ujterske in Verjanske slatine šibak, na širšem območju Poličke slatine plin izhaja v več mofetah na robu travnika pod cesto med Spodnjo Ščavnico in Polico. Omenjene slatine so večinoma zavarovane kot naravne vrednote krajevnega pomena in so redko označene, zato jih je razmeroma težko najti.



Mofeta Polička slatina.

Foto: Nina Rman.

Ledava pri Nuskovi

Mehurčki plina in rdečkaste oborine (najverjetneje železovih mineralov) so najbolj izraziti v potoku Ledava, pod mostom čez potok med Rogašovci in Nuskovo. Območje izhajanja plina vzdolž struge potoka je dolgo nekaj deset metrov. V preteklosti so bili v bližini izviri mineralne vode, bogate z ogljikovim dioksidom, zato so izvrtali nekaj plitvih vrtin. Turistično urejena je 50 metrov globoka vrtina Nu-9, ki je tudi označena z informativnimi tablami.



Odvzem vzorcev plina iz mineralne vode na vrtini Nu-9 v bližini mojst v Ledavi.

Foto: Nina Rman.

Pojav metana

Poleg ogljikovega dioksida je pogost tudi zemeljski plin ali metan. Ta je glavni ali stranski proizvod anaerobnih reakcij, ki potekajo pri preobrazbi velikih količin odmrlih organskih snovi zaradi povišanega pritiska in temperature v Zemljini skorji ter/ali ob sodelovanju bakterij. Metan pogosto nastaja skupaj s premogom ali nafto. Je lažji od zraka in v stiku s kisikom zelo eksploziven. Naravni pojavi metana so že dolgo poznani nad nekaterimi nahajališči nafte in zemeljskega plina. »Božanski ali večni ogenj« že stoletja gori nad naftnim nahajališčem Baba Gurgur v Iraku, v Vodni in Ognjeni jami

pri templju Biyun na Tajvanu ter na gori Himera južno od Antalije v Turčiji. Goreča tla lahko opazujemo tudi v udornem kraterju v kraju Derweze v Turkmenistanu, ki je nastal na mestu vrtnja za zemeljski plin. Izhajajoči metan so zažgali, saj je to običajni način sanacije puščanja plina, a dotok plina po nekaj desetletjih še ni prenehal.

V Sloveniji smo lignit ter rjavi in črni premog od konca 18. stoletja odkopavali v približno 45 premogovnikih, katerih stalni spremljevalec je metan. Eksplozije tega plina so povzročile kar nekaj rudniških nesreč, površinski pojavi metana v Sloveniji pa niso poznani. Nafta in zemeljski plin se še vedno

pridobivata iz globokih naftnih in plinskih vrtin pri Lendavi ter na sosednjem Hrvaškem, vendar je zaradi osiromašenih nahajališč pridobljena količina bistveno manjša, kot je bila sredi prejšnjega stoletja. Pojav metana na površini je bil po drugi svetovni vojni dokumentiran v Sitnicah v Murskem Središču in v Vučkovcu pri Sv. Martinu na Muri na Hrvaškem, kjer je metan povzročal brbotanje vode v plitvih kotanjah in se je ob prisotnosti iskre ali ognja vžgal.

Pojav žlahtnih plinov

Žlahtni plini, kot so helij, neon, argon in radon, so lahko raztopljeni v podzemni vodi ali pa se iz nje izločajo kot prosti plini. Zaradi različnih lastnosti posameznih izotopov so zelo pomembni za prepoznavanje geoloških procesov in paleoklimatskih sprememb. Najpogostejši izotop helija (^4He) nastaja predvsem pri radioaktivnem razpadu urana in torija. Glede na razmerje med izotopoma ^3He in ^4He določamo njegov izvor iz ozračja, sedimenta, Zemljine skorje ali plašča. Kadar je v plinu ali podzemni vodi ugotovljena prisotnost helija iz plašča, to dokazujeta proces razplinjenja metamorfni kamnin in obstoj zelo globokih in prepustnih razpok. Ta pojav je značilen za širše obrobje Alp in opazen v termalni vodi iz severovzhodne Slovenije.

Radioaktivni argon (^{40}Ar) je najpogostejši izotop tega plina in se sprošča pri radioaktivnem razpadu kalija (^{40}K), zato lahko dokazuje večja nakopičenja tega elementa v skorji. Povišane vrednosti argona so bile izmerjene na območju Panonskega bazena v severovzhodni Sloveniji, kjer skupna debelina odloženih peskov, meljev in gline dosega do 4 kilometre.

Koncentraciji argona in neona v podzemni vodi sta odvisni od povprečne temperature zraka v času infiltracije padavinske vode, zato ju uporabljamo pri paleoklimatskih raziskavah. Raziskave so pokazale, da je bila termalna voda v Moravskih Toplicah in Ptuju, ki se črpa iz globine do 1,5 kilome-

tra, infiltrirana v pleistocenu v hladnejšem podnebbju pri povprečni temperaturi zraka 6 do 7 stopinj Celzija. Nasprotno je bila pitna voda, ki se pridobiva iz približno 200 metrov globokih vrtin na Goričkem, infiltrirana pred nekaj sto leti v bistveno toplejšem podnebbju s povprečno temperaturo zraka 15 stopinj Celzija. Danes je povprečna temperatura zraka in plitve podzemne vode 10 do 12 stopinj Celzija.

Radon je radioaktivni žlahtni plin, ki nastaja kot vmesni člen pri radioaktivnem razpadu urana in torija. Zaradi najdaljše razpolovne dobe (3,824 dneva) najpogosteje merijo izotop radona ^{222}Rn . Koncentracija in mobilnost radona v tleh sta odvisni od vsebnosti izvornega elementa v kamnini, njene poroznosti in prepustnosti ter od vlage. Radon se skozi pore seli tudi na daljše razdalje predvsem s pomočjo plinov (dušika, helija, metana, ogljikovega dioksida) ali raztopljen v podzemni vodi. V Sloveniji so najvišje vrednosti radona v talnem zraku izmerjene na kraškem svetu. Ker apnenci in dolomiti ne predstavljajo možnega vira urana oziroma radona, so povišane koncentracije plina pripisane veliki razpokanosti in zakraselosti kamnin ob močnejših tektonskih prelomnicah. Povezavo med neobičajno povišanimi koncentracijami helijevih in radonovih izotopov v termalni vodi na Bledu, v Rogški Slatini in Zatoľminu ter možnostjo napovedovanja potresov na območju aktivnih prelomnih con so preučevali nekaj let, a se metoda (še) ni pokazala za dovolj uporabno. Radon se zadržuje v kletih in pritličjih slabo prezračenih objektov in ima negativen vpliv na zdravje ljudi. Njegovi kratkoživi razpadni produkti, izotopi polonija, svinca in bizmuta, tvorijo kovinske aerosole, ki se odlagajo na stene dihalnih poti, kar lahko povzroča pljučnega raka. Radon v povprečju prispeva več kot polovico letnega učinkovitega odmerka vseh naravnih ionizirajočih sevanj, medtem ko ostali žlahtni plini niso zdravju škodljivi.



Odvzem vzorcev talnega zraka z alfa scintilacijskimi celicami za meritve trenutnih koncentracij radona.

Foto: Petra Zoab Rožič.

Pomen pojavov plinov

Naravni pojavi plinov so pokazatelj geoloških procesov v Zemljini notranjosti in z njimi lahko raziskujemo nastanek in preoblikovanje našega planeta.

Izhajanje ogljikovega dioksida kaže na prisotnost plitvih magmatskih teles ali globokih prepustnih prelomnih struktur in je lahko gospodarsko pomembno. Kot stranski proizvod se nastale mineralne ali termomineralne vode uporabljajo v zdraviliščih za kopanje in/ali za pitje (Donat Mg, Radenska), zajeti in utekočinjeni ogljikov dioksid pa prodajajo za proizvodnjo gaziranih pijač. Stavešinske slepice, mofete Strmec in Ivanjševska mofeta so varovane kot naravna dediščina državnega pomena in so označene s smernimi tablamami kot točke turistične poti

bokih vrtin.

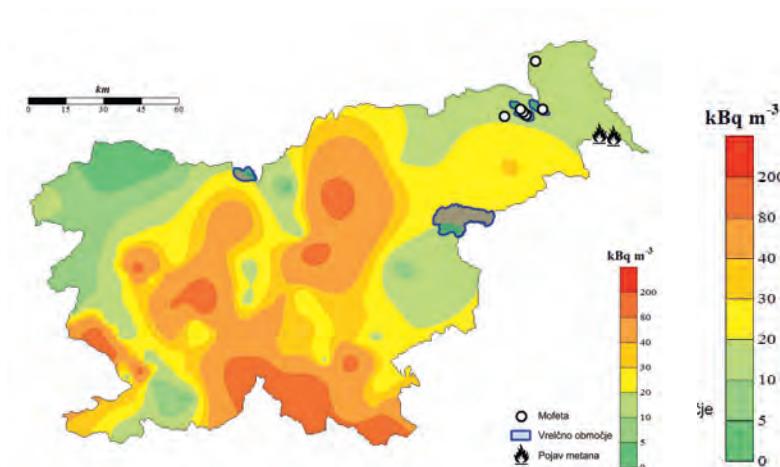
Žlahtne pline uporabljamo predvsem za določanje izvora in zadrževalnega časa podzemne vode, ugotavljanje paleoklimatskih razmer v času pronicanja padavinske vode v tla ter pri raziskavah prepustnosti razpok in prelomov. Na aktivnih tektonskih območjih uporabljamo naravne izpuste radona, ki je zdravju škodljiv plin. Zato je treba v primeru ugotovljenih večjih koncentracij tega plina v prostorih, kjer se zadržujemo, primerno ukrepati (prezračevanje prostorov, sanacije objektov).

Literatura:

Bagar - Povše, M., 2005: Med vrelci življenja: Radenci, obrežje reke Mure, Gornja Radgona, dolina reke Ščavnice. Radenci: TIGP Murska Sobota.

Med vrelci življenja. Opisane so tudi v pripadajočem vodniku. Mofete so zelo pomembne za raziskovanje vpliva podnebnih sprememb (tople grede) na rastline ter preučevanje procesov podzemnega skladiščenja ogljikovega dioksida v boju proti podnebnim spremembam.

Z enakim namenom spodbujajo rabo metana kot najčistejšega fosilnega goriva, s čimer raste potreba po izkoriščanju novih nahajališč zemeljskega plina. Največji plinski potencial Slovenije je v Petišovcih pri Lendavi, kjer bodo metan kmalu pridobivali ne le iz obstoječih vrtin, ampak tudi iz dveh novih 3,5 kilometra glo-



Izokonzentracijska območja radona v talnem zraku, izmerjena z detektorji jedrskih sledi v letu 2007, mesta vrelčnih območij mineralne vode ter mesta mofet in pojavov metana.

Gregorič, A., in sod., 2008: Radon concentration in thermal water as an indicator of seismic activity. *Collegium antropologicum*, 32 (2): 95–98.

Gregorič, A., in sod., 2013: Radon emanation of soils from different lithological units. *Carpatian journal of earth and environmental sciences*, 8 (2): 185–190.

Lapanje, A., Rman, N., 2009: Termalna in termomineralna voda. V: Pleničar, M., in sod.: *Geologija Slovenije*. Ljubljana: GeoZS. 553–560.

Pleničar, M., 1954: Obmurska naftna nahajališča. *Geologija*, 2: 36–93.

Szocs, T., in sod., 2013: The application of isotope and chemical analyses in managing transboundary groundwater resources. *Applied Geochemistry*, 32: 95–107.

Vaupotič, J., in sod., 2007: Radonski potencial v tleh na območjih s povišanimi koncentracijami radona v zaprtih

prostorih (delovno poročilo). Ljubljana: Institut Jožef Stefan.

Zmazek, B., in sod., 2002: Geochemical monitoring of thermal waters in Slovenia: relationships to seismic activity. *Applied Radiation and Isotopes*, 57 (6): 919–930.

Žvab Rožič, P., in sod., 2008: Measurements of radon in soil with Alpha scintillation cells in Slovenia. V: Boev, B., Serafimovski, T.: *Zbornik: prvi kongres na geolozite na Republika Makedonija*. Ohrid: MGD, UGC: 495–502.

Zahvala

Avtorici se zahvalujeta dr. M. Markiču in dr. M. Novaku za informacije o opisanih pojavih.



Nina Rman se je rodila leta 1982. Zaposlena je na Geološkem Zavodu Slovenije in v sklopu mednarodnih projektih skupin raziskuje lastnosti čezmejnih geotermalnih vodonosnikov v severovzhodni Sloveniji. Leta 2007 je pridobila podiplomski certifikat o tehnologiji geotermalne energije na Novi Zelandiji, v letu 2013 pa je na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani doktorirala iz vpliva pridobivanja termalne vode na stanje regionalnih geotermalnih vodonosnikov v severovzhodni Sloveniji. V zadnjem času raziskuje pojav mofet v Sloveniji ter razmerja med kamnino, podzemno vodo, plini in mikroorganizmi.



Petra Žvab Rožič se je rodila leta 1982. Kot raziskovalka je zaposlena na Oddelku za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. V svojem diplomskem delu se je ukvarjala z meritvami radona v objektih in v talnem zraku ter ugotavljala vzroke za povišane koncentracije v povezavi z razpokanostjo kamnin. Po diplomi je na Centru za radon Inštituta Jožefa Stefana sodelovala pri sistematičnih meritvah radona v talnem zraku in stanovanjskih objektih ter leta 2011 pridobila certifikat na temo Radon v zgradbah: ukrepi za znižanje koncentracije. Leta 2013 je na Naravoslovnotehniški fakulteti doktorirala na področju okoljske geokemije.

Petdeset let kvarkov

Janez Strnad

»Kvark« je veliko manj razširjena beseda kot »atom«, čeprav so kvarki pravzaprav »atomi zadnjega dela 20. stoletja«.

Po drugi svetovni vojni si nekaj časa ni bilo težko ustvariti pregleda nad »osnovnimi« delci. *Protoni* in *nevtroni* sestavljajo atomska jedra ter skupaj z *elektroni* atome. *Neutrino* nastane pri radioaktivnem razpadu nekaterih jeder in delcev. *Fotoni* so kvanti elektromagnetnega polja, pozitivni, nevtralni in negativni *pioni* prenašajo silo med protoni in nevtroni. Vsak od naštetih delcev ima svoj antidelec z enako maso in enakim razpolovnim časom ter nasprotnim električnim nabojem. Foton je sam svoj antidelec in prav tako nevtralni pion, negativni pion pa je antidelec pozitivnega in pozitivni pion antidelec negativnega. To je bil *model dvanajstih delcev*. Vsak od delcev je imel svojo vlogo. Večino delcev so napovedali, preden so jih zaznali pri poskusih. Proton in nevtron so šteli med »težke« delce, *barione*, elektron in nevtrino med »lahke«, *leptone*, pion pa med »srednjetežke«, *mezone*.

Seznam je kmalu postal bolj zapleten. Leta 1947 so pri reakcijah delcev iz vesolja z atomskimi jedri v ozračju v meglični celici v magnetnem polju opazili sledi v obliki črke Λ . Nastal je neobstojni delec brez naboja in razpadel na pozitivni in negativni delec. Novi delci so bili dveh vrst. Eni so razpadli na proton in negativni pion in so sodili k barionom, drugi pa na pozitivni in negativni pion in so sodili k mezonom.

Leta 1952 se je za nove delce začel zanimati Murray Gell-Mann. Delci so imeli nenavadne lastnosti. Pri reakcijah so nastajali razmeroma pogosto zaradi močne interakcije, po domače sile, kakršna deluje med protoni in nevtroni. Razpadali pa so z razmeroma velikim razpo-

lovnim časom zaradi veliko šibkejše šibke interakcije. Pri reakcijah in razpadih delcev zaradi močne interakcije je veljalo *totalitarno načelo*: mogoče je vse, kar ni prepovedano. Kratek razpolovni čas nenavadnih novih delcev je torej moral biti prepovedan.

Protona in nevtrona sploh ne bi mogli razlikovati, če bi bilo mogoče izključiti električni naboj. Zato so proton in nevtron opisali kot en delec, *nukleon*, kot dvojček s težiščem naboja pri



Murray Gell-Mann je bil rojen leta 1929 v New Yorku v judovski družini, ki se je priselila iz Galicije in Bukovine. Štirinajstleten se je vpisal na univerzo Yale in jo z osemnajstimi leti končal. Po diplomu je nadaljeval študij na Massachusettskem tehničnem inštitutu (MIT) in potem na Inštitutu za višje študije v Princetону. Leta 1951 je opravil doktorat iz jedrske fizike in naslednje leto dobil mesto na univerzi v Chicagu. Leta 1955 je prešel na Kalifornijski tehnični inštitut Caltech v Pasadeni, na katerem je ostal do upokojitve leta 1992. Gostoval je na številnih univerzah in raziskovalnih ustanovah po svetu. Leta 1961 je dobil Nobelovo nagrado »za prispevke in odkritja o razvojitvi osnovnih delcev in njihovih medsebojnih delovanj«. Dobil je triindvajset pomembnih nagrad in priznanj. Leta 1984 je ustanovil Inštitut za raziskovanje kompleksnih sistemov v Santa Feju.

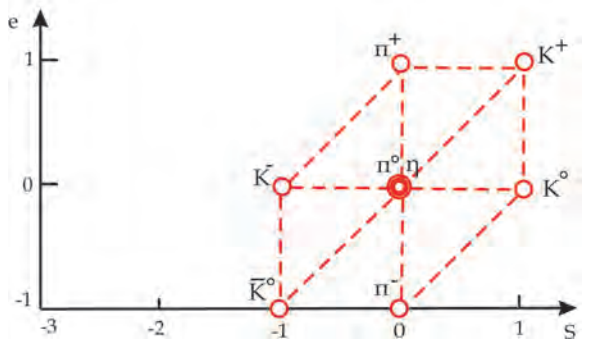
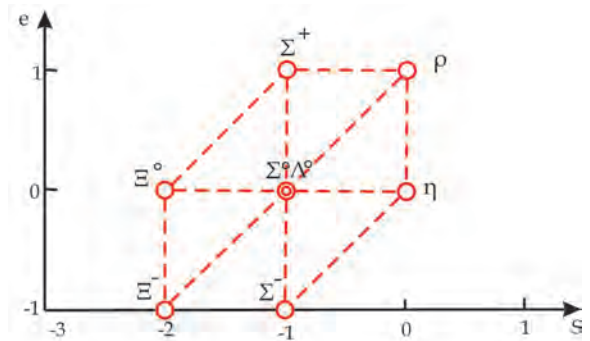
Vir: Wikipedia.

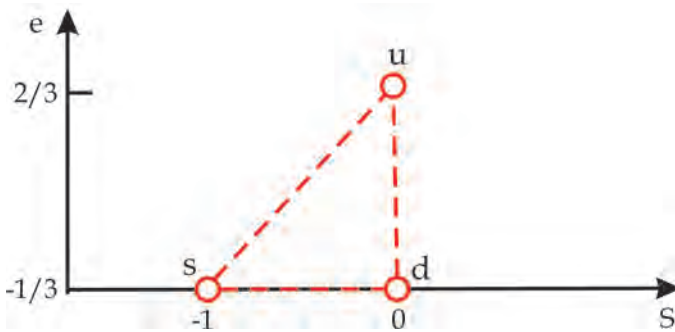
$\frac{1}{2}$. Proton ima namreč naboj 1 in nevtron naboj 0, če naboj izrazimo z osnovnim nabojem. Po reakcijah med delci in razpadi so sklepali, da je nenavadni barion Σ trojček z naboji 1, 0 in -1 s težiščem naboja pri 0. To težišče je premaknjeno za $-\frac{1}{2}$ proti težišču naboja nukleona, ki je navaden delec in ga vzamemo za osnovo. Pion ima težišče naboja pri 0, ker ga sestavlja trojček z naboji 1, 0 in -1. Nenavadni mezon K, *kaon*, sestavljata dva dvojčka. Prvi dvojček tvorita delec K^+ z nabojem 1 in delec K^0 z nabojem 0 s težiščem pri $\frac{1}{2}$, drugi dvojček pa delec K^- z nabojem -1 in delec \bar{K}^0 z nabojem 0 s težiščem pri $-\frac{1}{2}$. Prvi dvojček ima težišče naboja premaknjeno za $\frac{1}{2}$ in drugi za $-\frac{1}{2}$ glede na pion, ki je navaden delec in ga vzamemo za osnovo.

Gell-Mann je nenavadno vedenje novih delcev pojasnil z novim kvantnim številom – *čudnostjo* – in *obranitvenim zakonom* zanj. Ime je našel v aforizmu Francisa Bacona: »Ni je dovršene lepote, ki ne bi imela neke čudnosti v razmerjih.« Ohranitveni zakon zahteva, da je vsota prispevkov h kaki količini pred reakcijo ali razpadom enaka vsoti prispevkov po reakciji ali razpadu. Čudnost je vpeljal kot dvakratni premik težišča naboja delcev skupine. Barion Σ je trojček s čudnostjo -1. Mezona K^+ in K^0 sestavljata dvojček s čudnostjo 1 in mezona K^- in \bar{K}^0 dvojček s čudnostjo -1. Pri reakciji navadnih delcev zaradi močne interakcije nastaneta delca s čudnostjo 1 in -1. Čudnost pred reakcijo je enaka nič in prav toliko je čudnost po reakciji, tako da se čudnost ohrani. Čudni delec pa razpade sam zaradi šibke interakcije na navadne delce. Pred razpadom je čudnost na primer enaka -1, po razpadu pa enaka nič, tako da se čudnost ne ohrani in se zaradi tega izrazito poveča razpolovni čas. Uganko so pomagali razvozlati tudi drugi fiziki. Od njih omenimo samo Japonca Kazuhika Nišidžimo, ki je neodvisno od Gell-Manna vpeljal novo kvantno število.

Trojčke in dvojčke delcev, ki se razlikujejo le po naboju in ki jih ne bi mogli med seboj razlikovati, če bi lahko izključili električni naboj, imenujemo *multiplieti*. Gell-Mann je leta 1961 multiplete povezal v večje skupine – *supermultiplete*. Nukleona s čudnostjo 0, trojček Σ in osamljeni delec Λ^0 s čudnostjo -1 ter dvojček barionov Ξ s čudnostjo -2 je uredil v supermultiplet osmih barionov. Podobno je dvojček kaonov s čudnostjo 1, trojček pionov s čudnostjo 0, dvojček kaonov s čudnostjo -1 in mezon η brez naboja in s čudnostjo 0 uredil v supermultiplet osmih mezonov. Poleg tega je sestavil supermultiplet desetih barionov in še drugi supermultiplet osmih mezonov. Pri tem je izhajal iz teoretične osnove za simetrijo, ki jo matematiki zaznamujejo s $SU(3)$, in jo je imenoval *osmera pot* po nekem Budovem izreku. Napovedal je,

Gell-Mannova supermultiplleta: osmerica mezonov in osmerica barionov. Na vodoravno os je nanesena čudnost S, na navpično pa električni naboj e.





Gell-Mannovi osnovni gradniki: kvarki u, d in s.

da obstaja barion Ω^- z določeno maso. Delec s skoraj natanko napovedano maso so zares poznali. Po tem so Gell-Manna imenovali Mendelejev dvajsetega stoletja. Kot je Mendelejev s periodno preglednico razvrstil znane elemente in napovedal lastnosti neznanih, je Gell-Mann v preglednici razvrstil znane barione in mezone ter napovedal lastnosti neznanih. Tudi pri tem smo opisali samo glavne Gell-Mannove poteze. Izraelski fizik Yuval Ne'eman je neodvisno od njega prišel do osmere poti. Japonski fizik Susumo Okubo je neodvisno izpeljal enačbo, ki je napovedala maso članov supermultipletov. Gell-Mannove preglednice so kazale simetrijo, značilno za like, ki jih je mogoče sestaviti iz majhnih trikotnikov. Gell-Mann je leta 1964 majhnemu trikotniku priredil tri osnovne gradnike, ki jih je imenoval *kvarki*. Mislil je na krik galeba, na tajinstvenost in trojnost. Pozneje je v *Finneganovem bedanju* Jamesa Joycea naletel na vrstico: »Tri kvarke za mojstra Marka.« Že leta 1956 je Šoiči Sakata z japonsko raziskovalno skupino obravnaval barione kot sestavljene iz trojice delcev, ki je ustrezala protonu, nevtrону in delcu Λ . Pred tem sta leta 1949 Enrico Fermi in Čen Ning Jang domnevala, da pion sestavlja nukleon in njegov antidelec.

Gell-Mann je po legi v majhnem trikotniku imenoval kvark u, po angleškem up, gor, kvark d, down, dol, in kvark s, strange, čuden, ali sideways, vstran. Kvarke se od dotlej znanih delcev razlikujejo po nabojih, ki so deli osnovnega naboja. Kvark u ima naboj $2/3$, kvarka d in s pa naboj po $-1/3$. Barione sestavljajo trije kvar-

ki, na primer proton dva kvarka u in kvark d, nevtron pa dva kvarka d in kvark u. Mezone sestavljata kvark in antidelec kvarka, *antikvark*. Pozitivni pion na primer sestavljata kvark u in antikvark \bar{d} , pozitivni kaon pa kvark u in antikvark \bar{s} .

V članku, v katerem je vpeljal kvarke, je Gell-Mann zapisal: »Zabavno je razmišljati o tem, kako bi se vedli kvarki, če bi bili fizikalni delci s končno maso (in ne matematične tvorbe, kar bi bili v mejnem primeru, v katerem bi imeli neskončno maso).« Pripovedujejo, da se je uredniku evropske revije *Physics Letters* članek zdel nor, a ga je objavil zaradi Gell-Mannovega ugleda. Mislil si je, da bodo krivdo pripisali Gell-Mannu, če se bo pokazalo, da je članek neumen. Če ga ne bi objavil in bi se pokazalo, da je članek tehten, pa bi krivdo pripisali njemu. Gell-Mann je do leta 1972 še večkrat zardil, da kvarki niso »realni«, da so »namišljeni« ali »matematični«. Zapisal je tudi: »Če kvarkov ne bodo našli, se spomnite, da nikoli nisem rekel, da jih bodo.« Ne gre spregledati, da so dotlej barione in mezone imeli za osnovne, sestavljene, in se je misel, da so sestavljeni, tedaj zdela prevratniška.

Preglednica osmerice mezonov navaja sestavo mezonov iz kvarkov in antikvarkov in maso v masah elektrona ter razpolovni čas v sekundah. * Mezona π^0 in η sta sestavljena iz dveh kombinacij $u\bar{u}$, $d\bar{d}$ in $s\bar{s}$. ** Mezona K^0 in \bar{K}^0 razpadata kot kratkoživa sestavina z razpolovnim časom $6,19 \cdot 10^{-11}$ s in dolgoživa sestavina z razpolovnim časom $3,58 \cdot 10^{-8}$ s.

Osmerica mezonov

sestava masa razpolovni čas

π^+	$u\bar{d}$	273,1 m_e	$1,80 \cdot 10^{-8}$ s
π^-	$d\bar{u}$	"	"
π^0	*	264,1	$5,82 \cdot 10^{-17}$
K^+	$u\bar{s}$	996,1	$8,59 \cdot 10^{-9}$
K^-	$s\bar{u}$	"	"
K^0	$d\bar{s}$	973,9	**
\bar{K}^0	$s\bar{d}$	"	**
η	*	1071,4	$3,85 \cdot 10^{-10}$

Preglednica osmerice barionov navaja sestavo barionov iz kvarkov in maso v masah elektrona ter razpolovni čas v sekundah

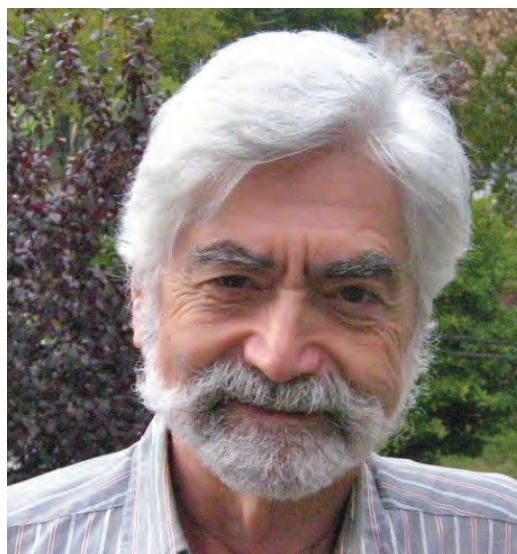
Osmerica barionov

sestava masa razpolovni čas

p	uud	1836,2 m_e	obstojen
n	udd	1838,7	614,8 s
Λ	uds	2183,3	$1,82 \cdot 10^{-10}$
Σ^+	uus	2327,5	$5,94 \cdot 10^{-11}$
Σ^0	uds	2333,8	$5,13 \cdot 10^{-20}$
Σ^-	dds	2343,3	$1,03 \cdot 10^{-10}$
Ξ^0	uss	2573,2	$2,01 \cdot 10^{-10}$
Ξ^-	dss	2585,7	$1,14 \cdot 10^{-10}$

Kvarke so iskali v delcih iz vesolja in so merilnike namestili v balone in postavili na vrhove gora. Iskali so jih na dnu morja, v polarnem ledu, v prahu v zraku. Iskali so jih med delci, ki so nastali pri reakcijah hitrih nabitih delcev iz pospeševalnikov. Nikjer jih niso našli. Postopno so se sprijaznili z ugotovitvijo, da so kvarki le računsko pomagalo in ne obstajajo kot prosti delci.

Na podobno misel kot Gell-Mann je neodvisno od njega prišel George Zweig. V drugem letu podiplomskega študija na Caltechu mu je profesor za kvantno mehaniko svetoval, naj se oprime eksperimentalne fizike, češ da pozneje kot teoretik ne bo imel časa, da bi se ukvarjal z njo. Tako se je Zweig pridružil skupini Alvina Tollestrupa, ki je merila ob Bevatronu. To je bil protonski sinhrotron v Državnem laboratoriju Lawrence v Berkeleyju, ki je pospeševal protone do energije 6,2 GeV. (Elektronvolt, eV, je enota za merjenje energije delcev. Za 1 eV se poveča energija delca z enim osnovnim nabojem, ko v praznem prostoru preleti napetost 1 volt. Giga-



George Zweig je bil rojen leta 1937 v Moskvi. Oče in mati sta kot avstrijska državljana judovskega rodu živela v Nemčiji in leta 1933 odšla v Rusijo, kjer je oče kot inženir delal za vlado. Po izteku pogodbe so živeli na Dunaju, od koder so se leta 1938 izselili v Združene države Amerike. Zweig je študiral na univerzi Michigan in leta 1959 končal prvo stopnjo iz matematike. Nato je študiral fiziko na Caltechu. Po doktoratu je leta 1963 odšel za leto dni v CERN v Ženevo. Leta 1964 se je vrnil in čez tri leta postal profesor na Caltechu. Leta 1983 je prešel v Državni laboratorij v Los Alamosu. Začel je raziskovati v nevrobiologiji, kako polž v ušesu sprejema zvočne dražljaje. Sestavil je napravo, ki posnema mehanični odziv srednjega ušesa na zvok. Leta 1985 je ustanovil družbo, ki izdeluje tretjo različico naprave. Objavlja in sodeluje na strokovnih sestankih. Vir: Wikipedia.

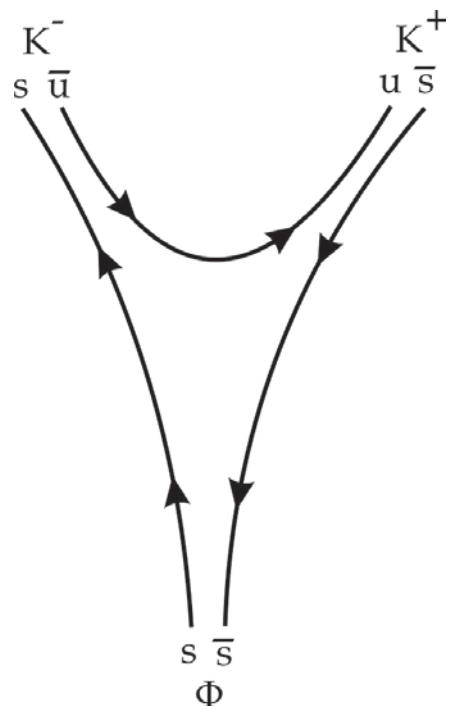
elektronvolt, GeV, je milijarda elektronvoltov.) Pri reakciji protonov z veliko energijo s protoni v jedrih tarče so nastali med drugimi delci tudi kaoni K^+ . Skupina je raziskovala njihov razpad $K \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \gamma$. Zweig pa se je osredotočil na razpad $K \rightarrow \mu^+ + \pi^0 + \nu$. Do leta 1962 je zbral veliko posnetkov razpada z iskrnimi celicami. Iskal je razpade posebne vrste, a ni našel nobenega takega.

Na Tollestrupov predlog se je z Gell-Mannom večkrat pogovarjal o razpadu kaonov. Zdaj je Gell-Manna prosil, da bi bil njegov mentor pri doktoratu. Gell-Mann je odhajal na sobotno leto in ni mogel biti mentor. Zweiga pa je priporočil Richardu Feynmanu, ki je mentorstvo sprejel. Tako je Zweig leta 1963 opravil doktorat in nato za leto dni odšel v CERN v Ženevo.

Že med delom za doktorat je postal pozoren na članek o mezonu ϕ . Mezon ϕ je razpadel večinoma na par kaonov $K^+ + K^-$ ali K^0 in \bar{K}^0 , medtem ko je Zweig pričakoval, da bo večinoma razpadel takole $\phi \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^-$. Vse je kazalo, da je ta razpad prepovedan, če-

prav za to ni bilo videti nobenega razloga. Po dolgem razmišljanju se je Zweig domislil, da bi opazovani razpad pojasnil, če bi privzel, da so mezoni sestavljeni in da gradniki ob razpadu ne prenehajo obstajati. Po zgledu Fermija in Janga je vzel, da mezon ϕ sestavljata gradnik in antidelec gradnika. Razvil je model z gradniki, ki jih je imenoval *asi*. Pri tem se je skliceval na simetrijo SU(3), osnovo osmere poti. Svoje ugotovitve je zbral v poročilu *Model SU(3) za simetrijo močne interakcije in njegov zlom*. Poročilo je izdelal v dveh tipkanih različicah, prvo januarja in na skoraj osemdesetih straneh drugo februarja.

V poročilih je Zweig razvil svoj model in zapisal veliko enačb, ki so povezovala mase delcev, ter rezultate nazorno ilustriral. Pri objavi pa je naletel na težave. Načelnik teoretične skupine CERN Leon van Hove je želel, da vsi članki iz CERN-a izidejo v evropskih revijah. Zweig pa je članek mislil objaviti v ameriški reviji. Prišlo je do spora in van Hove je celo tajnici prepovedal, da bi tipkala kaj Zweigovega. Pozneje kot



Mezon po Zweigovi zamisli in Zweigovem pravilu razpade na določeni način. Na poenostavljeni risbi, tako imenovanem Feynmanovem diagramu, črte opišejo delce. Čas teče navpično navzgor, kraju pa ustreza vodoravna smer. Kvark opiše črta, usmerjena v prihodnost, antikvark pa črta, usmerjena v preteklost. Pri razpadu nastane nov par kvarka in njegovega antikvarka. Tako je Zweig pojasnil prevladujoči razpad mezona ϕ . s in \bar{u} označujeta kvarka, \bar{s} in u pa antikvarka.

urednik med ponatiske objav ni uvrstil nobenega Zweigovega dela. Tudi sicer je Zweigova zamisel naletela na nasprotovanje. Zweig je zapisal: »Odziv skupnosti teoretičnih fizikov na model asov ni bil prijazen. Da bi objavil poročilo CERN-a v obliki, v kateri sem ga želel objaviti, je bilo tako težavno, da sem nazadnje odnehal. Ko so na oddelku za fiziko ene od vodilnih univerz razpravljali o moji namestitvi, je njihov glavni teoretik, najbolj cenjeni predstavnik teoretičnih fizikov, na sestanku fakultete preprečil namestitev, ko je s poudarkom trdil, da je model asov delo 'šarlatana'.« Neredko nalletimo na trditev, da si je Zweig s svojim modelom otežil poklicno pot. Gell-Mann - najbrž zaradi ugleda - ni imel takih težav. Zweigovega dela pa tudi po obsegu ni mogoče primerjati z Gell-Mannovim. Sploh nismo omenili vseh Gell-Mannovih dosežkov. Nekateri menijo, da je Nobelov odbor Gell-Manna pravzaprav nagradil za življenjsko delo.

Z zakasnitvijo je Zweig vendarle doživel nekaj priznanja. Feynman, ki je leta 1965 dobil Nobelovo nagrado, je leta 1977 njega in Gell-Manna predlagal za Nobelovo nagrado. Česa podobnega Feynman ni naredil ne prej ne pozneje. Ni jih malo, ki mislijo, da se je Zweigu zgodila krivica, ker ga je Nobelov odbor spreledal.

Do danes se je pogled na kvarke dalje razvil in korenito spremenil. Zdaj veljajo kvarki sicer za osnovne delce, ki pa ne morejo obstajati prosti. Leta 1966 so z obstreljevanjem tarč iz vodika in težkega vodika z elektroni z energijo 20 GeV ugotovili, da je naboj v protonu in nevtronu zbran v treh točkastih delcih. Prosti kvarki ne obstajajo zaradi posebnosti sile med kvarki. Pri veliki energiji, ki ji ustreza majhna razdalja, sila med kvarki ni velika in se kvarki vedejo skoraj kot prosti. Pri majhni energiji, ki ji ustreza večja razdalja, pa med kvarki deluje velika sila. Pri veliki razdalji sila tudi ne poje ma z naraščajočo razdaljo. Zato kvarka ni mogoče iztrgati iz bariona ali mezona. Na račun

dovedene energije nastane nov mezon ali par bariona in antibariona in kvarki ostanejo *ujeti* v barionu ali mezonu. Pozneje so ugotovili, da obstajajo še drugi kvarki. Četrty kvark c, charm, čar, so zasledili leta 1974 (ta kvark je Zweig predvidel, v igri s kartami so štirje asi), peti kvark b, bottom, dno, tri leta pozneje in kvark t, top, vrh, leta 1994. Tudi število leptonov je naraslo na šest: elektron, mion, taun in elektronski nevtrino, mionski nevtrino in tauonski nevtrino, tako da obstaja simetrija med kvarki in leptoni. Šest kvarkov in šest leptonov za zdaj velja za nesestavljene, osnovne delce. Omenili smo le nekaj potez v razvoju modela kvarkov. Danes si *standardnega modela delcev* brez kvarkov sploh ne bi mogli zamisliti.

Literatura:

Strnad, J., 2000: *Fiziki, 3. del. Ljubljana: Modrijan. 193.*

Zweig, G., 2013: *Concrete quarks. The beginning of the end, CERN Colloquium, na spletu.*

S fotoaparatom po svetu

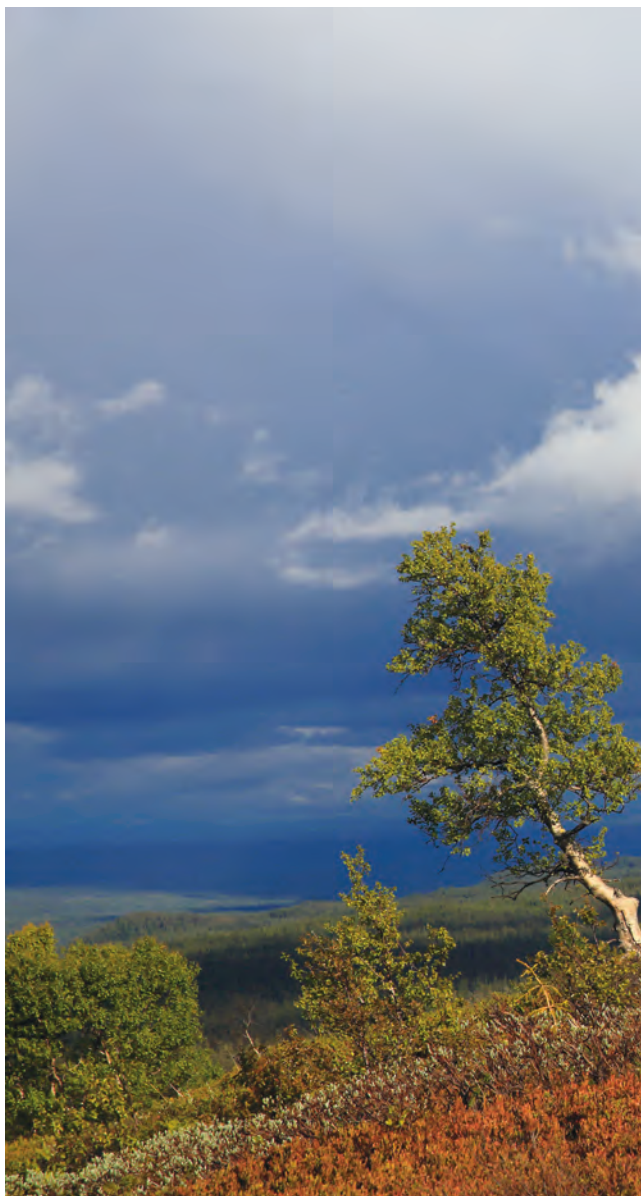
Petra Draškovič

Poletje je čas dopustov in tudi sama ne morem, da se ne bi vsaj za kratek čas »odklopila« od vseh nujnih obveznosti in se prepustila tistemu, kar počnem rada. Velik del tega so tudi potovanja, odkrivanje novih obzorij in fotografiranje.

Severne dežele me zelo privlačijo. Aljaska je pustila tisti značilni pečat severnih obzorij in želela bi si, da bi se lahko večkrat vrnila nazaj, v meni tako ljube kraje. A tokrat sva s Stanetom našla bližnjico v Skandinaviji. Čeprav je bila ideja odkriti Finsko, se je končni cilj hitro spremenil – in po nekajdnevni vožnji po Švedski sva ugotovila, da je nesmiselno divjati po pokrajini, ki je prečudovita, samo za to, da lahko rečeva, »bila sva na Finskem«. In tako sva se raje kot vožnji po številnih cestah prepustila užitkom, ki jih je ponujala Švedska. Na površini skoraj 450 tisoč kvadratnih kilometrov živi le dobrih 9 milijonov ljudi, velik del je neposeljen in porašča ga značilni tajgasti gozd. Del ga popasejo severni jeleni, nekaj je medvedov, volkov, risov, a možnost srečanja velikih zveri je izjemno majhna. Kljub vsemu je vsako srečanje z živaljo posebno doživetje.

A še večje doživetje je polnočno sonce. V poletnem času na severu sonce nikoli ne zaide in doživetje polarnega dne je nepozabno. Sonce je vir energije in, zanimivo, tudi nobene utrujenosti ne čutiš ob dveh zjutraj, ko še pohajaš po hribih, odkrivaš nove doline, fotografiraš drobne arktične rožice. Na severu, v nacionalnem parku Abisko, se julija začne tista lepa »večerna« svetloba, ki jo imamo fotografi radi, šele ob desetih zvečer in traja skoraj do treh zjutraj in potem se začne nova zgodba. Bioritem se poruši, jasno, a doživetja, ki tako nastanejo, so nepozabna.

In kaj vzeti s seboj na tako pot? Fotografirala bom vse, od pokrajine, rožic, ptic do velikih živali. Hitro nam postane jasno,



da nahrbtnik ne bo lahek, saj bom poleg osnovnega objektiva vzela še teleobjektiv, makro in široki kot. K temu je treba dodati še stojalo in kakšen prelivni filter ali polarizacijski filter ... In tako teža nahrbtnika hitro naraste na več kot 20 kilogramov. Ko si v novem okolju, ponavadi nimaš nekih povsem izoblikovanih predstav, kaj lahko tam pričakuješ ..., za razliko od domače-

ga terena, ki ga že prej »naštudiraš« in se v najlepši svetlobi potem vračaš na željeni kraj, da bi posnel fotografijo, kakršno si si zamislil. No, do neke mere si lahko priskr-

Razgledi v nacionalnem parku Fulufjället so izjemni. Dramatično nebo tokrat le še poudari značilno ekstremno rastišče.



biš informacije, katere so zanimive točke, kaj je vredno pogledati. Mnogi naštudirajo celo do minute natančno, kje je pametno biti za kak značilni posnetek. A sama tega ne počnem, dovolj je terminov in rokov med

letom, tukaj se želim bolj prepustiti naravi in tistemu, kar me bo pritegnilo. Seveda, vse je novo, vse zanimivo, v resnici ti krajina sproti odkriva svoje čare in zanimivosti ... Zato velikokrat s seboj nosim prav vse.



Teže nahrbtnika pa po dnevu, dveh, niti ne čutim več. Lepota narave je tista, ki nagovarja. Včasih, ko je lepa svetloba, so zanimivi krajinski posnetki ... A kar naenkrat zaslišiš značilno belkino oglašanje ... in

potem pozabiš na vse ostalo ... Skušáš se ji približati, seveda tako, da je ne vznemirjaš, počasi in previdno ..., in nagrada za potrpežljivost je nepozabno doživetje, ki lahko traja tudi nekaj ur.

Spomini, ki se tako nabirajo, pa božajo dni do naslednjega večjega potepa v manj znano pokrajino.

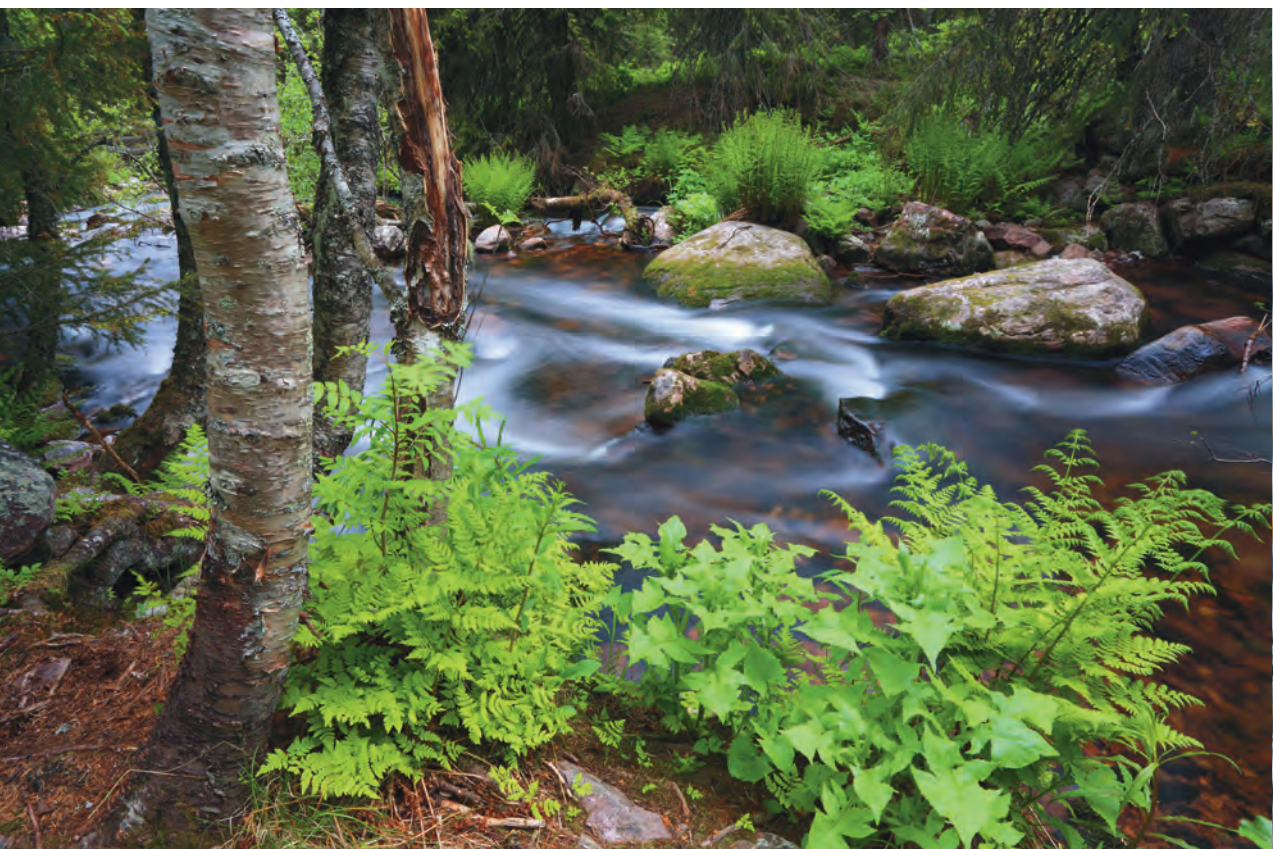


Za razliko od naših jelenov (Cervus elaphus), ki jih srečamo v dinarskih gozdovih, imajo tako samci kot samice severnega jelena (Rangifer tarandus) rogove.



Svetloba polnočnega sonca v nacionalnem parku Abisko na severu Švedske. Abisko je del Unescove svetovne dediščine.

Vode je v teh krajih povsod veliko. Od močvirnatih predelov, jezer do številnih potočkov. Tale je iz nacionalnega parka Fulufjället.





Potepanje v teh krajih je pogosto »obteženo« s težo težkega nahrbtnika.

Komatni deževnik (Charadrius hiaticula) je gnezdo skrbno skrjal med številnimi kamenčki.





Svetloba je ob dveh ponoči še vedno dobra, tudi za fotografiranje belke.

V osrednjem delu Švedske je razlika med zahodom in vzhodom kvečjemu kakšno uro, dve, odvisno od zemljepisne širine. A barve zahajajočega sonca so lahko zelo impresivne.



Bogato botanično dediščino moramo negovati in ohranjati

Ob izidu nove knjige *Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji z navodili za pripravo herbarija*



Naslovnica: Branko Vreš, Darinka Gilčvert Berdnik, Andrej Seliškar, 2014: Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji z navodili za pripravo herbarija. Podsmreka: Pipinova knjiga. 492 str.

Skoraj petsto strani debela knjiga o slovenskem rastlinstvu je izšla v znamenju dveh obletnic. Letos mineva 170 let od smrti znamenitega botanika Franca Hladnika in deset let od razglasitve slovenskega dela evropskega omrežja posebnih varstvenih območij *Natura 2000*. Besedilo je strokovno pregledal dr. Igor Dakskobler.

V tem botaničnem priročniku je opisanih več kot 600 rastlinskih vrst, ki jih srečujemo v različnih življenjskih okoljih. Vsako

okolje je predstavljeno s kratkim opisom in s fotografijami. Spoznamo gozdove, grmišča, vlažne, suhe in intenzivno gojene travnike in pašnike, visokogorje, mokrišča (celinske vode, močvirja, barja, slanišča in morje), obdelovalne površine, kot so njive, vinogradi in sadovnjaki, ter urbane in industrijske površine, kjer je človekovo delovanje najbolj opazno in ki jih v naši botanični literaturi ponavadi ne najdemo: mestna središča in blokovna naselja, industrijska območja, vasi, zidove in arheološka nahajališča, vrtove in žive meje, okrasne trate, parke in pokopališča, poti, obpotja in železniške nasipe, ruderalna rastišča in ledine, kamnolome, peskokepe, gramoznice in glinokope.

Vsaka rastlinska vrsta je predstavljena z barvnimi risbami rastlin, ki so povzete po različnih virih, predvsem iz 19. stoletja. Ti so navedeni na koncu knjige. V glavnem smo navajeni na fotografije, vendar risbe pogosto povedo veliko več in rastlino tudi lažje prepoznamo po njih. Ob vsaki rastlini so navedena slovensko in latinsko ime ter ime družine, v katero je uvrščena, ponekod so dodani sinonimi. Opisi so kratki in jedrnat, razlikovalni znaki pa nam olajšajo njihovo prepoznavanje. Označene so zavarovane vrste in rastline, ki so uvrščene v Rdeči seznam, strupene rastline, invazivni neofiti in endemiti. Verjetno po pomoti pri Zoisovi zvončici ni napisano, da je naš endemit.

V poglavju *Preučevanje flore* nas avtorji seznanijo z botanično sistematiko, rastlinskimi imeni (nomenklaturo), sezname rastlinskih imen, prepoznavanjem in določevanjem rastlin, njihovo razširjenostjo in florističnim kartiranjem ter opazovanjem in vzorčenjem rastlin v naravi.

V poglavju *Preučevanje vegetacije* spoznamo vegetacijske popise, izdelavo fitocenoloških tabel in analiz in opis asociacij. Naučimo se, kako kartiramo vegetacijo in habitatne tipe. Posebno poglavje je namenjeno navodilom za izdelavo herbarija, pravilnemu nabiranju, sušenju, etiketiranju in shranjevanju.

Avtorji navajajo, da je v Sloveniji približno 190 endemitov. Mednje prištevajo tudi tako imenovane subendemite, ki imajo svoje glavno območje razširjenosti zunaj meja Slovenije, pri nas pa le eno ločeno (disjunktno) nahajališče. Tako Ernest Mayer kot Tone Wraber naštevata nekaj več kot 60 endemitskih vrst, ki so razširjene v Sloveniji in bližnji sosesčini.

Poseben problem so tujerodne rastlinske

vrste, posebej še invazivne, ki se zelo hitro širijo in onemogočajo razvoj avtohtonega rastlinstva.

Zadnje poglavje je namenjeno varstvu narave z zavarovanimi vrstami in z Rdečim seznamom ogroženih praprotnic in semenk. Delo zaključujejo sezname slovenskih in latinskih imen ter uporabljeni viri.

Priročnik je primeren za učence višjih razredov osnovne šole, dijake srednjih šol, študente, učitelje in vse ljubitelje narave.

Sklenem naj z besedami avtorjev o njihovem delu, ki nam »ponuja razmislek o bogati botanični dediščini, ki jo moramo negovati in ohranjati«.

Nada Praprotnik

Naše nebo • Rosetta prispela na cilj

Rosetta prispela na cilj

Mirko Kokole

O vesoljski sondi Rosetta smo že poročali v peti številki lanskega letnika *Proteusa*, ko se je sonda prebudila iz dolgoletnega elektronskega mirovanja (hibernacije) in domov poslala sporočilo, da je v dobrem stanju. Sonda je nato počasi potovala vedno bližje svojemu cilju, to je kometu Čurjumov-Gerasimenko (uradna oznaka je 67P/Churyumov-Gerasimenko). V njegovo bližino je prispela v začetku avgusta. Takrat je bila od kometa oddaljena le sto kilometrov. Sonda se sedaj še naprej počasi približuje kometu, da bi prispela v orbito, v kateri bo v najbližji točki oddaljena od kometa le deset kilometrov. Vesoljsko sondo Rosetta so skoraj pred desetimi leti izstrelili na pot do kometa Čurjumov-Gerasimenko. Z nekaj pomoči Ameriške vesoljske agencije (National Aeronautics and Space Administration, NASA) jo je zgradila Evropska vesoljska agencija (Eu-

ropean Space Agency, ESA), ki z njo tudi upravlja. Njen namen je natančno preučevanje kometa v vseh njegovih razvojnih fazah: od začetne neaktivne faze, ko je komet od Sonca še zelo oddaljen, do polne aktivnosti, ko se okoli kometa razvijejo koma in repi.

Od trenutka, ko se je sonda zbudila iz dolgega spanca, je ves čas budno opazovala svoj cilj. In ta opazovanja so že do sedaj prinesla kar nekaj presenečenj. Komet Čurjumov-Gerasimenko je pokazal prve znake aktivnosti že zelo zgodaj, ko je konec marca razvil komo, ki je imela polmer kar 1300 kilometrov. Po 4. maju je komet postal zopet neaktiven in je do danes tak tudi ostal. Še bolj kot nastanek in zamrtje kometove aktivnosti je bilo presenetljivo dejstvo, da so lahko astronomi z mikrovalovnim detektorjem (Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter, MIRO) uspeli zaznati, koliko

vode komet izgublja v zelo zgodnjih fazah. Uspeli so izmeriti, da komet vsako sekundo izgublja približno dva mala kozarca vode. To meritev so opravili, ko je bil komet oddaljen kar 583 milijonov kilometrov.

Drugo, še večje presenečenje smo doživeli, ko smo 14. julija dobili prve posnetke komete. Na njih se je že dalo prepoznati njegovo obliko. Oblika komete je zelo zanimiva in za zdaj še ne znamo natanko povedati, kako je nastala. Zelo verjetno je, da je komet nastal z združitvijo dveh manjših objektov, ki sta trčila z majhno relativno hitrostjo približno tri metre na sekundo. Druga možnost je, da je komet dobil svojo obliko s pomočjo aktivnosti in gravitacijskih vplivov Sonca in Jupitra.

Vsekakor se je pokazalo, da je komet Čurjumov-Gerasimenko prava izbira za preučevanje, ki ga bosta opravila sonda Rosetta in njen del Philae, ki bo na kometu tudi pristal in natanko preučil njegovo sestavo. Sonda bo sedaj natanko snemala površje komete, nato pa bo novembra letos na kometu pristal še Philae. Tako bomo lahko prvič v zgodovini od blizu opazovali, kako

je komet sestavljen in kako se razvija v vseh fazah aktivnosti.

Medtem ko čakamo na nove posnetke komete Čurjumov-Gerasimenko, ki jih bo poslala sonda Rosetta, lahko na nočnem nebu še vedno vidimo za poletje značilna ozvezdja. Med njimi so najbolj prepoznavna tista, katerih najsvetlejše zvezde sestavljajo poletni trikotnik. To so Labod, Lira in Orel in prav v tem trikotniku lahko septembra ujamemo pogled na komet C/2014 E2 Jacques. Ta komet ni eden tistih velikih kometov, ki bi jih lahko vsi videli s prostim očesom. Je manjši komet, ki bo dosegel le magnitudo 6. A to je dovolj, da ga uspemo videti skozi daljnogled ali manjši teleskop. Komet C/2014 E2 Jacques je bil Zemlji najbližje 28. avgusta in se sedaj počasi od nas oddaljuje. 4. septembra bo najbližje najsvetlejši zvezdi v Labodu, to je α Laboda, ki označuje labodov rep. 6. septembra bo v bližini zvezde γ Laboda in 14. septembra pri zvezdi β Laboda, to je njegovi glavi. Nato bo komet prešel iz ozvezdja Laboda v ozvezdje Lisičke, kjer bo 16. septembra zelo blizu zvezde α Lisičke. Proti koncu meseca bo komet zopet

Posnetek komete Čurjumov-Gerasimenko z razdalje približno sto kilometrov. Na posnetku lepo vidimo zapleteno obliko. Ta je verjetno nastala iz dveh manjših objektov, ki sta trčila z zelo majhno relativno hitrostjo in sta se med seboj zlepile. Zapletena oblika komete pomeni še poseben izziv za sondo Rosetta, saj je gravitacijski vpliv takega

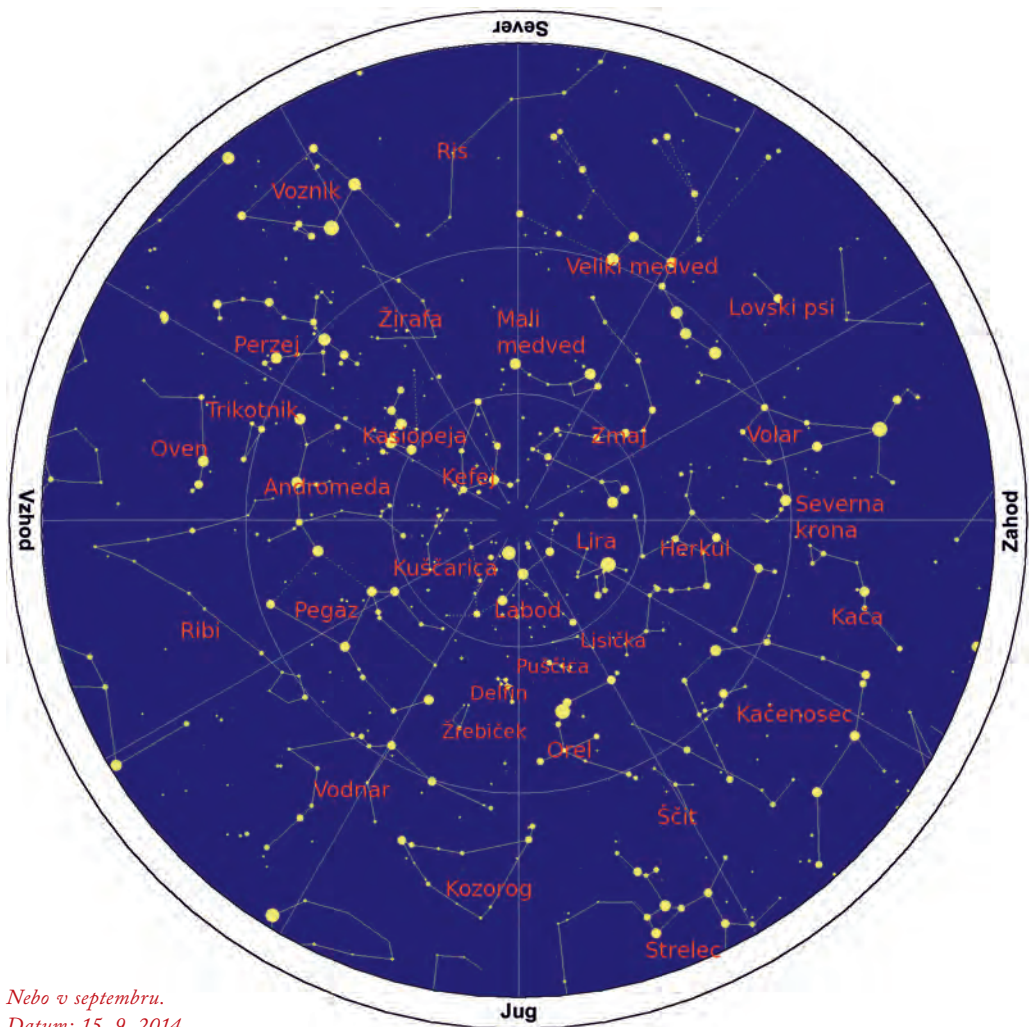


nepravilnega objekta lahko zelo zapleten, še posebej, če ne poznamo porazdelitve gostote v njegovi notranjosti. Zato se bo sonda kometu približevala zelo počasi in natančno merila njegov gravitacijski vpliv. To počasno približevanje bo hkrati omogočilo nadzornikom, da si bodo lahko izbrali najbolj primerno mesto za pristanek sonde Philae. Ta sonda mora pristati na čim bolj zanimivem in tudi varnem območju, kar se med seboj lahko izključuje.

Photo: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team/MPS/UPD/LAM/LAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA.

prešel v drugo ozvezdje, in sicer v ozvezdje Orla, kjer bo 27. septembra v bližini zvezde ξ Orla. Ker bo komet v septembru počasi vedno manj svetel, moramo z opazovanjem kar pohiteti, saj bo na koncu meseca njegova magnituda le še 10, kar pomeni, da ga

bomo že težje poiskali. Če želimo izvedeti, kje natančno je komet na dan, ko ga želimo opazovati, si lahko pomagamo s karto neba na spletni strani <http://theskylive.com/>.



*Nebo v septembru.
Datum: 15. 9. 2014.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.*

79. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije

Letošnji občni zbor društva je potekal 17. aprila leta 2014 v Prešernovi dvorani Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Pred začetkom uradnega dela občnega zbora smo si člani društva ogledali naravoslovni dokumentarni film *Dru* avtorjev Nadje in Matjaža Jarca.

Po pozdravu predsednika društva prof. dr. Radovana Komela smo se navzoči člani z minuto molka spomnili pred nedavnim preminule članice društva prof. dr. Nade Gogala.

Predsednik društva je nato predlagal v izvolitev organe občnega zbora. Za predsednika je bil izvoljen mag. Andrej Seliškar, za člana predsedstva pa Marjan Richter in Milenka Kuralt. Za zapisnikarico je bila izvoljena Janja Benedik, za overovitelja zapisnika dr. Tomaž Sajovic in Marko Repnik, za člane volilne komisije pa Jože Vapotič, prof. dr. Kazimir Tarman in dr. Matevž Novak.

Predsednik društva, prof. dr. Radovan Komel, je nato predstavil dejavnosti društva v zadnjem letu: izdajanje revije *Proteus*, vse izvedene članske strokovne ekskurzije, predavanja in srečanja naravoslovnih fotografov in rezultate natečaja naravoslovne fotografije. Poročal je tudi o uspešno izvedenem 10. tekmovanju iz znanja biologije za Proteusovo priznanje za osnovne šole.

O izhajanju revije *Proteus* je poročal glavni urednik dr. Tomaž Sajovic. Sledilo je finančno poročilo za leto 2013, ki ga je predstavila Janja Benedik. Prihodki v letu 2013 so bili nižji od odhodkov predvsem zaradi zmanjševanja subvencij in števila naročnikov revije *Proteus*, kar zelo otežuje normalno finančno poslovanje društva.

Sledila je razprava o poročilih, predvsem o reševanju slabega finančnega stanja in o možnostih pridobivanja novega članstva. Potrebna bi bila priprava usmeritve oziroma strategije za prihodnost, ki bi prinesle pomlajevanje in nove dejavnosti. Potrebno bi bilo večje povezovanje sorodnih društev. Podan je bil tudi predlog organiziranja poletnih naravoslovnih taborov za mlade in starejše.

Poročilo nadzornega odbora je podal njegov predsednik mag. Andrej Seliškar. Nadzorni odbor je s pregledom poslovnih knjig potrdil



Urednik revije Proteus ob prebiranju svojega poročila.

Foto: Janja Benedik.

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

Finančni načrt za leto 2014 je predstavila Janja Benedik, ki je opozorila na vedno težje pridobivanje sredstev iz državnega proračuna zaradi zaostrovanja meril pri razpisih in zmanjševanja obsega sredstev, ki jih ministrstva namenjajo sofinanciranju. Finančni načrt je občni zbor soglasno sprejel.

Po zaključku občnega zbora so člani društva nadaljevali prijetno druženje ob skromni pogostitvi.

Janja Benedik

Program ekskurzij PDS za leto 2014-2015

SEPTEMBER 2014

27. 9. 2014

Dolenja Trebuša. Ogled jame Divje babe z nahajališčem neandertalčeve piščalke, žveplenege izvira in slapa Pršjak ter ribogojnice. Zaključek ob postrveh.
Cena: od 25 evrov.

OKTOBER 2014

4. 10. 2014

Kočevsko. Ogled jame Stojne, Ledene jame in Leonorine jame ter spoznavanje različnih gozdnih habitatov Kočevske.
Vodstvo: dr. Petra Draškovič in Stane Pelc.
Cena: od 25 evrov.

18.-19. 10. 2014

Hrvaška Istra. Sprehod po Parenzani v okolici Grožnjana, ogled observatorija v Višnjanu, farme istrskega goveda (boškarini), jame Baredine ter poti glagoljašev. Okvirna cena: 150 evrov.

NOVEMBER 2014

15. 11. 2014

Vitanje. Ogled Kulturnega središča evropskih vesoljskih tehnologij v Vitanju in kartuzije Žiče. Cena: od 25 evrov.

JANUAR 2015

29. 1. 2014–12. 2. 2015

Jemen in Sokotra. Ogled naravnih znamenitosti na otoku Sokotra in v zahodnem Jemnu. Vodstvo: krajevni vodniki – v sodelovanju z agencijo Eternal Yemen. Okvirna cena: od 2.100 evrov.

MAREC 2015

29. 3. 2015

Boč. Ogled rastišča velikonočnice.
Vodstvo: Dušan Klenovšek.

APRIL 2015

11. 4. 2015

Bioerozija in fosilni sledovi. Ogled biološke razgradnje apnenca in sledov dinozavrov med Umagom in Novigradom, ihnofosilov v flišnih kamninah pod

Strunjanskim klifom in školjčišča v Ankaranu. Vodstvo: dr. Matevž Novak in mag. Matija Križnar. Cena: od 25 evrov.

25. 4.–2. 5. 2015

Neapeljski vulkani. Ogled dejavnih vulkanov zahodno od Neaplja s kraterji in sulfatarami, arheoloških parkov Cuma, Ercolano in Oplontis (zadnji mesti si delita usodo Pompejev), Vezuva in Positana. Na poti domov ogled Narodnega parka Gargano ob jadranski obali. Vodstvo: dr. Timotej Verbovšek in Janja Benedik.

MAJ 2015

16. 5. 2015

Po poteh zmajev. Ptujška gora, Muta ...
Vodstvo: dr. Marko Frelih.

23.–24. 5. 2015

Park narave Lonjsko polje. Ogled mokrišč in drugih naravnih in kulturnih posebnosti ob reki Lonji južno od Zagreba.
Okvirna cena: 200 evrov.

JUNIJ 2015

5.–7. 6. 2015

Verona z okolico. Ogled riževih polj in rižarne v okolici Verone, petroglifov nad Gardskim jezerom in observatorija na Monte Baldu, spoznavanje botaničnih in geomorfoloških značilnosti ter ogled Naravoslovnega muzeja v Veroni.
Vodstvo: dr. Marinka Pertot.

25.–28. 6. 2015

Golija. Ogled botaničnih posebnosti zavarovane planote v jugozahodni Srbiji.
Vodstvo: dr. Milica Petrović.
Okvirna cena: 400 evrov.

AVGUST 2015

6.–20. 8. 2015

Gruzija. Ogled naravnih znamenitosti Gruzije: slanišč, nižinskih gozdov, prostranstev Kavkaza – botaničnih in geoloških posebnosti Gruzije.
Vodstvo: krajevni vodniki.
Okvirna cena: od 1.200 evrov.

Editorial

Tomaz Sajovic

Nature Conservation

Endocrine Disruptors – a Threat to the Environment and Humans

Maja Plabuta, Mihael Jožef Toman

The number of different chemicals released into the environment every day is constantly rising. With their harmful, chronic and acute effects many of them pose a huge threat to all living beings. Some of the most dangerous are chemicals that disrupt the functioning of the endocrine system. Ingested with food and water they affect the health and well-being of people, so they have been the subject of many research studies in the last years. They are called »hormone disruptors« or endocrine disrupting chemicals (EDCs). They are biologically active compounds that cause sublethal (harmful) effects in organisms even in very low concentrations. In nature they consequently reduce biodiversity, increase the occurrence of cancer in humans, reduce the reproductive capacity of organisms, disrupt the development of the immune and nervous system and may affect or even completely skew the sex ratio of different species.

Medicine

Ebola Virus Disease

Petra Prunk

Ebola is a dangerous virus that causes hemorrhagic fever, a severe and in most cases deadly disease. The virus was named for the Ebola River Valley (today's Congo), where two separate, but concurrent outbreaks of hemorrhagic fever were recorded in 1976. The result of these outbreaks was the discovery of two strains of the Ebola virus: Zaire and Sudan. Since then, Ebola has occurred sporadically in different parts of Africa, with the disease breaking out every year in the last three years, especially in remote villages in Central Africa, near tropical forests. Until recently, the worst outbreak of the Ebola virus was the epidemic that ravaged Uganda in 2000 and 2001, with 425 people infected and the mortality rate of 53%. The last outbreak of 2014 in west Africa has already required the lives of many people as it has spread very quickly; as such it has received a lot of attention from the global public and has contributed to the raising of awareness of this aggressive micro-organism.

Physics

Fifty Years of Quarks

Janez Strnad

Fifty years ago, physics opened the door for quarks. Murray Gell-Mann used them to explain the composition of baryons and mesons. Quarks, which have one third of the basic charge, were at first considered a "mathematical" fiction. Extensive searches failed to reveal their existence. At the same time, George Zweig independently developed a similar idea, but had problems getting it published as

his findings were not accepted at the time. In 1969, in high-energy electron scattering experiments scientists determined that the electrical charge in the proton and in the neutron was made up of three pointlike constituents. Today, quarks are considered elementary particles that cannot exist in a free state because of the forces that exist between them. Today, Zweig is also credited for the idea that seemed so unconventional in its time.

Geology

Natural Gas Occurrences in Slovenia

Nina Rman, Petra Žvab Rožič

Gas exhalation from the ground is associated with different physical and chemical processes that take place in the interior of our planet. The gas mixture can be composed of different gases that have a diverse effect of the ground and organisms in its vicinity. Volcanic regions know numerous fumaroles, methane sites often feature »eternal flames« or »divine sparks«, mineral and thermal mineral waters sparkle because of high contents of carbon dioxide, and there are also a number of other gases that are released very inconspicuously, but are nevertheless no less significant or even dangerous. The most prominent natural gas occurrences in Slovenia are mofettes in northeastern Slovenia, mineral springs in Rogaška Slatina, Nuskova and in the vicinity of Radenci; just behind the border with Croatia, where there are many gas fields today, were once natural methane occurrences. Thermal mineral water captured from numerous geothermal wells in northeastern Slovenia contains different gases, while radon occurs in higher concentrations along active fault zones in the karstic regions of western and southwestern Slovenia.

Nature photography

Around the World with a Camera

Petra Draškovič

New books

Our Rich Botanical Heritage Should Be Fostered and Preserved

*Upon the publication of the book *Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji z navodili za pripravo herbarija (Vegetation of habitats in Slovenia with a herbarium guide)**

Nada Praprotnik

Our sky

Rosetta Reaches its Destination

Mirko Kokole

News from our Society

79th Regular General Meeting of the Natural History Society of Slovenia

Natural History Society of Slovenia: Excursion Programme 2014-2015



■ Varstvo narave

Motilci endokrinega sistema - nevarnost za okolje in človeka

Število različnih kemikalij, ki se vsak dan sproščajo v okolje, je vse večje. Zaradi škodljivih, kroničnih in akutnih učinkov mnoge pomenijo veliko nevarnost za vsa živa bitja. Med najbolj nevarnimi so kemikalije, ki motijo delovanje endokrinega sistema organizmov.



■ Medicina

Ebola

Ebola je nevaren virus, ki povzroča virusno hemoragično mrzlico, hudo bolezen, katere konec je večinoma smrten. Dve ločeni epidemiji hemoragične mrzlice so prvič zabeležili leta 1976 v Kongu. Od takrat naprej se je Ebola pojavljala brez pravega reda v različnih predelih Afrike, v zadnjih treh letih pa so se izbruhi pojavljali vsako leto, predvsem v odročnih vaseh v osrednji Afriki. Zadnji izbruh, ki se je pojavil leta 2014 v zahodni Afriki, pa je zaradi velikega števila žrtev, hitrega širjenja in svoje specifičnosti razburkal svetovno javnost in močno prispeval k ozaveščanju ljudi o tem agresivnem mikroorganizmu.



■ Fizika

Petdeset let kvarkov

Pred petdesetimi leti so stopili v fiziko kvarki. Murray Gell-Mann je z njimi pojasnil urejenost barionov in mezonov. Najprej so kvarki, ki nosijo tretjinski osnovni naboj, veljali za »matematične«, namisljene delce. Čeprav so jih zavzeto iskali, niso našli nanje. Sočasno in neodvisno je podobno zamisel imel George Zweig, ki pa je imel težave z objavo, in njegovih dognanj tedaj niso priznali. Leta 1969 so pri sipanju elektronov z zelo veliko energijo ugotovili, da je električni naboj v protonu in neutronu zbran v treh točkastih delcih. Danes veljajo kvarki za osnovne delce, ki zaradi posebnosti sil med njimi ne morejo obstajati prosti. Danes tudi priznavajo Zweigu zasluge za zamisel, ki se je ob svojem času zdela nenaavadna.



■ Geologija

Naravni pojavi plinov v Sloveniji

V Sloveniji in bližnji okolici so najizrazitejši naravni plinski pojavi mofete v severovzhodni Sloveniji, mineralni izviri v Rogaški Slatini, Nuskovi in okolici Radencev, tik za mejo s Hrvaško, kjer so danes številna plinska polja, pa so bili včasih naravni pojavi metana. Različni plini so prisotni v termomineralni vodi, zajeti s številnimi geotermalnimi vrtnami v severovzhodni Sloveniji, radon pa se v večjih koncentracijah pojavlja ob aktivnih prelomnih območjih v kraškem svetu zahodne in jugozahodne Slovenije.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000