

PROTEUS

december 2011, 4/74. letnik
cena v redni prodaji 4,40 EUR
naročniki 3,85 EUR
dijaki in študenti 2,70 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

■
Gozdarstvo

Slovenski gozd v številkah
in nekaj primerjavah

■
Ekotoksikologija

Kako ločiti živo od mrtvega
v svetu mikroorganizmov?

■
Naravoslovna fotografija

Fotografski portret Janeza Papeža



■ stran 151

Gozdarstvo

Slovenski gozd v številkah in nekaj primerjavah

Jošt Jakša

Gospodarjenje z gozdovi na ozemlju, ki ga danes zavzema Republika Slovenija, se udejanja že več kot sto let na načelih trajnosti, sonaravnosti, večnamenskosti in načrtnosti dela z njimi. Pri gospodarjenju z gozdovi si prizadevamo za najugodnejše uresničevanje vseh funkcij, ki naj bi si jih razvita družba zastavila za svoj cilj. Sonaravno in vzdržnostno gospodarjenje z gozdovi, pri čemer ima slovensko gozdarstvo vlogo enega od pionirjev v svetovnem merilu, je primer, kako povezati gospodarsko dejavnost z načeli ohranjanja narave. Vendar imamo pri gospodarjenju z gozdovi tudi težave. Najpomembnejše so naslednje:

Razdrobljenost gozdne posesti je velika. V Sloveniji je približno 1,2 milijona gozdnih parcel. Razdrobljenost otežuje načrtno gospodarjenje. Stroški gozdnih del so višji. Struktura lastništva v slovenskih gozdovih je naslednja: 23 odstotkov je državnih gozdov, 2 odstotka občinskih gozdov in 75 odstotkov zasebnih gozdov.

Veliko število lastnikov gozdov. Gozdovi so v lasti in solasti približno 340.000 ljudi.

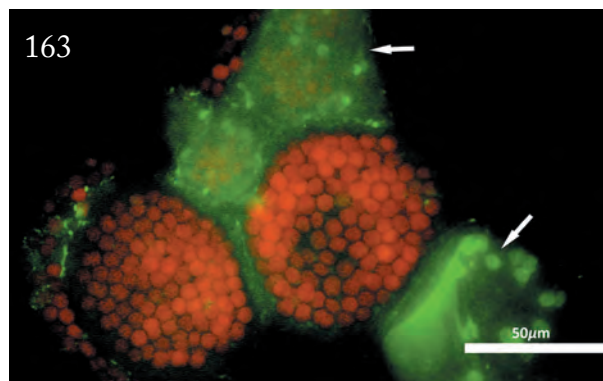
Struktura lastništva. Mnogi lastniki, predvsem tisti, ki so dobili gozd vrnjen v procesu denacionalizacije in živijo v mestnem okolju, ne kažejo zanimanja za gospodarjenje z gozdom, mnogi niti ne vedo, kje je njihova gozdna posest. Populacija lastnikov gozdov, ki se ukvarja z gospodarjenjem z gozdom, se v povprečju stara in tako imamo vsako leto manj aktivnih lastnikov gozdov. Med mladimi lastniki je vse pre malo zanimanja za gospodarjenje in delo v gozdu.

Tehnična opremljenost lastnikov gozdov je v številkah sicer dobra, a večina opreme je stara, z vidika varnosti pri delu pa neustrezna. Delovni učinki takšne opreme so nizki, stroški vzdrževanja visoki in poškodbe v gozdu pri uporabi te opreme večje.

Neodprtost gozdov. Za večje izkoriščanje možnega poseka in uspešne sanitarnovarstvene sečnje bosta potrebni boljše vzdrževanje obstoječih gozdnih prometnic in gradnja novih.

Cene gozdnih lesnih sortimentov na slovenskem trgu so razmeroma nizke, cene dela v gozdu pa visoke. *Neučinkovit sistem sofinanciranja*, ki je preveč odvisen od proračunskih možnosti in je v primerjavi s sofinanciranjem v kmetijstvu nizek na enoto vloženga dela.

Neustrezni predpisi, ki jih bo treba prilagoditi novim razmeram in strokovnim spoznanjem.



- 148 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 151 Gozdarstvo
Slovenski gozd v številkah in nekaj primerjavah
Jošt Jakša
- 163 Ekotoksikologija
Kako ločiti živo od mrtvega v svetu mikroorganizmov?
Anja Bubik
- 170 Imunologija
Nobelova nagrada za fiziologijo in medicino za leto 2011 podeljena za dosežke na področju imunologije
Alojz Ihan in Sanja Stopinšek
- 178 Iz zgodovine slovenskega naravoslovja
Odkritje spominske plošče botaniku profesorju Francu Krašanu v njegovem rojstnem kraju Šempasu
Tomaž Sajovic
- 180 Naravoslovna fotografija
Fotografski portret Janeza Papeža
Petra Draskovič
- 185 Paleontologija
Nova miocenska morska zvezda iz okolice Maribora
Matiya Križnar in Dean Šauperl
- 188 Naše nebo
Lunin magnetni dinamo
Mirko Kokole
- 190 Table of Contents



Sanje. Foto: Klemen Jakša.

<http://www.proteus.si>
priradoslovno.drustvo@guest.arnes.si

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2011.

Vse pravice pridržane.

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

Proteus

Izbjava od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Priradoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: doc. dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Uroš Herlec

dr. Matevž Novak

prof. dr. Alojz Iban

izr. prof. dr. Nejc Jogan

mag. Ivana Leskovar Štamcar

Matjaž Mastnak

Marjan Richter

dr. Igor Dakskobler

prof. dr. Davorin Tome

Lektor: doc. dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalomon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

† prof. dr. Miroslav Kalinšek

prof. dr. Tamara Lab – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

† prof. dr. Tone Wraber

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

Naklada: 4000 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Priradoslovno društvo Slovenije, Salendrova 4, p.p. 1573, 1001 Ljubljana,

telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 4,40 EUR, za naročnike 3,85 EUR, za dijake in študente 2,70 EUR.

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

Poslovni račun: 02010-0015830269,

davčna številka: 18379222. Proteus sofinancirata: Javna agencija za knjigo Republike Slovenije in Ministrstvo za solstvo in sport.

Uvodnik

V začetku decembra sem se na Pedagoški fakulteti v Kopru udeležil mednarodnega znanstvenega sestanka *Učni in znanstveni jeziki v času globalizacije* s prispevkom, naslovljenim *Somrak jezika – somrak človeka v času tehnološke znanosti, ki je v skrajšani obliki zdaj postal tudi pričujoči uvodnik*. V njem razmišljam o nezavidljivem položaju, v katerem so se danes znašle univerze, ne samo pri nas, ampak tudi po svetu. Zaposleni na njih so postali predmet »upravljanja s človeškimi viri«, upori proti temu so vedno pogostejši, pri nas na neustaljen način zastavlja bistvena vprašanja prav v teh dneh na primer gibanje *Mi smo univerza* na Filozofski fakulteti v Ljubljani. Zdi se, da sta najbolj bistveni dve med seboj prepleteni vprašanji: kakovost študija in raziskovanja ter

ustvarjanje odprtega vsebinskega dialoga na vseh ravneh univerze. Tako kot dialogu se zelo slabo godi tudi pojmu kakovost, ki ga politični novorek današnjemu času »primerno« hiperbolično imenuje tudi odličnost. Preimovanja pa nikoli niso nedolžna stvar. Čeprav je jasno, da kakovost kot nekaj novega lahko le *ustvarjamo*, in to le v medsebojnem sodelovanju v akademskem in širšem življenjskem okolju, je politikam z različnimi birokratskimi merili uspelo kakovost »normirati«. Od zdaj naprej se morajo visokošolski učitelji in znanstveniki »normam« prilagajati, in to tako, da zbirajo točke z objavljanjem v tujih mednarodnih znanstvenih časopisih. Mehanizem »normiranja« in »birokratiziranja« kakovosti je slikovito opisal Miha Kovač (intervju, Delo,

Objektiv, 30. maja 2009): »Nekaj velikih založb je uspelo združiti ogromno mednarodnih znanstvenih časopisov pod svoje okrilje, nekatere tudi po več kot 1500. Situacija je skrajno iracionalna: znanstveniki smo odvisni od objavljanja v teh časopisih, saj potrebujemo točke za habilitacije, zato v njih objavljamo in recenziramo brezplačno. Potem pa te založbe našim univerzitetnim knjižnicam prodajajo pakete teh znanstvenih časopisov, pri čemer lahko letna naročnina za posamezen časopis niha od sto do več tisoč evrov! Še dodatna ironija je, da se kvaliteta znanstvenih časopisov in člankov meri s tem, kolikokrat je posamezen članek citiran v drugih člankih, zato se nekateri znanstveniki obsesivno citirajo. Tovrstno citiranost merijo različni bibliografski servisi, kot je denimo Science Citation Index, ki je v lasti Thomson Reuters Corporation, med drugim tudi ene najbogatejših založnic znanstvenih časopisov na svetu. S tem, ko ljubljanska univerza pri merjenju odmevnosti revij favorizira zgolj ta indeks citiranosti, se spreminja v podaljšek marketinškega oddelka te korporacije. Še večji absurd pa je, da postaja kriterij znanstvene odličnosti prostor, v katerem je bil neki znanstveni članek objavljen, ne pa njegova vsebina, pri čemer tak način vrednotenja znanja marginalizira objave v knjižnih oblikah.« Akademske osebje je tako dobesedno »izkoreninjeno« iz svojega konkretnega življenjskega okolja in svojega jezika ter »izgnano« v virtualni, kapitalistični korporativni mednarodni znanstveni prostor revij, v katerem se kopirajo znanstvene informacije skoraj izključno v – kot je zapisal norveški sociolog Thomas Hylland Eriksen (*McDonaldizacija ali raznovrstnost?*, <http://folk.uio.no/geirthe/EFL.html>, 2005) – odtujeni, ogoledi, tehnologizirani in standardizirani mcDonaldizirani angleščini. Druženokritična znanstvena misel, ki lahko zraste le iz konkretnih življenjskih okolij in bi morala tem okoljem biti tudi namenjena, je tako učinkovito utišana, virtualni mednarodni znanstveni prostor je ne potrebuje več. Univerza se tako spreminja v tovarno že kar pri normiranju »kakovosti« akademskega osebja,

tako »normirano« akademsko osebje pa mora potem le še *izvajati* bolonjske učne programe, ki od študirajočih zahtevajo le usvajanje že »normiranih« kompetenc in hitro pomnjenje vsebin na pamet. Vse to baje potrebuje gospodarstvo – mladi z diplomami in *brez zaposlitev* pa po vsej Evropi množično protestirajo.

Celotna univerzitetna akademska skupnost je tako postala bolj ali manj le še predmet nekega širšega in usodnejšega zgodovinskega procesa, ki ga je Martin Heidegger (*O vprašanju določitve stvari mišljenja*, 1995) analiziral že sredi dvajsetega stoletja. Ta zgodovinski proces zaznamuje kibernetika, tehnična znanost, ki enoti vse znanosti in vsa področja našega življenja in »je naravnana na to, da pripravi in postavi nadzor nad procesi, ki jih je moč tako rekoč brez izjeme krmiliti«. Kibernetika kot univerzalna znanost ima svoj izvor v zgodovinski spremembi razumevanja vsega, kar *je* – drugače povedano, vsega prisotnega. Če so se stari Grki še čudili, da prisotno sploh *je*, je danes prisotno izgubilo vse dostojanstvo. Vse, kar *je*, je »reducirano na sestav, ki mora biti nenehno dostavljiv in nadomestljiv, biti na razpolago kateremu koli smotru«, vse znanosti, ki raziskujejo različne vidike prisotnega, pa so zato postale tehnnoznanosti (Michel Freitag: *Brodolom univerze*, 2010). Freitag o tem zapiše: »In ker ne gre več za *proučevanje človeške, družbene, zgodovinske realnosti*, da bi jo spoznali in v njej normativno usmerjali svoja dejanja, temveč za *njeno neposredno izdelovanje*, družbene znanosti same postajajo nečloveške, asocialne in ahistorične, zgolj operativne in tehnicistične – če odmislimo tisto ostalino pokroviteljske »človeškosti«, s katero nas opozarjajo, naj se prilagodimo nečloveškemu svetu, ki ga proizvajajo, če hočemo v njem sploh še imeti mesto.«

Ko tehnnoznanosti ne preučujejo več realnega sveta in se ne menijo več zanj, ampak delajo neki svoj novi nečloveški svet, kateremu se mora človek *prilagoditi*, če hoče sploh obstajati, je tudi konec vsakega dialoga. Dialog pa lahko vzdržujemo samo z jezikom.

In kaj pravi o jeziku Eriksen? Svoje razmišljanje začne s trditvijo: »Medtem ko se je James Joyce, da bi se lahko sporazumeval v svetu, naučil ducat evropskih jezikov, se danes zdi, da bi bil dovolj eden.« Ta jezik je danes angleščina, ki ima gospodujočo vlogo tudi in predvsem v akademskem sporazumevanju in ga visokošolske in znanstvene politike celo »uzakonjajo«. Ta vloga danes vedno bolj izključuje namreč druge materne jezike. Posledica je, da postaja akademsko delo v neprevladujočih jezikih marginalizirano. Vendar pa je dobro znano, pravi Eriksen, da je nekatere stvari mogoče in treba povedati le v nekaterih jezikih. Nekatere ideje je *mogoče* najustrezneje izraziti le na primer v nemščini, nekatere ideje, na primer o nemški družbi, pa je zaradi koristi nemške javnosti *treba* izraziti v nemščini. Še toliko bolj to velja za manjše narode, na primer slovenskega. Tudi na Norveškem, domovini Eriksena, ima zaradi visokošolske in znanstvene politike objavljanje v angleščini neprimerno večjo vrednost kot objavljanje enakih ali istih besedil v norveščini. Eriksen ob tem zapiše zelo poučno zgodbo. Norveški zgodovinar ekonomije Einar Lie je leta 2005 objavil zadnji del skupinske zgodovine Hydra, norveškega najpomembnejšega industrijskega aluminjskega in naftnega giganta, ki se ukvarja tudi s proizvodnjo obnovljivih virov energije. Zgodovina je napisana v norveškem jeziku. To sijajno in občudovanja vredno delo je nedvomno dvignilo samozavest Norvežanov in pomembno vpliva tudi na norveško politiko. Če pa bi Einar Lie delo napisal v angleškem jeziku, bi to imelo zelo majhen vpliv, le avtor bi dobil – pripominja Eriksen sarkastično – točke za najpomembnejšo »mednarodno« publikacijo. Hegemonični angleški akademski jezik pa ima še eno skrajno nevarno posledico. Spreminjati je začel intelektualno prizorišče v mnogih državah, kjer angleščina ni materni jezik. Ker se univerzitetniki in znanstveniki vedno bolj obračajo na angleško govorečo javnost, to že negativno vpliva na intelektualne razprave in dialog o domačih problemih. Domača javnost tako ostaja brez pomembnih

miselnih orodij, s katerimi bi lahko kritično mislila svoje življenjsko okolje.

Kibernetsko upravljanje vsega pa se ni ustavilo niti pri hegemoničnem angleškem jeziku. Prav orwelovsko zveni Eriksonov odlomek o tečajih angleščine za Angleže, da bi se ti lahko sporazumevali s tujci. Angleščina kot tuji jezik tako ni več enak angleščini, ki jo govorijo domačini. Kaj jih v teh tečajih učijo? Uporabljajte kratke stavke, ne uporabljajte preveč členkov in mašil, izogibajte se značilnih angleških skladijskih konstrukcij, zapletenih vprašanj, dvojnih zanikanj, ne uporabljajte stalnih besednih zvez, izogibajte se dvoumnosti, pogovornih oblik, stalnih besednih zvez, metafor ... Tudi angleščina kot akademski in konferenčni jezik je ogolela angleščina ... Je daleč od vsakdanje izkušnje, toda saj kibernetska izkušnje o svetu ne potrebuje več. Taka angleščina je zelo omejen kod, saj briše implicitno, metaforično in frazeološko izražanje. Taka angleščina je primerna samo še za prenos informacij, misliti pa z njo ni več mogoče. Saj kibernetsko upravljanje sveta razmišljanja ljudi tudi ne potrebuje več. Ljudjem tako ali tako preostaja, si mislijo, le stalno prilagajanje na kibernetsko »skrojeni« nečloveški svet.

Naj končam z bolj optimistično mislijo. Človek bo moral zopet najti pot do svojega življenjskega resničnega sveta, pri čemer bo moral in znal misliti, kako mu je poznokapitalistični kibernetski upravljalni stroj pred nosom in zahrbtno »ukradel« ta svet. Moral bo tudi v dialogu ustvarjati neko novo znanost, znanost, ki ji je začrtal pot že Marx. »Naravoslovje bo postalo pozneje prav tako znanost o človeku, kot bo znanost o človeku obsegala naravoslovje: bo *ena* znanost.« In to v jeziku, ki bo razumljiv vsem ljudem. Dialog je namreč tisto najpomembnejše v življenju človeka v svetu.

Tomaž Sajovic



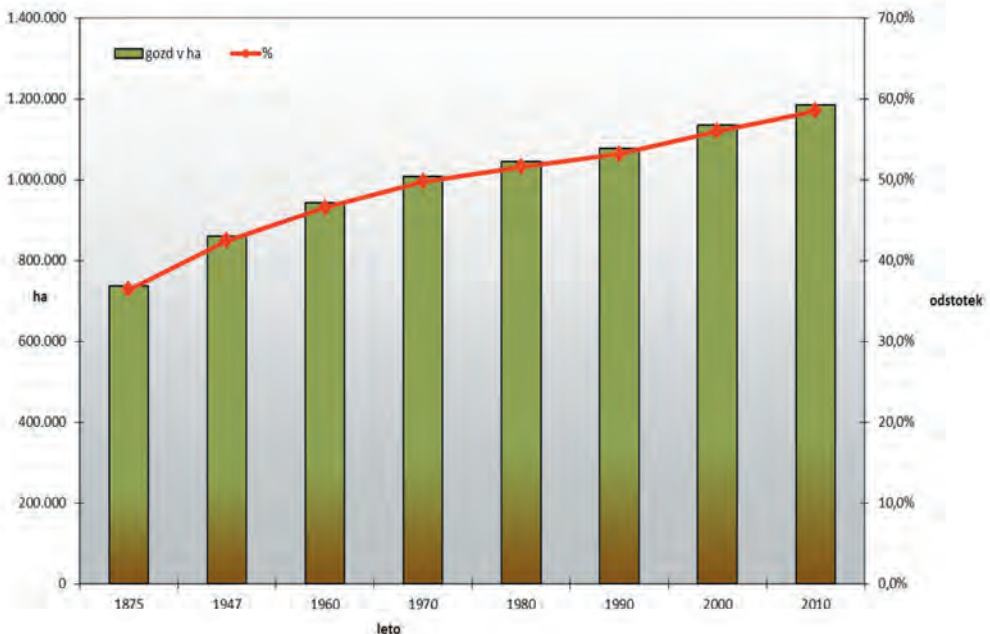
Slovenski gozd
v številkah in nekaj primerjavah

Jošt Jakša

Gospodarjenje z gozdovi na ozemlju, ki ga danes zavzema Republika Slovenija, se udejanja že več kot sto let na načelih trajnosti, sonaravnosti, večnamenskosti in načrtnosti dela z njimi. Pri gospodarjenju z gozdovi si prizadevamo za najugodnejše uresničevanje vseh funkcij, ki naj bi si jih razvita družba zastavila za svoj cilj. Sonaravno in vzdržnostno gospodarjenje z gozdovi, pri čemer ima slovensko gozdarstvo vlogo enega od pionirjev v svetovnem merilu, je primer, kako povezati gospodarsko dejavnost z načeli ohranjanja narave. Za tovrstno gospodarjenje je potrebno veliko znanja, potrpežljivosti in prilagajanja, podatki o gozdovih morajo biti zanesljivi in njihove časovne vrste primerljive. Za doseganje navedenih ciljev imamo v Sloveniji razvit sistem gozdnogospodarskega načrtovanja, ki ga izvaja Zavod za gozdove Slovenije, na raziskovalno-razvojni ravni pa sodelujeta Gozdarski inštitut Slovenije in Biotehniška fakulteta s svojim Oddelkom za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Izteka se mednarodno leto gozdov, ki ima v Sloveniji kot eni od najbolj gozdnatih dežel na svetu še poseben pomen. Slovenija je osnovne cilje, ki jih je določila Generalna skupščina Organizacije združenih narodov, dosegla že davno in so zapisani v vseh predpisih in dokumentih, ki opredeljujejo gozdarstvo v Sloveniji. Zato smo si dodali dodatni cilj, ki je bil opisan v prispevku na temo mednarodnega leta gozdov. Toda zavedati se moramo, da stanje, kakršnega kažejo današnji slovenski gozdovi, tako v kakovostnem smislu kakor po obsegu ni od nekdaj. To je rezultat večstoletnih procesov, ki so sredi osemnajstega stoletja dosegli najnižjo raven, ko je današnje površino Slovenije poraščal gozd le v 22 odstotkih. Takrat so se naši predniki zavedli pomena načrtnega gospodarjenja z gozdovi in njihovega vzdržnostnega izkoriščanja. Površina gozdov se v Sloveniji povečuje že več kot dvesto let. Proces zaraščanja je potekal hkrati z opuščanjem kmetijske rabe, tako zaradi odseljavanja s podeželja kot zaradi

Graf 1: Gozdnatost Slovenije v obdobju od leta 1875 do leta 2010 (v odstotkih). Vir: Zavod za gozdove Slovenije.



učinkovitejše pridelave hrane. Hkrati se je v tem času zmanjševal pritisk na izsekavanje gozdov za energetske rabo, ker sta se kot vira energije vse bolj uporabljala premog in nafta, torej fosilna vira energije.

Če pogledamo podatke o gozdnosti v Sloveniji, vidimo, da se je ta povečala od srede osemnajstega stoletja, ko je bila 22-odstotna, na 36-odstotno leta 1875 in na skoraj 60-odstotno v letu 2010. Podrobnejši prikaz časovnega zaraščanja Slovenije je razviden iz grafa 1.

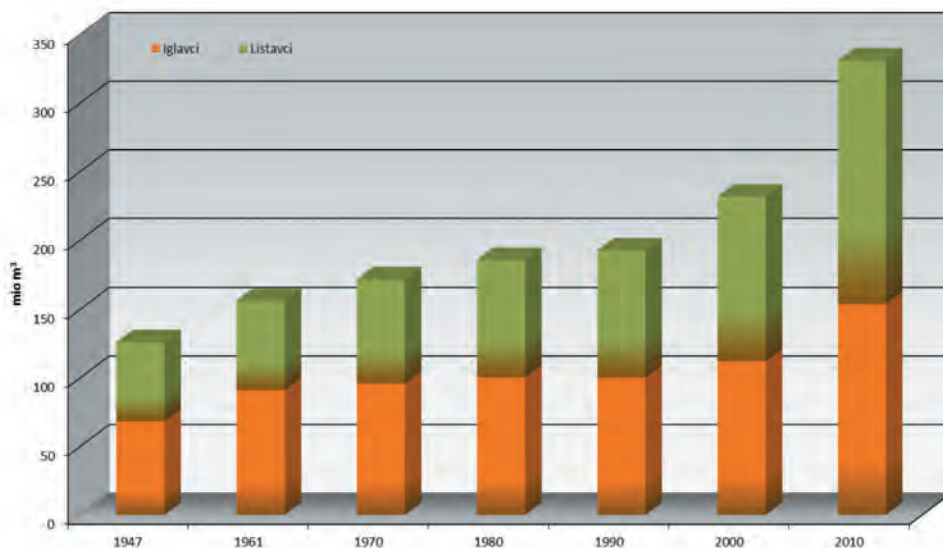
Proces zaraščanja je naravni proces, ko se na nekoč izkrčeno zemljišče vrača naravna vegetacija, torej gozd. Gozdarji si ne želimo, da bi se proces nadaljeval, naša želja je, da bi jih s svojim znanjem in načrtnim delom ter v sodelovanju z lastniki gozdov izboljševali, tako glede proizvodnih kot ekoloških in socialnih funkcij, ki naj bi jih trajnostno dosegali s sonaravnim, vzdržnostnim načinom gospodarjenja z gozdom.

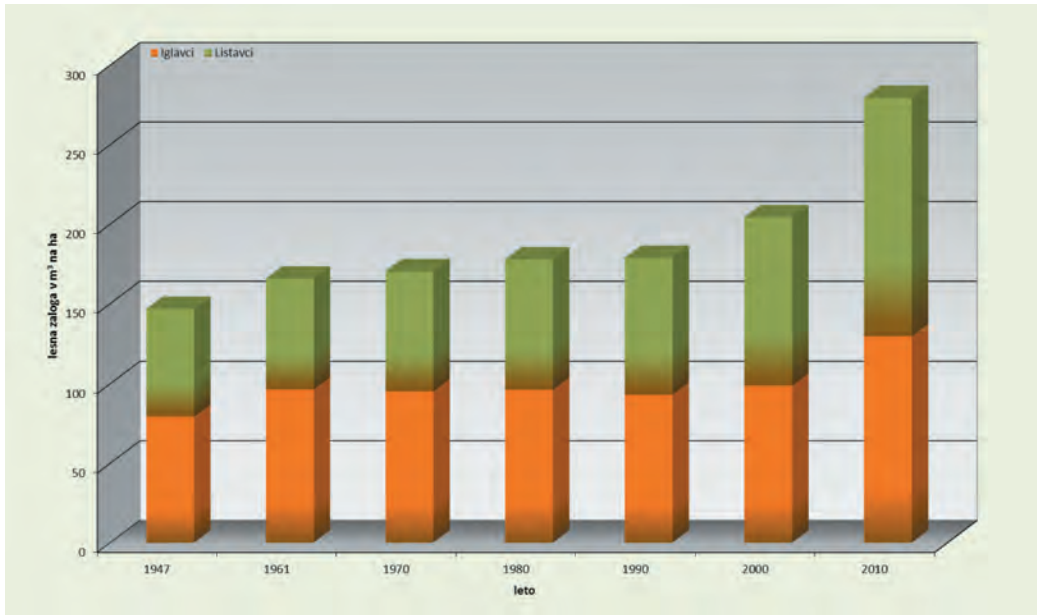
Hkrati s povečevanjem deleža gozdnosti se je povečevala lesna zaloga slovenskih

gozdov, tako v absolutni količini kot v kubičnih metrih na hektar. Velik skok lesne zaloge v času od leta 2000 do leta 2010 gre pripisati predvsem uvedbi izmere gozdov na stalnih vzorčnih ploskvah in kontrolni metodi, ki jo sredi devetdesetih let uvedel Zavod za gozdove Slovenije. Metoda stalnih vzorčnih ploskev, ki jih je v Sloveniji več kot 100.000, je zamenjala do tedaj prevladujoče ocenjevanje lesnih zalog z očmi, ki sistematično podcenjuje lesno zalogo, tudi do 30 odstotkov.

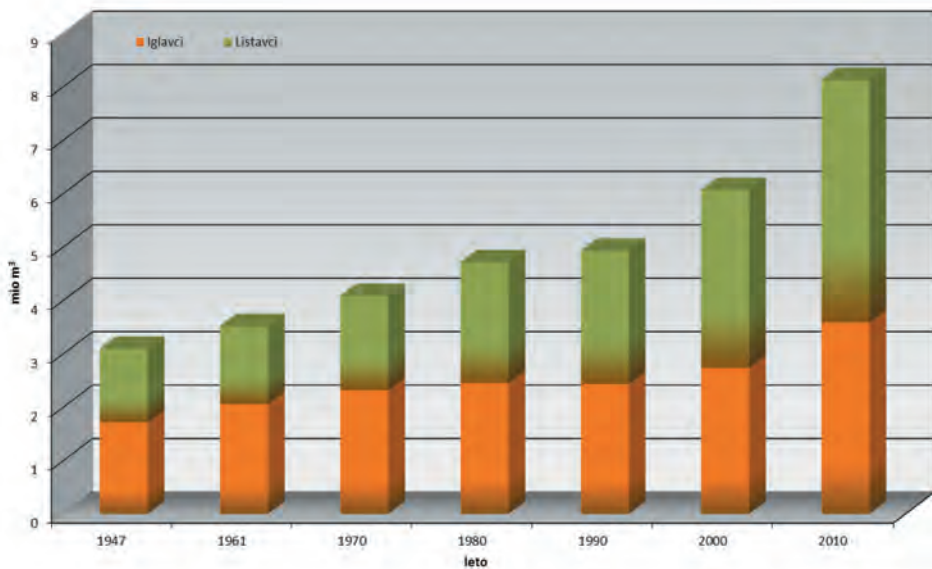
Hkrati s povečevanjem lesne zaloge se je povečeval tudi prirastek in s tem posledično možni posek. Zavedati se moramo preprostega dejstva, da les prirašča na lesu, kar delno pojasnjuje povečanje prirastka. Enako kakor za lesno zalogo lahko drugi del odgovora, zakaj se povečuje prirastek, najdemo v metodi ugotavljanja prirastka, ki je prav tako vezana na stalne vzorčne ploskve in kontrolno metodo. Prirastek listavcev se je v obravnavanem obdobju bolj povečal kot prirastek iglavcev, tako absolutno kot relativno.

Graf 2: Lesna zaloga slovenskih gozdov, deljena po iglavcih in listavcih (v milijonih kubičnih metrov). Vir: Zavod za gozdove Slovenije.



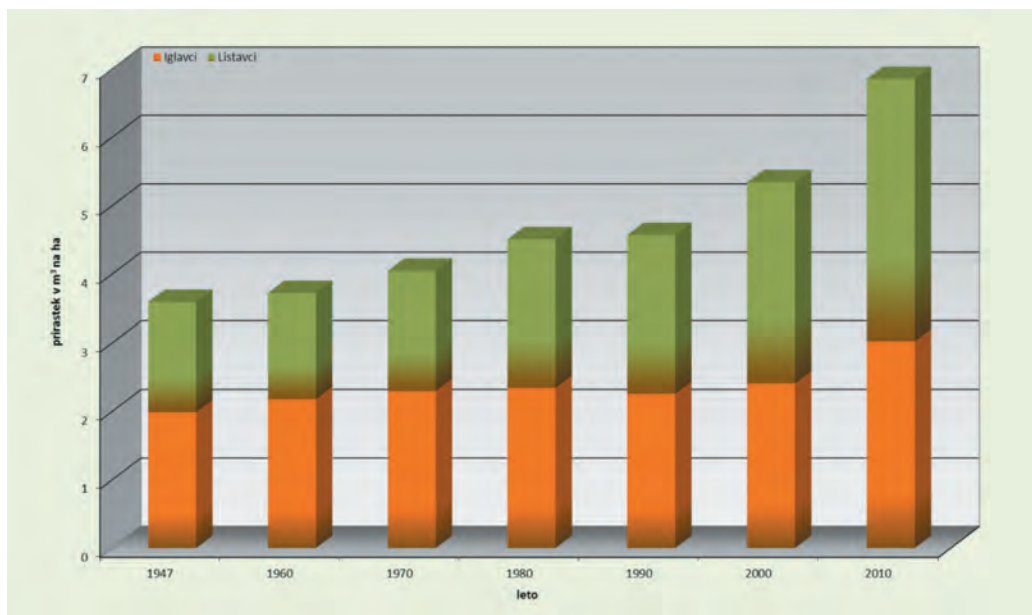


Graf 3: Lesna zaloga slovenskih gozdov, deljena po iglavcih in listavcih (v kubičnih metrih na hektar). Vir: Zavod za gozdove Slovenije.



Graf 4: Prirastek slovenskih gozdov, deljen po iglavcih in listavcih (v milijonih kubičnih metrov na leto).

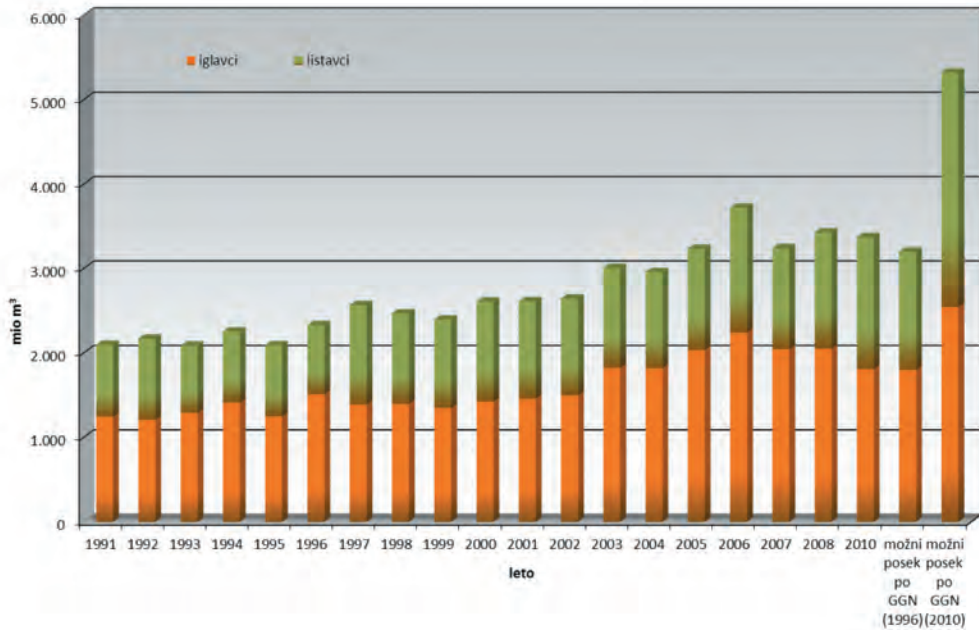
Vir: Zavod za gozdove Slovenije.



Graf 5: Prirastek slovenskih gozdov, deljen po iglavcih in listavcih (v kubičnih metrih na hektar). Vir: Zavod za gozdove Slovenije.

Možni posek v slovenskih gozdovih je bil leta 2010 po veljavnih gozdnogospodarskih načrtih 5,32 milijona kubičnih metrov, od tega 2,55 milijona kubičnih metrov iglavcev in 2,77 milijona kubičnih metrov listavcev. V državnih gozdovih je posek enak možnemu poseku, v zasebnih gozdovih pa dejanski posek zaostaja z možnim. Zavedati se moramo, da je posek tisti ukrep, ki najbolj vpliva na usmerjanje razvoja gozdov in gospodarjenje z gozdom, zato si moramo prizadevati, da se bo možni posek dosegal v vseh gozdovih. Dejanski posek v letu 2010 je znašal skupaj 3,37 milijona kubičnih metrov, od tega 1,81 milijona kubičnih metrov iglavcev in 1,57 milijona kubičnih metrov listavcev. Gibanje poseka v Sloveniji v obdobju od leta 1991 do leta 2010 v primerjavi z možnim posekom po gozdnogospodarskih načrtih za gospodarske enote za leti 1996 in 2010 je prikazano v grafu 6. Razvidno je, da je možni posek naraščal hkrati s povečevanjem prirastka. Po usmeritvi, zapisani v *Resoluciji o nacionalnem gozdnem programu*, ki jo je

leta 2007 sprejel Državni zbor, je delež prirastka za razpoložljivi posek 75 odstotkov. Sledeč temu cilju bo skupni možni posek po območnih gozdnogospodarskih načrtih, ki so v postopku potrjevanja, dosegel 6,5 milijona kubičnih metrov, povprečna lesna zaloga nekaj več kot 300 kubičnih metrov na hektar in skupni prirastek nekaj več kot 8,6 milijona kubičnih metrov. Iz zapisanih podatkov lahko razberemo, da je za nami dolgoletno obdobje akumulacije lesne zaloge in da je pred nami obdobje, ko bomo z usmerjanjem in doseganjem razpoložljivega poseka izboljševali kakovost naših gozdov in kakovost gozdnih lesnih sortimentov. V nasprotnem primeru lahko preidemo v fazo, ko se bodo naši gozdovi zastarali. To ima za posledico zmanjšanje kakovosti gozdnih lesnih sortimentov, večjo mehansko nestabilnost gozdov ter večjo občutljivost za bolezni in škodljivce. Vse to vodi v porušenje razmerij razvojnih faz in bi v prihodnosti lahko imeli zelo velike površine porušeni in mladih gozdov slabe kakovosti.

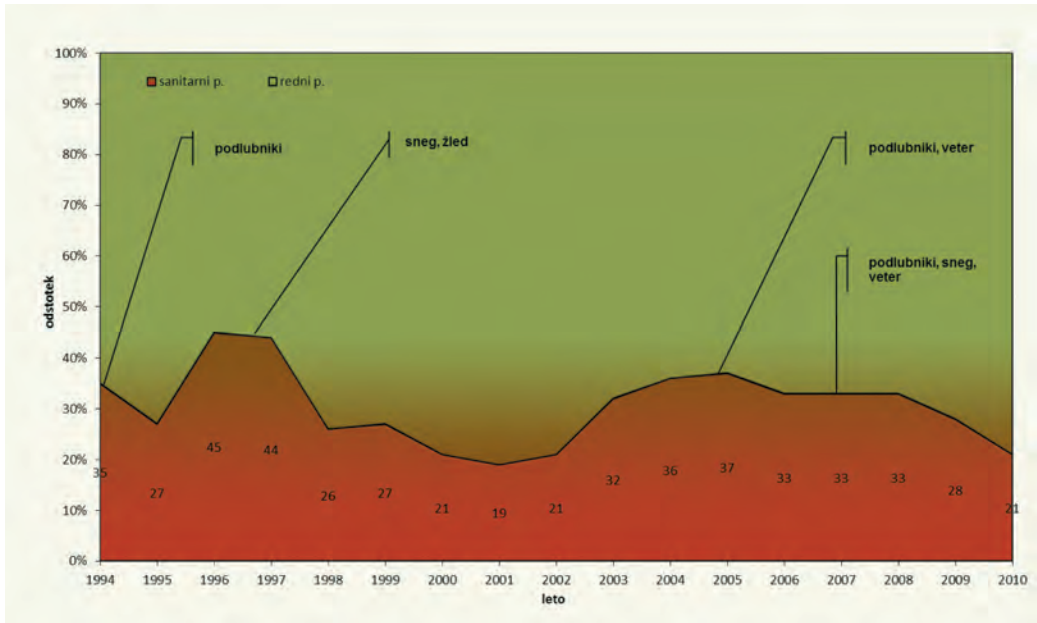


Graf 6: Posek v slovenskih gozdovih, deljen po iglavcih in listavcih ter primerjalno na možen posek po gozdnogospodarskih načrtih za gospodarske enote v letih 1996 in 2010 (v milijonih kubičnih metrov na leto). Vir: Zavod za gozdove Slovenije.

Žal je bil v zadnjih letih delež sanitarnega poseka v skupnem poseku večji, kot bi si to želeli. Sanitarni posek ni načrtno usmerjane razvoja gozdov, je zgolj odstranjevanje poškodovanega in bolnega drevja. S takim posekom preprečujejo širjenje bolezni oziroma škodljivcev gozdnega drevja in v manjši meri pridobivanje manj vrednih gozdnih lesnih sortimentov. Povečan obseg sanitarnih sečenj je predvsem posledica spreminjanja podnebja, ki se kaže v višjih temperaturah, kar ima vsaj dve glavni posledici za gozdove. Za eno stopinjo Celzija višja temperatura zraka pomeni približno sedem odstotkov več energije v ozračju, kar se kaže predvsem, kadar pride do nenadnega sproščanja energije ob obilnih padavinah in močnih, mnogokrat rušilnih vetrovih. Drugi posledici ogrevanja sta hitrejši razvoj škodljivcev in bolezni gozdnega drevja, ob daljših sušah pa slabitev naravne odpornosti drevja, kar ima za posledico večji obseg sanitarnih sečenj

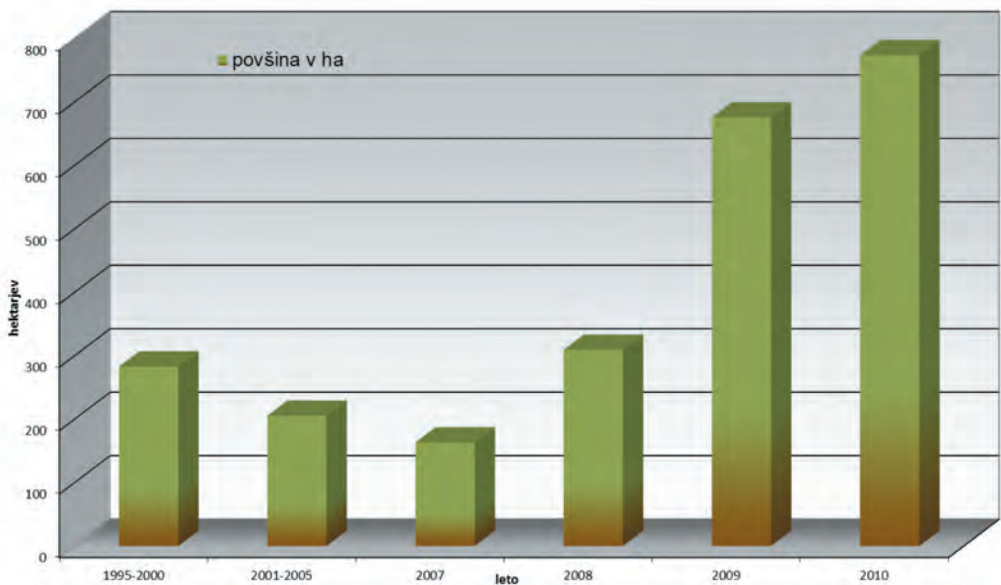
zaradi škodljivcev in bolezni. Pri podnebnih spremembah ne smemo pozabiti na gozdne požare, ki so v dolgih sušnih obdobjih vse bolj katastrofalni. Delež sanitarne sečnje v celotni sečnji je prikazan v grafu 7.

Na gospodarjenje z gozdom in na gozdno površino vplivajo tudi posegi v prostor, ki jih je v gozdnem prostoru vsako leto več. Predvsem so pod pritiskom gozdne površine v poseljenih središčih in v njihovi neposredni bližini. V letu 2010 je Zavod za gozdove zabeležil 2.522 posegov v gozdove na skupni površini 773,48 hektara, kar je znatno več kot pretekla leta. Najpogostejši vzrok za poseg v gozd je bilo kmetijstvo z 68,5 odstotka, na drugem mestu je gradnja infrastrukture s 13,5 odstotka, na tretjem rudarstvo (peskokopi in kamnolomi) z 9 odstotki in na četrtem urbanizacija s 7,9 odstotka.



Graf 7: Delež sanitarne sečnje v celotni sečnji za obdobje od leta 1994 do leta 2010 (v odstotkih). Vir: Zavod za gozdove Slovenije.

Graf 8: Obseg posegov v gozdove za obdobje od leta 1995 do leta 2010 (v hektarih). Za obdobji od leta 1995 do leta 2000 in od leta 2001 do leta 2005 sta navedeni povprečni vrednosti. Vir: Zavod za gozdove Slovenije.





Drevo. Foto: Klemen Jakša.

Ob doseganju dobrih kazalnikov stanja slovenskih gozdov pa imamo pri gospodarjenju z gozdovi tudi težave. Izvirajo iz različnih vzrokov in jih lahko razdelimo v nekaj sklopov. Glavni sklopi težav, ki jih zaznavamo v Sloveniji, so:

1. *Razdrobljenost gozdne posesti* je velika. V Sloveniji je približno 1,2 milijona gozdnih parcel. Razdrobljenost otežuje načrtno gospodarjenje. Stroški gozdnih del so višji. Struktura lastništva v slovenskih gozdovih je naslednja: 23 odstotkov je državnih gozdov, 2 odstotka občinskih gozdov in 75 odstotkov zasebnih gozdov.
2. *Veliko število lastnikov gozdov*. Gozdovi so v lasti in solasti približno 340.000 ljudi.
3. *Struktura lastništva*. Mnogi lastniki, predvsem tisti, ki so dobili gozd vrnjen v procesu denacionalizacije in živijo v mestnem okolju, ne kažejo zanimanja za gospodarjenje z gozdom, mnogi niti ne vedo, kje je njihova gozdna posest. Populacija lastnikov gozdov, ki se ukvarja z gospodarjenjem z gozdom, se v povprečju stara in tako imamo vsako leto manj aktivnih lastnikov gozdov. Med mladimi lastniki je vse premalo zanimanja za gospodarjenje in delo v gozdu.
4. *Tehnična opremljenost lastnikov gozdov* je v številkah sicer dobra, a večina opreme je stara, z vidika varnosti pri delu pa neustrezna. Delovni učinki takšne opreme so nizki, stroški vzdrževanja visoki in poškodbe v gozdu pri uporabi te opreme večje.
5. *Neodprtost gozdov*. Za večje izkoriščanje možnega poseka in uspešne sanitarno-varstvene sečnje bosta potrebni boljše vzdrževanje obstoječih gozdnih prometnic in gradnja novih.
6. *Cene gozdnih lesnih sortimentov* na slovenskem trgu so razmeroma nizke, cene dela v gozdu pa visoke.
7. *Neučinkovit sistem sofinanciranja*, ki je preveč odvisen od proračunskih možnosti in je v primerjavi s sofinanciranjem v kmetijstvu nizek na enoto vloženega dela.
8. *Neustrezni predpisi*, ki jih bo treba prilagoditi novim razmeram in strokovnim spoznanjem.

Za doseganje ciljev in sprotni odziv na izvedene ukrepe je potrebno zasledovati kazalnike, ki kažejo na stopnjo naše uspešnosti pri doseganju zastavljenih ciljev. Nekatere od njih že spremljamo, nekatere pa bomo v prihodnje morali začeti spremljati. Kazalniki uspešnosti gospodarjenja z gozdovi, ki se kaže v celotnem odnosu do ekosistema gozdov, zadovoljstvu lastnikov gozdov, zadovoljstvu nelastnikov gozdov in v stopnji predelave gozdnih lesnih sortimentov v Sloveniji, so naslednji:

1. *Realizacija gozdnogospodarskih in lovsko-upravljaljskih načrtov*.
2. *Biotska pestrost gozdnih ekosistemov* v primerjavi s predhodnimi obdobji in usklajenost med posameznimi vrstami znotraj ekosistema.
3. *Stopnja poškodovanosti gozdov* zaradi naravnih dejavnikov in človekovega delovanja.
4. *Stopnja prehajanja lesa in izdelkov* z ene ravni predelave na drugo.
5. *Ovrednotenje celotne dodane vrednosti* v verigi od gozda do kupca lesenega izdelka.
6. *Sprotno merjenje stopnje zadovoljstva* med udeleženci v verigi.

7. Spremljanje ogljičnega odtisa, ki ga pušča posamezna stopnja predelave v verigi in izdelkih na koncu verige.

V dolgi zgodovini gozdarstva na Slovenskem je bilo veliko narejenega, veliko dela pa nas še čaka. A pred nami je stvarna grožnja, da bo s slabšanjem gospodarskega položaja v državi prevladala ideja, kako bi z radikalnim zmanjšanjem sredstev za gozdarstvo lahko prihranili. Če pomislimo, da se v proračunu nameni za delovanje celotne javne gozdarske službe in vsa vlaganja v gozdove, vključno z gradnjo in vzdrževanjem gozdnih prometnic, in ob dejstvu, da gozd pokriva kar 60 odstotkov Slovenije, le 26 milijonov evrov, je prihranek v primerjavi s škodo, ki se jo v gozdovih povzroči dolgoročno, mini-

malen. Škodo se z opuščanjem načrtovanja, usmerjanja, strokovnega svetovanja in nadzora hitro povzroči, posledice pa se odpravljajo dolga desetletja, kar lahko razberemo tudi iz svoje gozdarske zgodovine. Poleg dolgotrajnosti naravnih procesov v gozdnih ekosistemih je možna posledica takšnih kratkovidnih dejanj izguba šolanih strokovnjakov in znanja o gozdnih ekosistemih, ki skupaj z družbeno strukturo lastniških odnosov sestavljajo kompleksen sistem načrtovanja in upravljanja z gozdom. Tako kot je zapisano v *Resoluciji o nacionalnem gozdnem programu*, je cilj slovenskega gozdarstva: »Trajnostni razvoj gozdov kot ekosistemov v smislu njihove biotske pestrosti ter zagotavljanje vse njihove ekološke, proizvodne in socialne funkcije s sonaravnim in večna-

Vir življenja. Foto: Klemen Jakša.





Iz roda v rod. Foto: Petra Draškovič.

menskim gospodarjenjem. Gozdovi morajo dati trajni prispevek h gospodarskemu razvoju družbe, še posebno podeželja, s prid-

bivanjem dobrin na način, ki bo prilagojen njihovi trajni obnovljivosti. Gozdovi morajo trajno prispevati k zdravemu življenjskemu



Neuničljivi. Foto: Petra Draškovič.

okolju in socialnemu razvoju družbe.« V gozd vloženi evro se na ravni države obrne v večkratnik svoje vrednosti, ne da bi pri tem upoštevali ekološke in socialne funkcije, ki ju je skoraj nemogoče ovrednotiti.

Kratka izkaznica slovenskih gozdov v primerjavi z okoliškimi državami

Gozdnatost Slovenije ni visoka le v evropskem merilu, ampak celo v svetovnem. Primerljivi smo z Brazilijo, ki je v naši zavesti pojem za gozdnato deželo. Značilno za slovenske gozdove je, da imajo v primerjavi z drugimi deželami veliko ohranjenost naravne sestave drevesnih vrst. Sestava temelji na domačih drevesnih vrstah, obnova gozdov pa na naravni obnovi in ne na obnovi s sadnjo. Naravna obnova je cenejša in skozi naravno selekcijo zagotavlja potrebno pestrost tako vrst kot genoma. Imamo prepoznavno velik delež družbenih in biotskih funkcij in

nekoliko manjši delež proizvodnih, kar pa ne pomeni, da je ta zanemarjena. Z razvojem gozdarstva se delež družbenih in biotskih funkcij - ob hkratnem zagotavljanju proizvodne funkcije - povečuje, ne le v Sloveniji, ampak tudi drugod. Delež varovalnih gozdov je nekje v povprečju evropskih gozdov, njihova pokritost z gozdnogospodarskimi načrti pa je stodontna, kar ni pravilo drugod. Lesna zaloga slovenskih gozdov na hektar je dosegla ciljno vrednost. Sedaj bo treba s sečnjo lesno zalogo ohranjati na doseženi ravni in negovati, da ne bo prišlo do zastaranja sestojev in izgube kakovosti gozdnih lesnih sortimentov. Z naraščanjem lesne zaloge se je povečevalo tudi skladiščenje ogljika v gozdovih. Med primerljivimi državami slovenski gozdovi skladiščijo največ ogljika na hektar.

Opredelitev okrajev in pojmov:

GGN – gozdnogospodarski načrt. Sprejemajo jih vsaki deset let. Pri gozdnogospodarskem načrtovanju poznamo tri ravni načrtovanja. Vse načrte v procesu sodelovalnega načrtovanja izdeluje Zavod za gozdove Slovenije. Gozdnogospodarski načrt območja je krovni dokument, ki opredeljuje stanje, cilje in ukrepe za gospodarjenje z gozdom na strateški ravni. Za štirinajst gozdnogospodarskih enot sprejme načrte Vlada Republike Slovenije (štirinajst gozdnogospodarskih območij). Gozdnogospodarski načrti gozdnogospodarskih enot so načrti, kjer se cilji, stanje in ukrepi določijo bolj konkretno in vsebujejo že vsebine izvedbenih ukrepov. Gozdnogospodarske načrte gozdnogospodarskih enot sprejme minister, pristojen za gozdarstvo. Vseh gozdnogospodarskih enot je 234, vsako leto pa se izdela ena desetina načrtov. Podrobno načrtovanje, kjer se opredelijo natančne površine, vrste ukrepov in roke izvedbe, zapišejo v gozdnogojitvene načrte, ki so izvedbeni načrti. Te načrte potrjujejo na območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije.

GGE – gozdnogospodarska enota. Prostorsko zaokrožena enota pri urejanju gozdov, velika od tri do deset tisoč hektarov, v kateri se načrtujejo cilji pri gospodarjenju z gozdom.

Kontrolna metoda. Temelji na primerjavi meritev istega objekta skozi čas, torej primerjava vrednosti zaporednih meritev. Kontrolno metodo sta za potrebe načrtovanja donosov v prebiralnih gozdovih Francije in Švice razvila Gurnaud (1878) in Biolley (1923). Metoda je bila zasnovana na polni premerbi dreves. Ker so stroški polne premerbe visoki, se je kasneje razvila kontrolnovzorčna metoda, ki temelji na vzorčenju s stalnimi krožnimi ploskvami z odmerjeno površino. Kontrolna metoda omogočala analizo razvojne dinamike gozda in jo obravnavamo kot koncept gospodarjenja z gozdovi. Samostojne korenine ima tudi na Slovenskem. Heinrich Schollmayer je leta 1906 izdal navodila za gozdno inventuro in urejanje snežniških gozdov, s katerimi je vpeljal natančno spremljavo razvoja gozdov in gospodarjenja. V navodilih ni uporabljena beseda »kontrolna metoda«, toda iz vsebine je razvidno, da gre za način dela, ki ga lahko označimo kot gospodarjenje z gozdovi na osnovi kontrolne metode.

Kako ločiti živo od mrtvega v svetu mikroorganizmov?

Anja Bubik

Organizmi, ki so sooblikovali ozračje in omogočili življenje, lahko sejejo tudi smrt! Cianobakterije s svojo slo po prevladi negativno vplivajo na vodne ekosisteme ter ogrožajo zdravje tako okolja kot tudi živali in ljudi. V svetu odmevajo številne zastrupitve s cianobakterijskimi toksini. Smo jim ljudje lahko kos? Na Nacionalnem inštitutu za biologijo smo razvili metodo za sledenje razpada cianobakterij, ob katerem se sproščajo številne strupene snovi.

Cianobakterije

Cianobakterije, v preteklosti poznane kot modrozelenke, so morfološko, fiziološko in ekološko raznolika skupina mikroorganizmov. Uvrščamo jih med najstarejše organizme našega planeta in so hkrati ena najuspešnejših življenjskih oblik, saj so v milijardah let svojega obstoja skoraj v popolnosti ohranile prvotno strukturo. Njihova vloga sega daleč v zgodovino, kjer so sooblikovale ozračje našega planeta in omogočile razvoj življenja, kot ga poznamo danes. So ena od najpomembnejših fotosintetskih organizmov. Zaradi pogostosti, visoke metabolne aktivnosti in sposobnosti prevlade lahko cianobakterije osiromašijo okolje do te mere, da ogrozijo obstoj vseh ostalih življenjskih oblik.

Veliko skrb za zdravje okolja, živali in ljudi predstavljajo biološko dejavne snovi, ki jih proizvajajo cianobakterije. Med njimi najdemo številne neobičajne, strupene ali kako drugače biološko dejavne snovi, med katerimi so **cianopeptidi** najbolj znani in raziskani ter imajo velik pomen s toksikološkega in ekotoksikološkega vidika (Sedmak in sod., 2008a, b). Zavirajo lahko delovanje številnih encimov tudi pri sesalcih (Bubik in sod., 2008). Glede na njihovo strupenost

jih lahko razvrščamo v hepatotoksine, nevrotoksine in citotoksine; poznamo pa tudi nehepatotoksične cianopeptide. Tako cianobakterije pomenijo izjemno bogat vir snovi, ki so potencialno uporabne v farmaciji, medicini, kmetijstvu in različnih tehnoloških procesih. Pogosto jih uporabljajo tudi kot orodja za razumevanje temeljnih življenjskih procesov in naravnih zakonitosti.

Cianobakterijsko cvetenje

Obremenjevanje površinskih voda in s tem povečana vsebnost hranil v vodnem telesu (eutrofikacija) lahko hitro pripelje do množičnega pojava cianobakterij, kjer se nekatere vrste tako namnožijo, da popolnoma prevladajo v vodnem telesu - temu pravimo **cvetenje**. Cvetenje cianobakterij v povezavi z eutrofikacijo površinskih voda je v zadnjih desetletjih vedno bolj pogost pojav po vsem svetu (Harper, 1992) in tudi pri nas (Sedmak in Kosi, 1997; 2002). Predvsem so skrb vzbujajoča vodna telesa v bližini črpalnišča pitne vode. V Sloveniji poznamo redna cvetenja cianobakterij, ki se pojavljajo predvsem na kmetijsko intenzivnih območjih severovzhodne Slovenije, kjer so površinske vode zelo obremenjene (Sedmak in Kosi, 1997) (slika 1A). Močno ogroženo je tudi Blejsko jezero, kjer prihaja do cvetenja strupene vrste cianobakterije *Planktothrix rubescens* (slika 1B).

Proces cianobakterijskega cvetenja je zelo podrobno opisan proces, medtem ko proces razgradnje cianobakterijskega cveta ostaja slabo raziskan. Vemo pa, da je razgradnja cveta ključni dogodek pri pojavu strupenih učinkov cianobakterijskih biološko dejavnih snovi v okolju, saj se te v trenutku razpada celic sprostijo v vodno telo. Občutljivejše



*Slika 1: Cianobakterijsko cvetenje v Podgradu (A) in na Bledu (B). Cianobakterijsko cvetenje najpogosteje zaznamo kot zgoščeno površinsko plast. Barva površinskega cveta je odvisna od vrste cianobakterij, ki prevladujejo v cvetu. V večini je gošča zelene do modrozelenke barve (A), v primeru cvetenja cianobakterije *Planktothrix rubescens* pa opazimo značilno rdečkasto barvo, ki je posledica vsebnosti specifičnih barvil (B). Cvet v Podgradu pri Gomji Radgoni smo posneli avgusta leta 2009, cvet na Blejskem jezeru pa novembra leta 2010.*

Foto: Anja Bubik.



živalske in rastlinske vrste namreč takšnih fizikalno-kemijskih sprememb okolja ne preživijo, kar vodi v siromašenje življenjskega prostora po cvetenju cianobakterij (Sedmak in Kosi, 1998).

Primeri zastrupitev

V svetu so znani številni primeri zastrupitev ljudi s cianobakterijskimi toksini. Najnevarnejši vir zastrupitve je pitna voda, saj večina biološko dejavnih snovi iz cianobakterij deluje neposredno strupeno na jetra ali možgane. Nevarnost predstavljajo tudi rekreativne vode, kjer smo cianobak-

terijam in njenim produktom izpostavljeni preko aerosolov in kože. Do zastrupitev lahko pride tudi pri dializi. Mesto Caruaru v Braziliji je leta 1996 prizadela huda zastrupitev s cianobakterijskimi toksini zastrupljeno vodo, ki so jo uporabili za bolnišnično dializo. Močnih zastrupitev so zabeležili 115, od tega je bilo kasneje kar 60 smrtnih žrtev (Pouria in sod., 1997). Zaenkrat primerov zastrupitev ljudi s cianobakterijskimi toksini v Sloveniji še ne poznamo, mogoče pa je opaziti dogodke, kot so pomori rib in zmanjšana biološka raznolikost, ki kažejo na negativni vpliv pogostih cvetenj na ekološke skupnosti tudi pri nas. In kaj pravi zakonodaja? V Braziliji so leta 2000 na podlagi vse hujših zastrupitev uvedli stro-

go zakonodajo, ki narekuje obvezno spremljanje cianobakterij in cianobakterijskih toksinov pri nadzoru pitne vode. Svetovna zdravstvena organizacija priporoča različne varnostne ukrepe, ki obsegajo spremljanje in nadzorovanje cianobakterijskih cvetenj. Pomemben ukrep je tudi krepitev javne zavesti in obveščanje širše javnosti (WHO 2003). Nekatere evropske države predpisujejo podobno zakonodajo, ki se nanaša na kakovost kopalnih voda. V bližnji prihodnosti bo sprejeta še zakonodaja Evropske unije, ki bo narekovala smernice tudi v Sloveniji. Posebno pozornost moramo nameniti preprečevanju fitoplanktonskih cvetenj, ki mora temeljiti predvsem na zmanjševanju in preprečitvi evtrofikacije voda, saj imajo nekateri drugi ukrepi mnogokrat ekološko škodljive stranske učinke. Evropska direktiva 2000/60/EC, ki vzpostavlja okvir za delovanje skupnosti na področju upravljanja z vodami, predvideva nadzor in zaščito vseh vodnih virov in vzpostavitev »dobrega stanja« v petnajstih letih. Vse več primerov zastarane namreč opozarja, da je treba v skrbi za ohranjanje zdravja ljudi in okolja vodne vire zaščititi ter omogočiti in zagotoviti strokovno spremljanje stanja vodnih teles s stališča fitoplanktonskih cvetenj in pojavljanja toksinov v njih ter obveščanje javnosti.

Znanost v ta namen razvija številne tehnologije in metodologije, ki bi preprečevale cvetenja cianobakterij. V preteklosti so v vodnih sistemih, ki se ne iztekajo oziroma mešajo z ostalimi vodami ter ne vsebujejo rastlin in živali, na katere lahko deluje strupeno, pogosto uporabljali bakrov sulfat (CuSO_4). Postopek je temeljil na enakomernem »posipavanju« bakrovega sulfata po vodni površini, učinkovitost postopka pa naj bi bila zagotovljena približno tri tedne. Posledica prisotnosti bakrovega sulfata je razpad cianobakterijskega površinskega cveta ali gošče, vendar se pri tem sproščajo vse toksične ali kako drugače biološko dejavne snovi. Iz vidika toksičnega potenciala

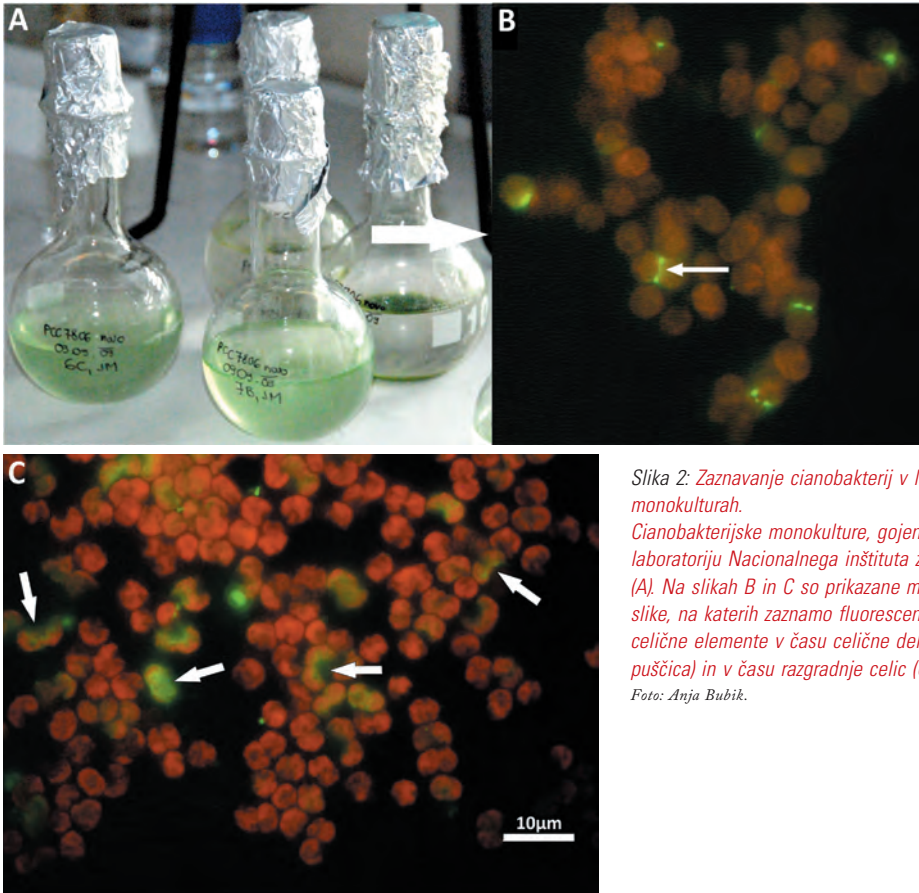
sproščenih snovi v okolje je ta način slaba rešitev za preprečevanje negativnih učinkov cianobakterij v površinskih vodah. V zadnjih letih so v porastu tudi druge rešitve; predvsem tehnologije, ki temeljijo na povečevanju pretočnosti vodnega telesa, urejanje kanalizacije ter omejevanje kmetovanja in čezmernega hranjenja (ob)vodnih organizmov.

Spremljanje cianobakterijske populacije je torej zelo pomembna dejavnost, zato se ekotoksikološke raziskave usmerjajo tudi v razvoj novih alternativnih metod, ki bi olajšale in dopolnile spremljanje stanja cianobakterij in na podlagi tega omogočile sklepanje o nevarnosti za okolje.

Nove raziskave

Na Oddelku za genetsko toksikologijo in biologijo raka na Nacionalnem inštitutu za biologijo v Ljubljani smo pred leti predpostavili mehanizem hitre razgradnje cianobakterijskega cveta, ki vključuje sprožitev razgradnje z virusi okuženih cianobakterij, ki proizvajajo ciklične ciano-peptide (Sedmak in sod., 2008a). Raziskave smo nato usmerili še v razvoj novih uporabnih metod, ki bi omogočale spremljanje razpada oziroma razgradnje cveta. Ob razgradnji cianobakterijskega cveta se namreč v okolje sproščajo snovi, ki imajo velik ekotoksikološki učinek, saj lahko ne samo izzovejo propad cianobakterijskih cvetov, ampak tudi toksično, genotoksično in rakotvorno vplivajo še na ostale vodne organizme ter na zdravje celotnega ekosistema in ljudi. Raziskava mehanizma razgradnje in spremljanje tega procesa na naravnih tarčah nam lahko omogočita razumevanje okoljskih učinkov cianobakterij in posledično sklepanje na njihove učinke na različne organizme, tudi človeka.

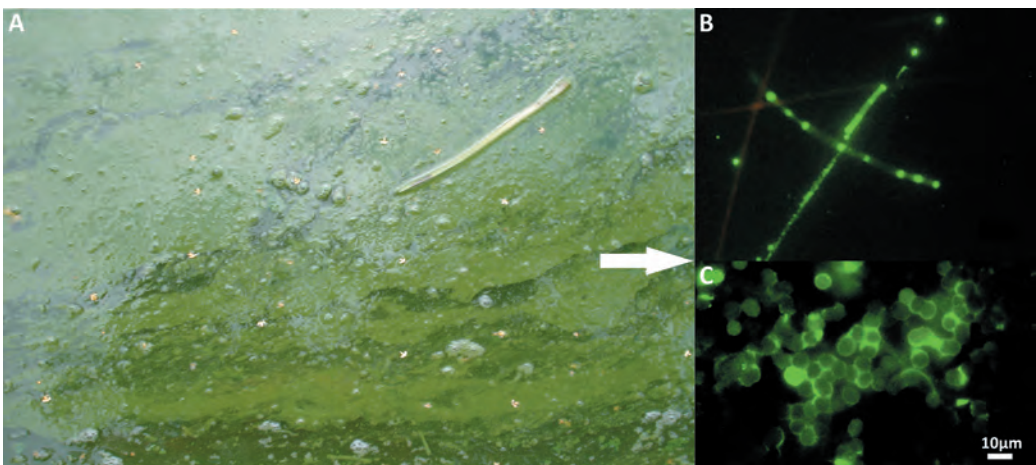
V ta namen smo razvili metodo, ki omogoča uspešno zaznavanje cianobakterijske celičnega ogrodja in s tem spremljanje cianobakterijske populacije v različnih vzorcih, od laboratorijskih monokultur (slika 2)



Slika 2: Zaznavanje cianobakterij v laboratorijskih monokulturah.

Cianobakterijske monokulture, gojene v laboratoriju Nacionalnega inštituta za biologijo (A). Na slikah B in C so prikazane mikroskopske slike, na katerih zaznamo fluorescentno označene celične elemente v času celične delitve (B, puščica) in v času razgradnje celic (C, puščice).

Foto: Anja Bubik.



Slika 3: Zaznavanje cianobakterij v kompleksnih okoljskih vzorcih.

Cianobakterijski površinski cvet (A) in njegove mikroskopske slike (B, C). V okolju velikokrat zasledimo kompleksne vzorce - cvet sestavljajo različne vrste cianobakterij in v vseh vrstah lahko opazimo fluorescentno označene celične elemente (B, C; zeleno), ki nam omogočajo spremljanje fitoplanktonske populacije. Foto: Anja Bubik.

do kompleksnih okoljskih vzorcev (slika 3). Metodologija temelji na fluorescentnem označevanju izbranih strukturnih elementov cianobakterij. Naše raziskave so pokazale, da se zelene strukture bolje obarvajo in jih lažje zaznamo pod mikroskopom, če so celice poškodovane ali že v fazi razpada (Sedmak in sod., 2009). Posledično nam metoda omogoča zaznavanje razpada cveta, ki je lahko spontan ali umetno izzvan proces. Metoda se je pokazala za učinkovito pri spremljanju obeh, naravno (slika 4) in umetno (slika 5) povzročene razpada cianobakterijskih celic.

Z vidika dolgoročnega spremljanja cvetenj in stanja površinskih voda lahko trdimo, da je naša metoda zelo uporabno, enostavno, ponovljivo in obetavno orodje za:

- ločevanje med živimi, poškodovanimi in mrtvimi celicami fitoplanktona,
- sledenje uspešnosti sanacijskih programov,
- spremljanje naravnega ali umetnega razpada cianobakterijskega cveta,
- preučevanje vpliva antropogenih in naravnih hranil na populacijo vodnega telesa,
- spremljanje, sledenje fitoplanktonskih vrst,

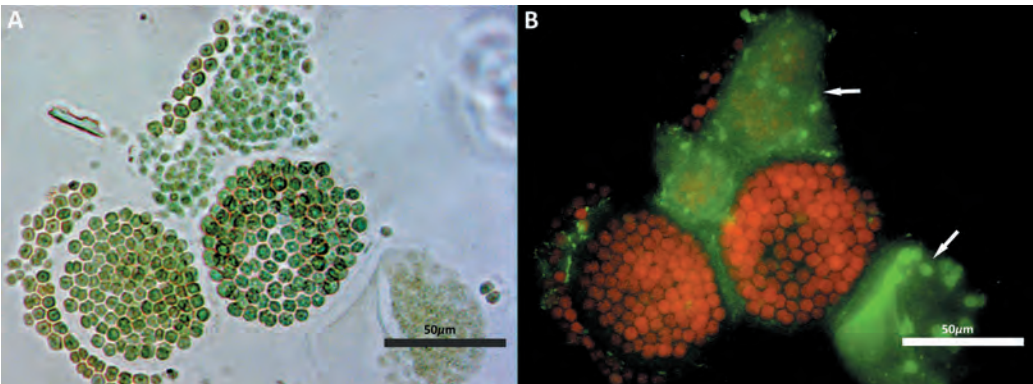
- zaznavanje cianobakterij, zelenih alg in diatomej.

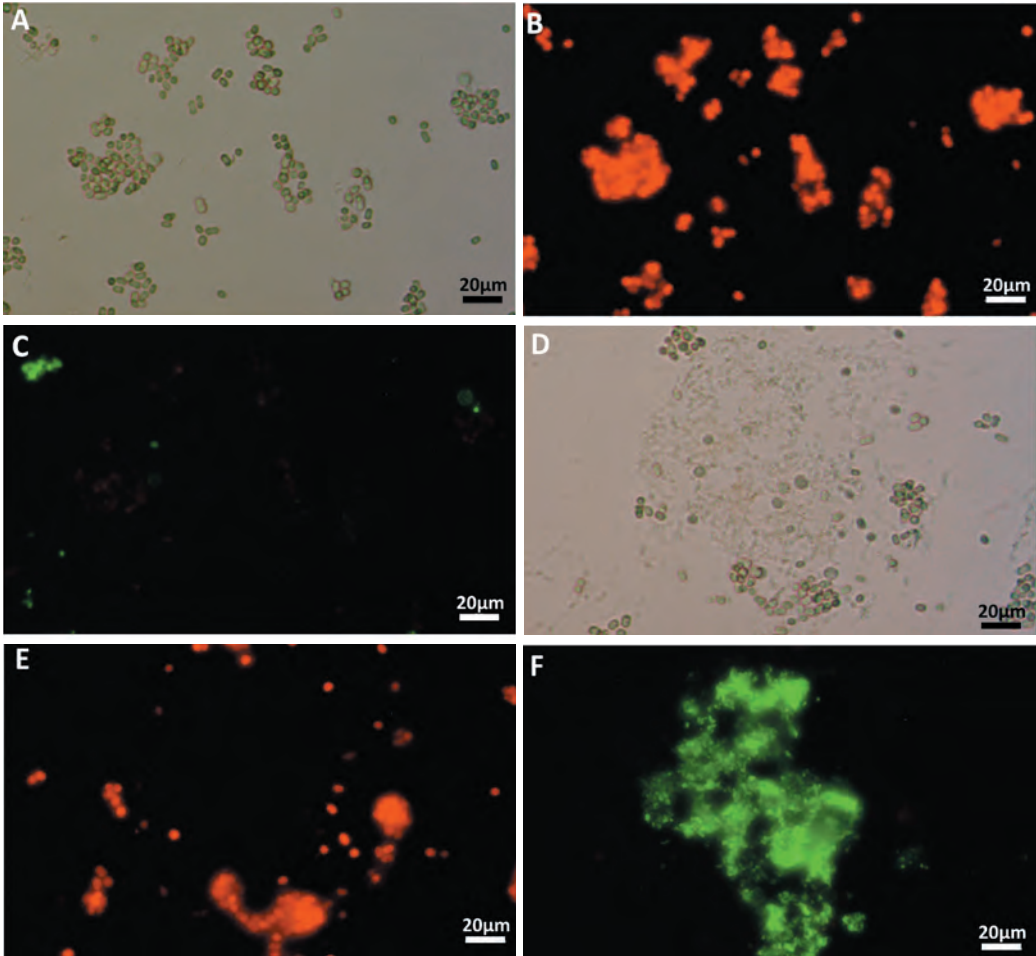
Zaključek

Razvoj nove uporabne metode omogoča opazovanje cianobakterijskih celičnih elementov, kar nam posredno omogoča spremljanje cianobakterijske populacije ter boljši vpogled v osnovne celične procese. Prav tako nam nov postopek ponuja novo alternativno metodologijo za spremljanje izpostavljenosti okolja in ljudi različnim cianopeptidom ali drugim okoljskim dejavnikom.

S poskusi želimo prispevati tudi k odkrivanju pomena in učinkovanja cianobakterijskih produktov v naravnem okolju ter k hitrejšemu razvoju novih ekotoksikoloških metod in novih molekularnih tarč, kar je zelo pomembno za zdravje ljudi. Rezultati naših raziskav kažejo tudi, da so cianobakterijski produkti dobra orodja pri raziskavah procesov v naravi. Pridobljeni podatki so ekotoksikološko zelo uporabni, saj so ključni za ocenjevanje tveganja ter uvedbo ustreznih zaščitnih ukrepov pri izpostavljenosti okolja, živali in ljudi tem snovem.

Slika 4: Spremljanje naravne cianobakterijske razgradnje. Cianobakterije iz naravnega vzorca. Slika A prikazuje celice pod svetlobnim mikroskopom, kjer opazimo razpad posameznih celic. Razpadle, poškodovane, mrtve celice lahko z našo metodo bolje zaznamo in dobro spremljamo pod fluorescentnim mikroskopom (B, zeleno, puščice). Foto: Anja Bubik.





Slika 5: Spremljanje cianobakterijske razgradnje, sprožene z bakrovim sulfatom (CuSO_4). Cianobakterijske celice, posnete pod svetlobnim (A, D) in fluorescentnim mikroskopom (B, C, E, F). V prvi vrstici so prikazane celice, ki niso bile izpostavljene nobenim dejavnikom in so žive, nepoškodovane (A). Cianobakterijske fotosintetske pigmente lahko opazimo s pomočjo avtofluorescence (B), medtem ko celičnega ogrodja pri nepoškodovanih celicah skoraj ne zaznamo (C). V drugi vrstici so celice, ki smo jih izpostavili bakrovemu sulfatu. Vidimo, da je veliko celic razpadlo in so poškodovane (D). V takšnem primeru postanejo znotrajcelični elementi dostopni za barvila in s fluorescenco lahko uspešno zaznamo razpad celic (F). V primeru razpada celic ne opazimo več avtofluorescence fotosintetskih barvil (E). Foto: Anja Bubik.

Slovarček:

Citotoksin. Toksin, ki učinkuje strupeno na celice.

Ekosistem. Ekološki sistem, ki vključuje vse žive organizme in okolje na določenem območju ter deluje skupaj kot enota.

Evtrofikacija. Proces povečanja hranilnih snovi v vodnem telesu, predvsem nitratov in fosfatov.

Fitoplankton. Mikroskopski organizmi s fotosintezniimi barvili, ki lebdiijo v vodnem telesu ter v njem živijo in se razmnožujejo.

Fluorescenca. Oddajanje svetlobe snovi, ki je absorbirala svetlobo ali kakšno drugo elektromagnetno valovanje.

Genotoksično. Strupeno za dedni material.

Hepatotoksin. Toksin, ki učinkuje strupeno na jetra.

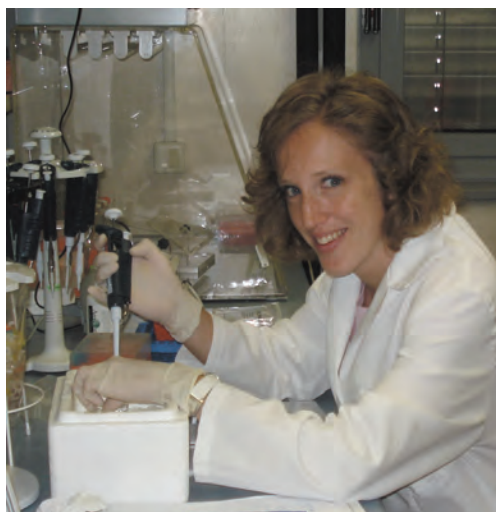
Monokultura. Kultura (skupnost) celic iste vrste in istega rodu.

Monitoring površinskih voda. Spremljanje, oblika nadzora oziroma preverjanja, ali površinske vode izpolnjujejo vse zahteve v skladu s pravilniki in zakonodajo.

Nevrotoksin. Toksin, ki deluje strupeno na živčni sistem.

Toksično. Strupeno.

Toksin. Strupena snov, ki moti normalno delovanje celic; lahko povzroči tudi smrt celic ali organizmov.



Anja Bubik, univerzitetna diplomirana biokemičarka, je na Nacionalnem inštitutu za biologijo, na Oddelku za genetsko toksikologijo in biologijo raka zaposlena kot mlada raziskovalka od leta 2008. Pod mentorstvom dr. Bojana Sedmaka se ukvarja s področjem ekotoksikologije, natančneje s preučevanjem izbranih ekoloških, bioloških in biokemijskih učinkov ne-hepatotoksičnih cikličnih peptidov iz cianobakterij. V skupini razvijajo nove metodologije za spremljanje cianobakterij in preučujejo vpliv cianobakterijskih peptidov na proizvodjalke same ter na človeške celice in vitro.

Literatura:

Bubik, A., Sedmak, B., Novinec, Lenarčič, B., Lah, T. T., 2008: *Cytotoxic and peptidase inhibitory activities of selected non-hepatotoxic cyclic peptides from cyanobacteria. Biological Chemistry*, 389 (10): 1339-1346.

Harper, D., 1992: *Eutrophication of freshwaters. First edition. London: Chapman & Hall. Str. 326.*

Pouria, S., Andrade, A., Barbosa, J., Cavalcanti, R. L., Barreto, V. T. S., Ward, C. J. Preiser, W., Poon, G. K., Neild, G. H., Codd, G. A., 1998: *Fatal microcystin intoxication in haemodialysis unit in Caruaru, Brazil. The Lancet*, 352: 21–26.

Sedmak, B., Kosi, G., 1997: *Microcystins in Slovene freshwaters (Central Europe)-First report. Natural Toxins*, 5: 64-73.

Sedmak, B., in Kosi, G., 1998: *The role of microcystins in heavy cyanobacterial bloom formation. Journal of Plankton Research*, 20: 691-708; Erratum, 20: 1421.

Sedmak, B., Kosi, G., 2002: *Harmful cyanobacterial blooms in Slovenia – bloom types and microcystin producers. Acta Biologica Slovenica*, 45: 17-30.

Sedmak, B., Carmeli, S. in Eleršek, T., 2008a: *"Non-toxic" cyclic peptides induce lysis of cyanobacteria – an effective cell population density control mechanism in cyanobacterial blooms. Microbial Ecology*, 56: 201-209.

Sedmak, B., Eleršek, T., Grach - Pogrebinsky, O., Carmeli, S., Sever, N., Lah, T. T., 2008b: *Ecotoxicologically relevant cyclic peptides from cyanobacterial bloom (Planktothrix rubescens) – a threat to human and environmental health. Radiology Oncology*, 42(2): 102-113.

Sedmak, B., Carmeli, S., Pompe - Novak, M., Tušek - Žnidarič, M., Grach - Pogrebinsky, O., Eleršek, T., Žužek M. C., Bubik, A., Frangež, R., 2009: *Cyanobacterial cytoskeleton immunostaining: the detection of cyanobacterial cell lysis induced by planktopeptin BL1125. Journal of Plankton Research*, 31(11): 1321-1330.

WHO, 2003: *Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 1: Coastal and fresh waters. World Health Organization, Geneva. Str. 219.*

Nobelova nagrada za fiziologijo in medicino za leto 2011 podeljena za dosežke na področju imunologije

Alojz Ihan in Sanja Stopinšek



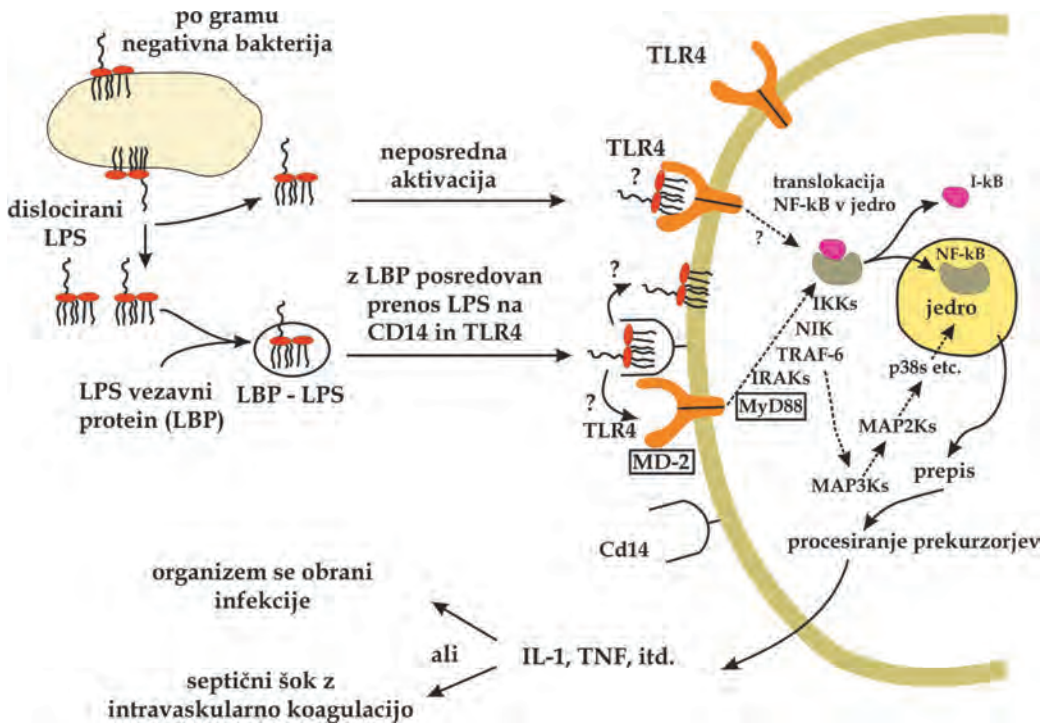
Nobelovi nagrajenci za fiziologijo in medicino za leto 2011: Bruce Beutler, Jules Hoffmann in Ralph Steinman.

Trije letošnji Nobelovi nagrajenci za medicino – Američan Bruce Beutler, Luksemburčan Jules Hoffmann in Kanadčan Ralph Steinman – so s svojimi dosežki na področju imunologije lepo sklenili krog z odkritji, ki so omogočila boljše razumevanje ter nove obrambne strategije proti okužbam in uspešno obvladovanje avtoimunskega odziva organizma z novimi biološkimi zdravili.

Bruce Beutler, ki je vodja oddelka genetike na Scrippsovem raziskovalnem inštitutu La Jolla v Kaliforniji, in Jules Hoffmann, ki je raziskovalni direktor in član upravnega odbora Nacionalnega centra za znanstvena raziskovanja v Strasbourgu, sta prva izolirala dejavnik tumorske nekroze (TNF), to je osrednjo signalno molekulo, ki po bakterijski okužbi alarmira imunski sistem. Poleg tega sta odkrila tudi receptor (senzor) za lipopolisaharid (LPS), ki ga imajo imunske celice, da prepoznajo bakterijsko okužbo. Oboje je del verižnega procesa, ki

se začne z vstopom človeku nevarne bakterije v organizem. Ta povzroči vzdraženje omenjenega receptorja za LPS, posledično pa nastane TNF. Pri manjših okužbah je to običajni način aktiviranja imunske obrambe organizma. V primeru obsežnejše okužbe in zastrupitve krvi z bakterijami pa taisti TNF uniči žile, zato nastanejo obsežne otekline in človek lahko dobesedno izkrvavi navznoter in umre zaradi padca krvnega tlaka in zastoja srca. To stanje imenujemo septični šok in je med pogostejšimi vzroki smrti.

Tretji prejemnik, 30. septembra leta 2011 umrlí Ralph Steinman, profesor na univerzi Rockefeller v New Yorku, pa je prvi odkril dendritične celice, ki imajo na sebi že omenjene senzorcje (receptorje TLR) za različne molekule, ki pripadajo bakterijam, virusom, glivam ali parazitom. S temi senzorcji celice prepoznajo, za katero okužbo gre (virusno,



Slika 1: Interakcija po vdoru po Gramu negativnih bakterij v telo: Ob razpadu bakterij se sprosti bakterijski lipopolisaharid (LPS); njegov lipidni del (lipid A) se poveže s plazemskim proteinom LBP, nato se kompleks obeh veže na receptor TLR4 makrofagnih ali dendritičnih celic. Sledi aktivacija genov za vnetne citokine. Po predlogi narisala: Janja Benedik.

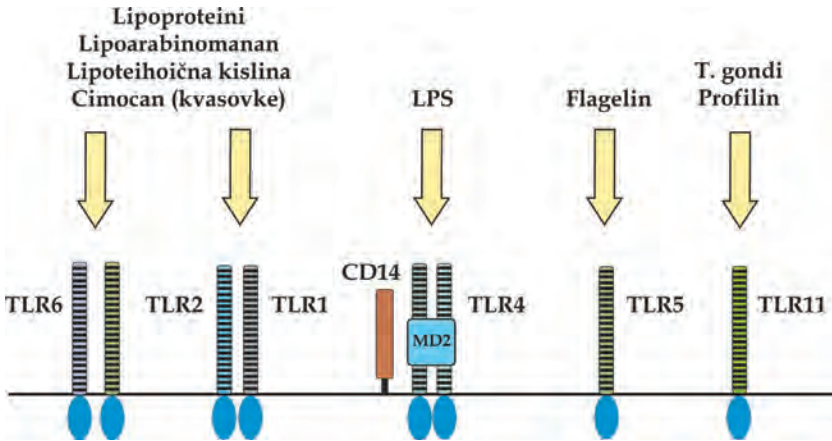
bakterijsko, glivično ali parazitsko), da lahko vključijo pravi način imunskega odziva. Omenjeni mikroorganizmi so med seboj namreč tako različni, da so proti vsakemu od njih potrebna različna »orožja«, podobno kot ni mogoče na enak način loviti miši ali slona ali tune. Tu pa imajo odločilno vlogo dendritične celice kot senzorske celice; med njihovimi sensorji (receptorji TLR) je danes praktično najpomembnejši že omenjeni in receptor za lipopolisaharid (TLR4), ki je tudi ena od glavnih tarč pri razvoju novih bioloških zdravil.

Zaradi opisanega razumevanje vnetnih mehanizmov pri zastrupitvi krvi so raziskovalci na podlagi teh odkritij izdelali številna sodobna biološka zdravila, ki preprečujejo neprijetno ali celo smrtno verigo vnetja, ki

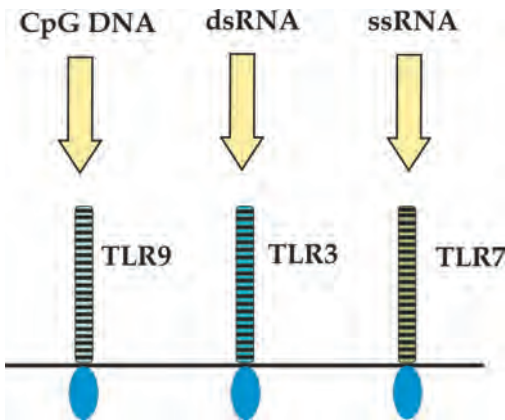
se začne z bakterijsko okužbo in konča s septičnim šokom; med prvimi tovrstnimi zdravili je bilo protitelo proti TNF (infliximab), ki neredko skoraj čudežno ustavi hude oblike Cronove bolezni, revmatoidnega artritisa in drugih avtoimunih bolezni.

Začne se vedno z vdorom mikrobov v organizem – okužbo

Okužba je proces, pri katerem mikrobi (na primer bakterije) vdrejo v telo, kjer se razmnožujejo. Posledica je moteno in nato tudi okvarjeno delovanje tkiv in organov in razvoj bolezenskih znakov. Zato vsi večcelični organizmi preprečujejo vdiranje mikrobov v notranjost tkiv in organov. Odpornost proti mikrobom v organizmu najprej omogočajo različne fizikalne in kemične pregrade - koža, sluznice in njihovi



Slika 2: Receptorji TLR, ki so senzori za bakterijske molekule.
Po predlogi narisala: Janja Benedik.



Slika 3: Receptorji TLR, ki so senzori za virusne molekule.
Po predlogi narisala: Janja Benedik.

protimikrobni mehanizmi (na primer kislina v želodcu, zaklopke v mehuru, peristaltika v črevesju, sluz in ciliarni transport v dihalih). Vendar so nekatere (patogene) vrste mikrobov razvile načine (tvorba toksinov, encimov), da kljub pregradam vdirajo v organizem. Zato imajo vsi kompleksni organizmi razvit imunski sistem. Imunski sistem sestavljajo celice, tkiva in organi, ki omogočajo uničevanje in odstranjevanje mikrobov, kadar preko pregrad (koža, sluznice) vdrejo v notranjost organizma. Čeprav je delovanje imunskega sistema zapleteno, je njegova osnovna logika preprosta: prepoznati tujek, mobilizirati obrambne celice in izoblikovati ustrezno vrsto imunskega odziva, ki bo uspešno odstranil tujek. Pri

tem morajo biti imunski odzivi ustrezno izoblikovani glede na naravo tujka (bakterija, virus, parazit, gliva), pa tudi primerni glede na mesto okužbe (koža, sluznica, notranji organi) in obsežnost okužbe (lokalna ali sistemska okužba). Posebej pomembno je, da so imunski odzivi in posledično vnetje uravnavani tako, da organizmu ne povzročijo pretirane škode - namen teh odzivov je preživetje organizma, ne pa uničenje tujka za vsako ceno.

Med evolucijo so se razvile različne vrste imunskih celic in imunskih odzivov, ki se med seboj razlikujejo predvsem glede prepoznavanja nevarnosti in posledično mehanizmov, s katerimi povzročijo odstranitev tujkov. Način uničevanja bakterij je namreč drugačen kot način odstranjevanja virusov ali parazitov. Zato poznamo različne vrste imunskih odzivov, ki jih klinično opazimo kot različne vrste vnetnih (oziroma preobčutljivostnih, kadar gre za patologijo) reakcij. V vsakem primeru pa mora biti ob okužbi imunski odziv po eni strani dovolj učinkovit za ustavljanje okužbe, po drugi

strani pa dovolj natančno uravnavan, da vnetje povzroči čim manjšo škodo in čim manj časa moti normalno delovanje organizma.

Zato so se med evolucijo razvile različne vrste imunskih celic, ki se med seboj razlikujejo predvsem glede mehanizmov, s katerimi razlikujejo tujke od lastnih telesnih celic, pa tudi glede mehanizmov, s katerimi povzročijo odstranitev tujkov. Osnovne naloge imunskega pa so:

- Receptorsko prepoznavanje telesu tujih molekul (to je kompleksnih molekul, ki niso proizvod lastnega genoma) in s tem tudi prepoznavanje mikroorganizmov.
- Izbira in razvoj imunskega odziva in vnetja, ki ustreza vrsti okužbe (virusi, paraziti, znotraj- in zunajcelične bakterije, glive) in tkivu, kjer poteka okužba (sluznica, koža, kri, jetra, možgani, oko ...). Ena od pomembnih vrst imunskega odziva proti tujkom je tudi tolerančni odziv.
- Napad na tujek in njegovo odstranjevanje – spremljajoče vnetje ob tem okvarja normalno dejavnost tkiv in organov.
- Imunski spomin kot posledica razmnoženih in diferenciranih imunskih celic, ki ob kasnejšem srečanju z enakim tujkom obnovijo enako vrsto imunskega odziva, kot se je izoblikovala ob prvotni okužbi.

Glavne senzorske celice za razlikovanje različnih vrst tujkov so makrofagne celice in iz njih nastale dendritične celice, ki se nahajajo po vseh tkivih in prepoznavajo tujke s površinskimi receptorji za prepoznavanje vzorcev (PRR, ang. pattern recognition receptors). Med PRR sodijo Tollu podobni receptorji (TLR), lektini tipa C in znotrajcelični NOD-u podobni receptorji (NLR).

PRR se vežejo s takimi mikrobnimi molekulami, ki se v evoluciji niso bistveno spreminjale in so skupne večjim skupinam patogenih mikrobov – imenujemo jih molekule PAMP (PAMP, ang. pathogen associated molecular patterns). Molekule PAMP (na primer lipopolisaharid, peptidoglikan, dvojnovijačna RNA) so običajno nahajajo v notranjosti mikrobov in se sprostijo v okolico šele ob njihovem razpadu. Navzočnost molekul PAMP je pogoj, da se dogodi prvi val imunskega odziva, to je aktivacija fagocitnih celic, čemur sledi vnetje in aktivacija drugega, specifičnega vala imunskega odziva, katerega nosilci so limfociti. Pri naravni okužbi so viri molekul PAMP razpadli mikrobi, pri cepljenju pa funkcijo molekul PAMP opravljajo adjuvansi. Brez delovanja molekul PAMP na receptorje PRR namreč ne pride do aktivacije fagocitnih celic, pospešene fagocitoze, makrofagnega predstavljanja antigenov limfocitom T in migracije makrofagov v področne bezgavke. V cepivih so kot adjuvansi lahko uporabljene kar naravne mikrobnne molekule PAMP (na primer Freundov adjuvans, ki vsebuje mrtve mikobakterije), sintetski analogi naravnih molekul PAMP (na primer AS04, ki je analog polisaharida šigel) ali pa snovi, ki aktivirajo makrofage na druge načine (kovinski oksidi) in ne z vezavo na receptorje PRR. Receptorska prepoznavna značilnih mikrobnih molekul PAMP je torej signal, da fagocitne celice (nevtrofilci, monociti, makrofagi) začnejo požirati delce in hkrati izločati prve vnetne mediatorje, na primer TNF in interleukin 1 (IL-1) in TNF.

Zgradba TLR

Receptorji TLR so membranski glikoproteini tipa 1. Glede na podobnost citoplazemske domene (C-terminalni del proteina) jih uvrščamo v naddružino, v katero uvrščamo tudi receptorje za interleukin 1. Domena je znana kot domena Toll-interlevkinskega receptorja oziroma domena TIR (angl. Toll-interleukin receptor). Receptorji so se-

stavljeni še iz transmembranske regije, ki prehaja bodisi skozi citoplazemsko membrano ali pa skozi membrano endosomov. N-terminalna domena receptorjev je se-

stavljena iz 19 do 25 ponovitev z levcinom bogatih sekvenc (ang. leucine-rich repeat, LRR). Pri receptorjih, ki ležijo na celični površini, ta domena veže molekule zunaj

Razpredelnica 1: Do zdaj znani receptorji TLR pri človeku in njihove značilnosti.

Receptor	Ligand	Kje se nahaja?	Celica
TLR1	bakterije – peptidoglikan, lipoproteini	celična površina	monociti/makrofagi, dendritične celice, limfociti B
TLR2	bakterije, glive – cimosan, živalske celice	celična površina	monociti/makrofagi, mieloidne dendritične celice, celice mast
TLR3	virusi – dvojnovijačna RNK, po Gramu negativne bakterije – LPS, živalske celice	v citoplazmi	dendritične celice, limfociti B
TLR4	živalske celice	celična površina	monociti/makrofagi, mieloidne dendritične celice, celice mast, intestinalni epitelij
TLR5	bakterije – flagelin	celična površina	monociti/makrofagi, dendritične celice, inestinalni epitelij
TLR6	mikoplazme – lipopeptidi	celična površina	monociti/makrofagi, limfociti B, celice mast
TLR7	enovijačna RNK	v citoplazmi	monociti/makrofagi, dendritične celice, limfociti B
TLR8	enovijačna RNK	v citoplazmi	monociti/makrofagi, dendritične celice, celice mast
TLR9	bakterije	v citoplazmi	monociti/makrofagi, dendritične celice, limfociti B
TLR10	ni znano	celična površina	monociti/makrofagi, limfociti B
TLR11	<i>Toxoplasma gondii</i>	celična površina	monociti/makrofagi, jetrne, ledvične in celice mehurja

celice (zunajcelična domena). Pri receptorjih TLR3, 7, 8 in 9 pa je N-terminalni del v notranjosti oziroma v lumnu endosomov, zato ji pravimo tudi luminodomena ali luminalna domena.

TLR in njihovi ligandi

Prvi je bil odkrit receptor TLR4, ki prepozna lipopolisaharid (LPS), sestavino v zunanem sloju membrane po Gramu negativnih bakterij. TLR2 prepozna v kombinaciji s TLR1 ali TLR6 različne bakterijske sestavine, kot so peptidoglikan, lipopeptidi in lipoproteini po Gramu pozitivnih in negativnih bakterij, lipoteihoično kislino po Gramu pozitivnih bakterij, lipopeptid mikoplazem, glikolipide *Treponeme malthophilum*, atipični LPS pri neenterobakterijah, sidro GPI pri protozojih ter protein ovojnice pri virusih. Prav tako se na TLR2 veže cimosan, pripravek iz celične stene kvasovk. Receptor TLR1 veže triacil lipopeptide pri bakterijah. Receptor TLR5 prepozna flageлин, ki je proteinska sestavina v bakterijskih bičkih. Vsi naštetih receptorji ter TLR10 so vsidrani v citoplazemsko membrano. Receptorji TLR3, 7, 8 in 9 pa se nahajajo v membrani endosomov in prepoznavajo nukleinske kisline. TLR3 prepozna virusno dvoverižno RNA ali dsRNA, medtem ko TLR7 in 8 prepoznata enovijačno RNA ali ssRNA. TLR9 posreduje pri prepoznavanju bakterijskih, virusnih in protozojskih nemetiliranih 2'-deoksiribo citidin-fosfatgvanozin (CpG) motivov DNK. Receptor TLR11 pa prepozna sestavine uropatogenih bakterij ter profilinu podobne molekule pri protozojih.

Signalna pot

Vežava liganda na receptor povzroči dimerizacijo receptorjev TLR, ki je lahko homodimerizacija (povezava dveh enakih TLR) ali heterodimerizacija (povezava dveh različnih TLR). Zunanja domena prepozna ligand, citoplazemska domena TIR pa posreduje začetek signalizacijske poti, ki pri-

vede do prehoda transkripcijskih dejavnikov v jedro in izražanja vnetnih citokinov ali interferonov tipa 1. Prenos signala zagotavljajo adapterski proteini. Poleg sinteze vnetnih citokinov sproži signaliziranje preko receptorjev TLR tudi dozorevanje dendritičnih celic (DC), ki so skupina antigen predstavljajočih celic. Dozorevanje dendritičnih celic je nujno za sprožitev pridobljenega imunskega odziva. Receptorji TLR torej povezujejo prirojeno in pridobljeno imunost.

V grobem ločimo dve različni signalizacijski poti, ki se ločita po adapterskem proteinu, ki prenese signal takoj po dimerizaciji receptorja. Najbolj pogosta pot je pot, ki je odvisna od diferenciacijskega mieloidnega proteina 88 ali MyD88 (ang. myeloid differentiation primary-response protein 88). Pri poti, ki ni odvisna od MyD88, pa sodeluje adapterski protein TRIF (angl. TIR-domain-containing adaptor protein inducing INF- β), znan tudi kot TICAM-1 (ang. TIR-domain-containing molecule 1), zato ji pravimo tudi od TRIF odvisna pot.

Od MyD88 odvisna pot

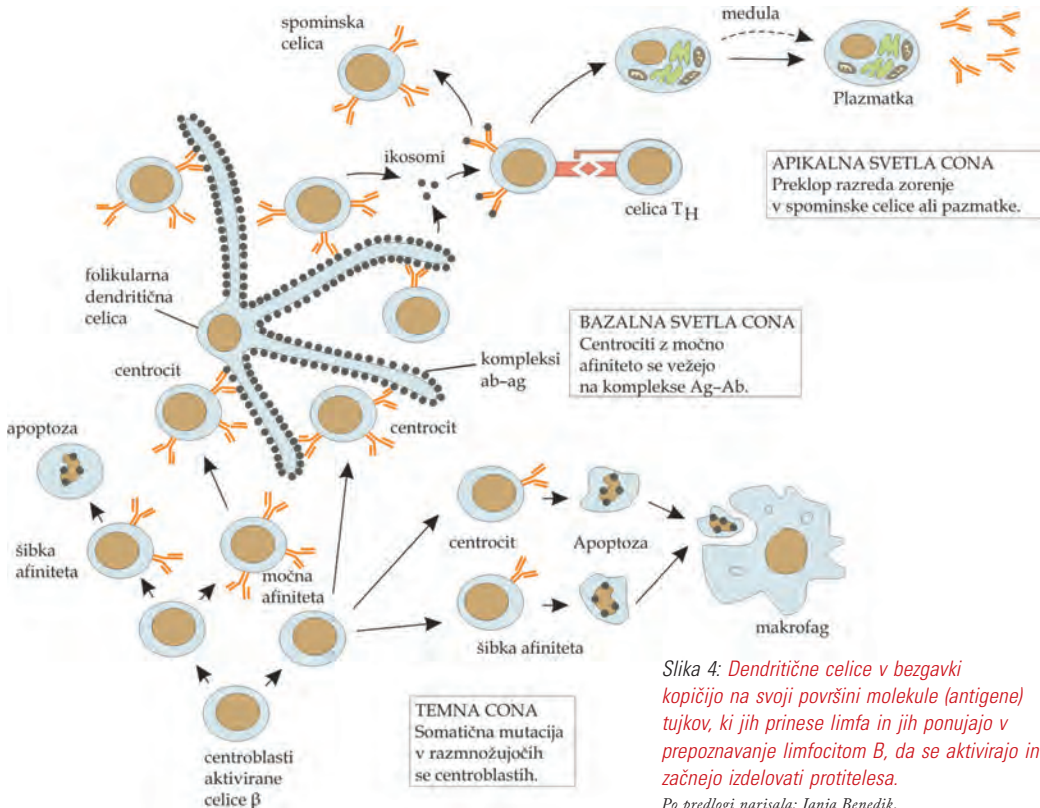
MyD88 je osrednji adapterski protein, ki sodeluje pri prenosu signala preko vseh receptorjev TLR, razen preko TLR3. Na C-terminalnem delu ima domeno TIR, na N-terminalnem delu pa domeno smrti (DD, angl. death domain). Loči ju kratko povezovalno zaporedje. MyD88 sodeluje pri prenosu signala preko receptorjev TLR1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 in 10. Pri receptorjih TLR1, 2, 6 in 4 se MyD88 veže le ob prisotnosti adapterskega proteina Ma1/TIRAP (angl. MyD88 – adaptor-like/TIR-domain-containing adaptor molecule). Na domeno TIR adapterja Ma1/TIRAP se nato s svojo domeno TIR veže protein MyD88. Domena smrti proteina MyD88 se poveže z domeno smrti kinaze IRAK4 (kinaza, povezana z receptorjem IL-1, angl. IL-1R-associated kinase 4). Ta povezava nato omogoči vezavo IRAK1. Kinaze IRAK imajo domeno

smrti na N-terminalnem delu. Osrednja regija ima kinazno aktivnost, C-terminalni del pa je bogat z aminokislinama treonin in serin, zato jih uvrščamo v skupino serin/treonin kinaz. IRAK4 povzroči fosforilacijo in s tem aktivacijo IRAK1, ki se avtofosforilira. Nanj se nato veže TRAF6 (faktor oziroma dejavnik, povezan z receptorjem za TNF, ang. TNF receptor-associated factor 6). Komplex proteinov IRAK1-TRAF6 se sprosti z receptorja in reagira s kompleksom TAK1 (s transformirajočim rastnim dejavnikom β aktivirana kinaza 1, angl. transforming growth factor- β -activated kinase 1), TAB1 (protein, ki veže TAK1, ang. TAK1-binding protein), TAB2 in TAB3 na citoplazemski membrani. TAK1, TAB2 in TAB3 se fosforilirajo, IRAK1 se razgradi. Ostali kompleks se v citosolu poveže z ubikvitin-ligazama UBC13 (angl. ubiquitin conjugating enzyme 13) in

UEV1A (ubiquitin-conjugating enzyme E2 variant 1). To vodi do ubikvitiniranja TRAF6 in posledično aktivacije TAK1. Aktivirana TAK1-kinaza fosforilira kompleks IKK (inhibitorni kapa B ($\text{I}\kappa\text{B}$) kinazni kompleks, angl. inhibitor of nuclear factor- κB ($\text{I}\kappa\text{B}$)-kinase complex). Sestavlja ga podenoti $\text{IKK}\alpha$, $\text{IKK}\beta$ ter regulatorna podenota $\text{IKK}\gamma$ oziroma NEMO (angl. NF- κB essential modulator). IKK kompleks nato fosforilira $\text{I}\kappa\text{B}$ in ga označi za poliubikvitiniranje. $\text{I}\kappa\text{B}$ se razgradi, kar privede do sprostitve transkripcijskega dejavnika NF- κB iz inhibitornega kompleksa in njegov prenos v jedro, kjer sproži prepisovanje od NF- κB -odvisnih genov.

Od MyD88 neodvisna pot oziroma od TRIF odvisna pot

Po aktivaciji receptorja TLR3 pride do sprožitve od MyD88 neodvisne oziroma od



Slika 4: Dendritične celice v bezgavki kopičijo na svoji površini molekule (antigene) tujkov, ki jih prinese limfa in jih ponujajo v prepoznavanje limfocitom B, da se aktivirajo in začnejo izdelovati protitelesa.

Po predlogi narisala: Janja Benedik.

RIF (angl. TIR-domain-containing adaptor protein inducing IFN- β) odvisne poti. TRIF je znan tudi kot TICAM1 (angl. TIR-domain-containing molecule 1). Do aktivacije te poti pride tudi pri receptorju TLR4. To so ugotovili s študijami na makrofagih, ki niso izražali MyD88. Od TRIF odvisna pot aktivacije povzroči zakasneni NF- κ B-odgovor in aktivacijo transkripcijskega dejavnika IRF3 (interferonski odzivni dejavnik 3). IRF3 sproži nastanek IFN (interferona) α in β ter izražanje IFN-inducibilnih genov. Poleg adapterskega proteina TRIF pri odzivu s TLR4 sodeluje še protein TRAM (angl. TRIF-related adaptor molecule), znan tudi kot TICAM2 (angl. TIR-domain-containing molecule 2), ki se veže na TIR domeno TLR4. Preko domene TIR se na TRAM veže še TRIF. N-terminalna domena TRAM se lahko veže s TRAF6 in povzroči aktivacijo transkripcijskega dejavnika NF- κ B. Za aktiva-

cijo od IFN tipa 1 odvisnih genov mora priti do sinteze IRF3. N-terminalna domena proteina TRIF se poveže z netipičnima IKK-kinazama – TBK1 (angl. TRAF-family-member-associated NF- κ B activator (TANK)-binding kinase 1) in IKK- ϵ . Kinazi fosforilirata IRF3 (angl. IFN-regulatory factor 3), kar privede do dimerizacije. Dimer IRF3 potuje v jedro in sproži prepis genov.

Odkritje TLR in njihovih ligandov je odprlo možnosti za razvoj novih pristopov k zdravljenju različnih bolezni, kot so infekcijske, rakaste, avtoimunske in alergijske bolezni. Ligande TLR uporabljajo pri izboljševanju virusnih in bakterijskih cepiv, imunoterapiji raka in pri alergijskih boleznih, medtem ko bi lahko bili antagonisti TLR ali zaviralci (inhibitorji) TLR odzivov učinkoviti pri zdravljenju endotoksinskega šoka, kot tudi vnetnih in avtoimunskih bolezni.

Seznam in legenda kratic:

AS04. Adjuvanski sistem 04.

CpG. Citozin-fostat-gvanin.

DC. Dendritične celice.

DD. Domena smrti.

DNA. Deoksiribonukleinska kislina.

dsRNA. Dvoverižna RNA.

GPI. Glikozilfosfatidilinozitolne vezi.

IFN. Interferon.

IKK. Inhibitorna kinaza kapa B.

IL. Interleukin.

IL-1R. Receptor za IL-1.

IRAK. Kinaza, povezana z receptorjem za IL-1.

IRF3. Interferonski odzivni faktor 3.

I κ B. IKK.

LBP. Protein, ki veže LPS.

LPS. Lipopolisaharid.

LRR. Ponovitev, ki je bogata z levcinom.

Ma1/TIRAP. Adapterski protein Ma1/TIRAP.

MD2. Diferencijski mieloidni protein 2.

MyD88. Diferencijski mieloidni protein 88.

NEMO. Regulatorna podenota kompleksa IKK.

NF- κ B. Transkripcijski faktor kapa B.

NLR. Receptorji, podobni NOD.

NOD. Nukleotidna oligomerizacijska domena.

PAMP. Molekulski vzorci patogenih mikroorganizmov.

PRR. Receptorji, ki prepoznajo vzorce patogenih mikroorganizmov.

RNA. Ribonukleinska kislina.

ssRNA. Enoverižna RNA.

TAB. Protein, ki veže TAK1.

TAK. Kinaza, ki jo aktivira TGF- β .

TICAM. Adapterska molekula TLR.

TIR. Domena Toll-interleukinskega receptorja.

TLR. Receptorji, podobni Tollu.

TNF. Dejavnik tumorske nekroze.

TRAF. Dejavnik, povezan z receptorjem za TNF.

TRAM. Adapterska molekula, povezana s TRIF.

TRIF. Adapterski protein (angl. TIR-domain-containing adapter-inducing IFN- β).

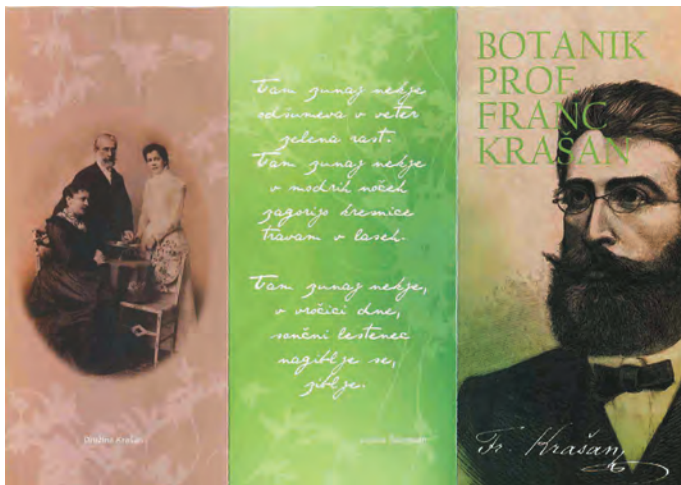
UBC13. Encim 13, konjugiran z ubikvitinom.

UEV1A. Encim E2 varianta 1, konjugiran z ubikvitinom.

Odkritje spominske plošče botaniku profesorju Francu Krašanu v njegovem rojstnem kraju Šempasu

Krajevna skupnost Šempas, Turistično društvo Šempas in Kulturno prosvetno društvo Lipa so 21. oktobra leta 2011 organizirali prireditev na domačiji Krašan, po domače pri Liberščevih, v Šempasu, kjer se je 2. oktobra leta 1840 rodil slovenski botanik profesor Franc Krašan. Ob tej priložnosti so mu na portonu ob njegovi rojstni hiši odkrili spominsko ploščo. O njegovem ži-

vljenju in delu je spregovoril profesor slovenščine in upokojeni ravnatelj Osnovne šole Šempas Iztok Hönn. Ker Slovenci vedno bolj pozabljamo, da je naša zgodovina naša sedanost, še bolj pa pozabljamo, da bo naša sedanost nekoč naša prihodnost, si velja botanika Franca Krašana priklicati v naš »luknjičav« in pozabljen spomin kar z besedami slavnostnega govornika:



Priložnostna zgbanka predstavlja slovenskega botanika Franca Krašana v podobi in besedi, na njej pa je natisnjena tudi pesem pesnice iz Ozeljana Lojke Špacapan.

»Rodil se je 2. oktobra 1840 v Šempasu v družini Krašan ali po domače Liberščevih. Oče Anton Krašan in mati Marija Komel sta imela devet otrok. Franc je bil predzadnji. Na domačiji je ostal in gospodaril Nikolaj. Njegov potomec je Jožko Krašan, za katerega je danes verjetno prav poseben prazničen dan.

Jožko mi je dejal, da so doma večkrat govorili o stricu Francu, ki je v svetu uspel in postal pomembna osebnost. Čas, v katerem je živel in delal, ni bil naklonjen slovenskemu izobražencu, a je Franc s svojo nadarjenostjo končal gimnazijo v Gorici in nadaljeval študij naravoslovja, matematike in fizike na Dunaju. Kot profesor je služboval v Gorici, Linzu in Kranju ter bil okrajni šolski nadzornik na celjski gimnaziji, nato pa je živel in delal od leta 1880 v Gradcu. Tu je bil tajnik, predsednik in knjižničar botaničnega odseka naravoslovnega društva Štajerske. Upokojen je bil leta 1900. Živel je v Gradcu in umrl leta 1907.

Že v mladih letih je preučeval rastlinstvo na Goriškem in kasneje razširil svoja raziskovanja na Štajersko. Ugotavljal je vpliv rastlinskih nahajališč na rastline. Bil je prvi Slovenec, ki se je ukvarjal s fenologijo – naukom, ki proučuje periodične pojave, in prvi, ki je z eksperimenti raziskoval vpliv okolja na razvoj rastlin. Napisal je 84 znanstvenih člankov in se s tem uvrstil med vodilne slovenske botanike 19. stoletja. Pisal je tudi učbenike. Leta 1867 je v razpravi o vrstah petoprstnikov prvič omenil rastlino južni petoprstnik – *Patentilla australis* Krašan. Franc Krašan je predstavil bogastvo in raznolikost Trnovskega gozda botaničnemu svetu.

Seveda pa Krašan ni bil prvi, ki je raziskoval floro in favno na območju Vipavske doline in Gorice. Pred njim je to širše območje, predvsem pa Idrijsko kotlino, raziskoval zdravnik in razsvetljenec Scopoli že v 18. stoletju. Uspešno sta začela raziskovati floro teh krajev že 200 let pred njim Italijan Mattioli ter Nizozemec Clusius (16. stoletje).

Zgodovinar dr. Branko Marušič navaja, da je bil Franc Krašan v Gorici v letih 1868 in 1869 zaposlen kot suplent. V tem času so tu poučevali tudi drugi znani slovenski ustvarjalci, kot Maks Pleteršnik, urednik znamenitega Slovensko-nemškega slovarja, in Fran Levec, literarni kritik in urednik Ljubljanskega zvona. V Gorici je poučeval in pisal prirodoslovec in pisatelj Fran Erjavec. Goriška gimnazija je bila srčika, kjer so se kalili, izobraževali in poučevali mnogi slovenski intelektualci, pa tudi narodni buditelji.

Prvi pobudnik, da se da prof. Francu Krašanu pravo mesto v naši družbi oziroma javnosti, je pokojni dr. Tone Wraber – botanik. Pred slabimi petnajstimi leti je prof. Wraber organiziral na šempaški šoli nekajdnevni raziskovalni tabor za študente – bodoče botanike. Raziskovali so floro na obrobju Trnovskega gozda. Z zanosom mi je govoril o Francu Krašanu kot izjemnemu človeku, zavednemu Slovencu, dobremu učitelju, ljubitelju slovenskega jezika. 14. novembra leta 2008 sta me na šoli obiskala dr. Tone Wraber in slovenistka mag. Marija Mercina. Ko je botanik govoril o Krašanu, je žarel od navdušenja ter dal pobudo, da bi se Osnovna šola Šempas imenovala po Francu Krašanu. Danes pa se mu je z odkritjem plošče delno izpolnila želja. Dr. Wraber je na žalost umrl pred dobrim letom dni.

Tudi sam mislim, da bi bilo prav, če bi se šola imenovala po Francu Krašanu. Bil je naš rojak, botanik in šolnik. Če bo ljudska volja, se bo to tudi zgodilo.«

Ob tej priložnosti so izdali tudi lično zgibanko, ki predstavlja slovenskega botanika Krašana v podobi in besedi, na njej pa je natisnjena tudi pesem pesnice iz Ozeljana Lojzke Špacapan. Zgibanko je oblikovala Neža Pelicon, prireditev, katere sestavni del je tudi zgibanka, pa je z veliko požrtvovalnostjo izpeljala predsednica Krajevne skupnosti Šempas gospa Damjana Pelicon.

Tomaž Sajovic

Fotografski portret Janeza Papeža

Petra Draškovič

Kočevski fotografi imajo izjemno prednost, da živijo v okolju, ki navdihuje z lepoto in je bogato z divjimi živalmi. Tamkajšnjim naravoslovcem so srečanja z divjimi zvermi najbrž bolj pogosta kot nam, ki živimo v drugih mestih. Vendar za dobro fotografijo ni dovolj samo živeti tam. Treba je imeti tudi kanček sreče, predvsem pa zanimanje, znanje o živalih, biti potrpežljiv in pripravljen čakati. In šele tedaj se začnejo pisati zgodbe.

Predsednik fotografskega društva Grča iz Kočevja Janez Papež ima takšnih zgodb mnogo. Če za začetek orišemo eno izmed njih.

»Skoraj ni bilo dneva, da se ne bi srečal z zajcem, ubežna razdalja pa se je iz dneva v dan krajšala. Zajec je postal tako zaupljiv, da je, ko smo trije fotografi čepeli v krogu okoli njega le dobra dva metra vstran, dobesedno zaspal pred nami. Tedaj sem pomislil: *»Ni čudno, da te ujame lisica, če se takih, kot smo mi, nič ne bojiš,«* pripoveduje Papež o svojem doživetju. »Tisto leto sem bil kar dvakrat priča zajčji svatbi, kjer se je ženilo pet odraslih zajcev in ena zajkla. Prvič sem napravil le nekaj posnetkov. Stal sem sredi travnika, zajci pa so noreli okoli mene, tudi med nogami stativa so švi-gali. Ker sem imel privit petstomilimetrski objektiv, so bili vedno preblizu. Ob drugi

Hladna kopel. Foto: Janez Papež.





Pristanek. Foto: Janez Papež.



Zajčja svatba. Foto: Janez Papež.

priložnosti pa so se lovili po cesti, ker so bili nepokošeni travniki bolj ovira. Takrat sem fotografiral iz avtomobila. V dobri uri sem napravil skoraj tisoč fotografij, doživetje pa je bilo nepozabno.«

In če se vrnemo k Janezovim fotografskim začetkom. V osnovni šoli ga fotografija sploh ni zanimala, zato pa toliko bolj biologija, ki je bila njegov najljubši predmet tudi v gimnaziji. Navdušenje nad naravo je poglobljal v svoji zbirki metuljev, ki jih je prepariral, razpenjal in s pomočjo literature določal.

S fotografijo se je srečal šele, ko je pri prijatelju doma pomagal izdelovati fotografije. Tedaj ga je, kot pravi sam, prav zaradi poglobljenega znanja o živalih prevzela fotografija, a ne fotografiranje žuželk ali česa podobnega, pač pa vse, kar je bilo povezano z lovom (divjad, ptice, zveri in podobno), le v lovske vrste ni hotel. Za svojo prvo plačo za delo v gozdu je kupil fotoaparata Zenit-E, mama pa mu je kupila še dvestomilimeterski objektiv Pentacon.

In tako se je začelo. Leta 1975 je pristopil h Klubu Diana na povabilo gospoda Janeza Černača, ki je mladega fotografa spodbujal, skupaj sta pregledovala njegove fotografije, Janez pa je poslušal nasvete in mnenja starejšega mojstra. V domačem Kočevju so kasneje ustanovili podružnico in tedaj je prevzel mesto tajnika. Papež je kasneje deloval še kot podpredsednik v Ribnici v okviru Foto kluba Družina Fuji. Svojega znanja ni ohranjal le zase, pač pa je kot mentor na osnovnih šolah v Ribnici in Kočevju poučeval otroke in vodil fotokrožek. V tem času je po njegovih fotografskih stopinjah stopila starejša hči Anja, ki je pod njegovim mentorstvom kar nekaj let blestela med mladimi fotografi in pobirala nagrade tako doma kot v tujini.

Kmalu je prišla pobuda, da se v Kočevju ustanovi fotografsko društvo, ki bi bilo naravoslovno obarvano in ki bi si prizadevalo s pomočjo fotografije ohraniti floro in favno na Kočevskem. Leta 1999 se je tako

ustanovilo Fotografsko društvo Grča Kočevje, katerega predsednik je Janez Papež od samega začetka. V teh enajstih letih je bil kar osem let član izvršnega odbora Fotografske zveze Slovenije, mnogokrat član žirije ter selektor kar na nekaj deset razstavah v državnem merilu, pa tudi v tujini. Z uspešnim vodenjem in spodbudo je Fotografsko društvo Grča tako bilo kar štirikrat razglašeno za najuspešnejše fotografsko društvo v Sloveniji.

Svojo prvo fotografijo je danes že mojster fotografije (ta naziv podeljuje Fotografska zveza Slovenije) razstavil še kot dijak, in sicer na hodniku gimnazije Kočevje. Prvo nagrado - bronasto medaljo za fotografijo rac mlakaric na Rudniškem jezeru - pa je dobil, se spominja Papež, kot novinec v Klubu Diana, in sicer na 1. DIA festivalu v Cerknem. Do danes se je nagrad nabralo že več kot 215 na več kot tristo razstavah. Sodeloval je na razstavah v 39 državah po vsem svetu, postavil dvanajst samostojnih razstav, z njegovimi fotografijami je opremljenih več deset knjig, objavljene pa so tudi v številnih revijah, brošurah, koledarjih, prospektih, na razglednicah, zgoščenkah in kasetah. Za izjemno velik prispevek k oblikovanju revije *Lovec*, kjer je bilo objavljenih več kot tisoč njegovih fotografij, zgodb in prispevkov, ga je leta 1994 Lovska zveza odlikovala z znakom za lovske zasluge - čeprav ni lovec.

Fotografskih nagrad je preveč, da bi jih tukaj omenjali vse. Zagotovo pa ne gre zanemariti dejstva, da je kot prvi Slovenec leta 1998 postal član Ameriške fotografske organizacije PSA in da je vanjo včlanil tudi Fotografsko društvo Grča. Njegova dela so bila opažena tudi v tujini in tako mu je mednarodna fotografska organizacija FIAP podelila v letu 2001 fotografski naziv AFI-AP-umetnik artist. Sam je najbolj ponosen, da je kar trikrat osvojil zlato medaljo Ameriške fotografske zveze (PSA) PSA GOLD (Best of SHOW) (medalja je podeljena najboljšemu posnetku v kategoriji), in sicer že

leta 2000, pa leta 2007 ter leta 2008. Tem se je pridružila še kopica drugih, med katerimi pa izstopajo še medalja na razstavi German Open Circuit, medalja na razstavi v Angliji, častni trak FIAP v Kumanovem ter Ukrajini.

Danes je njegovo fotografsko delo usmerjeno predvsem k naravoslovni fotografiji, organizaciji dejavnosti v društvu ter izobraževanju mladih fotografov. Plod dela so uspešno izpeljane prireditve, po katerih je poznano fotografsko društvo Grča, ki danes povezuje osemindeset fotografov narave iz vse Slovenije.

Janez piše tudi spletni blog, kjer objavlja svoje čudovite fotografije. Na vrhu je zapisano, da je »stran namenjena predvsem tistim ljubiteljem narave in fotografije, ki

jim žuborenje potoka, šumenje listja in ptičje petje polepšajo dan ...«

Tak je Janez. Fotoaparati mu služijo predvsem kot beležka vidnega. Zanima ga vse, čeprav se fotografsko bolj posveča velikim živalim, tukaj moramo omeniti tudi medveda, ki mu pomeni posebno veselje. Zakaj? Takole pravi mojster fotografije: »Dobro leto nazaj sem imel priložnost opazovati staro medvedko z dvema mladičema. Nič koliko ur mi je bilo na razpolago, užival sem v igri medvedkov, njihovih prepirih, spoznal sem, kaj pomeni zaušnica, ki jo medvedka prisoli malemu, ki postaja neubogljiv, in kaj pomeni njeno oglašanje. V tistem območju, kjer je živela, je postajala strah in trepet obiskovalcev gozda, gobarjev in gozdarjev, pa vendar neupravičeno. Verjetno bolj zara-



Prijatelj. Foto: Janez Papež.



Pretep. Foto: Janez Papež.



Portret Janeza Papeža.

di svoje velikosti. Spoznal sem, da je vsak strah odveč, če se obnašaš v gozdu kot obiskovalec in ne kot gospodar, kar nisi in nikoli ne boš. Šele takrat te živali sprejemajo pravilno. Nič kolikokrat me je medvedka videla, slišala, slišala šklocanje fotoaparata, pa vendar niti v enem trenutku ni pokazala do mene agresivnosti in napadalnosti, čeprav so bile razdalje zelo majhne in bi bila

lahko v dveh sekundah pri meni. Na koncu sem se z mladiči in njo že kar pogovarjal. Če bi me kdo videl, bi rekel, da nisem pri pravi. Največkrat so sicer fotolovi neuspešni, je pa vrednota tista druga, ki je zapisana v prvem stavku.«

Janez, srečno in še mnogo lepih ujetih trenutkov v naravi!

Nova miocenska morska zvezda iz okolice Maribora

Matija Križnar in Dean Šauperl



Slika: Kamnina na nahajališču nove miocenske morske zvezde severno od Maribora. Na sliki je kos drobnozrnatega peščenjaka z rastlinskimi ostanki in odtisom korone morskega ježka.

Foto: Dean Šauperl.

Nova in hkrati druga najdba morske zvezde iz miocenskih plasti nad Mariborom vsekakor ni presenečenje, saj je bila prva najdena zelo blizu. Fosilne morske zvezde v Sloveniji niso pogoste, poznamo le dobro ohranjeno kredno morsko zvezdo iz okolice Komna na Krasu, o kateri je že poročal tudi *Proteus* (Križnar in sod., 2008).

Miocenske plasti severno od Maribora in v okolici Šentilja skrivajo mnogo zanimivih fosilnih ostankov. Največ je različnih školjk, medtem ko so polži redki in običajno ohranjeni le kot kamena jedra. Izmed iglokožcev je v različnih plasteh laporovcev in peščenjakov mogoče najti močne korone nepravilnih morskih ježkov iz rodov *Clypeaster* (Mikuž, Mitrović – Petrović, 2001). Drugih morskih ježkov je manj in pripadajo rodovom *Schizaster*, *Pericosmus* in *Echinolampas*, najdene pa so bile majhne korone pravih morskih ježkov. Posebno presenečenje so tudi izredno redki ostanki kačjerepov, ki so bili odkriti na Meljskem hribu nedaleč od Maribora in jih je treba še natančno preučiti. Prvo miocensko morsko

zvezdo je že predstavila paleontologinja Katarina Krivic v 51. letniku *Proteusa* in izvira iz nahajališča Plač severno od Zgornje Kungote. Ta prva najdba redke morske zvezde je bila upodobljena tudi na eni izmed znamk Pošte Slovenije.

Druga miocenska morska zvezda je bila po pripovedovanju najditelja gospoda Darka Peniča najdena že med letoma 1995 in 1999. Najditelj jo je kljub izredno krhki kamnini uspel rešiti pred razpadom, saj se je drobnozrnati peščenjak močno drobil pod prsti. Ob dodatni preparaciji in utrditvi pa je bil nov primerek morske zvezde dokončno rešen. Najdišče nove morske zvezde leži severno od Maribora v bližini naselja Počehova in je bilo odkrito pri izgradnji počitniške hišice (slika 1).

Primerek nove morske zvezde se je ohranil kot odtis v kosu peščenjaka. Ob preparaciji nekaterih krakov smo naleteli še na ostanke ploščic, ki pa so zelo hitro razpadli. Morska zvezda ima v celoti ohranjene tri krake, ostalima dvema pa manjkata vrhova, kar je posledica razpadanja kamnine (slika 2). Najbolje ohranjena kraka sta dolga 40 milimetrov. Ohranjenost primerka je izjemna, saj so na odtisu vidne celo bodice in ustna odprtina, torej spodnja (ventralna) stran (slika 4). Na primerku so vidne tudi inferomarginalne ploščice, ki sestavljajo krake



Slika 2: Miocenska morska zvezda iz okolice Počehove je ohranjena kot odtis. Najdaljši krak je dolg 40 milimetrov. Zbirka: Dean Šauperl. Foto: Matija Križnar.

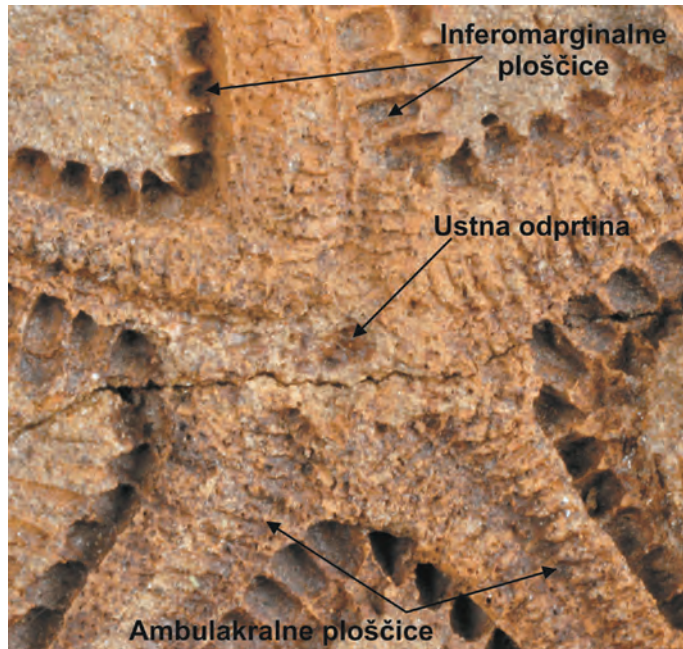


Slika 3: Silikonski odtis nove morske zvezde z lepo vidnimi bodicami in razporeditvijo ploščic. Izdelava odtisa: Borut Tome. Foto: Matija Križnar.

morskih zvezd spodaj. Med ploščicami so ponekod opazne tanjše in manjše ambulakralne ploščice. Izstopajoče in zanimive so močne in več kot pet milimetrov velike bodice (slika 3).

Oblika krakov, ploščic, bodic in velikost novo miocensko morsko zvezdo skoraj zanesljivo uvrščata v rod *Astropecten*. Rod *Astropecten* je zelo pogost v mnogih terciarnih nahajališčih, njegovo prisotnost pa potrjujejo le najdbe posameznih ploščic oziroma delov telesa. Celi in odlično ohranjeni primerki, kot je naš, so izredno redki. Še največ zanimivih ostankov miocenskih morskih zvezd so našli na Poljskem, od koder so opisali približno sedem centimetrov velike primerke vrste *Astropecten navodicensis* (Nosowska, 1997). Prav ta vrsta zelo spominja na slovenska primerka, saj sta oblika krakov in število ploščic zelo podobni. Nekoliko večji primerki *Astropecten forbesi* izvirajo iz miocenskih plasti Avstrije (Heller, 1858) in imajo daljše krake. Rod *Astropecten* se pojavlja tudi v eocenskih plasteh Anglije (kot vrsta *Astropecten anglicus*), v miocenskih plasteh Portugalske, Španije (Pereira in sod., 2003) in Italije pa so odkrili le posamezne dele morskih zvezd. Danes po vseh svetovnih morjih živi približno 150 vrst rodu *Astropecten*, medtem ko se v geološki zgodovini rod pojavi že v začetku kenozoika, v obdobju danija. Zelo podobne oblike so tudi zvezde iz rodov *Craspidaster* in *Ctenopleura*, ki pa imata za razliko od rodu *Astropecten* manjše in

Slika 4: *Detalj osrednjega dela morske zvezde.* Foto: Matija Križnar.



neizrazite bodice (vsi sodijo v družino *Astropectinidae*). Presenetljiva je zelo dobra ohranjenost novega primerka miocenske morske zvezde. Proces fosilizacije je potekal izredno hitro oziroma je bila morska zvezda po poginu verjetno hitro zakopana globlje v sediment. S primerjavo vedenja današnjih morskih zvezd rodu *Astropecten* so te ob mirovanju (tudi ob plimi) delno zakopane v mehko dno, ko iščejo hrano (in plen), pa se premikajo po dnu. Skoraj verjetno je bila miocenska morska zvezda že delno zakopana v mehak sediment, saj so skoraj vse bodice in ploščice ostale nedotaknjene. Posebno zanimivo je tudi dejstvo, da je na površini odtisa vidna struktura mehkih tkiv. Po utrditvi sedimenta so vsi telesni elementi zvezde počasi razpadli (od tod le odtis), kar pa se je verjetno zgodilo šele, ko je kamnina prišla blizu površja (nastanek bolj peščene kamnine). Tam je kamnina postala poroznejša (kot slabo vezan pesek) in so se skozi njo pričele pretakati različno kisle vodne raztopine, ki so delno raztopile fosilizirane dele (ploščice, bodice) morske zvezde. Vsekakor ni treba ponavljati, da so takšni

primerki, kot je novoodkrita morska zvezda, izjemno pomemben del paleontološke dediščine. Sodelovanje zbiralcev ali zgoj naključnih najditeljev fosilov s paleontologiji je v Sloveniji vse bolj pogosto, kar je treba podkrepiti še z izobraževanjem in zavestjo, da so mnogi fosili skupno dobro in ne le primerki, ki leži v zaprašeni omari. Na koncu bi se želela avtorja zahvaliti tudi najditelju miocenske morske zvezde, ki pa vsekakor sodi v zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije.

Literatura:

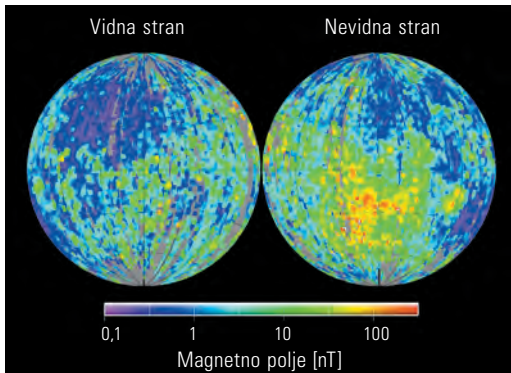
- Heller, C., 1858: *Über neue fossile Stelleriden.* *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Abteilung 1*, 28, 155-170.
- Krivic, K., 1988: *Tudi fosilna morska zvezda najdena pri nas.* *Proteus*, 51 (1), 35.
- Križnar, M., Žalohar, J., Hitij, T., 2008: *Kredna morska zvezda iz okolice Komna na Krasu.* *Proteus*, 71 (3), 131.
- Mikuž, V., Mitrović - Petrović, I., 2001: *Miocenski morskih ježki iz okolice Šentilja v Slovenskih goricah.* 1.

- Clypeasteridae.* *Razprave 4. razreda SAZU*, 42 (1), 47-77.
- Nosowska, E., 1997: *Asteroids from the Nawodzice Sands (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland).* *Acta Geologica Polonica*, 47, 225-241.
- Pereira, P., Cachão, M., Silva, C. M., 2003: *Astereoida (Echinodermata) do Miocénico da Baixo Tejo-Sado.* *Ciências da Terra*, 5, A106-A109.

Lunin magnetni dinamo

Mirko Kokole

Naše poznavanje nastanka in lastnosti Lune je danes že zelo obsežno. Luno je preiskalo mnogo vesoljskih sond, ki so tako iz orbite kot s površja posredovale veliko zanimivih podatkov. Luna je tudi edino nebesno telo, ki ga je obiskal človek in od tam prinesel vzorce kamnin. Kljub temu nam Luna še danes zastavlja zagonetne uganke, ki jih ne znamo rešiti. Med temi je njeno magnetno polje oziroma magnetizacija površinskih kamnin.



Slika 1: Magnetno polje Lune, izmerjeno z elektronskim reflektometrom na vesoljski sondi Lunarni rudosledec (Lunar Prospector). Elektronski reflektometer zaznava elektrone, ki se od Luninega površja odbijajo zaradi prisotnosti magnetnega polja. Z analizo teh elektronov lahko pridemo do vrednosti, ki jih ima magnetno polje na površju. Vijoličasta barva zaznamuje najšibkejšo vrednost magnetnega polja, rdeča pa najvišjo. Foto: NASA, Lunar Prospector, Mark A. Wieczorek.

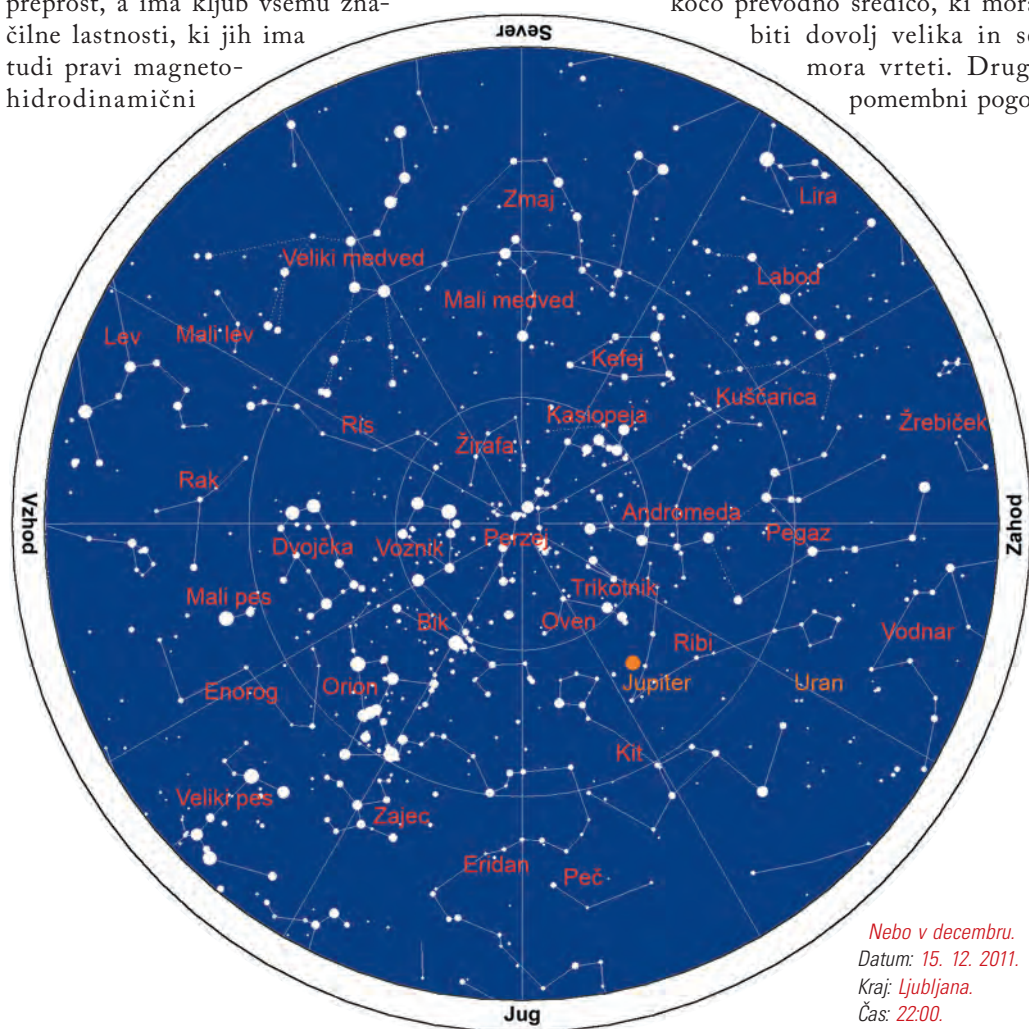
Danes vemo, da Luna nima globalnega magnetnega polja, kot ga ima Zemlja. Preiskave Luninega magnetizma so pokazale, da na Luni najdemo le območna magnetna polja, ki so posledica zelo razgibane magnetizacije površinskih kamnin. Vzorci kamnin, ki so jih astronomi prinesli na Zemljo v času odprav Apollo, so pokazali, da so mnoge kamnine nastale v prisotnosti magnetnega polja. Kamnina, ki vsebu-

je pravo količino določenih elementov, kot je na primer magnetit, lahko v sebi zadrži podatke o magnetnem polju, v katerem je nastala. Če imamo dovolj vzorcev z različnim časom nastanka, lahko raziskujemo tudi, kako se je magnetno polje spreminjalo v času, kar je zelo pomembno za ugotavljanje izvora magnetnega polja. Vzorec luninih kamnin, ki so ga do sedaj preiskali, kaže na zelo zanimivo magnetno okolje, v katerem so kamnine nastale. Nekatere imajo magnetizacijo, ki je nastala kot posledica velikih tlakov, ki nastajajo ob trkih nebesnih teles z Luno. Druge kamnine kažejo na obstoj kratkodobnih magnetnih polj, ki nastajajo ob trkih večjih nebesnih teles z Luno. Ob trkih nastane plazma, plin z električnim nabojem, ki lahko s svojimi tokovi za kratek čas ustvari magnetno polje ali pa okrepi že obstoječega. Najbolj zanimive pa so kamnine, ki niso nastale ob trkih, kar pomeni, da je moralo ob njihovem nastanku obstajati globalno magnetno polje. To dejstvo je zelo presenetljivo in je znanstvenike dolgo begalo, saj tako majhno telo, kot je Luna, zelo težko ustvari globalno magnetno polje, kot ga poznamo na Zemlji.

Zemljino magnetno polje ustvarja magnetohidrodinamični dinamo, katerega gonilo so vrtenje Zemlje in močni konvekcijski tokovi v tekoči železovi sredici. Ker si je tak dinamo zelo težko predstavljati, si raje pogledimo, kako deluje samovzdržujoči se kinematični dinamo, ki ga včasih imenujemo tudi Faradayev dinamo. Mislimo si, da imamo na vrteči se osi disk iz prevodnega materiala. Če tak disk postavimo v magnetno polje, bo med osjo in robom diska nastala napetost. Ko sklenemo tokokrog s prevodno žico, bo po njem stekel tok, ki je odvisen od prevodnosti, gostote magnetne-

ga polja in hitrosti vrtenja diska. Spomnimo se, da električni tok okoli sebe ustvarja magnetno polje. Sedaj prevodno žico, s katero smo povezali disk in os, zvijemo v zanko pod diskom tako, da bo šlo magnetno polje, ki ga ustvarja tokovna zanka, skozi vrteči se prevodni disk. Tako dobimo sistem, ki v ustreznih razmerah sam sebi ustvarja magnetno polje. Ali bo tako polje stabilno ali bo s časom izzvenelo, je odvisno od upornosti sistema, magnetne sklopitve med zanko in diskom ter hitrosti vrtenja diska in navora, ki je na voljo za vrtenje diska. Tak magnetni dinamo je zelo preprost, a ima kljub vsemu značilne lastnosti, ki jih ima tudi pravi magnetohidrodinamični

dinamo. To je diferencialno vrtenje, tokovna zanka je pri miru, disk se pa vrti. Imeti moramo tudi dovolj velik navor, da lahko polje vzdržujemo. Pri pravem magnetohidrodinamičnem dinamu je vse veliko bolj zapleteno, saj imamo tam prevodno tekočino. Ta se gibata in s tem ustvarja magnetno polje, ki posledično vpliva nazaj na njeno gibanje. Enačbe za takšen sistem so zelo zapletene in jih lahko rešimo le z numeričnim računanjem. Z reševanjem takih enačb so prišli znanstveniki do nekaterih zaključkov, kdaj lahko samovzdržujoči se dinamo nastane. Glavni pogoji so, da imamo tekočo prevodno sredico, ki mora biti dovolj velika in se mora vrteti. Drugi pomembni pogoj



Nebo v decembru.
Datum: 15. 12. 2011.
Kraj: Ljubljana.
Čas: 22:00.

je, da mora biti ohlajanje te sredice tako hitro, da nastanejo konvekcijski tokovi.

Zemlja je dovolj velika, da lahko vzdržuje magnetohidrodinamični dinam dalj časa, Luna pa je za to premajhna in tako smo prišli od velikega problema, ki še danes muči znanstvenike. Vemo, da so na Luni kamnine, ki so nastale v prisotnosti globalnega magnetnega polja, ki je posledica magnetnega dinam, vemo pa tudi, da takšen dinam na Luni ne more obstajati dovolj dolgo časa. Znanstveniki se s tem problemom ukvarjajo že dolgo časa, a do nedavnega ni bilo prepričljivih razlag, kako lahko na Luni nastane magnetni dinam, ki ne bi izzvenel v zelo kratkem času.

V 479. številki revije *Nature*, ki je izšla 10. novembra leta 2011, sta bila objavljena dva nova modela nastanka magnetnega dinam na Luni, ki oba ponudita tudi razlago za dolgodobni obstoj. Oba modela se naslanjata na možnost nastanka tokov snovi zaradi trenja med sredico in jedrom. Prvi model pravi, da je lahko prišlo do tega trenja, ker se je Lunina sredica vrtela v osi, ki ni popolnoma poravnana z osjo ovojnice. V takšnem sistemu se je lahko v času, ko

je bila Luna še bližje Zemlji, ustvarilo dovolj trenja, da je nastal magnetni dinam. Druga razlaga se naslanja na možnost, da je nastalo diferencialno gibanje med sredico in ovojnico zaradi udarca večjega nebesnega telesa v Luno. Tak udarec povzroči, da se Luna ne giblje več sinhrono z Zemljo. Posledično to vodi do velikih trenj med sredico in jedrom, ki ustvarjajo dovolj velike tokove, da nastane dolgoživeči magnetni dinam. Katera razlaga je prava, danes še ne moremo reči, saj imamo preprosto premalo podatkov o Luninem magnetizmu, da bi lahko oba modela dobro omejili. Za to bo treba na Luno poslati odpravo, ki bo zbrala večje število vzorcev kamenin. Tako bomo prišli do prave zgodovine Luninega magnetnega polja, kar je nujno potrebno za potrditev obeh modelov. Lahko se bo seveda tudi pokazalo, da je imelo Lunino magnetno polje popolnoma drugačen izvor in bodo znanstveniki zato morali ponovno iskati nove modele. Vsekakor sta nova predlagana modela zelo pomembna, saj sta prvi razlagi, ki prepričljivo opišeta nastanek globalnega Luninega magnetnega polja z vsemi do sedaj znanimi lastnostmi.

Table of Contents

Editorial

Tomaž Sajovic

Forestry

Slovenian Forest in Numbers and Some Comparisons

Jošt Jakša

Forest cover in Slovenia is large not only at the European, but at the world level, and is comparable to that of Brazil, a country viewed by many as a paramount example of a forested country. Compared to other countries Slovenian forests maintain a high level of natural tree species composition. This consists of native tree species and forest rehabilitation here is mainly a natural process and not that of reforestation. Natural rehabilitation is more than just cost-effective; through natural selection it also provides for the necessary diversity of both species and genome. There is a notable

share of social and biotic, and a slightly smaller proportion of productive functions, which does not imply that the latter have been neglected. Through the development of forestry the share of social and biotic functions has been on the increase both in Slovenia and beyond, but this growth has not affected the forests' productive function. The proportion of protective forests is in the European average, but their coverage with forest management plans is 100 %, which is not always the case in other countries. Growing stock per hectare in Slovenian forests has reached its target value which has to be maintained at this level with sensible cutting programmes in order to prevent aging of stands and loss of quality in forest wood assortments. Together with growing stock, carbon accumulation in forests has also increased. Compared to similar countries, Slovenian forests store the most carbon per hectare.

Ecotoxicology

Separating the Dead from Alive in the World of Microorganisms*Anja Bubik*

Cyanobacteria are a group of microorganisms that through the billions of years of their existence contributed to the development of life as we know it. Today, however, the expert public increasingly focus on their dark side. Cyanobacteria produce many toxins that are released into the environment upon cell decay, consequently posing a threat to its well-being. The article presents a new method that can be used for monitoring the status of a cyanobacterial population and can detect decay of cyanobacterial cells – the key moment for the occurrence of negative effects of cyanobacteria and their products on the well-being of the environment, animals and people.

Immunology

The Nobel Prize for Physiology or Medicine for the Year 2011 Awarded for Achievements in Immunology*Alojz Ihan and Sanja Stopinšek*

This year's Nobel Laureates for medicine – American Bruce Beutler, Luxembourger Jules Hoffmann and Canadian Ralph Steinman – provided insights for a better understanding of and new defence strategies against infections, as well as efficient regulation of autoimmune reaction with new biological drugs.

From the History of Slovenian Natural Science

Unveiling of the Memorial Plaque in Tribute to Botanist Professor Franc Krašan in His Birthplace Šempas*Tomaž Sajovic*

On 21 October this year, Šempas local community, Šempas Tourist Office and Cultural and Education Society Lipa organised the event on the Krašan homestead, nicknamed Pri Liberščevih, in Šempas, the birthplace of Slovenian botanist Franc Krašan, who was born on 2 October 1840. On this occasion

a memorial plaque was unveiled in tribute to him. Principal of the Šempas elementary school Iztok Hönn gave a speech on professor Krašan's life and work.

Nature photography

Photographic Portrait of Janez Papež*Petra Draškovič*

Janez Papež is a master of photography – the title awarded by the Photographic Federation of Slovenia –, recipient of numerous Slovenian and international photography awards and president of a nature-focused photography club Grča from Kočevje. Through photography the club takes an active part in the preservation of flora and fauna in the Kočevje region in Slovenia. Papež uses his camera mainly as a notebook for recording his observations. His interests know no limits, but his photography focuses more on game animals, especially bear, his pet like.

Paleontology

New Miocene Starfish From the Vicinity of Maribor*Matija Križnar and Dean Šauperl*

The new, second find of a starfish in Miocene layers above Maribor is hardly a surprise as it was found in the immediate vicinity of the first starfish. The site of the new starfish is situated to the north of Maribor near the settlement Počehova and was discovered during construction of a holiday home. Fossil starfish are not common in Slovenia; the only known specimen so far has been the Cretaceous starfish from the vicinity of Komen in Karst, reported on also by *Proteus* (Križnar et al., 2008).

Our sky

Lunar Magnetic Dynamo*Mirko Kokole*

Table of Contents

Z ljubeznijo in življenjskim optimizmom v novo leto.

Uredniški odbor Proteusa



■ Gozdarstvo

Slovenski gozd v številkah in nekaj primerjavah

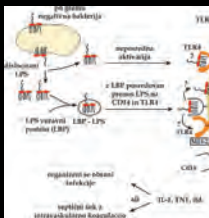
Gospodarjenje z gozdovi na ozemlju, ki ga danes zavzema Republika Slovenija, se udejavanja že več kot sto let na načelih trajnosti, sonaravnosti, večnamenskosti in načrtnosti dela z njimi. Pri gospodarjenju z gozdovi si prizadevamo za najugodnejše uresničevanje vseh funkcij, ki naj bi si jih razvita družba zastavila za svoj cilj. Sonaravno in vzdržnostno vlogo enega od pionirjev v svetovnem merilu, je primer, kako povezati gospodarsko dejavnost z načeli obranjanja narave. Za tovrstno gospodarjenje je potrebno veliko znanja, potrpežljivosti in prilagajanja, podatki o gozdovih morajo biti zanesljivi in njihove časovne vrste primerljive. Za doseganje navedenih ciljev imamo v Sloveniji razvit sistem gozdnogospodarskega načrtovanja, ki ga izvaja Zavod za gozdove Slovenije, na raziskovalno razvojni ravni pa sodelujeta Gozdarski inštitut Slovenije in Biotehniška fakulteta s svojim Oddelkom za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.



■ Ekotoksikologija

Kako ločiti živo od mrtvega v svetu mikroorganizmov?

Cianobakterije predstavljajo skupino mikroorganizmov, ki so skozi milijarde let svojega obstoja omogočile razvoj življenja, kot ga poznamo, danes pa se strokovna javnost osredotoča predvsem na njihovo temno stran. Cianobakterije namreč proizvajajo številne strupene snovi, ki se ob razpadu celic sprostitjo v okolje in ogrožajo njegovo zdravje. V članku je predstavljena nova metoda, ki se lahko uporablja za spremljanje stanja cianobakterijske populacije in omogoča zaznavanje razpada cianobakterijskih celic - ključnega trenutka za pojav negativnih učinkov cianobakterij in njenih produktov za zdravje okolja, živali in ljudi.



■ Imunologija

Nobelova nagrada za fiziologijo in medicino za leto 2011 podeljena za dosežke na področju imunologije

Trije letošnji Nobelovi nagrajenci za medicino – Američan Bruce Beutler, Luksemburčan Jules Hoffmann in Kanadčan Ralph Steinman – so s svojimi dosežki na področju imunologije lepo sklenili krog z odkritji, ki so omogočila boljše razumevanje ter nove obrambne strategije proti okužbam in uspešno obvladovanje avtoimunskega odziva organizma z novimi biološkimi zdravili.

ISSN 0033-1805

