

# PROTEUS

september 2011, 1/74. letnik  
cena v redni prodaji 4,40 EUR  
naročniki 3,85 EUR  
dijaki in študenti 2,70 EUR  
[www.proteus.si](http://www.proteus.si)



*mesečnik za poljudno naravoslovje*



■  
Pogovori

Dr. Andreja Gomboc, astrofizičarka

■  
Iz zgodovine naravoslovja

Jean-Baptiste Lamarck – od vojaka do učenjaka

■  
Nevrobiologija

Najstništvo –  
viharne spremembe v zorenju možganov



*Zelo velik teleskop (VLT) v Čilu, ki z laserskim žarkom ustvari v višjih plasteh ozračja umetno zvezdo ter jo s sistemom prilagodljive optike uporabi za odpravljanje motenj zaradi ozračja, s čimer doseže izredno ostrino astronomskih posnetkov. Na nebu vidimo Rimsko cesto, kakršne v svetlobno onesnaženi Evropi ne vidimo več.*  
*Foto: ESO/Y. Beletsky.*

■ stran 6

Pogovori

## Dr. Andreja Gomboc, astrofizičarka

Janez Strnad, Tomaž Sajovic

Novoveška zgodovinska oblika znanosti je dejavnost in subjektivnost izključila iz svoje podo-be »objektivnega sveta«. Vendar je to »slepoto« znanosti vsaj že Martin Heidegger kritično razkril s spoznanjem, da je znanost samo eden od številnih načinov človekovega bivanja v svetu. Zato je človeško nujna odločitev, da *Proteus*, poljudnoznanstvena revija, odpira prostor tudi tistim »pozabljenim«, ki znanost ustvarjajo, da na osebno prizadet in kritičen način spregovorijo o svojem znanstvenem udejstvovanju, družbenem položaju znanosti in njenih človeških razsežnostih. Tokrat smo za pogovor zaprosili mlajšo slovensko mednarodno uveljavljeno astrofizičarko dr. Andrejo Gomboc, docentko na Oddelku za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko. Njeno raziskovalno področje so astronomija in astrofizika, splošna teorija relativnosti, črne luknje, izbruhni sevanja gama, vrtenje zvezd in vrtilne hitrosti simbiotskih zvezd. Ima tudi izreden občutek za seznanjanje nestrokovnjakov in predvsem mladih s spoznanji v astrofiziki in astronomiji. V pogovoru je med drugim potožila, da se »moški kolegi do peščice raziskovalk obnašajo sicer spoštljivo, nismo pa deležne nobenega posebnega razumevanja, ko poskušamo čim bolj uspešno krmariti med poklicnimi in družinskimi obveznostmi«. Zelo kritično je ocenila tudi sistem vrednotenja dela in uspešnosti raziskovalcev pri nas, »kjer se nihče ne pogloblja v vsebino članka in pomen opravljenega dela, ampak samo sešteva, deli s številom avtorjev in časovno enoto ter izpolni kvadrateg«. Posledica je, da mlajše raziskovalke in raziskovalci izjemno težko začnejo svoj projekt in ustanovijo svojo skupino, tudi če imajo odlično novo idejo.





- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 4  | Uvodnik<br><i>Tomaž Sajovic</i>  | 38 | Meteorologija<br><b>Stališče Slovenskega meteorološkega društva o podnebnih spremembah</b><br><i>Lučka Kajfež Bogataj</i> |
| 6  | Pogovori<br><b>Dr. Andreja Gomboc, astrofizičarka</b><br><i>Janez Strnad, Tomaž Sajovic</i>  | 40 | Naše nebo<br><b>Prvi Zemljin Trojanec</b><br><i>Mirko Kokole</i>  |
| 13 | Iz zgodovine naravoslovja<br><b>Jean-Baptiste Lamarck – od vojaka do učenjaka</b><br><i>Kazimir Tarman</i>                         | 44 | Društvene vesti<br><b>Program Prirodoslovnega društva Slovenije</b>   |
| 23 | Nevrobiologija<br><b>Najstništvo - viharne spremembe v zorenju možganov</b><br><i>Tina Bregant</i>                                 | 45 | Razpis  |
| 27 | Fizika<br><b>O interpretacijah kvantne mehanike (2)</b><br><i>Janez Strnad</i>   | 45 | Table of Contents   |
| 33 | Naravoslovna fotografija<br><b>Ivan Ambrožič, fotograf živalskega sveta</b><br><b>Porezna in okolice</b><br><i>Petra Draškovič</i> |    |   |



Naslovnica: Sokol selec: Na preži.

Foto: Ivan Ambrožič.

## Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno 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 Ihan

izr. prof. dr. Nejc Jogan

mag. Ivana Leskovec Štamcar

Matjaž Mastnak

Marjan Richter

dr. Igor Dakskobler

prof. dr. Davorin Tome

Lektor: doc. dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

### Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

† prof. dr. Miroslav Kališnik

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

† prof. dr. Tone Wraber

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 4000 izvodov.

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

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 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 šolstvo in šport.

<http://www.proteus.si>

[prirodoslovno.drustvo@guest.arnes.si](mailto:prirodoslovno.drustvo@guest.arnes.si)

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2011.

Vse pravice pridržane.

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

## Uvodnik

V *Mladini* je 5. avgusta letos izšel osupljiv zapis o nastopu treh letošnjih zlatih maturantk in enega zlatega maturanta v oddaji *TV Klub* na POP TV-ju. Novinarica je svoj zgroženi komentar začela z izjavo: »Pripeljali so tri dekleta, ki bodo študirala medicino, in fanta, ki bo na *filofaksu* študiral jezike. Štiri mladce s Zoisovimi štipendijami in *popolnim nezavedanjem sveta okoli sebe* (posevni podarek je moj),« sklenila pa s stavkom: »Tako je mladi intelektualec, ki je med intervjujem gledalce povabil na Trnifest, lepo zaokrožil mnenje povabljenih, ko je mirne vesti rekel, da ga prav nič ne zanima stanje v državi, dokler on v njem dobro živi.« Čeprav novinarica ni čisto »verjela«, da so zlate maturantke in zlati maturant res »reprezentativna slika slovenske mladine«, pa zapis kljub vsemu kaže, da je s slovenskim srednješolskim izobraževanjem *nekaj* zelo narobe.

Toda tudi z univerzo ni nič bolje. V pogovoru, objavljenem v tej številki *Proteusa*, je dr. Andre-

ja Gomboc povedala nekaj zelo kritičnih besed o merilih za vrednotenje visokošolskih učiteljev in raziskovalcev, sredstvu, ki s svojo neizogibno formalistično močjo določa, kaj naj bi univerza bila: »Ta numerologija /... / je po mojem mnenju zelo slab in birokratski način vrednotenja dela in uspešnosti raziskovalcev /... /. To je pač sistem, kjer se nihče ne poglablja v vsebino članka in pomen opravljenega dela (tudi ta podarek je moj), ampak samo sešteva, deli s številom avtorjev in časovno enoto ter izpolni kvadratek.«

Izobraževanje in raziskovanje, ki ne spodbujata *zavesti o svetu* in ki jima ni mar za *pomen*, ki naj bi ga imeli za človekovo bivanje, sta ne-smiselni. Ker pa sta obe družbeni dejavnosti, to hkrati pomeni, da je tudi sodobna družba ne-smiselna – ali z drugimi besedami, sodobna družba nima več nobenega višjega smisla. Veliki ruski filmski umetnik Andrej Tarkovski (*Ujeti čas*, 1997) je to izgubo smisla opisal zelo natančno: »Povezava med

védenjem človeka in njegovo usodo je uničena.« Izobraževanje in raziskovanje sta med seboj neločljivo povezani, njuno jedro pa je novoveška zgodovinska oblika znanosti, in prav v njej se skriva ena od kali sodobne ne-smiselnosti. Ta oblika znanosti je namreč iz svoje podobe »objektivnega sveta« izključila tako dejavnost kot subjektivnost, s tem pa tudi *vsak višji smisel človekovega bivanja*. Zadnje in za človekovo bit najbolj nevarno stopnjo takega družbenega razvoja je sociolog in filozof Michel Freitag v svoji knjigi *Brodolom univerze* (2010) poimenoval tehnokapitalizem. To stopnjo razvoja zaznamuje vsesplošno in popolnoma različno tehnokratsko upravljanje, »menežeriranje«, razpolaganje s svetom, družbo in ljudmi. Družba na tej stopnji ne reflektira več svoje celote, ne misli in ne presoja več o ničemer (kot ne zlati maturanti iz začetka uvodnika).

Za naše razmišljanje je najpomembnejše, da nekoliko podrobneje razjasnimo »napako« novoveške zgodovinske oblike znanosti. V njej se je namreč skrivala nemišljena iluzija, da obstaja »objektivni svet«, ki bi bil ločen od zavesti ljudi (subjektivnosti). Madžarski marksistični filozof György Lukács je tako zapisal, da je *subjektivna zavest po sebi »praktična«, dejanje, ki spremeni svoj lastni predmet*. Misel je seveda Heglova. Hegel je namreč spoznavanje razumel kot »spravo« med tistim, ki spoznava, - subjektom oziroma človekom torej -, in predmetom spoznavanja: subjekt v tem procesu postaja v temelju zaznamovan s predmetom, predmet pa se nujno subjektivira, počloveči. Mladi Karl Marx je v *Ekonomsko-filozofskih rokopisih* (1844) (Karl Marx, Friedrich Engels: *Izbrana dela. I. zvezek*, 1969) problem spoznavanja še poglobil. Naj Marxovo razmišljanje uvedem s še eno Lukácssevo izjavo: »Narava je družbena kategorija.« (*Zgodovina in razredna zavest*, 1985.) Razumevanje narave je vedno odvisno od specifičnih družbeno-zgodovinskih okoliščin. Izjava je pomembna zato, ker nas sili k pojasnitvi, kakšen je odnos med človekom, družbo in naravo. Za Marxa družba ni nobena »abstrakcija nasproti posamezniku«, posameznik je po svojem bistvu *družbeno, skupnostno bitje*. Marxova vizija družbe je humanistična, nekapitalistična družba, njen smisel pa vsestranski razvoj človekovih bitnih moči, ki ga ne bodo omejevali egoizem ter razmerja odtujenosti, popredmetenja, posedovanja in gole koristnosti. V tej viziji tudi narava ni več predmet izkoriščanja: »Človeško bistvo narave obstaja šele za *družbenega* človeka; zakaj šele tu ona obstaja kot *vez s človekom*, kot bivanje njega za drugega in bivanje drugega za njega ter kot življenjski element človeške dejansko-

sti, šele tu obstaja kot *osnova* njegovega lastnega *človeškega* bivanja. Šele tu mu je njegovo *naravno* bivanje postalo njegovo *človeško* bivanje in šele tu je narava zanj postala človek. *Družba* je torej dovršena bistvena enotnost človeka z naravo, resnično vstajenje narave, dognani naturalizem človeka in dognani humanizem narave.« Vse to pa ima v tej viziji pomembne posledice tudi za znanost: »Naravoslovje bo postalo /... / prav tako znanost o človeku, kot bo znanost o človeku obsegala naravoslovje: bo *ena* znanost.«

Zdaj lahko s Freitagom sklenemo uvodnik z mislijo, kako najti zopet smisel v družbi danes. Vrniti se moramo k novoveški znanosti. Ta je svoj »objektivni svet« zgradila na zakonih, ki so »mnogotero reducirali na enostavno, različno na enako, kvaliteto na kvantiteto« (moderna znanost se je razvijala v kapitalizmu). Vendar za zdravi razum »realni svet« ni abstraktna konstrukcija »enoličnega in univerzalnega skupnega«, »realnost se kaže in razkriva /le/ v mnogoterem, v bogastvu razlik in rodov, *v krhki enkratnosti vsake stvari in vsakega konkretnega bitja. /.../* Za zdravi razum je bit prej *bogastvo heterogenega mnogoterega* kakor pa revščina enostavnega in homogenega, prej *harmonija različnosti* kakor pa identičnost istega.« Freitagovo vzneseno iskanje normativnega smisla v sodobnih družbah se naslavlja na vse nas: »V primerjavi z vsemi religijami preteklosti je novo to, da smo v razmerju do vseh človeških stvari in nedvomno tudi do vseh živih stvari – do celotnega sublunarnega sveta! – postali gospodarji usode. Naše spoštovanje, naša ponižnost, naša molitev se naslavlja /.../ na nas same, razumljene kot vse, kar nas utemeljuje in povezuje. To zaobjema tri milijarde let našega vznikanja v svetu, ki je tudi vznikanje tega sveta v mnogoterost njegovih biti, v njegovo bogastvo, v njegovo zavest o sebi, ki jo imamo zanj o njem na človeški način /.../. Tisto, kar nas v tej »reflektirani religiji« povezuje z bitjo, je bit sama, vzeta neposredno kot bogastvo in kot lepota, in občutek, da smo v njej sprejeti /.../. Realnost tega sveta in tega sprejemanja pa je reflektirana predvsem v dojetanju nepovratnosti časa nastanka, časa, ki nam ni na razpolago in nam tudi nikoli ne bo na razpolago za nazaj, vse dokler bomo še smrtniki. Kot taki si namreč ne moremo dokončno prilastiti ničesar, ne od sveta ne od samih sebe, in nismo zmožni ustvarjati iz nič. Vendar pa lahko vse sprejmemo, prenesemo naprej in povečamo, ali pa, nasprotno, pustimo, da se izgubi.«

*Tomaž Sajovic*

## Dr. Andreja Gomboc, astrofizikarka

Janez Strnad, Tomaž Sajovic



Andreja Gomboc pred sliko spiralne galaksije NGC 6946 v ozvezdju Keftor. Foto: Tomaž Sajovic.

*Pred več kot dvajsetimi leti sem (Tomaž Sajovic) v Proteusu zapisal nekoliko drzno misel, da se v poljudni znanosti znanost zave sama sebe. Kasneje – ko sem podrobneje raziskoval vzroke in posledice odtujenosti znanstvenega jezika –, sem ob nemškem filozofu Hansu-Georgu Gadamerju doumel, da je znanosti mogoče zagotoviti njeno širšo družbeno pomembnost samo v razumljivem, poljudnem naravnem jeziku, pri nas v razumljivem slovenskem jeziku. Obe spoznanji se združujeta v misli nemškega filozofa Martina Heideggerja, da je znanost samo eden od načinov človekovega bivanja v svetu. Kar z drugimi besedami pomeni, da znanost kot svoj bivanjski projekt ustvarjajo konkretni posamezniki s svojo dejavno subjektivnostjo. Zato je popolnoma logična in smiselna odločitev, da v Proteusu, poljudnoznanstveni reviji, odpiramo prostor tudi osebnim pogledom slovenskih znanstvenic*

*in znanstvenikov o svojem znanstvenem udejstvovanju, o družbenem položaju znanosti in o njenih človeških razsežnostih. Tokrat smo se odločili, da poprosimo za pogovor mlajšo slovensko mednarodno uveljavljeno astrofizikarko dr. Andrejo Gomboc, docentko na Oddelku za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko na Univerzi v Ljubljani. Njeno raziskovalno področje so astronomija in astrofizika, splošna teorija relativnosti, črne luknje, izbrubi sevnanja gama, vrtenje zvezd in vrtilne hitrosti simbiotskih zvezd. Ima tudi izreden občutek za seznanjanje nestrokovnjakov in predvsem mladih s spoznanji v astrofiziki in astronomiji. Večino vprašanj – razen dveh – je naši tokratni gostji zastavil Janez Strnad. Na tem mestu se doc. dr. Andreji Gomboc zahvaljujemo tako za pogovor kot za njen prispevek z naslovom Iz česa je vesolje?, ki bo izšel v naslednji številki.*



Študirali ste na Fakulteti za matematiko in fiziko in študij leta 1995 končali z diplomo o tem, kako je videti padec zvezde v črno luknjo. Ali, prosim, lahko orišete svoje spomine na študij? Kdaj ste se odločili za astrofiziko?

Na študijska leta imam lepe spomine. Prva dva letnika nista bila zelo zahtevna, tako da je bilo kar nekaj časa za zabave in družabni del študentskega življenja. Precejšen šok je prišel v tretjem letniku, ko je bilo naenkrat veliko število predmetov in pri vsakem drugačen, nov pristop.

Za astronomijo sem se zanimala že v srednji šoli, a nisem osebno poznala nikogar, ki bi se s tem ukvarjal. Takrat še ni bilo revije *Spika*, tudi amaterska astronomija v Sloveniji še ni bila tako razširjena in v moji okolici ni bilo nobenega astronomskega društva. Me je pa navdušilo, ko sem ob prebiranju knjig ugotovila, da lahko s pomočjo fizikalnih zakonov izvemo marsikaj ne samo o planetih, pač pa tudi o oddaljenosti, temperaturi, sestavi in drugih lastnostih zvezd, ki so sicer videti na nebu le kot drobne pikice. Zato se mi je takrat zdelo najbolje vpisati študij fizike in dodatno poslušati astronomske predmete. Dokončna odločitev za astrofiziko je tako zorela med študijem in dozorela z izbiro astrofizikalne diplomske teme.

Potem ste ostali na Oddelku za fiziko kot podiplomska študentka in asistentka in leta 2001 pri profesorju Andreju Čadežu doktorirali z delom o hitrih spremembah izseva zvezde v bližini črne luknje. Za to delo sta dobili leta 2002 pomursko raziskovalno nagrado - najbrž zato, ker ste mladost preživeli v Murski Soboti. Kakšni so Vaši spomini na ta čas? Bralce bo tudi zanimalo kaj več o črnih luknjah.

S črnimi luknjami sem se ukvarjala že v diplomu, ko sem pod mentorstvom prof. dr. Andreja Čadeža teoretično preučevala padec zvezde v veliko, supermasivno črno luknjo, ki bi imela maso okrog milijarde

Sončevih mas. Takšne, vemo, se skrivajo v središčih mnogih galaksij. V tem primeru sem lahko zanemarila plimsko silo črne luknje na zvezdo, podobno našemu Soncu, saj je ta sila v okolici zelo masivne črne luknje razmeroma majhna. Na podiplomskem študiju sem v začetku skupaj z dvema italijanskima študentoma preučevala padec zvezde v vrtečo se črno luknjo (pravimo ji tudi Kerrova črna luknja), nato pa sem se lotila problema padca zvezde v črno luknjo z maso, veliko približno milijon Sončevih mas. V tem primeru plimske sile črne luknje na zvezdo ne smemo zanemariti, saj lahko privede do popolnega plimskega raztrganja zvezde. Posledica raztrganja in učinkov ukrivljanja svetlobe v močnem gravitacijskem polju črne luknje je značilno spreminjanje izseva zvezde s časom. Poenostavljeno lahko rečemo, da bi zvezda za kratek čas zelo močno zasvetila (podobno kot supernova, a za krajši čas), zato bi lahko tak dogodek načeloma opazili tudi, če bi se zgodil v kaki drugi galaksiji.

Moji spomini na podiplomski čas so mešani: žal takrat na podiplomskem študiju še ni bilo možno izbrati astrofizikalne smeri, zato sem poslušala in opravljala izpite iz fizike osnovnih delcev. Samo raziskovalno delo je bilo zanimivo, a sem se počutila precej osamljena, saj sva veliko večino časa delala na tem področju sama z mentorjem in nisva bila del širše raziskovalne srenje. Spomnim se tudi, da je bilo zadnje leto in pol podiplomskega študija zelo naporno, saj sem se šele učila umetnosti usklajevanja poklicnih in materinskih obveznosti in pri nekaterih na fakulteti nisem naletela na razumevanje.

Potem ste od leta 2002 do leta 2004 raziskovali na Astrofizikalnem raziskovalnem inštitutu Univerze Johna Moorsa v Liverpoolu. Tam ste se zanimali za svetlobo, ki jo opazijo na kraju izbruhov sevanja gama. Zakaj se štipendija, ki ste jo imeli, imenuje po Marie Curie?

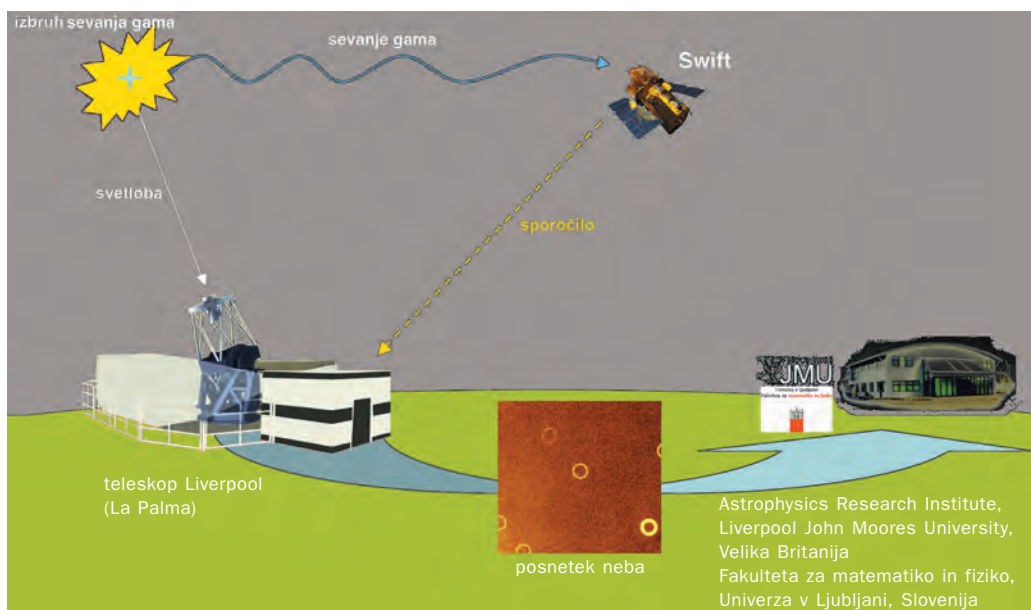
Štipendije Marie Curie so evropske štipendije, ki niso namenjene le ženskam (kot bi morda kdo sodil po imenu), ampak je za njih veliko zanimanje tako med raziskovalkami kot raziskovalci na različnih stopnjah poklicne poti. Natančno ne vem, zakaj so izbrali prav to ime, predvidevam pa, da zato, ker je bila Marie Curie ena najbolj izjemnih in znanih evropskih raziskovalk oziroma raziskovalcev.

**Potem pa zopet vprašanje o izbruhih sevanja gama, ki sodijo med pojave v vesolju, pri katerih se v najkrajšem času sprosti največja energija.**

V Liverpoolu sem pričela sodelovati pri projektu hitrega opazovanja optičnih zasijev (angleško *afterglow*) izbruhov sevanja gama. Kot pove že ime, so izbruhi sevanja gama kratkotrajni bliski sevanja gama, ki prihajajo iz naključnih smeri neba ob naključnih časih. Ocenjujemo, da so ti izbruhi najmočnejše eksplozije v vesolju po prapoku in

da se v njih v nekaj sekundah sprosti več energije, kot je bo oddalo Sonce v desetih milijardah let. Na podlagi opazovanj danes menimo, da nastajajo ob koncu življenjske poti zelo masivnih in vrtečih se zvezd, ko se njihovo jedro sesede v črno luknjo, in ob zlitju dveh kompaktnih objektov (nevtronskih zvezd ali/in črnih lukenj) v črno luknjo. Če z ustreznimi instrumenti dovolj hitro opazujemo tisti del neba, kjer so se zgodili, lahko v daljših valovnih dolžinah (v rentgenski in vidni svetlobi ter radijskih valovih) vidimo na njihovem mestu nov, hitro ugašajoč izvor, ki mu rečemo zasij. Ker zasiji hitro ugašajo, jih moramo opazovati čim hitreje po izbruhu. S tem pa tudi izvemo več o samem izvoru teh eksplozij. Za hitra opazovanja so najbolj primerni robotski teleskopi, ki delujejo brez človeškega posredovanja in se lahko v manj kot minuti odzovejo na sporočilo o detekciji izbruha sevanja gama, ki jim ga pošlje satelit, na primer Nasin Swift.

*Satelit Swift detektira izbruh sevanja gama in preko posebne mreže Gamma ray burst Coordinates Network pošlje sporočilo s koordinatami novega izbruha neposredno teleskopu Liverpool. Ta se samodejno takoj obrne in prične opazovati ustrezni del neba. Posnetke obdela in jih shrani na posebno internetno stran, kjer jih le nekaj minut po izbruhu lahko pregleda dežurni astronom v Liverpoolu ali Ljubljani. Vir: LJMU.*



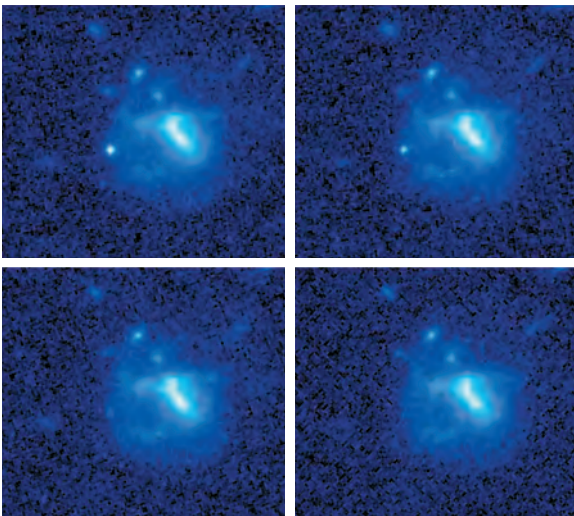


Delali sta na teleskopih na La Palmi, na Havajih in v Južni Avstraliji. O tem delu ste objavili članka v raziskovalnih revijah *Nature* in *Science*. Bralce bo zagotovo zanimalo kaj več o delu ob velikem teleskopu. Ali danes astronomi ne »opazujejo« tudi s teleskopom, ki je oddaljen več tisoč kilometrov? Skupina v Liverpoolu, s katero še vedno sodelujem, ima dostop do takojšnjih (*»override«*) opazovanj na treh enakih največjih robotskih teleskopih, ki so, kot ste omenili, na kanarskem otoku La Palma, na Mauna Kei na Havajih in v Siding Springu v Avstraliji. Ko se ti teleskopi samodejno odzovejo na sporočilo s satelita in pričnejo z opazovanji, ob njih praviloma ni nikogar. Posnete CCD-slike že deloma tudi obdelajo, jih dajo na poseben računalnik oziroma spletno stran in opazovalci, ki smo lahko čisto na drugem koncu sveta, jih lahko takoj pregledamo. Po potrebi lahko preko spleta tudi prekinemo opazovanja in teleskopu naložimo drugo vrsto opazovanj. Kasneje vse posnetke podrobneje analiziramo, jih kombiniramo s podatki z drugih teleskopov in z opazovanji v gama in rentgenskih valovnih dolžinah, ki nam jih dajo sateliti, zlasti Swift, Integral in Fermi. Pri teh raziskavah sodelujejo vsi člani naše skupine: večina jih je v Liverpoolu, dva sta

v Italiji, trije smo v Ljubljani: poleg mene sodelujeta pri tem projektu še doktorska študenta Drejc Kopač in Jure Japelj. Velika večina astronomskih opazovanj pa se danes še vedno opravi na klasični način, tako da je opazovalec ob teleskopu in ga preko računalnikov upravlja, snema slike, zamenjuje instrumente in podobno. Tak primer je tudi opazovanje galaksij, v katerih se dogajajo izbruhi sevanja gama, kar poteka na velikih teleskopih, na primer na Zelo velikem teleskopu (Very Large Telescope, VLT) v Čilu, kjer sodelujemo skupaj z italijanskimi astronomi pri projektu raziskovanja lastnosti teh galaksij s spektroskopom X-shooter.

**Ali lahko poveste kaj o *Timesovi* nagradi, ki jo je raziskovalna skupina, v kateri ste delovali, dobila leta 2007?**

Nagrado časnika *The Times Higher* za raziskovalni projekt leta smo dobili za projekt RINGO, v katerem smo v pol leta prišli od zamisli do realizacije posebnega instrumenta za merjenje polarizacije, ki je stalno pritrjen na robotski teleskop Liverpool na La Palmi. Z njim nam je uspelo izmeriti polarizacijo optičnega zasija izbruha sevanja gama GRB060418 le 203 sekunde po samem izbruhu, kar je bilo stokrat hitreje od vseh prejšnjih meritev. Izmerjena polarizacija je bila tako nizka, da je izključevala nekatere teoretične modele in podpirala tako imenovane nemagnetne oziroma hidrodinamske modele izbruhov. Nagrada je bila veliko priznanje in spodbuda delu celotne skupine. Sama podelitev je bila v Londonu v zelo



*Niz slik prikazuje galaksijo, v kateri sta se zgodila izbruh sevanja gama GRB 050709 in ugašanje njegovega optičnega zasija, ki ga vidimo kot svetel izvor levo od galaksije. Slike je posnel vesoljski teleskop Hubble, in sicer 5,6, 9,8, 18,6 in 34,7 dni po izbruhu. Galaksija je od nas oddaljena dve milijardi svetlobnih let, je nepravilne oblike in približno desetkrat manjša od naše galaksije.*

*<http://www.astronomy.com/en/News-Observing/News/2005/10/Short-GRB%20riddle%20answered.aspx>*

imenitnem hotelu, tako da imamo na ta večer vsi zelo lepe spomine.

### Kakšne občutke ste imeli ob predavanju *Vesolje in mi v Državnem zboru*?

Vabilo za to predavanje se mi je zdelo posebno priznanje slovenski astronomiji in naporom, ki jih poklicni astronomi kljub majhnemu številu vlagamo v raziskovalno delo, v izobraževanje študentov in v popularizacijo astronomije. Projekt *Znanje zanje* v Državnem zboru se mi zdi izvrstna zamisel, škoda je le, da med poslušalci ni več poslancev, saj so predavanja namenjena predvsem njim.

### Ste članica raziskovalnega sodelovanja Gaia pri Evropski vesoljski agenciji (ESA). Kakšen je namen sonde, ki jo bodo predvidoma leta 2012 izstrelili v vesolje?

Satelit Gaia je namenjen preučevanju naše galaksije. Zelo natančno naj bi izmeril tridimenzionalne položaje in hitrosti velikega števila zvezd v Galaksiji ter njihove lastnosti, kar bo omogočalo študij razvoja Galaksije, njene preteklosti in prihodnosti.

Ob pregledovanju neba bo Gaia »spotoma« opazovala mnoge zanimive objekte in pojave in bo tako prispevala k različnim področjem astrofizike.

### Bralce zagotovo zanimajo Vaši vtisi ob *Mednarodnem letu astronomije 2009*, ko ste bili glavna koordinatorka. Katere akcije imate za najbolj uspešne?

Po mojem mnenju je bilo res izjemno, kako veliko je uspela narediti majhna skupina ljudi, seveda ob izdatnem sodelovanju ljubiteljskih astronomov in društev ter učiteljev. Po moji oceni so bile najbolj uspešne akcije *Teleskop za vsako šolo*, ki jo je podprlo Ministrstvo za šolstvo in šport, javna opazovanja in dnevi odprtih vrat na observatorijih vse leto ter razstava *Od Zemlje do vesolja*. Ta je vključevala dve potujoči razstavi, ki sta obiskali več kot sto šol in sta pot po Sloveniji nadaljevali še do konca leta 2010, in »veliko« poletno razstavo s 120 panoji na Jakopičevem sprehajališču v Tivoliju v Ljubljani, ki jo je omogočilo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in je bila pozimi leta 2009/2010 ponovljena.

*Zelo velik teleskop (VLT) v Čilu, ki ga sestavljajo štiri teleskopi z 8,2-metrskimi zrcali. Na nebu so vidne krožne sledi zvezd, ki so se med 45-minutno ekspozicijo zaradi vrtenja Zemlje zavrtle okrog južnega nebesnega pola. Svetel madež levo spodaj je sled Velikega Magellanovega oblaka, medtem ko so svetli deli nad levim teleskopom sledi svetlih delov Rimske ceste in zvezd ozvezdja Južni križ. Foto: Gianluca Lombardi/ESO.*



Nekaj v letu 2009 pričelih akcij se uspešno nadaljuje: na primer spletna stran, ki je sedaj preimenovana v *www.portalvesolje.si*, in tekmovanje iz znanja astronomije za osnovne in srednje šole.

**Veliko pišete v *Spiko* in v druge slovenske revije in časopise. Zagotovo se Vam zdi informiranje širokega kroga ljudi o astronomiji in astrofiziki pomembno. Kaj menite o tem?**

Ja, res se mi zdi pomembno širiti astronomsko znanje med ljudi, zlasti zato, ker vesolje mnoge ljudi zelo zanima, a v času izobraževanja niso slišali skoraj nič o njem. To, zanimanje in neznanje, je žal tudi idealni teren za razne samooklicane strokovnjake, napovedovalce katastrof, vpliva nebesnih teles na ljudi, prodajalce zvezd in podobno. Več ko ljudje vedo o vesolju, manj nasedajo takim »strokovnjakom«.

**Kaj naj astronom ali astrofizik naredi, ko bere ali sliši za nekatera nenavadna mnenja neastronomov?**

To je zanimivo vprašanje in mnenja mojih kolegov so različna. Nekateri menijo, da nima velikega smisla spuščati se v debate ali dopisovanja po elektronski pošti ali v medijih, saj vzame veliko časa in živcev ob vprašljivem rezultatu. Po drugi strani pa se znanstveniki vendarle ne smejo zapreti v svoje slonokoščene stolpe in ob raznih neumnostih, ki krožijo po medijih, kar molčati. Konec koncev so plačani iz davkoplačevalskega denarja in nekateri menijo, da je njihova dolžnost, da se oglasijo in predstavijo pogled znanosti, ki temelji na preverljivih dejstvih. A vendarle je korektno obveščanje javnosti in učenje kritičnega mišljenja bolj naloga medijev in šol, ne znanstvenikov ... Verjetno je prava pot nekje v sredini. Ti besedni spopadi so v nekaterih primerih res samo prepričevanje prepričanih in vnaprej izgubljene bitke z »drugачe prepričanimi«. Na vsako neumnost nima smisla odgovarjati, saj ji s tem samo dajemo povsem nezasluzeno težo. V drugih primerih pa se je vendarle treba oglasiti. Najbolje je - če se

da - pametno si izbirati bitke in se podati le v tiste, ki jih je smiselno bojevati.

**Zavzemate se za možnosti raziskovalk. Ali mislite, da imajo na Fakulteti za matematiko in fiziko raziskovalke enake možnosti kot njihovi moški kolegi?**

Načeloma imajo, saj ni nekih očitnih razlik v obravnavi enih in drugih. A vendarle močna prevlada moškega kadra na Oddelku za fiziko (za matematike ne morem reči, ker razmer ne poznam dovolj dobro) zlasti na višjih ravneh kaže, da vse le ni čisto enako. Podobno je tudi na mnogih fizikalnih inštitutih in fakultetah po svetu. Kar lahko rečem za naš oddelek, je, da se moški kolegi do teh nekaj raziskovalk, kar nas je, obnašajo spoštljivo, nismo pa deležne nobenega posebnega razumevanja, ko poskušamo čimbolj uspešno krmariti med poklicnimi in družinskimi obveznostmi. Za mnoge je kritični trenutek po doktoratu, ko težko izvedejo eno- ali dvoletni podoktorski študij v tujini. Koristna se mi zdi ureditev, ki jo imajo ponekod v tujini, da je raziskovalka (in tudi raziskovalec) po daljši odsotnosti, kot je na primer porodniški dopust, nekaj mesecev po vrnitvi v službo razbremenjena pedagoških obveznosti, da lažje ujame korak z novimi članki in odkritji na svojem raziskovalnem področju. To bi po mojih izkušnjah bilo v veliko pomoč pri uspešnem nadaljevanju raziskovalnega dela po daljši prekinitev.

**Kako uskladite svoje delo kot docentka na Fakulteti za matematiko in fiziko in Pedagoški fakulteti z zahtevami družinskega življenja?**

Je kar naporno. Ni magične rešitve, saj ima dan samo štiriindvajset ur. Kot vse zaposlene mame se trudim po najboljših močeh, da bi vlogo mame opravljala čim bolje in da bi službene obveznosti čim manj vplivale na družinsko življenje in obratno. Mislim, da mi uspeva bolj za silo. Vedno bolj opažam, da drži, kar pravijo tisti, ki so to že izkusili, in sicer da otroci zelo hitro rastejo in je zato treba čimbolj izkoristiti tistih nekaj let, ko si



najbolj želijo in potrebujejo našo pozornost in čas. Žal vsak dan nosim delo tudi domov.

**Kakšen je vaš odnos do znanstvenega jezika in do poljudnejšega jezika, v katerem znanost (ki je tako ali tako namenjena vsem ljudem) šele lahko »doseže« tudi nestrokovnjake?**

Poljudno pisanje o bolj zapletenih znanstvenih pojmih ali pojavih skriva veliko čeri. Marsikaj lahko preveč poenostavimo, si pomagamo z napačnimi analogijami in podobno. Seveda naj bi bil poljudnoznanstveni opis veliko bolj zanimiv, slikovit in pester kot suhoparni znanstveni članki. Zato je treba poleg dobrega in širšega razumevanja snovi, o kateri pišemo, imeti tudi talent za pisanje ali/in pa veliko vaje.

**Kakšno je vaše mnenje o habilitacijskih merilih za napredovanje in merilih za pridobivanje znanstvenih projektov, v katerih imajo popolno prevlado objave v revijah SCI (Science Citation Index), v glavnem izključno tujih? Tako številčenje, dr. Anže Slosar bi rekel numerologija, ima lahko več posledic. Tekma za točkami lahko raziskovalki oziroma raziskovalcu preprečuje, da bi si vzel čas za globlji premislek o svoji raziskovalni temi; vprašanje je, ali lahko raziskovalka ali raziskovalec v teh revijah objavi vsako temo (morda je večja možnost, da v njih lahko objavite »modnejšo« temo); in – zahtevane objave samo v angleškem (znanstvenem) jeziku verjetno odtegujejo znanstvenike, da bi pisali tudi v slovenskem jeziku (objave v slovenskem jeziku v merilih tako ali tako bolj malo ali pa sploh nič ne štejejo), le v njem pa je v Sloveniji mogoče z raziskovalnimi dosežki seznanjati tudi nestrokovnjake, kar pomeni, da je le v njem – pri nas seveda – mogoče znanosti zagotoviti njeno družbeno pomembnost ...**

Če začnem na koncu vprašanja. Menim, da je za vsako vedo nujno, da njeni raziskovalci objavljajo tudi v tujih revijah in se na tak način postavijo na svetovno sceno, na prepih, ki pomaga ločiti zrno od plevla. To

seveda ne pomeni skrajnosti, v kateri smo, ko objave v kakovostnih slovenskih revijah zelo malo štejejo.

Ta numerologija, kot ste jo omenili, je po mojem mnenju zelo slab in birokratski način vrednotenja dela in uspešnosti raziskovalcev, ki ne meče v isti koš samo jabolk in hrušk, ampak zraven še cela drevesa, živali, hiše, letala in pač vse, kar je. Že astrofizika se deli na več podpodročij, na katerih uspešnosti ne moremo primerjati samo s številom člankov in citatov. Nemogoče je torej, da bi lahko s takim sistemom točk objektivno ocenjevali raziskovalce na raznolikih naravoslovnih in družboslovnih področjih. In za nameček vse z enakimi vatli, pa naj delajo le raziskovalno na inštitutu ali pa na univerzi poleg raziskovanja še učijo. To je pač sistem, kjer se nihče ne pogloblja v vsebino članka in pomen opravljenega dela, ampak samo sešteva, deli s številom avtorjev in časovno enoto ter izpolni kvadrateg. Sistem je pisan na kožo uveljavljenim starejšim raziskovalcem, ki že vodijo svoje skupine, in vzdržuje odvisnost mlajših raziskovalcev od njih. Pri nas je namreč izjemno težko začeti svoj projekt in ustanoviti svojo skupino, tudi če imaš odlično novo idejo.

**In za konec, v zadnjem času je bil ustanovljen Center odličnosti Vesolje-SI. Ali utegne to pomeniti, da se astronomiji pri nas obetajo boljši časi?**

Center odličnosti Vesolje-SI združuje strokovnjake več ved, ki so na različne načine povezani z vesoljem, sateliti in njihovo uporabo. Astronomi predstavljamo le njegov manjši del. Center odličnosti nam je prinesel eno novo delovno mesto, tako da o res dobrih časih slovenske astronomije še ne moremo govoriti. V Sloveniji imamo tri profesionalne astronome na milijon prebivalcev (to je zelo optimistično štetje, saj nas večina ni le raziskovalcev, ampak smo tudi pedagoški delavci), medtem ko je drugod v Evropi ta številka med štiri in dvanajst.

# Jean-Baptiste Lamarck – od vojaka do učenjaka

Kazimir Tarman

»Kot sem dejal glede živih bitij, narava ne vsebuje nič drugega kot osebkov, ki se ohranjajo z razmnoževanjem; njihove vrste pa so le relativno stalne, nespremenljive le začasno.«  
(Lamarck, 1809.)



Portret J. B. Lamarcka.

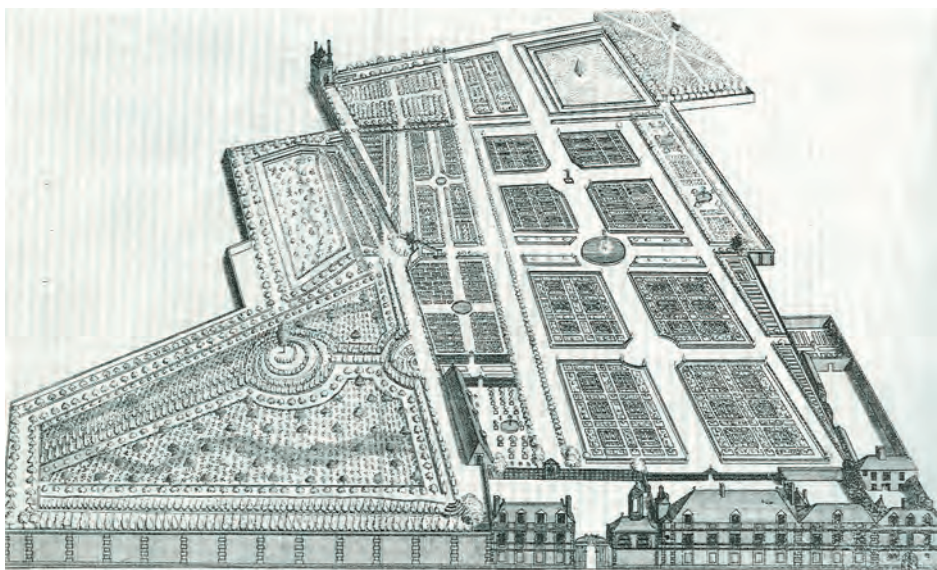
Vir: D. Quammen: Charles Darwin, 2008.

Lamarcka poznamo kot zgodnjega evolucionista, ki pa evolucijskih mehanizmov ni razrešil. Kljub temu je bila njegova zamisel o spremenljivosti vrst revolucionarna in je delno vplivala tudi na Darwina. Kot neolamarkezem se njegova misel pogosto prebujata. Široko dejavni naravoslovec je objavil vrsto knjig in razprav s področja biologije, geologije in meteorologije. Pomembno je prispeval k poznavanju nevretenčarjev in zoo-

loški klasifikaciji. V strokovno izrazoslovje je vpeljal pojma biologija in nevretenčarji. Njegova knjiga *Filozofija zoologije* (1809), v kateri je razložil pogled na evolucijo, je izšla v rojstnem letu Charlesa Darwina.

## Mladost in študij

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet Chevalier de la Marck se je rodil 1. avgusta leta 1744 obubožani plemiški družini v kraju Bazentin v Pikardiji v severni Franciji. Bil je enajsti otrok. Starejši bratje so služili v vojski, njega pa je oče leta 1750 poslal v jezuitski kolegij v Amiensu, kajti namenil mu je duhovniški poklic. Po očetovi smrti (1760) si je Jean-Baptiste nabavil konja in se priključil francoski vojski. Izbral je pot starejših bratov. V bitki s Prusi je pokazal junaštvo in sposobnost poveljevanja ter na licu mesta napredoval v poročnika. Zaradi vnetja vratnih limfnih žlez je bil operiran in oproščen vojaščine. Postal je bančni uradnik v Monaku. Tu je našel botaniko J. F. Chomela *Traité des plantes usueles*, knjigo, ki je odločilno vplivala na njegovo prihodnost. Z borno pokojnino štiristo frankov na leto se je odločil za študij medicine. Po štirih letih je študij opustil in se poglobil v botaniko, še posebej po obisku Kraljevega vrta (Jardin du Roi) v Parizu. Postal je študent znanega botanika Bernarda de Jussieuja in naslednjih deset let preučeval rastlinstvo Francije. Leta 1778 je svoja dognanja objavil v treh knjigah *Flore Française*. Delo je uspelo in sprejeli so ga v francosko znanstveno srenjo. Odslej je bil njegov mentor vrhunski znanstvenik in družbenopolitično vplivni grof Georges-Louis Leclerc de Buffon. Na njegovo pobudo je bil izbran za člana Francoske akademije znanosti (1779)



Načrt pariškega Jardin des Plantes v 17. stoletju. Vir: I. Jabn in sod.: Geschichte der Biologie, 1982.

in dobil mesto kraljevega botanika (1781). V novi vlogi je odpotoval na ogled tujih botaničnih vrtov in muzejev. Zbiral je rastline za pariški botanični vrt in prirodnine za muzej. Leta 1788 ga je predstojnik vrta postavil za kustosa herbarija z letno plačo tisoč frankov.

### Mehkužci in Lamarckov miselni preskok

Lamarckovo razmišljanje o evoluciji je nastalo v času francoske revolucije. V letu 1793 po obglavljenju kralja Louisa XVI. in Marije Antoniette so Jardin du Roi reorganizirali v Muséum National d'Histoire Naturelle (Nacionalni prirodoslovni muzej), ki je postal evropski center za zoološka raziskovanja.

Lamarcka so imenovali za profesorja »prirodopisa žuželk, črvov in mikroskopskih živali«. Obdelave bogatih muzejskih zbirk se je lotil z veliko vnemo. Osnoval je tečaje o klasifikaciji živalskih skupin in za živali brez vretenc oziroma hrbtnice vpeljal pojem *nevretenčarji* (Animaux sans Vertèbres). Sistematično razvrščanje gradbeno zelo različnih živali, ki so jih dotlej metali v skupni koš: žuželke, mehkužci in črvi, je vzbudilo

njegovo razmišljanje o evoluciji. Iz botanika je postal zoolog. Novo mesto mu je navrglo letno plačo dva tisoč petsto frankov.

Med tedanjimi zoologi so nevretenčarji veljali za manj vredno področje zanimanja. Celo mesto profesorja za ta del živalstva ni bilo privlačno. Stvar »visoke znanosti« so bili vretenčarji. Lamarck pa se je njihovega preučevanja lotil z žarom. Kot esencialist je sprva jemal vrste živali za nespremenljive, takšne, kot so bile ustvarjene.

Raziskave mehkužcev iz pariške okolice so izzvale misel o transmutaciji ali spremenljivosti vrst. Opazil je, da imajo mnoge živeče vrste podobnosti s fosilnimi. Odkril je celo zvezne nize med njimi, kar kaže na njihovo spremenljivost. 11. maja leta 1800 ali 21. dan Floreala, VIII. leta po revolucionarnem štetju časa, je na predavanju v Prirodoslovnem muzeju prvič javno spregovoril o transmutaciji vrst.

Vprašanja, ki so se porajala, so bila: prvič, o bistvu življenja najpreprostejših bitjih, drugič, pogledi na sistematsko razporeditev živalskih vrst in skupin, in tretjič, pomen geološkega spreminjanja okolja na razvoj življenja. V nasprotju s sodobniki, ki so





Anatomski preparati v Kraljevem kabinetu (Cabinet du Roi) v času Lamarckovega delovanja. Vir: I. Jabn in sod.: Geschichte der Biologie.

## Lamarckova evolucija

Danes povezujemo Lamarcka z razlago evolucijskih mehanizmov, ki niso skladni z Darwinovo razlago. Od tu izvira negativno obeležje, ki si ga učenjak ni zaslužil. Nekateri zgodovinarji naravoslovja mu celo odrekajo večjo vlogo pri rojevanju evolucijske misli v času pred Darwinom. Evolucijsko pa je razmišljal že njegov mentor Buffon in od tod njegova naklonjenost Lamarcku, ko mu je v vzgojo in uk zaupal svojega sina.

Svoje videnje spremenljivosti vrst je Lamarck razložil v treh temeljnih delih: *Raziskave organiziranosti živih teles* (1802, *Recherches sur l'organisation des corps vivants*), *Filozofija zoologije* (1809,

*Philosophie zoologique*) in *Prirodopis živali brez vretenc* (v sedmih delih, 1815–1822, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*). Njegove evolucijske postavke so bile: 1. vplivi življenjskega okolja živali se spreminjajo; 2. na spremembe življenjskih razmer in na nove potrebe odgovarjajo živali s povečano rabo ali nerabo organov ali razvojem ustreznih življenjskih lastnosti; 3. povečana raba organ ali lastnost okrepi, neraba pa vodi v zmanjšanje in zakrnitev; to deluje, če žival le ni prešla mej svojega razvoja; 4. pridobljene spremembe organov in lastnosti dedujejo potomci, če so spremembe dosežene pri obeh spolih oziroma osebkih, ki rojevajo mladiče.

Ko se organizem znajde v novem okolju v svoji stari obliki, sprememba izziva drugačno vedenje oziroma način življenja. Po La-

pripisovali Zemlji starost nekaj tisoč let, je sam ocenjeval njeno starost v stotinah milijonov let. V zapisu: »Čas je nepomemben in nikoli težak za Naravo. Vedno ji je na razpolago in predstavlja neomejeno moč, s katero rešuje velike in male probleme,« je prvi poudaril evolucijsko vlogo časa.

V knjigi *Sistem živali brez vretenc* (*Système des Animaux sans Vertèbres*) je leta 1801 razložil sistem nevretenčarjev. Taksonomsko je opredelil iglokožce, pajkovce, rake in kolobarnike, ki so jih poprej združevali v skupino Vermes ali po naše »črvi«. Kot prvi zoolog je ločil iglokožce od ožigalkarjev ter rake in pajkovce od žuželk in zanje zasnoval posebne razrede. Postavil je temelje za naravni sistem živalskega kraljestva. Velike novosti, ki so pri obravnavah njegovega znanstvenega prispevka v zoologiji premalo cenjene.

# PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE, ou EXPOSITION

Des Considérations relatives à l'histoire naturelle des Animaux ; à la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent ; aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens qu'ils exécutent ; enfin , à celles qui produisent , les unes le sentiment , et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués ;

PAR J.-B.-P.-A. LAMARCK,

Professeur de Zoologie au Muséum d'Histoire Naturelle, Membre de l'Institut de France et de la Légion d'Honneur, de la Société Philomathique de Paris, de celle des Naturalistes de Moscou, Membre correspondant de l'Académie Royale des Sciences de Munich, de la Société des Amis de la Nature de Berlin, de la Société Médicale d'Emulation de Bordeaux, de celle d'Agriculture, Sciences et Arts de Strasbourg, de celle d'Agriculture du département de l'Oise, de celle d'Agriculture de Lyon, Associé libre de la Société des Pharmaciens de Paris, etc.

TOME PREMIER.

A PARIS,

(DENTU, Libraire, rue du Pont de Lodi, N<sup>o</sup>. 3 ;  
Chez L'AUTEUR, au Muséum d'Histoire Naturelle (Jardin  
des Plantes).

M. DCCC. IX.

*Naslovnica Lamarckove knjige Filozofija zoologije.*

*Vir: I. Jabn in sod.: Geschichte der Biologie.*

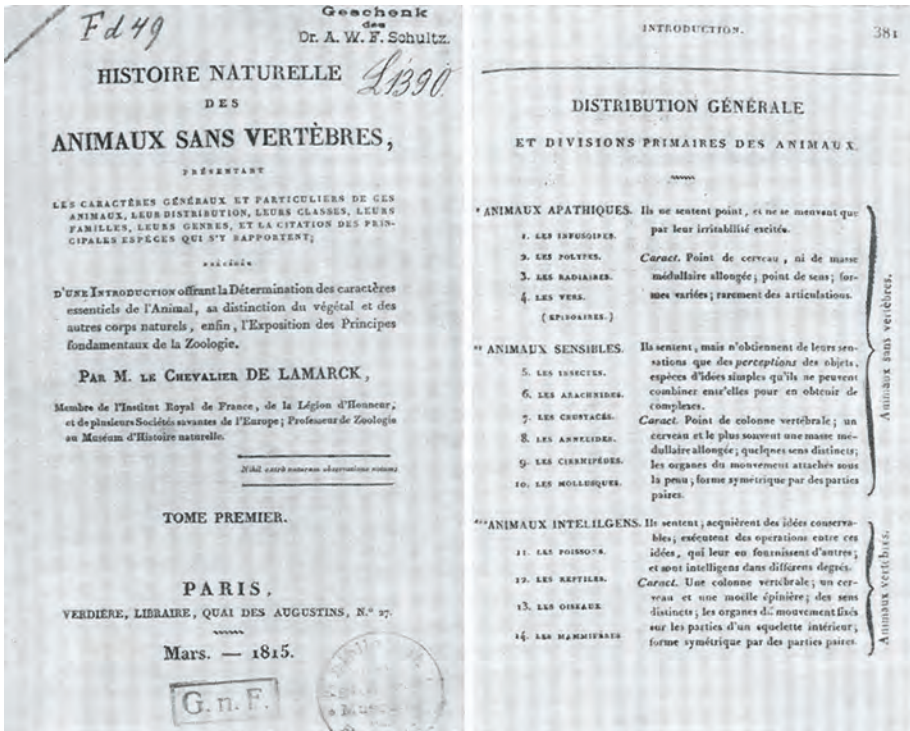
Lamarcku se najprej spremeni vedenje (funkcija) in šele potem zgradba (oblika) živali. Neskladnosti med staro, podedovano obliko in novo potrebo rešijo organizmi ustvarjalno, z rabo in nerabo organov in neposrednim dedovanjem pridobljenih znakov. Ta trditev, ki označuje Lamarcka negativno, pa je bila na tedanji stopnji znanja splošno veljavna resnica in jo je učenjak le sprejel. Veljala je od Anaksagore in Hipokrata pa vse do Mendlovih odkritij zakonov dednosti. Evolucijski proces je slikovito ponazoril s postopnim podaljševanjem vratu pri žirafah, ker so se stegovale za hrano v drevesne krošnje; z razvojem mišic pri kovačih in njihovih potomcih, ki so iz roda v rod

vihteli težka kladiva, ali z zakrnitvijo peruti pri ptiču kiviju, ker so njegovi predniki opustili letenje, in z zakrnitvijo nog pri kačah, ko so se začele plaziti. Značilna je njegova razlaga razvoja rogov in rogovja. Takole pravi: »V pogostih medsebojnih spopadih vznemirjenih živali, kar je še posebej značilno za samce, nastanejo napetosti, ki povzročijo močnejši tok tekočin proti glavi. Pri enih se zato odlagajo izločki roževine in pri drugih kostnina, pomešana z roževino, kar izzove rast trdih izboklin, ki so izvor rogov in rogovja.«

Zanj je bila gonilna sila »stalno prizadevanje narave, da postopno bolj in bolj zapleta raznolikost zgradbe živih bitij«. Ker v naravi deluje »težnja po napredku«, bi se stopnjevanje zamotanosti zgradbe dogajalo tudi v stano vitnem okolju, potekalo bi celo bolj premočrtno. Zaradi spremenljivosti dejavnikov so v stvarnem okolju živali prisiljene menjati svoje vedenje oziroma rabo in nerabo organov, kar lahko zmoti pravilnost stopnjevanja (premočrtnost) v višjo razvojno obliko. Ker so po Lamarcku prilagoditve odgovor na »vplive okolja« in uresničenje notranjih »živiljenjskih sil« in živčnega fluida, je taka rešitev pojava vitalistična in neznanstvena razlaga. K tej naivni razlagi je Darwin zapisal v pismu prijatelju Josephu Hookerju (1844) takole: »Bog me obvaruj pred Lamarckovimi nesmisli, težnji po napredku, prilagoditvah po želji živali itd.«

Lamarckova pripomočka »živiljenjska sila in živčni fluid« sodita na smetišče znanosti. V njegovem času (okoli leta 1800) pa sta bila to realnost in usklajena s tedanjim naravoslovjem, na primer poznavanjem elektrike. Očitno se je Lamarck naslanjal na tedanjo fiziko in ne na metafiziko. J. Roizen je slikovito zapisal: »... fluida ni mogoče spregledati, podobno kot mi ne spregledamo varnostnega opozorila o radiaciji na vratih laboratorija.«

Čprav njegova razlaga evolucije ni skladna z darvinizmom, je njegova zamisel spodbudila evolucijska razmišljanja, ukinila je stalnost ali nespremenljivost vrst in iska-



Naslovnica Lamarckove knjige o raziskovanju nevretenčarjev. Vir: I. Jabn in sod.: Geschichte der Biologie.

la vzroke razvoja v odnosih med organizmom in okoljem. Zato uvrščamo Lamarcka v zgodovinski niz snovalcev evlucijske misli. Napačno razlago je pozneje razrešil Darwin z naravnim izborom. Lamarckovo dedovanje pridobljenih znakov pa je eksperimentalno ovrgel nemški biolog Avgust Weismann leta 1880. Skozi stotine rodov je rezal repe podganam, a potomci so se vedno znova kotili z repi. Uganko o dednosti pa je desetletja kasneje rešil avguštinca iz Brna Gregor Mendel, zato imenovan tudi »oče genetike« (objava leta 1865). Njegova razprava iz leta 1865 je bila spregledana in »znova odkrita« leta 1900.

Pri preučevanju hišic in lupin mehkužcev, posebno ostrig, je Lamarcka obsedla še misel o zanikanju izumiranja vrst. V spreminjajočem se okolju več sto milijonov let Zemljine preteklosti bi ustvarjene in nespremenljive vrste ne preživele. Preživijo

le zato, ker se osebk v času in zaporedju rodov spreminjajo in zvezno prehajajo v osebk nove vrste. Ker se prelivajo druga v druga, izumiranja ni.

Čeprav ostro kritiziran, celo zasmehovan, pa nasprotnikom ni popuščal. »Dejstva, ki jih zagovarjam, so številna in pozitivna, posledice, ki jih izpeljujem, se mi kažejo pravilne in nujne, zato sem prepričan, da bi jih le s težavo nadomestili z drugimi,« je zapisal v *Filozofiji zoologije*.

### Celični procesi so kot ura

»Življenje v vseh telesnih delih kaže urejenost in stanje snovi, ki omogoča organsko gibanje, in za to gibanje, aktivno življenje, morajo delovati vzbujevalni dražljaji,« je zapisal Lamarck. Uporabil je podobnost z uro. Celične sestavine in njene tekočine so primerljive z notranjo urejenostjo ure in začnejo delovati, ko jih sproži sila, ki oživlja organe,





**Masajska žiraja** (*Giraffe camelopardalis tippelskirchi*) iz Kenije.

Foto: Andraž Tarman.

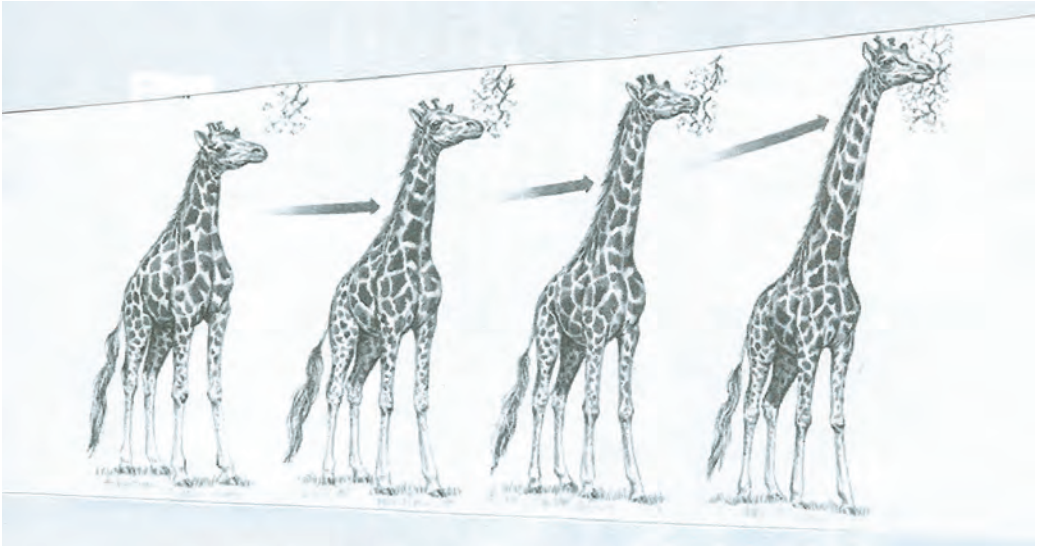
*posebnim vzrokom.*« Hkrati s takim razmišljanjem ošteva antične učenjake in zaide v protislovje, ker »niso našli potrebe po posebnem vzbujevalnem vzroku za organsko gibanje« in so si izmišljali vitalna načela, sumljivo dušo živali, vse to pripisali celo rastlinam, in še druge dvomljive ideje.

### **Zapletenost živega sveta in »scala naturae«**

Lamarck je naravo hierarhično povezal v »veliko verigo življenja«. Ideji se je pridružil tudi prijatelj Jean-Jacques Rousseau. Švicarskega naravoslovca Charlesa Bonneta je navdušila tudi zato, ker tak pogled na naravo seže v antiko. Zamisel je upodobljena na pet tisoč let stari mezopotamski va-

zi, izkopani iz ruševin Uruka. V Bagdadskem muzeju razstavljena vazo so v zalivski vojni (1991) ukradli. Od nje je ostalo le nekaj črepinj. V venci, od dna vaze proti vrhu, je prikazan svetovni red. Spodnji venec predstavljata zemlja in voda, višje je venec rastlin in nad njim živali, še višje je človek in najvišje svečeniki, ki so v stiku z bogi-

nadzoruje aktivnosti in vsa organska opravila, nekakšno organsko pero. V nasprotju z urinim peresom pa je to pero zunaj celice. Svojo zamisel je podprl s Spallanzanijevimi poskusi anabioze pri kotačnikih. Takole pravi Lamarck: » ... poskusi kažejo, da lahko življenje izmenično prekinemo in obnovimo: gre le za red in stanje snovi v telesu, vitalna gibanja se lahko pojavijo, če so spodbujena s



Lamarckova razlaga o podaljševanju vratu pri žirafah. Vir: [www.thehistoryofpsychology.blogspot.com/2010/10/jean-baptiste-lamarck-founder-of.html](http://www.thehistoryofpsychology.blogspot.com/2010/10/jean-baptiste-lamarck-founder-of.html).

njo Inano. Prastaro idejo Mezopotamcev so pozneje sprejeli grški filozofi. Ker Lamarck s to statično predstavitevijo urejenosti ni bil zadovoljen, je v prisodobno iz davnine vnesel razvojni pogled.

Razmišljal je o neki notranji kozmični zakonitosti, o *življenjski sili*, ki žene razvoj živega sveta po lestevici navzgor, podobno kot je učil že Aristotel. Praživali (infuzorije), črve in meduze je skozi nešteto rodov gnalo v razvoj bolj zapleteno zgrajenih bitij, v smeri proti vretenčarjem in človeku. Človek pa teži v večjo duhovnost in končno k bogu. V razvoju vse večje organizacijske zapletenosti lahko prihaja do razvejitev razvojnih nizov v stranske poganjke – pojava novih oblik, prilagojenih na ustrezne življenjske razmere. Nikoli ni zagovarjal teze, da bi imela vsa bitja skupnega prednika. Zanj evolucija ni potekala iz enega vira, kot jo slikovito predstavlja rodovno drevo. Menil je, da obstaja več ločenih, spontaniziranih izvirov življenja z ustreznimi razvojnimi nizi v bolj zapletena bitja. Evolucija je potekala postopno skozi zelo dolgo obdobje in brez nadnaravne stvaritve. Sile, ki vo-

dijo v prilagoditve in napredni razvoj, pa so razložljive z osnovnimi načeli alkemije. Organizme potiskajo v naraščajočo kompleksnost naravni pretoki tekočin ali »življenjski fluid«. V *Prirodopisu živali brez vretenc* (1815) je zapisal: »Hitro pretakanje tekočin izjeda kanale med nežnimi tkivi. Kakor hitro se tok spremeni, vodi to do pojava posebnih organov. Tokovi postanejo sedaj bolj izpopolnjeni, bolj zapleteni, vzbujajo večjo raznovrstnost izločkov in snovi, ki tvorijo organe.« Čeprav napačna razlaga, pa vendar poskus k stvarnemu razumevanju življenjskih procesov, kar je bilo v času biblijskega razlage stvaritve življenja napredek.

Obdelovanje zbirke nevretenčarjev, posebej mehkužcev, ga je napeljala na misel o premočrtnosti razvoja od preprostejših do zapletenejših telesnih zgradb. Na tej podlagi je zgradil sistematiko živalskega sveta v zaporedju od najbolj razvitega bitja, človeka, pa navzdol do infuzorijev (mikroskopskih bitij, kot so praživali). Prikazu živalskega sistema, od najbolj razvitih do najpreprostejših oblik, je rekel »klasifikacija po degradaciji«. »Nevretenčarji kažejo, bolj kot ostale ži-



Primerjalni anatom G. Cuvier v predavalnici Muséum National d'Histoire Naturelle.

Vir: D. Quammen: Charles Darwin.

vali, presenetljivo degradacijo organizacije in postopno pojemanje živalskih sposobnosti, kar mora zanimati filozofske naravoslovce. Postopno peljejo v izhodna stanja animalizacije, do najbolj nepopolnih živali, najpreprosteje zgrajenih, ki bi jim le težko pripisali živalskost. Verjetno so to tiste, s katerimi je narava začela ob pomoči dolgega obdobja in ugodnih okoliščin,« je zapisal. Razvrstitvi je rekel »scala naturae« ali lestev narave. V njej je kot prvi naravoslovec razložil izvor človeka iz prvakov. Pokončna ali dvonožna hoja se je razvila s prehodom prvakov na življenje v travnati savani. Z nenehnim iztegovanjem v pokončno držo in željo po širšem pregledu prek visokoraslih trav in dedovanjem sprememb so postali predniki človeka dvonožci. Zgodilo se je podobno kot pri podaljševanju žirafinih vratov. Razlaga je sicer napačna, pozitivno pa je Lamarckovo iskanje na-

ravne poti učlovečenja. Zanimivo je Lamarckovo ekološko razmišljanje o odnosu človeka do narave. Zanj je človek del narave in hkrati njen uničevalec. Misel, ki jo je zapisal pred dvesto leti, je zelo sodobna: »V svojem kratkovidnem egoizmu za lastno ugodje, zaradi želje po izkoriščanju vsega, kar mu je na razpolago, pri pomanjkanju skrbi za prihodnost in soljudi, deluje človek uničevalno do varovanja (narave) in pogubno do lastne vrste ... Rekli bi lahko, da je odločen sam sebe iztrebiti in prepustiti Zemljo nenaseljeno.« Edino izumiranje vrst, ki ga je priznal, je povzročil človek.

Obravnavanje živalstva od človeka pa navzdol do praživali je bila njegova praktična izbira, sedaj bi rekli didaktična. Tedaj je bilo lažje razvoj razložiti z »degradacijo« ali s postopnim odzemanjem organizacijskih dosežkov kot pa graditi od enostavnega k zapletenemu. Njegova razdelitev živalstva v vretenčarje in nevretenčarje velja še danes. Obravnavanje živalskega sistema od zgoraj navzdol se je ohranilo še dolgo v šolskih učbenikih zoologije (na primer L. Poljanec: *Priradpis živalstva za višje razrede srednjih šol*, 1929), pri nas vse do leta 1945, ko je bil vpeljan filogenetski pogled na razvoj živalstva (na primer Hadži-Vodnik-Bernot: *Zoologija*, 1948).

### Nerazumljen in zasmehovan

Med vidnimi znanstveniki sta Lamarcka podprla le Buffon in Étienne Geoffroy



Saint-Hilaire. Zadnji je gradil na njegovih spoznanjih, vendar poudaril, da so spremembe lahko tudi škodljive in povzročijo celo propadanje. To pa so že prve kali zamisli o preživetju najuspešnejših.

Znan je Lamarckov spor z eksperimentalnim kemikom Antoinom Laurentom Lavoisierom (1743–1794). Lavoisierovih novosti ni sprejel in je vztrajal na tradicionalni alkimiji. Glede na posodabljanje zoologije in razvijanje evlucijskih idej je Lamarckova konservativnost do novosti v kemiji nerazumljiva.

Preizkušal se je tudi v meteorologiji, izdal je almanah vremenoslovja in napovedoval vreme za leto vnaprej. Čeprav se vreme ni obnašalo po njegovi napovedi, so ljudje kupovali almanah. Sicer pa se podobna šušmarstva dobro prodajajo tudi sedaj. V delu *Hydrogéologie* je razvil teorijo pomikanja zahodnoatlantske obale proti vzhodu. Morski tokovi, ki tečejo od vzhoda proti zahodu, erodirajo vzhodno obalo in odnešeni material odlagajo na zahodni. Primer očitno kaže njegovo nagnjenost k špekulativnemu razmišljanju. Ko so mu to očitali, se je branil, češ, ni znanosti brez filozofije.

Zanj je bil najusodnejši znanstvenik velikega slovesa, primerjalni anatom in paleontolog Georges Cuvier (1769–1832), sicer sodelavec na isti ustanovi. Lamarckove evlucijske razlage je odločno odklanjal. Vrste so bile zanj stalne in ustvarjene. Izumiranje pa je razložil s teorijo katastrof, pojavljanje novih vrst pa s ponovnim stvarjenjem. Glede na veliko znanje primerjalne anatomije in funkcionalne soodvisnosti telesnih organov je zavračal Lamarckovo zamisel spremenljivosti vrst. Spremembe telesnih delov, kot jih je predvidel Lamarck, bi po njegovem podrlle funkcionalno soodvisnost organov in ogrozile življenja živali. V *Slavospevu Lamarcku* je izrekel, da ima Lamarckova teorija majave predpostavke, kot je »živčni fluid«, ki deluje pri preoblikovanju organov, in tudi raba in neraba organov ne more spremeniti telesnega tipa

kateregakoli organizma. Takole je zapisal: »Sistem, ki je osnovan na takih temeljih, lahko buri domišljijo pesnika; metafiziki lahko iz tega izpeljejo povsem nove serije sistemov; toda ne more prepričati tistega, ki je seciral roko, trebušno votlino ali ptičje pero.« Spomnil je na Napoleonovo ekspedicijo v Egipt in na živalske mumije, katerih zgradba se po več tisoč letih ne razlikuje od sedanjih živali. Enako velja za človeške mumije. Lamarck se je branil, češ, spremembe so prepočasne, da bi jih videli na nekaj tisoč let starih primerkih. Cuvier ga je znova zavrnil, češ, kako Lamarck in njemu podobni naravoslovci mimogrede izrabijo stotisoče let s preprostim »zamahom peresa«, da le podprejo svojo teorijo. Odlonilen do Lamarckove evlucijske misli je bil tudi Darwinov prijatelj geolog Charles Lyell.

Cuvierova zajedljivost pa je včasih prestopila meje spodobnosti. Zadnja leta življenja je slepi Lamarck preživljal v popolni odvisnosti od hčerke. Cuvier je njegovo telesno šibkost grdo izrabil. Ob priliki javnega predavanja, ko je Lamarck razlagal slepoto jamskih rib z nerabo oči v temi podzemlja, mu je navrgel: »Mogoče je vaše lastno opuščenje uporabe oči, da bi pravilno videli naravo, povzročilo njihovo nedelovanje.« Hčerka, ki je vodila šibkega, slepega očeta iz predavalnice, ga je bodrila z besedami: »Brez dvoma, oče, prihodnost vas bo čistila.« Imela je prav, saj spomin nanj ostaja in se prebuja v obliki lamarkizma in neolamarkizma. Po njem so poimenovali 116 vrst rastlin in 103 vrste živali, nekaj teh je sedaj soznačnic.

Charles Darwin je sprejel zamisel zakrnitve organov zaradi nerabe, ki pa podleže naravnemu izboru. Lamarcku je priznal zamisel o možnosti sprememb v organskem svetu po naravni zakonitosti. Rekel bi takole, Darwinu je »podaril« srečno misel Malthus, Lamarckova nesreča pa je bila, da ni prebral Malthusa. Nesporno vrednost ima veliko Lamarckovo delo *Prirodopis živali brez vretenc*. Presenetljivo je tudi, da je dobil več priznanja na Angleškem, posebej

med profesorji na medicini v Edinburghu in Londonu, kot pa v domovini. Dejaven je bil do zadnjega in sledil zavezi, ki jo je zapisal v delu *Filozofija zoologije*: »Ni dovolj le odkrivati in preverjati resnico. Potrebno jo je tudi razširjati in jo prepoznati.« Lamarckov pomemben prispevek je v botanični in zoološki sistematiki, paleontologiji nevretenčarjev in kljub storjenim napakam v spodbujanju evolucijskega razmišljanja.

Lamarck je umrl 18. decembra leta 1829 v Parizu, star 85 let. Obubožanega starčka so pokopali v začasen grob revežev. Po petih letih so posmrtno ostanke izkopali in jih zakopali neznano kje, morda v pariških katakombah.

Ob koncu 19. in začetku 20. stoletja so Lamarckove zamisli obudili neolamarkisti. Zanimivo je, da je lamarkizem dobil zagovornike med znanimi zdravniki, kot je psihoanalitik Sigismund Freud, književniki, kot sta novelist Samuel Butler in dramatik Bernard Shaw, nad njim pa se je navduševal tudi filozof Henri Bergson. Kot politično orodje v boju proti sovjetskim genetikom ga je zlorabil agronom Trofim Denisovič Lisenko. V zadnjem času se obujata »novi lamarkizem« in neolamarkizem (Lyn Margulis), v okvir katerega sodi simbiogeneza kot velika evolucijska sprememba z dednostjo pridobljenih zbirk genov. Naklonjenost posodobljenemu lamarkizmu kažejo tudi dela E. Jablonke, M. J. Lamb in D. Nobla. Čeprav je to že nova in precej zapletena zgodba, o kateri bo treba še pisati, pa velja bralkam in bralcem na kratko razložiti, kaj sploh je neolamarkizem. To je razumevanje evolucije, kjer imata način življenja in oko-

lje organizma neposredno vlogo v dednosti. Živali zavestno nadzorujejo svojo evolucijo, ker se samostojno odzivajo na okolje. Neolamarkisti zagovarjajo premočrtnost razvoja (ortogenezno oziroma pravorodnost), ki jo usmerja in vodi neka notranja (neznana) sila, in odločno odklanjajo vlogo naravnega izbora. Tako lahko rečemo, da Lamarck še vedno »živi«.

#### Literatura:

- Coming, P., 2003: *Nature's magic – Synergy in Evolution and the Fate of Humankind*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jablonka, E., Lamb, M. J., 2009: *Štiri razsežnosti evolucije: genska, epigenetska, vedenjska in simbolna raznolikost v zgodovini življenja*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Margulis, L., 1998: *The Symbiotic Planet – A New Look at Evolution*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Mayr, E., 1997: *This is Biology*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Milner, R., 2009: *Darwin's Universe: Evolution from A to Z*. London: University of California Press.
- Moore, J. A., 1993: *Science as a Way of Knowing*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- Noble, D., 2010: *Glasba življenja*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Pallen, M., 2009: *The Rough Guide to Evolution*. London: Rough Guides Ltd.
- Roizen, R., 1971: *The Argument of Philosophy Zoologique*. Berkeley: University of California.
- Sapp, J., 2003: *Genesis: The Evolution of Biology*. New York: Oxford University Press.
- Wušing, H. L., in sod., 2005: *Fachlexikon – Forscher und Erfinder*. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Šmalhausen, I. I., 1951: *Problemi darvinizma*. Zagreb: JAZU.
- Prenant, M., Škerlj, B., Žei, M., 1959: *Knjiga o Darwinu*. Ljubljana: Cankarjeva založba.
- Zimmer, C., 2003: *Evolution*. London: Arrow Books.

#### Slovarček:

- Alkimija. *Magična predstava o spreminjanju snovi, značilna za srednji vek, na primer pridobivanje zlata iz nežlahtnih kovin.*
- Esencialist. *Zagovornik stvarjenja in nespremenljivosti vrst.*
- Taksonomija. *Veda o opredeljevanju in razvrščanju rastlinskih in živalskih vrst v ustrezen sistem.*
- Teleologija. *Nauk o smotnosti naravnih pojavov.*
- Transmutacija. *Spremenljivost vrst, kot si je pojav razlagal Lamarck.*
- Vitalizem. *Nazor, ki pripisuje živim bitjem posebno (nematerialno) življenjsko silo.*

# Najstništvo - viharne spremembe v zorenju možganov

Tina Bregant

Najstništvo je čas velikih tveganj, a hkrati tudi čas neslutnih priložnosti. Obdobje, ki ga sproži naša notranja biološka ura z navalom hormonov, ne vpliva zgolj na naše telo, ampak tudi na možgane. Obdobje najstništva je obdobje velikih neurobioloških in tudi vedenjskih sprememb, ki imajo svoj vzrok tudi v možganih.

Telesni razvoj je dobro viden. Vsa okolica opazi, da je iz otroka zrasel mladenič ali mladenka. Duševni, čustveni in miselni razvoj je ravno tako buren, a ne tako prepoznan. Burne spremembe niso »fantomske«. Vidne so z novejšimi slikovnimi metodami, kot sta slikanje z magnetnoresonančnim tomografom (MRI) in funkcionalno magnetnoresonančno slikanje (fMRI), ne vidimo pa jih s prostim očesom.

Velik del teh sprememb se dogaja v možganih, ki so zaradi svoje pomembnosti odlično zavarovani: želatinastni organ plava v možganski tekočini, varno je spravljen pod trdno lobanjo in je bil do nedavnega varno spravljen tudi pred znanstveniki. Nove metode, kot je slikanje z magnetnoresonančnim tomografom, ki je neionizirajoča, neboleča preiskava, nam šele omogočajo, da pokukamo v možgane.

V obdobju najstništva bi rada opozorila na nekaj sprememb, kjer lahko spoznanja iz nevroznanosti oziroma neurobiologije uporabimo pri razlagah vedenja najstnika, seveda pa je vsa spoznanja treba jemati z zrnem soli. Zavedati se moramo, da sta naše telo in njegovo delovanje precej zapleteni in da naše vedenje ni enako delovanju naših možganov. Zanimivo je, da so pri sesalcih spremembe, značilne za adolescenco, prisotne in jasno razpoznanne pri različnih vrstah, kar si razlagamo z evolucijsko prednostjo tega, da se prepreči razmnoževanje znotraj genetsko

zelo sorodnih posameznikov, ko ti postanejo spolno dejavni. Čeprav so človeški možgani in njihovo delovanje med najbolj kompleksnimi, kljub vsemu lahko najdemo določene podobnosti pri drugih vrstah sesalcev.

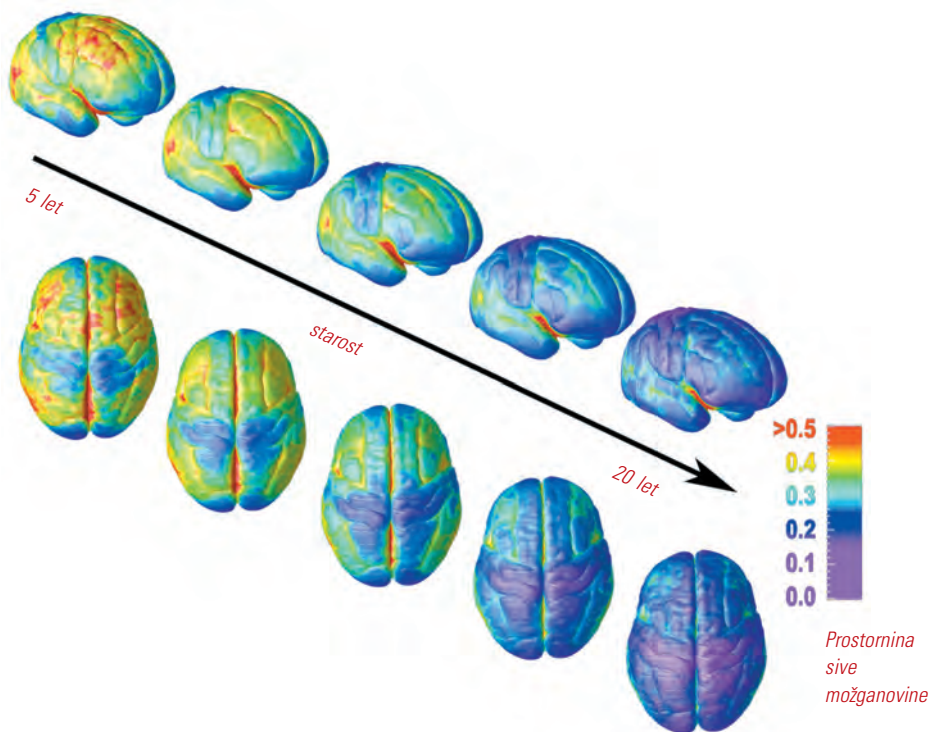
## Zorenje možganov v obdobju najstništva

Pri najstnikih gre tako za strukturne spremembe kot tudi za spremembe v načinu delovanja. Anatomoško so možgani najstnika že skoraj enako veliki kot pri odraslem človeku. Skupna možganska prostornina pri šestih letih že dosega 95 odstotkov svoje največje vrednosti. Mali možgani dosežejo svojo polno velikost približno dve leti kasneje. Danes vemo, da mali možgani omogočajo tako kakovostno izvedbo zapletenih gibov kot tudi sodelujejo pri izvedbi nekaterih miselnih in čustvenih procesov. Naj spomnimo, da sama prostornina možganov še ne pomeni boljšega delovanja. Pri ljudeh so dokazali višje vrednosti inteligenčnega kvocienta (ne pa inteligence!) ob večjih prostorninah čelnih režnjev. Celotna prostornina možganov ni imela vpliva na višino izmerjenega inteligenčnega kvocienta. Ob prostornini možganov tudi ne smemo pozabiti, da prostornino z zorenjem pridobijo tako možganovina kot tudi možganski prekat, ki so napolnjeni z likvorjem. Morda je pomembno tudi poudariti, da prostornina bele možganovine do poznih dvajsetih let linearno narašča, medtem ko se prostornina sive možganovine drži krivulje v obliki zvrnjene črke u z vrhom - največjo prostornino - ob pričetku pubertete.

## Siva možganovina - skorja

V obdobju najstništva se zgodi nekaj pomembnih sprememb v sivi možganovini: tako v skorji kot v bazalnih jedrih. Prefrontal-





*Spremembe v sivi možganovini v obdobju od otroštva do najstništva.*

*Časovno usklajeno magnetnoresonančno slikanje zorenja možganov v obdobju pet do dvajset let starosti v skupini zdravih otrok. Rdeča barva pomeni večji prirast sive možganovine, modra barva pa manjši oziroma nobenega prirasta. Siva možganovina zori in izgublja prirast od zatilnih delov zadaj proti čelnim predelom spredaj. Prvi dozoriijo predeli, ki so življenjsko pomembni: za dihanje, bitje srca, prebavo. Nato zorijo predeli, zadalženi za čutenje in gibanje, najkasneje pa dozoriijo predeli izvršilnih funkcij, kar zajema čustva, samonadzor, načrtovanje. Nazadnje dozori prefrontalna skorja.*

*Slika je povzeta po Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 101(21):8174–8179, May 25 2004 [published online, May 17 2004].*

na skorja, ki je sedež abstraktnega mišljenja, šele zori. Svojo največjo prostornino dosežejo čelni režnji v povprečju pri deklicah pri devetih letih in pol, pri dečkih pa pri desetih letih in pol, senčnični režnji pri desetih in enajstih letih, temenski režnji pri sedmih letih in pol in devetih letih. Tik pred puberteto oziroma ob njenem pričetku je torej prostornina skorje – sive možganovine – največja, nato pa se prostornina zmanjšuje. Sinapse propadajo in se obrezujejo, kar omogoča bolj učinkovito delovanje možganov.

Za lažjo predstavo to lahko ilustriram z oblikovanjem skulpture iz gline. Kos gline, ki nam je bil dan – zlasti njegova velikost, torej celotna prostornina možganov – je v veliki meri genško pogojen. V obdobju

zorenja to glino preoblikujemo v določeno skulpturo. Koščke gline, ki jih ne potrebujemo, zavržemo, druge preoblikujemo. Starejša kot bo glina, bolj bo trda – še jo bomo lahko preoblikovali, a morali bomo uporabiti večjo silo, moč, dodati vodo. Morda je pomembno, da spomnim, da so možgani tudi kasneje, v odrasli dobi in tudi pozni starosti, še sposobni preoblikovanja in da nove povezave v možganih lahko nastajajo vse življenje.

V obdobju najstništva, ko možgani še zorijo, pa lahko rečemo, da je ta opisana glina še mehka in dobro gnetljiva.

Najstništvo nam pravzaprav omogoča, da postanemo samouresničeni posamezniki. To dosežemo z našim delovanjem, torej s čim

se ukvarjamo: ali se intenzivno ukvarjamo s športom, beremo, se učimo inštrumenta, se družimo s prijatelji ali pa ležimo pred televizijo in igramo računalniške igrice. To pomeni, da kar počnemo, postane utrjeno, vtišnjeno v glino, česar pa ne počnemo, izgine.

### Bela možganovina in mielinizacija

Pri zorenju možganov so volumsko najbolj izrazite spremembe v beli možganovini in mielinizacija. Mielinizacija je proces, ko se v možganih nalaga mielin, ki je debela bela maščobna ovojnica okoli aksonov, ki jo odlagajo oligodendrociti (vrste živčnih celic). Deluje kot izolator in omogoča hitro, kakovostno in časovno usklajeno posredovanje impulzov – torej dobro komunikacijo med živčnimi celicami. Mielinizacija poteka od zatilja proti čelu in je v najstništvu najbolj izrazita prav v čelnih režnjih, kjer so sedeži izvršilnih funkcij: torej kako se odločamo, kakšna je naša motivacija, ali znamo načrtovati, izvesti in nato spremljati dejavnost ter predvideti posledice.

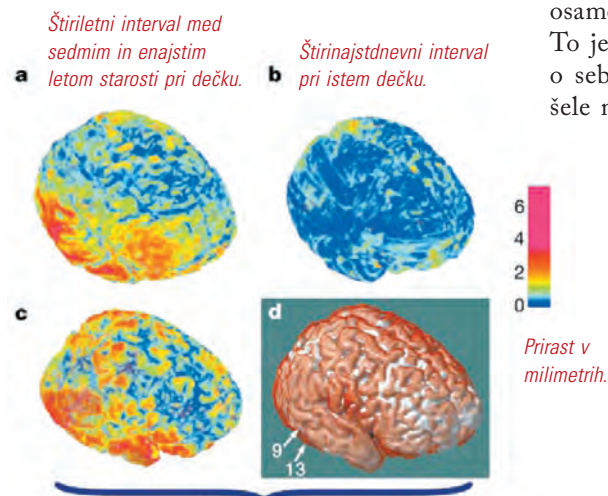
Določene strukture, obe amigdali in hipokampus, postanejo večje, spremeni pa se tudi njihovo delovanje. Povezovanje in procesiranje informacij se povečata, spre-

meni se razmerje med delovanjem limbičnih in subkortikalnih struktur v korist delovanja čelnih režnjev.

### Delovanje možganov

Najstništvo ni težava, je priložnost, da dozorimo v odraslega. Zato ob dobri biološki osnovi potrebujemo tudi zglede, zaupanje in spodbudno okolje.

Najstništvo je obdobje, ko »otroci« postavijo oziroma zmorejo ali si upajo postaviti ogledalo pred starše in družbo. Se pa vse skupaj pravzaprav začne mnogo prej, z obdobjem okoli drugega leta starosti, ko otrok prvič prepozna sebe v ogledalu. Takrat prvič reče sebi *da* in drugim, ponavadi staršem, *ne*. To je tako imenovano obdobje trme. Pri približno dveh letih, ko otroci z zorenjem določenih možganskih struktur vzpostavijo zavest o sebi in prvič rečejo staršem *ne*, se vzpostavi tako imenovani boj za prevlado, prepovedi, dovoljenj *smoš/ne smoš* in različnega postavljanja meja, ki se v še bolj izraziti obliki vrne k staršem v obdobju najstništva. Biološko, pa tudi sociološko, družbeno dejstvo je, da se z najstništvom začenja obdobje neodvisnosti, ko mora skoraj-že-odrasli človek dovolj poznati sebe, da ve, kdaj sebi reče *da* in drugim *ne*, da se osamosvoji, osnuje (genetsko) novo družino. To je za najstnika izrazito težko, uči se še o sebi, drugih, svetu. Njegove izkušnje se šele nabirajo. Poleg tega še njegovi možga-



Štiriletni interval med devetim in trinajstim letom starosti pri deklici. Označeni predeli največje aktivnosti pri isti deklici.

Rast možganov v prednajstniškem obdobju. Sekvenčno magnetnoresonančno slikanje možganov, ki prikazuje prirast v milimetrih:

- štiriletni interval med sedmim in enajstim letom starosti pri dečku.
- štirinajstdnevni interval pri istem dečku.
- štiriletni interval med devetim in trinajstim letom starosti pri deklici.
- označeni predeli največje aktivnosti pri isti deklici.

Povzeto po reviji Nature, 404; 2000, dostopno na [www.nature.com](http://www.nature.com).

ni delujejo drugače. Na McLean Hospital v Belmontu so s poskusi s funkcionalno magnetnoresonančnim slikanjem ugotovili, da najstniki izraza na obrazu niso prepoznali enako kot odrasli. Kar so odrasli prepoznali kot strah, so najstniki prepoznali kot zmedenost, šok ali jezo. Ob tem so uporabili bolj senčnične režnje in amigdalno, odrasli pa prefrontalno skorjo.

Najstniki torej izkušnje sprejemajo in interpretirajo drugače kot mi in naši odrasli, dozoreli možgani. Mladostnik se tako, velikokrat torej razumljivo nerazumljen, zelo rad obrača k svojim vrstnikom in zglede išče pri njih. Včasih mu tudi starši niso ravno za zgled. V družbi pa, skoraj še iz antike, veje nerazumevanje do najstništva.

Najstniki so zaradi svoje impulzivnosti, spontanosti in odkritosti, ki so vezane na prefrontalno skorjo, in svoje neustrašnosti, vezane na amigdalno in svojo željo po novem, neodkritem, lahko pravi navdih nam, odraslim. Najstniki so zaradi delovanja svojih možganov velikokrat kot Indiana Jones ali Pika Nogavička. Pogumni, neustrašni, sprejmejo tveganje, se družijo s sebi enakimi, kršijo pravila družbe in ne upoštevajo avtoritete, so telesno izredno zmogljivi, ne spijo veliko. In vendar želimo starši za naše najstnike, da bi bili doma, kramljali z mamo in očetom, ubogali navodila, se podrejali

starejšim, hodili vsak dan ob isti uri spat in vstajali vedno ob isti uri, redno zajtrkovali. Prav tu bi se dotaknila stereotipov in samozanesničuje se prerokbe. Konec leta 2009 so v študiji, objavljeni v *Journal of Research on Adolescence*, ugotovili, da se starši, ki so imeli negativna pričakovanja do svojih otrok, kasneje spopadejo z bolj škodljivimi vedenji najstnikov.

Med najstništvom, ki je sicer obdobje biološke in fizične moči, pa se izrazijo tudi nekatere bolezni, ki so bile pred tem prikrite. Spremembe so bile torej prisotne, le izrazile se niso. Tako se v najstništvu lahko prvič izrazita depresija in shizofrenija, sindrom ADHD in zlasti Tourettov sindrom pa, nasprotno, lahko izzvenita oziroma se njuna pojavnost omili.

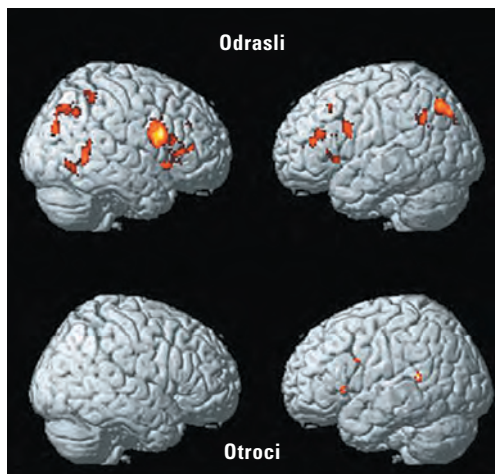
### Nasvet v obdobju najstništva?

Kuharskih receptov pri vzgoji in tudi v medicini praktično ni! Pomembno se je odločati glede vsakega posameznika in zanj posebej. Tako lahko dam le splošen nasvet. Pri najstniku oziroma pri kateremkoli članu družine je pomembno, da se osredotočite na to, kaj on ali ona je, in ne na svoja pričakovanja. Svoje najstnike sprejmite natančno take, kot so, čeprav verjamem, da je včasih to izjemno težko. Ni nujno, da se z njimi strinjate, toda kot odrasli, odgovorni starš bodite z njimi, poslušajte jih, sprejmite jih in bodite odkriti. Če vam nekaj ni všeč, to povejte. A bodite toliko vljudni, kot ste sicer. Tudi najstniki imajo dostojanstvo. Razumevanje biološko danih sprememb lahko razumevanje najstnika in njegovega vedenja olajša, seveda pa vam stresnega življenja z najstnikom ne odvzame.

*Slovarček:*

*Različno delovanje možganov pri odraslih in otrocih. Odrasli za razliko od otrok in mladostnikov lahko nadzorujejo svoje mišljenje z aktivacijo določenih predelov v možganih. Odrasli lahko aktivirajo prefrontalno skorjo, ki je sedež izvršilnih funkcij. Na magnetnoresonančnem slikanju vidimo predele, ki so aktivirani s pomočjo povečanega pretoka krvi v njih. To vidimo kot rdečo barvo.*

*Povzeto po UC Berkeley News, 16. 10. 2008.*





**Amígdala.** Amígdala ali mandljasto jedro je pama struktura mandljaste oblike v možganih. Predstavlja središče čustvenega delovanja. Ima pomembno vlogo pri čustveni dejavnosti, prepoznavi in izražanju počutja ter pri občutenju strahu, besa in razdraženosti.

**Akson ali nevrít.** Dolg izrastek iz živčne celice, po katerem se prevaja akcijski potencial od telesa nevrona proti obrobju celice. Aksoni so primarni prevodniki živčnega sistema.

Združujejo se v živce. Aksoni, ki so oviti z mielinsko ovojnico, prevajajo akcijske potenciale zelo hitro.

**Funkcionalno magnetnoresonančno slikanje (fMRI).**

Metoda fMRI omogoča magnetnoresonančno slikanje možganov med njihovo aktivnostjo. Temelji na merjenju razlike magnetnih lastnosti oksigeniranega in deoksigeniranega hemoglobina v krvi. Povečana nevrnska aktivnost povzroči premike ionov med notranjostjo in zunanostjo celic, zato se aktivirajo ionske črpalke, ki porabljajo energijo. To zaznamo kot povečano presnovno aktivnost in ob tem povečano porabo kisika. To zaznamo kot upad magnetnega signala. Zaradi lokalnega upada koncentracije kisika pa se poveča krvni pretok, ki precej preseže predhodno porabo kisika, kar zaznamo kot porast magnetnega signala.

**Hipokampus.** Pama struktura v obliki morskega konjička, ki je ključnega pomena za učenje in spomin.

**Sindrom ADHD (angleško attention deficit hyperactivity disorder).** Primanjkljaj pozornosti in motnja hiperaktivnosti. Sodi v skupino vedenjskih in čustvenih motenj. Pojavi se

ponavadi v otroštvu in mladosti. Na izraznost motnje vpliva tako genetika kot okolje.

**Siva in bela možganovina.** Možganovino – tkivo osrednjega živčevja - delimo glede na videz na sivo in belo možganovino. Siva možganovina tvori zunanjo plast možganov in notranjo plast hrbtenjače ter je sestavljena predvsem iz teles živčnih celic. Bela možganovina sestavlja sredico možganov in zunanji sloj hrbtenjače ter je sestavljena predvsem iz aksonov živčnih celic. Mielinska ovojnica okoli aksonov ji daje belo barvo.

**Slikanje z magnetno resonanco (MRI).** Slikanje z magnetnoresonančnim tomografom je tehnika slikanja notranje zgradbe telesa z uporabo magneta, radijskih valov in računalnika. Naprava ne uporablja rentgenskih žarkov in po vseh do sedaj znanih podatkih ni zdravju škodljiva.

**Literatura:**

Giedd, J. N., 2008: *The teen brain: insights from neuroimaging.* *Journal of Adolescent Health*, 42: 335-43.

Offer, D., Schonert-Reichl, K. A., 1992: *Debunking the Myths of Adolescence: Findings from Recent Research.* *Journal of the American Academy of child and adolescent psychiatry*, 31 (6): 1003-14.

Buchanan, C. M., Hughes, J. L., 2009: *Construction of Social Reality During Early Adolescence: Can Expecting Storm and Stress Increase Real or Perceived Storm and Stress?* *Journal of Research on Adolescence*, 19 (2): 261-85.

O interpretacijah kvantne mehanike (2) • Fizika

## O interpretacijah kvantne mehanike (2)

Janez Strnad

### Kaj nekateri fiziki menijo o interpretacijah kvantne mehanike

Drugi del zapisa navaja nekaj mnenj fizikov o interpretacijah kvantne mehanike. Na skromnem izboru se lahko bralci najbolj neposredno prepričajo o nasprotujočih si pogledih. Po navedbah v zapisu si bralci, ki jih to zanima, lahko ogledajo članke v revijah, ki so zanimivo branje.

O osnovah kvantne mehanike so začeli razpravljati ob njenem začetku. O njih sta

razpravljala Albert Einstein in Niels Bohr posebno na Solvayevih konferencah v dvajsetih letih prejšnjega stoletja. Einstein si je izmišljal poskuse, ki naj bi razkrili nepopolnost kvantne mehanike, Bohr pa je – včasih po daljšem premisleku – pomisleke ovrgel. Podobno razpravo lahko zasledujemo v objavljenih pismih med Einsteinom in Maxom Bornom. Paul Dirac je menil, da vprašanja, ki zadevajo interpretacije, še niso dozorela in jih kaže odložiti na poznejši čas.

### *Physics Today*

Oktobra leta 1988 sta Herman Feshbach in Victor F. Weisskopf objavila uvodnik *Postavi neumno vprašanje*. Izzvale so ju trditve, da »je kvantna mehanika na ravni atomov gotovost nadomestila z negotovostjo« in da je »narava postala igra verjetnosti«. Najprej je treba ugotoviti, katera vprašanja so smiselna in je nanje mogoče odgovoriti. V kvantni mehaniki prinese omejitve načelo nedoločnosti. Na vprašanje o energiji vodikovega atoma v danem stanju sledi jasen odgovor. Na neustrezno vrašanje, na primer na to, kdaj atom iz stanja preide v drugo stanje, pa ni takšnega odgovora. V kvantni mehaniki na ustrezno vprašanje dobimo jasen odgovor, na neustrezno vprašanje pa odgovor z verjetnostjo.

Aprila leta 1989 so objavili sedem pisem bralcev, ki so se večinoma uprli omejevanju vprašanj v kvantni mehaniki in opozorili na razne interpretacije. Pisca sta pojasnila, da ne smemo biti presenečeni, če na nekatera vprašanja dobimo odgovor z verjetnostjo.

Marca leta 2000 sta Christopher A. Fuchs in Asher Peres objavila mnenje *Kvantna teorija ne potrebuje nobene »interpretacije«*. S tem sta se odzvala na pet člankov o raznih interpretacijah, ki bi med bralci utegnili vzbuditi neutemeljeni vtis, da je kvantna mehanika v težavah. Če bi bilo tako, bi to že zdavnaj razkrili poskusi. Razne »interpretacije« vzbujajo le varljiv občutek, da teorijo bolje razumemo. Zagovarjala sta interpretacijo brez interpretacije. Razčlenila sta vlogo poskusa v fiziki. »Interpretacije« uvajajo nove pojme, ne da bi to prispevalo k boljšemu opisu poskusov. Matematično je mogoče izpeljati, kako valovno funkcijo prevedemo v statistično napoved. Vse drugo pove teorija verjetnosti. Odziv merilne naprave je makroskopska realnost, ki jo opazijo opazovalci, »mikroskopske realnosti« pa od kvantne mehanike ni mogoče pričakovati. Kvantna mehanika je uspešna na širokem območju razdalj in velja splo-

šno. Valovna funkcija vesolja, ki bi podrobno opisala vse v vesolju, tudi nas, bi pripeljala do nesprejemljivih sklepov. Valovna funkcija, ki pa zadeva samo nekaj podatkov o vesolju, na primer povprečno gostoto snovi, nima te slabosti. Kvantno mehaniko so obdolžili, da je nepopolna, ker ne more odgovoriti na nekatera vprašanja, ki so smiselna v klasični mehaniki. Valovna funkcija ni nekaj objektivnega. Njen kolaps zadeva zgolj naš opis. O osnovah kvantne mehanike je vredno razpravljati. Da bi kvantna mehanika bila uporabno vodilo do pojavov okoli nas, potrebujemo le notranje popolnoma skladno teorijo, in to imamo.

Septembra je sledilo pet pisem, v nekaterih od njih so bralci zagovarjali potrebo po interpretacijah. Ptolemajevu sliko gibanja planetov okoli Zemlje z epicikli in Kopernikovo sliko gibanja planetov okoli Sonca so razumeli kot dve interpretaciji. Omenili so, da naj bi tudi v klasični mehaniki govorili o interpretacijah. Razpravljali so še o objektivni realnosti in se vprašali, »kako lahko kvantna mehanika da tako natančne napovedi, če ni del fizikalne realnosti«. V odgovoru sta pisca pojasnila, da nimata kvantne mehanike za zadnjo besedo v opisu narave. Po vrsti pa sta ovrгла nasprotno razloge dopisnikov. Sklicevanje na razvoj je pogosto preveč poenostavljeno. Epicikli niso interpretacija. To velja tudi za razne oblike klasične mehanike, ki jih je smiselno primerjati z različnimi oblikami kvantne mehanike, Heisenbergovo, Schrödingerjevo, Feynmanovo. Treba je razločevati med naravo, ki bi jo radi razumeli, in opisom poskusov.

Novembra leta 2005 je Steven Weinberg v članku *Einsteinove napake* nasprotoval zagotovitvi kopenhavnske interpretacije, da mora za merilno napravo, s katero opazujemo kvantni sistem, veljati klasična mehanika. Za fizike in njihove naprave morajo veljati isti zakoni kvantne mehanike kot za vse drugo v vesolju.

### *Physics World*

Avgusta leta 1990 je izšel članek Johna Bello *Proti merjenju*. Bell je postal znan po neenačbi za poskus Einsteina, Podolskega in Rosena. Neenačba ne more biti izpolnjena, če velja kvantna mehanika. Pri številnih merjenjih so ugotovili, da neenačba ne velja, in s tem podprli kvantno mehaniko. Bell je bil že od študentskih časov prepričan, da so osnove kvantne mehanike majave. Skoval je posmehljivo frazo »za vse praktične namene«, ki da jo je treba uporabiti v kvantni mehaniki. S poudarkom je zatrdil, da se besede »sistem«, »naprava«, »okolica«, »merjenje« ne bi smele pojaviti v osnovah kvantne mehanike. Razčlenil je Landau-Lifšicev učbenik, ki izraža Bohrov pogled, učbenik Kurta Gottfrieda iz leta 1966, ki se je zgledoval po Diracu in Pauliju, in članek Nica G. van Kampna *Deset izrekov o kvantno-mehaničnem merjenju* v reviji *Physica* iz leta 1988. Z obravnavo merjenja in kolapsa valovne funkcije v omenjenih besedilih ni bil zadovoljen. V tej zvezi je omenil prednost Bohmove interpretacije.

Januarja leta 1991 se je - po nepričakovani Bellovi smrti - odzval Rudolf Peierls s kratkim člankom *V obrambo merjenja*. Strinjal se je, da je kvantno mehaniko treba uvesti jasno in brez slabo definiranih pojmov. Tudi on ni bil zadovoljen z uvedbo v treh omenjenih besedilih. Vendar po njegovem mnenju kvantne mehanike ni težko dosledno uvesti. Naše znanje o sistemu se spreminja. Dodatno opazovanje znanje poveča, ne nadzorovani vplivi iz okolice pa zmanjšajo. To velja v klasični in v kvantni mehaniki. Kvantna mehanika se od klasične razlikuje po tem, da je v njej treba znanje opredeliti, ker zaradi načela nedoločenosti povečanje znanja lahko na drugi strani povzroči njegovo zmanjšanje. To vpliva tudi na valovno funkcijo, a tega ne zajame Schrödingerjeva enačba. Opazovanje je vezano na napravo, ki vpliva na opazovani sistem. Po Peierlsovem mnenju ni treba, da bi za merilno napravo veljala klasične mehanika, čeprav



*John Stewart Bell (1928-1990) je bil rojen v Belfastu na Severnem Irskem. Po končanem študiju je delal v Atomski raziskovalni ustanovi v Harwellu. Nato je prešel v CERN, kjer je najprej sodeloval pri načrtovanju pospeševalnikov. Nato se je začel ukvarjati s teorijo v fiziki delcev. Najbolj znan je po svojih pripombah k osnovam kvantne mehanike. Že od študentskih časov je kritiziral njeno poučevanje. Pozneje je zagovarjal stališče, da so osnove kvantne mehanike pomanjkljive. Leta 1964 je izpeljal Bellovo neenačbo. Neenačba bi morala veljati, če bi bile uporabne tako imenovane skrite spremenljivke. Ne veljala pa bi, če teh spremenljivk ne bi bilo mogoče uporabiti in bi obveljala kvantna mehanika. S tem je omogočil, da poskus odloči o uporabnosti skritih spremenljivk. Nekaj časa je trajalo, preden so poskusi pokazali, da neenačba ne velja. Tako merjenja, ki nasprotujejo Bellovi neenačbi, podpirajo kvantno mehaniko. Nekdo je enačbo celo imenoval »najgloblje odkritje v naravoslovju«. Za svojo delo je Bell dobil nekaj visokih priznanj.*

*Vir: [http://stwww.weiizmann.ac.il/g-junior/matmon/common\\_tools/scientists/bell.jpg](http://stwww.weiizmann.ac.il/g-junior/matmon/common_tools/scientists/bell.jpg)*

velja za nas in naš svet. Navadno je v merjenje vpletena veriga med seboj povezanih dogodkov. Števec je, na primer, vezan v električni krog, v katerem je tudi digitalna registrirna naprava, na kateri opazovalec prebere izid. Sistem, ki ga opisujemo, je lahko poljubno velik. Toda če postane prevelik, dobimo o njem le malo podatkov. Sistem ne more vključevati razuma opazovalca in njegovega znanja. Vesolje lahko opazujemo, ker ni treba, da sta opazovalec in dogodek sočasna. Iz sedanjih opazovanj lahko sklepa-



mo na nekdanje razmere v vesolju. Valovna funkcija vsebuje znanje vsakogar, ki kaj ve o opazovanem sistemu. Vsak opazovalec ima svojo valovno funkcijo. Napovedi po Bohmovi interpretaciji se ne razlikujejo od napovedi kvantne mehanike. O prednosti ene ali druge lahko odločimo le po okusu in Bohmova interpretacija se mu je zdela grda. Oktobra leta 1991 je izšel še Gottfriedov članek *Ali kvantna mehanika nosi kali svojega lastnega uničenja?* po predavanju na simpoziju v Bellov spomin. Za naslov je izbral eno od Bellovih trditev. Po razpravah z Bellom je dobro poznal njegovo mnenje. Bellu je bila zgled ustrezno oblikovane teorije klasična elektrodinamika. Trdil je, da bi razumen fizik iz časa pred odkritjem osnovnih zakonov elektrodinamike te zakone znal uporabiti, če bi mu jih predložili in pojasnili le glavne količine. Po njegovem mnenju pa to ne bi bilo mogoče z osnovnim zakonom kvantne mehanike. Opozorilu, da je glavna količina valovna funkcija, bi bilo treba dodati vsaj še spoznanje, da kvadrat njene absolutne vrednosti določa verjetnostno gostoto.

Po Gottfriedovem mnenju je Bell v svojih zahtevah pretiraval in na drugi strani preveč poenostavil razvoj klasične elektrodinamike. Gottfried je za razliko od Bohra in enako kot Peierls menil, da merilna naprava ni nujno makroskopska. V vseh pogledih pa se tudi ni strinjal s Peierlsom. Podrobno je razčlenil Bellove ugovore in priznal nekaj svojih manjših spodrsrlajev. Odločno pa je odklonil misel, da je kvantna mehanika v težavah.

Septembra leta 1995 je izšel članek Daniela Greenbergerja in Antona Zeilingerja *Kvantna teorija: še vedno nora po vseh teh letih* (zanimivo je, da sta avtorja v naslovu članka uporabila naslov pesmi *Still Crazy After All These Years* ameriškega pevcu Paula Simona). Nekdaj so razpravljali o osnovah kvantne mehanike ob namišljenih poskusih. Zdaj je nekatere od teh poskusov mogoče izvesti v laboratoriju. Tako o pogledih, ki nimajo eksperimentalnih posledic, ne razpravljajo več samo teoretiki. Zaradi novih načinov merjenja so se za osnove kvantne mehanike začeli zanimati tudi eksperimen-



*Anton Zeilinger (rojen leta 1945) je eden od najuspešnejših eksperimentatorjev v kvantni mehaniki. Deloval je na univerzi v Innsbrucku in na številnih univerzah po svetu. Zdaj je profesor fizike na dunajski univerzi ter vodi Inštitut za kvantno optiko in kvantno informacijo in skupino Kvantna optika, kvantna nanofizika, kvantna informacija Avstrijske akademije znanosti. Okoli sebe je zbral številne starejše fizike, podoktorske raziskovalce ter doktorske in dodiplomske študente. Leta 2003 je njegovi skupini uspel interferenčni poskus z molekulami s tisočšestokrat večjo maso od vodikovega atoma. Doslej še niso naredili interferenčnega poskusa z delci z večjo maso. Raziskuje tudi prepletena stanja, kvantno kriptografijo, kvantno teleportacijo. Podelili so mu veliko visokih priznanj in nagrad, utegne pa dobiti še kakšno. V slovenščini imamo njegovo knjigo Einsteinova tančica, v kateri je opisal tudi poskuse skupine, ki jo vodi. Fotografija: Jacqueline Godany.*

talci. Vseeno ostaja brez odgovora še veliko vprašanj.

### *Foundations of Physics*

Anton Zeilinger je znan po kvantnomehanskih poskusih. Njegovi raziskovalni skupini v Innsbrucku in pozneje na Dunaju so uspeli interferenčni poskusi z biološkimi molekulami. Največja molekula je imela maso več kot 1600-krat večjo od atoma vodika. Leta 1999 je objavil članek *Temeljno načelo za kvantno mehaniko*. Posebno teorijo relativnosti lahko zgradimo na načelu relativnosti, da za katerega koli nepospešenelega opazovalca veljajo enaki zakoni fizike. Poskušal je najti osnovno načelo take vrste za kvantno mehaniko. Interpretaciji je dal dva pomena. V osnovnem pomenu pove, kako je mogoče preizkusiti teorijo z merjenji. K temu je štel spoznanje, da kvadrat absolutne vrednosti valovne funkcije da verjetnostno gostoto. Na drugi ravni interpretacija zajame nasledke teorije v splošnem pogledu na svet. Menil je, da se v okviru prvega pomena vse interpretacije ujemajo. V drugem pomenu pa se interpretacije med seboj razlikujejo.

Informacijo o predmetu dobimo z opazovanjem. V okviru modela napovemo izid poskusov in s preizkušanjem sestavimo objektivno sliko predmetov. Naloga fizike je na podlagi dobljene informacije napovedati prihodnje dogodke. Poudaril je pomen elementarnega sistema, ki ima samo dve stanji, osnovno in vzbujeno. Iz takega sistema je mogoče dobiti le en bit informacije. Bit je enota informacije, ki jo vsebuje odgovor ne ali da. Elementarni sistem imenujemo *kubit*, *kvbit*, kvantni bit. Zeilingerjevo načelo se je torej glasilo: iz kubita je mogoče dobiti en bit informacije. Sklep je mogoče posplošiti: N kubitov vsebuje informacijo N bitov. O realnosti se ne moremo pogovarjati, ne da bi se zavedali, kaj o njej vemo. Ta pogled je dopolnil kopenhavnsko interpretacijo. Kot je zapisal Bohr: »Napačno je misliti, da je naloga fizike ugotoviti,

kakšna je Narava. Fiziko zanima, kar lahko povemo o Naravi.« Klasično je realnost osnovni pojem, neodvisen od opazovanja. V novem pogledu pa sta pojma realnosti in informacije enakovredna. Med seboj sta povezana in nobeden od njiju sam ne zadoštuje za razumevanje sveta.

Informacijo so v osnovo kvantne mehanike postavili tudi drugi fiziki, med njimi John Archibald Wheeler. Znanje je informacija. Bistvo kvantne mehanike je videl v informaciji o kvantnem sistemu.

---

*Kubit, qubit, kvbit, kvantni bit je elementarni kvantni sistem z dvema lastnima funkcijama  $\Psi_0$  in  $\Psi_1$ . Splošno sestavljeno stanje je  $\alpha_0\Psi_0 + \alpha_1\Psi_1$ . Pri merjenju nalletimo na stanje  $\Psi_0$  z verjetnostjo  $\alpha_0^2$  in na stanje  $\Psi_1$  z verjetnostjo  $\alpha_1^2$ . Pri tem je  $\alpha_0^2 + \alpha_1^2 = 1$ . Taki elementarni sistemi naj bi bili gradniki kvantnega računalnika, ki si ga prizadevajo izdelati.*

---

### *American Journal of Physics*

N. David Mermin je v članku *Kaj nam kvantna mehanika poskuša povedati?* septembra leta 1998 razvil *itaško interpretacijo* kvantne mehanike. Ime je dobila po Ithaci, sedežu Cornellove univerze. Oprl se je na razvoj klasične elektrodinamike. Na vprašanje s konca 19. stoletja, kaj nam elektrodinamika poskuša povedati, je odgovoril: Polja v praznem prostoru so fizikalno realna, sredstvo, ki jih nosi, pa ne. Po tem je oblikoval izrek: Korelacije [povezave med izmerjenimi količinami] so fizikalno realne, tisto, kar povezujejo, pa ne. V veliki meri je gradil na Bohrovih in Heisenbergovih pogledih in odklonil nekatere druge interpretacije, na primer Bohmovo, in prizadevanja,

da bi kolaps valovne funkcije razumeli kot dinamični pojav. Fizika, kakor jo razumemo danes, ne more reči nič o zavesti.

Avgusta leta 2000 je Ulrich Mohrhoff v članku *Kaj nam kvantna mehanika poskuša povedati* razgrnil *pondišerijsko interpretacijo* kvantne mehanike, imenovano po Pondicherryju v Indiji, kjer je ašram Sri Aurobindo. To kaže, da še vedno predlagajo nove interpretacije. Fizik lahko hitro izgubi pregled nad njimi.

Februarja leta 2008 je Hrvoje Nikolić objavil članek z nenavadnim naslovom *Ali bi bil Bohr rojen, če bi bil Bohm rojen pred Bornom?* Naslov vsebuje besedno igro (rojen ... born). V njem je razpredel misel, da bi bila danes Bohmova interpretacija bolj razširjena kot kopenhavska, če bi se pojavila pred njo.

Na odziv ni bilo treba dolgo čakati. Novembra leta 2008 je Nico G. van Kampen objavil pismo uredništvu *Škandal kvantne mehanike*. Še osemdeset let po njenem nastanku se pojavljajo v literaturi razprave o »interpretacijah«. Kvantna mehanika ponuja popoln in ustrezen opis pojavov v svetu atomov. Kaj naj bi si še želeli? Pisci ne zmorejo svojega načina razmišljanja in govorjenja prilagoditi dejstvu, da so pojavi v svetu atomov drugačni kot pojavi z velikimi telesi. Interferenčnega poskusa z elektroni na dveh režah ni mogoče pojasniti, če elektron razumemo kot delec v klasični mehaniki. Dotaknil se je tudi merjenja. Po njegovem mnenju je merilna naprava iz sveta velikih teles. Za tako telo tudi velja kvantna mehanika. Ker pa ima telo veliko sestavnih delov, njegovo stanje sestavlja množica kvantnih stanj. Zaradi tega ne more priti do interference med stanji, s katerimi opišemo velika telesa. Škandalozno se mu je zdelo, da še vedno izhajajo besedila, ki se zavzemajo za različne »interpretacije«. Številni fiziki se še niso naučili, da morajo svoje zamisli prilagoditi opazovanjem, še vedno poskušajo opazovanja prilagoditi svojim zamislim.

Aprila leta 2009 je Art Hobson, enako kot van Kampen prepričan, da kvantna meha-

nika ne potrebuje interpretacij, iskal odgovor v kvantni teoriji polja. Razprava se je nadaljevala oktobra leta 2009. Richard C. Henry je menil, da nimajo smisla ne valovi ne delci in ne kvantna polja. Po njegovem tudi opazovanja niso realna, vse to je le v našem razumu. V odzivu se je Hobsov vprašal, ali so tudi veliki predmeti zgolj v našem razumu. Vztrajal je pri mnenju, da vesolje sestavljajo kvantna polja. Zares kaže, da nas kvantna teorija polja reši nekaterih od omenjenih zadreg. Kot zgled smo navedli kvantno teorijo elektromagnetnega polja – kvantno elektrodinamiko. Polja pa so kvantizirana, tako da na maso, energijo in nekatere druge količine naletimo vselej v kvantih.

---

»Snovne delce lahko obravnavamo kot kvante različnih polj na tak način, kot je foton kvant elektromagnetnega polja.«

»V zreli obliki je zamisel kvantne teorije polja, da so kvantna polja osnovne sestavine vesolja in so delci le svežnji energije in gibalne količine polj.«

Steven Weinberg, 1983, 1999.

---

Položaj poskusimo pojasniti z mislijo, da enačbe kvantne mehanike in izidi poskusov sodijo v *trdo jedro fizike*, interpretacije pa v *mehko okolico fizike*, v osebne poglede. V okolici so pojmi manj ostro opredeljeni kot v jedru in izjav ni mogoče neposredno preizkusiti. Težave se pojavijo, če se kdo ne zaveda, ali sodi kaka izjava v ta ali v drugi del. Zares pa ni vedno preprosto kvantne mehanike popolnoma ločiti od njene interpretacije. Na vprašanje, ali je smiselno razpravljati o interpretacijah kvantne mehanike, veliko fizikov odgovarja pritrdilno. Razprava razčisti poglede na osnove kvantne mehanike. Mogoče si je tudi zamisliti, da bi v prihodnosti katera od interpretacij pokazala pot naprej.



# Ivan Ambrožič, fotograf živalskega sveta Porezna in okolice

Petra Draškovič



*Ivan Ambrožič in divji petelin.*

*Foto: Viktor Luskovec.*

Pa ne, da bi podiral rekorde ali naskakoval vrhove, vsaj tiste pohodniške ne. To je čas, ko še pred sončnim svitom najbolj pojejo divji petelini in ruševci. Petelini so Ivanova velika ljubezen. Oboji so ga povsem prevzeli. Tudi tako, da jih na sezono gre opazovat in poslušat do tridesetkrat.

V tistih prvih pomladnih jutrih od marca pa do meseca maja, ko ura še ne odbije štiri zjutraj, magistra Ambrožiča že lahko srečamo na poti na Porezen. V svoji zeleni opravi, obvezno tudi s fotografsko opremo, komaj slišno, a predano koraka proti vrhu Porezna.

Magister veterine, doma iz Gorenjih Novakov, je svojo strast do narave in fotografije razvijal postopoma. Še kot študent veterine je svoja poletja od maja do oktobra preživel v planinski koči (brez elektrike in vo-



*Smjak: Firbec.*

*Foto: Ivan Ambrožič.*



*Gams mladič: Mama, a greva?* Foto: Ivan Ambrožič.

de), se pripravljaj in študiral za izpite ter pasel govedo. Romantično, boste rekli. A ob dejstvu, da je bilo treba iti po vodo vsak dan vsaj dvesto metrov nižje v dolino in da so s septembrom izginili v dolino tudi vsi turisti, se morda tudi tisti pridih romantike (kmalu) razblini. Vsekakor pa je to bil izjemen čas, ki se ga magister Ambrožič še kako rad spominja. Prav v tem času je najbolj spoznaval vse poti in gamsje stezice Porezna in okolice. Ni čudno, da mu je okoliš, ki se razteza od Bohinja pa do Baške grape, Trebuše in Idrije, še danes tako blizu in domač, da ga fotografsko najraje upodablja. Razgibano, hribovito krajino, predvsem pa živalski svet, ki ga zaznamuje ta predel, zlasti divji petelin in ruševci, orli, sokoli ter kanje, najbolj opišejo njegov fotografski

opus, šele zatem pridejo na vrsto gamsi, srnjad, rožice in ostalo.

Lahko bi celo rekli, da je fotografa Ambrožiča najprej prevzela narava, nato lov, v zadnjih petnajstih letih pa še bolj intenzivno tudi »fotolov« ali fotografija divjih živali. Čeprav v prvi vrsti skuša dokumentirati življenje ali prizore iz narave, kot pravi sam, pa hitro ugotovimo, da se za »dokumentarnim škljocem« skriva bistveno več. Že sam izbor motivov, ki so mu najljubši, je dovolj zgovoren, da hitro opazimo, da se v Ivanu skriva več kot le »hobi fotograf«. Kdor je te živali kdajkoli skušal opazovati ali fotografirati, ve, da to niso enostavni fotografski motivi. Mnogokrat so povezani s številnimi podvigi, fotoizleti, ki so navidezno »zaman« ali vsaj brez tiste »prave dobre« fotografije, ki si je marsikdo želi. Povezani so z izjemnim poznavanjem ekologije in etologije živali, kar magistru veterine in lovcu ni tuje. Še bolj pa so pove-



*Postovka: Večerja.*

*Foto: Ivan Ambrožič.*



*Kanja: Priprave na pristanek.*

*Foto: Ivan Ambrožič.*

zani s požrtvovalnim čakanjem, vztrajnimi povratki in fotografiranjem v razmerah, ki niso vedno najbolj svetlobno ugodni. Sploh če pomislimo na rano petje ruševca pred prvim jutranjim svitom. Pogosto so srečanja z živalmi zelo zelo kratka (na primer tek gamsa čez dolino ali prelet ptice ujede v bližnji razdalji) in tedaj ima fotograf razmeroma malo časa (kdaj le nekaj sekund),

da obeleži in ovekoveči prizor ali srečanje. Tedaj je tisti posnetek, ki vendarle nastane, še posebej dragocen, saj so v njem ujete vsa prehojena pot, izkušnje, znanje, vztrajnost, predanost in tudi strast, poleg tehnične dovršenosti in estetske vrednosti fotografije seveda. In tudi tukaj Ivan vzorno išče ravnotežje kompozicijskih vrednot, barv ter sporočilnosti same.





Veliki petelin: Prihod na rastišče. Foto: Ivan Ambrožič.

Zanimivo, med Ivanovimi najljubšimi fotografijami so še posnetki, ki so nastali na diafilmih. V digitalni dobi pač ni tako zelo težko povečati občutljivost na 800 ali 3200 ASA, če je potrebno, tudi v svetlobno šibkejših razmerah. A pred leti, ko je obstajal le diazapis, je Ivan svetlobne težave pri fotografiranju petelina rešil tako, da je enostavno čakal dlje. Kot pravi sam, lovci so ga slišali peti na rastišču večinoma zgodaj zjutraj, zatem pa so odšli v dolino, ko se je sonce začelo dvigovati. Ivan pa je vztrajal,

dokler ni ugotovil, da na nekaterih rastiščih petelini ponovno zapojejo še enkrat ob polni svetlobi sredi dopoldneva. In tedaj se je vztrajnost obrestovala.

Kot član fotokluba Cerkno svoja dela razstavlja tudi skupinsko. V juniju so člani odprli stalno fotografsko razstavo v Koči na Poreznu, kjer svoja dela na ogled postavlja tudi magister Ivan Ambrožič. Vabljeni k ogledu, fotografu pa čestitke, predvsem pa še naprej obilo lepih ujetih trenutkov v naravi!



*Pajkova mreža: Ujeto jutro. Foto: Ivan Ambrožič.*



*Sokol selec: Na preži. Foto: Ivan Ambrožič.*

# Stališče Slovenskega meteorološkega društva o podnebnih spremembah

*Lučka Kajfež Bogataj*

Slovensko meteorološko društvo, ki je bilo ustanovljeno leta 1954, danes šteje več kot 120 članov. Med njimi je večina strokovnjakov na področju meteorologije, ki skrbijo za popularizacijo meteorologije kot naravoslovne vede iz skupine matematično-fizikalnih ved. Letos so obnovili tudi spletne strani, na katerih poleg številnih vsebin najdemo tudi vsem dostopno glasilo *Vetrnica*. Tretja številka *Vetrnice* ([http://www.meteo-drustvo.si/data/upload/Vetrnica\\_311\\_press\(1\).pdf](http://www.meteo-drustvo.si/data/upload/Vetrnica_311_press(1).pdf)) je še posebej zanimivo branje, saj je večinoma namenjena problematiki podnebnih sprememb.

Gospodarska kriza in z njo povezane skrbi so problem podnebnih sprememb začasno odrinile iz nabora političnih prednostnih nalog, pa tudi iz medijev in nenazadnje tudi iz misli povprečnega Zemljana. Še več, dobro organizirani podnebni skepticizem, bogato opdrpt s posebnimi interesi, je poskrbel za širjenje svojega najmočnejšega orodja – dvoma. Dvoma o tem, da se podnebje ogreva, dvoma, da so znanstveniki verodostojni, dvoma, da meteorologi sploh razpolagajo z dobro izmerjenimi podatki, skratka dvoma, ki ima en sam namen – sporočiti ljudem, da težav sploh ni in da so ukrepi nepotrebni. Ker živimo v demokratičnem svetu, ima seveda vsak človek pravico do svojega mnenja, ne pa tudi pravice do svojih dejstev.

Nekatera dejstva o podnebnih spremembah pa so zelo jasna. Prvo je nedvomno potrditve Svetovne meteorološke organizacije, da je bilo leto 2010 skupaj z letoma 2005 in 1998 najbolj toplo, odkar merimo temperaturo. Povsem enako velja za zadnjih tri-

deset let kot celoto. Meritve jasno kažejo, da se tudi v Sloveniji ozračje pri tleh segreva, in to v vseh pokrajinah. Nekoliko večji dvig temperature je izmerjen tako v mestih (naraščanje za 0,4 stopinje Celzija na desetletje) kot na podeželju (naraščanje za 0,3 stopinje Celzija na desetletje). Te vrednosti se ujemajo z gibanji, opaženimi v sosednji Italiji, Hrvaški in Avstriji. Omenjeni dvig temperature ni samo odraz krajevnih vplivov, ampak tudi globalnih podnebnih sprememb. Ogrevajo se vsi letni časi, razen jeseni, ko je dvig temperature še majhen. Bolj se ogrevajo jutra kot popoldnevi, povečuje se število toplih in zmanjšuje število ledenih dni. Zadnje nekoliko podpovprečne letne temperature smo v Sloveniji izmerili leta 1996. Ogrevajo se nam tudi vodotoki, jezera in morje. Kot zanimivost omenimo, da smo julija leta 2010 izmerili najvišjo temperaturo morja ob naši obali, in to kar 31,1 stopinje Celzija. Spomladi znatno prej olistajo in cvetijo številne rastline, v povprečju od teden do deset dni bolj zgodaj.

Hkrati s segrevanjem ozračja se spreminjajo tudi številne druge podnebne lastnosti, ki pomembno vplivajo na vse naše dejavnosti. Jeseni se količina padavin v Sloveniji povečuje, v ostalih letnih časih pa se večinoma zmanjšuje. To se kaže tudi v povprečnih pretokih vseh slovenskih rek. Zmanjšujeta se nam višina novega snega in tudi trajanje snežne odeje. Podnebna otoplitev je izrazito skrajšala trajanje ledu na Bohinjskem in Blejskem jezeru.

Zviševanja globalne temperature ozračja pri tleh v zadnjem stoletju ni mogoče pojasniti





samo z naravnimi vzroki, saj je izmerjena hitrost dviga globalne temperature od začetka industrijske dobe do danes izjemna v primerjavi s spremembami globalne temperature v zelo dolgi Zemljini zgodovini. Dejstvo je tudi, da je globalno segrevanje ozračja tesno povezano z drugimi spremembami podnebnega sistema. In zaradi izrazitega in hitrega človekovega spreminjanja sestave ozračja od začetka industrijske dobe do danes se lahko v prihodnosti v podnebnem sistemu sprožijo nenadne, nepredvidene in nepovratne spremembe veli-

kega obsega. Ob tem je žal tudi že jasno, da se bo trend podnebnih sprememb s posledicami nadaljeval še daleč v prihodnost.

O stvareh, s katerimi bomo morali živeti, potrebujemo pravilne informacije. Prav zato je Slovensko meteorološko društvo letos marca oblikovalo stališče o podnebnih spremembah, ki ga najdete na njihovih spletnih straneh (<http://www.meteo-drustvo.si>). Dokument nas skozi skoraj trideset strani vodi od vzrokov podnebnih sprememb, resnosti stanja do verjetnih posledic. Gre za zanimivo in poučno branje, ki ga dopolnjujejo še prevodi več kot petdeset najpogostejših trditev podnebnih skeptikov v slovenščino in seveda kaj o teh trditvah pravi znanost, kar najdete na strani *Skeptical Science* (<http://www.skepticalscience.com/translation.php?lang=22>). Stališče Slovenskega meteorološkega društva v prvem delu predstavlja deset ključnih, a razumljivih dejstev, ki so v drugem delu obširneje pojasnjena in opremljena z verodostojnimi referencami. Skratka – vsem na voljo prijeto branje o neprijetnih resnicah, ki je tudi poučno.

kega obsega. Ob tem je žal tudi že jasno, da se bo trend podnebnih sprememb s posledicami nadaljeval še daleč v prihodnost.

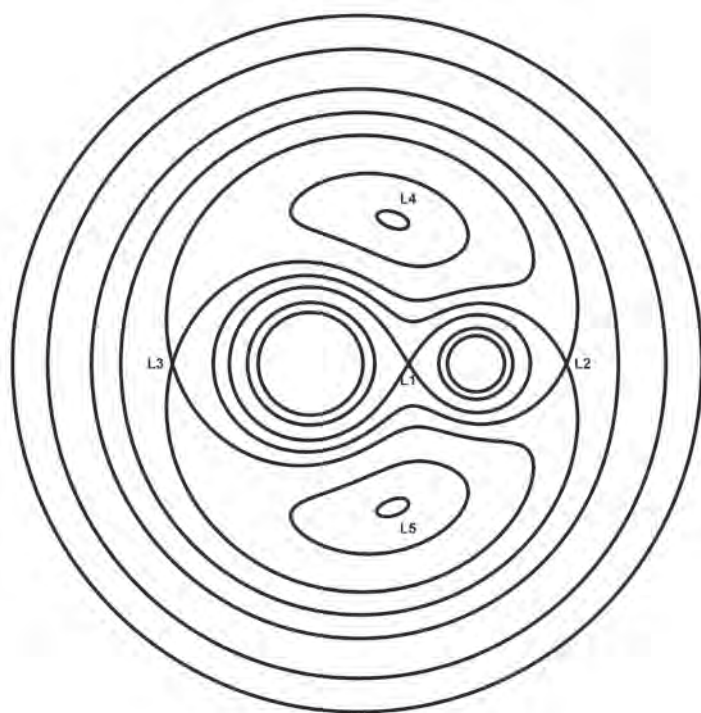
# Prvi Zemljin Trojanec

Mirko Kokole

Kako se gibljejo nebesna telesa po vesolju, je človeka zanimalo že v pradavnini. Že stare civilizacije so opazile, da se nekatera telesa na nebu glede na nepremične zvezde gibljejo zelo čudno. Sedaj vemo, da so to planeti, ki lahko na nebesni sferi navidezno rišejo prav zanimive krivulje.

Vsa gibanja nebesnih teles znamo danes dobro pojasniti in jih lahko dobro opišemo z enačbami klasične mehanike. Imamo ra-

čunalnike, ki lahko zelo natančno izračunajo, kako več nebesnih teles vpliva drugo na drugo. Tako lahko zelo dobro določijo njihovo gibanje. Pred le nekaj stoletji pa so se s tem, kako se gibajo nebesna telesa in kakšen je njihov medsebojni vpliv, ukvarjali najbistroumnejši znanstveniki tistega časa. Med njimi je bil tudi Joseph Luis Lagrange. Ta veliki matematik je veliko časa posvetil preračunavanju gibanja nebesnih te-



*Slika prikazuje konturni graf efektivnega potenciala dveh teles. Točke L1 do L3 se nahajajo na premici, ki jo določata telesi, točki L4 in L5 pa tvorita s telesi enakostrančne trikotnike, se pravi, da se nahajata šestdeset stopinj pred manjšim telesom (L4) oziroma šestdeset stopinj za njim (L5). Točke L1 do L3 so sedla potenciala in predstavljajo nestabilne točke. Točki L4 in L5 sta lokalna maksimuma in sta zaradi relativne položnosti potenciala v njihovi bližini dinamično stabilni točki. Telo v točkah L4 in L5 se bo gibalo stabilno v sozvočju z velikima telesoma.*

*Efektivni potencial dveh teles. Telesa v vesolju delujejo drugo na drugo z gravitacijo. Gibanje dveh teles zaradi gravitacije lahko rešimo splošno, gibanja treh pa ne, in se moramo zadovoljiti s približki. Eden od preprostejših približkov zadeva gibanje telesa z majhno maso pod vplivom gravitacije dveh teles z večjo maso. Gravitacija teles z večjo maso na telo z manjšo se s krajem spreminja. Pogosto je opis preprostejši, če izračunamo (negativno) delo*

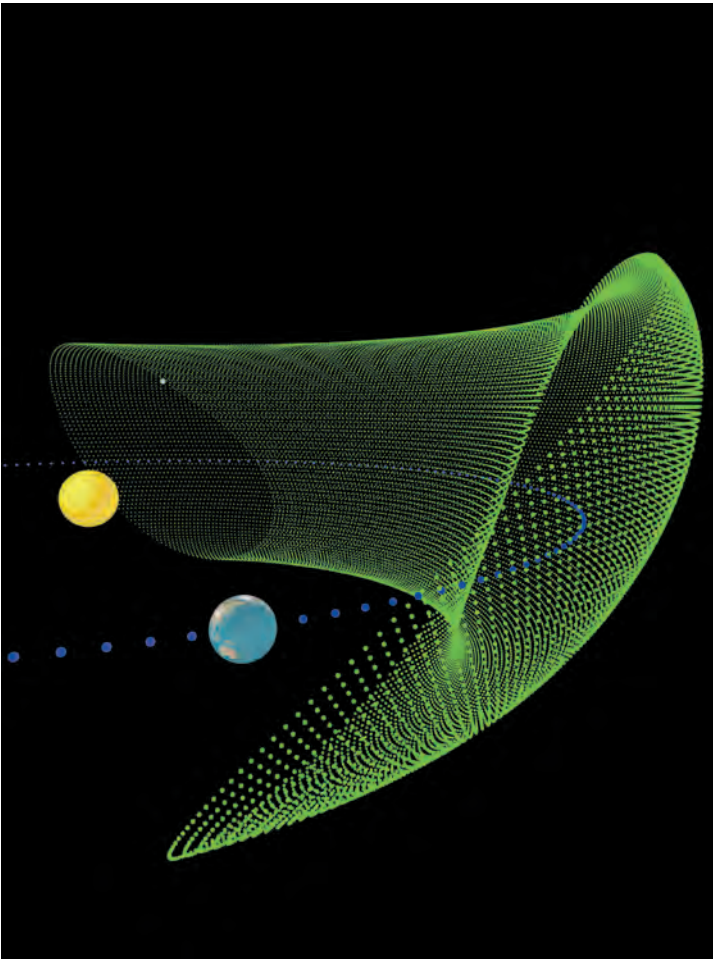
*gravitacije. Če izhajamo iz zelo velike razdalje, dobimo s tem potencialno energijo, ki jo preračunamo na kilogram opazovanega telesa, to je potencial. Ponazorimo si ga z ukrivljeno ploskvijo, v primeru dveh teles z znatno maso z jamo, ki je najgloblja na kraju obeh teles. To izkoristimo pri opisu gibanja tretjega telesa z manjšo maso. Upoštevati moramo še, da se telesi z znatno maso gibljeta okoli skupnega težišča. Razlago prispeval Janez Strnad.*

les. Rezultat njegovih raziskovanj je danes veja mehanike, ki ji pravimo Lagrangeeva mehanika.

Problem treh teles se ukvarja z medsebojnim gibanjem treh teles z maso, med katerimi deluje gravitacijska sila. Iz klasične mehanike vemo, da je tako gibanje teles kaotično, če so mase teles po velikosti med seboj primerljive. Če pa ima eno telo veliko manjšo maso kot drugi dve, je problem nekoliko lažje rešiti, saj rešimo najprej problem dveh teles, ki je preprost, in nato opazujemo samo vpliv teh dveh teles na veliko manjše telo. Prav s takim problemom se je ukvarjal Lagrange in ugotovil, da obstaja v takem

sistemu dveh teles pet točk, kjer se sile večjih teles na manjše telo uravnovesijo. V teh točkah bo majhno telo potovalo v sozvočju z velikima telesoma. Danes tem točkam pravimo Lagrangeeve točke ali libracijske točke.

Poglejmo si sedaj kar naš sistem Sonca in Zemlje. Razmerje med njunima masama je 333.000, kar pomeni, da je Sonce 333.000-krat masivnejše od Zemlje. Hitro vidimo, da se vrtita okoli skupnega težišča, ki se nahaja v notranjosti Sonca. Tak sistem dveh teles ima, kot smo že povedali, pet Lagrangeevih točk. Prva Lagrangeeva točka L1 se nahaja na daljici med Soncem in Zemljo. V tej točki se sile na majhno te-



*Izračunana orbita asteroida 2010 TK7, ki se giblje okoli Zemljine točke L4 in je zato prvi odkriti Zemljin Trojanec. Slika predstavlja gibanje asteroida v z Zemljo korotirajočem (istosmerno vrtečem se) koordinatnem sistemu. Gibanje asteroida 2010 TK7 je zelo zapleteno in – kot lahko vidimo iz slike – dosega tudi zelo velike izhode iz ekliptike. Prav to je razlog, da ta asteroid kljub temu, da je Trojanec, ni primeren za postavitev vesoljske postojanke na njem.*

*Foto: Martin Connors, Paul Wiegert, Christian Veillet.*



lo uravnovesijo, se pravi, da je gravitacijski vpliv Sonca enak Zemljinemu. Točka L1 je edina ravnovesna točka, ki bi obstajala tudi v nevrtečem (nerotirajočem) se sistemu dveh teles. Ker pa se Zemlja vrti okoli Sonca, na majhno telo – če ga gledamo iz tega pospešenega (neinercialnega) rotirajočega sistema –, deluje tudi sistemska centrifugalna sila. Zato lahko v takem sistemu obstajajo tudi druge ravnovesne točke, med katerimi sta točki L2 in L3, ki se tako kot točka L1 nahajata na premici, ki jo določata Sonce in Zemlja. Točka L2 se nahaja na drugi strani Zemlje kot Sonce in je, ker je masa Zemlje veliko manjša od mase Sonca, enako oddaljena od Zemlje kot točka L1, to je približno 1.500.000 kilometrov. Točka L3 se nahaja na drugi strani Sonca kot Zemlja. Kot zanimivost povejmo, da je te točke pred Lagrangeem odkril že Euler leta 1750. Lagrange pa je leta 1772 s svojimi računi dodal še dve ravnovesni točki. To sta točki L4 in L5, ki sta od Sonca oddaljeni tako kot Zemlja in se nahajata šestdeset stopinj pred Zemljo in šestdeset stopinj za njo. Najlažje si ju predstavljamo, če skozi točko L4 ali L5 ter Sonce in Zemljo narišemo enakostranični trikotnik.

Lagrange je do teh ravnovesnih točk prišel tako, da je iskal ekstrema efektivnega potenciala dveh masivnejših teles, v katerem se giblje telo z maso. Masa tretjega telesa mora biti veliko manjša od mas glavnih teles. Ravnovesne točke najdemo v ekstremih efektivnega potenciala. Kakšen je ta ekstrem, minimum, maksimum ali sedlo, pa nam nekaj pove o stabilnosti teh točk. Točke L1 do L3 predstavljajo sedla, točki L4 in L5 pa sta lokalna maksimuma. Od tod lahko zaključimo, da nobena od teh točk ni popolnoma stabilna. Vendar se pokaže, da lahko telo, ki se navidezno giblje okoli točk L4 in L5, tam ostane tudi dlje časa. Asteroid v taki orbiti bo okoli Sonca krožil s periodo, ki je približno enaka Zemljini. Gledano z Zemlje se bo vedno nahajal pred (L4) ali za njo (L5) in se ji bo nekoliko

približeval in nato oddaljeval. Gledano z vrha istosmerno vrtečega se sistema bo njegova tirnica delala krivuljo v obliki ledvice, ki pa se lahko v izjemnem primeru raztegne tudi vse do točke L3 ter jo tudi preide. Če se to zgodi, dobi tirnica v istosmerno vrtečem se sistemu obliko podkve.

Vsak sistem dveh teles ima svoji točki L4 in L5, zato lahko pričakujemo, da bomo našli v našem osončju več asteroidov, ki so se ujeli v tej točki. Do sedaj so odkrili največ asteroidov v točkah L4 in L5 Jupittra, kar ni presentljivo, saj je najmasivnejši planet v našem osončju. Teh asteroidov, ki jih imenujemo tudi Trojanci, je danes znanih že več tisoč. Vendar pa kljub temu, da smo vedeli, da ima lahko Trojance tudi Zemlja, do nedavnega ni uspelo odkriti še nobenega. Velik razlog za to je prav gotovo njihova navidezna bližina Soncu na nebu, kar otežuje njihovo iskanje. 28. julija letos se je to dejstvo spremenilo, ko je skupina astronomov prijavila odkritje prvega Zemljinega Trojanca, ki ima za zdaj še začasno oznako 2010 TK<sub>7</sub>.

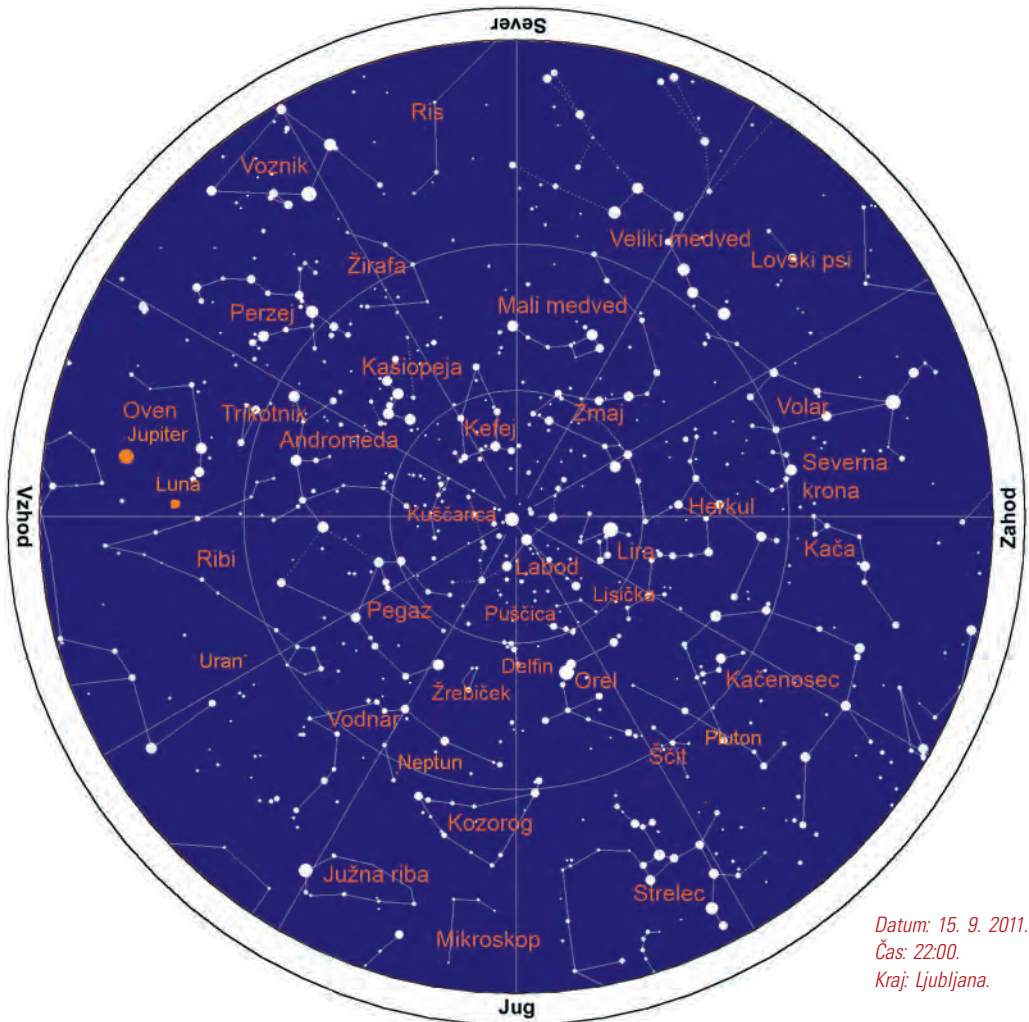
Asteroid 2010 TK<sub>7</sub> so odkrili lansko leto na posnetkih infrardečega teleskopa WISE (Wide field Infrared Survey Explorer), ki je natanko preiskoval predel neba, oddaljen devetdeset stopinj od Sonca. Preiskava vseh odkritih asteroidov je dala dva kandidata. To sta bila asteroida 2010 SO<sub>16</sub> in 2010 TK<sub>7</sub>. Za oba se je pokazalo, da sta Zemljina »sotirnika«, se pravi, da se nahajata na skupni tirnici z Zemljo in imata približno takšen obhodni čas kot Zemlja.

Za prvi asteroid so kasnejše meritve in izračuni pokazali, da se giblje po podkvasti orbiti in tako ni Trojanec, asteroid 2010 TK<sub>7</sub> pa se giblje po orbiti, ki ima obliko ledvice, okoli Lagrangeeve točke L4. Kot lahko vidimo iz slike, njegova tirnica ni prav nič preprosta, saj divje skače tudi ven iz ekliptike. Gledano s Sonca je v najbližji točki od njega oddaljen 0,81 astronomske

enote in največ 1,19 astronomske enote. Trenutno tirnico asteroida 2010 TK<sub>7</sub> lahko zelo dobro napovemo. Dolgočasovni izračuni so pokazali, da je zaradi perturbacij (motenj) ostalih teles v Osončju njegovo tirnico nemogoče napovedati za več kot 7.000 let v prihodnost. Izračuni v preteklosti nam povejo, da je približno leta 500 našega štetja asteroid 2010 TK<sub>7</sub> prešel iz orbite okoli točke L5 preko točke L3. Trenutno je v stabilni orbiti okoli točke L4, se pravi, da je pravi Trojanec. Trenutna ocena velikosti asteroida, ki sloni na privzeti vrednosti albeda 0,1, je 300 kilometrov. To pomeni, da je med večjimi sotirni-

mi Zemljinimi asteroidi.

Že nekaj časa so Trojanci obravnavani kot zanimive točke za možne vesoljske postojanke, saj jih je iz Zemlje razmeroma lahko doseči. To pa na žalost ne velja za 2010 TK<sub>7</sub>, saj je inklinacija njegove orbite zelo velika in ga je zato veliko težje doseči kot nekatere drugi asteroide v Zemljini bližini. Ali bodo nadaljnje preiskave odkrile še kakšnega Zemljinega Trojanca, bomo videli v bližnji prihodnosti.



Datum: 15. 9. 2011.  
Čas: 22:00.  
Kraj: Ljubljana.

# Članski program Prirodoslovnega društva Slovenije v letu 2011/2012

## Strokovne ekskurzije:

24. 9. 2011 – **Pohod po zaselkih Lokavca.** Kulturna, naravna in tehniška dediščina. Vodstvo: Boris Blažko.

15. 10. 2011 – **Geološka pot Rudnica – Virštajn.** Spoznavanje geoloških značilnosti Kozjanskega parka. Vodstvo: Mojca Kunst.

12. 11. 2011 – **Škocjanski zatok in Akvarij Piran.** Ogled naravnega rezervata Škocjanski zatok pod ornitološkim vodstvom ter obisk obnovljenega Akvarija Piran. Vodstvo: krajevni strokovnjaki.

14. 4. 2012 – **Kraški pojavi Planinskega polja.** Ogled Skednene in Vranje jame ter požiralnikov ob robu Planinskega polja. Vodstvo: Društvo za raziskovanje jam Ljubljana.

26. 4. 2012 – 3. 5. 2012 – **Tenerife (Kanarsko otočje).** Botanično-geološka ekskurzija (rastlinski endemiti različnih življenjskih okolij, vulkan El Teide z okolico ...). Vodstvo: prof. Manolo Gil.

12. 5. 2012 – **Rt Kamenjak in Histria.** Spoznavanje rastlinstva rta Kamenjak pri Puli in ogled ostankov mesta Nezakcij, glavnega mesta antične Histrie. Botanično-arheološka ekskurzija. Vodstvo: dr. Marko Frelih in krajevni botaniki Naravnega parka Kamenjak.

26. 5. 2012 – **Kostelska dolina.** Tišenjpoljski slap, gozdni rezervat Stružnica, Kuželjska stena nad Kolpo z naravnim oknom. Hoja: 2,5 ure. Vodstvo: Janja Benedik.

15. 6. 2012 – **Naravni park Papuk (Slavonija).** Ogled botaničnih in geoloških zanimivosti. Vodstvo: krajevni strokovnjaki.

## Srečanja naravoslovnih fotografov

Srečanja bodo od oktobra do maja vsako drugo sredo v prostorih društva v Križevniški ulici 7 v Ljubljani ob 19. uri.

## Naravoslovna predavanja

Predavanja bodo od oktobra do maja vsak tretji torek v mesecu v prostorih društva v Križevniški ulici 7 v Ljubljani ob 19. uri.

## Ostala društvena srečanja

20. 12. 2011 – **Dan naravoslovcev.** Podelitev nagrad in priznanj najboljšim v akciji Rastlina, žival in kamnina leta 2011 ter podelitev nagrad najboljšim mladim naravoslovnim fotografom.

12. 4. 2012 – **Občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije.**

**Več informacij dobite na spletni strani [www.proteus.si](http://www.proteus.si) ali v upravi društva (telefon: 01/252-19-14).**



Prirodoslovno društvo Slovenije

## Razpis tekmovanja iz znanja biologije za Proteusovo priznanje v šolskem letu 2011/2012

Prirodoslovno društvo Slovenije organizira tekmovanje iz znanja biologije za osnovne šole za Proteusovo priznanje. Tekmovanje je organizirano na dveh ravneh, šolskem in državnem. Na šolsko tekmovanje se lahko prijavijo učenci 8. in 9. razredov osnovnih šol. Več o pogojih udeležbe na državnem tekmovanju in ostala pravila tekmovanja si preberite v Pravidniku tekmovanja, ki je objavljen na spletni strani [www.proteus.si](http://www.proteus.si).

Tema tekmovanja v naslednjem šolskem letu bodo **Čebele in čmrlji**, učenci pa naj poznajo naslednja področja:

- telesno zgradbo izbranih žuželk, njihov razvojni krog in način življenja v skupnosti,
- razliko med življenjem domačih in divjih čebel,
- življenjska okolja, kjer živijo divje čebele in čmrlji,
- pomen čebel in čmrljev za ekosisteme, v katerih živijo,
- ogroženost domačih ter divjih čebel in čmrljev.

Dodatna gradiva in priporočena literatura za pripravo na tekmovanje so objavljeni na spletnih straneh društva.

**Šolsko tekmovanje bo v četrtek, 20. oktobra 2011, ob 13.00,  
državno pa v petek, 2. decembra 2011, ob 15.00.**

Več informacij o tekmovanju najdete na spletni strani društva [www.proteus.si](http://www.proteus.si).

### Editorial

*Tomaž Sajovic*

### Interviews

**Andreja Gomboc, PhD, Astrophysicist**

*Janez Strnad, Tomaž Sajovic*

More than twenty years ago one of the authors of this article (Tomaž Sajovic) contributed for *Proteus* a somewhat daring thought, namely that it was through popular science that science becomes aware

of itself. Later, when I was becoming more involved in causes and effects of alienation of the language of science, I realised while reading the German philosopher Hans-Georg Gadamer that science could gain wider recognition in society only through understandable, uncomplicated natural language, in Slovenia, for example, in clear Slovenian language. Both recognitions are embodied in German philosopher Martin Heidegger's thought that science is only one way of man's experiencing the world. It therefore makes



perfect sense for *Proteus* as a popular science journal to make way for Slovenian scientists (those who are, in fact, creators of science) to present their personal views on their scientific endeavours, social position of science and its social dimensions. This time we invited an internationally acclaimed young Slovenian astrophysicist Andreja Gomboc, associate professor at the Physics Department at the Faculty of Mathematics and Physics. Her research fields are astronomy and astrophysics, general theory of relativity, black holes, gamma ray bursts, stellar rotation and rotational velocities of symbiotic stars. In addition, she has a knack for introducing discoveries in astrophysics and astronomy, especially to laypersons and the young.

From the History of Natural Science

#### Jean-Baptiste Lamarck – From Soldier to Scholar

*Kazimir Tarman*

Lamarck is known as an early evolutionist, but he failed to uncover evolutionary mechanisms. Nevertheless, his idea on variability of species was revolutionary and had some influence also on Darwin. His thought keeps coming up in the form of neo-Lamarckism. Being engaged in a variety of subjects this naturalist published a number of books and discussions on biology, geology and meteorology. His work made a significant contribution to the knowledge of invertebrates and zoological classification. He introduced the terms biology and invertebrates in expert terminology. His *Zoological Philosophy* (1809), in which he outlined his theory of evolution, came out in the year Charles Darwin's birth.

Neurobiology

#### Adolescence – Tempestuous Changes in Brain Development

*Tina Bregant*

Adolescence is not only a time of great risk, but also a time of great opportunity. The period triggered by our internal biological clock with a rush of hormones affects both our body and brain. Adolescence is a time of substantial neurobiological and behavioural change and its origin lies also in the brain.

Physics

#### On Interpretations of Quantum Mechanics (2)

*Janez Strnad*

Discussions on the foundations of quantum mechanics took off at its very beginning. Albert Einstein and Niels Bohr carried on a debate on quantum theory at the Solvay conferences in the 1920s. Einstein came up with experiments that were to unveil the inconsistencies in quantum mechanics and Bohr – sometimes after long deliberation – disproved his considerations. Similar discussions can be traced in published Einstein-Max Born letters. Paul Dirac believed that the issues of interpretation had not matured yet and should be put off to a later time. The second part of the article presents some views of leading physicists on interpretations of quantum mechanics. This modest selection should allow readers to see how divergent these views are. It also provides links to journals which offer interesting reading to interested readers.

Nature photography

#### Ivan Ambrožič, Photographer of the Animal World of Mt. Porezen and Its Surroundings

*Petra Draskovič*

Meteorology

#### Slovenian Meteorological Society's Position on Climate Change

*Lučka Kajfež Bogataj*

Our sky

#### Earth's First Trojan Asteroid

*Mirko Kokole*

News from our Society

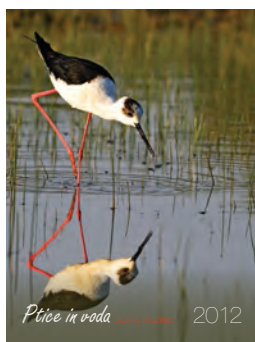
#### Slovenian Natural History Society's Membership Programme in 2011/2012

#### Call for Biology Competition for the Proteus Award in School Year 2011-2012

Call

Table of Contents

# Stenski koledar za leto 2012 s fotografijami ptic Borisa Kozinca



Cena koledarja z logotipom Prirodoslovnega društva Slovenije: **5,00 evrov.**

## Koledar lahko naročite:

- po pošti na naslov:  
Prirodoslovno društvo Slovenije, Salendrova 4, 1000 Ljubljana,
- ali po telefonu na številki (01) 252 19 14,
- ali po elektronski pošti na naslov [prirodoslovno.drustvo@gmail.com](mailto:narod@prirodoslovno.drustvo@gmail.com).

Ob večji količini odkupa koledarjev vam nudimo popust po dogovoru, možen je tudi dotisk s poljubnim logotipom.

 PRIRODOSLOVNO DRUŠTVO SLOVENIJE, Salendrova 4, 1000 Ljubljana, www.prirodoslovno.si





#### ■ Pogovori

### Dr. Andreja Gomboc, astrofizikarka

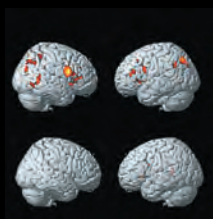
Novoveška zgodovinska oblika znanosti je dejavnost in subjektivnost izključila iz svoje podobe »objektivnega sveta«. Vendar je to »slepoto« znanosti vsaj že Martin Heidegger kritično razkril s spoznanjem, da je znanost samo eden od številnih načinov človekovega bivanja v svetu. Zato je človeško nujna odločitev, da Proteus, poljudnoznanstvena revija, odpira prostor tudi tistim »pozabljenim«, ki znanost ustvarjajo, da na osebno prizadet in kritičen način spregovorijo o svojem znanstvenem udejstvovanju, družbenem položaju znanosti in njenih človeških razsežnostih. Tokrat smo za pogovor zaprosili mlajšo slovensko mednarodno uveljavljeno astrofizikarko dr. Andrejo Gomboc, docentko na Oddelku za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko. Njeno raziskovalno področje so astronomija in astrofizika, splošna teorija relativnosti, črne luknje, izbruhi sevanja gama, vrtenje zvezd in vrtilne hitrosti simbiotskih zvezd. Ima tudi izreden občutek za seznanjanje nestrokovnjakov in predvsem mladih s spoznanji v astrofiziki in astronomiji.



#### ■ Iz zgodovine naravoslovja

### Jean-Baptiste Lamarck – od vojaka do učenjaka

Lamarcka poznamo kot zgodnjega evolucionista, ki pa evolucijskih mehanizmov ni razrešil. Kljub temu je bila njegova zamisel o spremenljivosti vrst revolucionarna in je delno vplivala tudi na Darwina. Kot neolamarkezem se njegova misel pogosto prebujata. Široko dejaven naravoslovec je objavil vrsto knjig in razprav s področja biologije, geologije in meteorologije. Pomembno je prispeval k poznavanju nevretenčarjev in zoološki klasifikaciji. V strokovno izrazoslovje je vpeljal pojma biologija in nevretenčarji. Njegova knjiga Filozofija zoologije (1809), v kateri je razložil pogled na evolucijo, je izšla v rojstnem letu Charlesa Darwina.



#### ■ Nevrobiologija

### Najstništvo - viharne spremembe v zorenju možganov

Najstništvo je čas velikih tveganj, a hkrati tudi čas neslutnih priložnosti. Obdobje, ki ga sproži naša notranja biološka ura z navalom hormonov, ne vpliva zgolj na naše telo, ampak tudi na možgane. Obdobje najstništva je obdobje velikih nevrobioloških in vedenjskih sprememb, ki imajo svoj vzrok tudi v možganih.

ISSN 0033-1605

