

# PROTEUS

marec 2013, 7/75. letnik  
cena v redni prodaji 4,60 EUR  
naročniki 4,00 EUR  
dijaki in študenti 2,80 EUR  
[www.proteus.si](http://www.proteus.si)



*mesečnik za poljudno naravoslovje*

75.  
letnik

Zgodba o Bertolonijevi orlici v Sloveniji

■  
Botanika in *Natura 2000*

■  
Neurobiologija

Zrcalni nevroni

■  
Fizika

Od streljanja češnjeve koščice  
do kameleonovega jezika



Cvetni popek julijske orlice. Foto: Amadej Trnkoczy.

■ stran 295

Botanika in Natura 2000

## Zgodba o Bertolonijevi orlici v Sloveniji

Andrej Podobnik, Boštjan Surina in Igor Dakskobler

Bertolonijeva orlica (*Aquilegia bertolonii*) je zadnja desetletja veljala za eno izmed posebnosti našega gorskega rastlinstva, tudi zato, ker njeno siceršnje območje razširjenosti sega tudi v Jugozahodne Alpe in v Apuanske Alpe. Ker je uvrščena na prilogo *Direktive o habitatih*, smo zanjo opredelili območja *Natura 2000*. Šele pred nekaj leti se je v povezavi z italijanskimi botaniki pokazala možnost, da natančneje primerjamo populacije iz vseh treh prostorsko ločenih delov območja razširjenosti in prvi rezultati so pokazali na bistvene razlike med njimi, ki niso več dopuščale uvrstitve v isto vrsto. Do podobnih spoznanj je neodvisno od nas prišel italijanski botanik Enio Nardi, ki je na podlagi herbarijskih primerkov iz južnih Julijskih Alp opisal novo vrsto *Aquilegia iulia* Nardi. To je zdaj veljavno ime za orlico, ki smo jo doslej poznali kot Bertolonijevo in je nov endemit v Sloveniji. Po slovensko bi jo lahko imenovali julijska orlica.



- 292 Uvodnik  
*Tomaž Sajovic*
- 295 Botanika in *Natura 2000*  
**Zgodba o Bertolonijevi orlici v Sloveniji**  
*Andrej Podobnik, Boštjan Surina in Igor Dakskobler*
- 303 Nevrobiologija  
**Zrcalni nevroni**  
*Tina Bregant*
- 309 Fizika  
**Od streljanja češnjeve koščice do kameleonovega jezika**  
*Gorazd Planinšič in Andrej Likar*
- 317 Študentska ekscurzija Kostarika 2012  
**Kostarika: raj za ornitologe**  
*Katja Šporar*
- 322 Paleontologija  
**Triasna ostriga nad Podbelo**  
*Matija Križnar in Alenka Jamnik*
- 324 Obletnica  
**George Emil Palade: ob stoletnici rojstva**  
*Saša Lipovšek in Ana Jerenko*
- 327 Nove knjige  
**Miloš Bavec: Zgodbe iz podzemlja.**  
*Geologija za vse otroke*  
*Matevž Novak*
- 329 Naše nebo  
**Kdaj so nastali Saturnovi obroči in njegove lune?**  
*Mirko Kokole*
- 332 Table of Contents



**Naslovnica: Cvet julijske orlice čisto od blizu, z očitno dlakavostjo cvetnih listov; pod prevalom Globoko v tolimsko-bohinjskih Juljskih Alpah.**

Foto: Amadej Trnkoczy.

## Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

### Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

**Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic**

### Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

**Lektor: doc. dr. Tomaž Sajovic**

**Oblikovanje: Eda Pavletič**

**Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbit**

**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 Kalíšnik

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: 2.500 izvodov.

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

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 4,60 EUR, za naročnike 4,00 EUR, za dijake in študente 2,80 EUR.

Celoletna naročnina je 40,00 EUR, za študente 28,00 EUR. 8,5 % DDV je vključen v ceno. Poslovni račun: 02010-0015830269,

davčna številka: 18379222. Proteus sofinancira: Javna agencija za knjigo Republike Slovenije.

<http://www.proteus.si>

[prirodoslovno.drustvo@gmail.com](mailto:prirodoslovno.drustvo@gmail.com)

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2013.

Vse pravice pridržane.

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

## Uvodnik

Uvodnik iz prejšnje številke pogloblja stara razmišljanja, poraja nova, sproža odzive ter plete neskončno tkanino spraševanj o usodi človeka v biološki evoluciji na modrem planetu. Ta usoda se je nemškemu psihologu, sociologu in filozofu Erichu Frommu razkrivala v prastari mitični svetopisemski pripovedi o »zločinu in kazni« Adama in Eve ter njenem travmatičnem prebujanju iz nagonke, predčloveške, živalske popolne zlepljenosti z naravo v mučno *zavedanje*, da sta postala nepreklicno ločena od narave, čeprav sta z njo kljub vsemu ostala še vedno povezana s številnimi vezmi.

Nagonka, predčloveška, živalska zlepljenost Adama in Eve z naravo pred usodnim uživanjem »prepovedanega« sadu z »drevesa spoznanja« je – če se spomnimo uvodnika v prejšnji številki – natančno tista živalska popolna prevzetost s svojimi *nosilci pomembnosti*, »predmeti

in vplivi v naravi«, o kateri je pisal znameniti baltskonemški biolog Jakob von Uexküll, o njem pa Kazimir Tarman v prejšnji številki *Proteusa*. To živalsko popolno prevzetost s »predmeti in vplivi v naravi« najbolj otipljivo in najbolj drastično kaže poskus s čebelo, ki ga najdemo opisanega v knjigi Giorgia Agambena *Odrpto. Človek in živalj* (slovenski prevod 2011) in sta ga v svojih delih navajala tudi Uexküll in Martin Heidegger. Pri poskusu »so čebelo postavili pred polno čašo medu. Če po tistem, ko čebela začne srkati, odrežejo njen zadek, čebela še naprej mirno srka, medtem ko iz njenega odprtega zadka odteka med. To prepričljivo kaže, da čebela sploh ne ugotovi, da je medu preveč. Ne ugotovi ne tega in ne – kar bi bilo še bolj logično –, da nima zadka.« Čebela je namreč »popolnoma zatopljen v hrano«. Prav ta nagonka popolna zatopljenost v hrano čebeli preprečuje,

da bi se sploh »zavedla« vse paradoksnosti okoliščin, v katerih se je znašla, in prenehala z »nesmiselnim« srkanjem medu. Ta poskus s čebelo bomo v nadaljevanju uvodnika skušali »brati« kot metaforo za današnjo družbo. Tako »branje« predpostavlja nekaj skrajno paradoksnega, in sicer da se človeštvo danes »vrača« na »nižjo« razvojno stopnjo. Kar zahteva tehten premislek. Premislek moramo začeti pri temeljnem bivanjskem protislovnem položaju, v katerem se je človek znašel po »izgonu iz raja«. Ta položaj zaznamuje človekovo mučno *zavedanje*, da je nepreklicno ločen od narave, čeprav je z njo neizogibno povezan s številnimi vezmi. Vprašanje, s katerim se bomo ukvarjali v tokratnem uvodniku, je, kako je človek »reševal« in še »rešuje« svoje protislovno razmerje do narave (pri tem se bom naslonil na knjigo Umberta Galimbertija *Miti našega časa*, ki je v slovenskem prevodu izšla leta 2011, za naše razpravljanje je najpomembnejše poglavje z naslovom *Mit o tehniki*).

V svoji zgodovini je človek naravo razumel na dva načina. *Starim Grkom* je narava pomenila »oporno točko tako za politiko kot za dobro vodenje duševnega življenja«. Platon je to izrazil na preprost način – človek nastaja zaradi veselja in ne obratno. Heraklit pa je v svojih *Fragmentih* o naravi zapisal: »Tega Svetovja, istega vsem skupaj, ni ustvaril niti kateri izmed bogov niti kateri izmed ljudi, ampak je vedno bilo in je in bo ogenj večno živeči, ki se v določenih merah prižiga in v določenih merah ugaša.« Za stare Grke je narava torej bila nekaj večnega, nespremenljivega in najvišjega, zato človek ni smel kršiti zakonov, ki ji vladajo.

V *judovsko-krščanski tradiciji* pa je – nasprotno – »narava zaupana človeku v oblast«, brati je treba le starozavezno Genezo: »Bog je rekel: Naredimo človeka po svoji podobi, kot svojo podobnost! *Gospoduje naj ribam morja in pticam neba, živini in vsej zemlji ter vsej lazni, ki se plazi po zemlji!*« Ta »božja« odločitev je v prikriti obliki »čakala« na svoje udejanjenje do približno leta 1600, ko se je rodila *moderna zahodna znanost*. Prvi od njenih utemeljiteljev, Francis Bacon (1561–1626), je v svojem filozofskem delu *Novum Organum* (1620) deklarativno zapisal, da je naloga »nove« znanosti obvladovanje narave, drugi od njenih »očetov«, René Descartes (1596–1650), pa je v svoji *Razpravi*

*o metodi* (1637, slovenski prevod 1957) vzneseno izjavljal, da ljudje s pomočjo »nove« znanstvene metode postajajo »gospodarji in lastniki narave«. Človek si je – v nasprotju s starimi Grki – z moderno, novoveško znanostjo zagotovil *prevlado* nad naravnim redom. Ali kot pravi Galimberti, moderna »znanost ne opazuje sveta, da bi premišljevala o njem« (to so počeli stari Grki), »temveč zato, da *bi ga pregnetla in preobrazila*. Znanstveni pogled na svet že v temelju usmerja *tehničen namen*, ki ga oblikuje, določi, opredeli in usmeri v manipulacijo.« Galimberti na tem mestu doda primerjavo, nad katero bi bil navdušen tudi Jakob von Uexküll: »Tako je, kot bi se v gozdu znašla pesnik in mizar: ob opazovanju dreves nikakor ne bi videla istega, kajti mizar bi takoj ugledal pahištvo.« *Bistvo* moderne znanosti je torej že od vsega začetka *tehnično*, današnja vedno večja prevlada *tehnike* pa njegova logična posledica.

Kam nas je naše razmišljanje pripeljalo? Pripeljalo nas je do po svoje paradoksnega razkritja, da je med odločitvijo judovsko-krščanskega Boga v Genezi, da bo po svoji podobi ustvaril človeka, ki *bo* prav zato lahko *gospodoval* naravi in vsemu svetu, ter zahodno novoveško znanostjo in njenim *tehničnim* bistvom »speljana« dobro označena »pot«. Galimberti zato popolnoma upravičeno trdi, da med vero (teologijo) in znanostjo obstaja samo »relativno nasprotje«, ki pa je »nepomembno spričo globoke skladnosti« med njima. Moderna znanost namreč razmišlja *teološko*. »O tem zvesto priča Bacon, ki v delu *Novum Organum* izrecno zapiše, da 'znanost pripomore k človekovi odrešitvi'. Zakaj? Zato, piše Bacon, ker lahko ljudje s pomočjo znanosti ponovno pridobijo *nadnaravne zmožnosti*, ki jih je imel Adam pred izvirnim grehom, predvsem pa zato, ker je zaradi njih mogoče omiliti kazni za izvirni greh. Kakor je znano, sta to *bolečina* ('v bolečinah boš rojevala') in *delo* ('v potu svojega obraza boš jedel kruh'). Znanost, ali če raje slišimo, tehnološka znanost, odvzema delu težo in trpljenju ostrino; s tem pripomore k *odrešitvi*. *To je bistvo teološkega scenarija, znotraj katerega se je rodila moderna znanost.*« (Navedeno besedilo je Galimbertijevo.)

Moderni »človek znanstvenik« se je tako prevzetno in oholo začel vračati na kraj zločina, v raj, besede in dejanja judovsko-krščanskega Bo-

ga ob izgonu človeka iz raja pa so se začela kazati le še kot naivne želje: »Tedad je gospod Bog rekel: 'Glejte, človek je postal kakor eden izmed nas, saj pozna dobro in húdo. Da ne bo zdaj iztegnil roke in vzel še z drevesa življenja ter jedel in živel na veke!' In gospod Bog je odpravil človeka iz edenskega vrta obdelovat zemljo, iz katere je bil vzet. Izgnal je človeka in postavil vzhodno od edenskega vrta kerube in meč, iz katerega je švigal ogenj, da bi stražili pot do drevesa življenja.« Človek se v svoji domišljavosti ne boji ničesar več. Odločil se je, da bo zamenjal Boga. Segati je začel po samem drevesu življenja. Kajti zaszdelo se mu je, da s svojim izumom – tehniko – lahko seže »do zvezd in še čez«.

Zgodilo pa se je nekaj popolnoma drugega. Medtem ko je človek prevzetno izumljal vedno novo tehniko, da bi gospodoval svetu, ni opazil, da je tehnika potihoma in zahrbtno zagospodovala nad njim. Galimberti v svoji knjigi omenja nemškega filozofa Güntherja Andersa (1902–1992), ki se je pred nacističnim preganjanjem zatekel v Ameriko. Ta učenec velikega nemškega filozofa Martina Heideggerja se je zaposlil v neki Fordovi tovarni. »Njegov učitelj je učil, da 'je človek pastir biti' (preprosto povedano, tisti, ki ohranja vse, kar obstaja, pri življenju: pripomba je moja), njemu pa se je zdelo, da se je znašel v položaju 'pastirja strojev', ki premorejo mnogo več znanja, natančnosti in bistroumnosti kot mi [...].« Kakšnega strahotnega ponižanja je deležen človek v dobi tehnike, drastično kaže odlomek iz knjige italijanskega sociologa, filozofa in aktivista Maurizia Lazzarata (1955–) z naslovom *Proizvajanje zadolženega človeka. Esej o neoliberalnem stanju* (slovenski prevod 2012): »Evropske podpore, izhajajoče iz Skupne kmetijske politike (CAP), so dejansko 'dolgovi', odobreni pod pogojem, da se 'dolžniki' strogo in na vseh področjih dejavnosti držijo vsega, kar razglasijo 'upniške' administracije: kraja, kjer naj pasejo ovce, v katerem letnem času, koliko živali na hektar itd. O vsem je treba poročati in vse utemeljiti (datumi, število živali, cepiva, živalske bolezni). Vsakič ko nastopi težava, pride odločitev od zgoraj in rešitev je enotno vsiljena vsem po vrsti. Pastirji ne morejo več ocenjevati tveganj in izbirati na podlagi svojih sposobnosti in veščin. Njihova dejanja so vnaprej predvidena in poenotena skozi

računalniško modelizacijo, prek katere jih je moč nadzirati. *Obnašanja postajajo avtomatična in ne vsebujejo nobene 'vrednosti presojanja', nobenega lastnega ocenjevanja, ampak samo ponavljajo presoje in ocene, ki jih je že kodificirala administracija in ki se jim morajo brezpogojno prilagoditi.* Svoboda in avtonomija, ki ju je delo z živalmi v 'naravi' na videz obljubljalo, sta se spremenili v vsesplošno odvisnost od institucij za regulacijo produkcije in razporeditev dohodka, odvisnost, ki opredeljuje položaj zadolženega človeka. [...] Nadzor nad dejanji, akcijami in odločitvami zagotavljajo orodja za računalniško upravljanje, ki z namestitvijo elektronskega čipa [...] na vsako žival vključujejo ovce in ljudi v modelizacijo in v programe, ki vsebujejo vnaprej predvidene opcije in scenarije, o katerih so odločale državne in evropske administracije. Čip spreminja živali v 'tok mesa', katerega število, porazdelitev, zdravstveno stanje itd. lahko izvemo v realnem času. Industrijska tehnika proizvodnje brez zalog, prenesena na rejo, spreminja živali v 'banke podatkov', rejce pa zgolj v nadzornike tehnično-ekonomskega procesa, ki ga upravljajo za državo. *Pastirji postanejo 'človeški' sestavni deli tega sociotehničnega in administrativnega procesa, ki jih presega in jim odvzema vsakršen vpliv nad tem, kar počnejo. Zunaj aparatov računovodskega in računalniškega upravljanja ter njihovih semiotik (statistični podatki, odstotki, kvote in načini govora) ni mogoče 'misliti', odločati in delovati.*«

Človek se je – metaforično povedano – vrnil na »stopnjo čebele z odrezanim zadkom« iz poskusa, omenjenega v začetku uvodnika. Kot mora čebela »ubogati« svoje nagone, se mora človek zdaj popolnoma podrediti tehniki, proizvodu svojega prevzetnega uma – s to razliko, da mora to »plačevati« z neizmerno depresivnostjo. To je »kazen«, ker se noče sprijazniti z edino etično izbiro, ki jo ima na tem svetu – vztrajati pri spoznanju, da je sicer res nepreklicno ločen od narave in sveta, vendar je z njima kljub temu neizogibno povezan s številnimi vezmi ... in zato tudi neskončno odgovoren zanju, za to »drevo življenja«. Kdaj bo človek spoznal – če se spomnimo Žižkove misli –, da je vsako *gospodovanje* sleparstvo?

*Tomaž Sajovic*

# Zgodba o Bertolonijevi orlici v Sloveniji

Andrej Podobnik, Boštjan Surina in Igor Dakskobler



Herbarijska pola Bertolonijeve orlice iz severozahodne Italije.  
 Foto: Branko Vreš.



Bertolonijeva orlica (*Aquilegia bertolonii*) v Apuanskih Alpah.  
 Foto: Simone Fior.

Bertolonijeva orlica (*Aquilegia bertolonii*) je zadnja desetletja veljala za eno izmed posebnosti našega gorskega rastlinstva, tudi zato, ker njeno siceršnje območje razširjenosti sega tudi v Jugozahodne Alpe in v Apuanske Alpe. Ker je uvrščena na priložo *Direktive o habitatih*, smo zanjo opredelili območja *Natura 2000*. Šele pred nekaj leti se je v povezavi z italijanskimi botaniki pokazala možnost, da natančneje primerjamo populacije iz vseh treh prostorsko ločenih delov območja razširjenosti in prvi rezultati so pokazali na bistvene razlike med njimi,

ki niso več dopuščale uvrstitve v isto vrsto. Do podobnih spoznanj je neodvisno od nas prišel italijanski botanik Enio Nardi, ki je na podlagi herbarijskih primerkov iz južnih Julijskih Alp opisal novo vrsto *Aquilegia iulia* Nardi. To je zdaj veljavno ime za orlico, ki smo jo doslej poznali kot Bertolonijevo in je nov endemit v Sloveniji.

Pred 176 leti je tržaški botanik Muzio Tommasini v nemškem botaničnem časopisu *Flora* poročal o svojem izletu v Krnsko pogorje. Pri Krnskem jezeru je takrat opa-



*Melišča pod Škrbino, bohinjska in tolminska stran grebena, klasično nahajališče (locus classicus) julijske orlice. Pogled s Podrte gore. Foto: Peter Strgar.*

zil tudi eno-, največ dvocvetno nizko orlico z velikimi modrovijoličnimi cvetovi. Njeno latinsko ime je napisal takole: *Aquilegia viscosa* (*nigricans* Reich.?). Veliko pozneje, leta 1980, je Tone Wraber v tržaški botanični reviji *Studia Geobotanica* pisal o nahajališčih lepe bilnice (*Festuca pulchella*) v Sloveniji in med drugim objavil tudi popis melišča na južnih pobočjih Vogla v tolminsko-bohinjskem grebenu Julijskih Alp. Med vrstami na tem melišču navaja tudi orlico, ki jo piše takole: *Aquilegia* cf. *bertolonii*. Okrajšavo cf. = *confer* (primerjaj) zapišemo, kadar naša določitev še ni zanesljiva, popisana orlica pa je bila najbolj podobna vrsti *A. bertolonii*. Znameniti Mayerjev *Seznam praprotnic in cvetnic slovenskega ozemlja* (1952) ter prva in druga izdaja *Male flore Slovenije* (1969, 1984) vsebujejo le naslednje vrste orlic: *Aquilegia einseleana*, *A. nigricans*, *A. atrata* in *A. vulgaris*. Bertolonijeva orlica (*Aquilegia bertolonii* Schott) je v seznam slovenske flore uradno

prišla v tretji izdaji *Male flore* (1999), kjer je ta rod obdelal Andrej Podobnik. On jo je omenjal že leto prej v naši reviji (*Proteus*, 60/9–10: 474), ko je predstavljal velecvetno orlico, drugi od nas, Igor Dakskobler, pa v zborniku *Gorski gozd*, ko je opisoval vegetacijo gozdnega rezervata Govci na severnem robu Trnovskega gozda (1998). Večjo pozornost je ta orlica dočakala v obdobju, ko se je Slovenija vključevala v Evropsko skupnost. Leta 2001 je skupina biologov - nosilna ustanova je bil Prirodoslovni muzej Slovenije, vodilni urednik in avtor pa Boris Kryštufek - pripravila obsežni elaborat o razširjenosti evropsko pomembnih vrst v Sloveniji. Floro sta v tem poročilu obdelala Tone Wraber in Andrej Martinčič, s tem da je praprotnice in semenke prevzel prvi. Med vrstami, ki so evropsko pomembne in ki rastejo tudi v Sloveniji, je bila tudi Bertolonijeva orlica. Pri opisu njenega stanja pri nas je v dodatnem komentarju T. Wraber (2001:





Poraslo melišče pod Novim vrhom (Suho Rodico) v južnih Julijskih Alpah, rastišče julijske orlice. Foto: Igor Dakskobler.

37) napisal med drugim naslednje: »Pojavljanje vrste *A. bertolonii* je v bohinjskih Julijskih Alpah prvi izrecno (v ekskurzijskem protokolu) omenil W. Lippert (München), vendar ta določitev ni še dokončno preverjena.« Takratna zadnja, tretja izdaja *Male flore Slovenije* in omenjena Wraberjeva obdelava, ki je vsebovala tudi karto območja razširjenosti, sta bili podlagi, s pomočjo katerih smo Bertolonijevo orlico v posebnem poglavju opisali v knjigi *Natura 2000 v Sloveniji, Rastline*. V njej smo dovolj izčrpno predstavili vse evropsko varstveno pomembne praprotnice in semenke, ki uspevajo tudi v Sloveniji. V predstavitvi Bertolonijeve orlice smo med drugim zapisali (Dakskobler, 2004: 41), »da je to južnoevropska montanska vrsta, ki uspeva v severozahodni Italiji (od Primorskih Alp do Apuanskih Alp v severnih Apeninih), v jugovzhodni Franciji (Provansalske Alpe, Dauphinéja) in v Sloveniji (ponekod v Kamniško-Savinjskih

Alpah, v južnem delu Julijskih Alp ter v severovzhodnem delu Trnovskega gozda). Geografsko so nahajališča v naših Alpah precej oddaljena od nahajališč v severozahodni Italiji in jugovzhodni Franciji in rastlinski sistematiki bodo morda v prihodnje, s primerjavo primerkov populacij iz disjunkta (ločenega dela areala) v Sloveniji in iz glavnega areala v severozahodni Italiji, prišli do novih spoznanj in tudi drugačnega taksonomskega vrednotenja«. Zemljevid celotne razširjenosti Bertolonijeve orlice, ki je vseboval tudi Slovenijo, so istega leta objavili švicarski botaniki v temeljnem delu *Flora alpina* (Aeschimann in sod., 2004: 188). Leta 2007 je izšla še četrta izdaja *Male flore Slovenije*, ki v zvezi s to orlico ni prinesla nobenih sprememb. Te so se zgodile šele nekaj let pozneje. Povzročil jih je Boštjan Surina, ki je opozoril svoje italijanske kolege na pojavljanje Bertolonijeve orlice v Sloveniji. Ti so si želeli nahajališča videti in nabrati pri-



*Julijska orlica (Aquilegia julia = A. bertolonii auct. slov.) na melišču nad planino Suha pod bohinjsko-tolminskim grebenom Julijskih Alp. Foto: Peter Strgar.*

merke za svoje molekularno-genetske analize. Iz Italije sta prišla dva, Margherita Lega in Simone Fior, in 31. julija leta 2010 smo skupaj obiskali Zeleni rob, z nami pa je bila tudi idrijska botaničarka Anka Vončina. Simone Fior je že na terenu samem, izhajajoč iz svojega poznavanja Bertolonijeve orlice na njenih italijanskih nahajališčih, menil, da je naša orlica nekoliko drugačna od njihove. Po povratku s terena in pregledu nabranega herbarija se je na njegovo pobudo v taksonomsko primerjavo orlic iz Slovenije in iz klasičnih nahajališč v Apuanskih Alpah v Italiji vključil tudi specialist Dino Marchetti, ki ta rod obdeluje za novo italijansko floro (pod uredništvom znanega botanika Sandra Pignattija je tik pred izidom). Italijanski botaniki so nam poslali primerke Bertolonijeve orlice iz njihovih nahajališč, Dino Marchetti pa pripravljalne opise te in njej podobnih orlic s slovenskih in italijanskih nahajališč. Na podlagi poslanega herbarij-

skega gradiva, gradiva, ki ga je na ekskurziji v Apuanske Alpe v avgustu 1981 zbral Tone Wraber, ter rastlin s slovenskih nahajališč, ki so jih prispevali različni avtorji, se je Andrej Podobnik lotil natančnih morfoloških primerjav. Z Dinom Marchettijem sta si bila bolj ali manj soglasna – razlike med našo »Bertolonijevo« orlico in med pravo Bertolonijevo orlico so tolikšne, da je v elektronskem pismu že maja leta 2011 napisal, »da bo naša orlica verjetno nehala biti Bertolonijeva«. Specialista sta pripravila natančen morfološki opis orlice, ki smo jo imeli za Bertolonijevo, in opis razlik v primerjavi s pravo Bertolonijevo orlico. Pregled herbarijskega gradiva v ljubljanskem univerzitetnem herbariju (LJU) je potrdil, da se je teh razlik zavedal tudi pokojni Tone Wraber, ki je edini med nami poznal tudi Bertolonijevo orlico na njenih italijanskih nahajališčih. Herbarijske pole prave Bertolonijeve orlice iz Italije in njej podobne naše vrste so bile



*Julijska orlica (Aquilegia iulia = A. bertolonii auct. slov.) na klasičnem nahajališču v grušču ob poti s planine Za Migovcem proti Škrbini.*

*Foto: Peter Strgar.*

izločene iz osnovne zbirke, slovenski material pa tudi razdeljen na material iz Julijskih Alp, Trnovskega gozda in Kamniških Alp. Del rastlin je bil še posebej skrbno nabran: cvetni listi so bili herbarizirani ločeno, torej pripravljene za merjenje. Pomanjkanje časa, številne druge obveznosti, nazadnje pa huda bolezen mu niso omogočili, da bi se tega problema podrobneje lotil. Ko smo si bili že soglasni, da bosta Dino Marchetti in Andrej Podobnik skupaj opisala orlico iz Julijskih in Kamniških Alp ter Trnovskega gozda kot novo vrsto, je Simone Fior navezal stik s še enim italijanskim botanikom. Univerzitetni profesor iz Firenc Enio Nardi mu je povedal o svojih namerah, da objavi monografijo o rodu *Aquilegia* v Evropi in da bo

v njej objavil tudi opis nove vrste *Aquilegia julia* Nardi, katere tipični primerek je iz Slovenije, iz Krnskega pogorja. Ta monografija še ni izšla. Vemo pa, da je prof. Nardi z opisom nove vrste (morda posredno tudi zaradi naših prizadevanj in opazanj) pohitel in že konec leta 2011 v italijanski botanični reviji *Webbia* v latinščini objavil kratek članek z naslovom: *Diagnoses aquilegiarum novarum in Europa crescentium*. V njem je med drugim opisal tudi novo vrsto *Aquilegia iulia* Nardi spec. nov. Kot njen holotip je navedel primerek, ki ga hranijo v herbariju firenške univerze, in sicer takole: »Typus - "Aquilegia Kitaibelii Schott / Alpi Giulie - M. Scherbina / Agosto 1920 / C. Marchesetti s.n." (holotypus FI).«

Nedvomno gre za orlico, ki še zdaj raste na meliščih pod Škrbino v tolminsko-bohinjskih Julijskih Alpah in ki smo jo od leta 1980 do te objave imenovali Bertolonijeva. Tipski primerek je torej nabral znani tržaški botanik in arheolog Carlo Marchesetti in orlico takrat določil kot Kitaibelovo (*A. kitaibelii*). Ta je sicer razširjena v Dinarskem gorstvu južno od Slovenije (po še ne povsem preverjenih opazanjih Boštjana Surine pa ima morda nahajališča tudi v Snežniškem pogorju). V izvirnem opisu nove orlice je Nardi izpostavil razlike med julijsko in tremi podobnimi, Bertolonijevo, Einselejevo in Kitaibelovo orlico.

Novo opisana julijska orlica je na prvi pogled zelo podobna Bertolonijevi orlici iz Italije. Cvetovi so nekoliko večji, v premeru



*Cvet julijske orlice na planini Suha. Foto: Peter Strgar.*

*Cvetni popok julijske orlice. Foto: Amadej Trnkoczy.*



imajo do 66 milimetrov, listi zunanjega kroga cvetnega odevala so dolgi do 33 milimetrov, najpogosteje med 22 milimetrov in 30 milimetrov. Za razliko od Bertolonijeve orlice, ki ima te cvetne liste jajčasto suličaste, so pri naši orlici jajčasti do široko jajčasti, podaljšani v konico. Listi notranjega kroga cvetnega odevala, ki jih gradita ploščica in ostroga, so glede na Nardijev opis krajši ali enako dolgi kot cvetni listi zunanjega kroga, po naših meritvah so večinoma enako dolgi, včasih nekoliko daljši, včasih nekoliko krajši. Po izvirnem opisu naj bi bila ploščica daljša od ostroge, naše meritve kažejo, da je približno enako dolga, pri nekaterih rastlinah nekoliko daljša, pri nekaterih nekoliko krajša. Bertolonijeva orlica ima ostrogo različno daljšo od ploščice. Cvetni listi notranjega kroga pri julijski orlici večinoma niso nameščeni vzporedno s cvetnim pecljem kot pri Bertolonijevi orlici, zato ploščica štrli navzven (primerjajte Strgarjev posnetek cveta na prejšnji strani). Pri večini primerkov Bertolonijeve orlice iz Apuanskih Alp so listi na zgornji strani nežlezno dlakavi, česar pri naši vrsti nismo nikoli opazili. Zanimivo je, da tega znaka ne omenjata niti Marchetti niti Nardi v svojem opisu.

Julijska orlica je po zdaj znanih podatkih endemit južnega dela Julijskih Alp (Krnsko pogorje, Tolminsko-Bohinjske gore, deloma tudi še južno in zahodno obrobje Triglavskega pogorja), Kamniških Alp ter severovzhodnega dela Trnovskega gozda (prodišča Trebušice, Govci med Stanovim in Zelenim robom, Sončni rob nad Hudim poljem, Gamsarica nad povirjem Belce). Zадnjo karto razširjenosti, seveda še z imenom *A. bertolonii*, smo objavili v reviji *Hladnikia* (Dakskobler, 2010). Čeprav so med populacijami iz Julijskih Alp, Trnovskega gozda in Kamniških Alp tudi nekatere manjše razlike, gre nedvomno za eno vrsto. Zato lahko vse podatke, ki jih imamo v naših zbirkah, strokovnih poročilih, člankih, monografijah in drugih objavah o vrsti *A. bertolonii* (tako o nahajališčih kot o rastiščih in združbe-

nih razmerah), prenesemo na novega endemita, julijsko orlico (*A. iulia*). Z Nardijevo objavo tudi nismo izgubili ene izmed vrst *Natura 2000*. Strokovnjak s tega področja Peter Skoberne nam je pojasnil, da je v takih primerih ključno taksonomsko stanje na dan sprejetja predpisa, torej vključuje vse morebitne kasnejše taksone, sinonime, ki izvirajo iz tega stanja. Prav tako z novim imenom ostaja med zavarovanimi rastlinami v Sloveniji in kot redka (R) v njenem *Rdečem seznamu praprotnic in semenk*. Zapišemo lahko torej takole: *Aquilegia iulia* Nardi (*A. bertolonii* auct. slov.). Italijanski botaniki, predvsem D. Marchetti, so tudi v italijansko-francoskem delu območja razširjenosti Bertolonijeve orlice ugotovili dve vrsti, *A. bertolonii* s. str. in *A. reuteri* Boiss. Slednja je razširjena predvsem v zahodnih Ligurijskih Alpah (Primorske Alpe) in jo *Flora alpina* (Aeschimann in sod., 2004: 188) omenja zgolj kot sinonim za Bertolonijevo orlico. Drugače povedano, Bertolonijeva orlica, kot jo obravnava *Flora alpina* (v širšem smislu, s. lat.), je po spoznanjih italijanskih specialistov zdaj razdeljena v tri vrste, *A. bertolonii* s. str., *A. reuteri* in *A. iulia*. V kladogramu, ki so ga objavili Fior in sodelavci (2013), sta vrsti *A. bertolonii* s. str. in *A. einseleana* razvrščeni ločeno od vrst *A. iulia* in *A. reuteri*, ki sta v večji skupini skupaj z večino ostalih evropskih orlic. Torej tudi genetsko-molekularne raziskave potrjujejo različnost julijske orlice od Einselejeve in Bertolonijeve orlice.

Morda njeno slovensko ime, julijska orlica, celo nekoliko zavaja, ker njeno območje razširjenosti presega Julijske Alpe. Pravzaprav bi jo v slovenščini lahko imenovali celo slovenska orlica, saj podobne orlice iz sosednjih držav pripadajo že drugim vrstam. Kot endemit in kot vrsta s klasičnim nahajališčem v Sloveniji pa sodi prav tako med naše znamenite rastline. Z novim imenom torej ni izgubila nobenega svojih pridevkov, kvečjemu katerega še pridobila.



Julijska orlica s poti z Vogla proti planini Razor, kot jo je upodobil akademski slikar Rafael Terpin (iz njegovega slikovnega herbarija). Foto: Anka Vovčina.

#### Literatura:

- Aeschimann, D., Lauber, K., Moser, D. M., Theurillat, J.-P., 2004: *Flora alpina*. Bd. 1: Lycopodiaceae-Apiaceae. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt Verlag. 1159 str.
- Dakskobler, I., 1998: *Vegetacija gozdnega rezervata Govci na severovzhodnem robu Trnovskega gozda (zahodna Slovenija)*. V: Diaci, J., (ur.): *Gorski gozd. Zbornik referatov. 19. gozdarski študijski dnevi. Logarska dolina 26. – 27. 3. 1998*. Ljubljana. 269–301.
- Dakskobler, I., 2004: *Aquilegia bertolonii* Schott – Bertolonijeva orlica. V: Čušin, B., (ur.), in sod.: *Natura 2000 v Sloveniji – rastline*. Ljubljana: ZRC, ZRC SAZU. 40–44.
- Dakskobler, I., 2010: *Nahajališča in rastišča vrste Aquilegia bertolonii na prodiščih reke Trebušice v Gorenji Trebuši (zahodna Slovenija)*. *Hladnikia (Ljubljana)*, 26: 3–14.
- Fior, S., Li, M., Oxelman, B., Viola, R., Hodges, S. A., Ometto, L., Varotto, C., 2013: *Spatiotemporal reconstruction of the Aquilegia rapid radiation through next-generation sequencing of rapidly evolving cpDNA regions*. *New Phytologist*, dostopno na spletu doi: 10.1111/nph.12163.
- Nardi, E., 2011: *Diagnoses aquilegiarum novarum in Europa crescentium*. *Webbia (Firenze)*, 66 (2): 231–232.
- Podobnik, A., 1998: *Rastlina meseca maja in junija*. *Velecvetna orlica (Aquilegia nigricans)*. *Proteus (Ljubljana)*, 60 (9–10): 471–474.
- Podobnik, A., 1999: *Ranunculaceae*. V: Martinčič, A., in sod.: *Mala flora Slovenije*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. 104–129.
- Tommasini, M., 1837: *Ausflug von Görz auf die Kren-Alpe und in das Reibler - Thal in Kärnthen*. *Flora (Regensburg)*, 20 (1): 65–79, 81–96.
- Wraber, T., 1980: *Über einige neue oder seltene Arten in der Flora der Julischen Alpen (IV)*. *Studia Geobotanica (Trieste)*, 1 (1): 169–178.
- Wraber, T., 2001: *Aquilegia bertolonii* Schott. V: Wraber, T., Martinčič, A.: *Flora*. V: Kryštufek, B., in sod.: *Raziskave razširjenosti evropsko pomembnih vrst v Sloveniji*, Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije. 35–37.

# Zrcalni nevroni

Tina Bregant

»I feel you,  
Each move you make,  
I feel you,  
Each breath you take.«

»Čutim te,  
vsak tvoj gib  
čutim te,  
vsak tvoj dih.«

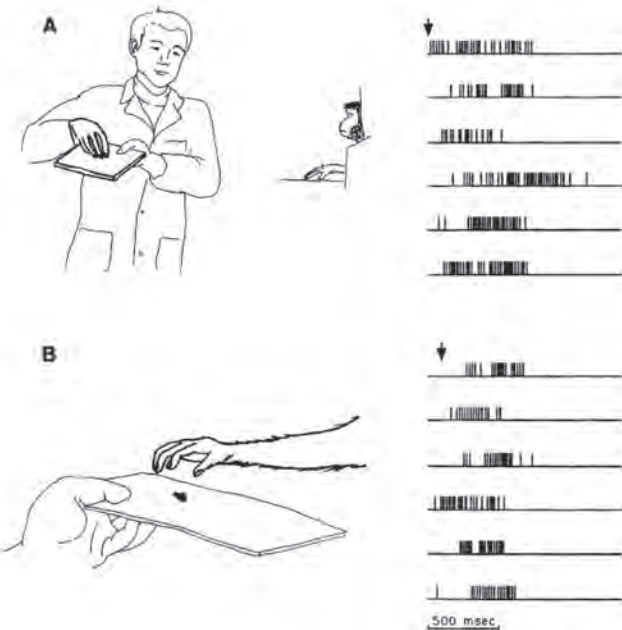
Depeche Mode: *I Feel You*.

Ne, ni šala. Ta pesmica namreč kar dobro opiše delovanje zrcalnih nevronov. »Čutim te« so peli Depeche Mode leta 1993. Pesem seveda ni namenjena nevroznanstvenikom, pač pa naj služi le kot uvod in kot ponazoritev delovanja zrcalnih nevronov.

## Kaj so zrcalni nevroni

Zrcalni nevroni so posebni nevroni, ki sta jih prvič opisala znanstvenika Gallese in Rizzolatti leta 1996 pri opici makaku. Ti nevroni se prožijo takrat, ko opica (ali oseba) opazuje gib druge opice (ali druge osebe). Ta gib mora imeti neki namen, ki ga opazujoča opica (ali pa oseba) prepozna. Zrcalni nevroni se ne prožijo, ko gre za gib brez namena ali samo ob opazovanju druge opice (ali osebe) ali samo ob posnemanju giba. Zanimivo je, da je do od-

kritja prišlo po naključju, saj je poskus bil namenjen preučevanju tega, kateri predeli možganske skorje se aktivirajo, ko opica nekaj počne, na primer z roko seže po hrani. Ko je eden od raziskovalcev sam segel z roko proti oreščku, da bi ga dal opici, so naprave zaznale pri opici enako nevronske dejavnost, kot če je po oreščku segla opica sama. To je bilo presenetljivo, saj znanstveniki niso pričakovali, da se nevroni odzovejo enako takrat, ko opica dejanje zgolj opazuje, kot takrat, ko ga izvede. Poskus, ki sta ga opisala znanstvenika ob odkritju zrcalnih nevronov, je predstavljen na spodnji sliki.



Proženje zrcalnih nevronov v predelu motorične skorje F5 pri opici. Na sliki A se nevroni pri opici prožijo ob opazovanju raziskovalca, ki z roko poseže po predmetu, na sliki B pa med tem, ko opica sama poseže po predmetu. Puščice označujejo začetek giba. Prikazanih je po šest poskusov.

Prirejeno po Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., 1996a: Premotor cortex and the recognition of motor actions. Cognitive Brain Research, 3: 131-141.

Zrcalni nevroni so bili najprej zaznani pri opicah v predelu premotorične skorje, v predelu F5. Kasneje so zrcalne nevrone odkrili tudi v spodnjem temenskem lobulu (angl. *inferior parietal lobule, IPL*), ki je povezan s skorjo zgornjega senčničnega sulkususa. Ta predel sicer ne sodi v motorično skorjo in ne sodeluje pri izvrševanju giba. Danes menimo, da sistem zrcalnih nevronov sestavljata dve območji možganov: ventralno območje motorične skorje in rostralni del spodnjega temenskega lobula. Pri ljudeh so s slikovnimi metodami, kot sta slikanji s pozitronsko emisijsko tomografijo (PET) in funkcijsko magnetno resonanco (fMRI), ter nevrofiziološkimi študijami z elektroencefalografijo (EEG), magnetoencefalografijo (MEG) in transkranično magnetno stimulacijo (TMS) dokazali obstoj podobnega, čelno-temenskega sistema, ki predstavlja analogijo sistemu zrcalnih nevronov pri opicah.

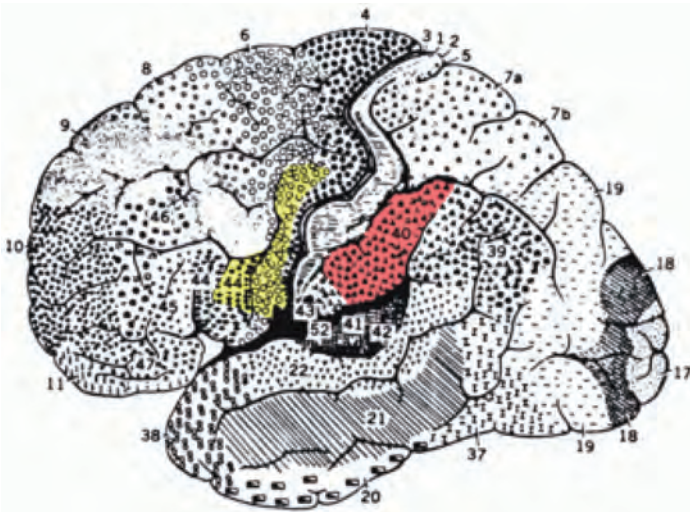
### **Kakšna je vloga zrcalnih nevronov**

Sistem zrcalnih nevronov naj bi se aktiviral ob različnih procesih v možganih. Pomagal naj bi pri učenju s posnemanjem, pri razumevanju namenov drugega, empatiji oziroma sočutju, razumevanju pomena gibov, učenju gibov in razvoju govora. Morda je bolje kot spraševati se o pomenu zrcal-

nih nevronov, kar opisati, kje se nahajajo in kdaj se prožijo. Območja aktivacije zrcalnih nevronov so na sliki označena z rumeno in rdečo barvo. Gre za območja, ki se aktivirajo, ko se kompleksen vidni dražljaj poveže z gibom.

### **Ali imamo ljudje zrcalne nevrone**

Zdelo se je, da bo z zrcalnimi nevrone nevroznanost, zlasti psihologija, dobila nov veter v jadra. Tako preprosto bi se dalo razložiti empatijo in avtizem. Pa kako dobro bi s temi spoznanji lahko zaslužili oglaševalci! Žal ali pa k sreči ni pri ljudeh nikoli tako preprosto. Pri ljudeh kljub napredujoči optogenetiki zelo težko beležimo aktivnost posameznega nevrona, saj je za vpogled treba vstaviti elektrode neposredno v možgane oziroma je potrebno funkcijsko magnetno-resonančno slikanje (fMRI). Slednje je sicer neinvazivno, vendar pa ni tako natančno. S funkcijskim magnetnoresonančnim slikanjem odjemamo signal iz območja, ki je veliko nekaj kubičnih milimetrov in ki kljub svoji majhnosti vsebuje ogromno število nevronov. Raziskovalci z univerze v Los Angelesu so s funkcijskim magnetnoresonančnim slikanjem kljub vsemu dokazali, da sistem zrcalnih nevronov obstaja tudi pri ljudeh. Ob enakih premikih prstov raziskovalca in



*Sistem zrcalnih nevronov pri človeku. Pogled na človekove možgane z leve strani, pri čemer so območja zrcalnih nevronov obarvana rumeno in rdečo. Na sliki vidimo, da se obe območji praktično dotikata silvične fisure. Nekatera območja ob silvični fisuri sodelujejo pri govoru.*

*Vir: [http://www.scholarpedia.org/article/Mirror\\_Neurons\\_f3.gif](http://www.scholarpedia.org/article/Mirror_Neurons_f3.gif)*



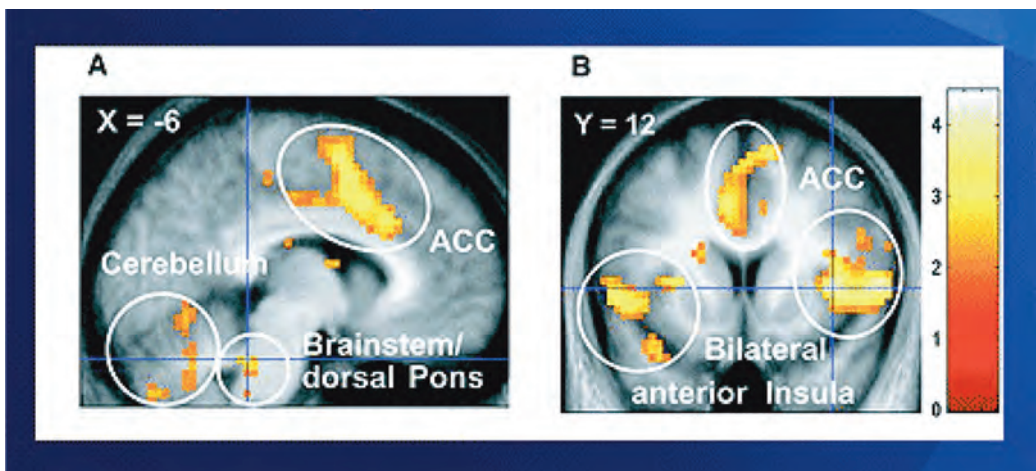
ob lastnem izvajanju giba pri preiskovancih so se namreč aktivirala ista območja v predelu čelnega in temenskega režnja.

Rodimo se z vrojenim čutom socialne pripadnosti, živimo in delamo v skupnostih - smo socialna in družbena bitja. Zrcalni nevroni se pri razlagi, zakaj je tako, zdijo zelo priročni. Kaj se dogaja, ko se nas kdo dotakne ali kadar se enako dotaknemo drugega človeka? S pesmico iz uvoda lahko metaforično ponazorimo tipno empatijo - doživljanje ob pogledu na dotikanje nekoga drugega. Ob tem se aktivira isto območje somatosenzorične skorje, kadar se dotika raziskovalec nas ali pa le kadar opazujemo, kako se raziskovalec dotika nekoga drugega na enakem mestu. Celotno občutenje bolj kompleksnih stanj, kot je na primer gnus, aktivira pri opazovalcu območja zrcalnih nevronov. Tako je raziskovalec Keysner s sodelavci preučeval čustvo gnusa pri ljudeh, ki so vonjali odvratne vonjave oziroma gledali filmski posnetek igralca, ki je skremžil obraz v izraz gnusa. Občutenje lastnega

gnusa kot tudi opazovanje nekoga drugega ob tem sta aktivirala isti predel olfaktornega območja možganov, to je sprednje območje insule in sprednji del cingulatuma. Podobno aktivacijo v sprednjem delu cingulatne skorje in sprednjem delu insule so opisovali ob sočustvovanju ob bolečini.

Zdi se, da gre pri aktivaciji sistema zrcalnih nevronov za avtomatični proces. Ljudje to opišejo, da preprosto »vedo« oziroma prepoznajo, kaj drugi občutijo ali počnejo. Zdi se, da nam zrcalni nevroni omogočijo videti druge ljudi nam podobne. Če povem drugače, ti nevroni nam omogočijo zrcaliti druge. Bolj ko se nam dogajanje ali oseba zdi blizu, torej nam podobna, oziroma jo (pre)poznamo preko izkušenj, bolj je sistem dejaven. Podskupine zrcalnih nevronov se namreč prožijo različno glede na bližino dogajanja: če se dejavnost vrši v neposredni bližini ali pa zunaj osebnega prostora, se aktivira druga podskupina zrcalnih nevronov. Proženje zrcalnih nevronov je sicer neodvisno od tre-

*Nekateri znanstveniki menijo, da gre pri empatiji za »notranje« posnemanje, ki ga lahko razložimo z delovanjem zrcalnih nevronov. Slika je prirejena po članku: Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., in sod., 2004: Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. Science, 303: 1157-1162. Z barvo so označeni predeli možganov, ki se aktivirajo ob opazovanju bolečine pri sočloveku: cerebellum – mali možgani, brainstem/dorsal pons – možgansko deblo in dorzalni del ponsa, bilateral anterior insula – sprednji del insule; v obeh polovicah možganov – obojestransko, ACC - sprednji del cingulatne skorje.*



nutne dejavnosti posameznika, kar nakazuje na avtomatičnost procesa. Proces sam pa se okrepi, če je opazovalec bolj pozoren in dejaven ob opazovanju. Tako so baletniki iz Kraljeve baletne šole v Londonu ob ogledu filmov o baletu oziroma plesnih gibih kljub nepremičnemu opazovanju filmov imeli dejavne predele zrcalnih nevronov. Dejavnost je bila večja ob gibih, ki so jih baletniki opazovalci že poznali in obvladali. Neplesalci, ki jim balet ni bil tako blizu, pa so sicer imeli aktivirane predele zrcalnih nevronov, vendar znatno manj kot baletniki. Sistem zrcalnih nevronov naj bi pomagal pri učenju novih gibov. Pomagal naj bi pri učenju s posnemanjem in pri takojšnji ponovitvi giba pri opazovalcu. Slednji se izvrši zgolj z aktivacijo zrcalnih nevronov, medtem ko učenje s posnemanjem zahteva aktivacijo prefrontalnega režnja, ki uskladi in poveže osnovne gibe v bolj kompleksno dejavnost.

### **Kaj pa, če ljudje nimamo zrcalnih nevronov**

Zrcalni nevroni naj bi omogočili tudi razumevanje položaja oziroma dejanja. Tako je Fogassi s sodelavci preučeval, kaj se zgodi, če opica prime predmet in ga pospravi v škatlo ali pa ga prime in poje. Kljub enakemu začetnemu dejanju, to je poseganju po predmetu in prijemanje predmeta, je rezultat različen. Pri različnem zaključnem dejanju so se prožili različni zrcalni nevroni. Tako je proženje zrcalnih nevronov omogočilo predvideti, kako se bo dejanje zaključilo: ali bo opica jabolko pojedla ali pa ga bo dala v škatlo.

Razumevanje sebe in drugih kot ljudi, ki imamo svoja lastna prepričanja, želje, predstave in interpretacije o svetu, nam omogoča vsakodnevno razumevanje ljudi in socialnih položajev. S tem se ukvarja teorija uma. Zrcalni nevroni, ki omogočajo razumevanje položaja, se zdijo logična razlaga teorije

*Že novorojenček z zanimanjem opazuje obraze. Če odrasli izplazi jezik, to novorojenček takoj ponovi. Pri posnemanju in takojšnji ponovitvi giba naj bi imeli ključno nalogo zrcalni nevroni.*



uma. Pri osebah z avtizmom pogosto opazamo pomanjkljivo razumevanje sebe in drugih, opazamo pa tudi odsotnost empatije.

Pri osebah z avtizmom lahko opazimo, da pogosto posnemajo določene gibe in dejanja, vendar pa njihovo posnemanje ni odlično, prav tako ne zmorejo izražati empatije, težko se vživijo v igro, na primer da bi igrali Supermana. Pri njih je teorija uma pomanjkljiva ali celo odsotna. Lahko vlečemo vzporednice med značilnostmi zrcalnih nevronov ter značilnostmi oseb z avtizmom. Nekaj raziskav pritrjuje, nekaj pa zanika povezavo avtizma s pomanjkljivo delujočim sistemom zrcalnih nevronov.

Empatija je sposobnost zaznavanja čustev druge osebe, ne da bi s tem podal svoje občutke ali misli. Empatijo poznajo tudi drugi sesalci, ne le ljudje. Vsak človek lahko pokaže nekaj empatije, vendar so nekateri pri tem tako občutljivi, da lahko občutijo celo psihično in fizično bolečino ljudi okoli sebe, kar zelo slikovito opisuje »svetobolje, welt-schmerz«. Empatijo raziskuje Simon Baron-Cohen, ki je tudi eden vodilnih raziskovalcev na področju avtizma. V svoji knjigi *Ničelna stopnja empatije: Nova teorija o človeški krutosti (Zero Degrees of Empathy: A New Theory of Human Cruelty)* opisuje različne stopnje empatije. Ob tem se dotakne druge skrajnosti: človeške krutosti in brezobzirnosti. Ali morda psihopati, kot prototipi brez empatije ali z negativno empatijo, nimajo zrcalnih nevronov, ne vemo. Prav tako ne vemo, ali je za razvoj krivo okolje ali geni – najverjetneje oboje. Kaj in koliko prispeva k temu, da se obnašamo empatično ali ne – še ne vemo. Vsekakor pa se v vpogledom v delovanje človekovih možganov, tudi zrcalnih nevronov, spustimo v vznemirljivi svet človekovega uma.

### Zrcalni nevroni in govor

Govor lahko razumemo zelo ozko, kot oblikovanje besed ali stavkov z govorili. Lahko pa definicijo govora razširimo, kar je nujno, če razumemo govor kot način, s katerim iz-

ražamo želje, občutke, čustva in misli ter se tako sporazumevamo. Tako lahko rečemo, da je govor sistem izraznih sredstev za sporazumevanje, ki je lahko govorno, pisno ali z dogovorjenimi signali. Zgolj sporazumevanje, v smislu opozorilnih krikov, kot jih poznajo živali, poznamo tudi ljudje. Gre za sistem sporazumevanja, ki je ohranjen celo pri bolnikih z globalno afazijo (popolno nezmožnostjo govora) kot posledico možganske kapi. Tudi anatomsko se strukture, ki se aktivirajo pri govoru ali pa pri opisanih zvokih, ki sicer predstavljajo sporazumevanje, razlikujejo. Zvoki nastajajo v predelu cingulatne skorje in v globokih strukturah diencefalona in možganskega debla, medtem ko so za govor odgovorna obsežna področja skorje, ki ležijo predvsem ob silvični fisuri (glej sliko na strani 304). Lahko torej rečemo, da govora, kot ga razumemo pri ljudeh, druge živali nimajo. Govor je torej kompleksna, le ljudem lastna možganska funkcija, ki jo usvojimo v svojem razvoju.

Za ustrezn razvoj govora je potrebnih veliko dejavnikov, ki se med seboj prepletajo in dopolnjujejo. Govor sooblikujejo: neokrnjeni živčni sistem, tako osrednje živčevje z možgani kot periferni deli, vključno s čutili in govorili, ustrezno razvite psihične sestavine – mišljenje, spomin, pozornost, zaznavanje – ter primerno, spodbudno okolje. Govor, tako kot hojo, usvojimo šele ob ustreznih priložnostih za učenje v določeni starosti in v družbi ljudi. Danes tudi vemo, da otroci pred usvojitvijo besed usvojijo kretnje. Ob čebljanju se okoli devetega meseca starosti pojavijo tudi prve kretnje: dojenček kaže s prstkom na predmete, pokaže, kaj bi rad, pomaha pa-pa. Šele po tem se pojavijo besede. Tudi pri otrocih z razvojnimi zaostanki se pred prvimi besedami pojavijo kretnje. Pri njih se kretnje pojavijo kasneje. Šele za pojavom kretenj se, prav tako kasneje kot običajno, pojavijo prve besede. O razvoju govora smo v reviji *Proteus* že pisali (Bregant, T., 2012: Človekova lastnost: govor? *Proteus*, 74: 391-401).

Armstrong in Corbaliss sta ob teh spoznanjih predlagala nov model nastanka govora, pri čemer naj bi predhodnik govora bila gestikulacija – kretnje in geste. Evolucijsko kasneje naj bi se gibom in kretnjam pridružil zvok, ki je nato prevzel glavno vlogo pri sporazumevanju. Povezava giba s (spo)razumevanjem nas naveže na sistem zrcalnih nevronov. Zrcalni nevroni namreč povežejo oddajnik sporočila s sprejemnikom brez dodatnega miselnega posredovanja. Če nekdo pograbi jabolko, to naša motorična skorja takoj prepozna, saj se v njej skoraj hkrati sproži sistem zrcalnih nevronov.

Ker je govor zelo kompleksen, ga ne moremo razložiti zgolj z obstojem zrcalnih nevronov. Govor in dvonožna hoja sta zelo kompleksni obliki gibanja, ki ju poznamo le ljudje. Zanimivo, da naj bi se prav s poja-

vom hoje in govora z vidika nevrologije zgodil tako imenovani »evolucijski veliki pok«. *Homo sapiens sapiens* – umni človek – naj bi se pojavil že pred 150.000 do 200.000 leti. Vendar pa so se prvo drobno orodje, slike in nakit pojavili šele pred 40.000 leti. Ugibamo, ali gre za evolucijsko zorenje čelnih režnjev, obstoj zrcalnih nevronov ali pa morda kaj drugega. Nevrolog Ramachandran osupljivo delovanje zrcalnih nevronov povezuje z nastankom civilizacije, saj naj bi prav delovanje zrcalnih nevronov omogočilo, da se naučimo kompleksnega družbenega vedenja, ki je postavilo temelje današnji civilizaciji.

*Homo sapiens sapiens je sliko konja naslikal pred 17.000 leti v jami Lascaux v Franciji. Nevrolog Ramachandran osupljivo delovanje zrcalnih nevronov povezuje s temelji današnje civilizacije.*

*Vir: <http://www.mitchellteachers.net/WorldHistory/MrMEarlyHumansProject/MrMOurHumanAncestorsAssignment.html>*



**Slovarček:**

**Sodobne slikovne metode: PET, fMRI, MEG, TMS.** Frenologi so menili, da lahko razumejo delovanje možganov in njihove posebnosti z opazovanjem površine lobanje. Danes vemo, da temu ni tako. Kljub temu pa se včasih najdemo v podobnem položaju, ko s primerjanjem strukturnih sivin (in še nekaterih barvnih odtenkov, ki jih dodamo kasneje) pri sodobnih metodah slikovne diagnostike sklepamo na delovanje možganov. Nove tehnike, predvsem pa dodatne analize in zmogljivejši aparati nam ponujajo nova razumevanja o delovanju možganov, za katere danes menimo, da so pravilnejša kot tista, ki so jih pred stoletjem ponujali frenologi.

Funkcijske metode, med katere sodijo pozitronska emisijska tomografija (PET) in slikanje s funkcijsko magnetno resonanco (fMRI), nam omogočajo »videti«<sup>1</sup> povečano presnovno aktivnost oziroma povečani lokalni pretok krvi. Tako lahko spremljamo izvajanje določenih nalog v »živih«<sup>1</sup> možganih. Nevrofiziološke študije z elektroencefalografijo (EEG), magnetoencefalografijo (MEG) in transkranično magnetno stimulacijo (TMS) pa izkoriščajo za opazovanje živčne aktivnosti spremembe membranskega potenciala aktivnih nevronov.

**Literatura:**

Armstrong, A. C., Stokoe, W. C., Wilcox, S. E., 1995: *Gesture and the nature of language*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Dapretto, M., Davies, M. S., Pfeifer, J. H., Scott, A. A., Sigman, M., Bookheimer, S. Y., Iacoboni, M., 2006: *Understanding emotions in others: Mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders*. *Nature Neuroscience*, 9: 28-30.

Fogassi, L., Ferrari, P. F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F., Rizzolatti, G., 2005: *Parietal Lobe: from Action Organization to Intention Understanding*. *Science*, 308: 662-7.

Ramachandran, V. S., Oberman, L. M., 2006: *Broken mirrors: a theory of autism*. *Scientific American*, 5: 62-9.

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., 1996a: *Premotor cortex and the recognition of motor actions*. *Cognitive Brain Research*, 3: 131-41.

Od streljanja češnjeve koščice do kameleonovega jezika • Fizika

# Od streljanja češnjeve koščice do kameleonovega jezika<sup>1</sup>

Gorazd Planinšič, Andrej Likar

Pogosto slišimo, da bi moral pouk naravoslovnih predmetov pripravljati bodoče generacije tako, da bo večina (volivci) sposobna sprejemati premišljene odločitve o vprašanjih, ki zadevajo širšo družbo in so povezana z znanostjo. Če hočemo to doseči, moramo pri pouku naravoslovnih predmetov načrtno iskati priložnosti, v katerih se lahko dijaki naučijo, kako se naravoslovno znanje gradi, izboljšuje in uporablja, pa tudi, kje so meje naravoslovnega znanja. V tem članku je analizirana zabavna dejavnost, ki jo po-

zna večina dijakov: streljanje češnjevih koščic s prsti. Zgodba je opisana kot raziskava, pri čemer so koraki podobni tistim, ki jih tipično ubirajo znanstveniki pri svojem delu. Takšen raziskovalni pristop je uspešen tudi kot poučevalska strategija, ki spodbuja dijake, da razmišljajo kot znanstveniki (Etkina, Van Heuvelen, 2007).

V zgodovini človeka je bila sposobnost, da z lastnim telesom požene v gibanje projektil, izjemnega pomena. Človek je postopoma izboljševal tehnike in izkoriščal svojo moč

<sup>1</sup> Članek je izboljšana različica članka, ki sta ga avtorja v lanskem letu objavila v reviji *Physics Education* (G. Planinšic, A. Likar, *Phys. Education*, 47 (2012): 21-27.)

na vse bolj optimalen način. Od metanja kamnov in kopij je napredoval do uporabe prač, lokov, samostrelav, katapultov in podobnih naprav. Pri tem je bil cilj povsem praktičen: ubiti žival ali sovražnika. Nekatere od teh tehnik so se ohranile do danes - na srečo s povsem drugačnimi cilji - kot športne dejavnosti. Omenimo le olimpijske discipline: meti krogle, diska, kladiva, kopja in lokostrelstvo. Pri vsem tem pa obstaja še ena komaj opazna dejavnost s podobnim namenom, ki prav tako spremlja človeka od pradavnine: streljanje koščic. Obstajata dva glavna načina, kako izstreliti koščico z lastnim telesom: tako da jo izstrelimo iz ust, v katerih povečamo tlak, ali pa tako, da jo stisnemo med prsti. V pričujočem članku se bomo osredotočili na drugo metodo. Najprej bomo postopoma razvozlati poenostavljeno fizikalno sliko streljanja češnjevih koščic s prsti, na koncu pa še spoznali, kaj ima to skupnega z vprašanjem: »Kako kameleon izstrelji svoj jezik?«

Tehnika izstreljevanja češnjevih koščic s prsti je zelo preprosta: daj svežo češnjo v usta, pojej vse razen koščice, izpljuni koščico na dlan in jo primi s kazalcem in palcem. Stiskaj koščico med prstoma kar se da močno in med tem počasi pomikaj mesto pritiska proti zadnjemu koncu koščice - in koščica bo odletela z veliko hitrostjo. Velika hitrost, s katero odfrči koščica, lahko zabava in

navduši, v radovednem človeku pa zagotovo spodbudi željo po razumevanju tega pojava.

### Opazovanja in meritve

Osnovni podatki o češnjevi koščici, ki je sodelovala v naših poskusih, so zbrani na sliki 1.

Gibanje koščice smo snemali s hitro kamero Casio Exilim, ki je že bila predstavljena v *Proteusu* (Gogala, 2009). Videoposnetke smo snemali pri nastavitvi 600 sličic v sekundi in času osvetlitve (*shutter time*) 1/4000 sekunde. Čas osvetlitve smo izbrali potem, ko smo približno določili hitrost koščice, 10 metrov na sekundo. Pri omenjenem času osvetlitve je tako razmazanost slike zaradi gibanja koščice približno 3 milimetre, kar je sprejemljivo glede na velikost koščice. Kratek čas osvetlitve zahteva močan vir svetlobe. V našem primeru smo uporabili 1000-vatni reflektor, povsem primerna pa je tudi Sončeva svetloba.

Hitrost koščice lahko določimo z merjenjem lege koščice na posameznih slikah videoposnetka, saj vemo, da so posnete v enakih časovnih intervalih (slika 2).

Določanje lege koščice iz slik bo bolj natančno, če se potrudimo, da leti koščica čim bolj v ravnini, ki je pravokotna na pogled kamere, in če je kamera čim bolj oddalje-

Slika 1: Osnovni podatki o češnjevi koščici, ki smo jo uporabili v naših poskusih. Fotografiji kažeta pogled na koščico iz dveh pravokotnih smeri. Koščica je na milimetrskem papirju.

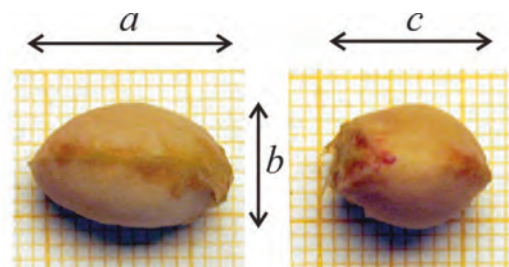
Masa sveže češnje (brez peclja): 6,65 g.  
Masa koščice:  $m = 0,60$  g.

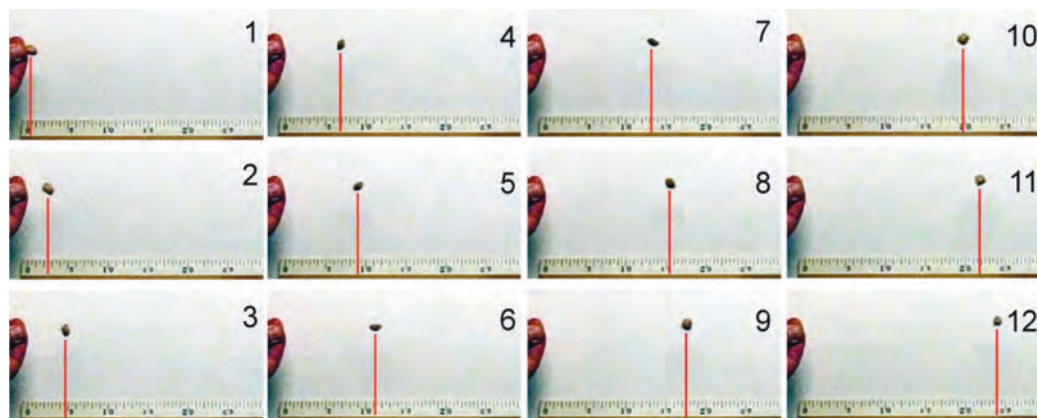
Dimenzije koščice:

$a = 14$  mm,

$b = 9$  mm,

$c = 11$  mm (pravokotno na  $a$  in  $b$ ).





Slika 2: Izstrelitev koščice: zaporedje 12 slik videoposnetka s hitro kamero. Časovni interval med zaporednima slikama je  $1/600$  sekunde. Merilo na ravnili je v centimetrih (najmanjši razmik med črtama je 5 milimetrov).

na od te ravnine (primerno velikost izreza dosežemo z uporabo zooma). Da lahko določimo razdalje v centimetrih, smo v kader postavili ravnilo. Iz posnetkov ugotovimo, da leti koščica prvih 18 milisekund (interval, ki je prikazan na sliki 2) skoraj s stalno hitrostjo 13 metrov na sekundo, kar je 47 kilometrov na uro. Pri več ponovitvah smo dobili podoben rezultat. Iz zgornjih podatkov lahko tudi izračunamo, da je zaradi gravitacijskega privlaka v zgornjem primeru koščica padla le približno 2 milimetra, kar pomeni, da lahko privzamemo, da se je v času opazovanja gibala kar po premici. Zanimiva je tudi primerjava hitrosti koščice in kopja. Hitrost, ki jo doseže kopje pri metu na olimpijskih igrah, je približno 100 kilometrov na uro, kar je le dvakrat več kot hitrost koščice, ki jo izstrelili netrenirani fiziki v srednjih letih.

Če pozorno pogledate fotografije na sliki 2, boste opazili, da se koščica med letom tudi vrtil. Podrobna analiza slik pokaže, da naredi koščica en obrat v času prvih desetih sličic, iz česar lahko izračunamo, da se vrtil s frekvenco približno 60 hertzev.

### Privzetki in preprosta razlaga

Poskusimo na podlagi slik najprej oceniti pospešek ob izstrelitvi koščice. Pri tem bo-

mo privzeli, da je bil pospešek ves čas enak, dokler ni koščica dosegla največje hitrosti. Ker smo že določili končno hitrost, je dovolj, če ocenimo še razdaljo, na kateri koščica doseže to hitrost iz mirovanja. Smiselno se zdi, da za oceno te poti vzamemo kar dolžino koščice ( $s = 14$  milimetrov), saj smo pri streljanju vedno usmerili s konico naprej. Iz teh podatkov izračunamo

$$a_k = \frac{v_k^2}{2s} = 6000 \text{ m/s}^2 \text{ ali približno } 600 \text{ g.}$$

Ker poznamo tudi maso koščice, lahko ocenimo silo, s katero smo delovali na koščico med pospeševanjem. Drugi Newtonov zakon nam pove, da je bila sila približno 4 newtone.

### Preverjanje rezultatov

Postojmo za hip in razmislimo o smiselnosti rezultatov, ki smo jih izračunali doslej. V primerjavi s težnim pospeškom  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  se zdi izračunani pospešek 600 g sicer ogromen, toda iz vsakdanjega življenja nimamo kaj dosti izkušenj s pospeškom, zato težko sodimo, ali je izračunana vrednost smiselna ali ne. Nekoliko več izkušenj imam s silami, ki jih navadno

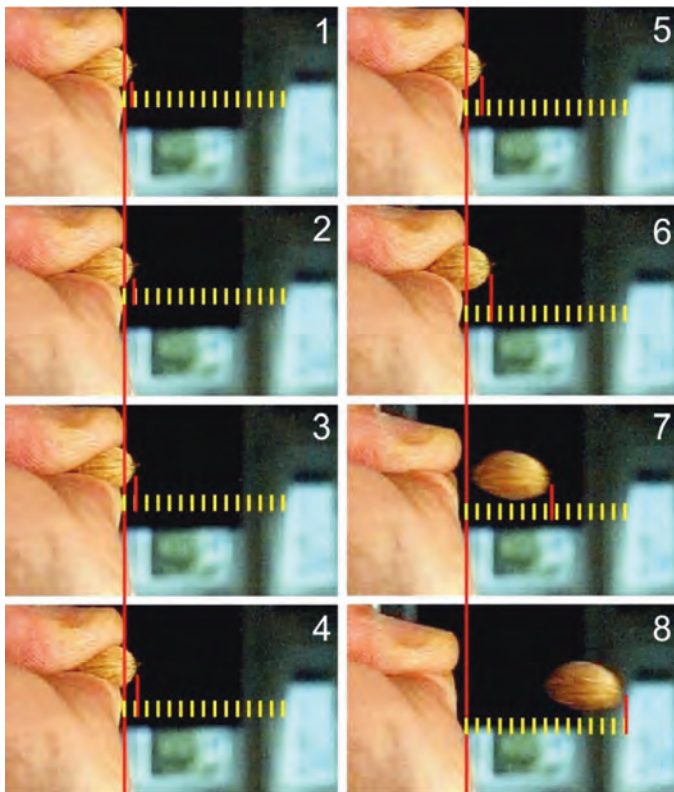
primerjamo s težo znanih teles. Sila 4 newtone ustreza približno teži 0,4 kilograma predmeta. Kdor je streljal češnjeve koščice s prsti, se bo zagotovo strinjal, da je sila, s katero stisnemo koščico, mnogo večja od izračunane sile 4 newtonov. Znatno razhajanje med izračunano silo in silo, ki smo jo ocenili na drug način (v tem primeru na podlagi izkušenj), kaže na to, da koščice ne pospešuje neposredno sila naših prstov in da je mehanizem izstreljevanja češnjeve koščice očitno bolj zapleten, kot smo sprva mislili.

### Dodatni poskusi

Če hočemo izboljšati razumevanje izstreljevanja koščice, potrebujemo več meritev. Zopet uporabimo hitro kamero, toda tokrat se še bolj osredotočimo na samo izstrelitev koščice. Slika 3 kaže bližnje posnetke nove izstrelitve z isto koščico v osmih zaporednih trenutkih. Iz časovnega spreminjanja

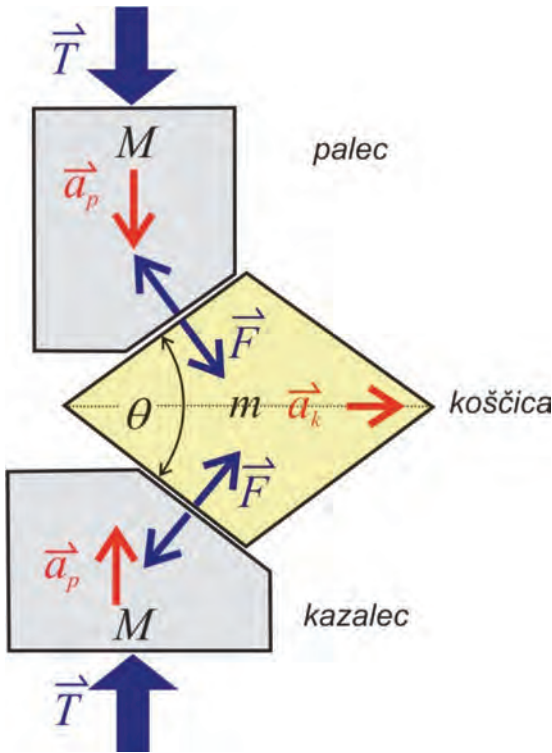
lege lahko izračunamo časovno spreminjanje hitrosti in pospeška.

Analiza meritev pokaže, da je bil največji pospešek dosežen takrat, ko so prsti zdrsnili po zadnji polovici koščice (nekje med šesto in sedmo sličico). To pomeni, da je razdalja, na kateri koščica pospeši do končne hitrosti, približno polovica njene dolžine in ne celotna dolžina, kot smo prvotno ocenili. Iz posnetkov dobimo tudi idejo, kako izboljšati naš model, s katerim pojasnimo mehanizem izstreljevanja koščice. V izboljšanem modelu moramo upoštevati obliko koščice in vlogo prstov pri pospeševanju, toda tako, da izboljšani model ne bo bolj zapleten, kot je to nujno potrebno. Zato bomo naredili nekaj privzetrov. Privzeli bomo, da ima koščica obliko dvojnega klina, tako da ima presek koščice obliko romba (glej sliko 4). Privzeli bomo tudi, da imata kazalec in palec enaki



Slika 3: Bližnji posnetek izstrelitve koščice: zaporedje 8 videosalik s hitro kamero. Časovni interval med zaporednima slikama je 1/600 sekunde. Rumene črtice na slikah so 2 milimetra narazen.





Slika 4: Izboljšani model mehanizma izstreljevanja koščice (velikosti posameznih delov niso prikazane v pravilnem razmerju). Vektorji pospeška so prikazani z rdečo, vektorji sil pa z modro bravo. Narisane so le kontaktne sile na posamezni del modela (teža ni pomembna v tem primeru):  $F$  – sila, s katero prst deluje na koščico oziroma koščica na prst (po 3. Newtonovem zakonu sta sili nasprotni in po velikosti enaki),  $T$  – sila mišic na prst.

masi in nanju delujeta enaki sili mišic ter da se gibljeta le v smeri pravokotno na smer gibanje koščice. Zanimarili bomo silo trenja in vpliv teže. Slika 4 kaže skico modela in sile, ki delujejo med sestavnimi deli modela.

### Analiza modela

V našem modelu je oblika koščice določena s kotom  $\theta$ , ki ga lahko izračunamo iz enačbe

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{b}{a}.$$

Za našo koščico dobimo

$$\theta \approx 65^\circ.$$

Iz skice modela je razvidno, kako je premik koščice povezan s premikom prstov. Če se vsak prst premakne za  $x$  drug proti drugemu v navpični smeri, se pri tem koščica, ki drsi ob prstih, premakne za

$$x \cot(\theta/2)$$

v vodoravni smeri. Razmerje premikov koščice in prstov je enako razmerju hitrosti in tudi razmerju pospeškov obeh teles (privzeli smo, da sta prsta enaka in se torej gibljeta na enak način). Zvezo med pospeškom koščice in pospeškom prstov lahko torej zapišemo takole:

$$a_k = a_p \cot(\theta/2).$$

V našem primeru izračunamo

$$a_k \approx 1,6 a_p.$$

Gibanje prstov in koščice pod vplivom sil opišemo z drugim Newtonovim zakonom. Tako dobimo še dve enačbi (ker smo privzeli, da sta prsta enaka in koščica simetrična, opišemo gibanje obeh prstov z isto enačbo). Dobili smo sistem treh enačb s tremi neznankami:  $a_k$ ,  $a_p$  in  $F$  (sila posameznega prsta na koščico). Sistem lahko rešimo (glej dodatek) in izrazimo pospešek koščice takole:

$$a_k = \frac{2T \tan(\theta/2)}{m + 2M \tan^2(\theta/2)},$$

kjer je  $T$  sila mišic in  $M$  masa prsta. Masa dela prsta, ki sodeluje pri pospeševanju koščice, je približno 15 gramov, kar je polovica mase celotnega prsta. Maso celotnega prsta smo ocenili tako, da smo izmerili prostor-

nino prsta ter privzeli, da je njegova gostota enaka gostoti vode.

V našem primeru je masa koščice (0,60 g) mnogo manjša od mase prstov, zato jo v imenovalcu zgornjega izraza zanemarimo in dobimo:

$$a_k \approx \frac{T}{M} \cot(\theta/2).$$

Izraz pove, da je pospešek koščice v prvem približku določen s silo mišic, maso prstov in obliko koščice, ni pa odvisen od mase koščice. Ker smo privzeli, da je masa koščice mnogo manjša od mase prstov, je ta rezultat smiseln. V našem poenostavljenem modelu sile mišic pospešujejo prsta, koščica pa le zdrsne ob prstih in se zanemarljivo upira pospeševanju.

### Testiranje modela z dodatnimi merjenji

Model bomo sprejeli, če se napovedi, ki jih izračunamo na podlagi modela, ujemajo z meritvami. S podatki, ki smo jih zbrali doslej, lahko na podlagi modela ocenimo silo, s katero mišice delujejo na prsta. Če vzamemo za pospešek koščice vrednost, ki smo jo ocenili na začetku članka ( $6000 \text{ m/s}^2$ ), dobimo za silo mišic ( $T$ ) oceno 60 newtonov. Kako lahko na preprost način izmerimo silo

mišic, ki deluje na kazalec in palec, ko ju stiskamo skupaj? Običajni silomer je očitno neuporaben za ta namen. Potrebovali bi ploščat merilnik sile, ki bi ga stisnili s prstoma. Toda za grobo oceno lahko tak merilnik nadomestimo s tanko plastično cevko. V našem poskusu smo uporabili plastično cevko z zunanjim premerom 6 milimetrov in notranjim premerom 3 milimetra. Takšna cevka je primerno trda, da jo lahko sploščimo le, če jo stisnemo kar se da močno (slika 5). Seveda je to odvisno tudi od osebe, ki stiska, toda v našem primeru nas zanima le red velikosti, za kar zadostuje opisana merilna metoda. Cevko smo nato položili na tehtnico, jo stisnili tako, da smo dosegli enako deformacijo in odčitali maso, ki jo je kazala tehtnica (slika 5). Težo te mase smo vzeli za oceno iskane sile  $T$ . Po več merjenjih smo dobili povprečje 50 newtonov. Ker se napoved, ki smo jo naredili na podlagi modela, dobro ujema z izmerjeno vrednostjo, je naše zaupanje v veljavnost modela večje.

### Omejitve modela

Pomembno je, da se zavedamo, da smo pri oblikovanju modela naredili različne pričetke in da je njegova uporabnost pri opisu poskusa in napovedovanju zato močno omejena. Naštejmo glavne lastnosti poskusa, ki

Slika 5: Merjenje sile mišic s stiskanjem cevke. Najprej stisnemo cevko med prsti tako, kot da bi izstreljevali koščico (levo). Nato položimo cevko na tehtnico in pritisnemo s prstom tako, da dosežemo enako deformacijo cevke kot prej (desno).



jih model ne upošteva: med koščico in prsti je prisotno trenje, prsta se med seboj razlikujeta po obliki in masi in se ne gibljeta po isti premici. Realna koščica ni simetrična in njena površina ni ravna, temveč zakrivljena.

### Uporaba pridobljenega znanja

V zgodbi o streljanju koščice lahko vidimo ponazoritev tipičnih korakov, ki jih ubirajo znanstveniki pri svojem delu. Toda ob tem primeru ste se gotovo vprašali: »Pa kaj potem, če vem, kako odfrči koščica, ko jo stisnem? Kje lahko to znanje sploh uporabim?« Z naslednjim primerom bomo pokazali, da je potencialna uporabnost vsakega znanja mnogo večja, kot se morda zdi na prvi pogled.

Kameleon lahko ujame plen, ki je oddaljen od njega celo za eno in pol njegove dolžine. Jezik iztegne v desetinki sekunde, pospešek jezika pa pri tem doseže vrednost  $500 \text{ m/s}^2$  (Mueller, Krenenburg, 2004). V preteklosti so zoologi predlagali več hipotez, s katerimi bi razložili proženje kameleonovega jezika, na primer erekcija jezika kot posledica povečanja krvnega tlaka ali napihovanje jezika z zrakom iz pljuč. Leta 1933 je Zoond predstavil razlago, ki je trenutno sprejeta kot veljavna (Zoond, 1933), toda razprava o vlogi posameznih delov kameleonovega je-

zika se še nadaljuje (Mueller, Krenenburg, 2004). Poglejmo Zoondovo razlago.

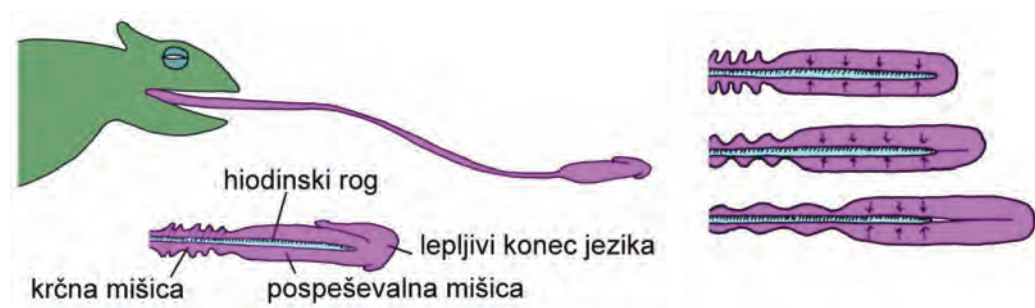
Kameleon ima votel jezik. Ta je navlečen na dolgo koničasto hrustančno tvorbo (imenuvamo hidinski rog), ki izrašča iz obraznih kosti. Jezik je zgrajen iz treh osnovnih delov: iz lepljivega konca jezika, krčnih mišic in pospeševalnih mišic. Pospeševalne mišice imajo valjasto obliko in se krčijo v radialni smeri, tako da pri tem stisnejo hidinski rog. Ker je ta koničaste oblike, deluje pri močnem krčenju pospeševalnih mišic na mišično konico jezika sila, ki jo pospeši v smeri hidinskega roga (slika 6). Konica jezika tako zdrsne s hidinskega roga z velikim pospeškom in odleti proti plenu.

Mehanizem je podoben kot pri streljanju čušnjevih koščic, le da sta v tem primeru vlogi koščice in prstov zamenjani. Hidinski rog (prej koščica) ostane na mestu, mišice, ki ga stiskajo (prej prsti), pa odletijo z velikim pospeškom. Potem ko lepljiva konica doseže plen, krčne mišice vrnejo jezik v prvotni položaj in začne se pojedina.

### Zaključek

V članku smo poskušali slediti tipičnim korakom, kot jih ubirajo znanstveniki pri raziskovanju. Na podlagi opazovanj in privzetkov smo oblikovali prvi preprosti mo-

Slika 6: Skica kameleona z iztegnjenim jezikom (zgoraj levo), zgradba kameleonovega jezika (spodaj levo) in gibanje konice kameleonovega jezika med proženjem v treh zaporednih trenutkih (desno).



del. Ker se napovedi, narejene na podlagi tega modela, niso ujemale z meritvami, smo predlagali izboljšani teoretični model. Za reševanje modela smo uporabili matematična orodja in preizkusili veljavnost modela z neodvisno meritvijo. Preverili smo konsistentnost modela in se ob tem zavedli njegovih omejitev. Na koncu smo pokazali, da je lahko tako pridobljeno znanje uporabno v povsem drugačnem primeru, ki pa ga lahko opišemo na analogen način. Dijaki in študenti morajo imeti priložnosti, da doživijo vsakega od teh korakov in spoznajo, kakšno vlogo imajo pri nastajanju naravoslovnega znanja. Pomembno je tudi, da ob tem spoznajo, da znanost ne daje dokončnih, absolutnih odgo-

vorov, temveč približke, ki pa z napredovanjem znanosti postajajo vse bolj točni.

*Literatura:*

Etkina, E., Van Heuvelen, A., 2007: *Investigative Science Learning Environment - A Science Process Approach to Learning Physics. V: Redish, E. F., Cooney, P., (urednika): Research Based Reform of University Physics, AAPT (2007), dostopno na [http://per-central.org/per\\_reviews/media/volume1/ISLE-2007.pdf](http://per-central.org/per_reviews/media/volume1/ISLE-2007.pdf).*

Gogala, M., Proteus 2009: *Casio Exilim Pro EX F1, nevsakdanja fotokamera, zanimiva za naravoslovce. Proteus, 71(9-10): 443-448.*

Mueller, U. K., Krenenbarg, S., 2004: *Power at the tip of the tongue. Science, 304: 217-219.*

Zoond, A., 1933: *The mechanism of projection of the chameleon's tongue. J. Exp. Biol. 10: 174-185. Dostopno na: <http://jeb.biologists.org/content/10/2/174.full.pdf>.*

## Dodatek

### Matematična obravnava modela za opis izstrelitve koščice.

Zapišemo drugi Newtonov zakon za koščico in za en prst:

$$T - F \cos(\theta/2) = M \cdot a_p$$

$$2F \sin(\theta/2) = m \cdot a_k$$

Geometrija problema določa zvezo med pospeškoma:

$$a_k = \frac{a_p}{\tan(\theta/2)}.$$

Tako imamo tri enačbe in tri neznanke. Sistem je preprost, ker so enačbe linearne. Rešitev sistema zapišemo v obliki:

$$a_k = \frac{2T \tan(\theta/2)}{m + 2M \tan^2(\theta/2)},$$

$$a_k = \frac{2T \tan^2(\theta/2)}{m + 2M \tan^2(\theta/2)},$$

$$F = \frac{mT}{\cos(\theta/2)(m + 2M \tan^2(\theta/2))}.$$

Če upoštevamo,

da je  $m < M$ ,

lahko izraz za pospešek koščice zapišemo v naslednjem približku:

$$a_k \approx \frac{T}{M \tan(\theta/2)}.$$

# Kostarika: raj za ornitologe

Katja Šporar

Življenjski prostori v regiji okoli Golfo Dulce so izredno raznoliki. Mešanica nižinskih tropskih gozdov, obale, mangrov in kmetijskih območij pomeni tudi izredno pestrost ptic. Do leta 2007 so na tem območju opisali 319 vrst.

V tem kratkem članku je nemogoče predstaviti vso pestrost tamkajšnjih ptic, zato vam bom predstavila le tiste ptice, ki smo jih imeli priložnost opazovati med našo strokovno ekskurzijo v Kostariki.

Prvo jutro na tropski postaji. Ne morem več spati, komaj čakam, da vidim, kakšen bo današnji dan. Vstanem in najdem se sredi raja. Ob jedilnici zaslišim petje ptic. Ptice, kamorkoli pogledam. Takšne, ki jih sploh ne poznam. To bo še zanimivo, si rečem ... Vsak dan smo imeli možnost opazovati vrsto žametne tangare (*Ramphocelus costaricensis*). Čudovita črna ptica z rdečimi peresi na krilih. Vedno znova sem navdušena nad njo. Ptica je endemična za pacifiško nižavje Kostarike in je pogosta na robovih gozdov ter zaradi svoje barve zelo izstopajoča.

Velikokrat smo opazili še drugo izredno pisano ptico, katere ime v španščini pomeni »sedem barv«. Ptica je velika približno 13 centimetrov. Potuje v parih ali v majhnih družinskih skupinah in naseljuje predvsem zgornje dele gozdov. Ta izredno lepa ptica, ki prav tako navdušuje zaradi svoje barve, je zlatokapa tangara (*Tangara larvata*).

Po pripovedovanjih naj bi se tu pogosto zdrževali tudi tukani, ene mojih najljubših ptic. Ptica, ki je v naravi še nisem videla. Na območju deževnega gozda Esquinas živi edina vrsta velikega tukana, kostanjekljuni tukan (*Ramphastos swainsonii*). Prepoznamo ga zaradi njegovega rumeno-rjavega kljuna. Velikokrat sem zgodaj zjutraj zaslišala njihov značilni klic »Dios, te-dé, te-dé«. Ni lepše budilke kot budilka tako posebne ptice, kot je tukan.

Na sami tropski postaji smo lahko opazovali tudi nekaj različnih vrst kolibrijev. S svojo majhnostjo in hitrostjo navdušijo vsakogar. V Ameriki najdemo 328 vrst, v nacionalnem parku Piedras Blancas pa so do sedaj opisali 19 vrst. V družino kolibrijev (Trochilidae)

sodita dve poddružini: Phaethornithinae in Trochilinae, katerih predstavnike ločimo po njihovi obarvanosti in vedenju. Trochilinae imajo pogosto kovinski lesk, medtem ko so



Žametna tangara (*Ramphocelus costaricensis*).

Foto: Katja Šporar.



Zlatokapa tangara (*Tangara larvata*).

Foto: Katja Šporar.



Kostonjekljuni tukan (*Ramphastos swainsonii*).

Foto: Katja Šporar.

Phaethornithinae različnih rjavih barv. Poleg manjših ptic, ki so nam delale družbo na postaji, pa se nam je včasih pridružila malce večja ptica, in sicer velika hokojka (*Crax rubra*). Razširjena je od zahodnega Ekvadorja do severne Mehike. Na sami postaji smo opazovali predvsem dokaj pisane samice. A večinoma le zjutraj in zvečer, čez dan so te kure večinoma skrite globoko v gozdu. Zanimivo je, da popolnoma črni samci, ki jih krasita le živorumeni kljun in rumena voščnica, pojejo skriti visoko v krošnjah dreves, medtem ko se samice rade sprehajajo po gozdnih tleh.

Velikokrat so naše zanimanje preusmerili jastrebi. Vranji jastreb (*Coragyps atratus*) je izredno pogost, predvsem ga velikokrat vidimo v bližini mest. Na tem območju živita poleg omenjenega jastreba še puranji jastreb (*Cathartes aura*) in kraljevski jastreb (*Sarcoramphus papa*). Puranji jastreb ima izredno dobro izostreni voh in lahko izsleda mrhovino globoko v gozdu. Vranji jastreb pa se zanaša predvsem na svoj vid in se posledično prehranjuje predvsem na odprtih območjih.



Kolibri. Foto: Katja Šporar.

Velika hokojka (*Crax rubra*).  
Foto: Katja Šporar.

Med izleti v gozd je moje oko ujelo veliko žolno. V gozdu Esquinas lahko najdemo dve vrsti žoln: dvoprogo žolno (*Dryocopus lineatus*) in bledokljuno žolno (*Campephilus guatemalensis*). Prva je široko razširjena in jo najdemo od severne Mehike do severozahoda Peruja in do severne Argentine, druga pa je manj pogosta in živi od severne Mehike do zahodne Paname. Vrsti sta si podobni, toda bledokljuna žolna ima svetel kljun in bolj rdeče obarvano glavo.

Nekega dne smo med poležavanjem pod palmami zaslišali glasno prerekanje ptic,

svetlordečih ar (*Ara macao*). S svojimi rdečimi, modrimi, rumenimi peresi, dolgimi repnimi peresi in močnim kljunom je nezmožljiva ptica Kostarike. Nekdaj pogosta ptica je sedaj zaradi izsekavanja gozdov in lova za prodajo blizu izumrtja. Združenje Deževni gozd Avstrijcev in Zoo Ave skrbita za to, da se bo njihova populacija v prihodnosti povečala.

Med enodnevnimi izleti v bližnjo okolico postaje smo ob rekah srečevali bele srpače (*Eudocimus albus*). To je vrsta ibisa srednje velikosti, ki jo z lahkoto prepoznamo zaradi



Vranji jastreb (*Coragyps atratus*).  
Foto: Katja Šporar.



Svetlordeči ara (*Ara macao*).  
Foto: Katja Šporar.



Bela srpača (*Eudocimus albus*).  
Foto: Katja Šporar.





Rjavi pelikan (*Pelecanus occidentalis*). Foto: Katja Šporar.

njene bele barve, le na konicah kril ima nekaj kontrastno črne barve. Prepoznavno pa jo naredijo rdečkaste noge in navzdol upognjeni kljun enake barve.

Zadnji sprehod po obali. Slikam školjke in s kotičkom očesa opazim, da se približuje velika jata večjih ptic. Hitro pripravim fotoaparata in navdušeno ugotovim, da gre za rjave pelikane (*Pelecanus occidentalis*). Več deset pelikanov, ki letijo nad menoj, lepo usklajeno, drug poleg drugega. Trenutek, ko ti zastane dih in se ti na usta prikrade nasmeš. Trenutek, ki se mi je vtisnil globoko v spomin.

#### Literatura:

Albert, R., Aubrecht, G., Huber, W., Krieger, G., Sauberer, N., Tebb, G., Weissenhofer, A., 2007: *The birds of the Golfo Dulce Region Costa Rica*. Verein zur Förderung der Tropenstation La Gamba, University of Vienna.

Katja Šporar je študentka prvega letnika bolonjskega magistrskega študija strukturne in funkcionalne biologije. Zanimajo jo predvsem komunikacija živali (bioakustika) in vse bolj tudi biologija celice ter biomedicina. Zelo rada potuje, kjer poskuša dopolniti svoje znanje biologije na različnih področjih.



# Triasna ostriga nad Podbelo

Matija Križnar in Alenka Jamnik

Triasne kamnine v Julijskih Alpah skrivajo še marsikatero zanimivost in neznanko. Nekatere plasti so paleontološko dobro raziskane, druge zaradi svoje enoličnosti in dostopnosti manj. Med zadnje sodijo zagotovo zgornjetriasni apnenci in dolomiti, saj so v njih le skromni ostanki megalodontnih školjk ter redki polži in glavonožci. Ob raziskovanju velikih blokov in skal v dolini Nadiže nad vasjo Podbela je bil odkrit zanimiv in skrivnostni fosilni ostanek, ki pripada ostrigi.

V geološki zgodovini so se pojavljale mnoge skupine mehkužcev, katerih evolucija je dobro poznana. Tega ne moremo trditi za ostrige, katerih predstavniki so se pojavili šele v triasu. Po novejših paleontoloških raziskavah lahko potrdimo, da med prve prave ostrige (Ostreinae) sodijo vrste iz rodu *Lopha*, ki jih nekateri uvrščajo kot *Alectryonia*. V Sloveniji se zgornjetriasne ostrige *Lopha montiscaprilis* pojavljajo predvsem pri Drenovem griču, v Tamarju in okolici Ljubljane pri Orlah in Glincah. Njihove neena-

komerno narebrene lupine so velike nekaj centimetrov in imajo značilni spodnji rob lupine, ki je cikcakast. Novi ostanek nad Podbelo je bil prav zavoljo cikcakaste strukture pripisan ostrigam. Natančnejši pregled pokaže tudi značilne prirastnice na lupini najdenega primerka. Na večjem bloku kamnine je ohranjen le manjši del ostrige oziroma le zadnji rob lupine. Celotna dolžina robu je šest centimetrov in verjetno pripada večjemu primerku ostrige. Kamnino s fosilnim ostankom smo na podlagi geoloških razmer v okolici pripisali dachsteinskemu apnencu, ki starostno ustreza noriju in retiju. Na podlagi starosti kamnine sklepamo, da bi lahko primerek pripadal vrsti *Alectryonia haidingeriana*. Omenjena vrsta se pojavlja v retijskih plasteh Alp in je ena izmed

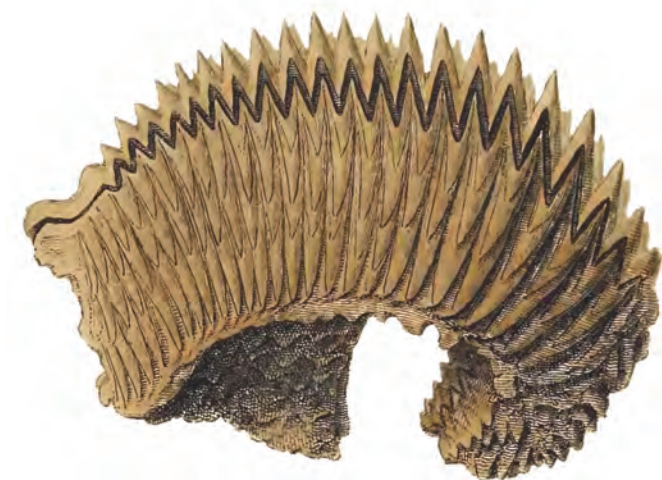


Ostanek triasne ostrige iz doline Nadiže nad vasjo Podbela. Najdba: Lara Jamnik Petermel, hrani Prirodoslovni muzej Slovenije.

Foto: Matija Križnar.



Ob blizu se pokaže struktura lupine s prirastnicami. Foto: Matija Križnar.



Jurska ostriga *Alectryonia gregarea* z značilno lupino in cikcakastim robom.

Povzeto po Mantellu, 1850.

da lahko tudi v paleontološko siromašnejših kamninah najdemo zanimive fosile.

redkih predstavnic triasnih ostrig. Nahajališča triasnih ostrig so v zadnjem času odkrili še v Iranu in Združenih državah Amerike. Šele v juri in kredi ostrige postanejo pogostejše in se pojavljajo mnogi rodovi (Pugaczewska, 1971), tudi rod *Ostrea*. Raziskave evolucije ostrig šele potekajo in mnoga nova nahajališča po svetu počasi razkrivajo smerice razvoja teh danes vsakdanjih školjk. Čeprav ostanek triasne ostrige iz doline Nađiže ni najbolje ohranjen, pa njegova značilna oblika nakazuje pripadnost triasnim ostrigam. Zagotovo je to še en dokaz več,

#### Literatura:

- Hautmann, M., 2001: *Taxonomy and phylogeny of cementing Triassic Bivalves (families Prospendylidae, Plicatulidae, Dimyidae and Ostreidae)*. *Palaeontology*, 44 (2): 339-373.
- Hautmann, M., 2006: *Shell mineralogical trends in epifaunal Mesozoic bivalves and their relationship to seawater chemistry and atmospheric carbon dioxide concentration*. *Facies*, 52: 417-433.
- Pavšič, J., 1995: *Fosili, zanimive okamnine iz Slovenije*. Ljubljana: Tehniška založba, 140 str.
- Pugaczewska, H., 1971: *Jurassic Ostreidae of Poland*. *Acta palaeontologica polonica*, 16 (3): 195-311.

# George Emil Palade: ob stoletnici rojstva

*Saša Lipovšek in Ana Jerenko*

19. novembra lani bi George Emil Palade (1912–2008) praznoval svoj stoti rojstni dan. Vsi, ki se ukvarjamo s preučevanjem podrobne zgradbe ali ultrastrukture tkiv in celic ter pri svojem delu uporabljamo transmisijski elektronski mikroskop, smo mu hvaležni za številne iznajdbe na področju mikroskopije. Njegov genialni um in raziskovalni duh sta obogatila naše védenje o celici z mnogimi novimi spoznanji, ki danes pomenijo temeljna znanja o celičnih organskih in fizioloških procesih.

George Emil Palade je bil rojen v kraju Iași na severovzhodu Romunije. Njegova dovzetnost za okolje, njegov intelekt in težnja po novem ter eleganca povezovanja vsega trojega so bili neverjetni. Po študiju medicine v Bukarešti se je posvetil doktorskemu delu,

v katerem je raziskoval ledvice delfinov iz Črnega morja. Do leta 1946 je bil zaposlen na Inštitutu za anatomijo na Univerzi v Bukarešti. Takrat se je, star 34 let, z družino preselil v Združene države Amerike. Prvih nekaj mesecev bivanja v Združenih državah Amerike je raziskoval celične membrane na Univerzi v New Yorku. Ko pa je Palade videl prve fotografije ultrastrukture celic (mikrografije), ki jih je naredil Albert Claude, je bil zelo navdušen, zato se mu je pridružil pri njegovih raziskavah na Oddelku za patologijo in bakteriologijo na Inštitutu za medicinske raziskave Rockefeller. Albert Claude, rojen leta 1899 v Luxemburgu, se je v Združene države Amerike preselil leta 1929 in od takrat dalje je na omenjenem inštitutu vodil raziskovalno skupino za elektronsko mikroskopijo. V Belgijo, kjer je deloval pred prihodom v Združene države Amerike, se je Claude ponovno vrnil leta 1949.

Čeprav je Palade sprva nameraval ostati na podoktorskem študiju na Inštitutu Rockefeller le dve leti, se je njegovo tamkajšnje bivanje podaljšalo na 27 izjemno plodnih let in delo njegove raziskovalne skupine za elektronsko mikroskopijo je hitro postalo prepoznavno v svetu. V njegov laboratorij so prihajali izpopolnjevati svoje znanje raziskovalci različnih disciplin. Rezultat njihovega skupnega intenzivnega delovanja je bilo rojstvo moderne celične biologije, ključnega dogodka za nadaljnji razvoj biomedicinske znanosti.

Mikrografije celičnih struktur so omogočale prvi pogled v podrobno zgradbo znotrajce-



*George Emil Palade.*

*Vir: <http://www.google.si/search?q=george+emil+palade&hl=sl&prmd=imvns0&itbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=qTzsT5mTLY3P4QS8tdCWBQ&ved=0CFkQsAQ&biw=1311&bih=626>*

## A STUDY OF FIXATION FOR ELECTRON MICROSCOPY

By G. E. PALADE, M.D.

(From the Laboratories of The Rockefeller Institute for Medical Research)

PLATES 19 TO 23

(Received for publication, November 5, 1951)

Microtomy for electron microscope studies has recently shown considerable progress due to a number of improvements such as the reduction of the advancing rate of the usual microtomes (1, 2), the embedding in hard plastics (3), and the introduction of glass knives (4). As a result of this progress, it is now possible to obtain sections of suitable thickness in sufficient yield to permit systematic study of practically any type of cell *in situ*. An appreciable number of electron microscope studies on sectioned material have already been published. Although they have provided interesting morphological information, the results with the technique have not thus far come up to expectations, particularly in the range of fine structure. This is due, in general, to the poor fixation of the specimens, although, in most instances, fixatives known to give good results in light microscopy have been used. It was soon realized, even before sectioning became practical, that as far as fixation is concerned, electron microscopy is going to be more exacting than light microscopy.

Using tissue cultured cells, Ferter, Claude, and Fullam (5), Porter (6), and later Barrer (7), found that fine cell morphology, as revealed by the electron microscope, is influenced to a considerable extent by the fixative employed. The authors first mentioned (5, 6) concluded that the best fixation was obtainable by treatment with  $\text{OsO}_4$  vapors. This was stressed again recently by Porter and Kallman (8), who, in addition, studied in detail the influence of the duration of  $\text{OsO}_4$  fixation upon the morphology of the specimen. In some of the studies on sectioned material,  $\text{OsO}_4$  solutions were used as a fixative, but the results appeared to be less satisfactory in tissue blocks than in tissue cultures, even when the fixation was performed by perfusion. In the opinion of the writer, the addition of other reagents, such as potassium sulfate and potassium dichromate, to the  $\text{OsO}_4$  solutions (9), does not seem to improve the situation materially.

The present paper reports a series of experiments conducted in order to find better conditions for the fixation of small blocks of tissue in  $\text{OsO}_4$  solutions. The experiments indicate that: (a) in tissue blocks,  $\text{OsO}_4$  fixation is preserted by an acidification of the tissue, (b) the quality of  $\text{OsO}_4$  fixation is highly independent on the pH, and (c) the fixation can be considerably improved by buffering the  $\text{OsO}_4$  solutions at pH 7.3-7.5 with acetate-veronal buffer.

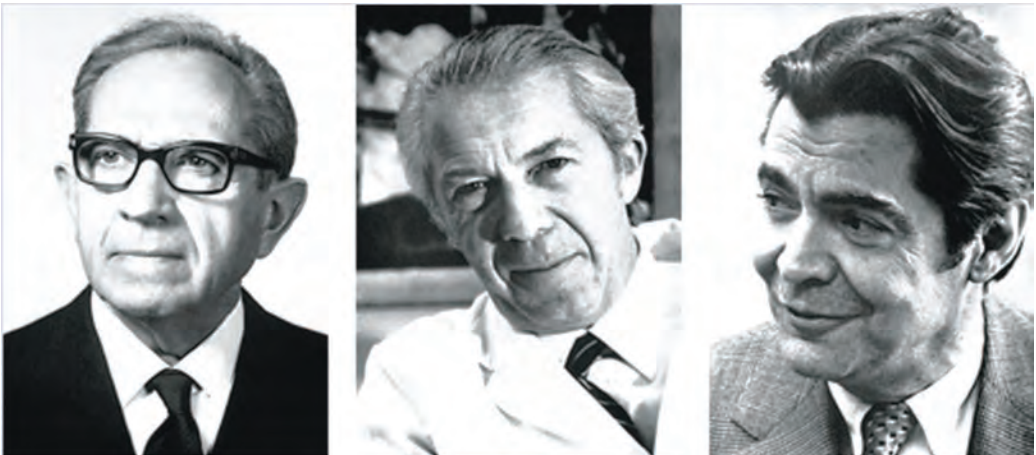
Naslovnica članka o uporabi osmijevega tetroksida v procesu fiksacije tkiva in celic.

Vir: George Emil Palade: a study of fixation for electron microscopy.

obdobju od leta 1945 do 1947 Porter, Claude, Fullam in Pickels opazili v celici strukturo, podobno čipki. Ta je kasneje postala znana kot endoplazemski retikel. V tistem času so spoznali tudi mitohondrije, lizosome, mikrosome.

Palade je razvijal metode fiksacije tkiva, ki so ključnega pomena za ohranitev znotraj-celičnih struktur v raziskavah ultrastrukture celic. Celica se kmalu ni več zdela tako »oddaljena«, saj je Palade marsikatero tehnično težavo rešil z uporabo osmijevega tetroksida za fiksacijo celic. Prispevek o tem postopku je napisal leta 1951, njegov slavni članek o uporabi osmijevega tetroksida v procesu fiksacije tkiva in celic pa je bil objavljen pred enainšestdesetimi leti. Protokol fiksacije, ki ga je vpeljal, je pomenil izjemen napredek v postopku priprave tkiva za mikroskopiranje, saj osmijev tetroksid omogoča fiksacijo nenasičenih maščobnih kislin, ki so pomembna sestavina celične membrane. Struktura celice se je z uporabo osmijevega tetroksida ohranjala, kar je posledično olajšalo tudi vse nadaljnje raziskave organelov in njihovih membran. Fiksacija z osmijevim tetroksi-

ličnega prostora. Čeprav sta prvi transmissijski elektronski mikroskop že leta 1931 skonstruirala Max Knoll in Ernst Ruska (slednji si je še s tremi raziskovalci leta 1986 razdelil Nobelovo nagrado za fiziko za dosežke na področju elektronske optike), so bili izboljšani primeri tovrstnih mikroskopov na voljo šele sredi prejšnjega stoletja. Kljub slabšim ločljivostim mikroskopa so v



Albert Claude, Christian de Duve in George Emil Palade. Vir: [www.microscopy.org/images/posters/Palade.pdf](http://www.microscopy.org/images/posters/Palade.pdf).

dom je še danes ključna stopnja v postopku fiksacije tkiva in brez nje si je delo z elektronskim mikroskopom skoraj nemogoče predstavljati.

Raziskovalci so izpopolnjevali tudi druge stopnje v procesu priprave tkivnih vzorcev za analizo s transmisijskim elektronskim mikroskopom. Leta 1950 sta Latta in Hartman izdelala stekleni nož za rezanje tkiva, Joseph Blum in Porter pa mikrotom, aparat za izdelovanje tankih tkivnih rezin. Mikrotom je postal komercialno dostopen leta 1953. Tega leta je Palade prvič opisal »male delce v citoplazmi« - ribosome.

Obdobje od leta 1960 do 1975 je bilo zelo pomembno zaradi raziskav membran endoplazemskega retikla ter biogeneze membran kloroplasta. Palade je, med drugim, študiral biogenezo membran v evkariotski celici, prepustnost kapilar, sintezo proteinov in znotrajcelični transport sekrecijskih proteinov v celicah trebušne slinavke. Med preučevanjem endotelnih celic leta 1964 je Palade skupaj s švicarskim anatomom Ewaldom R. Weibelom opisal tako imenovana Weibel-Paladijeva telesca. To so sekretorni organeli cigaraste oblike, veliki od 1 do 6 mikrometrov, za skladiščenje produktov po sintezi v endotelijski celici. Weibel-Paladijeva telesca vsebujejo številne bioaktivne snovi, ki so potrebne za učinkovite in kompleksne odzive v krvnih celicah. Sledile so še raziskave presledkovnih povezav, endocitoze, epiteljskih celic in raziskave membrane eritrocita.

Za svoje pionirsko delo je George Emil Palade leta 1974 skupaj z Albertom Claudeom in Christianom de Duveom prejel Nobelovo nagrado za fiziologijo ali medicino. Nagrado so prejeli za inovacije v elektronski mikroskopiji in za razvoj metode celičnega frakcioniranja s centrifugiranjem. S slednjo so lahko ločili organele, ki so jih zanimali, od preostanka celice in raziskovali ter dokazovali prisotnost encimov v njih. Njihova odkritja na področju strukturne in funkcionalne organizacije celice pomenijo temelje

sodobne molekularne celične biologije.

Po prejetju nagrade je Palade skupaj s Siekevitzem preučeval mehanizem transporta proteinov. Po letu 1973 je deloval na univerzi Yale, po letu 1990 pa na Kalifornijski univerzi v San Diegu.

Zunaj laboratorija se je Palade ukvarjal še s pisanjem in izdajanjem. Leta 1955 je sodeloval pri ustvarjanju revije *Journal of Cell Biology* (prvotno se je imenovala *Journal of Biochemical and Biophysical Cytology*), leta 1985 pa pri ustvarjanju revije *Annual Reviews of Cell Biology* (zdaj *Annual Reviews of Cell and Developmental Biology*). Številnim nadarjenim raziskovalcev iz rojstne Romunije je omogočil njihovo nadaljnje izobraževanje v Združenih državah Amerike. Prizadeval si je tudi za ustanovitev inštituta v Bukarešti, ki ga sedaj vodijo njegovi prijatelji in kolegi. George Emil Palade je umrl 8. oktobra leta 2008 na svojem domu v Kaliforniji.

Paladejev raziskovalni opus je izjemno obsežen in bogat, zato ne preseneča dejstvo, da ga mnogi avtorji opredeljujejo kot vodilnega raziskovalca na področju biologije celice in elektronske mikroskopije.

#### Literatura:

- Brown, T. H., 2008: *Nobel laureate George E. Palade, 95. The Rockefeller University*. [http://benchmarks.rockefeller.edu/viewArticle.php?id=195&issue\\_id=90](http://benchmarks.rockefeller.edu/viewArticle.php?id=195&issue_id=90).
- Kresge, N., Simoni, R. D., Hill, R. L., 2005: *JBC centennial 1905–2005. 100 years of biochemistry and molecular biology. George Emil Palade: How sucrose and electron microscopy led to the birth of cell biology. The Journal of Biological Chemistry, 280 (22): 19–21*.
- Palade, G. E., 1975: *Intracellular aspects of the process of protein secretion. Science, 189: 347–358*.
- Tartakoff, A. M., 2002: *George Emil Palade: charismatic virtuoso of cell biology. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 3: 871 – 875*.
- George Emil Palade: 1912–2008. *Vir*: <http://www.microscopy.org/images/posters/Palade.pdf>.

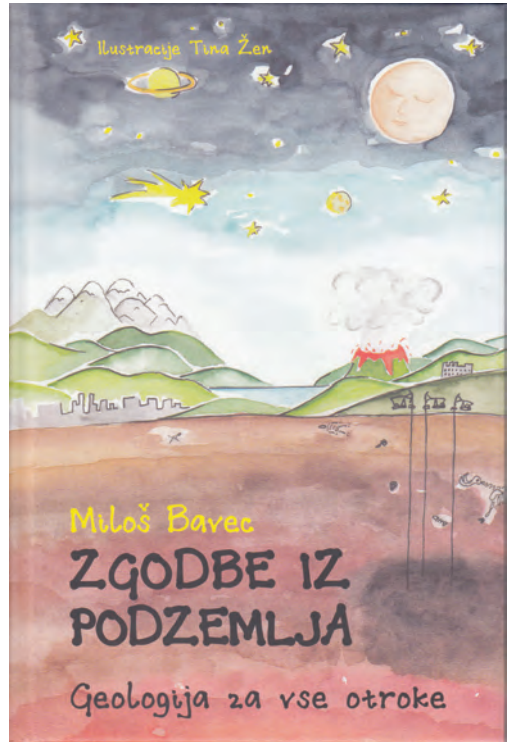
## Miloš Bavec: *Zgodbe iz podzemlja.* *Geologija za vse otroke*

Na pogovoru o tem, kako predstaviti geologijo otrokom, je neki geolog vprašal, kako je mogoče, da so skoraj vsi otroci tako navdušeni nad dinosavri in vedo vse o njih, pozneje pa se jih tako malo odloči za študij geologije. Odgovor ene od osnovnošolskih učiteljic je bil: »Večina otrok odraste.«

*Zgodbe iz podzemlja* s podnaslovom *Geologija za vse otroke* je napisal dr. Miloš Bavec, eden tistih, »ki se potikajo po grmovju, s kladivi razbijajo kamne in si jih potem ogledujejo s povečevalnimi stekli, zbirajo fosile, z velikimi stroji vrtajo luknje v tla ... in ob vsem tem početju stikajo glave in modrujejo, kot da gre za nekaj popolnoma resnega«, kakor je sam opisal geologe.

Knjižico sta v sozaložništvu izdala Študentska založba in Geološki zavod Slovenije ter stane 27 evrov. Namenjena je vsem otrokom. Tudi tistim iz zgornje anekdote z neke internetne strani, ki so odrasli, a so vendar v sebi ohranili toliko pristne otroške radovednosti, da jih svet okrog njih, predvsem pa pod njimi, še vedno zanima in navdušuje. Knjižic in slikanic, ki otrokom ponujajo prvi vpogled v to zanimivo vedo, je v tujih jezikih veliko, v slovenskem pa so žal zelo redke. Tudi v šolah v tujini se o geologiji učijo veliko, pri nas pa bolj malo. Samo kdor geološke vsebine resnično razume, jih lahko predstavi tako, da so razumljive, zanimive, poučne in privlačne. In na tak način, obogaten s prav takimi barvnimi ilustracijami Tine Žen, avtor *Zgodb iz podzemlja* predstavlja osnove geologije.

Lansko leto smo beležili stoto obletnico Wegenerjeve teorije o potovanju celin. S to teorijo, po mnenju mnogih eno najpomembnejših, je geologija doživela izrazit napredek in se iz vede, ki je večinoma opisovala pojave in strukture na Zemljini skorji ali v njej



brez prave medsebojne povezave, razvila v vedo, ki zna najbolj celovito razložiti vzroke in posledice naravnih procesov ter povezave med njimi. Odnosi med procesi pod Zemljinim površjem in naravnimi pojavi ter oblikami na površju, posledično pa z življenjem na Zemlji, razvojem človeka, podnebjem in tako naprej, so se s teorijo o tektoniki litosferskih plošč zlili v čudovito zgodbo. Zaradi načina, kako so v *Zgodbah iz podzemlja* opisani »glavni igralci« te čudovite zgodbe in njihovi »poklici«, bo knjižica nedvomno navdušila veliko število »otrok vseh starosti«.

Ali imajo v njej kakšno vlogo čaravnice? Ali pa jabolko, ki je padlo na glavo zelo pametnemu gospodu? Kako se je vse skupaj začelo, ko je nekoč zelo, zelo močno počilo?

Odgovori na ta vprašanja so uvod v zgodbo o vulkanih, tektoniki, potresih in ledenikih. Odgrnjena je tudi tančica skrivnosti, kako geologi še vedno berejo to zgodbo, ki je v resnici zapisana v mineralih, kamninah in fosilih. In ki je še zlepa ne bo konec. »Še dolgo, dolgo, zagotovo vsaj toliko časa, kolikor na tem planetu še ostaja prihodnosti ljudem, bo vse skupaj ostalo nekako tako kot danes. Nespremenjeno? Kje pa, spremenilo se ne bo le to, da se vse spreminja. Tako kot doslej in kot danes bo Zemlja ostala »živ« planet, na katerem se vse premika, kjer nastajajo in izginjajo kamnine, kjer so potresi, kjer se oceani pojavljajo in izginjajo, kamor padajo meteoriti...«, piše Miloš Bavec. Kaj pa se je dogajalo v Sloveniji? »Tudi pri nas so bili vulkani. Se sliši neverjetno? Kje pa, pri nas so se dogajale še bolj neverjetne stvari. Na primer to, da je bila Slovenija več milijonov let potopljena pod morjem in so po Gorenjski plavali morski psi. Ampak vse to se je dogajalo davno, davno v preteklosti. Pred mnogimi milijoni let, ko ljudi še ni bilo.«

Knjižica *Zgodbe iz podzemlja* je mení dobrot, ki jih ponuja znanje geologije. Če bo koga spodbudila, da bo raziskoval naprej in spoznal sestavo vsake plasti, zaradi česar si bo lažje privoščil res dobro torto, s katero se bo sladkal, bo dosegla avtorjev namen.

### **Geologija za vse otroke? Res? – Zgodbam iz podzemlja ob rob**

*Zgodbe iz podzemlja* zapolnjujejo majhen del ogromne vrzeli, ki je nastala v Sloveniji zaradi sistematičnega izbrisa geologije kot samostojnega predmeta iz vseh učnih programov, tako osnovnošolskih kot srednješolskih. Geološke vsebine so zdaj do neprepoznavnosti razpršene po učbenikih različnih predmetov in predstavljene na način, ki učencem ne omogoča povezovanja naravnih pojavov in življenja na Zemlji v razumljive in zaključene celote. Suhoparno učenje imen fosilov in dolgih kemijskih formul mineralov večinoma odvrne od geo-

logije še tiste najbolj navdušene nad dinozavri. S tem nekoliko karikiranim primerom želim opozoriti na resnično stanje, ki je posledica dolgoletne odsotnosti resnega poučevanja geologije, za katero smo imeli nekoč celo samostojni štiriletni srednješolski program. Kljub temu je malo verjetno, da se bo v kratkem spremenil odnos snovalcev izobraževalnih programov do geologije kot temeljne vede, podlage za vse druge naravoslovne predmete. Težko je razumeti, da 99,997 odstotka naše daljne zgodovine, o kateri učenci ne izvejo skoraj nič, ni vrednih samostojnega šolskega predmeta. Če je znano, da je preteklost ključ do razumevanja sedanjosti in prihodnosti, koliko vrat jim bo odprlo 0,003 odstotka preteklosti? S povsem življenjskega in materialnega stališča je še težje doumeti, da malokoga zanima, od kod izvira kar 1.340 ton mineralov, kovin in goriva, kolikor jih povprečni Evropejec potrebuje v svojem življenju, ali zakaj mu je voda poplavlila klet ali zemeljski plaz odnesel hišo na položnem pobočju, sosedova na strmem bregu pa še vedno stoji. Tako imenovani »zgodovinski spomin« na naravne katastrofe (mimogrede, geologi jim pravimo naravni procesi), ki je že sicer zelo kratek, ne pomaga preprečiti nove materialne škode ali celo človeških žrtev, če ne poznamo vzrokov za naravne pojave in ne razumemo njihovega obnašanja. Kot piše Bavec: »Raziskovanje zgodovine se bo nekoč res približalo koncu, verjetno pa kljub vsem novim znanjem ne popolnoma končalo. Vse več dela bodo imeli raziskovalci s preprečevanjem naravnih nesreč in z iskanjem in zagotavljanjem rud in virov energije za človeštvo. Vse več nas je, vse več porabimo in nekako bomo morali iznajti načine, kako izkoriščati bogastva iz še večjih globin Zemlje in najverjetneje tudi s kakšnega bližnjega planeta.«

Na razsežnosti geološke neizobraženosti nas geologe vsak dan opominja že zaskrbljujoče nepoznavanje najbolj osnovnega geološkega izrazoslovja in pojavov. Marsikateri visoko izobraženi človek je za konglomerat, torej



ime ene najpogostejših kamnin ob rečnih strugah in pod našimi domovanji, slišal samo v besedni zvezi »finančni konglomerat«. Ko te nekdo vpraša, katera je ta kamnina ob poti, in mu pojasniš, da gre za apnenec, torej najpogostejšo kamnino v Sloveniji, pa te velikokrat doleti nejeveren pogled in začudeno vprašanje: »Kaj? Apnenec je lahko tudi črn?« Zamislite si, koliko poguma in volje mora zbrati geolog, da se loti pisanja poljudnega besedila ob zavedanju, da bo moral pojasniti vsak »čudni« geološki izraz. Problem ima še drugo plat. Zaradi zane-marjanja geoloških vsebin v šolah strokovnjaki ne čutimo velike potrebe po razvijanju slovenskega geološkega izrazoslovja. Slednje

je danes prežeto s tujkami in le še redko kdo se jih sploh trudi posloveniti, še redkeje pa se kakšen od takih poskusov prime.

Od vseh naštetih posledic slabe geološke izobrazbe se marsikateremu geologu zdi še najbolj »tragična« ta, da toliko ljudi prikrajša za tisoč zanimivosti, ki jih (ne) vidi na nedeljskem izletu. Kakor je napisal Marcel Proust, pravo raziskovalno popotovanje ni iskanje novih dežel, temveč gledanje z drugačnimi očmi.

*Matevž Novak*

*Kdaj so nastali Saturnovi obroči in njegove lune? • Naše nebo*

## Kdaj so nastali Saturnovi obroči in njegove lune?

*Mirko Kokole*

Z začetkom pomladi, ki letošnje leto prihaja nekoliko z zamudo, je prišlo tudi obdobje, ko opazujemo planet Saturn v vsej njegovi lepoti. Letos bo opozicijo dosegel 28. aprila, takrat se na nebu namreč nahaja na nasprotni strani kot Sonce in je tako viden od Sončevega zahoda do jutra. Saturn se giblje v ozvezdju Devica in je ob koncu meseca aprila blizu najsvetlejše zvezde v Devici Spike. Od nje bo oddaljen približno 15 ločnih stopinj, kar je približno razdalja na razprti dlani med mezincem in palcem, če gledamo stegnjeno roko. Spika je zvezda prve magnitude, Saturn pa ima magnitudo okoli nič in ga je tako zelo lahko prepoznati.

Saturnov navidezni premer je letos le približno 19 ločnih sekund, zato za njegovo opazovanje nujno potrebujemo vsaj manjši teleskop ali večji daljnogled. Oba nam omogočata, da vidimo Saturnovo luno Titan in

morda, če smo zelo pozorni, tudi njegov znameniti obroč. Šele večji teleskop nam omogoča, da dobro razločimo obroč in morda tudi Cassinijevo vrzel, ki loči dva velika obroča A in B. Imenuje se po Giovanniju Domenicu Cassiniju (1625–1712), ki jo je odkril leta 1675. Če bomo Saturnov obroč še bolj podrobno opazovali, lahko tudi vidimo, da se obroča A in B med seboj nekoliko razlikujeta, saj je obroč B nekoliko svetlejši od obroča A. Na žalost kaj več od tega tudi skozi zelo dober teleskop ne bomo mogli več razločiti. Lahko pa poskusimo prepoznati kakšno značilnost na Saturnovem površju, ki tako kot Jupiter kaže atmosfersko dejavnost. Opazimo lahko svetle in temne pasove, tako kot na Jupitru. Vendar pa so ti veliko manj izraziti kot pri Jupitru in zahtevajo od opazovalca veliko potrpljenja in vztrajnosti.

Čeprav planet Saturn opazujemo že vse od



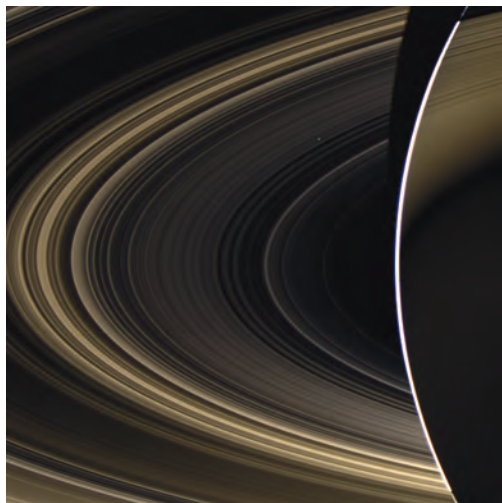
*Posnetek Saturna in njegovih obročev, osvetljenih z zadnje strani. Fotografija je sestavljena iz kar 165 posnetkov, ki jih je naredila sonda Cassini 15. septembra leta 2006. Posebna osvetlitev je omogočila sondi Cassini, da je posnela do takrat še popolnoma neznane obroče, ki jih sestavljajo zelo drobni delci. Vidimo, da se ti delci tudi razporejajo v oblak, ki je veliko širši kot Saturnov obroč. Foto: NASA/JPL/Space Science Institute.*

leta 1610, ko je svoj teleskop proti njemu obrnil Galileo Galilei, še vedno o njem ne vemo vsega in vsaka nova in bolj podrobna opazovanja prinesejo nova spoznanja in tudi nova vprašanja. Eno takih spoznanj so pred kratkim objavili v reviji *Astrophysical Journal*, kjer je skupina astronomov z analizo fotografij, posnetih pri različnih valovnih dolžinah, vse od ultravijolične (350 nanometrov) do srednje infrardeče (5 milimetrov), ugotovila, da so Saturnov obroč in njegove male lune verjetno nastale že ob nastanku Osončja. Astronomi so uporabili posnetke, ki jih je naredil spektrometer na vesoljski sondi Cassini v vidni in infrardeči svetlobi. Analizirali so veliko število posnetkov, ki jih je sonda naredila v letih od 2004 do 2009.

Ker so imeli posnetke v infrardeči svetlobi, so lahko dobro določili vsebnost vodnega ledu tako na Saturnovih lunah kot na njegovih obročih. Ugotovili so, da je vodnega ledu zelo veliko oziroma da so Saturnovi obroči sestavljeni skoraj le iz vodnega ledu. Iz tega so sklepali, da so obroči nastali iz materiala, ki se je okoli Saturna nabral že ob samem nastanku planeta. To je v naspro-

tju z dosedanjimi modeli nastanka Saturnovih obročev, ki vsi predvidevajo nastanek obročev v novejšem obdobju in omejujejo njihovo starost na približno 500 milijonov let ali manj. To je seveda veliko krajše obdobje v primerjavi s starostjo Osončja, ki je nastalo pred več kot štirimi milijardami let. Tako se je pokazalo, da še vedno ne vemo, kako so čudoviti Saturnovi obroči nastali. Potrebne bodo zato še nadaljnje raziskave. Kar je pri tem spodbudno, je, da je NASA podaljšala raziskovanje Cassinija vse do leta 2017. V zadnjih mesecih so predvideni zelo nevarni in zapleteni preleti zelo blizu Saturnovih obročev, kar bo omogočilo bolj natančno analizo, koliko materiala je pravzaprav v obročih. O tem vemo zelo malo, brez tega podatka pa ni mogoče povedati kaj več o nastanku obročev.

Poleg tega so astronomi analizirali tudi izvor in pojavnost rdeče obarvanosti tako obročev kot njegovih lun in prišli do zanimivega zaključka, da so obroči in lune na tanko prekriti z neznanim materialom rdečkaste barve. Sestava tega materiala je zaenkrat že neznana, vendar domnevajo, da bi



*Posnetek Saturnovih obroče nam nazorno prikazuje, da obstaja veliko obročev. Vidimo, da se posamezni obroči med seboj lahko zelo razlikujejo in so tudi različnih barv.*

*Foto: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute.*

lahko bil organskega izvora ali pa preprosto železov oksid. Kakšna je dejanska sestava, pa bodo pokazale nadaljnje raziskave.

### Vodna kača

Ozvezdje Vodne kače sestavljajo nič kaj izstopajoče zvezde. Najsvetlejša med njimi je  $\alpha$  Hydrae ali Alfard. To je tudi edina zvezda tega ozvezdja, ki ima svoj ime. Alfard ali »samotar« je prav primerno ime, saj daleč naokoli ni nobene tako svetle zvezde. Alfard so imenovali tudi Cor Hydrae oziroma Hidrino srce. Je zvezda z magnitudo 2, rdeča orjakinja in od nas oddaljena 110 svetlobnih let, sveti pa kar 433-krat močneje od Sonca. S prostim očesom kaže rahel odtenek oranžne barve. Že manjši daljnogled zadostuje, da vidimo njeno barvo. Druga najsvetlejša zvezda ni  $\beta$  Hydrae, ampak  $\gamma$  Hydrae. Ta zvezda ima magnitudo 3, oddaljena je 130 svetlobnih let in sveti 81-krat močneje od Sonca. Poleg zanimivih zvezd lahko v Vodni kači najdemo dve lepi kopici, M 48 in M 68, ter galaksijo M 83.

M 48 (NGC 2548) je rzsuta zvezdna kopica, ki leži na zahodnem delu ozvezdja v

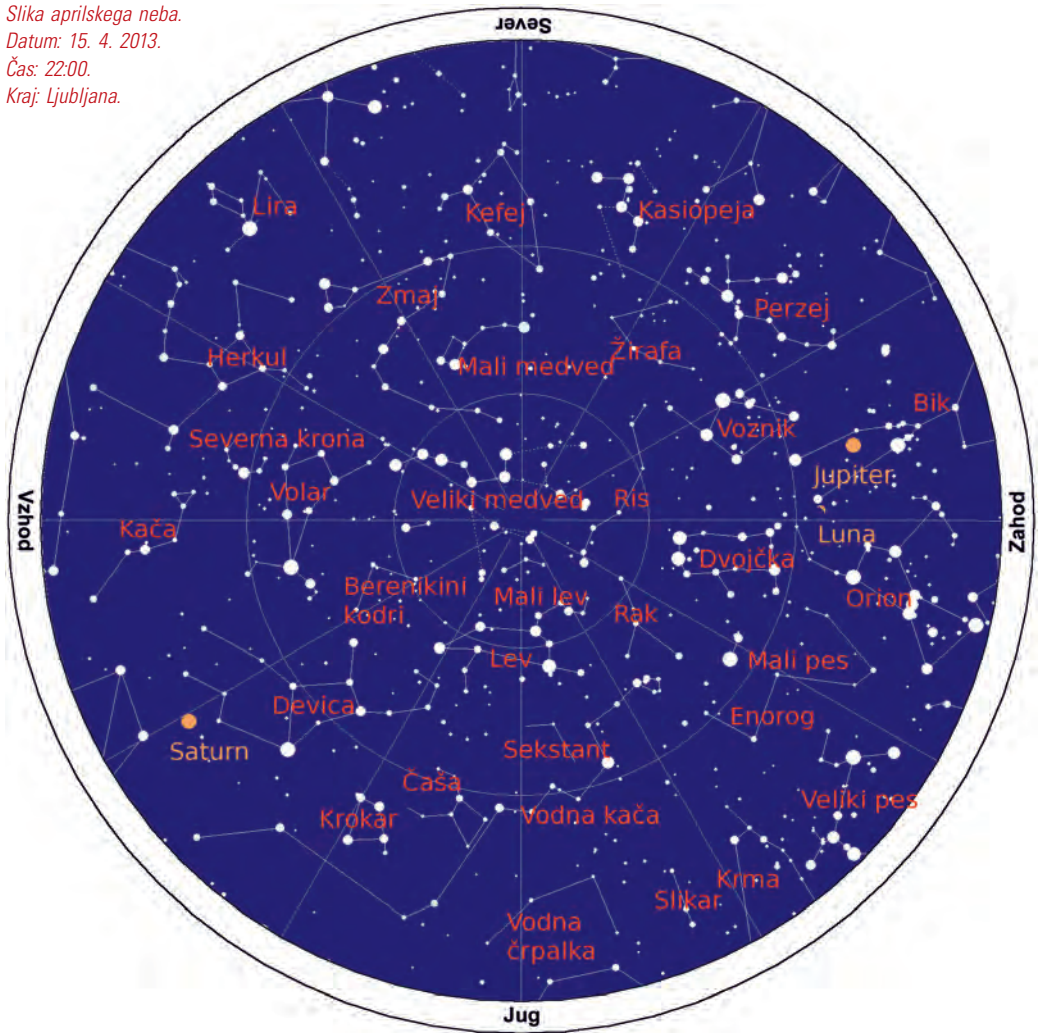
bližini glave. S prostim očesom jo v zelo dobrih razmerah vidimo kot majhni madež z magnitudo 5,8. Šele daljnogled razkrije množico približno 50 zvezd. Večinoma so bele barve, med njimi je tudi nekaj rumenih. Kopica je na nebu velika 54 ločnih minut. Od nas je oddaljena kar 1.500 svetlobnih let, tako da morajo najsvetlejše med njenimi zvezdami svetiti z zelo veliko močjo. M 68 (NGC 4590) je zvezdna kopica z magnitudo 8,2, zato jo lahko vidimo le z daljnogledom. Kopica je velika 12 ločnih minut.

Najbolj zanimiva je galaksija M 83 (NGC 5236). Je ena redkih galaksij, pri katerih lahko z amaterskim teleskopom razločimo spirale. Galaksija je tipa SBd, kar pomeni, da je spiralna galaksija s prečko z zelo razvitimi spiralami. Navidezno je velika približno 10 ločnih stopinj in ima magnitudo 8, od nas pa je oddaljena 20 milijonov svetlobnih let.

### Liridi

Aprila moramo biti pozorni tudi na meteorovski roj Liridov, katerih število je zelo nepredvidljivo. Obstaja verjetnost, da se lahko pojavijo v večjem številu, kot se je to zgodilo leta 1803 in 1982. Liride prepoznamo tako, da navidezno izhajajo iz točke – pravimo ji radiant -, ki se nahaja v ozvezdju Lire. Liridi bodo dosegli največjo aktivnost okoli 22. aprila, čeprav jih lahko vidimo že veliko prej, vendar le v majhnem številu. Njihova povprečna največja aktivnost v idealnih razmerah je v zadnjih letih približno deset meteorjev na minuto. Vendar to še ne pomeni, da ne bo letos prišlo do presenečenja. Zato si je 22. aprila vredno vzeti nekaj nočnih uric in jih posvetiti temu lepemu nebesnemu pojavu. In še opozorilo, konec aprila so lahko noči še zelo hladne, zato se je treba toplo obleči.

Slika aprilskega neba.  
Datum: 15. 4. 2013.  
Čas: 22:00.  
Kraj: Ljubljana.



#### Table of Contents

##### Editorial

Tomaž Sajovic

##### Botany and *Natura 2000*

##### The Story of Bertoloni's Columbine in Slovenia

Andrej Podobnik, Boštjan Surina and Igor Dakskobler

For the past decades *Aquilegia bertolonii* has been considered one of the curiosities of our montane vegetation, also due to its distribution area extending to the Southeastern and the Apuan Alps. Being listed in the Annex of the *Habitat Directive*, it was designated the *Natura 2000* sites. But it was not until several years

ago that we were finally able to compare, together with Italian botanists, populations from all three separate parts of its distribution area and the first results showed there were considerable differences between them that no longer allowed their classification in the same species. Independently from us, the Italian botanist Enio Nardi came to the same conclusions and described a new species *Aquilegia iulia* Nardi based on herbarium specimens from the southern Julian Alps. This is a new valid name for the columbine previously known as Bertoloni's and now as a new endemic species in Slovenia.

## Neurobiology

**Mirror Neurons***Tina Bregant*

Mirror neurons are special neurons first described by scientists Gallese and Rizzolatti in 1996 for the macaque monkey. These neurons are activated when a monkey (or a person) observes an action of another monkey (or person). The action must have a purpose recognised by the observing monkey (or person). Mirror neurons are not activated by purposeless movements or when merely observing another monkey (or person) or when imitating a gesture. Interestingly, this discovery happened by accident during an experiment studying which part of the cortex is activated when a monkey performs an action, such as reaching for food. When one of the researchers reached for a peanut to give it to a monkey the same neuron activity was detected as when the monkey itself reached for a peanut. This was surprising, as the scientists did not expect neurons to respond the same way when observing and when actually performing an action. Researchers from the university in Los Angeles used functional magnetic resonance imaging to prove a mirror neuron system also in humans. The mirror neuron system has been shown to be activated by different processes in the brain. It might explain the human capacity to learn by imitation, understand each other's intentions, empathy or sympathy, understanding and learning of movements and development of speech.

## Physics

**From Shooting a Cherry Pit to Chameleon's Tongue***Gorazd Planinšič, Andrej Likar*

It is often argued that lessons in natural sciences should prepare future generations so that they (voters) can be able to make informed decisions on the science-related issues that concern society as a whole. To achieve this goal we should purposefully seek opportunities in science lessons to give students a chance to learn not only how science knowledge is built, improved and applied, but also where its limitations lie. This article analyzes a fun activity known to most students: shooting cherry pits with fingers. The story is written as an investigation, following steps that resemble those typically taken by scientists in their work. Such an approach to research also works as a successful teaching strategy, encouraging students to think like scientists.

## Student expedition Costa Rica 2012

**Costa Rica: Ornithologists' Paradise***Katja Šporar*

The region around Golfo Dulce in Costa Rica features extremely diverse habitats. The mixture of lowland tropical forests, coast, mangroves and agricultural areas hosts a wide variety of birds. As many as 319 species were recorded in this region by 2007. The article presents the birds observed by the participants of the Slovenian student exhibition to Costa Rica in 2012.

## Paleontology

**Triassic Oyster above Podbela***Matija Križnar and Alenka Jamnik*

Triassic rocks in the Julian Alps still hide many curiosities. Some layers are well researched, in terms of paleontology, others with their uniformity and accessibility less so. Among the latter are definitely the Upper Triassic limestones and dolomites, as they contain mainly modest remains of megalodontid shells, rare snails and cephalopods. When researching large blocks and rocks in the valley of Nadiža above the village Podbela we discovered a fascinating and mysterious fossil remainder of an oyster.

## Anniversary

**George Emil Palade: Centenary of Birth***Saša Lipovšek and Ana Jerenko*

Romanian cell biologist George Emil Palade shared the Nobel Prize in physiology or medicine 1974 with Albert Claude and Christian de Duve for their pioneer work in innovation in electron microscopy and the development of the technique of cell fractionation using a centrifuge. This helped them to separate the organelles they were interested in from the rest of the cell, in order to research and prove the presence of enzymes in them. Their discoveries in structural and functional cell organisation laid the foundations of modern molecular cell biology.

## New books

**Miloš Bavec: *Zgodbe iz podzemlja. Geologija za vse otroke (Stories from the Underground. Geology for Every Child)***

*Matevž Novak*

## Our sky

**When Did Saturn Get Its Rings and Moons?**

*Mirko Kokole*

# Naravoslovne ekskurzije in potovanja

Vabimo vas, da s Prirodoslovnim društvom Slovenije obiščete manj znane kotičke Slovenije in sosednjih držav, kjer se skrivajo naravne lepote in zanimivosti, ki so večinoma nepoznane, vsekakor pa za ljubitelje narave vredne pozornosti.

Program enodnevnih in večdnevnih ekskurzij je objavljen na spletni strani društva [www.proteus.si](http://www.proteus.si), na vašo željo pa vam lahko pošljemo tudi katalog za leto 2013.

Naročnikom revije *Proteus* in članom društva nudimo 10 % nižjo ceno.

**Več informacij na telefonski številki (01) 252 19 14  
ali po elektronski pošti [prirodoslovno.drustvo@gmail.com](mailto:prirodoslovno.drustvo@gmail.com).**

## Deželni naravni park Lessinia

(24. – 26. 5. 2013)

Rudniški rovi in nahajališča fosilov v Bolci nad Verono, geopaleontološki muzej v Camposilvanu, Dolina sfing, Naravoslovni muzej v Veroni, Giazza, soteska Montagna spaccata.



## Zakladi avstrijskih Alp



(15. – 16. 6. 2013)

Ledena jama pri Werfnu, grad Hohenwerfen (sokolarjenje) in soteska Lichtensteinklamm, slapovi Krimml in informacijsko središče parka Visoke Ture v Mittersillu.

## Severovzhodna Srbija



(22. – 26. 6. 2013)

Arheološki nahajališči Viminatium in Lepenski vir, rezervat Mali Štrbac nad sotesko Djerdap, soteska reke Vratne, rimska palača Felix Romuliana, Deliblatska peščara, mokrišče Carska bara, slanišče Slano Kopovo.

## Albanija



(7. – 20. 8. 2013)

Unescova kulturna dediščina (Berat, Gjirokastër, Butrint), laguni Karavasta in Lezhe, mesto Skhoder (Skadar), dolina Teth v albanskih Alpah.



■ Nevrobiologija

## Zrcalni nevroni

Zrcalni nevroni so posebni nevroni, ki sta jih prvič opisala znanstvenika Gallese in Rizzolati leta 1996 pri opici makaku. Ti nevroni se prožijo takrat, ko opica opazuje gib druge opice. Ta gib mora imeti neki namen, ki ga opazujoča opica prepozna. Zrcalni nevroni se ne prožijo, ko gre za gib brez namena ali samo ob opazovanju druge opice ali samo ob posnemanju giba. Kasneje so ugotovili, da sistem zrcalnih nevronov obstaja tudi pri ljudeh. Sistem zrcalnih nevronov naj bi se aktiviral ob različnih procesih v možganih. Pomagal naj bi pri učenju s posnemanjem, pri razumevanju namenov drugega, empatiji oziroma sočutju, razumevanju pomena gibov, učenju gibov in razvoju govora.



■ Fizika

## Od streljanja češnjeve koščice do kameleonovega jezika

Pogosto slišimo, da bi moral pouk naravoslovnih predmetov pripravljati bodoče generacije tako, da bo večina (volivci) sposobna sprejemati premišljene odločitve o vprašanih, ki zadevajo širšo družbo in so povezana z znanostjo. Če hočemo to doseči, moramo pri pouku naravoslovnih predmetov načrtno iskati priložnosti, v katerih se lahko dijaki naučijo, kako se naravoslovno znanje gradi, izboljšuje in uporablja, pa tudi, kje so meje naravoslovnega znanja. V tem članku je analizirana zabavna dejavnost, ki jo pozna večina dijakov: streljanje češnjevih koščic s prsti. Zgodba je opisana kot raziskava, pri čemer so koraki podobni tistim, ki jih tipično ubirajo znanstveniki pri svojem delu. Takšen raziskovalni pristop je uspešen tudi kot poučevalska strategija, ki spodbuja dijake, da razmišljajo kot znanstveniki.



■ Nove knjige

## Miloš Bavec: Zgodbe iz podzemlja. Geologija za vse otroke

Zgodbe iz podzemlja s podnaslovom Geologija za vse otroke je napisal dr. Miloš Bavec. Knjižico sta v sozaložništvu izdala Študentska založba in Geološki zavod Slovenije. Namenjena je vsem otrokom. Zgodbe iz podzemlja zapolnjujejo majhen del ogromne vrzeli, ki je nastala v Sloveniji zaradi sistematičnega izbrisa geologije kot samostojnega predmeta iz vseh učnih programov, tako osnovnošolskih kot srednješolskih. Geološke vsebine so zdaj do neprepoznavnosti razpršene po učbenikih različnih predmetov in predstavljene na način, ki učencem ne omogoča povezovanja naravnih pojavov in življenja na Zemlji v razumljive in zaključene celote.

ISSN 0033-1805

