

# PROTEUS

*mesečnik za poljudno naravoslovje*

junij 2016, 10/78. letnik  
cena v redni prodaji 5,50 EUR  
naročniki 4,50 EUR  
upokojenci 3,70 EUR  
dijaki in študenti 3,50 EUR  
[www.proteus.si](http://www.proteus.si)



■  
Fizika

Gravitacijski valovi

■  
Lepidopterologija

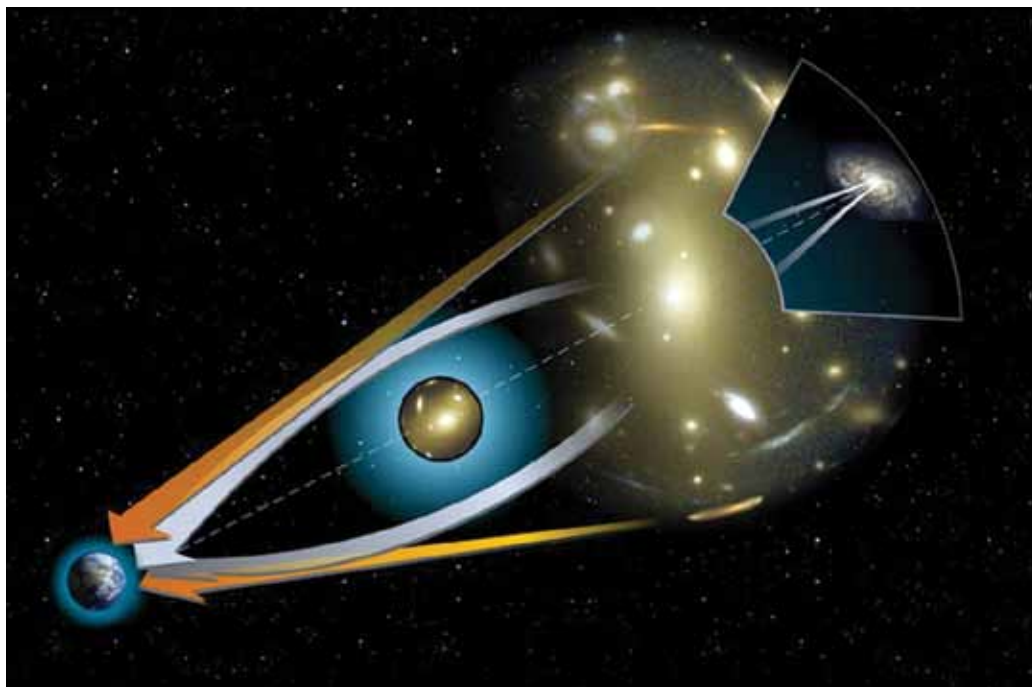
○ dišečih prelcih (Attacinae)

■  
Medicina

Virus zika

■  
Iz zgodovine mineralogije na Slovenskem

Ferdinand Seidl in avški meteorit



■ stran 438

Fizika

## Gravitacijski valovi

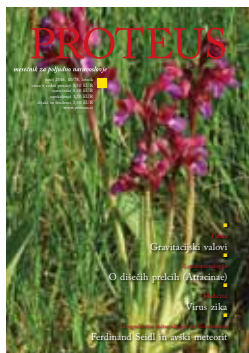
*Aleš Mohorič*

Lansko jesen je svet fizike pretresel tako tih šepet, da so ga slišala in povzela tudi javna občila. To se v znanosti redko zgodi. In kaj tako pomembnega se je zgodilo? Eden največjih raziskovalnih detektorjev je zaznal enega najšibkejših signalov, kar jih znamo meriti, gravitacijske valove. Dogodek je pomemben, saj je potrditev obstoja gravitacijskih valov eksperimentalni test splošne teorije relativnosti. Dosežek pa je nekaj veličastnega tudi z vidika umetnosti merjenja. Opazovanja gravitacijskih valov bodo vsekakor poglobila naše znanje o vesolju in pomagala odgovoriti na vprašanje, ali splošna teorija relativnosti pravilno opiše gravitacijo. Nova spoznanja si ometamo tudi o lastnostih zelo goste snovi, pojavih pri velikih tlakih ter mehanizmih trkov nevtronskih zvezd in z njimi povezanimi izbruhi sevanja gama. Opazovanja gravitacijskih valov nam bodo razkrivala očem nevidne črne luknje in pomagala ugotoviti, koliko se jih pravzaprav skriva v vesolju. Med koristimi tovrstnih eksperimentov pa ne smemo pozabiti tudi na tehnološke izboljšave, ki segajo na področja vakuumske, optične, kriogenske in laserske tehnologije, vede o materialih, geodezije, geologije kot tudi metod hitre obdelave velike količine podatkov.





- 436 Uvodnik  
*Tomaž Sajovic*
- 438 Fizika  
**Gravitacijski valovi**  
*Aleš Mohorič*
- 446 Lepidopterologija  
**O dišečih prelcih (Attacinae)**  
*Boštjan Dvořák*
- 457 **Letno kazalo**
- 463 Botanika  
**Zgodbe o močvirnicah – rod (genus)**  
*Epipactis* (drugi del)  
*Matej Lipovšek*
- 470 Botanika  
**Metuljasta kukavica (*Anacamptis papilionacea* = *Orchis papilionacea*) v Sloveniji**  
*Branko Dolinar*
- 474 Medicina  
**Virus zika**  
*Urša Matičič*
- 481 Iz zgodovine mineralogije na Slovenskem  
**Ferdinand Seidl in avški meteorit**  
*Matija Križnar*
- 483 Zanimivosti iz živalskega sveta  
**Igra narave**  
*Rudi Očepek in Lilijana Bizjak Mali*
- 484 Naše nebo  
**Poletno nebo**  
*Mirko Kokole*
- 486 Društvene vesti  
**Program ekskurzij Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2016/2017**  
*Janja Benedik*
- 487 **Table of Contents**



Naslovnica: *Metuljasta kukavica na Kraskem robu.*

Foto: Branko Dolinar.

## Proteus

Izbaha od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavc

dr. Petra Draškovič Pelc

<http://www.proteus.si>

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

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2016.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavotič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,50 EUR, za upokojence 3,70 EUR, za dijake in študente 3,50 EUR.

Celoletna naročnina je 45,00 EUR, za upokojence 37,00 EUR, za študente 35,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

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

Spoštovane naročnice in naročniki revije Proteus!

Obveščamo vas, da od 1. aprila 2016 dalje naročnine ne bo več mogoče plačati na poslovni račun Prirodoslovnega društva Slovenije, ki je bil odprt pri Novi Ljubljanski banki, d. d.

Vse neporavnane obveznosti in bodoča plačila lahko nakazete na **nov poslovni račun, odprt pri Delavski hranilnici d. d.: SI56 6100 0001 3352 882.**

Uprava Prirodoslovnega društva Slovenije in revije Proteus

### Uvodnik

#### Jezik je sredina, v kateri se združujeta jaz in svet (Hans-Georg Gadamer)

V zadnjih mesecih so se zopet obnovile razprave o jeziku v visokem šolstvu in znanosti. Povod zanje je tako imenovani »jezikovni« člen v predlogu sprememb zakona o visokem šolstvu, ki povečuje možnost izvajanja ne samo delov, ampak tudi celotnih študijskih programov v tujem jeziku - mišljena je seveda angleščina. Slovenski jezik kot jezik poučevanja na slovenskih univerzah tako izgublja svojo pravno in s tem tudi bivanjsko nedotakljivost in upravičenost, v znanosti pa je zaradi »nepremišljenih« zahtev državne in univerzitetne politike po objavljanju predvsem v mednarodnih znanstvenih SCI-revijah (velike založniške korporacije z njimi kujejo ogromne dobičke) boj z angleškim jezikom že bolj ali manj izgubil ali pa je obsojen na životarjenje v manj »pomembnih« družbenih »zakotjih«.

Prevlada angleškega jezika kot nekakšne lingve franke

(nekateri, tudi slovenski naravoslovci jo imajo povsem neutemeljeno kar za uradni jezik) v znanosti in vedno bolj tudi na univerzah ni »preprosto dejstvo, ki ga bi bilo pač treba sprejeti kot vse drugo, kar je prinesel čas« (kot smo lahko prebrali v enem od odzivov v časopisu), ampak je ustvarjeno, torej ideološko »dejstvo« in je ena od temeljnih prvin »tako imenovane« globalizacije. Tudi globalizacija ni nikakršen naravni pojav, ampak je bila sprožena namerno in je, kot je zapisal francoski fizik, filozof in profesor Jean-Marc Lévy-Leblond (1940-) v svojem razmišljanju *Je znanost univerzalna?* (*Le Monde diplomatique*, slovenska izdaja, 17. maja 2006), preoblikovala tudi znanost: »Moramo priznati, da je znanost dandanes univerzalizirana. Fiziki se v Ženevi in v Čikagu ukvarjajo z enakimi predmeti in delajo z enakimi pospeševalniki, biologi delajo enake poskuse v Tokiju in v Parizu, astronomi uporabljajo enake teleskope v Čilu in na Havajih. A ta *globalizacija* je zgolj zmaga ene vrste 'zahodne' znanosti, ki je bila spčetka evropska, pozneje pa je prihajala

jala iz ZDA. V takem položaju bi težko razsojali o resnični vrednosti. Zakon močnejšega vedno prevlada, to velja tudi v znanosti. / Ta prostorska prevlada ne daje nobenih časovnih zagotovil. Enako kot grška, kitajska ali arabska bi tudi zahodna (ali svetovna, to je odslej isto) znanost kaj lahko bila umrljiva, in celo po štirih stoletjih razvoja tudi že umirajoča. Njena učinkovitost, ki ji je omogočila, da je od 19. stoletja udejanjila baconovski in kartezijanski program, se je zdaj obrnila zoper njo. *Družbeni, oziroma natančneje, trgovski ukaz znanstveni razvoj umešča pod vpliv omejitve produkcije in kratkoročne rentabilnosti. Možnost temeljnih teoretičnih raziskav, ki ne dajejo zagotovil o takojšnjem uspehu, postaja vse bolj nestvarna.* Tako se na zavraten način razpleta zgodovinsko zelo nenavadna in konec koncev presenetljiva povezava med teoretičnim raziskovanjem in delovanjem, ki je bila značilna za zahodno znanost zadnjih dve stoletji. Vladavina *tehnoloških*, v katero smo vstopili, nedvomno za dokaj dolgo obdobje oblikuje novo podobo te nedvomno ‚večusmeritvene‘ dejavnosti, ki je ‚znanost‘.

Zato ni prav nič nenavadnega, da v obdobju *globalizacijske tehnološke* začne vladne univerzitetne in znanstvene politike usmerjati (ali to vsaj poskuša) na primer kar Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD): »Slovenske univerze težijo k vse večji internacionalizaciji. Trditi smemo, da se tudi tukaj srečamo z značilnim slovenskim zamudništvom in da imamo na slovenskih univerzah manj tujih študentov kot drugod v Evropi. OECD je v svojem poročilu iz leta 2012 pripisala glavni razlog za nizo privlačnost Slovenije kot mednarodne raziskovalne dežele prav ekskluzivni rabi slovenščine kot jezika poučevanja. OECD je naši vladi priporočila, da umakne člen o učnem jeziku iz zakona o visokem šolstvu. Mednarodni pomen naših univerz se zmanjšuje. Lahko se bo zgodilo, da bodo naše univerze postale le bolj ali manj poučevalne visokošolske ustanove lokalnega in folklornega pomena. Takšen razvoj dogodkov je treba preprečiti.« Navedene stavke lahko preberemo v odgovoru predsednika SAZU (*Dnevnik*, 29. junija letos) na odprto pismo, ki ga je nanj naslovil predsednik upravnega odbora Društva pisateljev Slovenije in v katerem ga sprašuje, zakaj se SAZU »ne odziva na poskuse, da bi se na slovenskih univerzah poleg slovenščine uveljavila angleščina kot jezik poučevanja«. Odgovor je dokaj nedvoumen: SAZU se ne more »odzivati«, ker med vedami v obdobju vladavine *tehnoloških* obstaja globok spor v razumevanju jezika nasploh in njegove vloge v znanosti posebej. Medtem ko so jezikoslovci oziroma humanisti prepričani, da je »posamezniku v maternem jeziku dopuščena bolj pretanjena, ostrejša in prodornejša, predvsem pa bolj ustvarjalna misel kot v tujem jeziku« in da je »jezik znanosti in visokega šolstva najbolj pretanjena in najbolj natančna oblika jezika«, so naravoslovci mnenja, da je »jezik znanosti zelo osiromašen primerek jezika, pa naj

*ima za osnovo materni ali tuji jezik. Uporablja se za zapis in posredovanje dognanj raziskovalnih razmišljanj in dosežkov. V znanosti mora biti posamezen pojem ali predmet praviloma poimenovan le z enim izrazom. S tem se v jeziku zgubi večpomenskost besed in barvitost izražanja.*« Toda že znameniti nemški filozof Hans-Georg Gadamer (1900-2002) je v svojem monumentalnem delu *Resnica in metoda* (1960, v slovenskem prevodu 2001) tako stališče naravoslovcev zavračal: »Tudi če bi z normiranim znanstvenim jezikom oddedili vse stranske glasove, ki izhajajo iz materinščine, bi še vedno ostajal problem ‚prevoda‘ spoznanj znanosti v navadni jezik, prek katerega naravne znanosti šele dobijo svojo sporazumevalno univerzalnost in tako svojo družbeno pomembnost.« Ob tem opozarja tudi na prepričanje nemškega kvantnega fizika Wernerja Heisenberga (1901-1976), da raziskovalec pri svojem znanstvenem postavljanju vprašanj in razumevanju svojih spoznanj nikoli ne more biti povsem neodvisen od jezikovne podobe sveta lastnega maternega jezika. Danski fizik Niels Bohr (1885-1962) je bil enakega mnenja: »Vsi visimo v jeziku.«

Gadamer, Heisenberg in Bohr očitno razumejo jezik tako, kot ga je razumel tudi ameriški jezikoslovec Benjamin Lee Whorf (1897-1941). *Whorf je namreč ugotavljal, da zaradi razlik v slovnici in rabi govorniki različnih jezikov izkušajo in oblikujejo podobo sveta različno. Vsak jezik ima v sebi vpisan svoj pogled na svet.* Zdaj se lahko vrnemo k odgovoru predsednika SAZU: tako očitno mislijo tudi jezikoslovci in humanisti, naravoslovci pa so – napačno – prepričani, da jezikovna struktura vseh jezikov odseva predvsem spoznavne univerzalije oziroma splošne pojme, ne pa kulturnih razlik, zato je na neki način »vseeno«, kateri jezik uporabljamo – to je lahko konec koncev tudi angleščina. Pa čeprav tudi *Firenška resolucija o rabi jezika v univerzitetnem izobraževanju* iz leta 2014 svari: »Angleščina ni nevtralen medij sporazumevanja.

Z njeno prevladujočo ali celo izključno rabo so prezrte ali pozabljene pomembne tradicije, koncepti, metode, razvite v drugih jezikih.«

Po vsem povedanem je mogoče postaviti tezo: spor v razumevanju jezika med humanisti in naravoslovci je le eden od vidikov obdobja tehnike in tehnoloških, ki si ju je podredila ekonomija, in je uničujoč: humanistične oddelke na univerzah po svetu celo ukinjajo. Humanistiko in družboslovje bo mogoče združiti z naravoslovjem šele, ko bomo sposobni preseči »kulturo« tehnoloških. Nobelov nagradjenec za kemijo Ilya Prigogine (1917-2003) je to storil v spoznanju, ki se glasi: *človeška ustvarjalnost krepi ustvarjalnost že same narave ...* Misel, ki jo bo mogoče razviti šele v naslednjem uvodniku.

Tomaž Sajovic

# Gravitacijski valovi

Aleš Mohorič

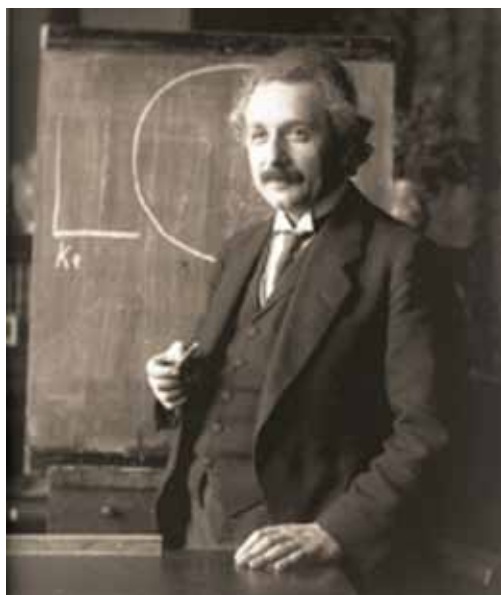
Lansko jesen je svet fizike pretresel tako tih šepet, da so ga slišala in povzela tudi javna občila. To se v znanosti redko zgodi. In kaj tako pomembnega se je zgodilo? Eden največjih raziskovalnih detektorjev je zaznal enega najšibkejših signalov, kar jih znamo meriti, gravitacijske valove. Dogodek je pomemben, saj je potrditev obstoja gravitacijskih valov eksperimentalni test splošne teorije relativnosti. Dosežek pa je nekaj veličastnega tudi z vidika umetnosti merjenja. Pa pojdimo po vrsti.

## Splošna teorija relativnosti

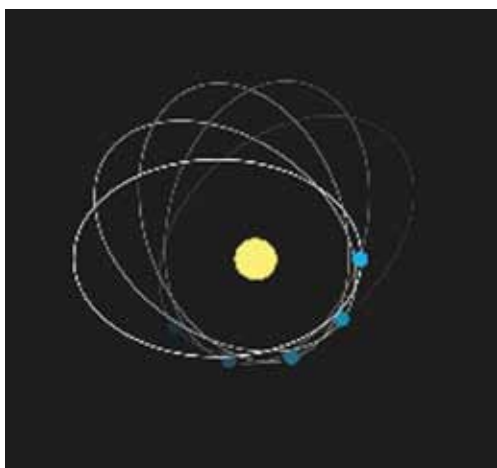
Pred dobrim stoletjem, leta 1915, je Albert Einstein, štejemo ga med najbolj prepoznane fizike, objavil za takratne čase revolucionarno splošno teorijo relativnosti, s katero je za vedno spremenil razumevanje časa, prostora in gravitacije. V tej teoriji čas ni več parameter, kot v Newtonovi mehani-

ki, ki teče enako za vse, od začetka vesolja do njegovega konca. V njej čas postane le še ena od dimenzij štirirazsežnega prostora-časa, torej v nekem smislu ena od dodatnih dimenzij prostora. Sicer je ta dimenzija še vedno nekaj posebnega, kar se kaže v metriki – načinu, kako merimo razdalje med točkama v tem prostoru. Še nekaj nenavadnega se dogaja v prostor-času. Če vanj postavimo maso ali energijo, se bo ta prostor ukrivil. Če je masa porazdeljena neenakomerno, bo v tem prostoru žarek svetlobe spremenil smer. Kvanti svetlobe, fotoni, se začnejo obnašati, kot da bi imeli maso, in čutijo vpliv gravitacije. Na podlagi nove teorije je Einstein leta 1916 napovedal gravitacijske valove. Na tem mestu se porodi vprašanje, zakaj je šele Einstein opisal te pojave in niso tega storili že pred njim. Zato, ker se pojavi, katerih opis se v splošni teoriji relativnosti razlikuje od Newtonovega, dogajajo v okolici teles z veliko maso in pri velikih hitrostih, ki so primerljive s hitrostjo svet-

*Albert Einstein med predavanjem na Dunaju leta 1921.*



*Ponazoritev precesije Merkurjeve tirnice je pretirana, v resnici se os elipse zavrti le za 574 sekund v stotih letih.*



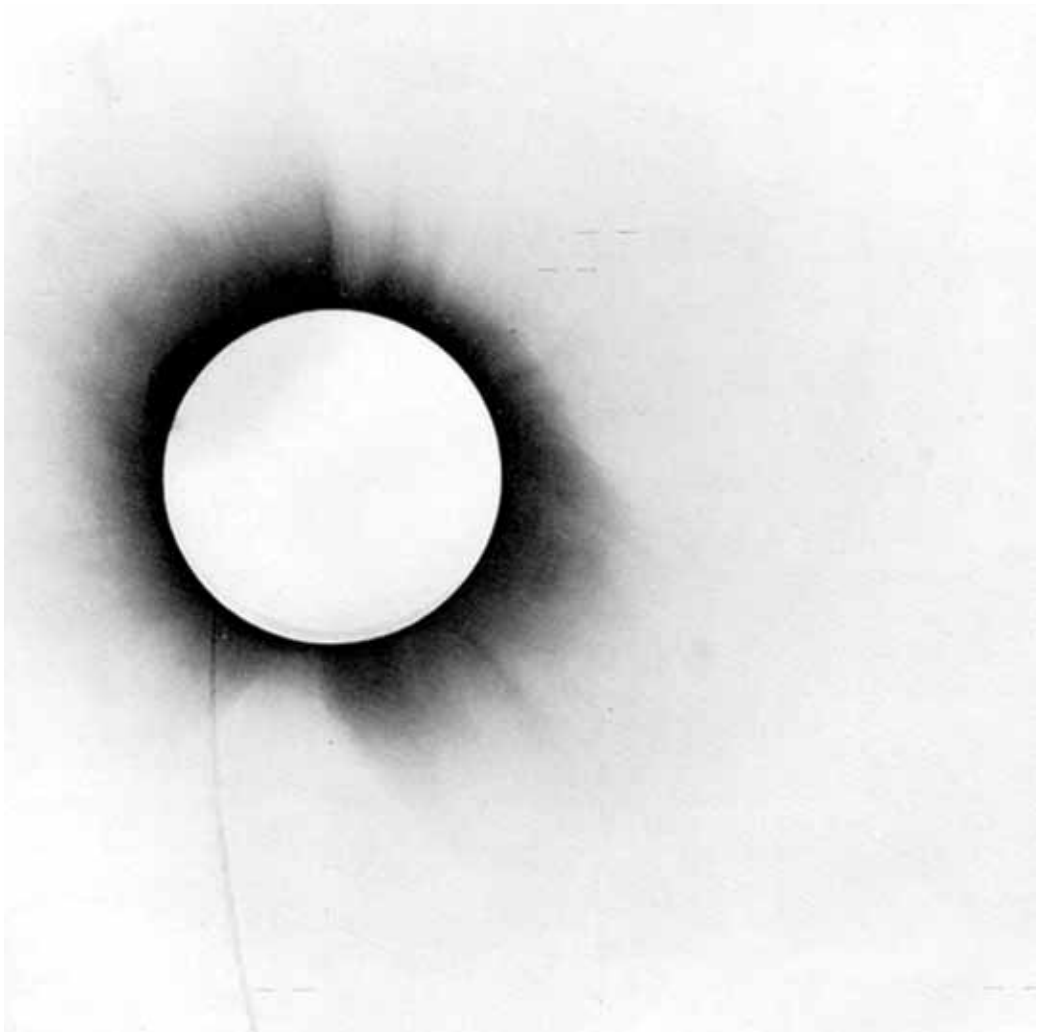
lobe. V normalnih razmerah je ta vpliv majhen in ga lahko zaznamo šele z natančnimi merjenji. V vsakdanjem življenju ga nikjer prav nič ne občutimo, morda pri navigaciji s sateliti, pa še tam nam je skrit. Zanj vedo natančne ure in elektronika. Te upoštevajo spreminjanje Zemljinega gravitacijskega polja z višino, zaradi katerega čas za satelite

*Negativ Sončevega mrka, ki ga je leta 1919 naredil sir Arthur Eddington. S primerjavo lege zvezd na tem posnetku in lege, kadar pogleda ne zakriva Sonce, lahko ugotovimo, kako se ukrivlja svetloba, ko potuje blizu Sonca.*

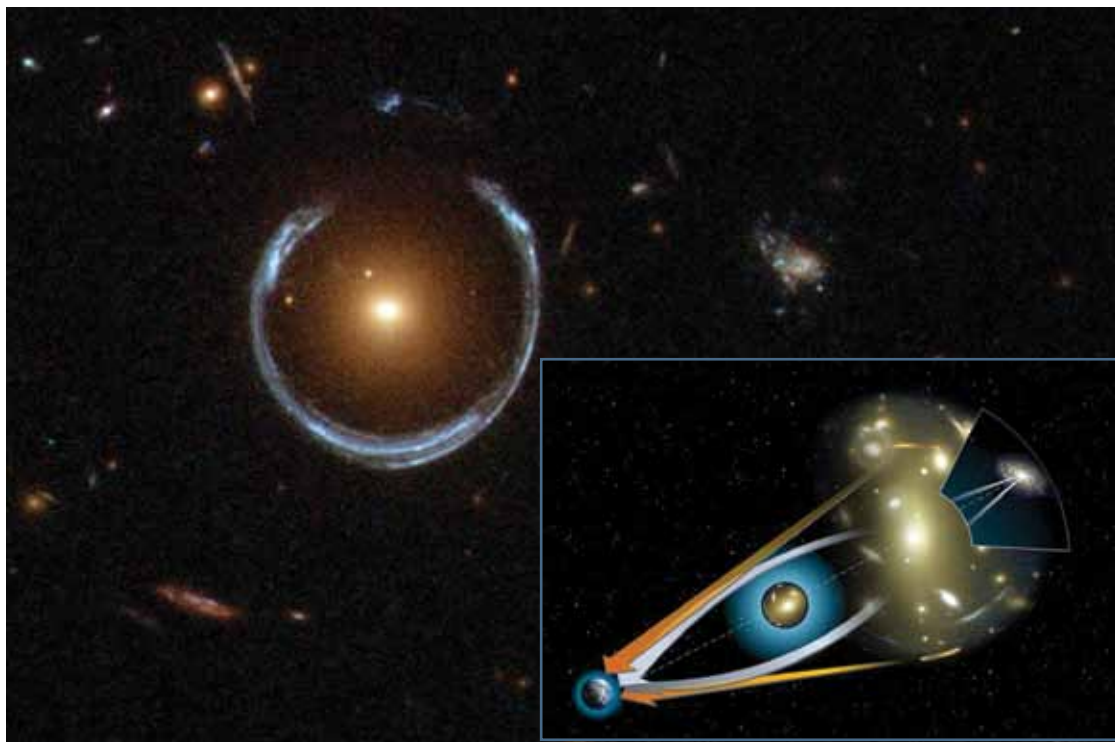
teče drugače kot za nas. Pa si oglejmo še nekaj pojavov, ki jih opiše splošna teorija relativnosti, Newtonova klasična mehanika pa jih ne pojasni zadovoljivo.

### **Eksploimentalne potrditve teorije**

Že Einstein je predlagal tri teste svoje teorije, ki jih je s časom in z natančnimi meritvami uspešno prestala. Eden od testov je opis precesije Merkurjeve orbite. Klasična mehanika napove za Merkurjevo tirnico eliptično orbito s Soncem v enem od gorišč. Rezultati meritev so že ob času vpeljave







*Svetla rdeča galaksija LRG 3-757 v sredini slike kot gravitacijska leča preslika modro galaksijo, ki se nahaja za njo, v modrikasto podkev. Oblika modre galaksije je v resnici bolj podobna modri meglici na desnem delu slike. Izsek slike kaže shematično predstavitev gravitacijskega lečenja: potek žarkov od modre galaksije do nas (belo) in njeno navidežno lego (rumeni žarki).*

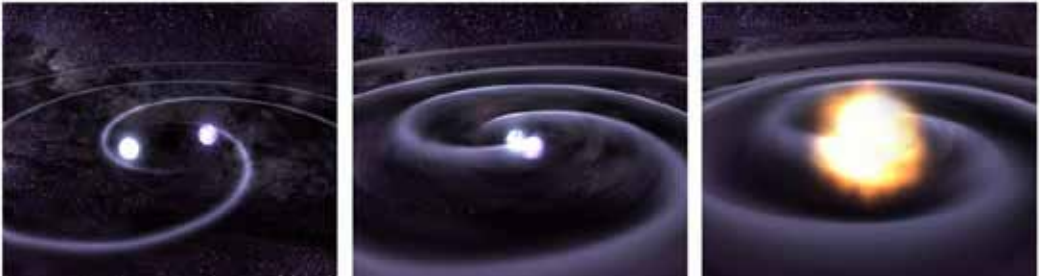
teorije kazali, da se os elipse s časom vrtili, precesira. Opis v okviru klasične mehanike, ki upošteva vpliv ostalih teles v Osončju in nesferičnost Sonca, le delno pojasni rezultate. S splošno teorijo relativnosti pojasnimo tudi preostalo odstopanje od meritev. Vpliv ukrivljenosti prostor-časa na tirnice preiskujejo danes tudi s sateliti in z opazovanjem dvojnih pulzarjev.

Drugi test teorije je merjenje ukrivljenja žarkov pri potovanju svetlobe blizu masivnih teles. Pojav so prvič opazovali leta 1919 med Sončevim mrkom, ko so opazili odklon svetlobe zvezd, ki so bile v bližini zveznice s Soncem. Običajno ta opazovanja niso možna, saj je svetloba s Sonca premočna. Danes vpliv gravitacije na smer potovanja

svetlobe prepoznamo pri mnogih oddaljenih astronomskih objektih, ki se nahajajo za drugim masivnim telesom ali galaksijo. Ta pojav imenujemo tudi gravitacijsko lečenje. Tretji klasični test splošne teorije relativnosti je premik frekvence svetlobe proti rdečemu delu spektra, ko svetilo premaknemo v močnejše gravitacijsko polje. Poskus, ki je potrdil napovedi teorije, sta leta 1959 izvedla Robert Pound in Glen A. Rebka. Relativna sprememba valovne dolžine svetlobe je bila pri omenjenem poskusu le nekaj bilijardink in zato sta morala uporabiti izredno občutljivo metodo merjenja spremembe frekvence svetlobe, ki vključuje Mössbauerjev pojav. Ta test je ekvivalenten testu primerjave hitrosti ur na različnih višinah. Navigacijski sateliti morajo razliko v hitrosti ur upoštevati, saj zneso 38 mikrosekund na dan.

Sodobnejši testi teorije so meritve podaljšanja časa odboja radarskega valovanja od drugega planeta, ko planet zaide za Sonce, ter testiranje ekvivalenčnega načela. Po ek-





*Gravitacijski valovi nastanejo s pospešenim gibanjem telesa, ki ima maso. Zaporedje slik kaže spiralno približevanje dveh nevtronskih zvezd, ki med kroženjem sevata gravitacijske valove.*

vivalenčnem načelu so tirnice lahkih teles, ki padajo v gravitacijskem polju, neodvisne od njihove mase in sestave. Načelo testirajo z natančnimi Eötvösovimi torzijskimi tehnicami.

Pojav, ki ga tudi napoveduje teorija in se je do zdaj izmikal neposredni eksperimentalni potrditvi, so gravitacijski valovi. Vpliv teh valov je tako šibek, da niti Einstein ni verjel, da jih bo možno izmeriti. Prvi posredni dokaz za obstoj gravitacijskih valov so leta 1974 nudila opazovanja frekvence, s katero kroži pulzar v sistemu dveh nevtronskih zvezd PSR B1913+16. Russell Hulse in Joseph Taylor sta pokazala, da se obhodni čas pulzarja manjša skladno z napovedmi teorije. Obhodna frekvenca se večja, ker sevanje gravitacijskih valov zmanjšuje energijo sistema zvezd. Za to delo sta leta 1993 prejela Nobelovo nagrado za fiziko. Vendar je bil ta poskus le posreden dokaz gravitacijskega valovanja. Neposredna meritev je bila še dobra štiri desetletja v prihodnosti. Pa si oglejmo, kaj so gravitacijski valovi in kako jih lahko neposredno zaznamo.

### Gravitacijski valovi

Gravitacijsko valovanje lahko ponazorimo z analogijo z elektromagnetnim, ki ga vsi dobro poznamo, čeprav se tega mogoče niti ne zavedamo. Oči lahko zaznajo elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami od 400

do 700 nanometrov. Tako valovanje imenujemo tudi vidna svetloba. Nizkofrekvenčno elektromagnetno valovanje poznamo kot radijske valove in ti nastanejo, ko v anteni teče izmenični električni tok. Elektromagnetni valovi so posledica pospešenega gibanja električnega naboja. Električni naboj ustvarja električno polje in kadar se naboj pospešeno giblje, v okolici ustvari elektromagnetno valovanje.

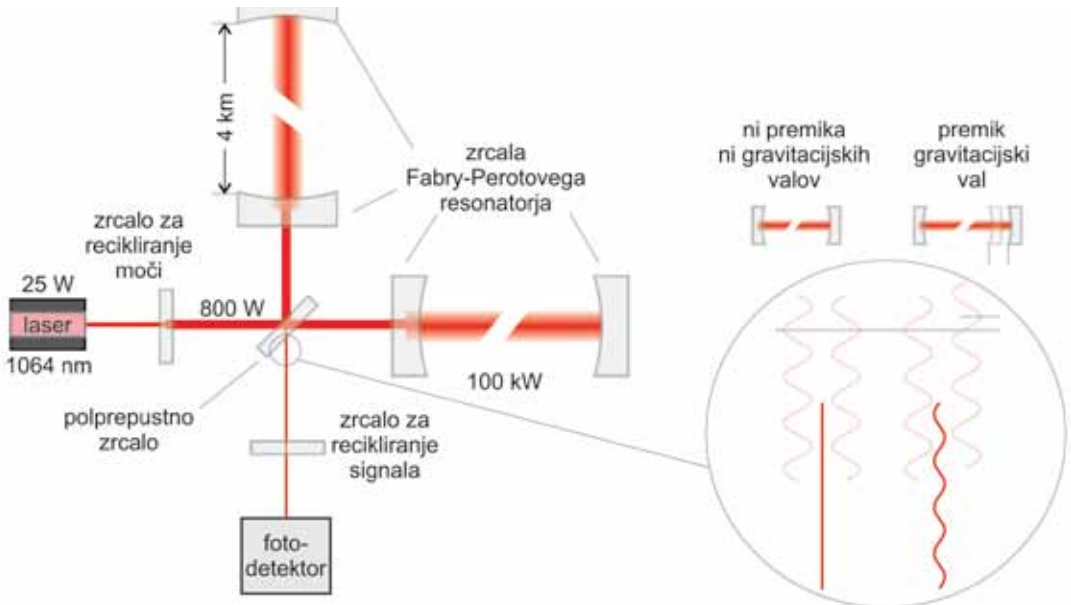
Gravitacijski valovi so, podobno kot elektromagnetni, spremembe gravitacijskega polja, ki se po prostoru širijo s hitrostjo svetlobe. Telesa, ki imajo maso, ustvarijo v svoji okolici gravitacijsko polje. Med pospešenim gibanjem telesa v njegovi okolici nastane gravitacijsko valovanje. Gravitacijske valove ustvarjamo tudi ljudje, avtomobili, mravlje, vendar so ti valovi mnogo prešibki, da bi jih lahko zaznali. Običajno telo bi razpadlo pri pospeških, pri katerih je valovanje dovolj močno za zaznavo. Gravitacijski valovi, ki pa jih lahko izmerimo, izvirajo iz močno pospešenih zelo masivnih in gostih objektov, kot so črne luknje, nevtronske zvezde, pulzarji ali masivne zvezde ob koncu svojega življenja. Vendar so ta telesa zelo oddaljena od nas in so spremembe gravitacijskega polja zaradi valovanja, ki izvira od njih, zelo majhne v primerjavi s statičnim gravitacijskim poljem, ki ga povzročajo telesa v naši okolici, na primer Zemlja. Gravitacijske valove je zato zelo težko zaznati. Gravitacija, ki so jo izmerili v dogodku, ki bo opisan kasneje, je bila pet kvintilijonink ( $5 \times 10^{-30}$ ) Zemljine.

## Merjenje gravitacijskih valov

Kako izmerimo gravitacijsko valovanje? Vpliv gravitacije nam je najbolj poznan po teži, ki jo imajo telesa z maso. S tem pojavom se srečujemo vsak dan. Vendar pa na ta način gravitacijskih valov ne bi mogli izmeriti. Amplituda valov je brezupno majhna in majhnih sprememb teže ne bi mogli meriti v primerjavi s težo zaradi Zemljinega privlaka. Za meritve izkoristimo drug vpliv gravitacije. Gravitacija vpliva na hitrost, s kate-

*Shema interferometra LIGO: laser oddaja infrardečo svetlobo z valovno dolžino 1064 nanometrov, ki jo s posebnimi zrcali ojačimo. Nato se curek na polprepustnem zrcalu razdeli na dva delna curka, ki potujeta vsak po svojem 4 kilometre dolgem kraku. Kraka sta med seboj pravokotna. Par zrcal Fabry-Perotovega resonatorja podaljša efektivno dolžino krakov za 280-krat. Curka se po odboju na koncu kraka združita na polprepustnem zrcalu in usmerita v fotodetektor. Izsek (desno) kaže osnovno načelo interferenčnega merjenja – ko sta delni valovanji v nasprotni fazi (ko ni gravitacijskega vala), se med seboj ošibita in signala ni. Ko gravitacijski val premakne katerega od zrcal, se spremeni faza med delnima valovanjema, valovanji se med seboj ne ošibita popolnoma in detektor zazna signal.*

ro teče čas. Povečanje gravitacije na nekem mestu tam podaljša čas. Skozi tak prostor potuje svetloba dlje časa. Videti je, kot da bi se zmanjšala hitrost svetlobe, v resnici pa se prostor razširi oziroma se prostor-čas ukrivi. Podaljšanje razdalje pa je zelo majhno. Pravzaprav ne merimo razdalje neposredno, ampak primerjamo razdalji dveh med seboj pravokotnih poti, ki imata približno enaki dolžini, ko ni gravitacijskega valovanja. Ko valovanje zajame območje, na katerem merimo dolžine, se ena od poti nekoliko podaljša in druga nekoliko skrajša. In tudi pri taki meritvi so spremembe komaj zaznavne. Da bomo razumeli, kako natančno moramo meriti dolžino, si predstavljajte, da s šiviljskim trakom izmerite dolžino revije, ki jo berete. Relativna natančnost merjenja dolžine je v tem primeru približno 0,01. Če namesto šiviljskega traku uporabimo kljunasto merilo, najbolj natančno prosto dostopno merilo, natančnost izboljšamo za stokrat, na 0,0001. Uspešno merjenje gravitacijskih valov pa potrebuje še bilijardokrat ( $10^{15}$ ) boljše natančnost od kljunastega merila.





*Zračni posnetek interferometra v Hanfordu (levo) in zrcalo, obešeno tako, da ga okolica čim manj trese (desno).  
Fotografiji: LIGO/MIT/Caltech in astronomia.com.*

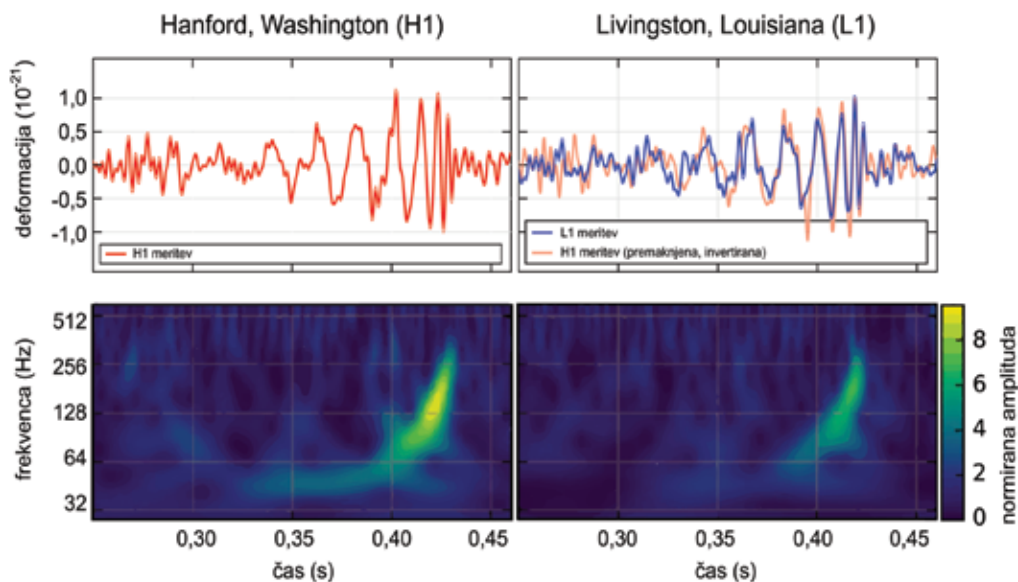


Najbolj natančne meritve dolžine izvajamo z interferometri. To so naprave, v katerih svetlobni curek koherentne svetlobe razdelimo s polprepustnim zrcalom v dva delna curka, ki ju nato usmerimo vsakega v svoj krak interferometra. Na koncu kraka se curka odbijeta od zrcal in se nato zopet združita v izhodišču, kjer interferirata med seboj. Dolžini krakov merimo oziroma primerjamo med seboj z valovno dolžino svetlobe. Če se dolžini krakov razlikujeta za pol valovne dolžine, potem je interferenca destruktivna. Takrat namesto svetlobe, sestavljene iz dveh delnih curkov, ostane tema. Z zelo natančnim merjenjem jakosti te svetlobe lahko zaznamo spremembe v dolžini, ki so mnogo manjše od valovne dolžine svetlobe.

Navaden interferometer z ločljivostjo majhnega dela valovne dolžine - 0,1 mikrometra - ni dovolj občutljiv za merjenje gravitacijskih valov. Potrebujemo mnogo bolj izpopolnjen interferometer. Pravzaprav je tak interferometer med največjimi merilniki, kar jih poznamo. Tak interferometer deluje v okviru observatorija LIGO. LIGO je akronim za Laser Interferometer Gravitational-

Wave Observatory (Observatorij gravitacijskih valov z laserskim interferometrom). Interferometer ima dva med seboj pravokotna kraka, od katerih je vsak dolg 4 kilometre. Ta kraka sta 360-krat daljša od enajstmetrskih krakov interferometra, ki sta ga Albert A. Michelson in Edward W. Morley uporabila pri poskusu leta 1887. Želela sta izmeriti hitrost Zemlje v etru, hipotetični snovi, v kateri potuje svetloba. Poskus je pokazal, da je hitrost svetlobe enaka v vseh opazovalnih sistemih, ni odvisna od smeri in da svetloba lahko potuje po praznem prostoru. Rezultat je bil temelj za posebno teorijo relativnosti. Vendar tudi izjemna dolžina krakov interferometra LIGO ne bi nudila zadostne občutljivosti. Zato se v vsakem kraku nahaja še par izredno čistih in gladkih zrcal, ki tvorita Fabry-Perotov resonator. Med zrcaloma se svetlobni curek odbije še 280-krat, kar pomeni, da je efektivna dolžina posameznega kraka 1.120 kilometrov. Z interferometrom zaznajo spremembe v dolžini kraka velikostnega reda  $10^{-19}$  metra, kar je desetstisočkrat manjše od protona. Relativna sprememba dolžine je tolikšna, kot je debelina lasu v primerjavi z razdaljo do najbližje zvezde zunaj Osončja.

Kontrast interferenčnega vzorca, ki ga tvori curka svetlobe iz različnih krakov, je



Signal gravitacijskih valov, ki so jih zaznali v LIGU. Levo zgoraj je signal, izmerjen v Hanfordu. Zgornji, desni diagram kaže signal, izmerjen v Livingstonu. Nanj je za primerjavo orisan tudi za sedem milisekund zamaknjen in invertiran signal iz Hanforda. Jasno se vidi ujemanje obeh signalov. Signal je izmeničen, njegova amplituda narašča in nibejnji čas se krajša. Ko sta črni luknji trčili, je signal izzvenel. Spodnji par slik kaže časovni razvoj spektra obeh signalov.

odvisen tudi od moči laserske svetlobe. Za dovolj veliko občutljivost mora biti moč čim večja in v LIGU znaša osupljivih 750 kilovatov. Tako moč dosežejo z 200-vatnim laserjem in ojačenjem curka s posebnim sistemom zrcal, postavljenim med laser in polprepustno zrcalo. Laserska svetloba je infrardeča, z valovno dolžino svetlobe 1.064 nanometrov. Valovna dolžina je načrtno izbrana, tako da je toplotna stabilnost interferometra čim boljša. Če bi se preveč laserske svetlobe absorbiralo na zrcalih, bi se ta pregrevala in lastnosti interferometra bi se spreminjale. Interferometer je zgrajen

za zaznavanje gravitacijskih valov z valovno dolžino od 43 kilometrov do 10.000 kilometrov, kar ustreza frekvencam od 30 hercev (Hz) do 7000 hercev (Hz).

Interferometer je izjemno občutljiv za najmanjše spremembe razdalje med zrcaloma kraka. Do teh sprememb prihaja že zaradi tresljajev iz okolice, ki povzročajo nihanje nihala. Zato je posebna skrb namenjena dušenju nihanja zrcal. Učinkovito dušenje dosežejo s posebnim, štirikratnim obešenjem zrcal. Vendar se niti tako ne morejo popolnoma izogniti nihanju, ki ga povzroči tresenje tal med potresnimi sunki. Zato v LIGU uporabljajo dva enaka interferometra, enega v Hanfordu v državi Washington v Združenih državah Amerike, in drugega v 3.000 kilometrov oddaljenem Livingstonu v državi Louisiana. Tako dosežejo, da isti potres ne stresa in ne vpliva na oba interferometra hkrati. Signali, ki imajo enak časovni potek in jih interferometra zaznata z določenim časovnim zamikom (tako imenovani korelirani signali), zato lahko izvirajo samo



iz gravitacijskih valov. Z določanjem časovnega zamika med enakimi signali iz dveh interferometrov lahko določijo tudi smer, iz katere je prišlo gravitacijsko valovanje.

### Rezultati meritve

14. septembra leta 2015, skoraj sto let po teoretični napovedi, so ob četrti uri zjutraj zaznali signal, ki se je s sedemmilisekundnim zamikom pojavil tudi v drugem interferometru. Signal je imel zelo posebno, značilno obliko. Frekvenca in amplituda signala sta naraščali s časom, potem pa je signal izginil. Take vrste signal imenujemo čirp (chirp). Nastane, ko dve masivni telesi krožita drugo okrog drugega. Sistem teles oddaja energijo z gravitacijskimi valovi in zato telesi padata drugo proti drugemu. Bolj ko sta telesi blizu, hitreje krožita, večji je izsev valov in hitreje se telesi približujeta. Kroženje se pospešuje podobno kot pri umetnostnih drsalcih med pirueto. Kroženje teles se odvija vedno hitreje, dokler telesi na koncu ne trčita in se zlijeta v eno. Iz frekvence valov lahko izračunajo maso krožečih teles, iz amplitude valovanja pa določijo njuno oddaljenost. Časovni zamik med obema interferometroma – pomnimo, gravitacijsko valovanje potuje s svetlobno hitrostjo – pa nudi podatek o smeri, iz katere valovanje prihaja. Izmerjeni signal je ustrežal trku dveh črnih lukenj, vsaka z nepričakovano veliko maso približno 30 Sončevih mas. Oddaljenost črnih lukenj je ocenjena na 1,3 milijarde svetlobnih let, kar pomeni, da se je trk zgodil davnega leta 1.300.000.000 pred našim štetjem. Na koncu, tik pred trkom, sta črni luknji krožili druga okoli druge 250-krat v sekundi in s polovico svetlobne hitrosti. V petini sekunde se je ta kataklizmični dogodek končal. V energijo gravitacijskih valov se je pretvoril ekvivalent treh Sončevih mas. To je izjemna količina energije, več kot je izsev vseh zvezd v vesolju. Raziskovalci so imeli srečo, da se je ta dogodek zgodil ravno v času opazovanja, saj je ta signal zelo značilen, se dobro prilega modelu in ga je enostavno razbrati. Decembra leta 2015 so v LIGU zaznali že

nov čirp, ki je ustrežal združenju dveh črnih lukenj z masama 14,2 in 7,5 Sončeve mase in se je zgodil na razdalji 1,4 milijarde svetlobnih let.

### Kako naprej?

Občutljivost interferometrov bodo izboljšali tako, da bodo povečali število interferometrov po svetu. Med drugim bo eden jeseni začel delovati v Italiji. Na ta način bo korelacija signala določena bolj zanesljivo in lažje bo določiti smer izvora valovanja. V tisto smer lahko nato usmerijo teleskope in opazujejo, ali ta kataklizmični dogodek spremlja tudi aktivnost v elektromagnetnem valovanju – infrardeči svetlobi, vidni svetlobi, rentgenskem sevanju in sevanju gama. Hkrati lahko merijo tudi tok nevtrinov in ugotavljajo, kaj se je dogajalo pri trku. Gravitacijski valovi so tudi eno redkih oken, skozi katera lahko zremo globoko v preteklost vesolja. Vidna svetloba se namreč v zelo mladem vesolju ni širila, dokler ni postalo prozorno, ko so se elektroni povezali z nukleoni v atome. Neprozornost vesolja ni ovira za potovanje gravitacijskih valov. Opazovanja gravitacijskih valov bodo vsekakor poglobila naše znanje o vesolju in pomagala odgovoriti na vprašanje, ali splošna teorija relativnosti pravilno opiše gravitacijo. Nova spoznanja si obetamo tudi o lastnostih zelo goste snovi, pojavih pri velikih tlakih ter mehanizmih trkov nevtronskih zvezd in z njimi povezanimi izbruhi sevanja gama. Opazovanja gravitacijskih valov nam bodo razkrivala očem nevidne črne luknje in pomagala ugotoviti, koliko se jih pravzaprav skriva v vesolju. Med koristimi tovrstnih eksperimentov pa ne smemo pozabiti tudi na tehnološke izboljšave, ki segajo na področja vakuumske, optične, kriogenske in laserske tehnologije, vede o materialih, geodezije, geologije kot tudi metod hitre obdelave velike količine podatkov.

## O dišečih prelcih (*Attacinae*)

Boštjan Dvořák

Pajesenov prelec (*Samia cynthia*), ki so ga v predprejšnjem stoletju gojili kot sviloprejko in se danes pojavlja tudi ob severnem Jadranu, je v okviru družine nočnih pavlinčkov (*Saturniidae*) predstavnik velike poddružine *Attacinae*. Metulje te razvejene skupine, ki v raznolikih, pa vendar podobnih si rodovih naseljuje vse celine, prepoznamo po močno srpastih prednjih krilih z nazaj zapognjeno konico in polmesečastih ali trikotnih sredinskih vzorcih, ki so pri nekaterih vrstah razviti kot prozorna okenca. Njihove gosenice so navadno modrikaste in okrašene s pisanimi bradavicami ali bodičastimi izrastki, v mladosti pa večinoma živijo družno. Kratek pregled rodov nam razkrije osupljivo pestrost, ki jo še vedno združujejo nekateri

skupni fizični in vedenjski vzorci, po teh pa lahko sledimo potem razvoju in širitvi posameznih predstavnikov do skupnega prednika v pradomovini.

Naziv *Attacinae* je izveden iz imena najbolj znanega rodu te poddružine – *Attacus*; njegovi tropskoazijski predstavniki veljajo za največje metulje sveta in se ponašajo z razponom kril do približno trideset centimetrov ali več (slika 1).

V azijskih tropih med Indijo, Filipini, južnimi japonskimi otoki in severno Avstralijo prebiva mnogo podobnih vrst, od katerih je kakšnih deset bolj znanih; nekatere celijske so zelo razširjene in – tako kot med vsemi najbolj znani atlas (*A. atlas*) – nase-ljujejo obsežne predele od Indije do vzdolžnih tropskih kitajskih obal, mnoge pa so

Slika 1: *Attacus atlas* (*samec*). Foto: Klaus Emisch.





se oblikovale na posameznih otokih in je njihovo območje razširjenosti še danes omejeno le nanje. Tako najdemo na Filipinih predstavnici *A. lorquinii* in *A. caesar*, na Šri Lanki *A. taprobanis*, na Tajvanu in na otoku Hainan pa spet posebni vrsti. Vse imajo močno trikotasta krila; gornji rob prednjih je, zlasti pri samcih, močno srpast, zadnja pa so v končnem delu močno podaljšana. Take oblike jim omogočajo vijachen let, tako da se lahko mirno dvigajo tudi navpično v drevesne krošnje, hkrati pa so lahko zelo hitri in spretno manevrirajo. Glede na vrsto so večja ali manjša prozorna okenca vsaj na prednjem paru kril, pogosto pa na obeh. Njihove velikanske, masivne gosenice (slika 2) so modre in okrašene z rožičkastimi izrastki, ki so zlasti v prednjem delu močno poudarjeni in štrlijo vstran; posamezne vrste prepoznamo po dodatnih rumenih, oranžnih, črnih in rožnatih vzorcih, vse pa imajo z belkasto, vosku podobno plastjo obdano kožo. Dorasle se zapredajo v zajetne, podolgovate zapredke iz debelih plasti sivkasto rjave svile, ki so uporabni tudi v

*Slika 2: Archaeoattacus edwardsii (gosenica).*

*Foto: Alan Marson.*

svilarstvu, gosenice pa jih navadno uvijajo v velike liste.

Metulji istega legla se lahko izlegajo ob zelo različnem času; prezimovanje sicer ni potrebno, a bube lahko v zapredkih preležijo več let in prebrodijo neugodne rastne razmere ali sušno obdobje, kar pa se obnese tudi pri gojenju v krajih s celinsko zimo. Samice privabljajo samce na velike razdalje, parjenje pa lahko traja do 24 ur. Pri lepljenju velikih rdečkasto rjavih jajčk niso preveč izbirčne in gosenice lahko uspešno dorastejo na več kot sto rastlinskih vrstah različnih družin; najdemo jih na mangovcih, jablanah in cimetovcih, kavovcu, ajlantu ali mahagoniju. Mlade po prvi levitvi z dolgimi izrastki in belo voskasto prevleko oponašajo razne listne uši ali stenice. Posebno dobro uspevajo na rastlinah z velikim listjem, pa tudi na hrastih in brezah, in baje brez težav dorastejo celo na oleandru; eno od filipin-

skih predstavnic sem, skupaj z gosenicami oleandrovca (*Daphnis nerii*), v okolici Manile zares našel tudi na tabernemontani (*Tabernemontana* sp.), ki je iz iste družine kot oleander (Apocynaceae) in kot ta močno strupena. Vse vrste so prvotno gozdne, a se danes nekatere širijo tudi po parkih in alejah mest in drugih urbanih pokrajinah kot kulturni sledniki. Nekatere so izredno redke oziroma jih poznamo šele po nekaj naključno ujetih primerkih, druge pa so ponekod lahko zelo pogoste.

Azijske trope v goratih predelih z doslej dvema znanima predstavnikoma naseljuje še zelo podobni rod *Archaeoattacus*, katerega metulje prepoznamo po temno rjavi osnovni barvi z vijoličastim leskom, širokem pikčastem robu in bleščede rumeno obrobljenih okencih (slika 3), elegantne gosenice pa so še nekoliko bolj bodičaste; najbolj znan je *A. edwardsii*.

Za severnoavstralsko regijo vključno s Papuo pa je značilen s peščico vrst zastopani rod *Coscinocera*; njegove predstavnike prepoznamo po močnih repkih na zadnjih krilih, podobnih tistim pri lunicah, le veliko širših, a so metulji v celoti čokoladno rjave barve, okenca pa so veliko manjša in kapljaste oblike. Vrsta *C. hercules*, »herkulov prelec«, se z vrsto *A. atlas* poteguje za mesto največjega

Slika 3: *Archaeoattacus edwardsii* (samec).

Foto: Josef Reichvilser.



metulja na svetu. Prav tako modre gosenice pa imajo pri tem rodu v pravilno oblikovane, ravno izraščajoče rumene trne razvite izrastke, dihalnice pa so rdeče obrobljene. Kljub različnim družinam tropskih dreves, na katerih v naravi najdemo gosenice in ki za zdaj še niso zanesljivo določena kot prvotne hranilne rastline, se je pri gojenju vseh treh rodov doslej najbolj obnesla navadna kalina (*Ligustrum vulgare*), na kateri izvrstno uspevajo. Vse te gosenice pa za uspešen razvoj potrebujejo primerno podnebje s stalno vlažnim zrakom in konstantno visokimi temperaturami; občasna sušna ali hladnejša obdobja na stopnji bube sicer lahko premostijo, vendar lahko dolgoročno preživijo le v tropih. Dr. Carnelutti mi je nekoč pravil, kako so v povojnih letih nekje na Siciliji večkrat zapored ujeli primerke vrste *A. atlas* in je zato veljalo, da je tam naseljena. Pozneje se je pokazalo, da je v bližini med vojno strmoglavilo neko zavezniško letalo, njegov pilot pa je bil tudi navdušen metuljar. Nekoč je na eni od vojaških misij v Aziji zbral večje število atlasovih zapredkov in jih potem tovoril s seboj – iz njih so se v razbitinah letala še kakšno desetletje izlegali primerki metulja.

Drugače je pri že večkrat omenjenem pajesenovem prelcu (*Samia cynthia*, glej tudi *Proteus*, 76 (9-10)), ki je sicer vezan na eno samo drevesno vrsto (*Ailanthus glandulosa*, Simaroubaceae). Skupaj z njo izvira iz srednjih in severnih azijskih predelov z izrazitimi zimami in je njegov razvojni ritem z mirovalno dobo prilagojen rednim hladnim obdobjem. Čeprav je veliko manjši kot vse omenjene predstavnice, pa je po vzorcih in oblikah na vseh stopnjah neverjetno podoben atlasu, tako rekoč njegova miniaturna izdaja (slika 4). Krila so sicer rumenkasto ali zelenkasto rjava in okrašena z rožnatim notranjim robom in rumeno obrobljenimi polmesečastimi okenci namesto trikotnikov, a skoraj prav takih oblik.

Tudi modra gosenica (slika 5) je z bodicami





Slika 4: *Samia cynthia* (samec).

Foto: Boštjan Dvořák.

na las podobna atlasovi in se zaprede v zelo podobni, podolgovati rjavkasto sivi zapredek, ki pa je izredno ozek in na sploh veliko manjši; tudi njegova svila je zelo uporabna in so ga zato gojili v mnogih krajih zmernege pasu širom po svetu.

Slika 5: *Samia cynthia* (gosenice). Foto: Boštjan Dvořák.



Večinoma v ta namen gojeni pajesen ali ajlant je danes marsikje nadležen plevel, ki pa lahko klije in uspešno prerašča površine le na »obdelanih« ali »motenih« tleh, se pravi v pokrajinah s človeškim vplivom, ki jih preraščajo njegove mladike. Še danes to vrsto pavlinčka najdemo v nekaterih velikih mestih, recimo v Parizu, Lyonu in na Dunaju, poleg tega pa v večjem delu Padske nižine od alpskega roba in delov južne Švice do vznožja Apeninov, pa tudi na Tržaškem in občasno v slovenskem Primorju. Vrsti pa ne ustreza suho sredozemsko podnebje in je zato bolj pogosta v krajih z vlažnimi, oceansko obarvanimi poletji, predvsem na primer v Veroni in ob Gardskem jezeru. Naša »evropska« različica je doma v kitajski provinci Šantung oziroma v Koreji. Ta hitra, spretna in lastovičarju podobna večša se takoj pari in lepi drobna belkasto siva jajčeca v velikih kupčkih ali vrstah na stebela in liste pajesenov. Za gosenice, ki so sprva zelo drobne in podobne črvičkom, je značilno, da se takoj začnejo zbirati v velike gruce



Slika 6: *Samia cynthia* (gosenčice).

Foto: Boštjan Dvořák, obdelava: Matija Gogala.

(slika 6) in potem žrejo in rastejo v »jedilnih skupnostih«, tesno druga ob drugi kot avtobusi na parkirišču; posamezno ne morejo preživeti, ker ne morejo prebaviti obrambnih sokov, ki iztekajo iz zajedenih listov, zato se listnega roba lotijo tako, da druga za drugo v enakih presledkih zagrizujejo na istem mestu.

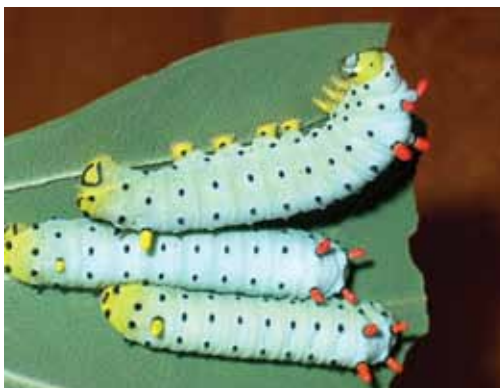
Podobno vedenje lahko opazujemo pri vseh predstavnicah te poddružine; tudi atlasove gosenice se sprva držijo bolj skupaj, čeprav se ne dotikajo druga druge. Živali se razlezajo po rastlini šele nekako po tretji levitvi ali pa še pozneje. Rod *Samia* šteje nekaj čez dvajset znanih vrst, ki so si vse zelo podobne. *S. cynthia* seže na sever do južnih predelov amurske regije, južno pa jo zamenjujeta *S. wangi* in *S. watsoni*. Slednja je gorska in od vseh predstavnic najbolj »arhaična«, saj po eni strani spominja na rod *Archaeoattacus*, po drugi pa na predstavnice afriškega rodu *Epiphora*; nekateri menijo, da zato, ker naj bi se bila šele razmeroma pozno razširila iz afriškega prostora, domnevne pradomovine te poddružine, drugi pa domnevajo, da je, nasprotno, najstarejša priseljenka. Danes je v med seboj ločenih populacijah omejena na gorske grebene, njena doslej edina znana hranilna rastlina pa je manioka (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae), ki pa je neotrop-

skega izvora. Na Japonskem je doma *S. pryeri*, katere gosenice živijo na vrsti bodike *Ilex rotunda*; na teh drevesih sem jih našel posebej veliko po alejah in okolici mesta Šizuoka. Filipine naseljuje *S. luzonica*, indonezijske otoke *S. peigleri*, *S. insularis* in *S. naumanni*, v Indiji pa je doma *S. cinnigi*. Znana je tudi gojena *S. ricini*, ki pa je umetno križana iz več komponent in je izključno domača žival, ki ne more preživeti v naravi; njene gosenice, ki jih je lažje gojiti in žrejo mnoge rastline, niso modre, ampak bele, in predejo velike zapredke iz snežno bele svile, ki so površno oblikovani, a zelo uporabni v svilgojstvu.

V Novem svetu je skupina presenetljivo pestro zastopana; tropske in ostale južne predele naseljuje z najmanj petdesetimi znanimi vrstami močno razvejen rod *Rothschildia*, sever pa obvladujejo rodovi *Eupackardia*, *Hyalophora* in *Callosamia*. Od teh je zadnji najbolj podoben azijskemu rodu *Samia* in je njegov prednik očitno najpozneje poselil celino; od treh vrst, ki so razširjene v vlažnih regijah med srednjo Kanado in Mehikiškim zalivom, je povsod navzoč »prometejev prelec« (*C. promethea*); njihove gosenice najdemo na mnogih listavcih, zlasti pa na tulipanovcu (*Liriodendron tulipifera*, Magnoliaceae), medtem ko gosenice veliko bolj krajevno razširjenih predstavnic *C. angulifera* in

Slika 7: *Callosamia promethea* (gosenice).

Foto: Boštjan Dvořák.



*C. securifera* v glavnem živijo le na tem drevesu ali pa na sasafrazu (*Sassafras albidum*, Lauraceae). Vse tri v mladosti živijo družno, dorasle pa prepoznamo po pisanih okraskih: na bleščeče beli oziroma zelenkasti ali turkizno modri podlagi izstopajo črne pegice in štirje kričeče rdeči izrastki na oprsju ter eden rumene barve nad zadkom (slika 7).

Vedejo se zelo podobno kot gosenice prejšnjega rodu in pletejo tudi skoraj prav take zapredke, metulji pa kažejo izrazit dimorfizem: samci, ki letajo podnevi, so črni s svetlim krilnim robom in »oponašajo« strupene lastovičarje rodu *Battus* in sorodne vrste, veliko večje in bolj krožnate samice, ki so dejavne le ponoči, pa so rjave s sredinskim krilnim vzorcem (slika 8), katerega obliko izdajata vrstna naziva *angulifera* (s kolenci) in *securifera* (s sekiricami).

O tem, ali je prometejev prelec zares neodvisen od tulipanovcev oziroma drugih aromatičnih magnolijevk ali lovorjev ali pa jih, tako kot oba sorodnika, periodično vendarle potrebuje, še ugibamo; ameriški biologi poročajo, da je njegovih zapredkov ponekod največ na raznih vrstah češenj (*Prunus* sp.). To bi bila vzporednica naslednji vrsti. Gosenice oddajajo značilen, za človeški nos prijeten vonj po sladkarijah.

Rod *Hyalophora* je zastopan s tremi vrstami, ki z razponi do nekaj čez 16 centimetrov veljajo za največje severnoameriške metulje,

v nasprotju z manjšimi sorodniki pa vse nastopajo v enem samem zarodu na leto; oba para temno modrih, črnih ali rjavih kril s širokim lepo lisastim robom krasijo polme-sečasti, široki sredinski vzorci, trup pa je rdeče-belo pasast (slika 9).

Krasno pisane in značilno bradavičaste gosenice (slika 10) se bubijo v velike večplastne zapredke.

Vlažne vzhodne predele med Mehiškim zalivom in srednjo Kanado naseljuje *H. cecropia*, ki jo kot zelo polifagno vrsto najdemo na več kot 100 vrstah listnatih rastlin, kaže pa močne preference za predstavnice rodu

Slika 9: *Hyalophora cecropia* (parjenje).

Foto: Boštjan Dvořák.



Slika 8: *Callosamia promethea* (samica).

Foto: Martin Stehle.



Slika 10: *Hyalophora cecropia* (gosenica).

Foto: Boštjan Dvořák.



Slika 12: *Eupackardia calleta* (samec).

Foto: Martin Steble.

*Prunus*, in sicer razne češnje in drugo koščičasto sadno drevje ali trnoljici (*P. spinosa*) podobno grmovje. V reji so neverjetno občutljive in lahko najmanj do tretje levitve, pa tudi pozneje, uspešno dorastejo samo v skupinah, večini gojiteljev pa so navadno poginile pred zapredanjem; nekoč pa sem jih poskusno zelo uspešno gojil na balkanski lovoriki (*Prunus laurocerasus*) in od tedaj jih na tej zimzeleni, trdolistni rastlini gojijo tudi nekateri ameriški biologi, saj je danes po parkih in vrtovih zmernega pasu vsega sveta razširjena okrasna vrsta. Gosenice v reji spremlja prijeten sladkast vonj, ki je zaznaven tudi pri metuljih in jajčecih. Ta metulj



je dobro prilagojen na celinsko podnebje in pogost predvsem v krajih z mrzlimi zimami; poskusi v laboratoriju so pokazali, da lahko njegova buba brez škode preživi kar do  $-80^{\circ}\text{C}$ . Danes je vrsta kot kulturni slednik posebno pogosta v urbanih predelih, zlasti v mestih. Bližnja sorodnica *H. euryalus* prebiva v suhih krajih zahodno od Skalnega go-

Slika 11: *Hyalophora euryalus* (gosenica).

Foto: Steve Iffe.







Slika 13: *Eupackardia calleta* (gosenica).

Foto: Armin Günther.

rovja in njena enako bradavičasta, a drugače pisana gosenica (slika 11) živi na trdolistnem drevju, predvsem na grmih rodu *Ceanothus* (Rhamnaceae). Tretja predstavnica, *H. columbia*, v več podvrstah naseljuje gorate predele in oceanski severozahod, hkrati pa v zavitem loku seže do severne atlantske obale; njena temno zelena gosenica z belimi in živo rdečimi bradavicami živi na iglavcih, predvsem macesnih.

Rod *Eupackardia* je z eno samo, srednjeameriško vrsto *E. calleta* razširjen predvsem v sredozemskih in polpuščavskih delih Mehike, seže pa do nekaterih pokrajin v južnem Texasu in Arizoni; južna meja razširjenosti ni znana. Metulji obeh spolov so po barvi in vzorcu zelo podobni samcem rodu *Callosamia*, le da so bleščeče črno modri in po trupu rdeče črtasti (slika 12), prekrasne živo pisane gosenice pa so porisane z oranžnimi, zelenimi, vijoličastimi in črnimi prepletajočimi se madeži in okrašene z modrimi,

rdeče in črno obkroženimi bodičastimi kroknami (slika 13).

Živijo na sredozemskih rastlinah rodov *Fouquieria*, *Leucophyllum* in *Forestiera* in oddajajo dobro zaznaven, oster vonj po zelenjavi. Ta značilna »dišava«, ki jo je težko opisati, nekoliko pa spominja na feferone, je enako penetrantna tudi pri gosenicah, ki jih gojimo na kalinah (*Ligustrum* sp.), rastlinah, ki pomenijo odlično nadomestno prehrano v reji. Pogosto sem, ko sem kdaj obiskal kakšnega gojitelja, po kiselkastem vonju takoj uganil, da redi to vrsto. Bubijo se v trdne, hruškasto oblikovane, gladke, sivkaste zapredke z upognjenim ozkim grlom in vršasto grajenim izhodom, v katerih bube lahko preždiyo kar nekaj let. Metulji tega in prejšnjih dveh rodov med mirovanjem pogosto počasi krožijo s krili, zlasti kadar se jim približamo, in to lahko opazujemo tudi pri rodu *Samia*. S tem očitno oponašajo listje v vetru; tako velika žival bi bila v zračnem toku, ki nastaja ob vetru ali gibanju večjega bitja, med gibajočimi se listi preveč opazna, če bi samo tako mirovala.

Slika 14: *Rothschildia lebeau* (*gosenica*).

Foto: Uwe Kauz.

Slika 15: *Rothschildia arethusa* (*samec*).

Foto: Thorsten Klang.

Slika 16: *Rothschildia erycina* (*samec*).

Foto: Alan Marson.

Slika 17: *Rothschildia hopfferi* (*samec*).

Foto: Larry Valentine.

Čez Mehiko v nekatere predele južnih držav Združenih držav Amerike segajo tudi posamezne vrste rodu *Rothschildia*, ki so zelo raznolike; nekaj jih je suholjubnih in prebivajo v polpuščavskih ali sredozemskih zakraselih pokrajinah s kompaktnim pritlikavim rastjem, večina pa jih naseljuje vlažne gozdne ali gorske predele. Pri mnogih še niso znane prave naravne hranilne rastline, druge lahko redno opazujemo na nekaterih tropskih drevesih, veliko večino pa lahko uspešno gojimo na kalini (*Ligustrum* sp.) in drugih oljnicah (*Oleaceae*), na primer oljki (*Olea* sp.), majni (*Syringa* sp.) in jesenu (*Fraxinus* sp.). Vse gosenice živijo in žrejo sprva družno v lepo urejenih gručah in so enostavno črno-rumeno prečno črtaste, šele pozneje pa

se razlezejo po rastlinah in dorastejo posamezno v pisanih vzorcih, značilnih za posamezno vrsto. Tako kot metulji in gosenice so raznoliki tudi različno pleteni zapredki. Metulji so večinoma vijoličasto, oranžno ali rdeče rjave osnovne barve in imajo na krilih okenca; nekateri zelo spominjajo na azijski rod *Attacus*, drugi na afriški rod *Epiphora*, vsi pa merijo čez krila od 12 do 18 centimetrov. Grobo jih lahko delimo v pet tipov. Vrste z močno zašiljenimi prednjimi in dolgimi zadnjimi krili ter velikimi trikotastimi okenci imajo večinoma dvobarvne gosenice, ki so po hrbtni strani svetlo zelene s pasasto nameščenimi oranžnimi kronicami, po trebušni pa modrikasto poraščene; take so na primer *R. aurota*, *R. triloba*, *R. orizaba* in



**Slika 18:** *Epiphora bauhiniae* (samec).

Foto: Boštjan Dvořák.

*R. roxana*. Gosenice predstavnic z velikimi zaobljenimi očesci so večinoma živo zelene z naprej nagnjenimi vijoličastimi, belo obrobljenimi bočnimi trakovi, ki potekajo po robovih členkov, in drobnimi oranžnimi kronicami, kot na primer pri vrstah *R. lebeau*, *R. cincta* in *R. hesperus* (slika 14).

Vrsti *R. arethusa* in *R. schreiteriana* imata manjša okroglasta okenca (slika 15), razvijata pa se iz oranžno-črno tigrastih, gladkih gosenic, ki oponašajo strupene gosenice nekaterih somračnikov (Sphingidae), katerih vzorci se ujemajo z barvami koralnih kačic, in se bubijo v masivnih, trdih ovalnih zapredkih. Podobno tigrasta, a bele ali zelenkaste osnovne barve je čudovito pisana gosenica

vrste *R. erycina*, metulji pa imajo močno srpasta krila z lopatasto razširjenima gornjima konicama (slika 16 in 17).

Robati vijoličasto sivi ali rdečkasti metulji, okrašeni z vbočenimi prozornimi trikotniki, ki pa so pri nekaterih vrstah le še nakazani, so vrste *R. jacobaeae*, *R. amoena* in *R. condor*, ki se razvijajo iz nežno zelenih, z belimi prečnimi črtami in nebesno modrimi kronicami okrašenih gosenic. Zadnja leta so odkrili mnogo novih vrst. Nekatere gosenice ostro zaudarjajo, druge pa oddajajo prijeten sladkast vonj po sadju ali čokoladi.

Podobno razvejen, a nekoliko manj številčen je rod *Epiphora*, ki naseljuje tropsko afriško regijo južno od Sahare. Tudi tod srečamo podobno velike, vijoličasto ali rjavo sivkaste metulje z okroglimi (*E. bauhiniae*), ovalnimi (*E. rectifascia*), trikotastimi ali polmesečastimi (*E. mithymnia*, *E. elianae*, *E. rotunda*)





Slika 19: *Epiphora mithymnia* (gosenica).

Foto: Philippe Bodin, obdelava: Matija Gogala.

okenci, vzorci so rumeno in rožnato obrobljeni, krila pa pogosto dopolnjujejo bleščeče bele ploskve (slika 18).

Gosenice, ki v mladosti živijo družno, so dorasle zelo raznolike, okrašene pa predvsem s pisanimi trni, bradavicami ali bodicami (slika 19).

Za nekatere je značilen sladkast vonj, ki spominja na zdravila, čokolado ali bombone in ga je mogoče zaznati tudi pri metuljih. Bubijo se v različno oblikovane, trdne zapredke iz lepo zglatjenih svilenih plasti. Zaenkrat jih je težko gojiti, ker so občutljive in zahtevne, po drugi strani pa nam primanjkuje informacij glede hranilnih rastlin; v glavnem ne uspevajo na oljnicah in rožnicah, začuda pa mnoge lahko dorastejo na rastlinah iz družine krhlik (*Rhamnaceae*), med katerimi se je doslej pri večini najboljše obnesla žižola (*Zyziphus jujuba*), ki jo poznamo tudi pri nas na Primorskem.

Genetske analize kažejo, da je afriška veja najstarejša in so se vsi ostali predstavniki širom sveta postopoma razvili in razširili iz njenih prednikov. V več valovih so v obdobjih, ko sta bila Bližnji in Srednji vzhod primerno vlažna in zelena, po tem mostu postopoma poselili Azijo, od tam pa so se proti vzhodu po kopnini občasno širili v Novi svet, kjer lahko na severu različno

prepoznamo naseljene plasti različnih starosti. Le neotropski predstavniki, ki pa so afriškimi najbolj podobni in tudi genetsko najbližje, se niso priselili po tej poti. Po drugi strani


pa velika pestrost neotropskih poddružin nočnih pavlinčkov z nekaterimi starimi skupinami, ki jih ne najdemo nikjer drugod, narekuje domnevo, da vsa družina izvira iz južnega dela Novega sveta. Če so afriški predniki potemtakem vendarle veja še starejših, južnoameriških, kako so se razširili v Afriko? Vprašanje je odveč, saj celini v času njihovega nastanka še nista bili ločeni.

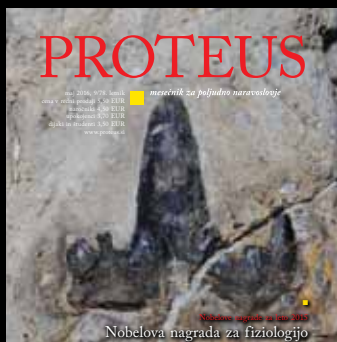
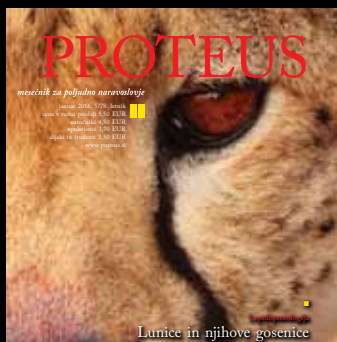
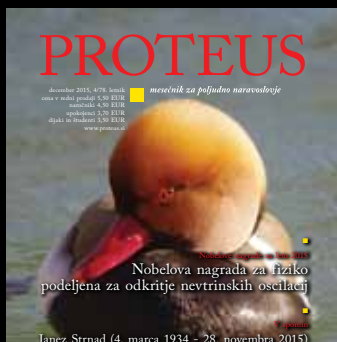
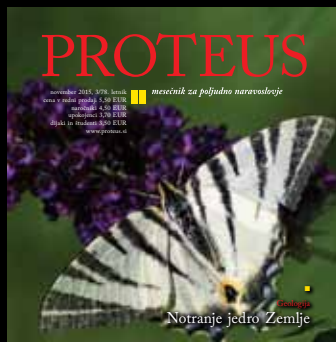
#### Literatura:

- D'Abreu, B., 1998: *Saturniidae Mundi. Saturniid Moths of the World*. Keltern: Goecke & Evers.
- Lampe, R. E. J., 2010: *Pfauenspinner der Welt. Saturniidae of the World*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Lemaire, C., 1978: *The Attacidae of America. Attacinae. Neully-sur-Seine: Lemaire*.
- Naumann, S., Peigler, R. S., 2003: *A Revision of the Silkmoth Genus Samia*. Texas, San Antonio: University of the Incarnate Word.
- Stone, E. S., 1991: *Foodplants of World Saturniidae. Aurora: The Lepidopterists' Society*.
- Voelschow, A., 1902: *Die Zucht der Seidenspinner. Schwerin: Verlag der naturhistorischen Anstalt Arnold Voelschow*.
- Wagner, M. K. H., Mayfield, M. R., 1981: *The true and false foodplants of Callosamia promethea (Lepidoptera: Saturniidae) in southern Michigan. Great Lakes Entomology, 14: 159-165*.
- Waldbauer, G. P., Sternburg, J. G., 1973: *Polymorphic termination of diapause by ecropia: genetic and geographical aspects. Biological Bulletin, 145: 627-641*.



# PROTEUS

letnik 78  mesečnik za poljudno naravoslovje  
www.proteus.si



## Letno kazalo

## Stvarno kazalo

## Uvodnik

Tomaž Sajovic 4, 52,  
100, 148, 196, 388, 436

## Članki

Ana Grom, Maja  
Kostanjevec, Mirjana  
Malnar, Rok Razpotnik:  
Nov pogled na raka: vloga  
dolгих nekodirajočih  
molekul RNA 6

Nina Jerala: Malarija 15

Daniel Rojšek: Venerini  
laski (*Adiantum capillus-  
veneris* L.) v Posočju  
(drugi del) 24

Tinka Gantar: Navadna  
splavka (*Limodorum  
abortivum*) tudi v  
Idrijskem hribovju 34

Janez Strnad:  
Interferometri 36

Emina Hajdinjak:  
Med življenjem in smrtjo:  
od temeljnih postopkov  
oživljanja do uporabe  
sodobnih naprav med  
oživljanjem bolnikov  
v srčnem zastoju 62

Janez Strnad: Sto let  
splošne teorije relativnosti  
(prvi del) 67

Timotej Verbovšek, Luka  
Gale: Stromatoliti –  
žive(če) kamnine 71

Luka Pintar:  
Pirrolizidinski alkaloidi  
79

Mihael Brenčič: Notranje  
jedro Zemlje 102

Janez Strnad: Sto let  
splošne teorije relativnosti  
(drugi del). Obletnice v  
fiziki (ob Mednarodnem  
letu svetlobe 2015) 108

Maša Koce: Razvoj  
matičnih celic in njihova  
uporaba v medicini.  
Možnosti, meje,  
perspektive, zlorabe 112

Boris Sket:  
Endemna krška biba  
(*Jugogammarus kusceri*  
(S. Karaman 1931)). O  
njej in še o čem okoli nje  
119

Polona Strgar, Branko  
Zupan: Zgodnjepoletni  
botanični izlet na Tosc  
med murke 126

Timotej Žvanut:  
Fitoestrogeni in možnosti  
njihove uporabe 156

Mirjan Žorž, Vili Rakovec  
in Igor Dolinar: Pod  
Stenom 163

Jurij Kurillo: Puščanje  
krvi – od venesekcije do  
pijavk 170

Boštjan Dvořák: Lunice  
in njihove gosence 198

Marko Jeran: Odkrivanje  
in analiza biološkega  
gradiva s pomočjo  
svetlobnih reakcij 205

Mihael Brenčič: Gorski  
svetovalec Lipold. Ob  
dvestoletnici rojstva  
prvega šolanega  
slovenskega geologa  
Marka Vincenca Lipolda  
214

Maida Beganović:  
Evgenika. Od dobre  
zamisli do nacistične  
zlorabe 218

Simona Kaligarič,  
Gordana Beltram: Mura  
247

Nina Rman, Mitja  
Janža, Dejan Šram, Kim  
Mezga, Katja Koren,  
Miloš Markič, Miha  
Jeršek: Reka Mura v očeh  
geologa 258

Dean Damjanović,  
Nataša Kiš, Miran Krivec,  
Andrej Magdič, Eva  
Sapač, Suzana Vešligaj:  
Mura in njena preteklost  
266

Aleksander Marinšek,  
Andraž Čarni, Lado  
Kutnar, Špela Planinšek:  
Vrstno bogati in  
naravovarstveno  
pomembni, a močno  
ogroženi poplavni  
gozdovi ob Muri 274

Branko Bakan, Mitja  
Kaligarič: Rastline ob

- Muri **281**
- Luka Šparl, Polona Sušnik: Glive ob reki Muri in njihov naravovarstveni pomen **290**
- Rajko Slapnik: Kopenski in sladkovodni polži in školjke v Muri in ob njej **297**
- Matjaž Bedjanič: Kačji pastirji ob reki Muri **306**
- Stanislav Gomboc, Matjaž Bedjanič: Kobilice v pokrajini ob reki Muri **316**
- Stanislav Gomboc, Barbara Zakšek, Nika Kogovšek, Matjaž Jež: Metulji ob reki Muri **322**
- Al Vrezec, Špela Ambrožič, Andrej Kapla: Edinstveni svet hroščev ob reki Muri **331**
- Metka Povž: Ribe in piškurji v porečju Mure v Sloveniji **339**
- Maja Cipot, Aleksandra Lešnik, Katja Pobiljšaj: Dvoživke ob reki Muri **346**
- Staša Tome: Plazilci ob Muri **352**
- Gregor Domanjko: Mura - mednarodno pomembno območje za ptice **357**
- Monika Podgorelec:
- Netopirji v pokrajini ob reki Muri **363**
- Ivan Leban: Ob Nobelovi nagradi za medicino za leto 2015 **397**
- Tajda Gredar in Lilijana Bizjak Mali: Človeška ribica pod drobnogledom **400**
- Matej Lipovšek: Zgodbe o močvirnicah – rod (genus) *Epipactis* (prvi del) **405**
- Sara Kokelj: Forenzika - televizijski mit ali izjemna znanost? **412**
- Matija Križnar, Adriana Novak in Davorin Preisinger: Zob paleozojskega morskega psa iznad Hrušice **415**
- Aleš Mohorič: Gravitacijski valovi **438**
- Boštjan Dvořák: O dišečih prelcih (*Attacinae*) **446**
- Matej Lipovšek: Zgodbe o močvirnicah – rod (genus) *Epipactis* (drugi del) **463**
- Branko Dolinar: Metuljasta kukavica (*Anacamptis papilionacea* = *Orchis papilionacea*) v Sloveniji **470**
- Urša Matičič: Virus zika **474**
- Matija Križnar: Ferdinand Seidl in avški meteorit **481**
- Nobelove nagrade za leto 2015**
- Radovan Komel: Nobelova nagrada za kemijo za leto 2015 podeljena za odkritje načina popravljanja napak v DNA **54**
- Janez Strnad: Nobelova nagrada za fiziko za leto 2015 **150**
- Miha Skvarč: Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino podeljena moči narave **392**
- Naravoslovna fotografija**
- Petra Draškovič Pelc: Dvanajstletni Lasse Kurkela iz Finske nagrajen na salonu Narava 2015 **82**
- Jurij Kurillo: Fotografska preža ob metuljniku **128**
- Petra Draškovič Pelc: Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2015 **177**
- Tina Drolc: Del neukročene Afrike ujet v fotografski razstavi **223**

**Naše nebo**

Mirko Kokole: Osupljivi Pluton 43

Mirko Kokole: Nebo v novembru 91

Mirko Kokole: Evropska vesoljska agencija na lovu za gravitacijskimi valovi 136

Mirko Kokole: Mars bo dobil prašni obroč 185

Mirko Kokole: Ima naše Osončje deveti planet? 232

Mirko Kokole: Sonda Juno prispela do Jupitra 420

Mirko Kokole: Poletno nebo 484

**Drobne vesti**

Rajko Slapnik: Jože Bole – ob dvajseti obletnici smrti 185

**Zanimivosti iz živalskega sveta**

Rudi Ocepek in Lilijana Bizjak Mali: Igra narave 483

**Mednarodna nagrada Marsh za ohranjanje rastlin**

Nada Praprotnik, Igor Dakskobler: Dr. Jože Bavcon, dobitnik Mednarodne nagrade Marsh za ohranjanje rastlin 133

**Obletnice**

Tinka Bačič in Nejc Jogan: Ob osemdesetletnici prof. dr. Andreja Martinčiča 228

**V spomin**

Aleš Mohorič: Janez Strnad (4. marca 1934 - 28. novembra 2015) 153

**Nove knjige**

Jože Bavcon: Nada Praprotnik: *Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka* 41

Špela Novak: Luka Pintar, Andrej Seliškar: *Cvetje slovenske dežele. Florula Slovenica* 86

Tomi Trilar: *Jama Velika Pasica - zgodovina, okolje in življenje v njej* 135

Jernej Pavšič: *70 geoloških zanimivosti Slovenije* 370

**Napoved izida nove knjige**

Zvonka Zupanič Slavec: *Zgodovina zdravstva na Slovenskem* 93, 423

**Društvene vesti**

Janja Benedik: Program ekskurzij Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2015/2016 46

Janja Benedik: Glavni urednik revije *Proteus* prejel priznanje *Prometelj znanosti za odličnost v komuniciranju* 230

Janja Benedik: 81. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva 425

Janja Benedik: Program ekskurzij Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2016/2017 486



## Prevodi

Andreja Šalamon Verbič  
47, 94, 142, 190, 238, 374,  
427, 487

## Letno kazalo

Tomaz Sajovic 457

## Kazalo avtorjev

Špela Ambrožič 331  
Tinka Bačič 228  
Branko Bakan 281  
Jože Bavcon 41  
Matjaž Bedjanič 306, 316  
Maida Beganović 218  
Gordana Beltram 245,  
247  
Janja Benedik 46, 230,  
425, 486  
Lilijana Bizjak Mali 400,  
483  
Mihael Brenčič 102, 214  
Maja Cipot 346  
Andraž Čarni 274  
Igor Dakskobler 133  
Dean Damjanović 266  
Branko Dolinar 470  
Igor Dolinar 163  
Gregor Domanjko 357  
Petra Draškovič Pelc 82,  
177  
Tina Drolc 223  
Boštjan Dvořák 198,  
446, 463  
Luka Gale 71  
Tinka Gantar 34  
Stanislav Gomboc 316,  
322  
Tajda Gredar 400

Ana Grom 6  
Emina Hajdinjak 62  
Mitja Janža 258  
Nina Jerala 15  
Marko Jeran 205  
Miha Jeršek 258  
Matjaž Jež 322  
Nejc Jogan 228  
Mitja Kaligarič 281  
Simona Kaligarič 245,  
247  
Andrej Kapla 331  
Maša Koce 112  
Nika Kogovšek 322  
Sara Kokelj 412  
Mirko Kokole 43, 91, 136,  
185, 232, 420, 484  
Radovan Komel 54  
Maja Kostanjevec 6  
Matija Križnar 415, 481  
Jurij Kurillo 128, 170  
Ivan Leban 397  
Matej Lipovšek 405  
Andrej Magdič 266  
Mirjana Malnar 6  
Aleksander Marinšek  
274  
Miloš Markič 258  
Urša Maticič 474  
Kim Mezga 258  
Aleš Mohorič 153, 438

- Nataša Kiš 266  
Katja Koren 258  
Miran Krivec 266  
Lado Kutnar 274  
Aleksandra Lešnik 346  
Adriana Novak 415  
Špela Novak 86  
Rudi Ocepek 483  
Jernej Pavšič 370  
Luka Pintar 79  
Špela Planinšek 274  
Katja Pobiljšaj 346  
Monika Podgorelec 363  
Metka Povž 339  
Nada Praprotnik 133  
Davorin Preisinger 415  
Vili Rakovec 163  
Rok Razpotnik 6  
Nina Rman 258  
Daniel Rojšek 24  
Tomaž Sajovic 4, 52, 100,  
148, 196, 388, 436, 457  
Eva Sapač 266  
Rajko Slapnik 185, 297  
Boris Sket 119  
Miha Skvarč 392  
Polona Strgar 126  
Janez Strnad 36, 67, 108,  
150  
Polona Sušnik 290  
Andreja Šalamon Verbič  
47, 94, 142, 190, 238, 374,  
427, 487  
Luka Šparl 290  
Dejan Šram 258  
Staša Tome 352  
Tomi Trilar 135  
Timotej Verbovšek 71  
Suzana Vešligaj 266  
Al Vrezec 331  
Barbara Zakšek 322  
Branko Zupan 126  
Zvonka Zupanič Slavec  
93, 423  
Mirjan Žorž 163  
Timotej Žvanut 156

# Zgodbe o močvirnicah – rod (genus) *Epipactis* (drugi del)

Matej Lipovšek

V prejšnji številki smo predstavili štiri zgodbe o močvirnicah, v tej pa bomo pozornost namenili še trem zgodbam. V njih opisujemo ne samo težave z opredelitvijo močvirnic, temveč pišemo tudi o zgodovinsko-geografskih vidikih razumevanja močvirnic. Rod močvirnic predstavlja zahtevno področje v družini kukavičevk, s katerim se ukvarjajo raziskovalci pri nas kakor tudi v tujini.

## 5. Zgodba o prezrti močvirnici (*Epipactis leptochila* subsp. *neglecta*)

Njeno ime smo poznali iz literature (*Epipactis leptochila* subsp. *neglecta*). Pri nas opisa te močvirnice do leta 2006 ni bilo. Tistega leta pa smo jo objavili v *Annales* (Lipovšek, Dolinar, Kosec, Paušič, Klenovšek, 2006).

*Cvet prezrte močvirnice (Epipactis leptochila subsp. neglecta). Foto: Matej Lipovšek.*



Močvirnico je najprej našel Jože Kosec na majhnem rastišču na Gorjancih nad krajem Oštrc. Najdbe sem bil vesel, a tam sem jo videl le enkrat. Jožeta sem večkrat prosil, da bi jo ponovno obiskala, a čas se nama je izmikal do njegovega sporočila, da prezrte močvirnice ni več. Groba gozdna opravila so napravila svoje – žal. To je pomenilo, da moramo iskati prezrto močvirnico drugje. Pred leti sem zasledil objavo v avstrijskoštajerskih botaničnih krogih, da prezrta močvirnica cveti nedaleč od naše severne meje pri Wildonu (Jakely, Kőnighofer, 2009). Na mojo prošnjo me je odkritelj močvirnice Dietmar Jakely v času cvetenja v začetku julija 2014 peljal na rastišče. Na gozdnem pobočju nad mestecem Wildon mi je pokazal štiri rastišča, od katerih je bilo eno bogato, saj je cvetelo več kot sto primerkov prezrte močvirnice v najlepšem razvojnem obdobju. Podobnost te močvirnice je primerljiva ozkoustni močvirnici. Zato je po morfoloških merilih v sistematiki uvrščena kot njena podvrsta. Pri ozkoustni in prezrti močvirnici je značilen prednji reženj medene ustne (epihil), ki po dolžini presega širino. Med tema močvirnicama je razlika še v prehodu iz zadnjega režnja medene ustne v njen prednji del – tako imenovanem mezohilu, ki ima pri ozkoustni močvirnici obliko črke V, pri prezrti močvirnici pa je prehod precej ozek. Prav pri slednji močvirnici je značilno tudi to, da je prednji reženj na koncu poševno zavihan.

V poletnem času leta 2014 sem prejel nekaj elektronskih pisem z vprašajem, za kakšno vrsto močvirnice gre pri najdbi iz mešanega gozda nad vasjo Selšček na Notranjskem. Ni je bilo težko prepoznati. Šlo je za prezrto močvirnico (*Epipactis leptochila* subsp. *neglecta*). Avtor rastišča je Jošt Stergaršek, biolog v Notranjskem regijskem parku. Rastišča te močvirnice pozna tudi Branko Dolinar, ki mi je obljubil, da mi jih pokaže. Prosil sem ga, da bi šla na ogled, ko bo cvetela ... Genetska raziskava regije ITS je pokazala sorodnost med ozkoustno in prezrto mo-

čvirnico. Ob tem bo potrebna še genetska primerjava prezrte močvirnice pri nas z vrsto iz Wildona, kar nas čaka v bližnji prihodnosti ...

## 6. Zgodba o kratkolistni močvirnici (*Epipactis distans*)

Najprej o imenu te širokolistni močvirnici podobne kukavičevke. Že leta 1871 je prvič opisana močvirnica *Epipactis distans* (Arvet-Touvet). Njena objava pa je šla v pozabo, dokler je nista ponovno obudila E. Chas in Daniel Tyteca leta 1992. Erich Klein je dokazal enakost *Epipactis distans* z močvirnico, ki jo je objavil Karl Richter leta 1887 pod imenom *Epiactis latifolia* (L.) All. subsp. *orbicularis*. To slednjo pa je Klein 1996 ocenil kot ekološko varieteto širokolistne močvirnice ter jo je zato poimenoval le *E. helleborine* var. *orbicularis*. Kasnejšo nejasnost je povzročil Pierre Delforge v drugi izdaji svoje knjige (Delforge, 2006). V njej je obe močvirnici umestil v dve območji, v zahodnoevropsko območje, kjer naj bi rastle *Epipactis distans*, in v vzhodnoalpsko območje, kjer naj bi rastle *Epipactis helleborine* var. *orbicularis*. Wolfgang Wucherpfennig (2006) je v posebni analizi dokazal, da gre za eno in isto vrsto, ki je razširjena daleč po Evropi. In našli smo jo tudi v Sloveniji. Leta 2006 smo jo objavili v *Annales* (Lipovšek, Dolinar, Kosec, Paušič, Klenovšek, 2006), takrat še pod imenom *Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis*. Zaradi novih spoznanj bi bilo prav, da jo po odkritjih Wucherpfenniga imenujemo *Epiactis distans*, tako kot so to storili tudi drugi (Norbert Griegl, 2013; Helmut Presser, 2002). V zadnji *Mali flori Slovenije* je obravnavana še kot podvrsta širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis*) (Jogan, 2007). Enako jo vrednotita tudi Perazza in Lorenz (2013). V čem je še zanimiva ta močvirnica? V sredogorju apnenčastega sveta ni redka. Raste predvsem ob poti ter ob borovem drevesu, predvsem na karbonatni podlagi. Menimo, da obstaja sožitje med borom in močvirnico





*Kratkolistna močvirnica (Epipactis distans).*

*Foto: Matej Lipovšek.*

zaradi glive iz rodu *Wilcoxina*, ki je prisotna kot ektomikoriza v koreninskem delu kratkolistne močvirnice. Cveti posamezno in okoli 2 tedna prej kot širokolistna močvirnica. Prepoznavni morfološki znak pa so stebelni listi, ki so skoraj enake dolžine in čašasto štrlijo navzgor ob stebelu. Velikokrat najdemo v njeni bližini



*Cvet kratkolistne močvirnice (Epipactis distans).*

*Foto: Matej Lipovšek.*

temnordečo močvirnico (*Epipactis atrorubens*).

Čeprav sta Peter M. Hollingsworth in Richard Bateman dokazala genetsko razliko med kratkolistno in širokolistno močvirnico (Wucherpfennig, 2006), pa nas čaka še nadaljnja genetska raziskava teh dveh kukačičevk.

*Nedoločena močvirnica iz Gorice pri Brestanici.*

Foto: Matej Lipovšek.

**7. Zgodba o nedoločeni močvirnici iz Gorice pri Brestanici**

Stala sva na pobočju predvsem bukovega gozda med skupinami močvirnic pri naselju Gorica nedaleč od Brestanice. Stefanu Hertlu sem povedal že vnaprej, da bo videl močvirnico, ki je do zdaj na tem območju spremljamo več let. Cvetela je nekaj tednov po cvetenju domnevne Leutejeve močvirnice in zaključil bi lahko, da sodi v krog širokolistne močvirnice. A ta pred nama je bila vendar drugačna kot tiste močvirnice, ki jih štejemo v oblikov-



ni krog *Epipactis helleborine* s. l. Upal in pričakoval sem, da bo Stefan vedel več o njej. Sprva mi jo je pokazala Marina Brinovec in me prosila, da jo opredelim. Podobnosti sem iskal v slikovnih predlogah različnih avtorjev, a le knjiga Pierra Delforgea je pokazala, da bi lahko šlo za Schubertovo močvirnico (*Epipactis schubertiorum*). Tako se namreč imenuje močvirnica, ki cveti v Kalabriji v južni Italiji. Toda po tej predpostavki sem lahko pričakoval, da bodo poznavalci močvirnic zelo strigli z ušesi, ko jim bom predstavil »sorodnico« italijanske Schubertove močvirnice. Že prej sem vprašal poznavalce kukavičevk iz Nemčije, potem tudi italijanske, ki mi po fotografijah niso dali zanesljivega odgovora. Načrtoval sem celo pot v Kalabrijo in zato spraševal botanike na univerzi v Cosenzi o Schubertovi močvirnici. Ljubeznivo so se odzvali in poslali njen natančni opis in opis rastišča. Potem sem si premislil. Pot bi bila dolga, morda tudi ne dovolj premišljena brez predhodnega dovolj dobrega opisa in védenja o tej močvirnici. In Stefan Hertel jo je že videl, morda mi bo dal uporabne nasvete, kako naj ravnam, sem zaključil. Gledala sva torej močvirnico, potem pa je Stefan dejal: »Res je nekaj posebnega, a da bi bila Schubertova, ne, tega ne morem potrditi.« »Katera pa bi bila potem?« sem odvrnil. Ostal je tiho. Nadaljevala sva ogled močvirnic v okolici in šele zvečer sva nadaljevala pogovor o neznani močvirnici. Štefan je poslal sliko Helmutu Presserju in mu ob razlagi dejal: »Pošiljam močvirnico, ki je podobna Schubertovi močvirnici, kaj meniš?« Helmut Presser je bil kratek in je odgovoril, da ne verjame v navzočnost Schubertove močvirnice v Sloveniji. Spet sem ostal praznih rok. Ob zadnjem obisku na rastišču julija leta 2015 mi je Marina Brinovec povedala, da je odkrila podobno močvirnico na spletni strani nemškega orhidologa Adolfa Riechelmann (Riechelmann, Zirsack, 2008). Njen opis je izjemno podoben naši neopredeljeni močvirnici, ki jo Riechelmann uvr-

šča kot podvrsto širokolistne močvirnice z imenom *Epipactis helleborine* subsp. *moratoria*. Ponovno sem povprašal nemške orhidologe, kaj menijo o naši neopredeljeni močvirnici, in dva, Helmut Presser in Uwe Grabner, sta menila, da ji je naša močvirnica izjemno podobna ali pa je celo enaka tisti, ki je opisana na spletni strani leta 2008. Že ta odgovora sta pripomogla k temu, da nekatere močvirnice, podobne širokolistni močvirnici, lahko s primerjavami vendar ocenimo drugače. Morda celo tako, da jo uvrstimo v podvrsto. Oblikovni krog širokolistne močvirnice vendar ni pribežališče vseh težko opredeljivih močvirnic. Naši do zdaj neopredeljeni močvirnici pa smo dali ime »postružkova močvirnica«. Genetske preiskave te močvirnice so že od lanskega leta v postopku, a primerjava s prvotno opisano na spletni strani še pride na vrsto ...

### Za zaključek

V rod močvirnic (*Epipactis*) sodi enajst vrst, ki jih poznamo pri nas. Opisane so v zadnji izdaji *Male flore Slovenije* (MFS). Hkrati obstajajo še podvrste in nekatere med njimi niso dovolj raziskane (*Epipactis orbicularis*, *Epipactis leutei*, *Epipactis neglecta*). Nejasna je sistematika pri taksonu *Epipactis voethii*. Njej podobne močvirnice obstajajo v vzhodni Avstriji (Presser 2002), morda tudi pri nas. Presser pravi, da so te močvirnice podobne širokolistni močvirnici, zato obstaja celo mnenje, da je ime Voethove močvirnice sinonim za *Epipactis helleborine* subsp. *helleborine* (spletna stran IPNI). Dolinar (2015) v svoji pred kratkim izdani knjigi opisuje in s fotografijami predstavi 15 taksonov in 12 jih obravnava kot vrste. Poleg omenjenih so v naravi močvirnice, ki ostajajo nedoločene in jih ne moremo uvrstiti kot samostojno vrsto, podvrsto ali varieteto neke močvirnice. V prispevku govorimo predvsem o teh »zapletenih« močvirnicah, od katerih nekatere uvrščamo v oblikovni krog širokolistne močvirnice. Ta uvrstitev temelji na morfoloških merilih. Medtem pa genetske raziskave ka-





*Cvet nedoločene močvirnice iz Gorice pri Brestanici.*

*Foto: Matej Lipovšek.*

žejo, da nekaterih močvirnic iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice ne moremo brez nadaljnje analize uvrstiti k njej podobnim močvirnicam. Raziskovane močvirnice z Goriškega kažejo podobnosti, ki so po genetskih znakih v dendrogramu na različnih mestih. Zato govorimo o treh različnih skupinah močvirnic (tretja zgodba). Med temi do zdaj še nobena ni imensko določena in vse ostajajo (začasno) v oblikovnem krogu širokolistne močvirnice.

V zgodbah 4, 5 in 6 ni dvomov o njihovem obstoju in sorodnosti. Pri teh je lahko vprašljiva hierarhična razvrstitev glede na druge močvirnice, a o tem bodo še potekale molekulske raziskave. Zgodbe 1, 2, 3 in 7 pa opisujejo nerešena vprašanja, s katerimi se srečujemo pri preučevanju močvirnic. S podobnimi vprašanji se srečuje vsak botanik, ko v naravi raziskuje premalo znane ali taksonomsko težavne rastline. In pri mo-

čvirnicah so takšne zgodbe znane tudi iz tujine. Zaradi stališč in prikaza močvirnic v *Mali flori Slovenije* sem se želel kritično ozreti na dve ne dovolj raziskani močvirnici, na Leutejevo in Voethovo močvirnico. Če se pri oceni, ki jo podajam v tem prispevku, motim,

bom vesel, a dokaz za obstoj ene in druge močvirnice bo treba utemeljiti z morfološkimi merili in primerjalnogenetskimi analizami. Zgodbe so namenjene za spodbudnostim, ki jih raziskovanje kukavičevk veseli. Pa naj bo pri tem rod *Epipactis* v ospredju ...

#### *Zahvala*

*Genetske raziskave močvirnic ter njihovo razvrščanje vodijo v drugačne in zanimive smeri, kakor jih poznamo do sedaj. To je pri nas gotovo novost. Sodelavci z Biotehnične fakultete v Ljubljani in Kmetijske fakultete v Mariboru so mi pri tem veliko pomagali. Pred nekaj leti smo začeli z različnimi genetskimi raziskavami močvirnic, ki jih spremljamo na terenu doma in v tujini. Za dosedanje delo in za nasvete pri sestavljanju pričujočega besedila se jim najlepše zahvaljujem. Zahvala gre dr. Zlati*



Luthar, dr. Andreji Urbanek Krajnc in dipl. inž. kmetijstva Anji Ivanuš.

#### Slovarček:

**AFLP (amplified fragment length polymorphism).** Zelo občutljiva metoda za odkrivanje polimorfizma v DNA.

**Alogamija.** Oprašitev cvetov po drugih rastlinah.

**Avtogamija.** Samooploditev.

**DNA (deoxyribonucleic acid).** Nosi (shranjuje, prenaša, izraža) genetske informacije. Zato je zelo pomembna pri razvoju in delovanju vseh živih bitij. V živalskih celicah je poleg jedrne DNA v mitohondrijih (mesto celičnega dihanja) še mitohondrijska DNA, v rastlinskih celicah pa še plastidna DNA. Ena oblika plastidov so kloroplasti (kloroplastna DNA), kjer so klorofilna zrnca in mesto fotosinteze.

**Ekotomikoriza.** Specifična povezava med glivo in koreninami rastline.

**ITS (internal transcribed spacer).** Sekvenca, ki se nanaša na del nefunkcionalne RNA. Ta satelit je ostal v filogeniji nespremenjen. Če ga v isti obliki odkrijemo pri genetski analizi, lahko sklepamo, da rastlina izvira iz iste vrste, čeprav je trenutna morfološka podoba različna.

**Medena ustna.** Najzanimivejši cvetni list pri kukavičevkah. Pri rodu močvirnic je medena ustna sestavljena iz zadnjega dela (hipohil) in prednjega dela (epihil).

**Pretočna citometrija.** Ta metoda omogoča določitev mase dedne zasnove (genoma) v jedru celice.

**Stebrič (ginostemij).** Po Nejcu Joganu (2000) za kukavičevke značilna struktura, ki nastane s preobrazbo prašnika in dela vratu pestiča. Iz prašnika se razvije ovoj stebriča (staminodij), v katerem se razvijejo poliniji z nožico, iz preobraženega vratu pestiča pa kljun (rostellum), ki tvori lepljivo ploščico (viscidium).

#### Literatura:

- Bateman, R. M., 2001: *Evolution and classification of European orchids: insights from molecular and morphological characters. Journal Europäischer Orchideen*, 33: 33-119.
- Batoušek, P., Kežlinek, Z., 2012: *Kruštiky České republiky. Vydal Český svaz ochránců přírody ZO Hořepník v Prostějově v roce 2012.*
- Delforge, P., 2006: *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East. Christopher Helm Publishers Ltd.*
- Dolar, B., 2015: *Kukavičevke v Sloveniji. Podsmreka: Pipinova knjiga. 183 str.*
- Griebel, N., 2013: *Die Orchideen Österreichs. Linz: Freya*

*Verlag – Austria.*

Ivanuš, A., Šiško, M., Urbanek Krajnc, A., Luthar, Z., Šuštar, V., Lipovšek, M., 2014: *Searching for answers in Epipactis taxa in Slovenia. V: Dolenc Koče, J. (ur.), Urbanek Krajnc, A. (ur.), Grebenc, T. (ur.): Knjiga povzetkov = Book of abstracts. Ljubljana: Slovensko društvo za biologijo rastlin: Slovenian Society of Plant Biology. 71.*

Jakely, D., Könighofer, H., 2009: *Neu für die Steiemerk: Epipactis leptochila subsp. neglecta Kumpel, die Übersehende Schmallippen-Ständelwurz. 55-61.*

Jogan, N., 2000: *Naše orbideje. Ključ za določanje kukavičevk divjerastočih v Sloveniji. Ljubljana: Samozaložba.*

Jogan, N., 2007: *Orchidaceae – kukavičevke. V: Martinič, A. (ur.): Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. 756-784.*

Kretzschmar, H., 2013: *Die Orchideen Deutschlands und angrenzender Länder. 2.Auflage. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag GmbH/Co.*

Lipovšek, M., Dolinar, B., Kosce, J., Paušič, I., Klenovšek, D., 2006: *Prispevek k pregledu taksonov iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice (Epipactis helleborine s.l.). Annales, Series historia naturalis, 16 (2): 241-252.*

Lipovšek, M., 2009: *Močvirnice (Epipactis) so zanimiv in zahteven rod v družini divjerastočih orbidej. Proteus, 72 (4): 166-174.*

Perazza, G., Lorenz, R., 2013: *Le orchidee dell'Italia nordorientale, atlante corologico e guida al riconoscimento, CIV pubblicazione del Museo Civico di Rovereto, Rovereto: Edizioni Osiride.*

Presser, H., 2002: *Orchideen Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH / Co.KG.*

Ravnik, V., 2002: *Orbideje Slovenije. Ljubljana: Tehnična založba Slovenije.*

Riechelmann, A., Zirnsack, A., 2008: *Spätblühende Breitblättrige Ständelwurz Epipactis helleborine (L.) CRANTZ ssp. moratoria Arbeitskreis Heimische Orchideen Bayern e. V. , spletna stran.*

Robatsch, K., 1993: *Epipactis voethii K. Robatsch, eine neue Epipactis-Art aus Niederösterreich. Mitteilungen der Abteilung für Botanik am Landesmuseum »Joanneum« in Graz, 21-22: 21-26.*

Wucherpfennig, W., 2006: *Wie nützlich sind Merkmale des Habitus für die Bestimmung von Epipactis – Arten? – 2. Epipactis distans und Epipactis helleborine subsp./ var. orbicularis. Journal Europäischer Orchideen, 38 (3): 625-666.*

# Metuljasta kukavica (*Anacamptis papilionacea* = *Orchis papilionacea*) v Sloveniji

Branko Dolinar

Septembra 2015 je minilo *štirideset* let, odkar je v *Proteusu* (letnik 38, št. 1) izšel članek Toneta Wraberja z naslovom *Na obisku pri metuljasti kukavici*. Sestavek je bil napisan tako, da je za ljubitelje orhidej še zdaj zanimiv, saj v njem avtor navaja podatke o pojavljanju metuljaste kukavice (*Anacamptis papilionacea*) v Sloveniji. Prispevek začenja s podatkom o dveh njenih najdbah konec aprila leta 1975, na apnenčastem griču Stena pri vasi Dragonja in kilometer bolj vzhodno, pod razvalino cerkve sv. Štefana nad reko Dragonjo. Na Steni je avtor članka popisal še dvanajst različnih kukavičevk, med njimi tudi redko opičjo kukavico (*Orchis simia*) (slika 1).

Štirideset let pozneje je Stena dobila drugačno podobo, saj kukavičevke tam uspevajo samo še na majhnem travnišču, večji del travnikov na Steni pa je spremenjen v vinograd. Metuljaste kukavice tam nismo več našli, opičja kukavica pa še vedno uspeva. Travišča pri cerkvi sv. Štefana so bolj ohranjena, a se zaraščajo in s tem izginjajo primerne rastišča za uspevanje kukavičevk. Kljub vsemu se metuljasta kukavica

občasno pojavi. Zadnjič smo jo opazili sredi aprila leta 2007.

Tone Wraber v članku raziskuje tudi zgodovino pojavljanja metuljaste kukavice na ozemlju zdajšnje Slovenije. Začne s Scopolijem, ki v svoji drugi izdaji *Kranjske flore* (*Flora carniolica*, 1772) navaja, da uspeva v toplejših predelih Kranjske, vendar natančnega nahajališča ne napiše. Naslednji so podatki iz leta 1843, ko Andrej Fleischmann v *Analih c. kr. Kmetijske družbe na Kranjskem* navaja nahajališča v Gorici, Šampasu,



Slika 1: Opičja kukavica na Steni pri vasi Dragonja.

Foto: Branko Dolinar.



*Slika 2: Metuljasta kukavica na Kraškem robu.*

*Foto: Branko Dolinar.*

Vipavi, Ajdovščini in na Čavnu. Teh Fleischmannovih navedb vse do leta 2011 kljub pogostemu iskanju po travnikih v Vipavski dolini in v Goriških brdih nismo mogli potrditi. Šele v zadnjih letih so botaniki objavili nahajališča v bližini zaselka Dobrava pri Podnanosu, na travniku nad vasjo Cesta in na planoti Vrhe pri vasi Stomaž. Skratka, metuljasta kukavica je bila na Vipavskem skoraj 168 let spregledana (slika 4). Še vedno pa za raziskovanje ostajata izziv dve navedbi. Prvo je že *davnega* leta 1863 prispeval botanik Franc Krašan, ki jo je našel med Pevmo in desnim bregom Soče v

*Slika 3: Križanec navadne in metuljaste kukavice na Kraškem robu.*

*Foto: Branko Dolinar.*







*Slika 4: Metuljasta kukavica v Vipavski dolini.*

*Foto: Branko Dolinar.*



zdajšnji Italiji. Druga je novejša, iz maja leta 1975, ko je Danica Erjavec popisala kukavico na zahodnem grebenu hriba Gradec nad Sočergo.

Nad vasjo Bezovica na Kraškem robu se metuljasta kukavica po njenem odkritju leta 1991 (Kaligarič) pojavlja redno, in to v dveh različnih. Posebno zanimiv je križanec med navadno in metuljasto kukavico (*Anacamptis morio* x *A. papilionacea*) z nekoliko temnejšo medeno ustno, ki je posuta s črticami in pikicami in je na sredi nekoliko dvignjena (slika 3). Pri drugem različku je medena ustna žlebasto upognjena navzgor, svetlejša in z vzdolžnimi črticami (*A. papilionacea* subsp. *papilionacea*) (slike 2, 5 in 6).

Presenetljiva je najdba metuljaste kukavice spomladi leta 2014 pod vasjo Koglo pri Šmarjeških Toplicah na Dolenjskem. To je

*Slika 5: Metuljasta kukavica na Kraškem robu.*

*Foto: Branko Dolinar.*



Slika 6: Metuljasta kukavica na  
Kraškem robu.

Foto: Branko Dolinar.



prvo nahajališče v Sloveniji, ki se nahaja zunaj submediteranskega fitogeografskega območja.

Metuljasta kukavica je v Sloveniji zavarovana in kot ranljiva uvrščena na *Rdeči seznam*. Po razširjenosti je južnoevropska vrsta, ki uspeva na Iberskem, Apeninskem in Balkanskem polotoku, v Grčiji in Turčiji. V naši sosesčini je pogosta v hrvaškem delu Istre, redka je v Furlaniji - Julijski krajini. Vsekakor je zaradi svoje redkosti in lepote še vedno zelo iskana. Zato naj končam prispevek z zaključnim stavkom v *Proteusu* iz leta 1975, ki ga je Tone Wraber povzel po Kiplingu: »Pojdi in poišči jo!«

#### Literatura:

- Bačič, T., Jerin, V., Jogan, N., 2015: *Orchis papilionacea* L. *Notulae ad floram Sloveniae. Hladnikia* (Ljubljana), 36: 53-54.
- Dakskobler, I., Anderle, B., Zupan, B., Vreš, B., 2013: *Novosti v flori Slovenije. Hladnikia* (Ljubljana), 33: 3-30.
- Dolinar, B., 2015: *Kukavičevke v Sloveniji. Podsmreka: Pipinova knjiga*. 22-23.
- Figelj, J., Slamernšek, A., 2011: *Orchis papilionacea* L. *Hladnikia* (Ljubljana), 28: 51-52.

- Fleischmann, A., 1843: *Übersicht der Flora Krain's. Annalen der k.k. Landwirtschafts-Gesellschaft in Krain*, 6: 27.
- Kaligarič, M., 1991: *Prispevek k poznavanju razširjenosti orhidej (Orchidaceae) Slovenske Istre. Annales (Koper)*, 1 (1): 33-40.
- Krašan, F., 1863: *Beiträge zur Flora der Umgebung Görz. Österreichische botanische Zeitschrift*, 13 (11): 345- 362; 385-396.
- Wraber, T., 1975: *Na obisku pri metuljasti kukavici. Proteus* (Ljubljana), 38: 10-12.

# Virus zika

Urša Maticič

Medicina je znanost, ki se ves čas razvija in spreminja. Usmerjena je k preprečevanju in zdravljenju bolezni. V zadnjem stoletju je človeštvo pričala ogromnemu napredku pri ugotavljanju, določanju, zdravljenju in preprečevanju bolezni. Kljub temu pa javnost vsako leto preseneti kakšna nova okužba, ob kateri je medicina na žalost nemočna. Vzroki za to so različni, od demografskih do podnebnih sprememb, od vojn pa vse do družbenih neenakosti in lakote. Pred dobrim letom je na širšem območju pacifiškega otočja izbruhnila okužba z virusom zika. Okužimo se s pikom komarjev iz rodu *Aedes*. Komarji lahko pičijo že okuženo osebo in s tem dobijo virus, ki ga s pikom potem prenašajo na ostale ljudi. Sprva so bili z virusom zika okuženi komarji le na redkih območjih v Afriki in Aziji, lansko leto pa so se naselili še v mnogih drugih državah, med drugim tudi v Braziliji, kjer bodo letos poleteli potekale olimpijske igre, kar predstavlja velik problem. Mnogi športniki razmišljajo, ali bi se iger sploh udeležili, saj jih je strah posledic ob morebitni okužbi. V veliki nevarnosti so predvsem nosečnice, saj okužba prizadene razvoj ploda, možgani se ne razvijajo pravilno, kar povzroči hudo okvaro možganov, strokovno jo imenujemo mikrocefalija.

## Virus zika, povzročitelj bolezni

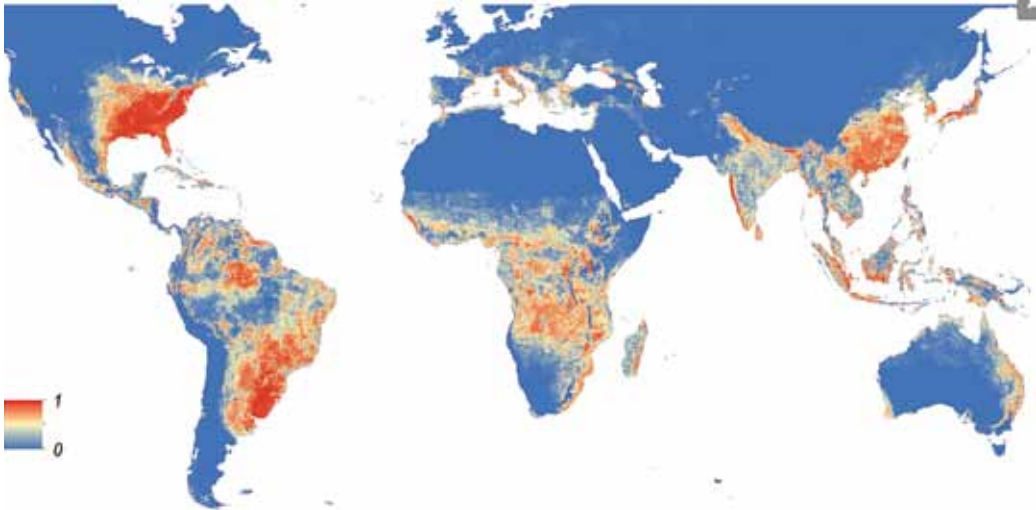
Virus zika je virus, ki izvira iz rodu flavivirusov in se primarno prenaša s pikom komarjev, ki pripadajo serokompleksu Spondweni. Naravni cikel prenašanja tega virusa pa vključuje predvsem vektorje iz rodu *Aedes*. Ljudje se lahko z virusom okužimo tudi pri spolnih odnosih, če je bil moški že okužen, torej ga je že prej pičil okuženi

komar. Virus se nato prenese preko noseče ženske na njen plod ter negativno vpliva na samo organogenezo.

Virus zika je v obliki ikozaedra z ovojnico, ki vsebuje nesegmentirani genom v obliki enoverižne, pozitivno usmerjene ribonukleinske kisline. Prvič so ga osamili leta 1947 iz opice rezus iz gozda Zika blizu Viktorijinega jezera v Ugandi, iz vzorcev krvi človeka pa šele dobro desetletje kasneje, in sicer leta 1954 v Nigeriji. Zdi se, kot da je na žalost preskočil z živali na človeka in pri tem povzročil ne malo neprijetnih posledic. Patogenetski procesi v telesu se začnejo z okužbo dendritičnih celic, ki se nahajajo v bližini mesta vstopa virusa v telo. Dendritične celice so vrsta antigen predstavitvenih celic, ki so odgovorne za pridobljeno imunost. Med seboj se sporazumevajo s citokini, ki se sprostijo ob srečanju z antigeni (to je vsaka molekula, ki jo imunski sistem prepozna kot tujek). Ob stiku oziroma aktivaciji dendritičnih celic se okužba prenese do najbližjih bezgavk, nato pa od tam v krvni obtok. Antigene virusa zika so odkrili celo v celičnem jedru okužene celice in ne samo v celični citoplazmi.

## Epidemiologija

Virus zika prenašajo komarji iz rodu *Aedes*. Ista vrsta komarja prenaša tudi druge nalezljive bolezni, na primer dengo, čikungunjo in rumeno mrzlico. Komar prvotno izvira iz Afrike. Ko so leta 1954 virus zasledili pri človeku, se je ta vrsta okuženih komarjev pojavljala le v ozkem ekvatorialnem pasu od Afrike do Azije, vendar se je sedaj razširila že po vsem subtropskem in tropskem pasu okoli Zemlje. Leta 2014 se je okužba začela širiti celo proti območju



*Zemljevid okuženih območij z virusom zika. V zadnjem času se okužba burno širi tudi po drugih predelih sveta, ne le po Afriki in Aziji.*

Vir: [https://cdn2.vox-cdn.com/thumbor/QTCOHVOyDjDPW\\_WW6AaVNr4vqfw=/cdn0.vox-cdn.com/uploads/chorus\\_asset/file/5876427/Screenshot%20Shot%202016-01-05%20at%209.51.57%20AM.png](https://cdn2.vox-cdn.com/thumbor/QTCOHVOyDjDPW_WW6AaVNr4vqfw=/cdn0.vox-cdn.com/uploads/chorus_asset/file/5876427/Screenshot%20Shot%202016-01-05%20at%209.51.57%20AM.png)

Tihoga oceana od Francoske Polinezije do Velikonočnega otoka. Lansko leto se je razširila tudi v Južno in Srednjo Ameriko ter na Karibsko otočje. Tu se bolezen še vedno širi izjemno hitro, izbruh so uvrstili med pandemije (to je epidemija nalezljive bolezni, ki zajame večjo populacijo ljudi). Pred letom 2007, ko se je pandemija začela, je veljalo, da so izbruhi bolezni med ljudmi, tudi na zelo enzootičnih območjih, redki. Do sedaj so o večjih pojavih virusa poročali že iz številnih držav, na primer iz Brazilije, Kolumbije, Salvadorja, Francoske Gvajane, Gvatemale, Haitija, Hondurasa, Mehike, Paname, Paragvaja, Surinama, Venezuele in Portorika. Skupaj naj bi se okuženi komarji naselili že v enainšestdesetih državah, samo letos na novo kar v sedeminštiridesetih. V štirinajstih državah pa so zasledili okužene komarje rodu *Aedes* že leta 2007, ko se je virus zika prvič pojavil.

Februarja letos naj bi se v Braziliji okužila

tudi 25-letna Slovenka, ki dela v tej državi kot prostovoljka. Bila je noseča, zaradi okužbe pa se je odločila za splav, saj se je plod razvijal nepravilno. Po opravljenem splavu so z obdukcijo dokazali prisotnost virusa zika v možganih. Drugi okuženi Slovenec pa je bil zabeležen letos julija, in sicer se je okužil v Srednji Ameriki, a so njegovi simptomi ponehali, še preden se je vrnil domov, zato tudi ne predstavlja tveganja za javno zdravje v Sloveniji. Zemljevid okuženih območij je prikazan na sliki zgoraj.

### Opis bolezni

Okužba z virusom poteka pri 70 do 80 odstotkih ljudi brez simptomov, določeni delež, približno petina okuženih, pa poroča o simptomih, ki so podobni blagi virozi. Zasledimo vročino, slabo počutje, glavobol, bolečine v mišicah in sklepih, ki so lahko tudi zatečeni, nekoliko povišano telesno temperaturo in pordele očesne veznice. Včasih poročajo tudi o prebavnih težavah, kot so driska, bolečine v trebuhu in zaprtje, prisotne so tudi afte ter srbež. Zdravila ali cepiva za zdaj še ne poznajo. Virus zika pa je najbolj nevaren za nosečnice.

Potek bolezni pri vseh, razen nosečnicah, je torej v večini lahek in neproblematičen, inkubacijska doba od pika do izbruha sim-



ptomov traja od sedem do dvanajst dni, težave pa nato izginejo oziroma ponehajo že v nekaj dneh oziroma največ po enem tednu. Smrtnost zaradi virusa je zelo redka. Vseeno pa pri osebi, ki je okužbo z virusom zika prestala brez simptomov, ostanejo v krvi specifična protitelesa. Eden od resnejših zapletov, ki se lahko ob okužbi pojavi, je tako imenovani Guillain-Barrejev sindrom. To je avtoimunska bolezen, ki se kaže z ohlapnimi ohromitvami, s pričetkom v spodnjih udih. Pri tej bolezni posameznikov imunski sistem napade dele perifernega nevralnega sistema, temu sledi ošibitev mišične moči sprva v nogah, pozneje v rokah, nato pa se lahko razširi po celem telesu. Prizadeti so lahko tudi bulbarni živci, to so tako imenovani IX., X., XI. in XII. možganski živci, ki izvirajo iz podaljšanega hrbtnege mozga. V Francoski Polineziji so naredili raziskavo, katere rezultati so pokazali, da se Guillain-Barrejev sindrom pokaže pri kar 88 odstotkih okuženih z virusom zika. V raziskavi je sodelovalo 42 ljudi z Guillain-Barrejevimi

*Novorojenček, katerega mati je bila okužena z virusom zika, se je rodil s premajbno glavico. Ta meri manj kot 32 centimetrov, prisotna je okvara možganov, kar strokovno imenujemo mikrocefalija. Število novorojenčkov s to okvaro zelo hitro narašča, in sicer sorazmerno s številom okuženih z virusom zika.*

*Vir: [http://stmedia.startribune.com/images/ows\\_145867874446319.jpg](http://stmedia.startribune.com/images/ows_145867874446319.jpg).*

sindromom, obsežnejše raziskave pa še potekajo. Bolezen je s pravilno zdravniško pomočjo ozdravljiva.

### **Nosečnice in virus zika**

Problem okužbe z virusom zika je, da zdravila ali cepiva zanj še ne poznamo. Trenutno najbolj učinkovit način preprečevanja okužbe je izogibanje pikom komarjev. Virus se lahko prenaša tudi s krvjo, na primer s transfuzijo, s spolnimi odnosi ali z matere na zarodek. Najtežje posledice okužbe se kažejo pri nosečnicah. Te se okužijo, če jih piči okuženi komar ali če imajo spolni odnos s prej okuženim moškim. Moškega je torej pičil okuženi komar, preko dendritič-



nih celic je virus prešel v krvni obtok, nato pa je ženska s spermo prejela antigene virusa zika v svoje telo in ga posledično prenesla na plod. Okuženim nosečnicam se zaradi tega rojevajo otroci s hudimi okvarami. Z epidemijo virusa zika se je močno povečalo število rojstev novorojenčkov s premajhno glavico, kar imenujemo mikrocefalija.

Bolezen nastane najpogosteje zaradi motenega razvoja možganov. Taki otroci so zato umsko manj zmožni, pojavijo se lahko tudi epileptični napadi, zavrt je motorični razvoj. Premajhna glavica pomeni, da je obseg dojenčkove glave manjši kot 32 centimetrov, normalen obseg je namreč od 33 centimetrov do 36 centimetrov. Če primerjamo novorojenčke v Braziliji, kjer se soočajo z izbruhom virusa zike, se je pred epidemijo rodilo s premajhno glavico približno 130 dojenčkov na leto, v letu 2015 pa že skoraj 4.000. Večsih so okvare tako hude, da plod odmre že med nosečnostjo, nekaj novorojenčkov umre po rojstvu, ostali pa se rodijo s hudo okvaro. Zdravila ni, zato tudi ne upanja, da bi se možgani razvili normalno kasneje. Zaskrbljujoče je dejstvo, da se z virusom okuži vse več ljudi, vendar se le pri približno petini okuženih razvijejo simptomi. Večina torej sploh ne ve, da so okuženi in da so posledično prenašalci. Virus zika naj bi se iz telesa izločil po treh tednih, v spermi pa naj bi ostal navzoč še kar nekaj časa, zato je strah za prenos s spolnim odnosom tako velik.

Leta 2009 so zasledili prvi spolni prenos okužbe z virusom zika. Ameriški biolog je po povratku v Združene države Amerike zbolel za tem virusom. Pred izbruhom simptomov je imel nezaščiten spolni odnos z ženo, ki je nato prav tako zbolela. Leta 2015 pa so dedni material virusa zika zaznali celo v plodovnici, kar je potrdilo domnevo o možnosti prehoda virusa z okužene matere preko posteljice na nerojenega otroka.

### **Izjemno odkritje slovenskih znanstvenikov**

Letos februarja so slovenski raziskovalci

Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani in Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana prvi na svetu dokazali, da virus zika iz okužene matere lahko okuži možgane ploda in v tem primeru povzroči trajno okvaro možganov in mikrocefalijo. To veliko odkritje odmeva po vsem svetu, saj je bilo odkritje prelomno, do sedaj so namreč raziskovalci na to povezavo le sumili, slovenski znanstveniki pa so jo potrdili. Gre za eno najpomembnejših odkritij, za katero so si zadnje mesece prizadevali ugledni inštituti po vsem svetu. Raziskava temelji na primeru prej zdrave slovenske prostovoljke v Braziliji, kateri se je ob koncu prvega trimesečja nosečnosti pojavila vročinska bolezen z izpuščaji. Zaradi nepravilnosti ploda, ki jih je pokazal ultrazvok, je nosečnica zaprosila za prekinitev nosečnosti, obdukcija ploda pa je nato potrdila hude strukturne okvare možganov. Številne odvzete vzorce možganov in drugih organov ter tkiv so naši raziskovalci testirali na prisotnost drugih virusov in možnih povzročiteljev bolezni osrednjega živčevja ploda, vendar je bil virus zika edini povzročitelj te okvare možganov. Navzočnost virusa so potrdili tudi z elektronsko mikroskopijo, posredno imunofluorescenco ter z določitvijo nukleotidnega zaporedja celotne virusne ribonukleinske kisline iz možganskega tkiva, ki je bila v 99,7 odstotka enaka s sevoma virusa zika, ki so ju odkrili v Francoski Polineziji leta 2013 in v Sao Paulu v Braziliji leta 2015.

**Nosečnicam odsvetujemo potovanja na območja, kjer se okužba z virusom zika širi**  
Nacionalni inštitut za javno zdravje poziva vse nosečnice, ki so potovale na območja, kjer se epidemično pojavlja virus zika, da o potovanju obvestijo svojega ginekologa. Ta bo opravil dodatne raziskave o morebitni okužbi. Nosečnicam, zlasti v prvi in drugi tretjini nosečnosti, svetujejo, da razmislijo o potovanju na območja, kjer je razširjen virus zika, oziroma potovanja odložijo zaradi možnosti, da bi imela okužba z virusom zika

negativni vpliv na nosečnost. »Eksplozivno širjenje virusa zika na nova zemljepisna območja, kjer je populacija proti njemu le malo odporna, je razlog za zaskrbljenost, še posebej zaradi morebitne povezave med okužbo nosečnic in rojstvom otrok z majhnimi glavami,« nas opozarja direktorica Svetovne zdravstvene organizacije Margaret Chan.

### **Nevarnost v Sloveniji?**

V nevarnosti pred okužbo z virusom zika so le tisti, ki potujejo na območja, kjer je virus zika razširjen. V Evropi okužbe z virusom zika še niso dokazali, z izjemo pri potnikih, ki so se okužili na potovanju zunaj Evrope, na območjih, kjer so komarji z virusom zika. Okuženi nam kljub temu pomenijo nevarnost. Virus zika ostane v telesu tri tedne. Okuženi komarji pa se lahko »pretihotapijo« tudi s potniškim prometom ali raznimi tovari. Samo pomislimo na »uvožene« tigraste komarje, ki prihajajo iz južne Azije. Njihovo burno širjenje je naravnost zastrašujoče, vendar pri tej vrsti komarjev ne poročajo o tako hudih posledicah, kljub vsemu pa tudi ta vrsta komarjev prenaša viruse rumene mrzlice, denge, Zahodnega Nila, čikungunije in tudi nekatere zajedavce. Kot zanimivost: v Evropi so o tigrastih komarjih prvič poročali leta 1979, v Sloveniji se je naselil leta 2005, sedaj pa živi z izjemo Antarktike že skoraj povsod. Strah nas je torej take burne poselitve, saj proti virusu zika večina prebivalstva ni odporna, zato dobijo lahko okužbe veliko večji obseg in povzročijo zastrašujoče posledice za svetovno prebivalstvo.

### **Preprečevanje**

Nacionalni inštitut za javno zdravje svetuje vsem, ki potujejo na območja, kjer se virus zika širi, da se zaščitijo pred piki komarjev. Piki komarjev so najpogostejši v času od sončnega vzhoda do sončnega zahoda. Med možnimi zaščitnimi ukrepi so uporaba repelentov, nošenje srajc z dolgimi rokavi in dolgih hlač ter spanje v sobah, ki imajo na oknih mreže proti komarjem. Potniki, ki imajo imunske motnje, naj se pred poto-

vanjem posvetujejo s svojim zdravnikom, da se seznanijo z uporabo ustreznih zaščitnih sredstev. Posebej pa odsvetujejo potovanja v nevarne predele nosečnicam, saj virus zika neugodno vpliva na potek nosečnosti.

### **Olimpijske igre v Braziliji**

Letos avgusta potekajo olimpijske igre prav v Braziliji, kjer je izbruhnila pandemija virusa zika. Številni turisti se sprašujejo, če bi sploh prišli na ogled olimpijskih iger, saj jim virus zika vzbuja velik strah. V času iger pričakujejo v Braziliji več kot petsto tisoč obiskovalcev z vsega sveta, zato obstaja nevarnost, da bi se pandemija razširila še v druge predele, predvsem v Združene države Amerike in Evropo.

Številni so želeli olimpijske igre celo prestaviti na nenevarno območje, vendar je predstavnik letošnjega organizacijskega odbora poletnih olimpijskih iger Mario Andrada sporočil, da o odpovedi ali selitvi v drugo mesto ne razmišljajo. Zaradi nevarnosti čistilne službe intenzivno pregledujejo in urejajo vodna območja v bližini športnih objektov, kjer bi se lahko razmnoževali komarji. Med olimpijskimi igrami bodo zato poostreni nadzori, tekmovalci pa se bodo morali držati priporočil o ukrepih zaradi virusa zika.

### **Športniki in njihovi ukrepi pred odhodom na olimpijske igre**

Ogromno športnikov občuti strah že ob sami misli, da bi se lahko prav na olimpijskih igrah okužili s precej nevarnim virusom. Nekateri se odločajo, ali sploh bi nastopili na tekmovanju, čeprav čakajo na ta dogodek morda celo življenje.

Jamajški atlet Kemar Bailey - Cole, ki je bil leta 2013 svetovni prvak na 100 metrov, je pred kratkim izvedel, da se je okužil z virusom zika. Občutil je bolečine v hrbtu in mišično otopelost, katero je sprva povezoval z utrujenostjo zaradi pospešenih priprav na olimpijske igre. Še vedno čuti bolečine in upa, da bo kmalu okreval, saj se športni



*Britanski skakalec v daljino Greg Rutherford se je odločil, da pred odhodom na olimpijske igre v Brazilijo zamrzne svojo spermo. Pravi namreč, da ne želi tvegati, saj si želi v prihodnosti ustvariti družino.*

*Vir: <http://aurumsportsgroup.com/wp-content/uploads/2013/12/Greg-Rutherford-6-1000.jpg>.*

dogodek, ki se zgodi le vsake štiri leta, hitro približuje.

Tudi teniški prvak prejšnjih olimpijskih iger Andy Murray resno razmišlja, da bi se zaradi izbruha okužbe v tem predelu odpovedal nastopu na letošnjih olimpijskih igrah. Podobno razmišlja tudi najpomembnejši španski košarkar Pao Gasol, saj pravi, da ni vredno tvegati lastnega zdravja in tudi zdravja svojih družin. Kljub pomislekom sta se oba udeležila olimpijskih iger, Murray je postal celo olimpijski prvak.

Izjemni britanski skakalec v daljino in olimpijec Greg Rutherford je pred odhodom v Brazilijo celo zamrznil svojo spermo. Pravi namreč, da si v prihodnosti želi imeti družino, zato ne bo tvegjal morebitne okužbe.

Japonski zvezdnik Hideki Matsuyama je že eden izmed šestih golfistov, ki so prav tako zaradi strahu pred virusom zika odpovedali udeležbo na olimpijskih igrah.

Po navadi si vzamejo tekmovalci kar nekaj časa, da se navadijo na novo podnebje, kjer

bodo tekmovali, zato na mesto tekmovalne odpotujejo precej prej. Tokrat pa jih ogromno dela izjemo, saj želijo biti nevarnemu območju izpostavljeni čim manj časa. Jessica Ennis - Hill, olimpijska prvakinja v atletskem mnogoboju, je prav tako sporočila, da bo v Brazilijo zaradi virusa zika prispela čim kasneje. Upajo le, da se bodo kljub temu lahko prilagodili novim podnebnim razmeram in tekmovali, kot so si zastavili.

Ameriška plavalna ekipa je svoje predolimpijske priprave predstavila iz Portorika v Atlanto, da bi bili čim manj časa izpostavljeni nevarnosti in da se slučajno ne bi okužili pred začetkom olimpijskih iger.

### Zaključek

Komarji iz rodu *Aedes*, ki prenašajo virus zika, so bili do nedavnega navzoči le v ozkem ekvatorskem pasu od Afrike do Azije, temu pa je sledila burna naselitev še na mnogih drugih območjih. Če se samo spomnimo, kako hitro so se naselili tigrasti komarji po večinskih predelih sveta, je to vsekakor strah vzbujajoča skrb, saj se lahko komarji, ki prenašajo ziko, namnožijo podobno. Svetovna zdravstvena organizacija priporoča številne ukrepe, kako bi preprečili razširitev naselitve komarjev in kako ravnati po okužbi, da bi čim hitreje okrevali. Največji

problem so okužene nosečnice, saj prenašajo virus na plod, kar negativno vpliva na razvoj živčevja. Zato se rojevajo novorojenčki z manjšo glavico, kar strokovno imenujemo mikrocefalija.

Izbruh leta 2014 je iz izolirane pandemije prerastel v svetovni problem, ki zahteva mednarodno ozaveščenost in ukrepanje. Zdravila proti virusu zika še ne poznamo, zato je pomembno, da se zavedamo nevarnosti bolezni in upoštevamo ukrepe in nasvete. Nove bolezni svetu zastavljajo resna vprašanja: kaj se bo zgodilo, kakšne bodo posledice in kam se bo bolezen razširila. Hkrati pa ob novo nastalih in neozdravljivih boleznih znanstveniki odkrivajo vedno novo, še neodkrito znanje. Tega potem poskusimo uporabiti pri naslednjih izbruhih drugih bolezni. Z njim tako povečujemo verjetnost preživetja človeške vrste. Medicina je vsekakor tako znanost kot tudi umetnost. Tako imenovana umetnost zdravljenja vključuje medicino kot znanost, a jo tudi presega. Upošteva namreč tudi stvari, ki dajejo posamezniku smisel, to so njegova prepričanja, želje in strahovi.

### Zahvala

Za nasvete in pomoč pri pisanju članka se iskreno zahvaljujem mentorici prof. dr. Zvonki Zupanič Slavec.

### Literatura:

Faye, O., Freire, C., Iamarino, A., Diallo, M., Zanutto, P., 2014: *Molecular Evolution of Zika Virus during Its Emergence in the 20<sup>th</sup> Century*. Dostopno na: <http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0002636>. Pridobljeno 1. julija 2016.

Črepinšek, M., 2016: *Virus zika ogroža nosečnice*. Dostopno na: [http://www.mojmalcek.si/teme/nosecnost/415/virus\\_zika\\_ogroza\\_nosecnice.html](http://www.mojmalcek.si/teme/nosecnost/415/virus_zika_ogroza_nosecnice.html). Pridobljeno 28. junija 2016.

Zika virus and Guillain-Barre syndrome, 2016: Dostopno na: <https://www.gov.uk/guidance/zika-virus-and-guillain-barre-syndrome>. Pridobljeno 2. julija 2016.

Watts, J., 2016: *WHO rejects call to move Rio Olympics because of zika virus*. Dostopno na: <https://www.theguardian.com/world/2016/may/27/who-urged-to->

[consider-moving-rio-olympics-due-to-zika-outbreak](#). Pridobljeno 29. junija 2016.

Blake, A., Cao-Lormeau, V., Mons, S., Lastere, S., Roche, C., Vanhomwegen, J., Dub, T., 2016: *Guillain-Barre Syndrome outbreak associated with zika virus infection in French Polynesia: a case-control study*. *Lancet*, 387: 1531-1539. Dostopno na: <http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736%2816%2900562-6.pdf>. Pridobljeno 1. julija 2016.

Mrakar, J., Korva, M., Tul, N., Popović, M., Poljšak – Prijatelj, M., Mraz, J., Kolenc, M., Resman Rus, K., Vipotnik, T., Vodusek, V., Vizjak, A., Pižem, J., Petrovec, M., Avšič, T., 2016: *Zika Virus Associated with Microcephaly*. *The New England Journal of Medicine*, 374: 951-958. Dostopno na: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1600651#t=article>. Pridobljeno 11. julija 2016.

Kocmur, H., 2016: *Še drugi Slovenec okužen z ziko*. *Delo*, 5. julija 2016: 4.

Kocmur, H., 2016: *Slovenski znanstveniki potrdili povezavo med ziko in mikrocefalijo*. *Delo*, 11. februarja 2016: 5.



*Urša Maticič* se je rodila leta 1995 v Ljubljani in je študentka drugega letnika medicine na Medicinski fakulteti v Ljubljani. Že od nekdaj ji je bila všeč medicina, zato se je za to smer študija tudi odločila. Nekoč si želi postati ginekologinja ali pediatrijka. Že več let trenira atletiko, kar ji pomeni sprostitvev in nabiranje nove energije za študij. Članek se je odločila napisati zaradi svetovne pozornosti, ki jo je prinesla pandemija virusa zika, poleg tega pa je ta problem zelo aktualen za vse športnike, saj so olimpijske igre prav na območju, kjer pandemija močno razsaja.



# Ferdinand Seidl in avški meteorit

*Matija Križnar*

O avškem meteoritu je bila napisana že vrsta prispevkov. Iz pozabe so ga obudili v letu 2008. Takrat sta bila avški meteorit in njegov padec še posebej natančno raziskana in predstavljena na razstavah, predavanjih in v različnih publikacijah. Glede na izjemno gradivo o meteoritu iz Avč bi lahko pomislili, da je bilo odkrito že vse, a smo se motili.

V celotno zgodbo o avškem meteoritu je bil delno vpleten tudi Ferdinand Seidl, takrat učitelj in skrbnik šolske naravoslovne zbirke v Gorici. O Seidlu govori tudi največji poznavalec avškega meteorita dr. Dragan Božič, ki Seidla predstavlja kot nekoga, ki bi lahko vsaj poskrbel, da meteorit obdržijo v

*Replika avškega meteorita, ki jo hrani Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: Matija Križnar.*





bližnjem Deželnem muzeju v Gorici. Seidl se je zagotovo zavedal, da goriški niti takratni ljubljanski muzej nista bila »primerna« za hrambo takšnih predmetov, predvsem pa nista imela v tistem času strokovnjakov za minerale oziroma meteorite, kot je bil Friedrich Martin Berwerth na Dunaju. Vsekakor je Seidl s tem, da je meteorit prepustil Dunajskemu naravoslovnemu muzeju, naredil le uslugo, verjetno v želji, da se ga ohrani.

Da Seidlu ni bilo čisto vseeno za avški meteorit, smo odkrili pred nekaj meseci pri pripravi in prebiranju arhivskih in drugih virov. Kot smo že omenili, je bil Seidl tudi skrbnik (kustos) naravoslovne zbirke v takratni goriški gimnaziji (realca). Zanimiv zapis smo našli v letnem poročilu omenjene šole za šolsko leto 1909-1910. V njem piše, da je šolska zbirka v tem letu pridobila kot darilo tudi repliko avškega meteorita, izdelano iz mavca. Poleg pa je tudi zapisan datum padca meteorita – 31. marec 1908.

Torej je verjetno Seidl posedoval oziroma

*Letno poročilo goriške realke in zapis (podčrtano) o podarjeni repliki meteorita iz Avč. Seidl je naveden kot skrbnik (kustos) zbirke.*

izrazil željo, da bi se v bližini Avč ohranil pomnik avškega meteorita, četudi zgolj replika. Na žalost pa danes ne poznamo usode naravoslovne zbirke niti replike meteorita z goriške realke. Zagotovo Seidl, ob vsej svoji skrbnosti in natančnosti, ni namenoma »pozabil« avški meteorit, a ga v vsem njegovem naravoslovnem delovanju pač preprosto ni zanimal, podobno kot ni namenjal večje pozornosti mineralogiji in še nekaterim drugim naravoslovnim temam.

Seidl avškega meteorita ne omenja v svojem rokopisnem učbeniku o geologiji, ki ga je pripravil leta 1914, danes en izvod tega učbenika hrani knjižnica Oddelka za geologija v Ljubljani. V učbeniku nikjer ni mineraloškega poglavja, zato tudi ni želel oziroma mogel omeniti meteorita, seveda pa bi ga lahko v prvih poglavjih, kjer opisuje vesolje. Drug zadržek je verjetno videl v že leta 1909 izdanem geološkem (bolj mineraloškem) učbeniku Leopolda Poljanca, ki pa omenja meteorit iz Avč. In prav Poljanec je tudi na podlagi naših pregledov rokopisa pregledoval Seidlov učbenik in bi gotovo tudi on lahko opozoril Seidla, naj omeni avški meteorit.

#### Literatura:

- Božič, D., 2008: *Meteorit iz Avč v dolini Soče: 1908-2008. Avče: Športno-kulturno-turistično društvo, Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije. 52 str.*  
 Božič, D., Božič, Z., Božič, M. L., 2007: »Meteor ali topova krogla«. *Življenje in tehnika, oktober 2007. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. 40-49.*  
*Fünzigster Jahresbericht der k. k. Staats-Oberrealschule in Görz über das Schuljahr 1909-1910, 1910: Görz.*

# Igra narave

Rudi Ocepek in Lilijana Bizjak Mali

Moj sosed Milan, ki goji japonske prepelice, je imel to pomlad zelo zanimivo doživetje. Ena od prepelic je znesla nenavadno jajce. Bilo je dvakrat tako veliko, kot so običajna prepeličja jajca. Ko je odrezal del njegove lupine, je bil močno presenečen. V notranjosti je zagledal jajce normalne velikosti, ki je bilo obdano z beljakom. Do rumenjaka je prišel šele potem, ko je predril še drugo lupino.



Fotografiji jajca japonske prepelice (*Coturnix japonica*) z dvojno lupino.

Foto: Milan Starvoosnik.



Jajce z dvojno lupino je sicer redek pojav. Moja razlaga za nastalo dvolupinsko jajce je sledeča.

Ko potuje jajčna celica skozi jajcevod, pridobi dodatne ovojne strukture. V vrhnjem delu jajcevoda (imenujemo ga infundibulum) se okoli jajčne celice (rumenjaka) naloži zunanja vitelinska membrana, sledi nalaganje beljaka, nalaganje poteka 3 ure, predel jajcevoda pa je magnum. Nato se v istmusu jajcevoda naloži dvoslojna lupinska membrana, ki na topem delu jajca vključuje zračni prostor. V zadnjem delu jajcevoda, kjer je lupinska žleza, pa se naloži še poapnela lupina. V tem predelu se jajce zadrži najdlje, pri kokoši približno dvajset ur. Za pomikanje jajca vzdolž jajcevoda poskrbi peristaltika gladkih mišic v njegovi steni. V primeru dvolupinskega jajca je najverjetneje prišlo do motnje v peristaltiki in namesto, da bi se izločilo v stok ali kloako, se je jajce pomaknilo nazaj v predel magnuma, kjer se izloča in nalaga beljak. Ko je tako jajce ponovno prispelo v predel lupinske žleze, je njegova prisotnost izzvala ponovno nalaganje kalcinirane lupine.

Lilijana Bizjak Mali

Prepelice (*Coturnix coturnix*) so najmanjše predstavnice poljskih kur (*Perdicinae*), ki živijo tudi v Sloveniji. Njihov življenjski prostor so travišča in žita. So ptice selivke. V naravi živi več različnih podvrst prepelice. Domače prepelice so prvi gojili Kitajci in Japonci. Vzgojili so jih iz prosto živeče azijske podvrste, ki jo imenujemo tudi japonska prepelica. Prvi japonski pisni viri o gojitvi domače prepelice izvirajo iz 12. stoletja. Prvotno so jih imeli kot hišne ljubljence. Ko so v drugi polovici 19. stoletja ugotovili, da ima uživanje prepeličjih jajc in mesa zelo ugodne učinke na človekovo zdravje, so začeli japonske prepelice množično gojiti.

Rudi Ocepek

# Poletno nebo

*Mirko Kokole*

Poleti so noči kratke, saj se stemni šele po deveti uri zvečer. So pa zato bolj tople in tako ponujajo več udobja pri opazovanju zvezdnega neba. Letos je na njem še posebej markanten planet Mars, ki je zaradi ugodne lege zelo svetel. Njegova magnituda je kar  $-2,1$  in je tako svetel kot Jupiter. Tako svetlega smo nazadnje videli pred desetletjem. Mars lahko na nočnem nebu najdemo v bližini ozvezdja Škorpiona, ki je v večernih urah tik nad južnim obzorjem. Prav tako se v tem delu nahaja planet Saturn, ki ga najdemo v južnem delu ozvezdja Kačenosca nekoliko nad Antaresom, to je najsvetlejšo zvezdo Škorpiona. Planet Jupiter pa lahko vidimo le malo po Sončevem zahodu in se nahaja v ozvezdju Leva.

Poleg svetlih planetov najdemo na nebu tudi vsa značilna poletna ozvezdja. Med njimi so tudi tista, ki sestavljajo poletni trikotnik. To so ozvezdja Lire, Laboda in Orla in če na nebu navidezno povežemo med seboj njihove najsvetlejše zvezde, dobimo trikotnik.

Liro zlahka najdemo na nebu, saj je Vega, njena najsvetlejša zvezda, tretja najsvetlejša zvezda na našem nebu - poleti jo najdemo blizu nadglavišča. Vega je zelo svetla modra zvezda in sveti kot pedeset Sonc skupaj. Od nas je oddaljena le 26 svetlobnih let, kar pomeni, da je za astronomske razmere nam zelo blizu.

Med zanimivejšimi zvezdami Lire je  $\epsilon$  Lire, ki jo najdemo malo nad Vego. S prostim očesom jo vidimo kot dvojno zvezdo, pogled skozi teleskop pa nam razkrije še dodatni dve zvezdi, kar pomeni, da je  $\epsilon$  Lire četverni sistem. V Liri najdemo tudi slavno planetarno meglica M57, ki je nastala ob koncu življenja manjše zvezde, podobne našemu Soncu. M57 se nahaja na zveznici

med zvezdama  $\gamma$  in  $\beta$  Lire.

Naslednje ozvezdje poletnega trikotnika je ozvezdje Laboda, ki ga nekateri imenujejo tudi »severni križ«. Njegova najsvetlejša zvezda je Deneb, ki se nahaja v glavi Laboda. Ker ozvezdje Laboda prečka tudi Rimska cesta, lahko v njem najdemo kar nekaj zanimivih pogledov skozi daljnogled. Eden lepših je prav gotovo pogled na razsuto zvezdno kopico M39.

Zadnje ozvezdje poletnega trikotnika je Orel. Njegova najsvetlejša zvezda se imenuje Atair in je od našega Sonca oddaljena 16,5 svetlobnega leta in je desetkrat svetlejša od Sonca. Njena posebnost je, da se zelo hitro vrtili okoli svoje osi. En obrat naredi v le 6,5 ure.

Na poletnem nočnem nebu ne moremo tudi mimo treh velikih ozvezdij, ki se v večernih urah nahajajo visoko na nebu. Ta ozvezdja so Herkul, Kačenošec, Volar in Severna krona.

Herkul ni posebej prepoznavno ozvezdje, saj je sestavljen iz manj svetlih zvezd in zavzema velik del nočnega neba. Še najlažje je prepoznati osrednji trapez, ki ga sestavljajo  $\pi$  Herkula,  $\epsilon$  Herkula,  $\eta$  Herkula ter  $\zeta$  Herkula. Posebna znamenitost tega ozvezdja je zvezdna kopica M13. Ta kopica je tako svetla, da jo je v temni in čisti noči mogoče videti celo s prostim očesom. Od nas je oddaljena 22.500 svetlobnih let.

Severno krono sestavlja sedem belih zvezd, ki so na nebu dokaj blizu skupaj in jih zato ni težko prepoznati. Najsvetlejša zvezda je Alphekka: njena magnituda je 2,2.

Tako kot ozvezdje Herkula je tudi Volar sestavljen predvsem iz zvezd, ki niso zelo svetle. Vendar za razliko od Herkula vsebuje eno zelo svetlo zvezdo. Ta svetla zvezda je



Arktur. Arktur je zvezda z magnitudo 0,2 in je izrazito oranžne barve.

Poleg velikih ozvezdij lahko na poletnem nebu najdemo tudi tri majhna ozvezdja, to so Žrebiček, Delfin in Lisička. Med njimi je najbolj prepoznaven Delfin, ki ima značilno obliko papirnatega zmaja z ropom. Najlažje ga najdemo tako, da južno od povezovalne črte med zvezdama Deneb in Enif poiščemo strnjeno skupino zvezd. Kljub temu, da nobena zvezda v Delfinu ni svetlejša od magnitudo 3,5, na nebu izstopajo, saj so dokaj blizu druga drugi.

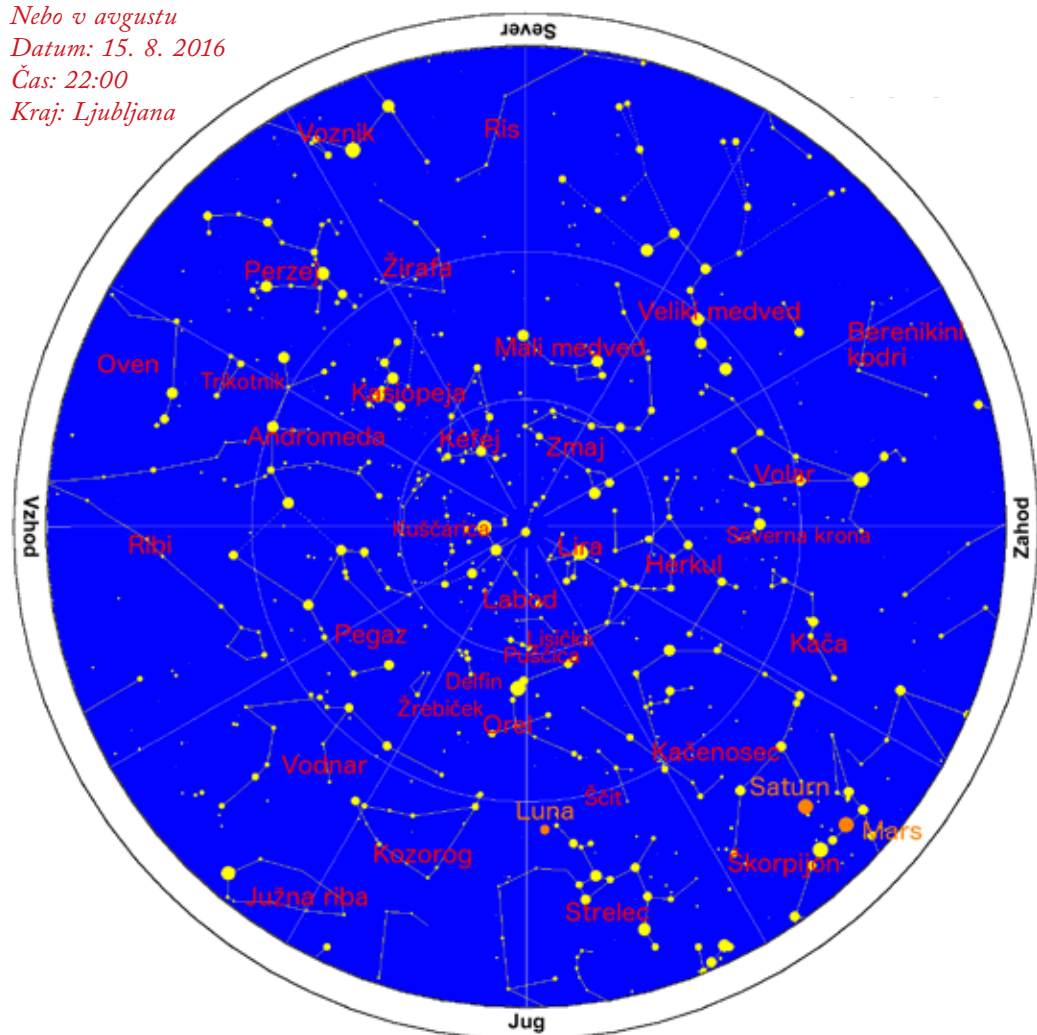
In ko govorimo o poletnem nočne nebu, seveda ne moremo izpustiti meteorskega roja Perzeidov, ki je bil najbolj dejaven okoli 12. avgusta. Takrat smo lahko videli tudi do sto utrinkov na uro. Ime so dobili po mestu svojega radianta, to je navidezni točki, iz katere izvirajo; ta se nahaja v ozvezdju Perzeja.

*Nebo v avgustu*

*Datum: 15. 8. 2016*

*Čas: 22:00*

*Kraj: Ljubljana*





## Program ekskurzij Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2016/2017

### OKTOBER 2016

15. 10. **Park Škocjanske jame:** Ogled celotnega jamskega sistema Škocjanskih jam, pohod od Škocjana preko Betanje do gradu Školj. *Vodstvo:* Karmen Peternelj.

### NOVEMBER 2016

5. 11. **Obiranje oljk:** Ogled nasada oljk v slovenskem Primorju, pomoč pri obiranju in spoznavanje pridelave oljčnega olja.

### FEBRUAR 2017

4. 2. **Dediščina Notranjske:** Ogled Notranjskega muzeja krasa s strokovnim vodstvom, Ekomuzeja Pivška presihajoča jezera in Parka vojaške zgodovine Pivka.

### MAREC 2017

2. – 11. 3. **Severni Ciper:** Ogled zavarovanih območij turškega dela Cipra z naravnimi rastišči tulipanov in orhidej, sipin, gorovja Karpaz ...

### APRIL 2017

8. - 9. 4. **Hrvaška Istra:** Pohod po stezi Sv. Šimuna (geologija, vegetacija osrednje Istre, slap Sopot) pri Pazinu, ogled Naravnega parka Učka. *Vodstvo:* krajevni vodniki.

27. 4. – 2. 5. **Dalmacija:** Ogled rezervata Vransko jezero, spoznavanje Splita z lokalnim arheologom, obisk zaledja Splita: reka Cetina, Klis, Sinj (naravne, kulturne in kulinarčne posebnosti), Nacionalni park Krka. *Vodstvo:* krajevni strokovnjaki.

### MAJ 2017

20. 5. **Haloze:** Ogled suhih travnikov in značilnih rastlin v Halozah. *Vodstvo:* sodelavci Zavoda RS za varstvo narave.

27. 5. **Bloke:** Ogled meandrov reke Bloščice, spoznavanje flore in favne, postanek ob Bloškem jezeru, ogled Muzeja bloškega smučanja. *Vodstvo:* Jana Kus Veenvliet.

### JUNIJ 2017

2. – 4. 6. **Archaeopteryx na robu rimskega cesarstva (Naravni park Altmühltal na Bavarskem):** Vožnja po soteski Donave, ogled najstarejše samostanske pivovarne Weltenburg, ogled paleontološkega muzeja v Solnhofnu, samostojno iskanje fosilov v kamnolomu, spoznavanje življenja ob nekdanjem rimskem limesu ob reki Donavi.

24. – 30. 6. **Od Kablarja do Stare planine:** Ogled reke Morave z meandri v Šumadiji (Ovčarsko-Kablanska klisura) ter Stare planine na meji z Bolgarijo: ogled slapov in najstarejših kamnin na Balkanu, vrhov Babin zub in Midžor, suhih travnikov, visokih barij. *Vodstvo:* Pavle Pavlovič.

### AVGUST 2017

4. – 18. 8. **Armenija:** Ogled nekdanjih vulkanov na gorovju Geghama, najbolj znanih armenskih samostanov iz 8. do 13. stoletja, jezera Sevan z okolico, spoznavanje narave s poudarkom na geologiji. *Vodstvo:* krajevni vodniki.

Podrobnejši programi posameznih ekskurzij bodo objavljeni na spletni strani društva [www.proteus.si](http://www.proteus.si).

Sredi meseca septembra leta 2017 načrtujemo 10-dnevno ekskurzijo na Sicilijo in Eolske otoke pod vodstvom dr. Timoteja Verbovska.

**Editorial**

Tomaž Sajovic

**Physics****Gravitational waves**

Aleš Mohorič

It was last autumn when the world of physics was shaken by a rumour so hushed that it was heard and passed on also by mass media. A phenomenon that is all too rare in science. So what was it that caused such a stir? One of the biggest research detectors had detected one of the weakest signals that we can measure, gravitational waves. The event was significant because it was an experimental test of the general theory of relativity. Further observations of gravitational waves will definitely contribute to our knowledge about the universe and help answer the question whether the general relativity theory offers correct understanding of gravitation. We are also hoping to learn more about the characteristics of very thick matter, phenomena at high pressures, mechanisms of neutron star collisions and related gamma-ray bursts. Observation of gravitational waves will disclose black holes that are invisible to the naked eye and help determine how many there actually are, hiding in the universe.

**Lepidopterologija****On Fragrant Moths (Attacinae)**

Boštjan Dvořák

The Ailanthus Moth (*Samia cynthia*), which used to be bred for silk production, can also be found in the northern Adriatic area; within the family of Peacock Moths (Saturniidae) this species represents the big subfamily of Attacinae. The moths of this species-rich group inhabit all continents in various but similar kinds. They are easily recognized for their falcate, back-curved anterior wings and roundish or triangular central patterns, which in some species developed to transparent windows. Their caterpillars are usually bluish and bear colourful scoli or hooked protuberances; they are mostly gregarious in younger instars. A short overview of the species reveals an amazing variety that nevertheless showcases several common patterns of their appearance and behaviour, through which the paths of spread and evolution of single members

can be traced back to the common ancestor in the primary place of origin.

**Annual table of contents****Botany****The Orchid Tales – genus *Epipactis* (part 2)**

Matej Lipovešek

Diversity is anything but unusual for helleborines from the genus *Epipactis*. Deviations in morphological traits of some species are so obvious that we cannot always speak of an orchid in the strict sense of the word – sensu stricto (s.s.). This is especially true for many still unclassified orchids similar to broad-leaved helleborine (*Epipactis helleborine*). Such a morphologically deviant orchid is classified into the group of base species, broad-leaved helleborine (*Epipactis helleborine* s. s.) and defined as a broad-leaved helleborine in the wider sense – sensu lato (s. l.), i.e. *Epipactis helleborine* s. l. Morphological research into these species has shown that individual taxa cannot be classified merely as variable or as a subspecies of the base helleborine. The naming of some of the helleborines from the group of the broad-leaved helleborine has therefore facilitated a synsystematic overview, but certain reservations as to the correctness of these names nevertheless remain. Botanists in the field rely on traditional methods based on morphological differences. The definition is even more difficult due to the environmental factors, the stage of plant development and said discrepancies in taxonomic determination between different authors. In the last twenty years the developments in molecular analyses have led to extensive changes in plant systematics at different taxonomic levels. Many changes in the orchid family were introduced by British researchers (Bateman, 2001; Hollingsworth) who used different molecular markers. The molecular approach based on the study of genetic similarity changed the systematics of several orchids in the genera of this family. The author tells seven stories of different helleborines in Slovenia (four in the previous issue and three in this issue of *Proteus*), describing the problems we so often stumble upon.

**Botany****Butterfly Orchid (*Anacamptis papilionacea* = *Orchis papilionacea*) in Slovenia**

Branko Dolinar

Butterfly orchid is a protected species in Slovenia and classified as vulnerable in the Red List. It is a southern-European species distributed across the Iberian, Apennine and Balkan Peninsulas, in Greece and Turkey. In our vicinity it is common in Croatian Istria, but rare in Friuli-Venezia Giulia. As beautiful and rare as it is, it is no wonder that so many people seek to find it.

**Medicine****Zika Virus**

Urša Matičič

Medicine is a constantly evolving science aimed at preventing and treating diseases. In the past century we have witnessed enormous progress in the identification, diagnosis, treatment and prevention of diseases. Nevertheless, we are still caught by surprise when we come across a new infection that leaves medicinal science helpless. There are different reasons for this phenomenon, from demographic factors to climate change, from war to social inequality and famine. It has been more than a year now since the Zika breakout in the Pacific Islands. The virus is transmitted by the *Aedes* mosquitoes. Mosquitoes become infected when they feed on a person already infected with the virus. Infected mosquitoes can then spread the virus to other people through bites. While Zika infected mosquitoes were originally reported from few areas in Africa and Asia, the virus moved to many other countries last year, including Brazil, the host of this year's Summer Olympics, which is a problem that cannot be ignored. Many athletes are reluctant to compete in Rio de Janeiro, fearing the exposure to the virus. Especially vulnerable are pregnant women whose infection is linked to a rare birth defect called microcephaly, in which a baby's brain does not develop properly resulting in a smaller than normal head.

From the history of mineralogy in Slovenia

**Ferdinand Seidl and the Meteorite of Avče***Matija Kržižnar*

A lot has been written about the Avče meteorite. It was rescued from oblivion in 2008 when the meteorite and its fall were thoroughly studied and presented in numerous exhibitions, lectures and publications. With all this fascinating material one might think we have discovered everything there was to discover, but that would be wrong. The story about the Avče meteorite is not complete without Ferdinand Seidl, then teacher at the Realshule in Gorizia and custodian of the school's natural history collection. Seidl is discussed also by the foremost expert on Avče meteorite, Dr. Dragan Božič, who sees Seidl as someone who could have at least made sure that the meteorite be kept in the nearby State Museum in Gorizia. Seidl must have been aware that neither the Gorizia nor the Ljubljana museums were «suitable» for the safekeeping of such objects nor did they have access to the experts on minerals or meteorites, such as Friedrich Martin Berwerth in Vienna. His decision to leave the meteorite to be kept at the Vienna Natural History Museum was therefore sound, most likely driven by his desire to save it for posterity.

Curiosities from the animal kingdom

**Nature's Play**

Rudi Očepek and Lilijana Bizjak Mali

**Our sky****Summer Sky**

Mirko Kokole

News from our Society

**Natural History Society of Slovenia: Excursion Programme 2016/2017**

Janja Benedik

Table of contents



■ *Fizika*

## Gravitacijski valovi

Lansko jesen je svet fizike pretresel tako tih šepet, da so ga slišala in povzela tudi javna občila. To se v znanosti redko zgodi. In kaj tako pomembnega se je zgodilo? Eden največjih raziskovalnih detektorjev je zaznal enega najšibkejših signalov, kar jih znamo meriti, gravitacijske valove. Dogodek je pomemben, saj je potrditev obstoja gravitacijskih valov eksperimentalni test splošne teorije relativnosti.



■ *Botanika*

## Metuljasta kukavica (*Anacamptis papilionacea* = *Orchis papilionacea*) v Sloveniji

Metuljasta kukavica je v Sloveniji zavarovana in kot ranljiva uvrščena na Rdeči seznam. Po razširjenosti je južноеvropska vrsta, ki uspeva na Iberskem, Apeninskem in Balkanskem polotoku, v Grčiji in Turčiji. V naši sosesčini je pogosta v hrvaškem delu Istre, redka je v Furlaniji – Julijski krajini. Vsekakor je zaradi svoje redkosti in lepote še vedno zelo iskana.



■ *Iz zgodovine mineralogije na Slovenskem*

## Ferdinand Seidl in avški meteorit

O avškem meteoritu je bila napisana že vrsta prispevkov. Iz pozabe so ga obudili v letu 2008. Takrat sta bila avški meteorit in njegov padec še posebej natančno raziskana in predstavljena na razstavah, predavanjih in v različnih publikacijah. Glede na izjemno gradivo o meteoritu iz Avč bi lahko pomislili, da je bilo odkrito že vse, a smo se motili. V celotno zgodbo o avškem meteoritu je bil delno vpleten namreč tudi Ferdinand Seidl, takrat učitelj in skrbnik šolske naravoslovne zbirke v Gorici.

ISSN 0033-1805



9 770033 180005