

# PROTEUS



september 2005 1/68 cena 695 sit

okno v svet narave in znanosti

Teorija strun ■ Zdravljenje raka čez deset let ■ Makrofotografija žuželk

Vse o holesterolu ■ Kaj je cunami ■ Vitaminsko pivo ■ Znanost in etika

9 770033 180000





# Slikovni vodnik RASTLINE IN ŽIVALI

Odkrijte!  
Opazujte!  
Določite!

- sodobni priročnik
- izčrpen vir informacij
- 900 živalskih in rastlinskih vrst
- 1350 odličnih fotografij
- 560 strani
- zgoščeni opisi
- priročni format (10 x 19 cm)
- zaščitni ovitek



5.900 SIT

za izletnike



za učence in dijake

Kar potrebujete za srečanje z rastlinskim in živalskim svetom, lahko spravite v torbico ali žep: izčrpen, a priročni vodnik po naravi.



za laike in poznavalce

Naročila:  
telefon: (01) 236 46 00  
faks: (01) 236 46 01  
splet: [www.modrijan.si](http://www.modrijan.si)

Modrijan založba, d. o. o.,  
Poljanska cesta 15,  
1000 Ljubljana

ime skupine, h kateri vrsta spada mesto fotografije

slikovni simbol skupine

slovensko ime

latinsko ime

O – opis vrste

H – nahajališče

P – glavne značilnosti in posebnosti

R – razmnoževanje (pri rastlinah)

Modrijan

# kazalo

1/68 september 2005

**5 UVODNIK**

**6 NOVICE IZ SVETA NARAVE, ZNANOSTI IN TEHNIKE**

**9 ŠUND ZNANOST**

**10 MODROSTI VELIKIH ZNANSTVENIKOV**

**DR. PROTEUS ZASTAVLJA NAGRADNO VPRAŠANJE**

**SVET V ŠTEVILKAH**

Doktorati

**11 SLIKA MESECA**

Trk sonde s kometom



Rak je bolezen, ki človeštvo pesti skozi vso njegovo zgodovino. Za rakom zbolimo, ko se celice v našem organizmu nehajo odzivati na signale, ki uravnavajo njihovo rast in diferenciacijo, in se zato prično nenadzorovano deliti. Posledica je nastanek skupka celic - tumorja, ki nima normalne fiziološke vloge.



12

**12 POGLED V PRIHODNOST**

Zdravljenje raka čez deset let

*Gregor Serša*

Napredek pri zdravljenju raka z biološkimi zdravili je posledica vse obširnejšega znanja o molekularnih mehanizmih nastanka in razvoja raka.

**15 FIZIKA**

Teorija strun in antropično nacelo

*Jure Zupan*

Prizor je bolj spominjal na sceno iz norišnice kot pa na srečanje teoretičnih fizikov. Poletnega večera 1984 so udeleženci srečanja v Centru za

teoretično fiziko v Aspnu v ameriški državi Kolorado uživali v kabareju. Sredi predstave je nato tedaj še malo znani teoretični fizik John Schwarz skočil na oder, in začel blebetati o tem, kako je odkril teorijo, ki bi lahko pojasnila vse. Po poprej pripravljenem scenariju so se iz ozadja pojavili možje v belem in Johna med vsesplošnim smehom fizikalnega občinstva odvedli z odra. Vendar pa njegove trditve niso bile šala.

**21 OBVESTILO**

Strokovne ekskurzije prirodoslovnega društva v letu 2005/06

**22 MEDICINA**

Vse, kar ste želeli

izvedeti o holesterolu, pa raje niste vprašali...

*Petra Malovrh*

Ko sem zadnjič obiskala mamo, mi je vsa zmedena pod nos pomolila laboratorijski izvid svoje krvi: "Hčerka moja, zdravnik pravi, da imam povišan holesterol, a se v vseh teh številkah prav nič ne najdem." Seveda sem se začudila, saj vem, da je že pred leti iz svojega jedilnika črtala večino maščob in začela intenzivno telovaditi. "Ah, saj ni tako hudo," sem jo potolažila, "vrednost skupnega holesterola je 5, kar je ravno na meji, poleg tega pa imaš več dobrega holesterola kot slabega." A moje besede so jo samo še bolj zmedle: "Dobri holesterol? Kaj je zdaj to? Ali ni ves slab? Je res, da ga telo tudi samo proizvaja? Če neham jesti jajca, bo potem vse v redu?" se je usula ploha vprašanj...



## 27 VPRAŠAJTE DR. PROTEUSA

Kaj je cunami?  
*Daniel Svenšek*

Cunami predstavlja zelo

učinkovit mehanizem, ki zmore energijo, ki jo vodni val dobi ob potresu, skoraj nezmanjšano prenesti čez cel ocean.

## 28 IZ ZGODOVINE ZNANOSTI

"Knjiga, s katero je Galilejo ukinil nebo"  
Galileo Galilei: Siderius Nuncius

*Sašo Dolenc*

"Veličastne so stvari, ki jih opisujem v tej kratki razpravi [...]. Veličastne pravim zaradi odličnosti samega predmeta, zaradi povsem nepričakovanih in nenavadnih lastnosti teh stvari in končno tudi zaradi inštrumenta, s pomočjo katerega so bile razkrite našim čutom."

## 31 ZNANSTVENIK PRI ZDRAVNIKU

Slikanje z magnetno resonanco  
*Jure Derganc*

Stlačili so me v majhno valjasto komoro krem barve, v kateri sem moral pol ure negibno ležati, naprava pa je počasi slikala in pri tem spuščala čudne glasne zvoke.

## 35 PREDSTAVITEV KNJIG

Anton Zeilinger:  
Einsteinova tančica:  
novi svet kvantne fizike

Janez Strnad:  
Einstein -Zakaj me nihče ne razume in me imajo vsi radi

## 37 ZNANOST V KUHINJI

Vitaminsko pivo  
*Samo Kreft*

Vsak mesec bomo opisali en recept, ki bo hkrati tudi znanstveni eksperiment.

## 38 POGLED SKOZI SPLETNO OKNO

Onesnaženje:  
svetlobno,  
zvočno,  
elektromagnetno  
*Luka Vidic*

## 39 NARAVOSLOVNI FOTOGRAF

Makrofotografija žuželk  
*Robert Krajnc*

## 42 KOLUMNNI

Ob mednarodnem letu fizike 2005  
*Janez Strnad*

Poljudnoznanstvena fantastika  
*Luka Omladič*

## 44 E - POŠTNA RAZPRAVA ČLANOV UREDNIŠTVA

Znanost in etika

Namen izmenjave argumentov ni iskanje "pravih" odgovorov ali skupnih stališč, ampak odpiranje vprašanj o vsebinah, za katere se morda zdi, da so na prvi pogled povsem jasne in neproblematične, a se že po krajši razpravi kmalu pokaže, da si še glede formulacije vprašanj nismo enotni, kaj šele glede odgovorov.



# PROTEUS

od leta 1933

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik in predsednik društva: Radovan Komel

Glavni urednik: Sašo Dolenc

Člani uredništva: Tomaž Accetto, Gregor Anderluh, Jure Derganc, Jana Kolar, Tadej Kotnik, Samo Kreft, Luka Omladič, Matjaž Mastnak, Daniel Svenšek, Gregor Zupančič, Jure Zupan

Lektor: Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Larisa Kotnik

Priprava fotografij: Marjan Richter

Direktorica uprave PDS: Janja Benedik

Trženje oglasnega prostora: Nina Maksimovič (031/843-099, nina.maksimovic@siol.net)

<http://www.proteus.si>

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

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2005.

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja izdajatelja ni dovoljeno.

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil. Naklada: 4000 izvodov. Tisk: Trajanus d.o.o. Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Salendrova 4, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon (01) 252-19-14, faks (01) 421-21-21. Cena posamezne številke v prosti prodaji je 695 SIT, za naročnike 595 SIT. Celoletna naročnina je 5950 SIT, za študente 5600 SIT; za tujino: 30 EUR. 8.5% DDV je vključen v ceno. Poslovni račun: 02010-0015830269, davčna številka: 18379222. Proteus sofinancirajo: Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, Ministrstvo za šolstvo in šport in Ministrstvo za okolje in prostor.

Naslovnica: Robert Krajnc

## Novi Proteus

*Pred leti, ko smo bili še študenti fizike, nam je prof. Blinc na seminarju večkrat zaupal tudi kakšno zanimivo življenjsko modrost. Najbolj se mi je vtisnila v spomin naslednja misel (povzemam po spominu): "Dober znanstvenik mora znati svoje raziskovalno delo predstaviti v nekaj stavkih na način, da dobi sogovornik občutek, da ga razume. Pravi raziskovalec mora imeti vedno pripravljeno prisposobo za opis svojih raziskav, ki je sogovorniku domača, pa naj bo to osemletni vnuk, radovedna babica, minister za znanost ali stara teta s kmetov."*

*Nova ekipa, ki prevzema urejanje Proteusa, trdno verjame, da sodobna znanost ni nerazumljiva večšina, ki jo lahko dojamemo samo posebej posvečeni, potem ko so dolga leta prebili v predavalnicah, med knjigami in v laboratorijih. Prepričani smo, da lahko tudi najbolj nenavadne sodobne teorije vsaj v osnovi razume vsakdo, če ima le dovolj radovednosti in so mu dognanja znanosti predstavljena s pomočjo dobrih prisposob, analogij in zanimivih zgodb.*

*Uredništvo Proteusa si je zadalo odgovorno nalogo, da ponudi bralcem prijazno, zanimivo in zaupanja vredno okno v svet narave in znanosti. Poročali bomo o najnovejših dogajanjih v domači in svetovni znanosti, sledili bomo odkritjem, raziskavam in projektom ter poskušali predstaviti vse vidike sodobnega naravoslovja in znanosti nasploh.*

*Da Proteus ustvarjamo pisci in uredniki, ki smo tudi sami aktivni znanstveniki, se nam zdi pomembna prednost, saj je znanost živ proces, ki ga poganja neizčrpana radovednost, zastavljanje vedno novih vprašanj in prava mera dvoma. Poskrbeti želimo, da bo navdušenje za raziskovanje izžarevalo tudi revija in ga prenašala na vas bralce.*

*Pri uredniških odločitvah se bomo držali Einsteinovega slavnega nasveta: "Naredi vse najbolj preprosto, kot je le mogoče, vendar ne bolj preprosto."*

**Sašo Dolenc, urednik**

[saso.dolenc@gmail.com](mailto:saso.dolenc@gmail.com)

## ZELENI ŠKRAT

Pojavilo se je novo pravljичno bitje, ki pa je malce nenavadno in drugačno od ostalih. Zeleni škrt namreč ve vse o rastlinah. Kako so zgrajene, kako delujejo, kakšna je njihova vloga v naravi. Bi torej radi izvedeli kaj več o rastlinah? Se zabavali, ko zunaj dežuje? Naredili z zelenim škrtom kakšen eksperiment? Obiščite škrtovo spletno stran in se mu prepustite. (G.A.)

[Vir: <http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/>]

## POIŠČITE SVOJ PRILJUBLJENI GEN

Ameriški Nacionalni center za biotehnoško informacijo (NCBI) je od svojega nastanka leta 1988 zbral in uredil velikansko število bioloških podatkov in je tako verjetno največji strežnik z biološko vsebino. Vsebuje več kot 20 podatkovnih zbirk. Na strani (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gquery/gquery.fcgi>) lahko poiščete svoj priljubljeni gen in ga primerjate z istim genom v drugih organizmih, se sprehodite po človeškem genomu, pogledate, kako je videti struktura vaših proteinov, preverite taksonomsko informacijo o vaših najbolj priljubljenih organizmih ali pa poiščete znanstvene članke o tematiki, ki vas zanima. Iskanje vam olajšajo obsežna pomoč, slovarčki in ostala programska orodja. (G.A.)

[Vir: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>]

## APOD IMA DESET LET

Astronomska slika dneva (Astronomy Picture Of the Day) je arhiv astronomskih fotografij in slik. Marsikateri bralec teh vrstic gotovo pozna sedaj že znamenito spletno stran, ki jo urejata Robert Nemiroff in Jerry Bonnell. Vsak dan nas pričaka nova slika s kratkim opisom in razlago. Slike so ponavadi zelo aktualne, npr. fotografije, ki jih posnamejo sonde kot Cassini-Huygens in robotska vozila na Marsu, ali pa Hubblove fotografije galaksij, meglic, kvazarjev in drugih čudovitih struktur v vesolju. Na spletnih straneh astronomskega observatorija Golovec pa so se lotili slovenjenja projekta APOD, tako da lahko sedaj beremo opise astronomskih slik tudi v slovenskem jeziku < <http://astro.ago.uni-lj.si/apod/astropix.html> >. (M.G.)

[Vir: APOD, 16. junij 2005.]



## FOTOSINTEZA NA DNU OCEANA

V globini dveh in pol kilometrov v Tihem oceanu so v neposredni bližini hidrotermalnega izvira našli bakterije, ki kot vir energije uporabljajo zelo šibko »geotermalno« in in-

frardečo svetlobo. Izvor prve še ni povsem jasen, je pa povezan z burnim dogajanjem okoli izvirov, kjer temperature dosegajo 350 °C in je voda bogata z vodikom, vodikovim sulfidom in drugimi neoksidiranimi snovmi. Odkritje je še posebej zanimivo z vidika razprave o razvoju fotosinteze iz prvobitnih načinov pridobivanja energije z uporabo vodika, žvepla in podobnih snovi. (T.A.)

[Vir: Science, Vol. 308, 24. junij 2005, str. 1855.]

## Z GOBAMI NAD KOMARJE

Po poročanju Svetovne zdravstvene organizacije vsako leto zbolijo za malarijo vsaj 300 milijonov ljudi, umre pa jih več kot milijon. Številke so zaskrbljujoče visoke in proti temu se človeštvo bojuje z različnimi sredstvi, predvsem kemičnimi. Problem je v tem, da so komarji izjemno odporni in hitro prilagodljivi. Zelo znana je uporaba kemičnega sredstva DDT po drugi svetovni vojni. Sprva se je zdelo, da bo malarija dokončno izkoreninjena, a se je pokazalo, da so komarji evolucijsko razvili odpornost proti DDT-ju, poleg tega pa še proti kopici drugih modernih insekticidov. Sedaj raziskovalci preučujejo, kakšen vpliv bi na komarje, okužene z malarijo, imeli insekticidi gobjih spor.

V najbolj prizadetih območjih Afrike so spore gliv dokaj tuje in komarji niso mogli razviti naravne odpornosti proti njim. Tako so na univerzi v Londonu razvili sprej, ki je mešanica spor gliv in olja. Rezultati na testnih primerih so presenetljivo dobri, saj dosedanji poskusi kažejo, da večina komarjev pogine, tisti, ki pa ne, pa težje prenesejo malarijo na človeka in imajo veliko krajšo življenjsko dobo. Poleg enostavne uporabe je dobra stran tudi nizka cena, saj ocenjujejo, da bi dezinfekcija ene hiše stala le okoli 20 ameriških centov. Treba pa bo še preučiti dolgoživost takšne obrambe, saj je znano, da so spore gliv manj dolgožive kot trdovratna kemična sredstva. (M.G.)

[Vir: Nature, 9. junij 2005.]

## TYRANNOSAURUS REX

Nedavno izkopani fosil dinosavra Tyrannosaurus rex je znova presenetil raziskovalce. Najprej so znanstveniki med kamnitimi fosili v Montani v ZDA našli mehko tkivo, med drugim tudi krvne žile, kar je povsem neverjetno odkritje po 70 milijonih let. Vendar pa je najnoveše odkritje še bolj presenetljivo. Isti paleontologi so nedavno odkrili nenavadno kostno tkivo, ki naj bi bilo dokaz, da je bila žival samica, ki je ovulirala. Odkritje je pomembno zato, ker je bilo vse doslej nemogoče določiti spol dinosavra, če med izkopanimi ni bilo dobro ohranjenih medeničnih kosti. Tkivo, ki so ga našli, je močno podobno snovi, ki jo je danes mogoče najti v telesu ptic v času, ko te valijo jajca. Mozgovno tkivo, ki ga najdemo v samicah ptic, namreč nastane pod vplivom povečane količine estrogena, in sicer med valjenjem jajc. Tkivo se nalaga v notranjih stenah

nog ptice in služi kot vir kalcija pri tvorbi jajčnih lupin. Po koncu valjenja se popolnoma reabsorbira v telo ptice. Vodja izkopavanja v Montani, Dr. Mary H. Schweitzer z Univerze v Severni Karolini, meni, da prisotnost tega tkiva v nekaterih dinosavrih kaže na podobnost v razmnoževanju z danes živečimi pticami, posebej tistimi, ki ne letijo, npr. noji in emuji. Skupina prav tako meni, da odkritje tkiva postavlja teorijo o razvoju ptic iz dinosavrov na trdna tla in da bo odsej s pomočjo ostankov takih tkiv mogoče določevati spol dinosavrov. Vendar se vsi paleontologi, ornitologi in ostali znanstveniki ne strinjajo z njegovimi trditvami. Predvsem jih moti ponovljivost, saj so mozgovno tkivo doslej našli le pri enem dinosavru. Prav tako tega tkiva doslej niso našli pri drugih živalih, ki ležejo jajca, npr. pri krokodilih, ki so daljni sorodniki dinosavrov. (A.M.Z.)

[Vir: New York Times, 3. junij 2005.]

## SIMULACIJA ČLOVEŠKIH MOŽGANOV

V podjetju IBM so izdelali superračunalnik Blue Gene, s katerim želijo simulirati delovanje človeških možganov. Švicarska univerza, ki je superračunalnik kupila, si je zadala nalogo, da bo v dvoletnem projektu izvedla tridimenzionalno simulacijo delovanja določenih delov človeških možganov. Najprej so se odločili za simulacijo delovanja neokorteksa, kasneje tudi drugih predelov, čez približno desetletje pa še celotne možganske strukture na molekularni ravni. Projekt je osupljiv, saj računajo, da bodo lahko ob vnosu vhodnih podatkov v vizualni korteks opazovali odziv možganov v realnem času. Raziskovalci upajo, da bodo s tem projektom bolje razumeli procese v možganih, kot so misli, spomin, morda celo zavest. Preučevali bodo tudi možganske bolezni, kot so avtizem, shizofrenija in depresija. Računalniški sistem Blue Gene uporabljajo tudi za simuliranje drugih fizikalnih in kemijskih problemov, npr. pri zgibanju proteinov in prevajanju polprevodniških elementov. (M.G.)

[Vir: New Scientist, 6. junij 2005.]



## ANDROMEDA JE VEČJA

Naši najbližja galaksija Andromeda naj bi bila po zadnjih meritvah kar tri-

krat večja, kot smo mislili do sedaj. S Keckovim teleskopom na Havajih so astronomi opazovali gibanje obrobnih zvezd v Andromedi in tako prišli do ugotovitve, da se v resnici gibajo skupaj z Andromedo in so njen sestavni del. Premer galaksije je bil do sedaj ocenjen na 70 do 80 tisoč svetlobnih let, nova natančnejša meritev pa določa, da je premer Andromede kar 220 tisoč svetlobnih let. Andromeda je

nekakšna dvojčica naši galaksiji, saj sta si obe po strukturi zelo podobni, druga od druge sta oddaljeni 2,9 milijonov svetlobnih let in se medsebojno celo približujeta. (M.G.)

[Vir: New Scientist, 31. maj 2005.]

## SAMICE PAJKOV JEDO SVOJE SAMCE

To, da samice nekaterih vrst pajkov po oploditvi pojedjo samca, je že dolgo znano. Samec s svojim žrtvovanjem namreč zagotovi večjo možnost za preživetje svojih potomcev. Raziskovalci z univerze v Torontu pa ugotavljajo, da se pogosto zgodi, da pajčje samice pojedjo samce še pred oploditvijo, kar je vsekakor nekoliko nenavadno. Razlagajo, da je v genskem zapisu pajčje samice določena njena napadalnost in se zato ne bo obotavljala, če bo obrok v bližini. Opazili so še, da samice, ki napadejo samce pred oploditvijo, tudi sicer zelo dobro lovijo in so uspešnejše v boju s plenilci. (M.G.)

[Vir: New Scientist, 21. maj 2005.]

## PREBIRANJE ARHIMEDOVEGA ROKOPISA

Srednjeveški prepis Arhimedovega rokopisa, ki naj bi izvorno nastal približno 300 let pred našim štetjem, je neki menih v 12. stoletju predelal v molitveno knjižico in tako se je pergament z vsebino Arhimedovih zapisov ohranil do današnjih dni. Znanstveniki s Stanfordske univerze bodo na linearnem pospeševalniku s fokusiranimi rentgenskimi žarki razbrali ohranjenost, a zelo zbledelo in večkrat prepisano pisavo. Črnilo, ki ga je uporabljal srednjeveški pisar, vsebuje železov pigment, ta pa ob pravi energiji rentgenskih žarkov oddaja fluorescenčno svetlobo. To zazna detektor in tako lahko računalnik podrobneje določi položaje železovega pigmenta na pergamentu, s tem pa tudi Arhimedov rokopis. (M.G.)

[Vir: Stanford.edu, 19. maj 2005.]

## SAMOREPLIKACIJSKI ROBOT

Strokovnjaki z ameriške univerze Cornell so razvili robota, ki je zmožen iz rezervnih delov ustvariti sebi enak mehanizem. V osnovi je robot sestavljen iz štirih diagonalnosučnih kock, ki se med seboj povezujejo z elektromagneti. Vsaka kocka predstavlja osnovni modul, sestavljen iz mikroprocesorja, senzorjev, elektromotorja in elektromagnetov, katerih magnetna sila se lahko spreminja in tako zagrabijo ali spusti sebi enak modul, s čimer sestavlja poljubno tvorbo. Dolgo so mislili, da je prav zmožnost samoreplikacije funkcija, ki loči živo od neživega, pravzaprav je (bila) to ena izmed definicij življenja. Pri takšnih podvigih se praviloma pokaže, da so naše dosedanje definicije le stvar dogovora, na katerega se narava ne ozira. (M.G.)

[Vir: Cornell University, 11. maj 2005.]

## SUPERSTRUNE NA PREIZKUŠNJI

Fiziki z Univerze v Utrechtu na Nizozemskem so predlagali način izdelave superstrun v laboratoriju ([arxiv.org/abs/cond-mat/0505055](http://arxiv.org/abs/cond-mat/0505055)). Če bo idejo možno uresničiti, bo to prvi praktični preizkus teorije superstrun. Pristop temelji na lastnostih izjemno mrzlih plinov. Znotraj hitro vrtečega se Bose-Einsteinovega kondenzata naj bi ujeli majhno število fermionskih atomov. Ti imajo polovični spin in se za razliko od bozonov (delci s celoštevilskim spinom) vedejo v skladu s Paulijevim izključitvenim načelom. V takšnem poskusu naj bi bilo mogoče opazovati supersimetrijo med fermioni in bozoni. (M.G.)

[Vir: *PhysicsWeb*, 11. maj 2005]

## BATERIJA, KI ZDRŽI 12 LET

Znanstveniki z Univerze Rochester v New Yorku razvijajo novo vrsto baterije, osnovano na radioaktivnem razpadu. Prvi poskusi so zelo obetavni, saj kažejo, da bi baterija lahko zdržala brez polnjenja tudi do 12 let. Mehanizem delovanja je podoben kot pri sončnih celicah, ki spreminjajo energijo sončnih žarkov v električno energijo. Pri nuklearni bateriji pa ploščica iz silicija ujame elektrone, ki se izsevajo iz radioaktivnega plina, na primer iz tritija (radioaktivna oblika vodika). Poleg dolgotrajnega delovanja je tehnologija varna, saj tritij oddaja le nizkoenergijske delce, ki jih zaustavi že zelo tanka plast materiala, kot je na primer list papirja. (M.G.)

[Vir: *LiveScience.com*, 13. maj 2005.]

## NAJMANJŠI GIGABITNI ČIP NA SVETU

V podjetju Matrix Semiconductor Inc. iz Kalifornije so razvili najmanjši spominski čip z zmogljivostjo 1Gbit. Čip je velik komaj 31 kvadratnih milimetrov. Pri podjetju pravijo, da jim je s 130- do 150-nanometrsko tehnologijo uspelo podvojiti bitno zmogljivost na enaki površini silicija. Dosežek pomeni pomemben korak pri miniaturizaciji sodobnih digitalnih naprav. (M.G.)

[Vir: *etimes.com*, 10. maj 2005.]

## SVETLA LISA NA TITANU

Vesoljska sonda Cassini je na Saturnovi luni Titan odkrila ne navadno svetlo liso. Približno 500 km veliko območje bi bilo lahko posledica trka asteroida ali mešana ledu in amoniaka, bruhajočega kot vulkan iz tople notranjosti (na površju pa zelo mrzle, približno  $-180^{\circ}\text{C}$ ) največje Saturnove



lune. Možno pa je tudi, da gre za atmosferski pojav. Če gre za oblak v ozračju, potem nam njegova dolgoživost in obstojnost priča o tem, da ga spodbuja neko dogajanje na površju Titana, na primer geološka aktivnost. Znanstveniki nadalje ugibajo, da gre morda za odsev s Titanovih tal, ki bi ga naj povzročal led z različnimi primesmi. Odkritje pa je sprožilo tudi vprašanja o morebitnih gorah na Titanu. Lisa je najsvetlejšo območje, ki so ga do zdaj opazili na Titanu. Znanstveniki pri projektu Cassini menijo, da gre za razmeroma mlad pojav. Sicer pa so na Titanu opazili že kar nekaj podobnih atmosferskih pojavov, toda ne tako trajnih. Julija leta 2006 bo sonda Cassini podrobneje slikala skrivnostno liso in obetamo si lahko novih ugotovitev. (M.G.)

[Vir: *JPL, NASA*, 25. maj 2005.]

## ENOMOLEKULSKI TRANZISTOR

Na inštitutu za nanotehnologijo v Kanadi je znanstvenikom uspelo izdelati tranzistor iz ene same molekule. Le en nabit atom na silicijevi podlagi zmore s svojim električnim poljem uravnnavati prevodnost molekule - tranzistorja. Presenetljivo je, da le en elektron določi stanje prevodnosti (1) ali neprevodnosti (0). Korak je pomemben za nadaljnji razvoj mikroprocesorjev in sledenje Moorovemu zakonu, kar omogoča prav miniaturizacija osnovnih sestavin vezja. Tako se odpirajo vrata nanometerski tehnologiji - nanotehnologiji ali molekularni elektroniki. Takšna tehnologija zahteva manj energije za svoje delovanje, manj se segreva in je veliko hitrejša od tehnologije večjih dimenzij. (M.G.)

[Vir: *PhysOrg*, 1. junij 2005.]

## SIMULACIJA EVOLUCIJE VESOLJA

Astrofiziki so pod vodstvom raziskovalcev z inštituta Maxa Plancka izdelali doslej največjo in najnatančnejšo simulacijo razvoja vesolja. Superračunalnik je izračunal filamentne strukture galaksij v velikosti nekaj milijard svetlobnih let. Simulirali so razvoj 20 milijonov galaksij, za kar je bilo treba več kot mesec dni računanja na superračunalniku. Izhodnih podatkov je za 25 Tbytov. Tovrstne simulacije so dragocene, saj prikazujejo najboljše sliko vesolja in hkrati primerjajo teoretične napovedi opazovanji. Na spletu si lahko ogledate tudi video simulacije, ki prikazujejo potovanje skozi tridimenzionalno strukturo vesolja. (M.G.)

[Vir: *PhysOrg*, 1. junij 2005.]

Novice so pripravili: *Marjan Grilj, Andreja Mošet Zupan, Gregor Anderlub in Tomaž Accetto.*



## KOŠER VIAGRA

Vsako pomlad Židje praznujejo pesah, praznik, ko se spominjajo osvoboditve Židov iz Egipta, opisane v Stari zavezi. Med teden dni trajajočim praznikom veljajo stroge zapovedi glede prehrane. Po tradiciji recimo v času pesaha lahko jedo le nevzhajani kruh, kar naj bi opozarjalo na težke čase med begom iz Egipta, ko ni bilo na voljo vzhajane kruha. Prav zabavno je, da vse od leta 1998, ko se je pojavila na tržišču, v času pesaha tudi viagre niso smeli uporabljati. In to ne zaradi posteljnih radosti. Zunanja plast tabletko namreč vsebuje kalcijev hidrogen fosfat, ki ga uporabljajo pri vzhajanju testa. Na srečo prikrajšanih moških pa je sefardični rabin Mordechai Eliahu še pred začetkom letošnjega židovskega praznika našel rešitev. Moški z erekcijskimi težavami si lahko pomagajo tako, da še pred praznikom kupijo posebne kapsule, nareje-

*Proteus razkriva! Pišemo o najneverjetnejših "znanstvenih" rezultatih, medijskih kvaziznanstvenih neslanostih ali pa čisto navadnih spodrslijajih. Če ste sami zasledili kakšen ocvirek, ki bi si zaslužil ovekovečenje v našem šund arhivu, se seveda priporočamo.*

ne iz košer želatine (to je take, ki jo dovoljuje židovska vera), in vanje vložijo tabletko. Čeprav je bilo za to rešitev potrebno precej domišljije, se samo od sebe zastavlja vprašanje, kaj košer kapsule sploh spremenijo? V telo bo namreč še vedno prišla zloglasna sestavina. Po poročanju Jerusalem Posta in nato ostalih svetovnih medijev naj bi bil trik v tem, da zaradi razgradljive kapsule kalcijevega hidrogen-fosfata tako ne pride v neposredni stik s telesom. Hm, razgradljiva kapsula se v telesu najbrž že razgradi. Zakaj torej ni stika s telesom? In če ni stika s telesom, zakaj potem modro tabletko sploh jemati? Smo morda kaj spregledali?

(V Sloveniji ima dovoljenje za promet 3185 zdravil, od tega jih vsebuje pomožno snov kalcijev hidrogenfosfat kar 109, med njimi vse tri jakosti viagre (25 mg, 50 mg in 100 mg). Drugo sredstvo za vzhajanje je še natrijev hidrogenkarbonat, ki se nahaja v 106 zdravilih, različnih sredstev za vzhajanje pa s tem še ni konec. Podatki so iz baze [www.zdravila.net](http://www.zdravila.net).)

[Vir: BBC News, 14. april 2005]

## PREVEČ ČISTA VODA?

Gotovo ste se že kdaj spraševali, kako čista voda teče iz domače pipe. Morda ste celo v želji, da bi pili resnično zdravo

vodo, začeli uživati ustekleničeno. Še najboljše takšno z lepo zvenečim imenom. In ni ga bolj glamuroznega imena v svetu osvežilnih pijač, kot je kokakola. Že od leta 1999 na primer Coca Cola prodaja v ZDA in Kanadi ustekleničeno vodo z res lepo zvenečim imenom Dasani. Do tu vse lepo in prav, a stvarni so se zapletle, ko so tehnologijo lani izvozili v svojo podružnico v Veliki Britaniji. Veličastno oglaševalsko kampanjo, ki je spremljala vpeljavo novega izdelka, je kaj kmalu ustavila prva neprijetnost. V javnost je namreč pricurljalo, da je "čista" voda, ki so jo uporabljali za polnjenje, v resnici voda iz reke Temze. Brr!

No, v načelu nič napačnega, saj naj bi vodo pred polnjenjem temeljito očistili. To naj bi dosegli (vsaj tako so stvar predstavili v reklamah) z izredno naprednim tehnološkim postopkom prečiščevanja vode, osnovanim na tehnologiji NASA. In tu smo že pri naslednji neprijetnosti - izvedelo se je namreč, da je visoka tehnologija pravzaprav navadna reverzna osmoza, ki ga kot preprost čistilni postopek uporabljajo v marsikateri domači kuhinji. A nismo še pri koncu. Škandal je dosegel vrhunec, ko je inšpektorat za pitno vodo ugotovil, da voda Dasani vsebuje kancerogene bromate. Postopek, kako priti do čiste voda à la Coca Cola, je namreč naslednji: najprej načrpa vodo iz reke Temze v svoji tovarni Sidcap v Kentu, nato jo pelji skozi prečiščevalni postopek in jo poimenuj zelo čista voda. Med postopkom ji za boljši okus dodaj kalcijev klorid, ki vsebuje tudi nekaj bromida. Da bo voda zares čista, jo še dodatno prečisti z ozonom - po načelu dvakrat čisto mora biti bolje kot enkrat čisto. Ozon pri tem hitro oksidira bromid, ki sam ni nevaren, v kancerogen bromat. Nato ustekleniči in začne prodajati vodo, ki vsebuje dvakrat več bromatov, kot je dovoljeno. Uspeh je zagotovljen! Ali pa tudi ne... Korporacija Coca Cola je po škandalu vso ustekleničeno preveč "čisto" vodo umaknila s prodajnih polic.

[Vir: Guardian, 20. april 2004]

## HAWKINGOVA KRATKA ZGODOVINA ŠKANDALA

Letos septembra bo Stephen Hawking objavil novejšo različico svoje svetovne uspešnice Kratka zgodovina časa s prenovljenim naslovom Krajša zgodovina časa. A nerodnost nerodna, knjiga z enakim naslovom že obstaja. Leta 1999 je namreč astronom Eric Schulman kot odgovor na Hawkingovo Kratko zgodovino časa objavil svojo Krajšo zgodovino časa. Naslov verjetno opravičuje dejstvo, da je Schulmanova knjiga krajša od Hawkingove za celih 5 strani (171 strani proti 176 stranem). Schulman pravzaprav tako slavi kar dvojno zmago, saj je bila njegova knjiga tudi objavljena več kot 200 milijonov sekund pred na novo naslovljeno verzijo Hawkingove uspešnice. Ali bo Hawking omenil Schulmana? Pustimo se presenetiti.

Pripravila Andreja Mošet Zupan

## SVET V ŠTEVILKAH

## Doktorati

- 1,6 milijona – število doktorskih in magistrskih del v bazi Digital dissertations, večinoma iz Severne Amerike od leta 1861 dalje.
- 40,710 – število doktoratov, podeljenih v ZDA leta 2003.
- 5407 – število doktoratov, podeljenih v Sloveniji od leta 1945 do 2003.
- 5011 – število prebivalcev z doktoratom znanosti, popis prebivalstva RS 2002.
- 1038 – število upokojevcov z doktoratom, leta 2002.
- 56 – brezposelnih z doktoratom, leta 2002.
- 30,2 – odstotek doktoratov v Sloveniji, podeljen ženskam od leta 1945 do 2003.
- 19 – število doktoratov iz teologije, 1945-2003.
- 3 – število doktoratov iz menedžmenta, 1945-2003.

## Viri:

- Statistični letopis Republike Slovenije 2004.
- <<http://www.lib.umi.com/dissertations/>>
- Popis prebivalstva RS 2002 (komunikacija z g. Danilom Dolencem).

Pripravil Jure Zupan

## Modrosti velikih znanstvenikov

Kot otroka me je prijatelj vprašal: "Poglej tisto ptico. Veš kako se imenuje?" Odgovoril sem mu: "Sanja se mi ne." Pa mi odvrne: "To je rjavo-grli drozg. Kaj te oče ničesar ne nauči?" A resnica je bila ravna nasprotna: oče me je veliko naučil. Ko sva z očetom zagledala ptico, mi je rekel: "Veš katera ptica je to? Je rjavo-grli drozg, ampak v portugalsščini se imenuje ..., v italijanščini ..." mi je razlagal, "v kitajščini je to ....., v japonščini ..." in tako naprej. "Zdaj," pravi, "poznaš imena ptice v vseh jezikih, ki si jih lahko zamisliš, a ko bom končal z naštevanjem, ne boš o ptici sami vedel prav ničesar. Vedel boš le, kako ptico imenujejo ljudje na različnih koncih sveta. Zdaj," pravi, "pa si oglejva ptico." (prevod S.D.)  
Richard P. Feynman: The Pleasure of Finding Things Out, Penguin Books 2001, str.4.

## Dr. Proteus sprašuje

## Zakaj je nočno nebo črno

V prihodnjih mesecih se bodo tule zvrstila vprašanja z raznih področij naravoslovja, ki jim je skupno, da imajo zapletena ozadja. Vprašanja bo izbiralo in zastavljalo uredništvo revije. Včasih na prvi pogled sploh ne bo jasno, kaj je problem, na nekatera vprašanja pa morda sploh še ni dokončnih odgovorov. Da se bo dalo na problem odgovoriti, ga bo zato treba najprej opredeliti.

Vabimo vas, da na tokratno vprašanje odgovorite in nam odgovor pošljete na naslov <[prirodoslovno.drustvo@guest.arnes.si](mailto:prirodoslovno.drustvo@guest.arnes.si)>. Vse odgovore bomo pregledali, najpopolnejšega in najbolje napisanega oz. tistega, ki bo najbližje celotni trenutno znani resnici, pa bomo tudi nagradili in objavili v naslednji številki. V kolikor ne bo popolnega odgovora, bo odgovor poskušalo napisati uredništvo revije, nagrado pa bo še vedno dobil avtor odgovora, ki bo pravilnemu najbližji.

Koordinator rubrike: Gregor Zupančič

Tekmovanje iz znanja biologije  
za Proteusovo priznanje

Prirodoslovno društvo Slovenije organizira tekmovanje iz znanja biologije za Proteusovo priznanje. Tekmovanje je organizirano na dveh nivojih – šolskem in državnem. Na šolsko tekmovanje se lahko prijavijo učenci 8. in 9. razredov devetletke in 7. in 8. razredov osemletke. Vsaka šola, ki bo organizirala tekmovanje na šolski ravni, bo lahko poslala na državno tekmovanje od 3 (šole do 500 učenek in učencev) do 5 učencev (šole nad 500 učenek in učencev). Tema letošnjega tekmovanja je EKOLOŠKI POMEN GOZDA. Podrobnejše teme, ki naj jih poznajo učenci, pravilnik tekmovanja, prijavnico in literaturo boste našli na spletnih straneh društva ([www.proteus.si](http://www.proteus.si)). Izpolnjeno prijavnico pošljite z navadno pošto v papirnati obliki najkasneje do 30. septembra 2005 na naslov Prirodoslovnega društva Slovenije, kasnejših prijav ne bomo upoštevali. Seznam prijavljenih šol bo objavljen na naših spletnih straneh po 10. oktobru. Šolsko tekmovanje bo v četrtek 20. oktobra 2005 ob 13.30, državno pa v torek 22. novembra ob 15.00. Šolsko tekmovanje bo trajalo 45 minut, državno pa 90 minut. Rezultati državnega tekmovanja bodo objavljeni najkasneje v 15 dneh po izvedenem tekmovanju na spletnih straneh društva, imena učencev, ki bodo prejeli srebrna zlata Proteusova priznanja, pa bodo objavljena tudi v reviji Proteus.



### Trk sonde s kometom

NASA/JPL-Caltech/UMD

Letošnjega 4. julija v jutranjih urah je Impactor, izstrelek Nasine sonde Deep Impact, trčil v komet Tempel 1. To je bil prvi tovrstni projekt v zgodovini človeštva. Ob trku se je sprostila energija, enakovredna 4,5 tonam eksploziva TNT. Blisk je bil močnejši od pričakovanega, krater pa naj bi bil po prvih ocenah velik približno 100 m. 400-kilogramski Impactor, izdelan večinoma iz bakra, se je v trenutku trka uparil. Orbita komet, ki leži med Marsom in Jupitrom, se ne bo opazno spremenila, saj bi trk lahko primerjali s trkom muhe v veliko letalo.

Na spletu < [deepimpact.jpl.nasa.gov](http://deepimpact.jpl.nasa.gov) > si lahko ogledate zaporedne slike približevanja kometu, trka in opazovanja nastalih posledic, ki jih je posnela sonda Deep Impact. V komet, ki ima premer okoli 6 km, so bili usmerjeni tudi mnogi drugi teleskopi, tudi Hubblov, ki so spremljali dogajanje. Ena pomembnejših nalog sonde je bila, da je s spektrometrom analizirala sestavo prahu, ki ga je odnašalo s komet. S pomočjo meritev bomo prišli do pomembnih podatkov o sestavi prasnovi, ki kroži po vesolju nedotaknjena že na milijarde let. S tem bomo bolje razumeli tudi nastanek Zemlje in drugih planetov našega osončja.

Pripravila M.G. in S.D.



# ZDRAVLJENJE RAKA ČEZ DESET LET

Rak je bolezen, ki človeštvo pesti skozi vso njegovo zgodovino. Za rakom zbolimo, ko se celice v našem organizmu nehajo odzivati na signale, ki uravnavajo njihovo rast in diferenciacijo, in se zato prično nenadzorovano deliti. Posledica je nastanek skupka celic - tumorja, ki nima normalne fiziološke vloge. Poleg lokalne rasti imajo rakave celice tudi sposobnost vraščanja v sosednja zdrava tkiva in zasevanja v oddaljene organe, kjer tvorijo metastaze.

Celice se transformirajo v rakave zaradi okolja, v katerem živimo, zaradi naših življenjskih navad in tudi zaradi naše genetske zasnove. Tako poznamo nekaj družinskih rakov, za katerimi posamezniki zaradi genetske nagnjenosti zbolevajo pogosteje kot drugi. Med dejavniki, ki od zunaj vplivajo na maligno transformacijo celic, so kemični (kancerogene snovi), fizikalni (ionizirajoče sevanje) in biološki (nekatero virusne infekcije). Vsi ti dejavniki v več stopnjah in v daljšem času postopno vplivajo na

dedni zapis celic, kar lahko povzroči spremembo normalnih celic v tumorske.

Proti raku se borimo z uspešnim zdravljenjem, preprečevanjem in zgodnjim odkrivanjem. Med tako imenovane standardne načine zdravljenja raka sodijo kirurška, obsevalna in sistemska terapija. Kirurški poseg je najstarejši, a še danes nepogrešljiv pristop, saj z njim hitro odstranimo tumor. Pri obsevalni terapiji z ionizirajočim sevanjem lokalno toliko poškodujemo tumorske celice, da se prenehajo deliti, s ponavljajočim obsevanjem pa lahko tumor v celoti odstranimo. Ta dva načina lokalnega zdravljenja tumorjev se z razvojem novih tehnologij stalno izboljšujeta. Napredek je še posebej viden pri obsevanju, kjer so se razvile zelo natančne tehnike, ki tumor poškodujejo v največji možni meri, tkiva okoli njega pa čim manj.

Sistemsko zdravljenje je namenjeno tako primarnim tumorjem kot

**Gregor Serša**

tudi oddaljenim metastazam. V ta namen se uporabljajo različni kemoterapevtiki, ki vplivajo na hitro deleče se rakave celice. Običajno lokalno zdravljenje, torej kirurgijo in obsevalno terapijo, uporabljamo skupaj s sistemskim zdravljenjem, kar imenujemo kombinirano zdravljenje raka.

V zadnjem času se pojavlja vedno več bioloških zdravil, ki imajo specifično delovanje na določeno vrsto celic, kar je pogojeno s spremembami določenih molekul v teh celicah. Na ta način je zdravljenje raka postalo bolj usmerjeno v tumorske celice in celo na posamezne vrste teh celic. Trenutno prihajajo v klinično uporabo različna monoklonska protitelesa, ki blokirajo specifične molekulske tarče na tumorskih celicah, kot so CD20 (zdravili rituximab in mabthera), receptorji epidermalnega ravnega

faktorja (cetuximab), vaskularni endotelijski rastni faktor (bevacizumab) in zaviralci ciklooksigenaze-2 (celecoxib).

Napredek pri zdravljenju raka z biološkimi zdravili je posledica vse obširnejšega znanja o molekularnih mehanizmih nastanka in razvoja raka. Prepoznavanje

*“Napredek pri zdravljenju raka z biološkimi zdravili je posledica vse obširnejšega znanja o molekularnih mehanizmih nastanka in razvoja raka.”*

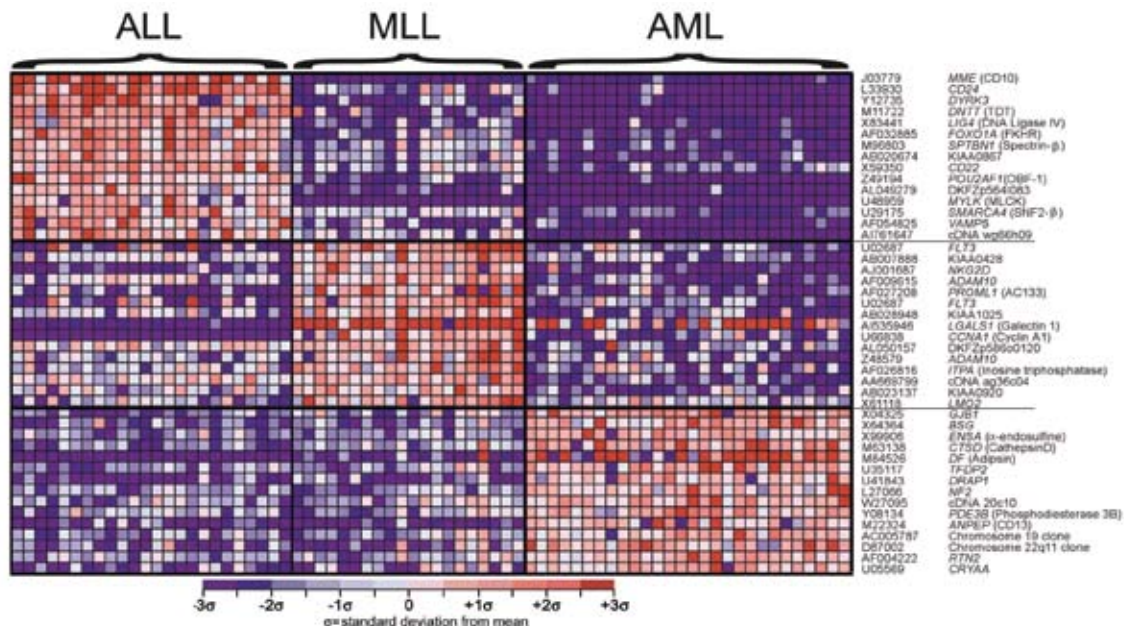
genetskih in drugih molekularnih sprememb, do katerih prihaja pri maligni transformaciji celice, omogoča pripravo zdravil, ki vplivajo na specifične tarče v celicah. Nadaljnji razvoj bo omogočil tudi prehod iz izkustvenega zdravlje-

nja v načrtovano, individualizirano zdravljenje bolnikov. To je že zelo davna želja onkologov, ki se bo, kot kaže, v bližnji prihodnosti tudi pričela izpolnjevati.

Zato bosta po mojem prepričanju poznavanje in načrtovanje zdravljenja bolnikov z rakom v naslednjih desetih letih temeljila predvsem na hitrem tehnološkem razvoju metod molekularne biologije, s katerimi bomo lahko dosegli izreden napredek pri preprečevanju in zdravljenju raka. Med področja, ki se bodo še posebej hitro razvijala, sodijo:

■ Molekularna epidemiologija, ki bo prepoznala nagnjenost določene populacije ljudi k nastanku raka. S tem povezano je tudi genetsko svetovanje pri družinskih rakih. Z metodami molekularne

*Mikromreža (angl. microarray), ki podaja razlike v izražanju genov pri različnih vrstah levkemije (ALL – akutna limfoblastna levkemija; MLL – bilinearna levkemija; AML – akutna mieločna levkemija). Rdeča polja prikazujejo povečano izražanje genov, modra pa zmanjšano. Na podlagi teh podatkov lahko diagnosticiramo vrsto levkemije in s tem način zdravljenja. Povzeto iz Armstrong s sod., Nature Genetics 30: 41-47, 2002*



biologije lahko ugotavljamo posamezne mutacije, značilne za določeno vrsto raka ali lastne določeni populaciji na nekem zemljepisnem območju. Na ta način bi lahko povezovali določene spremembe v genomu z nastankom določenih vrst raka.

■ Preprečevanje nastanka raka z ukrepi proti možnim molekularnim tarčam v celicah. Ker je preprečevanje najboljši način »zdravljenja«, se področje t.i. kemo-prevenije raka zelo hitro razvija in kmalu je pričakovati tudi prve rezultate.

■ Molekularna diagnostika raka, ki bo omogočila natančno klasifikacijo različnih vrst rakov, kar bo omogočilo boljše zdravljenje in tudi napovedovanje uspešnosti zdravljenja. Z metodami molekularne biologije, kot so genske mikromreže (glej sliko na prejšnji strani), lahko hkrati ugotavljamo izražanje velikega števila genov in proteinov v tumorskih celicah.

*“Čudežnih zdravil za zdravljenje raka ni in jih tudi v prihodnje ne bo.”*

Na ta način se bo patohistološka diagnostika raka razvila do te mere, da bo mogoče zagotavljati natančno razvrstitev tumorjev pri posameznih bolnikih in s tem individualizirano zdravljenje.

■ Novi in vedno bolj izpopolnjeni slikovni diagnostični postopki, ki bodo s prepoznavanjem molekularnih in fizioloških sprememb v tumorjih omogočili natančno in sprotno spremljanje uspešnosti zdravljenja. Sem sodijo ultrazvok, magnetna resonanca in pozitronska emisijska spektroskopija, ki se že uporabljajo skupaj z raču-



#### O avtorju:

*Prof. dr. Gregor Serša je raziskovalec na Onkološkem inštitutu že 25 let. Vodi Oddelek za eksperimentalno onkologijo, hkrati pa je pomočnik strokovnega direktorja Onkološkega inštituta za raziskovanje in izobraževanje. Področje njegovega raziskovalnega dela je eksperimentalna onkologija, predvsem uporaba elektroporacije v različnih biomedicinskih postopkih.*

nalniško tomografijo, kar je posebej primerna metoda za tumorje z aktivnim metabolizmom.

■ Nova zdravila z bolj specifičnim delovanjem, katerih tarča bodo posamezne molekule v rakavih celicah. Razvoj bo šel še naprej v gensko terapijo raka, ki bo v prihodnosti doživela pravi razcvet. Z vnašanjem genov v tumorske ali zdrave celice bolnikov z rakom bo mogoče vplivati neposredno na mutirane gene rakavih celic, na imunski odgovor organizma (s cepivi) ali na oskrbo tumorjev s kisikom in hranilnimi snovmi (s preprečevanjem nastanka novih krvnih žil ali pa ciljanim delovanjem na že obstoječe krvne žile v tumorju).

Vsi ti novi načini zdravljenja raka bodo še nekaj časa v uporabi predvsem v kombinaciji z že uveljavljenimi terapijami. Ker je rak zapletena bolezen, je tudi razvoj novih načinov zdravljenja dolgotrajen, napredek v uspešnosti zdravljenja pa postopen. Čeprav čudežnih zdravil za zdravljenje raka ni in jih tudi v prihodnje ne bo, bo postajalo zdravljenje uspešnejše tako z boljšim poznavanjem bolezni kot z načrtovanim učinkovanjem na več različnih tarč v rakavi celici.

**Urednik rubrike: Tadej Kotnik**



*Teorija strun je do sedaj edina konsistentna kvantna teorija, ki vključuje tako gravitacijo kot snovne delce.*

# TEORIJA STRUN IN ANTROPIČNO NAČELO

*So osnovni gradniki sveta mikroskopsko majhne strune?*

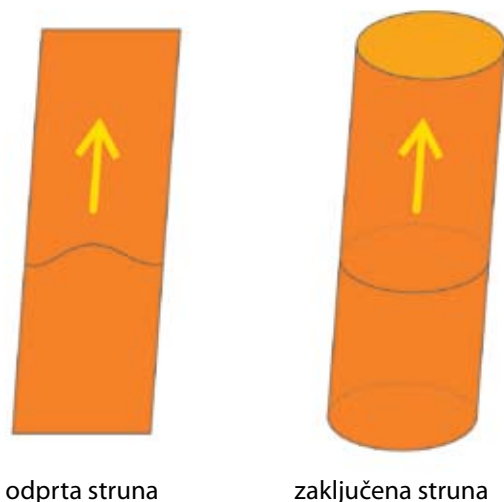
Prizor je bolj spominjal na sceno iz norišnice kot pa na srečanje teoretičnih fizikov. Poletnega večera 1984 so udeleženci srečanja v Centru za teoretično fiziko v Aspen v ameriški državi Kolorado uživali v kabareju. Sredi predstave je nato tedaj še malo znani teoretični fizik John Schwarz skočil na oder, in začel blebetati o tem, kako je odkril teorijo, ki bi lahko pojasnila vse. Po poprej pripravljenem scenariju so se iz ozadja pojavili možje v belem in Johna med vsesplošnim smehom fizikalnega občinstva odveli z odra. Vendar pa njegove trditve niso bile šala. John Schwarz in njegov sodelavec Michael Green sta namreč ravno dokončala matematični dokaz, s katerim sta pokazala, da je teorija, ki sta jo razvijala zadnjih nekaj let, kvantnomehansko konsistentna.

S tem dokazom se je začela prva revolucija v teoriji strun.

## Prva revolucija

Revolucija zato, ker je sama teorija strun kar dodobra starejša. Njeni začetki segajo v 60. leta prejšnjega stoletja, ko je imela veliko bolj ponižne ambicije. Začetni namen je bil namreč s teorijo strun pojasniti močno jedrsko silo. (Močna jedrska sila je ena od štirih sil, ki tvorijo eksperimentalno preverjen standardni model osnovnih delcev in sil med njimi). Vendar se ta ideja v podrobnostih ni obnesla in je razvijanje teorije strun nekako zamrlo s pohodom prave teorije močne interakcije – kvantne kromodinamike. Eden od problemov teorije strun je bil, da je v teoriji

*Jure Zupan*



Slika 1: Tako odprte kot zaprte strune pri gibanju zarišejo dvodimenzionalno ploskev v prostoru-času.

nastopal brezmasni delec z veliko-  
stjo spina 2, medtem ko ima kvant  
močne sile dvakrat manjši spin. A  
na to hibo teorije strun lahko po-  
gledamo tudi z drugega zornega  
kota. Graviton, to je kvant gravi-  
tacijskega polja, ima namreč veli-  
kost spina ravno 2. Teorija strun  
tako lahko predstavlja sprejemlji-  
vega kandidata za teorijo kvantne  
gravitacije. To pa je naravnost  
imenitno, saj problem, kako spoji-  
ti gravitacijo in kvantno mehaniko,  
predstavlja sveti gral teoretične fi-  
zike 20. stoletja. Na to, da lahko  
teorija strun ponudi odgovor na  
veliko vprašanje kvantne gravita-  
cije, sta že leta 1974 opozorila Joel  
Scherk in John Schwarz (ja, tisti  
z začetka zgodbe), vendar pa je  
minilo še nadaljnje desetletje do  
računskega dokaza o konsisten-  
tnosti teorije. Po tem dosežku je  
fizikalna javnost sprejela teorijo  
strun kot resnega kandidata za  
pravo teorijo kvantne gravitaci-  
je (ki je do sedaj še vedno tudi  
edini konsistentni kandidat). Po

Aspenskem srečanju je sledila ek-  
splozivna rast zanimanja za teori-  
jo strun. Teorija strun je kasneje  
doživela še nekaj revolucionarnih  
pretresov, a o tem več v nadaljeva-  
nju. Sedaj se posvetimo sliki sveta,  
kot jo ponuja teorija strun.

Po njej osnovni gradniki sveta  
niso delci, temveč mikroskopsko  
majhne strune. Te so lahko odpr-  
te, s prostimi konci, ali pa zaprte,  
mali krožci, ki frčijo po prostoru.  
V eksperimentalno potrjeni po-  
dobi sveta, standardnem modelu  
osnovnih delcev in sil med njimi,  
so osnovni gradniki nasprotno  
točkasti delci. Vendar standardni  
model v svojem okviru ne vsebu-  
je gravitacije in je tako že v osnovi  
nepopoln. Standardni model in  
teorija strun ne izključujeta drug  
drugega, kot se morda zdi na prvi  
pogled. S sedanjimi poskusi nam-  
reč ne moremo razločiti strun  
od točkastih delcev, ker so njihove  
dimenzije premajhne. Tipična  
velikost strun naj bi bila okoli  
 $10^{-35}$  m, kar je tako imenovana

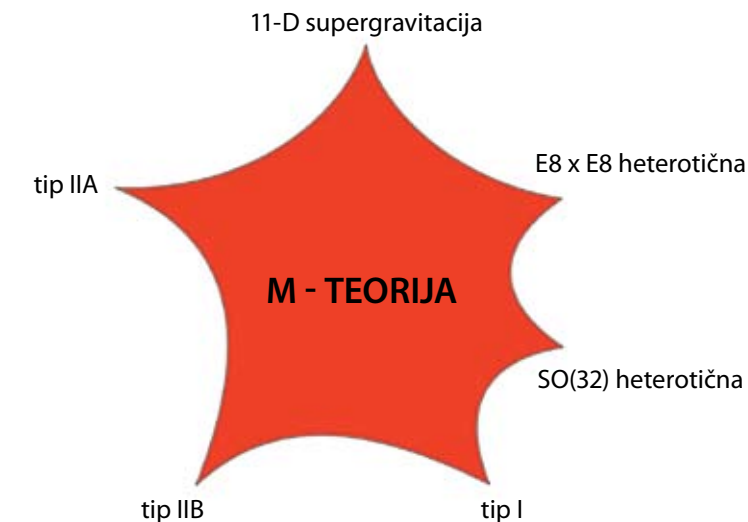
Planckova dolžinska enota, pri ka-  
teri postane pomembna kvantna  
narava gravitacije. Poleg tega naj  
bi teorija strun vsebovala standar-  
dni model kot del celote. Vendar  
tu že stopamo na področje pričā-  
kovanj. Namreč, kljub temu da  
v okviru teorije strun obstajajo  
modeli, ki preidejo v standardni  
model osnovnih delcev pri raz-  
daljah veliko večjih od Planckove  
dolžinske enote, pa le ti niso po-  
polni. Niti eden recimo ne poja-  
snjuje velike hierarhije mas osnov-  
nih delcev v standardnem modelu.  
Pravzaprav je zanimivo, kako v  
teoriji strun sploh dosežejo stik s  
standardnim modelom osnovnih  
delcev in sil med njimi. Osnovni  
gradniki materije, ki nastopajo v  
standardnem modelu, so namreč  
delci s polcelim spinom - enotno  
jih imenujemo fermioni (primer  
fermiona je recimo elektron). Če  
naj ima teorija strun kakšno po-  
vezavo z naravo, je torej bolje, da  
lahko na strune postavimo tudi  
fermionska polja, kar ni povsem  
preprosto. Običajni postopek je ta,  
da obravnavajo tako imenovane  
supersimetrične strune, kjer ve-  
lja posebna (super)simetrija med  
fermioni in delci s celim spinom.  
Supersimetrična teorija strun je  
nato konsistentna tudi kvantno-  
mehansko, če jo postavimo v 10-  
dimenzionalni prostor. Dokaz  
kvantnomehanske konsistentnosti  
10-razsežne supersimetrične teo-  
rije strun je pravzaprav ravno tisti  
slavni dokaz Greena in Schwarza  
izpred 20 let, ki smo ga omenili na  
začetku sestavka.

## Dodatne dimenzije

Ko nanese beseda na obstoj desetih  
dimenzij, se verjetno marsikomu  
kar malce zavrti. Le kako si lahko

kaj takega sploh predstavljam in le kako lahko ima to sploh kakšno zvezo z resničnim svetom (ki je takole mimogrede štiridimenzionalen, tri dimenzije so prostorske, četrto pa predstavlja čas)? Le kako naredimo dodatnih šest dimenzij nevidnih našim čutilom? Odgovor niti ni tako zahteven, še posebej, če si ogledamo poenostavljeni primer. Pomislimo na mravljo, ki se sprehaja po cevi za zalivanje vrta. Za mravljo je cev dvodimenzionalni objekt, saj se lahko sprehaja vzdolž cevi, lahko pa hodi tudi v pravokotni smeri in naredi krog naokoli po obodu cevi. Sprehaja se torej lahko v dveh neodvisnih smereh. Povsem drugače pa bi se nekomu visoko v krošnji bližnjega drevesa cev za zalivanje vrta zdela le kot tanka nit. Ne bi videl prečne dimenzije, pač pa le vzdolžno dimenzijo cevi. Zanj bi bila cev dejansko torej le enodimenzionalni objekt. Povsem podobno bodo dodatne dimenzije skrite našim čutilom, če imajo končno razsežnost (strokovno – so kompaktificirane) in je poleg tega njihova velikost majhna. Predstavljajmo si npr., da je v vsako točko v prostoru dodana še izredno majhna 6-dimenzionalna sfera. Celotni prostor ima potem 10 dimenzij, od katerih je 6 premajhnih, da bi jih lahko razločili s sedaj mogočimi poskusi.

Vendar ta rešitev povzroči tudi enega večjih problemov teorije strun. Namreč, kako to, da so običajne štiri dimenzije toliko večje - ter kakšno obliko sploh imajo te dodatne dimenzije? So to sfere ali morda torusi ali kaj povsem tretjega? Strokovno pravimo izbiri obstojnih oblik dodatnih dimenzij in sil, ki se pojavljajo v njih, izbira vakuuma. Trenutno se zdi, da je število obstojnih vakuumov izre-

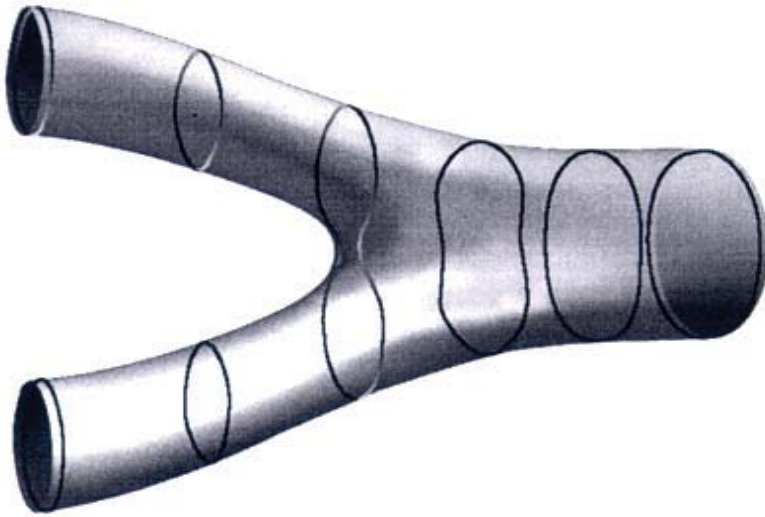


Slika 2: Diagram, ki prikazuje različne limite M-teorije. Konice diagrama predstavljajo različne tipe perturbativnih teorij strun, medtem ko te posebne točke v parameterskem prostoru M-teorije povezujejo dualnosti. Natančna narava M-teorije ni povsem znana.

dno veliko, morda kar okoli  $10^{500}$  ali celo več ( $10^{500}$  je gromozansko veliko število, v desetiškem sestavu je to enica, ki ji sledi petsto ničel). To je problem ali pa prednost teorije strun, odvisno od okusa posameznega raziskovalca, se bomo pa k temu vprašanju še vrnili proti koncu sestavka. Veliko število mogočih vakuumov namreč ni edina kontroverznost, ki spremlja teorijo strun. Pravzaprav je teorija strun razdelila raziskovalce na tiste, ki se ji vestno posvečajo z vso energijo, in tiste, ki mislijo, da je vse skupaj le velika izguba časa. Z besedami Nobelovega nagradjenca prof. Laughlina, ki je znan po svojem delu v fiziki trdne snovi: "Oddelek za fiziko na Stanfordski univerzi je dejansko razcepljen glede teorije strun. Po mojem mnenju je teorija strun šolski primer 'postmodernizma', ki ga poganja neodgovorno zapravljanje denarja." Eden glavnih problemov, ki ga

navajajo nasprotniki teorije strun, je pomanjkanje eksperimentalne preverljivosti. V običajni sliki, po kateri so dodatne dimenzije približno tako velike kot Planckova dolžina, bi potrebovali energije, ki so petnajst velikostnih redov (oz.  $10^{15}$  krat) višje od energij, ki jih trenutno dosegamo pri poskusih na Zemlji. Za doseganje tako visokih energij v trkalnikih bi ti morali biti ogromnih dimenzij, morebiti celo tako veliki kot osončje (do sedaj največji trkalnik je bil trkalnik LEP z obsegom 27 km v CERN-u v Ženevi). Vendar je ta argument izgubil nekaj ostrine, odkar so Arkani-Hamed, Dimopolous in Dvali opozorili na možnost, da so lahko dodatne dimenzije tudi veliko večje. To je mogoče, če se v dodatne dimenzije širi le gravitacijsko polje, medtem ko so vsi snovni delci omejeni na štiridimenzionalni podprostor. V tem primeru so lahko vsaj nekatere od





Slika3: Pri sipanju dveh zaprtih strun nastane nova zaprta struna.

dodatnih dimenzij mikrometrskih dimenzij in bi lahko njihove odtise opazili tudi na prihajajočem velikem hadronskem trkalniku (LHC - Large Hadron Collider), ki ga gradijo v CERN-u v Ženevi in bo predvidoma dal prve rezultate leta 2007 (LHC bo stal v istem tunelu z obsegom 27 km, kot ga je uporabljal LEP, vendar bo deloval pri višjih energijah).

## Druga revolucija

Po prvi revoluciji v teoriji strun leta 1984 je raziskovalno zanimanje za teorijo strun skoraj preko noči skokovito naraslo. V naslednjih dveh letih se je pojavilo že več kot tisoč člankov na to temo, ki so prinesli kar nekaj vpogledov v strukturo teorije. Do konca leta 1985, ko se je nekoliko polegel prah okoli odkritja, se je že vzpostavila slika, po kateri obstaja pet različnih teorij superstrun. Vsaka od različic živi v desetih dimenzi-

jah in nosi sebi lastno eksotično ime, po vrsti so to teorija strun tipa I, tipa IIA, tipa IIB, E8xE8 heterotična in SO(32) heterotična teorija strun. Teoretični opis teh različnih tipov teorije strun je bil zastavljen v obliki razvoja po majhnem parametru, tako

*Teorija superstrun je konsistentna v prostoru z desetimi dimenzijami, od katerih jih je šest mikroskopsko majhnih. Oblika dodatnih dimenzij je lahko zelo zapletena in ni jasno, katera oblika je najugodnejša.*

imenovani sklopitveni konstanti, ki se pojavlja v posamezni teoriji. Običajno za takšen razvoj uporabimo ime perturbativni razvoj, saj gre za opis, ki je veljaven le pri majhnih odmikih od ravnovesne lege (perturbacija= motnja), ki jo tu predstavlja ničelna sklopitvena

konstanta. Pri velikih vrednostih sklopitvene konstante takšen razvoj seveda odpove, tako da lahko na ta način raziščemo le del lastnosti teorije. Perturbativni pogled na teorijo strun je spremenil Edward Witten s svojim govorom na konferenci o strunah Strings '95 (Strune '95) na University of Southern California. S tem govorom je Witten sprožil drugo revolucijo v teoriji strun. Z njo se je neperturbativna teorija strun približala na doseg roke. Ključno odkritje so bile tako imenovane dualnosti. Z njihovo pomočjo lahko uvidimo, da je pet različnih teorij strun, ki smo jih poznali v primeru majhnih sklopitvenih konstant, pravzaprav le pet različnih obrazov enotne teorije. Witten je tej teoriji nadel enigmatično ime M-teorija, pri čemer ni jasno, kaj pomeni tisti M (različno od pogleda posameznika je to lahko Mystery, Magnificent, Mother ali kaj tretjega). Pokazal je tudi, da enotna M-teorija vsebuje še dodatno šesto perturbativno teorijo, supergravitacijo v enajstih dimenzijah. Strukturo M-teorije lahko predstavimo z diagramom (glej spodaj). V kotih nastopajo različni tipi perturbativnih teorij strun, ki predstavljajo M-teorijo v posebnih primerih (recimo v primeru majhnih sklopitvenih konstant ali velikih dodatnih dimenzij). Druga revolucija v teoriji strun je vpeljala tudi nove objekte. Medtem ko so se v prvotni teoriji strun iz leta 1985 pojavljali le enodimenzionalni objekti – strune, se je sedaj teorija razširila tudi na večdimenzionalne objekte – tako imenovane brane (oziroma p-brane, kjer p zaznamuje dimenzionalnost brane, 2-brana je tako isto kot membrana, dvodimenzio-

nalna plahta, ki se giblje po večdimenzionalnem prostoru). Še nekaj besed o dualnostih. To so preslikave iz perturbativne teorije strun enega tipa v drugega. Teorijo enega tipa v teorijo drugega tipa lahko preslikamo tako, da povečamo sklopitveno konstanto, ali pa tako, da povečamo velikost dodatnih dimenzij, oziroma tako, da opravimo obe spremembi hkrati.

Ko so raziskovalci začeli snovati teorijo strun, so negovali upanje, da bo teorija omogočila enoznačno izpeljavo standardnega modela osnovnih delcev in sil med njimi. Tako bi teorija vsega pojasnila tudi samo strukturo standardnega modela s štirimi silami: elektromagnetno, šibko, močno in gravitacijsko silo. Vendar so zadnja spoznanja o strukturi teorije strun to upanje v dobršni meri pokopala. Pred nekaj leti so namreč raziskovalci spoznali, da mogoče kompaktifikacije omogočajo ogromno število različnih obstojnih konfiguracij (vakuumov). Vsak od teh vakuumov opisuje svet s povsem različno sestavo osnovnih sil, močjo teh sil in različno vsebnostjo vrst osnovnih delcev. Kako sedaj pojasniti strukturo sveta okoli nas? Zakaj se nahajamo ravno v vakuumu, ki opisuje naš svet, in ne v kateri od ostalih mogočih konfiguracij? Morebitno razlago ponuja antropično načelo, ki se ga je oprijel del raziskovalcev teorije strun.

## Antropično načelo

Antropično načelo govori o tem, da nekatera vprašanja, ki si jih zastavljamo, pravzaprav niti niso prava vprašanja. Oglejmo si vprašanje, ki bi si ga lahko zastavljali pred stotletji, ko je celotno nam poznano



Slika 4: Mravlja občuti cev kot dvodimenzionalni predmet, medtem ko jo mi vidimo le kot nit.

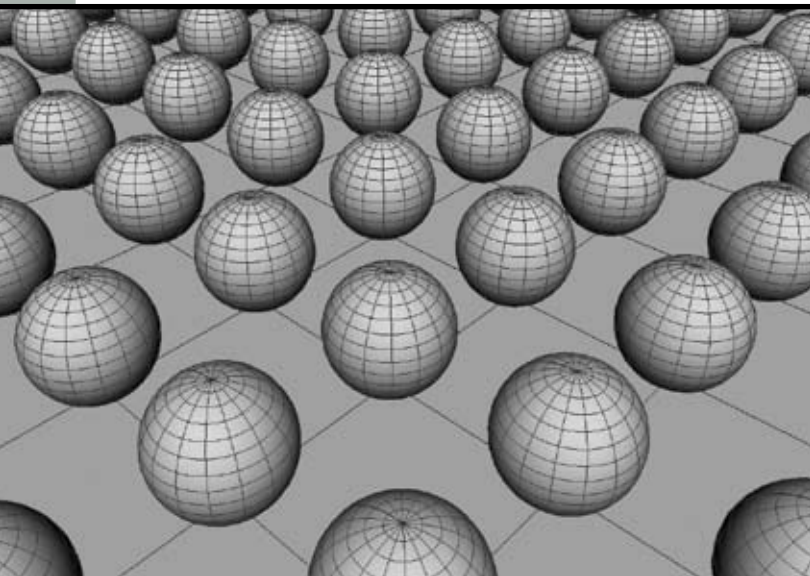
vesolje predstavljal Sončni sistem. Namreč, kako to, da je Zemlja ravno toliko oddaljena od Sonca, da na njej obstaja tekoča voda? Kaj ni to neverjetno naključje? Če bi bila Zemlja le nekoliko dlje od Sonca, recimo v bližini Marsove orbite, bi vsa voda na Zemlji za-

*Dimenzije strun so lahko tudi do 15 redov velikosti manjše od do sedaj eksperimentalno razločljivih razdalj, tako da večina raziskovalnega dela na tem področju ni preprosto preverljiva s poskusi.*

mrznila. Če bi bila nekoliko bližje Soncu, recimo toliko kot Venera, bi vsa voda izparela. Če ne bi bilo tekoče vode, seveda na Zemlji ne bi bilo življenja. Torej, kako to, da je Zemlja ravno na pravi razdalji, da omogoča življenje? Kot da bi

neka višja sila posredovala z namenom, da omogoči življenje... A vprašanje postane povsem nepomembno, če nanj pogledamo z današnjim vedenjem. Vemo namreč, da je v vesolju ogromno število zvezd - sonc, okoli katerih krožijo planeti. Del teh planetov je od svojih sonc oddaljen ravno dovolj, da lahko na njem obstaja voda in s tem možnost nastanka življenja. Življenje na Zemlji se je tako razvilo zato, ker je pač ravno na pravi oddaljenosti. Ni več velike skrivnosti o nevidni roki, ki bi morala prav ta planet nastaviti na pravo razdaljo. Če ta planet, ki gosti življenje, ne bi bil na pravi razdalji, življenje pač tu ne bi nastalo. Z drugimi besedami, življenje bo z določeno verjetnostjo nastalo na kateremkoli planetu, ki je na pravi razdalji. Ali: tukaj na Zemlji smo, ker je ravno na pravi razdalji od Sonca.

Sedaj uporabimo antropično načelo na primeru teorije strun in ve-



Slika 5: Shematični prikaz dodatnih dveh kompaktnih dimenzij, ki imata obliko sfere. Dve običajni dimenziji predstavlja mreža, kjer smo izbrali le nekatere točke na ravnini. V vsaki točki ravnine je nato dodana še dvodimenzionalna sfera (tu zaradi preglednosti narisana le v izbranih točkah).

likega števila vakuumov ter kaj to pove o velikosti kozmološke konstante. Kozmološko konstanto je prvi vpeljal Einstein, ko je razvil splošno teorijo relativnosti. Vse do nekako sredine devetdesetih let prejšnjega stoletja je nato kozmološka konstanta zasedala obrobje zanimanja fizikov. Jasno je bilo namreč, da kozmološka konstanta ne more imeti takšne velikosti, kot bi jo naivno pričakovali. Ker obliko kompaktifikacije uravnava kvantna gravitacija, lahko pričakujemo, da je velikost kozmološke konstante v tipičnem vakuumu podana z velikostjo energije, pri kateri gravitacija pokaže svojo kvantno naravo. To pa je kar 120 redov velikosti večje od vrednosti kozmološke konstante, ki so jo prvič izmerili pred približno desetletjem. Rečeno drugače, verjetnost, da bi se znašli v vakuumu, kjer je kozmološka konstanta tako majhna, kot jo izmerimo, je le približno  $10^{-120}$ , torej kar neprijetno majhna.

*Ključno odkritje so bile tako imenovane dualnosti. Z njihovo pomočjo lahko uvidimo, da je pet različnih teorij strun [...] pravzaprav le pet različnih obrazov enotne teorije. Witten je tej teoriji nadel enigmatično ime M-teorija, pri čemer ni jasno, kaj pomeni tisti M (različno od pogleda posameznika je to lahko Mystery, Magnificent, Mother ali kaj tretjega). Strokovno pravimo izbiri obstojnih oblik dodatnih dimenzij in sil, ki se pojavljajo v njih, izbira vakuuma. Trenutno se zdi, da je število obstojnih vakuumov izredno veliko, morda kar okoli  $10^{500}$  ali celo več.*

Vendar pa ima kozmološka konstanta naslednjo pomembno lastnost. Kozmološka konstanta namreč prispeva k energijski gostoti vesolja. Velika vrednost kozmološke konstante tako pomeni veliko gostoto vesolja. Vendar pa velika gostota vesolja tudi pomeni, da se vesolje zelo na hitro razširi. Tako ni dovolj časa, da bi nastale galaksije in zvezde, kar tudi pomeni, da v večini takih vesolj ni življenja. Dejstvo, da smo tukaj, torej pomeni, da mora biti kozmološka konstanta skrajno majhna. Vendar ne enaka nič. Če je v tem argumentu kaj soli, potem pričakujemo, da bo kozmološka konstanta približno tako velika, da bo še omogočila nastanek galaksij. Ne bo pa recimo mnogo redov velikosti manjša, saj je to statistično veliko manj verjetno. Tovrstni argument je v osemdesetih letih uporabil nobelovec prof. Weinberg v preglednem članku o kozmološki konstanti in napovedal, da je kozmološka konstanta ali natanko enaka nič zaradi kakšnih skritih razlogov, ki jih še ne razumemo, ali pa je njena vrednost blizu tisti mejni vrednosti, ki še omogoča nastanek galaksij. In res so v drugi polovici devetdesetih let izmerili kozmološko konstanto ravno v tem napovedanem območju. Vprašanje seveda je, ali je to napoved vrednosti kozmološke konstante ali le že izmerjeno dejstvo. Saj vendar že naš obstoj govori o tem, da kozmološka konstanta ne more biti prevelika. In ravno na tem vprašanju se lomijo kopja zagovornikov in nasprotnikov antropičnega načela. Sedaj zagovorniki skušajo najti kakšne druge opazljivke, katerih vrednost bi lahko pojasnili (napovedali) z uporabo antropičnega načela. Vendar je vprašljivo,



ali ima še katera druga konstanta narave podobno drastične posledice za strukturo vesolja, kot ga ima kozmološka konstanta.

Kljub zgoraj predstavljenim argumentom o tem, da teorija strun nima tolikšne napovedne moči, kot je bilo sprva pričakovati, pa je to še vedno edina konsistentna teorija kvantne gravitacije. In to je, po besedah prof. Weinberga, kar preveliko naključje, da bi v tem ne bilo nekaj resnice. Imeti konsistentno teorijo kvantne gravitacije je prevelik dragulj, da bi ga lahko pustili v nemar. Zaradi tega raziskovanje teorije strun privlači pozornost nestrokovne javnosti in navdušuje vedno večje množice raziskovalcev. Zaradi svoje matematično zahtevne strukture je teorija strun tudi

poživila del matematike. Guru teorije strun in najbolj citirani avtor med fiziki, Edward Witten, je tako tudi prejemnik Fieldsove medalje (Fieldsova medalja je matematični ekvivalent Nobelovi nagradi, le da jo podeljujejo samo vsaka štiri leta, in to le dobitnikom, ki so mlajši od 40 let). Po njegovih besedah je teorija strun znanost 21. stoletja, ki je po naključju padla v 20. stoletje, potrebovali pa bomo matematiko 22. stoletja, da jo rešimo.



Slika 6: Edward Witten, vodilni raziskovalec teorije strun.

Vir: < [www.sns.ias.edu/~witten/](http://www.sns.ias.edu/~witten/) >

#### Dodatno branje:

Raphael Bousso, Joseph Polchinski, *The string theory landscape*, *Scientific American*, september 2004, str. 79.

Peter Woit, *skeptični blog o teoriji strun*: <<http://www.math.columbia.edu/~woit/blog/>>

Stephen Hawking o *antropičnem načelu*: <<http://www.hawking.org.uk/lectures/life.html>>

Jure Zupan (rojen l. 1975) se raziskovalno ukvarja s teoretično fiziko delcev. Je podoktorski sodelavec na Institutu Jožef Stefan, kjer je opravil tudi doktorat, ter na Carnegie Mellon University, Pittsburgh, ZDA. S poljudnoznanstvenim pisanjem se ukvarja že od študentskih let in nastankov spletne revije Kvarkadabra, plod katere je tudi knjiga Zakaj je nebo modro.

## STROKOVNE ESKURZIJE PRIRODOSLOVNEGA DRUŠTVA V LETU 2005/2006

- Okolica Bleda: jama pod Babjim zobom, Poključka soteska, dolina Radovne. Vodstvo: JD Bled, Bogoljub Aničič. (17.9.2005)
- Avstrijska Koroška: grad Ostrovnica, Magdalenska gora, Gosposvetsko polje – arheološka ekskurzija. Vodstvo: dr. Marko Frelih. (15.10.2005)
- Kras: Osapska jama, Kastelski kras, naravne znamenitosti ob Ocizli, zaključek na osmici – geološka ekskurzija. Vodstvo: Franc Malečkar. (12.11.2005)
- Trst z okolico – pešpot Riselce (2 uri hoje) / Zgonik, Rilkejeva pešpot od Sesljana do Devina (1 ura hoje) - naravoslovna ekskurzija. Vodstvo: Marinka Pertot. (25.3.2005)
- Kolpa (Bela krajina): razgledna pešpot nad kanjonom reke, 4 ure hoje po ravnem terenu, naravne in kulturne posebnosti – naravovarstvena ekskurzija. Vodstvo: Mira Ivanovič. (15.4.2005)
- Suhi travniki pod Kumom – botanična ekskurzija. Vodstvo: Dušan Klenovšek. (20.5.2005)
- Velebit. Geološko-botanična in naravovarstvena ekskurzija. Hoja: 4 ure vsak dan po ravnem terenu. Vodstvo: dr. Tomaž Planina, prof. dr. Tone Wraber in dr. Tomaž Surina. (2.-4.6.2005)
- Zg. Savinjska dolina: Matkov škof, muzej Potočke zijalke. Hoja: 4 ure strmega vzpona in spusta. Vodstvo: Janja Benedik. (17.6.2005)

# VSE, KAR STE ŽELELI IZVEDETI O HOLESTEROLU, PA RAJE NISTE VPRAŠALI...

*Petra Malovrh*

Ko sem zadnjič obiskala mamo, mi je vsa zmedena pod nos pomolila laboratorijski izvid svoje krvi: "Hčerka moja, zdravnik pravi, da imam povišan holesterol, a se v vseh teh številkah prav nič ne najdem." Seveda sem se začudila, saj vem, da je že pred leti iz svojega jedilnika črtala večino maščob in začela intenzivno telovaditi. "Ah, saj ni tako hudo," sem jo potolažila, "vrednost skupnega holesterola

je 5, kar je ravno na meji, poleg tega pa imaš več dobrega holesterola kot slabega." A moje besede so jo samo še bolj zmedle: "Dobri holesterol? Kaj je zdaj to? Ali ni ves slab? Je res, da ga telo tudi samo proizvaja? Če neham jesti jajca, bo potem vse v redu?" se je usula ploha vprašanj..

## Vloga holesterola v našem telesu

Holesterol najdemo v membranah živalskih celic (torej tudi v človeških), kjer podobno kot kovinske mreže v betonu povečuje njihovo trdnost. Shematski zapis strukture holesterola (slika 1) ni za oko laika nič kaj zanimiv. A vseeno lahko vsakdo na njej razloči, da holesterol sestavljajo štiri 5- do 6-členski obroči, na katere so pripete razne kemijske skupine.

Holesterol vnašamo v telo s hrano živalskega izvora. Ker pa pri večini ljudi (danes predvsem v nerazvitem svetu) meso, jajca in mlečni izdelki niso pogosto na jedilniku, se telo ne more zanašati samo na zunanje vire, zato holesterol izdeluje tudi samo. Sinteza lahko poteka v skoraj vseh celicah, največ

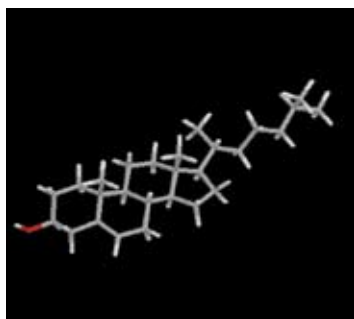
pa ga proizvedejo jetra, prebavila, nadledvična žleza (tu nastajajo hormoni, ki uravnavajo metabolizem) in spolne žleze (vir spolnih hormonov).

Holesterol se do celic, ki ga potrebujejo, prenaša po krvi. V vodi, torej tudi v krvi, je slabo topen, zato po njej potuje povezan s posebnimi beljakovinami, ki jim pravimo lipoproteini. Glavni lipoprotein, ki celicam prinaša holesterol, je LDL (low density lipoprotein), pogosto imenovan tudi slabi holesterol. HDL (high density lipoprotein) ali po domače tudi dobri holesterol pa je lipoprotein, ki iz celic odnaša holesterol ter ga po krvi prenese do jeter. Jetra so namreč edini organ, ki lahko odvečni holesterol deloma razgradi in odstrani. Jetrne celice ga razgradijo do žolčnih kislin, ki se nato izločijo v prebavila, kjer delujejo kot emulgatorji maščob in tako pomagajo pri njihovi prebavi. Žolčne kisline se sicer reciklirajo, a določen delež temu krogu uide in se izloči iz telesa.

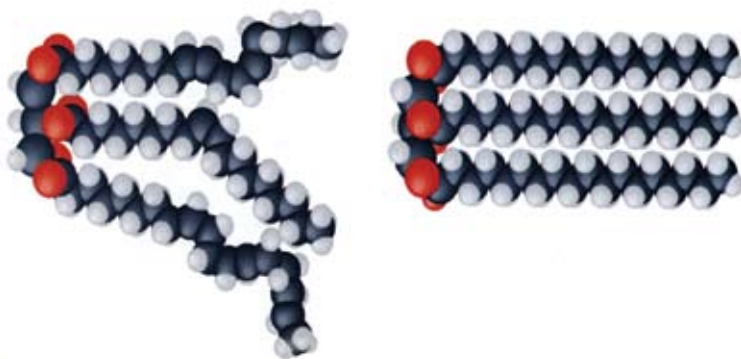
## Holesterol v slabi luči

Holesterol se začne v obliki plakov

*Struktura holesterola. Sestavljajo ga štiri 5- do 6-členski obroči, na katere so pripete razne kemijske skupine. Z odcepljanjem, dodajanjem in premeščanjem že obstoječih kemijskih skupin iz holesterola nastajata dve skupini hormonov: prvi uravnavajo človekov spolni razvoj, drugi pa presnovo ogljikovih hidratov.*



nalagati v stenah žil že kmalu po našem rojstvu. Ko dopolnimo 30 let, so nekateri plaki lahko že tako veliki, da počijo. Snovi, ki se ob tem sprostijo, sprožijo strjevanje krvi na mestu poškodbe, nastanejo krvni strdki, nekaj podobnega kot kraste na kolenu, ki smo si ga poškodovali recimo ob neuspelem poskusu vožnje z "rolerji". Krvni strdki lahko zamašijo žilo ter tako preprečijo rdečim krvničkam, da bi do celic srca, možganov in drugih organov prenesle kisik. Posledice zmanjšane dotoka kisika v srce so razlog za pekočo bolečino v prsih, značilno za angino pectoris in njeno hujšo različico infarkt. Zamašitev katere izmed žil, ki napajajo možgane, največje porabnike kisika, pa povzroči kap. S tem kratkim uvodom smo potesili prvo radovednost tistih najbolj neučakanih, sedaj pa si bomo celotni proces od odlaganja holesterola, tvorbe plakov preko razvoja boleznih krvnih žil (ateroskleroza) do najhujšega izida, kapi in infarkta, skušali še podrobneje razjasniti. Z aterosklerozo (grško athero - lepilo in sclerosis - trdnost) označujemo bolezen arterij, to je žil, ki po telesu prenašajo kri, bogato s kisikom. Ateroskleroza je posledica vnetnega procesa, ki ga sproži odlaganje delcev LDL-a v žilni steni. Da lahko nemoteno opravlja svojo vlogo, mora biti arterija prožna, saj se le tako lahko mišice v njeni steni krčijo in pomagajo srcu poganjati kri po telesu, in seveda prehodna, da kisik in vsa hranila prispejo tja, kjer jih potrebujemo. Holesterol se v obliki delcev LDL-a odlaga v arterijski žilni steni. Okoliške celice, to so predvsem celice gladkih mišic in celice endotela (najbolj notranje plasti žilne stene), z izločanjem posebnih signalnih



*Trigliceridi je drugo ime za maščobe. Sestavljajo jih tri molekule maščobnih kislin (nasičene ali nenasičene), povezane z eno molekuljo glicerola. Med trigliceride sodijo tako masti (vse tri maščobne kisline so nasičene) kot olja (vsaj ena maščobna kislina je nenasičena).*

molekul - citokinov - sporočajo drugim celicam, da je z njimi oziroma v njihovi okolici nekaj narobe. Na signale odgovorijo monociti (ena od treh podskupin belih krvničk), ki imajo v našem telesu vlogo smetarjev. Monociti se prerinejo skozi žilno steno do mesta odlaganja holesterola in tam začnejo "požirati" (fagocitoza) delce LDL-a. Ker so precej požrešni in

pojedli svoj prvi obrok, dozoreli in jih zato pravilneje imenujemo makrofagi. Vse skupaj pa obdaja ovoj iz nitaste beljakovine fibrina. Če aterosklerotični plak počni, se v krvotok sprostijo koagulacijski dejavniki, ki povzročijo strjevanje krvi. Nastanejo krvni strdki (trombusi), ki se spočetka držijo žilne stene. Če se tak strdek odloži, lahko zamaši žilo, kar povzroči kap ali infarkt.

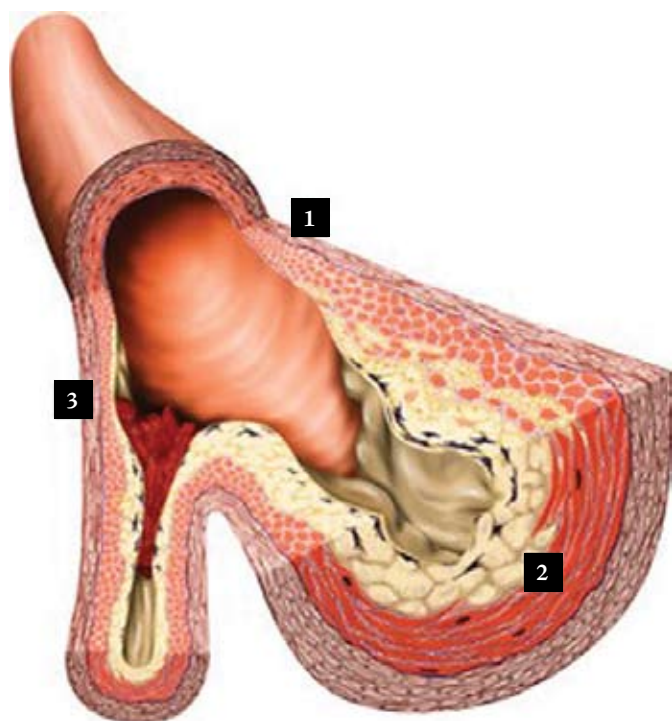
***Za naše telo je holesterol zelo pomembna molekula, saj je gradnik celičnih membran. Iz njega nastajajo številni hormoni, ki uravnavajo spolni razvoj, presnovo ogljikovih hidratov in izločanje soli.***

nimajo prave mere, se lahko tako najedo, da počijo. Ob tem sprostijo celotno celično vsebino, med drugim tudi nove citokine, ki še pospešijo vnetni proces, in dejavnike, ki omogočajo strjevanje krvi (prokoagulacijski dejavnik). Nastanejo plaki, to so z lipidi obdani monociti, ki so potem, ko so

Kaj nam povedo analize holesterola v krvi?

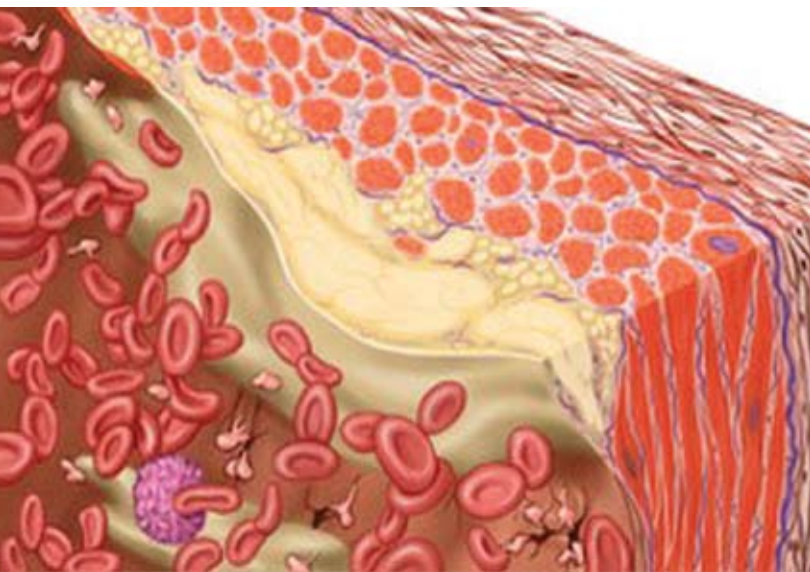
Ko dobimo v roke listek z analizo svoje krvi, smo ponavadi vsi zmedeni, saj ne vemo prav dobro, kaj te številke sploh pomenijo. Kakšne so torej priporočene vrednosti holesterola in maščob v krvi?

V tabeli 1 so podane meje oziroma intervali, ki veljajo pri nas, sicer pa vrednosti od države do države rahlo nihajo. Nekako se vsi strinjajo, da so vrednosti skupnega holesterola pod 5 mmol/l normalne, nad to številko pa je že potrebna določena previdnost. Poleg tega je



Sestava arterijske stene. (1) Elastično vezivno tkivo; (2) gladke mišice; (3) celice endotela, najbolj notranji žilni sloj. (Vir: [www.cardio.bayer.com](http://www.cardio.bayer.com))

Odlaganje holesterola, migracija monocitov in začetek nastanka plakov. Rdeče okrogle ploščate celice - rdeče krvničke; rumeno - delci LDL-a (slabi holesterol); vijolične celice - monociti. (Vir: [www.cardio.bayer.com](http://www.cardio.bayer.com))



zaželeno, da je v krvi čim več do- brega in čim manj slabega holeste- rola, nizka pa naj bo tudi vsebnost maščob (trigliceridov).

Izredno strog pri stopnjah hole- sterola je znani športni dietolog dr. Haas, ki je med drugim urejal jedilnike tudi Martini Navratilovi. Po njegovih standardih vrednosti skupnega holesterola v krvi ne bi smele presežati 3,9 mmol/l, vrednosti trigliceridov pa naj ne bi bile višje od 0,8 mmol/l. Takšna sestava krvi naj bi po njegovem mnenju športnikom omogočala ohranjanje visoke zmogljivosti in doseganje vrhunskih rezultatov.

### Bolje preventiva kot kurativa

Na vrednosti holesterola v krvi vplivajo vsaj štiri dejavniki v prehrani: holesterol, nenasičene maščobe, nasičene maščobe in vlaknine-balast. Vse te stvari mo- ramo upoštevati, če želimo izboje- vati svojo bitko s holesterolom.

Morda se vam bo zdelo smešno, da je vnos holesterola samega pri vsem še najmanj pomemben. Če s hrano vnašamo dovolj holestero- la, ga jetrne celice ne proizvajajo in ravnotežje se hitro vzpostavi. Veliko bolj nevarno je uživanje "slabih" maščob. Proizvajalci raz- lične hrane kupca pogosto zava- jajo z napisi, da izdelek ne vsebuje holesterola, nihče pa vam ne pove, da ni zato nič bolj zdrav, saj je naj- brž poln "slabih" maščob, kar pa se proizvajalcu očitno ni zdelo po- trebno obešati na velik zvon.

Prvo pravilo, ki se ga moramo naučiti, je, da vse maščobe niso slabe. Prav nasprotno, nekatere so celo dobre in pomagajo zniževati hole- sterol v krvi, poleg tega pa so nujno potrebne za normalno delovanje organizma, saj sestavljajo celične



membrane, so predhodniki mnogih signalnih molekul in bogat vir v maščobah topnih vitaminov A, D in E.

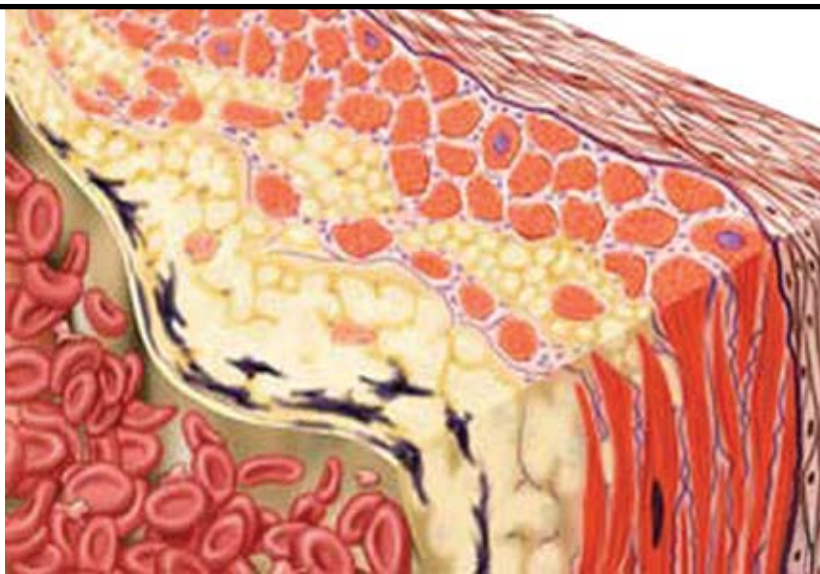
### Kaj sploh so maščobe?

Tri molekule maščobnih kislin se preko estrskih vezi povežejo z glicerolom (predstavnikom alkoholov) v maščobe, pri čemer so pri nasičenih oziroma slabih maščobah vse tri maščobne kisline nasičene, pri nenasičenih pa je vsaj ena med njimi nenasičena.

Slabe maščobe najdemo v hrani živalskega izvora in se običajno nahajajo v trdni obliki kot maslo ali mast. Dobre maščobe, ki so enkrat ali večkrat nenasičene, pa najdemo predvsem v rastlinski hrani in v nekaterih mastnih ribah, kot so losos in skuša. Nenasičene maščobe srečamo največkrat v obliki olj. Žal pa tudi vsa olja niso zdrava. V postopku hidrogeniranja, s katerim povečajo njihovo obstojnost ali pa jih predelajo v trdno obliko (margarina), se maščobe bodisi spremenijo v nasičeno obliko ali pa se preoblikujejo v tako imenovano trans obliko nenasičenih maščob, ki so prav tako škodljive kot nasičene. Najbolj zdravo je olivno olje, še posebej tisto, ki ga

**Pri uravnavanju količine holesterola v krvi je zelo pomembno upoštevanje določenih elementov prehrane, v prispevku pa je predstavljena tudi nova možnost zdravljenja povišanega holesterola.**

pridobivajo s hladnim stiskanjem in ga poznamo po oznaki deviško oziroma ekstra deviško. Ribe severnih morij vsebujejo zelo kori-



Aterosklerotični plak. Črna barva predstavlja fibrin. (Vir: [www.cardio.bayer.com](http://www.cardio.bayer.com))

stne, večkrat nenasičene maščobne kisline, imenovane omega-3 in omega-6.

Nasičene maščobe preprečujejo celicam, da bi sprejemale delce LDL-a, zato ti v večjem številu krožijo po naših žilah in se slej ko prej odlagajo v njihovih stenah. Nenasičene maščobe znižajo vsebnost delcev LDL-a in nasičenih maščob v krvi, maščobne kisline omega-3 pa poleg tega tudi preprečujejo strjevanje krvi in nastajanje krvnih strdkov. Nedavno so ugotovili, da holesterol in nasičene maščobne kisline (ne pa tudi nenasičene) aktivirajo gen za protein, imenovan CETP (cholesteryl ester transfer protein), ki v celici prenaša holesterol iz delcev HDL-a v delce LDL-a. Tako se holesterol usede namesto na "HDL-avtobus", ki pelje v jetra in nato ven iz telesa, raje na "LDL-avtobus", ki ponuja krožne ogledke po znamenitostih našega telesa. Vsake toliko časa se kak avtobus tudi pokvari, malo-

marni uslužbenci javnega prometa pa ga ne odstranijo, zato ostane večno parkiran na robu prometne ceste, kjer začne kmalu povzročati zastoje in škodo

### Ko preventiva ne pomaga več ...

Kako delujejo zdravila, ki vam jih je predpisal zdravnik, in zakaj je njihova uspešnost omejena?

**Po drugi strani pa nam holesterol lahko tudi škoduje, saj je eden od pomembnih dejavnikov, ki povzročajo nastanek bolezni žil, aterosklerozo, kap in infarkt.**

Odvečnega holesterola se lahko znebimo na dva načina: tako, da povečamo njegovo izločanje iz telesa, ali pa tako, da preprečimo nastajanje novega, torej sintezo v celicah. Dejali smo, da se holesterol iz telesa odstranjuje v obli-

ki žolčnih kislin, žal pa se večina v prebavila izločenega žolča ponovno absorbira. Z zdravili, ki v prebavilu vežejo žolčne kisline in s tem preprečijo absorpcijo, lahko znižamo vrednosti holesterola le za 15-20 %, saj se, če je v krvi premalo holesterola, v celicah poveča njegova sinteza. Zdravilo lovastatin preprečuje sintezo holesterola, krvne vrednosti pa lahko zniža le do 30 %. Ob skupni uporabi obeh vrst zdravil se lahko vsebnost holesterola zniža do 50 oz. 60%.

## Bomo kmalu dobili cepivo proti povišanemu holesterolu?

Saj ni res, ali pa mogoče tudi je? Novo zdravilo je zasnovano kot cepivo na osnovi prej omenjenega proteina CETP.

Idejo, da bi lahko raven holesterola uravnavali proteinom CETP, so dobili na podlagi raziskave, opravljene na Japonskem, ki je pokazala, da imajo družine z zelo visoko vsebnostjo drugega in razmeroma

nizko vsebnostjo slabega holesterola v krvi spremenjen gen za ta protein.

Pri pripravi cepiva na osnovi proteina CETP so raziskovalci sklenili izkoristiti avtoimunsko lastnost našega imunskega sistema, ki normalno ni zaželen. Limfociti T so vrsta belih krvničk, ki v našem telesu prepoznajo zelo specifične antigene, to je odseke molekul, proti katerim imunski sistem, katerega del so tudi sami, sproži odgovor. V normalnem stanju organizem onemogoči delovanje limfocitov T, ki prepoznajo in odgovarjajo na telesu lastne molekule. Pri avtoimunskih boleznih določeni limfociti T uidejo nadzoru in sprožajo odziv na telesu lastne snovi. Cepivo bi moralo biti sestavljeno tako, da bi v telesu izzvalo avtoimunski odgovor na CETP. Poleg tega bi moral biti odgovor usmerjen samo proti proteinu CETP in ne tudi proti kakemu drugemu, ki mu je podoben. Identificirali so 16 aminokislin dolg kosček proteina, ki je značilen samo za CETP, in ga zlili s 14 aminokislinami

toksina tetanusa, za katerega je pri človeku značilen zelo buren imunski odziv, ter tako zagotovili učinkovito reakcijo tudi na CETP. Pri zajcih in miših, ki so jih cepili s tako pripravljenim antigenom, so se vrednosti HDL-a dvignile, LDL-a znižale, občutno pa se je zmanjšal tudi obseg aterosklerotičnih poškodb.

Ocenjujejo, da bi za učinkovito delovanje zadoščali že dve cepljenji na leto, kar je precejšen napredek glede na vsakodnevno jemanje tablet. Delovanje tega zdravila naj bi bilo tudi dosti bolj specifično in s tem manj škodljivo kot običajne, uveljavljene metode zdravljenja.

Tabela 1: Vsebnost holesterola in nasičenih maščob v različnih vrstah hrane.

Hrana	Holesterol (mg)	Nasičene maščobe (g)
možgani (100 g)	2000	2
jajce (1)	400	4
jetra (100 g)	300	3
maslo (100 g)	250	50
svinjina (100 g)	90	13
govedina (100 g)	70	8
piščanec (100 g)	60	1
riba (100 g)	45	0-2
sir (100 g)	100	15
smetana (100 g)	40	8
mleko (100 g)	14	2

Tabela 2: Priporočene krvne vrednosti holesterola in maščob, ki so navedene tudi na vsakem laboratorijskem izvidu.

Parameter	Koncentracija krvi (mmol/l)
skupni holesterol	4,0 - 5,7
LDL - slabi holesterol	2,0 - 3,9
HDL - dobri holesterol	ženske več kot 1,4; moški več kot 1,6
trigliceridi (maščobe)	0,6 - 1,7

Petra Malovrh (rojena l. 1973) je raziskovalka v laboratoriju Razvojne analitike biofarmaceutikov v Leku. Doktorirala je na Medicinski fakulteti v Ljubljani s področja biokemije in molekularne biologije.

# KAJ JE CUNAMI?

*Vodni val, to vem, a kakšen, glede na to, da je tako zelo hiter*

Cunami je navaden gravitacijski vodni val, kot ga poznamo z obale, le da ima zelo veliko valovno dolžino, ki lahko znaša vse do 500 km. Na odprtem morju je njegova amplituda majhna, nazadnje, decembra lani, je bila približno 0,5 m, kar so izmerili s sateliti, ki so bili v času potresa nad Indijskim oceanom. Če smo na ladji, daleč od obale, cunamijski sploh ne opazimo, saj je videti kot hitrejša bibavica. Pri valovni dolžini 200 km je njegova časovna perioda približno 15 minut. Podobnost z bibavico pa je le navidezna, saj plima očitno ne povzroči razdejanja. V čem je razlika? Ker je motnjna, ki povzroča bibavico, postopna in počasna v primerjavi s hitrostjo širjenja valovanja, je pri bibavici morska gladina ves čas skoraj v ravnovesju – ni valovanja, le ravnovesno stanje (višina vode) se počasi spreminja. Pri podmorskem potresu pa gre za nenadno, skokovito motnjo, ki vzbudi valovanje. Ključno je torej, da je perioda motnje, ki povzroča bibavico, približno 12 ur, medtem ko potresna motnja traja le nekaj minut (8 minut pri potresu decembra lani). Koristna je prisposoba z vedrom vode in manjšim kamnom, ki ga spustimo vanj, tako da je na koncu gladina vode višje. Če kamen spuščamo zelo počasi, ni nobenega valovanja, le gladina se enakomerno dviga do končne višine, pri čemer se stena vedra nad njo ne zmoči. Drugače je, če kamen kar spustimo in s tem sprožimo valovanje – pri tem zmočimo tudi steno nad končno vodno gladino. Na srečo vsak podmorski potres ne povzroči cunamijskega valovanja, ampak le takšen, pri katerem se oceansko dno znatno premakne v navpični smeri.

Pri gravitacijskem vodnem valu na globoki vodi, to je taki, ki je mnogo globlja od valovne dolžine valovanja, površinski deli vode krožijo v navpični ravnini, ki vsebuje smer potovanja valovanja. Ko gremo v globino, to gibanje zamira, in sicer imajo krožnice, po katerih se gibljejo deli vode, z naraščajočo oddaljenostjo od gladine vse manjše polmere. Gibanje seže nekako do globine, ki je primerljiva z valovno dolžino valovanja, pod njo pa voda miruje. Valovna dolžina cunamijskega valovanja je mnogo večja od globine oceana, zato gre pri cunamijskem valovanju za gravitacijsko valovanje na plitvi vodi. Zanj je značilno, da od zgoraj omenjenega kroženja delov vode ostane le vodoravna komponenta hitrosti (močno sploščena elipsa), ki je po vsej globini enaka, pri čemer lahko zanemarimo tanko mejno plast ob dnu, v kateri voda zaradi viskoznosti obmiruje. Opraviti imamo torej z obilico kinetične energije, saj se voda giblje po vsej globini oceana, povsem drugače kot pri valovih s kratko valovno dolžino, kakršnih smo vajeni s poletnih počitnic in ki segajo le nekaj metrov v globino. Hitrost širjenja valovanja v plitvi vodi je koren iz produkta gravitacijskega pospeška in globine, kar v 4 km globokem oceanu pomeni približno 700 km/h! Opozoriti velja, da je to hitrost širjenja valovanja in ne hitrost gibanja vode. Hitrost vode pri amplitudi 0,5 m v 4 km globokem oceanu znaša le približno 2,5 cm/s! To je malo tudi v primerjavi s plimskimi tokovi, katerih hitrosti so že v Jadranu več kot 10 cm/s.

Ker je valovna dolžina cunamijskega valovanja tako velika, valovanje skoraj ne izgublja energije. Disipacija zaradi viskoznosti, ki je tukaj glavni vir izgubljanja mehanske energije, se namreč veča s krajevnimi odvodi hitrosti vode, ti pa so obratno sorazmerni

z valovno dolžino. Zato cunami skoraj vso energijo, ki mu jo podeli potres, ponese prek velikih razdalj. Cunami pravtako nima znatne disperzije, kot imenujemo odvisnost hitrosti širjenja valovanja od valovne dolžine, ki bi raztegnila in zgladila ob nenadnem potresu nastali valovni sunek in tako zmanjšala njegovo energijsko gostoto in z njo rušilnost. Zanimiva je tale primerjava. Če pride do močnega potresa na kopnem, ga v razdalji 100 km komaj še čutimo. Pri podmorskih potresih pa cunamijski uničujejo obale, ki so nekaj 1000 km oddaljene od epicentra. Znan je pacifiški cunami po potresu pred obalo Čila leta 1960, ki je vzel več kot sto življenj celo na Japonskem! Razloga za to nenavadno razliko med kopenskimi in podmorskimi potresi sta dva: pri potresnih valovih je disipacija večja, pomembno pa je še, da se ti širijo v prostor, torej tudi v notranjost Zemlje, medtem ko se cunami širi le po površini. Že brez upoštevanja disipacije tako energijska gostota potresnih valov pada obratno sorazmerno s kvadratom oddaljenosti od središča potresa (v resnici je stvar mnogo bolj zapletena), energijska gostota cunamijskega valovanja pa le obratno sorazmerno z oddaljenostjo, kar je velika razlika.

Ko se val približuje obali, kjer se globina zmanjšuje, njegova amplituda narašča. Energijska gostota cunamijskega valovanja se namreč približno ohranja, masa vode, ki se giblje, pa je zaradi plitvejšega morja vse manjša. Presežna energija se naloži v dvigovanje gladine in v hitrejša gibanja vode proti obali (spomnimo se, da je hitrost vode na odprtem morju le nekaj cm/s). Hkrati se hitrost valovanja na vse plitvejši vodi zmanjšuje, s tem pa se v smeri proti obali zmanjšuje tudi energijski tok, ki ga nosi valovanje – produkt gostote energije in hitrosti valovanja. Z drugimi besedami, več energije priteče, kot je uspe odteči proti obali. Zaradi tega se še dodatno poveča gostota energije, kar spet pomeni večanje amplitude vala in hitrejša gibanja vode proti obali. Pojav je povsem enak kot pri običajnih valovih, na katerih deskajo, le da je energija neprimerljivo večja in da cunami zaradi večje valovne dolžine obalo začuti mnogo prej. Navadni valovi, četudi so lahko po višini povsem primerljivi s cunamijskimi, zaradi valovne dolžine le nekaj deset ali morda sto metrov niso preveč nevarni, saj pridejo in grejo in ne sežejo daleč v notranjost. Cunami pa kopno dobesedno poplavi – spomnimo se, da je njegova valovna dolžina 100 km ali več.

Kakršnokoli je že precej zapleteno dogajanje ob obali, ključno je, da se ob obalah sprosti velik del energije, ki jo je val dobil ob potresu. Cunami pač predstavlja žal zelo učinkovit mehanizem, ki zmore to energijo skoraj nezmanjšano prenesti celo čez cel ocean. Še to: najbolj ranljive so obale, pri katerih se dno postopoma dviga. Angleške pečine, recimo, so bistveno bolj varne – na njih bi se cunami preprosto odbil. Pravtako se nič hudega ne zgodi otočkom, ki so majhni v primerjavi z valovno dolžino cunamijskega valovanja – teh cunamijskih valov ne opazi. Kopalec ob obali takšnega otočka bi cunami zaznal le kot majhno, a začuda hitro izmenjujočo se bibavico.

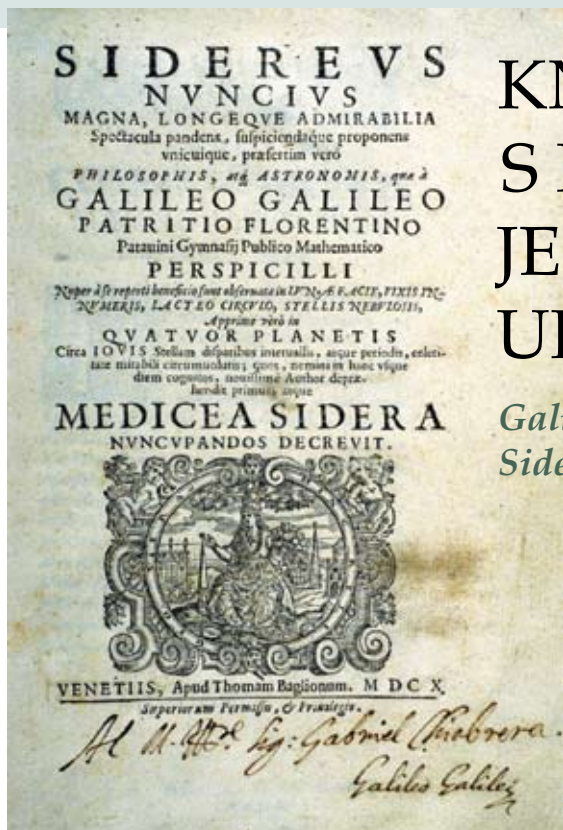
*Daniel Svenšek*



# KNJIGA, S KATERO JE GALILEJO UKINIL NEBO

*Galileo Galilei:  
Siderius Nuncius*

Sašo Dolenc



Galilejeva knjiga *Siderius Nuncius* je verjetno najbolj dramatična znanstvena knjiga, ki so jo kdajkoli natismili. V njej je Galileo Galilei leta 1610 predstavil nenavadne nove pojave na nebu, ki jih je odkril s pomočjo skrivnostnega novega znanstvenega inštrumenta, ki zna približati oddaljene predmete.

## 1. Zgodovinski okvir

Galileo je prvič slišal govorice o odkritju teleskopa julija leta 1609, ko je obiskal Benetke. Novica je prispela do Italije dokaj počasi, saj je Hans Lippershey, nizozemski brusilec leč, menda po naključju, ko je opazoval dva otroka, ki sta se igrala z lečami v njegovi brusilnici, že prejšnjo jesen odkril teleskopski učinek, do katerega pride, če pogledamo zaporedno skozi dve leči. Odkritje je poimenoval "kijker" (opazovalec v nizozemščini) in ga poskušal patentirati, a so mu leta 1608 patent zavrnil z obrazložitvijo, da takšno odkritje ne more ostati tajno. Tako so že spomladi leta 1609 preproste daljnogleda s trikratno povečavo prodajali po Parizu kot igrače.

Ko je Galileo izvedel za odkritje, je za mnenje o inštrumentu vprašal svojega starega prijatelja Paola Sarpija in presenečen ugotovil, da ima Sarpi informacije o teleskopu že nekaj mesecev in da se je o odkritju celo dopisoval z uglednim Francozom iz Pariza, ki je bil nekoč Galilejev

učenec. Vendar Sarpi novice zaradi spleta okoliščin ni uspel takoj prenesti Galileju, saj je bil kot visok uradnik v Benetkah zelo zaposlen. Galileju je bilo nemudoma jasno, kako pomembna tehnična iznajdba je teleskop. Še posebej, če bi ga Benečani uporabljali v vojaške in trgovske namene, saj je bilo zanje ključno, da so na obzorju čim prej opazili prihajajoče ladje. Takoj je začutil, da bi lahko s pomočjo teleskopa tako strokovno kot tudi finančno veliko pridobil.

A je bilo že skoraj prepozno. V začetku avgusta 1609 je izvedel, da je v Padovo prispel Nizozemec in s seboj prinesel novi optični inštrument. Galileo je odhittel iz Benetk nazaj v Padovo, a se je z Nizozemcem ravno zgrešil, saj je ta med tem odšel naprej v Benetke, da bi inštrument prodal dožu. Galileo je zgrožen, da se mu bo izmuznila velika priložnost, besno poprijel za delo in poskušal čim prej sestaviti svoj lastni teleskop. O iznajdbi ni vedel nič drugega kot to, da inštrument sestavlja dve leči in tulec, ki ju povezuje. V samo nekaj dnevih mu je uspelo sestaviti boljši teleskop, kot ga je imel takrat kdorkoli drug na svetu. 4. avgusta je poslal Sarpiju v Benetke kodirano sporočilo, da mu je uspelo. Sarpi je nato kot visoki svetovalec beneškega senata poskrbel, da so Nizozemčev avdienco pri dožu malo odložili, tako da je Galileo lahko zgradil lep teleskop v usnjenem ovitku z desetkratno povečavo in ga že pred koncem avgusta prinesel v Benetke. Teleskop – Galileo je inštrument imenoval *perspicillum* – je predstavil pre senatom in takoj je postal senzacija. Kot zviti politik in izkušeni dvorjan je teleskop poklonil dožu, ta pa mu je v zahvalo ponudil mesto rednega profesorja na univerzi v Pisi in mu podvojil letno plačo na 1000 florintov, kar pa je bilo še zmeraj polovico manj, kot je recimo zaslužil profesor filozofije Cesare Cremonini.

Galileo je službo z veseljem sprejel, čeprav je povišica veljala šele za naslednje koledarsko leto. Vendar mu profesorska služba ni preveč dišala, ker so ga predavanja preveč omejevala pri njegovem raziskovalnem delu. Zato se je odpravil še v Firence, da bi teleskop predstavil tudi



tamkajšnjemu vladarju Cosimu II., pa tudi v upanju, da mu bodo tam ponudili še kako boljšo službo. Decembra 1609 je imel že teleskop z dvajsetkratno povečavo. (Enega od teh teleskopov – izdelal naj bi jih vsaj devet – je poslal v Nemčijo Johannesu Keplerju, da bi ta lahko kot ugledni astronom potrdil Galilejeva odkritja na nebu.) V začetku leta 1610 je s svojim najnovejšim modelom prišel do prelomnih odkritij na nebu. Vsa odkritja je natančno popisal in jih hitro objavil v kratki knjižici z naslovom *Sidereus Nuncius*, ki jo je, za razliko od drugih, ki jih je napisal v italijanščini, objavil v latinščini.

V prvi izdaji so natisnili 500 izvodov knjige in jo takoj razprodali. Naročila po novih izvodih so prihajala iz vseh koncev Evrope. Galileo je čez noč postal najslavnejši astronom. Julija 1610, štiri mesece po izidu knjige, je dobil službo dvornega matematika in filozofa na toskanskem dvoru, hkrati pa je postal še predstojnik oddelka za matematiko na Univerzi v Pisi, pri čemer mu ni bilo treba predavati. Knjigo so le nekaj let po izidu jezuiti prevedli celo v kitajščino.

Knjiga je bila zelo dobro sprejeta, le s samim naslovom so bili nesorazumni. Ali naj se latinska beseda *nuncius* prevaja kot sporočilo ali kot prenašalec sporočila, sel, glasnik? Med pisanjem knjige je Galilej o njej govoril kot o *avviso astronomico* (astronomsko sporočilo) in to je bil verjetno tudi delovni naslov. Dovoljenje za natis je dobil za naslov *Astronomiska naznanitev astrologom* – pri čemer je bil pomen besede astrolog takrat enak besedi astronom. Vendar je naslov *nuncius* večina prevajalcev razumela kot glasnik. Menda so se celo Galilejevi učenci oprijeli naslova zvezdni glasnik, čemur Galileo ni ugovarjal. Teža se je pojavila kasneje, ko je imel Galilej probleme z inkvizicijo in so mu očitali, da se je postavil za ambasadorja neba (kot je nuncij ambasador Vatikana v posamezni državi).

## 2. Povzetek vsebine

Naslovnica:

**Zvezdno sporočilo** (ali ambasador neba)

Razkriva veličastne, nenavadne in presenetljive prizore, jih odpira pogledu vsem ljudem, še posebej filozofom in astronomom;

kot jih je opazoval Galileo Galilei, gospod iz Firenc, profesor matematike na Univerzi v Padovi, s pomočjo daljnogleda, ki ga je pred kratkim iznašel, na površju Lune, med neštetimi zvezdami stalnicami, v nebulah in še posebej

štiri planete, ki hitro krožijo okoli Jupitra na različnih razdaljah in periodah; in jih ni poznal še nihče, dokler jih ni avtor pred kratkim opazil in jih poimenoval

Medičejske zvezde. Benetke, 1610.

Knjiga se začne zelo pompozno:

“Veličastne so stvari, ki jih opisujem v tej kratki razpravi [...]. Veličastne pravim zaradi odličnosti samega predmeta, zaradi povsem nepričakovanih in nenavadnih lastnosti teh stvari in končno tudi zaradi inštrumenta, s pomočjo katerega so bile razkrite našim čutom.”

Ko zaključí z uvodom, nadaljuje s podatki o samem teleskopu: kako ga je odkril in izpopolnil, kako deluje... “Naj za sedaj zadostuje, da smo se zgolj malenkostno dotaknili teh zadev [...], celotno teorijo tega inštrumenta pa bomo razložili ob kaki drugi priložnosti.”

Nato se loti vsebine opazovanj: “Naj zdaj poročamo o opazovanjih, ki smo jih opravili zadnja dva meseca [...], najprej se posvetimo površju Lune.” Površje Lune razdeli na temen in svetel del, nato se posveti lisam. Pravi, da so velike lise na površju Lune že dolgo znane, poleg teh pa so povsod posejane še male lise, ki pa jih pred njim ni videl še nihče. Prav z opazovanjem teh lis je prišel do ugotovitve, da površje Lune “ni gladko, pravilno in natančno sferično, kot je bilo prepričano veliko število učenjakov, ampak je neravno, nagubano [...], podobno kot gorske verige in globoke doline na Zemlji”.

Kako sklepa Galilej na nazobčanost Lunine površine? Argument temelji na geometriji svetlobe in sence. Galilej privzame, da potujejo sončni žarki naravnost tudi na površju Lune in da mečejo sence povsem enako na Luni kot na Zemlji. Če bi bila Luna popolna sfera, bi bila meja, ki loči temno in svetlo območje Lune, povsem ravna. Vendar ni! Na temnem delu opazi veliko svetlih pik in jih pojasni kot vrhove gora na Luni, ki jih je Sonce že osvetlilo, njihovega vznožja pa še ne. “Prav tako kot

se sence na Zemlji krajšajo, ko se Sonce dvigne višje na nebo, tako tudi te pike na Luni izgubljajo temnost ali svetlost, ko se osvetlitev premakne.”

S pomočjo geometrijskih razmerij in opazovanja senc na meji med svetlim in temnim delom Lune je Galileju uspelo tudi zelo dobro oceniti višino gora na Luni. Razdaljo osvetljenih vrhov od meje sence je ocenil na 1/20 premera Lune. Iz tega podatka je po Pitagorovem izreku izračunal višino gora in jo ocenil na več kot 6 km. Nadalje pravi, da to bistveno presega višino gora na Zemlji, ki po njegovem ne presega enega kilometra – kar morda res





velja za gričke okoli Firenc.

Ugotovil je tudi, da mu zvezd ne uspe povečati na enak način, kot si je približal Luno. Tudi skozi teleskop so zvezde še vedno samo točke, vendar bolj svetle. Skozi teleskop je videl tudi veliko več zvezd kot zgolj s prostim očesom. Spoznal je tudi, da "galaksija ni nič drugega kot skupek zvezd, ki se zberejo v gručo".

Nekje do polovice knjige zaključil z opisovanjem Lune, zvezd stalnic in Rimske ceste ter se loti obravnave "štirih planetov, ki jih ni od stvarjenja sveta do našega časa še nihče videl". Pravi, da jih je sistematično opazoval zadnja dva meseca. Zapiske je predstavil kot napeto zgodbo: "Sedmega dne januarja v sedanjem letu 1610, ob prvi uri noči, ko sem skozi teleskop opazoval nebo, se mi je na ogled postavil Jupiter [...]. Opazil sem, da so ob planetu tri zvezdice, majhne, a zelo svetle. Čeprav sem jih imel za zvezde stalnice, me je presenetilo, da ležijo v ravni črti vzporedno z ekliptiko in da so lepše kot druge zvezde enake velikosti. [...] K opazovanju sem se spet vrnil 8. januarja in našel povsem drugačno razporeditev. Vse tri zvezdice so bile sedaj na zahodni strani Jupitra. To me je presenetilo, saj bi se Jupiter po izračunih astronomov moral gibati zahodno in ne vzhodno po nebu glede na zvezde stalnice. Opazovanja sem želel nadaljevati naslednjo noč, a je bilo nebo povsod prekrito z oblaki. 10. januarja sem opazil naslednjo razporeditev."

"Tako sem onstran dvoma določil, da obstajajo na nebu tri zvezdice, ki krožijo okoli Jupitra, tako kot Merkur in Venera krožita okoli Sonca. [...] 14. januarja sem prvič

opazil štiri zvezdice."

### 3. Pomen za zgodovino znanosti

Sedaj se vprašajmo še, kaj je v Galilejevi prelomni knjigi najpomembnejše za zgodovino znanosti? V prvi vrsti je za celotno knjigo značilno, da opazovanja s teleskopom interpretira s pomočjo geometrije svetlobe in sence. Skoraj vsi argumenti temeljijo na geometrijskih razmerjih navideznih geometrijskih likov, ki jih tvorijo sence. To je najbolj očitno pri obravnavi Lune, saj Galileo ni bil edini, ki je v tistem času s teleskopom opazoval nebo.

Angleški astronom Thomas Harriot je istega leta prav tako opazoval Luno s teleskopom. Ohranili so se njegovi zapiski in skice, tako da jih lahko primerjamo z Galilejevimi. Harriot je lise na Lunini površini poimenoval "tista čudna pegavost". Med papirji Thomasa Harriota je tudi skica, na kateri je označil mejo med temnimi in osvetljenimi deli Lune. Toda Harriot ni nič pripomnil o tem, zakaj ta meja ni gladka krivulja, ki bi jo pričakovali na popolni sferi, ampak nazobčana črta. Harriot je sicer videl isto kot Galilej, ampak svojih čutnih vtisov ni interpretiral s pomočjo geometrije svetlobe in sence. Zanimivo pa je, da so se Harriotove skice Lune povsem spremenile potem, ko je prebral Galilejevo knjigo. Junija 1610 je kar naenkrat na Lunini površini zagledal gore, doline in kraterje.

Prav Harriotov način preučevanja nam lepo kaže, da zgolj natančnejša opazovanja niso dovolj za prelomna odkritja. Bistvo Galilejeve knjige niso samo novi čutni vtisi, ki jih je lahko zaznal s pomočjo teleskopa, ampak geometrijsko-mehanska razlaga teh čutnih vtisov. Razumeti pojav je pomenilo za Galileja isto kot najti geometrijsko-mehanski model zanj, ga geometrijsko pojasniti. Videli smo nekaj lepih primerov: svetle in temne pike na Lunini površini in begajoče zvezdice okoli Jupitra. Vse te pojave bi se dalo preučevati tudi na povsem drugačen način, v drugačnem pojmovnem okviru, in to je tisto, kar je prelomno pri Galileju. Prav zaradi spremembe interpretacijskega okvirja, v katerem poteka naravoslovna razlaga, velja danes Galileo Galilei za enega do najpomembnejših "očetov" sodobne znanosti.

Dodatne informacije in viri:

The Galileo Project <<http://galileo.rice.edu/>>

The Starry Messenger <<http://www.hps.cam.ac.uk/starry/>>

Liber Liber Biblioteca: Galileo Galilei (Elektronski dostop do skoraj vseh Galilejevih spisov v izvirniku.) <<http://www.liberliber.it/biblioteca/g/galilei/>>

Galileo Galilei: Discoveries and Opinions of Galileo, prevedel Stillman Drake, Anchor Books 1957. (Odlomki iz Siderius Nuncius so povzeti po angleškem prevodu S. Draka.)

# SLIKANJE Z MAGNETNO RESONANCO

*Jure Derganc*

**Ž**e dolgo je tega, kar me je prvič zgrabil išias. Bolečina v križu in nogi ni in ni hotela popustiti in na trenutke se zaradi nje nisem mogel niti premakniti. Osebna zdravnica, ki si je verjetno kot vzrok bolečine želela izključiti hipohondrijo, me je zato poslala na slikanje hrbtenice z magnetno resonanco. Pokazalo se je, da je čakalna doba za "magnet", kot zdravniki v žargonu imenujejo magnetno resonanco, precej dolga, kar je že dalo slutiti, da ta preiskava ni nekaj vsakdanjega. In zares, slikanje je potekalo kot v kakem starem ZF- filmu: stlačili so me v majhno valjasto komoro krem barve, v kateri sem moral pol ure negibno ležati, naprava pa je počasi slikala in pri tem spuščala čudne glasne zvoke. Ko sem kasneje preučeval slike svoje hrbtenice, sem se zavedel, da o slikanju z magnetno resonanco pravzaprav ne vem nič. Kako deluje? Je slikanje z njo varno za zdravje? Zakaj me niso poslali na rentgen? Sploh

ker so slike za nepoznavalce zelo podobne rentgenskim, le da je na eni sliki razporejenih več prerezov hrbtenice... Vsa ta vprašanja bodo sedaj, upam, končno dobila odgovor.

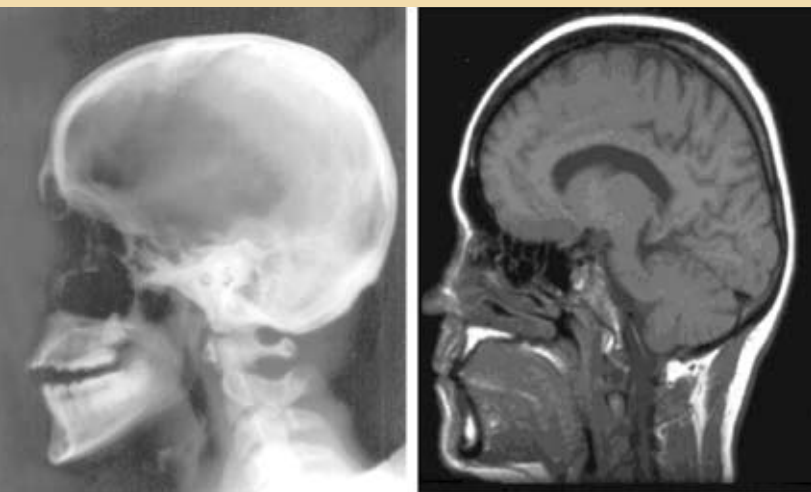
## O resonanci v magnetnem polju

Jedra nekaterih atomov so v magnetnem polju lahko v dveh različ-

nih stanjih. Stanji imata različno energijo in jedra lahko iz enega v drugo stanje prehajajo z oddajanjem oz. absorpiranjem fotonov elektromagnetnega valovanja - pri prehodu v stanje z nižjo energijo jedro odda foton, v stanje z višjo energijo pa se jedro vzbudi z absorpiranjem fotona. Energija fotonov je pri tem natanko enaka razliki energij med obema stanjema. Ker pri elektromagnetnem valovanju energija fotonov določa



*Slika 1. Naprava za slikanje z magnetno resonanco. Prostora za pacienta v njej ni ravno veliko. Vir: William Osler Health Centre, Kanada.*



Slika 2. Stranski posnetek glave. Na rentgenski sliki (levo) so dobro vidna trdna tkiva (kosti, zobje), pri magnetni resonanci (desno) pa se dobro vidijo tudi mehka tkiva (npr. možgani). Vir: Inet....

njegovo frekvenco, je torej jedra mogoče vzbujati le z natančno določeno frekvenco - pravimo ji resonančna frekvenca.

Razlika v energiji med obema stanjema jeder (in s tem njihova resonančna frekvenca) je določena neposredno z velikostjo magnetnega polja. V majhnih magnetnih poljih - npr. v običajnem magnetnem polju na Zemlji - je energijska razlika tako majhna, da obeh stanj skoraj ne ločimo med seboj in lahko jedra med stanjema neopazno prehajajo. Drugače pa je, če se jedra nahajajo v polju, ki je nekaj desetstičkrat večje. Takrat postane energijska razlika med obema stanjema jeder tako velika, da jedra med stanjema prehajajo z absorpiranjem oz. oddajanjem elektromagnetnega valovanja radijskih frekvenc, kar pa lahko zaznamo. Mimogrede: fiziki pojav pravzaprav imenujejo "jedrska magnetna resonanca", a so besedo "jedrska" zdravniki izpustili, saj je imela ta preveč negativnih pomenov.

## Uporaba magnetne resonance pri slikanju človeškega telesa

Ideja, da je z magnetno resonanco jeder mogoče slikati tudi organe v človeškem telesu, se je prvič porodila v sedemdesetih letih 20. stoletja. Pri tem se največkrat uporabljajo jedra vodikovih atomov, saj je vodik (vode) v tkivih v človeškem telesu na pretek. Postopek slikanja z magnetno resonanco je predstavljen na sliki 3. Pacienta najprej namestijo v zelo veliko magnetno polje (slika 3A). Jedra atomov vodika v tkivih v pacientovem telesu nato s kratkim sunkom radijskih valov vzbudijo v višje energijsko stanje (slika 3B). Vzbujena jedra se nato v nekaj sto milisekundah povrnejo nazaj v nevzbujeno stanje in pri tem oddajajo radijske valove z resonančno frekvenco (slika 3C). Naprava za slikanje zazna signal, ki ga jedra oddajajo, in tako rekonstruira sliko tkiv v telesu.

Za doseganje lepih slik mora biti v napravah za slikanje jakost magnetnega polja vsaj približno 1 T.

(S T označujemo enoto za jakost magnetnega polja "tesla". Enota je dobila ime po Nikoli Tesli, zato se 1 T prebere kot "en tesla" in ne kot "eno teslo"...). Za primerjavo: magnetno polje Zemlje, ki proti severu obrača kompasne igle, ima jakost približno 0,00005 T oziroma več desetstičkrat manj. Vsakdanji trajni magneti, kakršne uporabljamo za pritrjevanje listkov na hladilnik, so za slikanje z magnetno resonanco torej veliko prešibki. Za to potrebujemo zelo močne magnetne, ki pa morajo biti tudi dovolj veliki, da lahko pacienta v njih kolikor toliko udobno namestimo.

Izdelava velikih in močnih magnetov je velik tehnološki izziv - trajni magnet, ki ustvarja dovolj veliko polje, hitro tehtaja nekaj deset ton! Pri napravah za slikanje z magnetno resonanco zato kot izvor magnetnega polja ponavadi ne uporabljajo klasičnih magnetov, ampak superprevodne magnetne, pri katerih se magnetno polje ustvarja z električnim tokom v superprevodniku. Slaba stran takih superprevodnih magnetov je, da mora biti superprevodna snov neprestano ohlajena na več kot  $-250^{\circ}\text{C}$ , kar pa spet ni niti enostavno niti poceni. Težavnost izdelave velikih in močnih magnetov ima neprijetno posledico - zaradi velikih stroškov, povezanih z izdelavo velikih magnetov, naprave za slikanje ponavadi niso zelo prostorene in so pacienti v njih precej utesnjeni.

## Kako nastane slika?

Videli smo, da je izvor signala pri slikanju z magnetno resonanco v jedrih atomov vodika v vodi. Voda pa je prisotna v vseh tkivih v telesu



in hitro se zastavi vprašanje, kako na slikah različna tkiva sploh ločijo med seboj? Tu zelo pomaga zanimiv pojav - vzbujena jedra se namreč v različnih tkivih vračajo v nevzbujeno stanje različno hitro

- pravimo, da se tkiva med seboj ločijo po relaksacijskem času. Na primer: relaksacijski čas je za tumorje drugačen od relaksacijskega časa zdravega tkiva. Tkiva z daljšim relaksacijskim časom bodo po vzbujanju signal oddajala dlje časa kot tkiva s krajšim relaksacijskim časom. Eden od načinov slikanja, ki izkorišča to lastnost, je prikazan na sliki

4. Predstavljajmo si na primer, da je relaksacijski čas v možganskem tumorju krajši od relaksacijskega časa ostalih tkiv v glavi. Kaj se dogaja potem, ko hkrati vzbudimo vodikova jedra v vseh tkivih v glavi? Takoj po vzbujanju bodo vsa tkiva enako vzbujena in bo signal iz vseh tkiv približno enako močan - na sliki, ki jo posnamemo takoj po vzbujanju, se zato vsa tkiva prikažejo svetlo (slika 4). Ker pa je relaksacijski čas za tumor krajši

kot pri ostalih tkivih, bo signal iz tumorja zamiral hitreje kot signal iz ostalih tkiv. Če slikamo v primernem trenutku, bo torej na sliki tumor dobro viden, saj bo precej temnejši kot zdravi možgani.

### OPOZORILO!

***Pisec rubrike ni zdravnik! Kot občasni pacient pa si zelo želi razumeti, kaj se dogaja na obisku pri zdravniku, zato se bo zakopal v literaturo ter v vsaki številki Proteusa skušal na enostaven način predstaviti kakšno od sodobnih medicinskih metod. Zanima kaj posebnega tudi vas? Pišite na prirodoslovno.drustvo@guest.arnes.si***

Prikazan postopek slikanja je le eden izmed mnogih in proces zajema slike z magnetno resonanco je lahko tudi bolj zapleten (na primer: pokaže se, da se lahko vzbujena jedra vračajo v ravnovesje po dveh različnih poteh in da v resnici poznamo dva relaksacijska časa, t.i. T1 in T2 ...). Relaksacijski časi različnih tkiv so si lahko tudi zelo podobni, zato z magnetno resonanco žal ni mogoče posneti slike, na kateri bi bil hkrati viden dober

kontrast med vsemi različnimi tkivi! Pred slikanjem mora tako zdravnik postopek slikanja prilagoditi tkivom, ki si jih na sliki želi jasno videti. Slikanje z magnetno resonanco torej zahteva dobro iz-

obraženega zdravnika radiologa in nikakor ni tako preprosto kot slikanje s klasičnim fotoaparatom!

Do sedaj smo govorili le o izvoru signala in razlikovanju tkiv med seboj, ne pa tudi o tem, kako dobimo informacijo o položaju tkiv v telesu. V ta namen so poleg trajnega magneta v napravi za slikanje tudi posebne tuljave (strokovno se jim reče gradientne tuljave), s katerimi dosežemo, da jakost magnetnega polja ni povsod po telesu povsem enaka, ampak se od točke do točke malo spreminja. Zaradi različno močnega magnetnega polja so tudi resonančne frekvence v različnih točkah različne in tkiva, ki se nahajajo na različnih mestih, med relaksacijo oddajajo radijske valove različnih frekvenc. Ker je naprava za slikanje znan podatek, kakšna je resonančna frekvenca na določenem

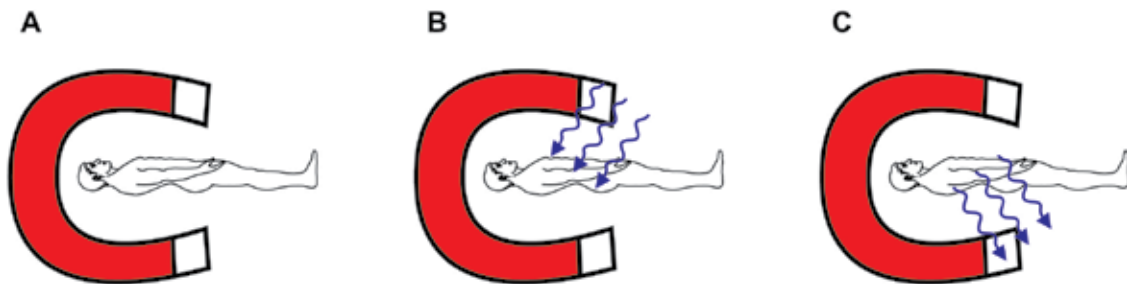
Slika 3.

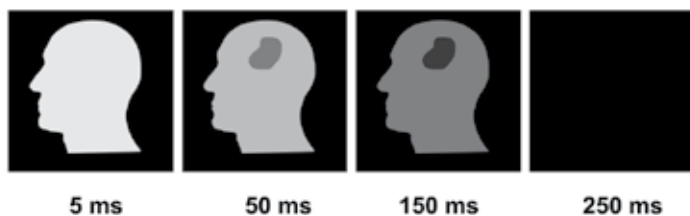
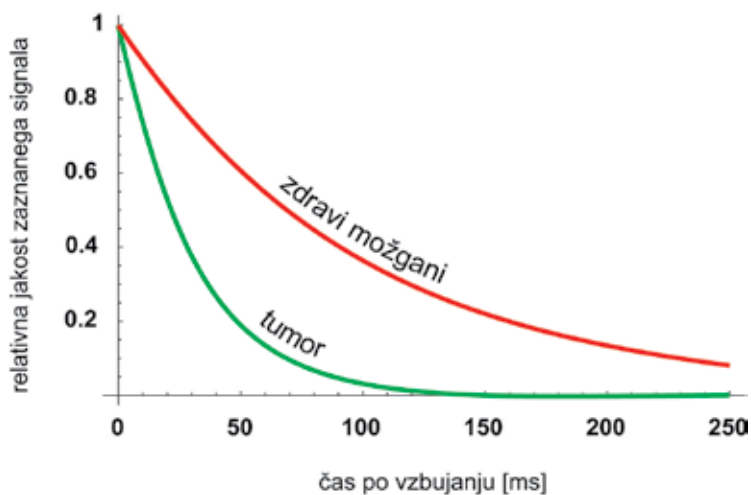
A. Pacienta namestijo v zelo močno magnetno polje.

B. Vzbujanje. Jedra atomov vodika v vodi, ki je vsepovsod v telesu, se z radijskimi valovi resonančne frekvence vzbudi v višje energijsko stanje.

C. Relaksacija. Vzbujena jedra se relaksirajo nazaj v nevzbujeno stanje in pri tem oddajajo radijski signal. Na osnovi tega signala je mogoče rekonstruirati sliko tkiv v telesu.

Vir: JD.





Slika 4. Shematski primer nastanka kontrasta med različnimi tkivi. Takoj po vzburjanju je iz vseh tkiv zaznati močan signal in slika je povsod svetla. Ker se nekatera tkiva relaksirajo hitreje kot druga (v navedenem primeru se tumor relaksira hitreje kot zdravi možgani), se na sliki prej pokažejo temno. Po 250 ms so popolnoma zrelaksirana že vsa tkiva in dobljena slika je povsod črna. Če se sliki posname v pravem času (npr. po 50 ms), je na njej lepo vidna razlika med tumorjem in zdravimi možgani. Vir: JD.

mestu, lahko z meritvijo zaznane frekvence torej natančno določimo, iz katerega dela telesa prihaja določen signal. Mimogrede: tisti precej glasni in neprijetni zvok, ki nastaja med slikanjem z magnetno resonanco, ustvarjajo ravno tuljave, ki se neprestano prižigajo in ugašajo.

## Prednosti in slabosti

Poglejmo si še, kakšne so glavne prednosti in slabosti slikanja z magnetno resonanco v primerjavi z drugimi metodami, npr. z rentgenom. Prva dobra lastnost

slikanja z magnetno resonanco je, da omogoča dober kontrast tudi med nekaterimi tkivi, ki se na rentgenskih slikah ne ločijo dobro (tu gre predvsem za različna mehka tkiva). Druga dobra lastnost je, da v nasprotju z rentgenom za zdaj ni podatkov, da bi slikanje z magnetno resonanco škodilo zdravju. Človek se zato takoj vpraša, zakaj sploh še uporabljamo rentgen, če pa je slikanje z magnetno resonanco tako dobro? Odgovor je žal precej banalen – naprave za slikanje z magnetno resonanco so zelo drage in zato redke. V Sloveniji jih lahko preštejemo na prste ene roke, rentgen pa ima že

skoraj vsak zdravstveni dom. Z zlomljeno roko je tako le veliko bolje iti na rentgen (ki v resnici spet ni tako zelo nevaren), kot pa čakati tri mesece na slikanje z magnetom... Manjša slaba stran magnetne resonance je tudi, da je komora za pacienta zares majhna in da mora biti pacient med slikanjem ves čas na miru, hkrati pa je slikanje neprijetno glasno (menda ponekod za slikanje na magnetu priporočajo čepke za ušesa...). To pomeni, da je z magnetno resonanco težko slikati npr. majhne otroke. No, tehnologija napreduje in v literaturi že lahko beremo o novih aparatih za slikanje, pri katerih komora ni več tako majhna, po drugi strani pa cena bolj preprostih aparatov verjetno vedno bolj pada. Tako smo lahko prepričani, da bomo v prihodnje magnetno resonanco srečevali vedno bolj pogosto in da bo v bogatih državah morda nekoč celo bolj razširjena kot klasični rentgen.

Naj za konec povem, da mi hipohondrije k sreči niso dokazali in da naj bi bil vzrok mojega išiasa majhna poškodba medvretenčne ploščice. Operacija hvala bogu ni bila potrebna, zato pa je pomagalo več gibanja (plavanje) in boljša drža. Ja, točno to mi je že takoj na začetku še pred kakršnimkoli slikanjem na magnetu svetovala tudi moja babica...

Jure Derganc je leta 2003 doktoriral iz biofizike na Univerzi v Ljubljani. Zaposlen je na Medicinski Fakulteti v Ljubljani kot asistent za predmet Biofizika.

**Anton Zeilinger**

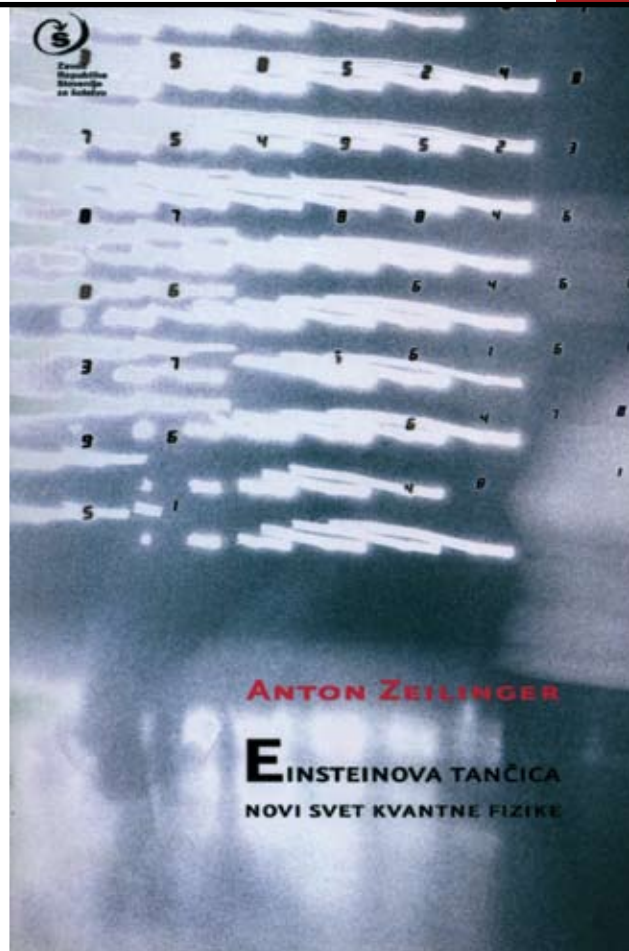
## EINSTEINOVA TANČICA: NOVI SVET KVANTNE FIZIKE

Kvantne fizike menda ne razume nihče. Tako vsaj pravijo nekateri ugledni fiziki, ki so za svoje raziskave kvantnega sveta dobili Nobelovo nagrado. Z "nerazumevanjem" imajo ponavadi v mislih predvsem nenavadne lastnosti kvantnih delcev, ki jih nikakor ni mogoče pojasniti s prisposodobami iz nam domačega vsakdanjega sveta. Kvantni delci so prismuknjeni, kot je nekoč izjavil Richard Feynman, a vsi na enak način: lahko sočasno potujejo po več poteh, se nahajajo na več krajih hkrati, imajo nezdružljive lastnosti, pa jih to nič ne moti.

Pravkar iz nemščine prevedena knjiga avstrijskega fizika Antona Zeilingerja "Einsteinova tančica, novi svet kvantne fizike" (v izvirniku je izšla leta 2004) je prijetno popestrila zelo omejeno ponudbo poljudnih knjig o kvantni fiziki, ki jih imamo v slovenščini. Zeilinger je danes gotovo eden od najpomembnejših kvantnih fizikov. Pred leti je zaslovel z uspešnimi poskusi teleportacije kvantnih delcev, ki so navdušili še posebej ljubitelje znanstvene fantastike, prišli pa so tudi na naslovnice najbolj znanih znanstvenih revij. Menda je tudi resen kandidat za eno od naslednjih Nobelovih nagrad.

Velika vrednost Zeilingerjeve knjige je v primerjavi s sorodnimi poljudnimi predstavitvami kvantnega sveta v tem, da jo je pisal strokovnjak za eksperimentalno kvantno fiziko. Večino poljudnih knjig o kvantni fiziki so namreč napisali teoretiki, ki sicer natančno vedo, kako se naredijo vsi eksperimenti, a praviloma še nikoli niso bili zraven. Zeilinger je pravi eksperimentalec, saj nam pred oči vedno nazorno preslika tudi samo zgradbo dejanskih poskusov in ne samo idealne primere.

Čprav se je vrsto let ukvarjal predvsem z eksperimentalno kvantno fiziko in raziskoval kvantno teleportacijo, kvantno kriptografijo, kvantne računalnike in interferenčne poskuse z večatomske molekule (vse to natančno, jasno, razumljivo in pregledno predstavi v knjigi), zadnja leta veliko piše tudi o interpretacijah kvantne fizike oziroma o težavah s preprostim vprašanjem: kaj vsa ta "kvantna čudnost" sploh pomeni? Leta 1999 je objavil zanimiv članek z naslovom "A Foundational Principle for Quantum Mechanics" (na voljo je tudi na njegovi spletni strani), v katerem po-



skuša postaviti osnovno načelo kvantne teorije po zgledu načela relativnosti in ekvivalentnosti v teoriji relativnosti. Njegov predlog za temeljno načelo kvantne fizike je: "Najosnovnejši sistem ustreza enemu bitu informacije." (Str. 167.) Tako kot temelji posebna teorija relativnosti na nezmožnosti razločevanja med inercialnimi opazovalci, ki ne čutijo pospeševanja (načelo relativnosti), in splošna teorija relativnosti na nezmožnosti razlikovanja med gravitacijo in pospeševanjem (načelo ekvivalentnosti), tako naj bi kvantna teorija temeljila na nezmožnosti razlikovanja med resničnim svetom in informacijo o njem: "Naravni zakoni ne smejo ločiti med resničnostjo in informacijo." (Str. 164.)

*ZEILINGER, Anton - Einsteinova tančica : novi svet kvantne fizike ; [prevajalec Ludvik Jevšenak, strokovni pregled Aleš Mohorič]. - Ljubljana : Zavod RS za šolstvo, 2005. - 175 str. ; 22 cm. ISBN 961-234-531-7 Prevod dela: Einsteins Schleier.*

**Sašo Dolenc**

## EINSTEIN - ZAKAJ ME IMAJO VSI RADI IN ME NIHČE NE RAZUME

Janez Strnad

Ob letošnjem svetovnem letu fizike nas je zalil pravi cunami knjig o Einsteinu, ki slavnega znanstvenika prikazujejo iz najrazličnejših zornih kotov. V knjigarnah imajo dolge police rezervirane samo za Einsteinove življenjepise in poljudne razlage njegove fizike. Velike založbe kar tekmujejo, katera si bo izmislila bolj privlačen naslov in tematično, ki bi se navezovala na

ime razvpitega fizika. Einsteinov knjižni cunami je ravnokar dosegel tudi naše kraje, saj je pri založbi Modrijan izšel življenjepis izpod peresa Janeza Strnada – »Einstein: Zakaj me nihče ne razume in me imajo vsi radi?«, ki ga spremlja še knjiga dvojčica z naslovom »Einstein:  $E=mc^2$ «, pregled Einsteinove fizike, ki se ga bodo razveselili ljubitelji fizike, ki jih ni strah zapletenih enačb.

Einsteinov življenjepis je izvrstno počitniško branje, saj avtor zelo realistično predstavi očeta moderne fizike s povsem običajnimi in vsakdanjimi temami: ljubezenske afere, iskanje službe, lepe in nadležne strani slave, vojna in mirovništvo in še marsikaj. Velika dragocenost knjige so prevodi daljših pisem, citatov, izjav, ki dajejo zgodbicam dodatno težo in jih začinijo z zabavnimi ocvirki. Marsikatero od pisem, omenjenih v knjigi, ki Einsteina prikazujejo tudi v manj mitični in bolj človeški luči, so dediči vrsto let skrivali pred javnostjo, tako da so nekatera pisma prišla na dan šele pred kratkim.

Sprehod skozi Einsteinovo življenje ne poskuša razbirati abstraktnih značajskih lastnosti genija ali deliti sodb o konkretnih odločitvah, ki jih je moral odkritelj teorije relativnosti sprejemati v svojem življenju. Knjiga sledi le pomembnejšim življenjskim dogodkom, pri čemer poskuša navesti najrazličnejše interpretacije posameznih pripetljajev, kot so jih videli Einstein sam in drugi v njegovi okolici.

Da pa ne bi mi sami ob pisanju predstavitve imenitne knjige zašli v iskanje posplošitev, čemur se je avtor spretno izognil, navedimo za pokušino le tri kratke odlomke.

MATURA: Čeprav je šlo vse gladko, se je Einsteinu matura precej zamerila. Le tako lahko pojasnimo zapis »Nočna mora«, ki ga je leta 1917 kot uveljavljeni profesor objavil v berlinskem dnevniku: »Mature, ki sledi po koncu šole, nimam samo za nepotrebno, ampak celo za škodljivo. Za nepotrebno jo imam, ker učitelji brez dvoma lahko ocenijo zrelost mladega človeka, ki je več let obiskoval šolo. Vtis, ki so ga učitelji med šolanjem dobili o učenca, in nedvomno veliko število pisnih izdelkov, ki jih je moral izdelati vsak učenec, dajo skupaj dovolj obširno podlago za oceno učenca, boljše, kot jo lahko da še tako skrbno izveden izpit. Maturo imam za škodljivo iz

dveh razlogov. Strah pred izpitom in velik obseg snovi, ki jo je treba zajeti s spominom, precej škodujeta zdravju številnih mladih ljudi. To dejstvo preveč dobro poznamo, da bi ga bilo treba na dolgo utemeljevati. Vseeno pa bi rad omenil znano zadevo, da številne ljudi v zelo različnih poklicih, ki so v življenju uspeli in za katere ne moremo reči, da imajo šibke živce, do pozne starosti v sanjah muči strah pred maturo. Matura je škodljiva še zato, ker zniža raven poučevanja v zadnjih šolskih letih. Stvarno zaposlitev s posameznimi predmeti prerado nadomesti nekakšno bolj ali manj zunanje urjenje učencev za izpit, poglobitev pa nadomesti nekakšen bolj ali manj zunanji drill, ki naj razredu pred izpraševalci podeli določen sijaj. Zato proč z zrelostnim izpitom!« (Str. 24.)

LJUBEZEN: Albert je podrobno opisal pogovor z materjo: »Pridemo domov in grem v materino sobo (med štirimi očmi). Najprej moram pripovedovati o izpitu, potem me vpraša prav neprizadeto: 'Torej, kaj bo s Punčko?' 'Postala bo] moja žena', pravim enako neprizadeto, a pripravljen na pošteno 'sceno'. Ta je sledila takoj. Mama se je vrgla na posteljo, zakopala glavo v blazine in jokala kot otrok. Ko si je po prvem pretresu opomogla, je prešla v napad iz obupa. 'Uničuješ si prihodnost in zapiraš svojo življenjsko pot.' 'Ta ne more v nobeno pošteno družino.' 'Če bo dobila otroka, boš v pravi kaši.' Ob tem zadnjem izbruhu sem končno zgubil potrpljenje. Energično sem zavrnil sum, da sva živela v grehu, in jo močno okaral. Ravno sem hotel zapustiti sobo, ko je prišla mamina prijateljica... (Str. 32.)

DRUŽINA: Ko se je s prvo ženo Milevo Marić čustveno že razšel, ji je ponudil naslednji predlog pogojev za skupno življenje:

A) Skrbiš:

1. za vzdrževanje mojih oblek in perila,
2. za to, da dobim svoje tri obroke v sobi,
3. za vzdrževanje moje spalnice in delovne sobe in da je pisalna miza vedno na voljo samo meni.

B) Odpoveš se vsem osebnim odnosom z menoj, kolikor niso nujni iz družbenih razlogov. Posebej se odpoveš temu:

1. da doma sedim s teboj,
2. ko govoriš z menoj, moraš takoj nehati, če te to prosim,
3. mojo spalnico ali delovno sobo moraš takoj zapustiti, če za to prosim.

D) Obvežeš se, da me z besedami ali dejanji ne boš poniževala v očeh mojih otrok. (Str. 48.)

Morda za konec le še namig založbi, naj knjigo čimprej izda tudi v mehki vezavi, da jo bomo lažje spravili v nahrbtnik ali potovalko, kjer nam bo med poletnimi potepanji vedno pri roki.

Janez Strnad - Einstein: Zakaj me nihče ne razume in me imajo vsi radi

- 1. izd. - Ljubljana : Modrijan, 2005. ISBN 961-241-033-X

Sašo Dolenc



# VITAMINSKO PIVO

## Samo Kreft



**P**ijača na sliki je videti kot pravo pivo, a ne vsebuje nič alkohola, zato pa veliko vitaminov. Tudi postopek priprave

pijače ni prav nič podoben varjenju piva. Poglejmo si, kako si to penoča pijačo pripravimo in kakšne reakcije pri tem potekajo.

### Recept:

V primerno velik kozarec (npr. 3dl) damo dve žlički granulata za vitaminski napitek (npr. Cedevita, Vitanova...). V kozarec nato nalijemo mineralno vodo z ogljikovim dioksidom (npr. Radensko). Vsebina v kozarcu se takoj začne močno peniti, tako da tudi mešanje ni potrebno. Zaradi nastanka pene, v kozarec nalijemo tekočino le do polovice. Nastane rumenkasta pijača, ki je videti kot pivo. Od piva pa jo ločimo po tem, da že v naslednji sekundi vsa pena izgine. Če hočemo narediti še boljši ponaredek, moramo v pijačo dodati nekaj, kar bo peno stabiliziralo. Od kuhinjskih sestavin nam je najbolj pri roki smetana. Jaz sem uporabil smetano za kavo, ki ima 10 % mlečne maščobe (običajna

V tej rubriki bomo spoznavali, da lahko znanstveno obravnavamo tudi vsakdanja opravila, kot je na primer kuhanje. Pri kuhanju potekajo različne zanimive kemijske reakcije in fizikalne spremembe. Vsak mesec bomo opisali en recept, ki bo hkrati tudi znanstveni eksperiment.

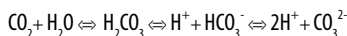
smetana za stepanje ima 30 do 35 % mlečne maščobe). Izboljšani recept je

sledječ: v prvi kozarec nalijemo 1,5 dl mineralne vode in ji dodamo eno žličico smetane. V drugi kozarec pripravimo granulata za vitaminski napitek in nato še vsebino prvega kozarca. Nastane pijača, ki jo na videz le težko ločimo od piva. Pena je obstojna nekaj minut. Po koncu eksperimenta vitaminski napitek popijemo. Dober tek.

### Znanstvena razlaga:

Mineralna voda vsebuje različne količine mineralov in približno 3,5g raztopljenega brezbarvnega plina ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ), kar predstavlja približno 1,8 litra plina na liter vode. Topnost vseh plinov v vodi se povečuje z zniževanjem temperature vode in s povečevanjem tlaka plina. Topnost ogljikovega dioksida pa je poleg temperature in tlaka odvisna še od kislosti vode. Bolj ko je alkalna (bazična) voda, več ogljikovega dioksida se v njej lahko raztopi.

To je posledica ravnotežnih reakcij.



Bolj ko je voda alkalna, manj je v njej protonov ( $\text{H}^+$  ionov) in bolj se bo ravnotežje lahko pomaknilo v desno. Ker se bo pri tem del ogljikovega dioksida pretvoril v v hidrogenkarbonatne ione ( $\text{HCO}_3^-$  ione, po starem jih imenujemo bikarbonatne ione) in v karbonatne ione ( $\text{CO}_3^{2-}$  ione), se bo lahko v vodi raztopilo še več ogljikovega dioksida.

Vitaminski napitki vsebujejo poleg vitaminov še citrsko kislino, pogosto pa tudi natrijev hidrogenkarbonat. Poleg tega so v njih še sladkor, aroma in zgoščevalec (npr. arabski gumi (E414), ki je izloček afriške vrste akacije). Na embalaži preverite, kaj se nahaja v vitaminskem napitku, ki ga uporabljate. Te dodatne sestavine nas sicer pri tem poskusu ne bodo zanimale.

Ko se pomešata mineralna voda in ki-

sline iz vitaminskega napitka, se zgornja kemijska reakcija pomakne v levo in nastane ogljikov dioksid. V trenutku ga nastane toliko, da ne more biti ves raztopljen, zato se izloči v obliki mehurčkov.

Če bi v kozarec nalili samo mineralno vodo, bi iz nje prav tako izhajal ogljikov dioksid, vendar veliko počasneje. V tem primeru bi plin izhajal zaradi postopnega segrevanja vode in zaradi tega, ker je tlak v kozarcu nižji, kot je bil v zaprti steklenici.

Podobna reakcija, kot smo jo izvedli pri pripravi »vitaminskega piva«, poteka tudi v našem želodcu, kadar pijemo gazirane pijače. Pri tem se pijača z raztopljenim ogljikovim dioksidom pomeša z želodčno kislino. Poleg tega se pijača še segreje na 37°C. Zaradi obeh vzrokov se ogljikov dioksid izloči v obliki mehurja, ki ga začutimo kot tiščanje v zgornjem delu želodca.

Kako pa smetana stabilizira peno? Smetana je, tako kot tudi mleko, emulzija oljnih kapljic v vodni raztopini. Da bi bila emulzija obstojna (da se ne bi smetana ločila od mleka že v kravjem vimenu), se v mleku (še več



pa v smetani) nahajajo emulgatorji, ki stabilizirajo površino med oljnimi kapljicami in vodnim delom mleka. Po kemijski strukturi so to fosfolipidi, steroli in proteini. Omogočajo nam, da lahko smetano stepemo, kar pomeni, da vanjo vgradimo zračne mehurčke in jo tako spremenimo v peno. Ta pojav smo izkoristili tudi pri »vitaminskem pivu«, le da mehurčkov nismo vnesli s stepanjem, ampak so se izločili iz mineralne vode.

Foto S.K.

# ONESNAŽENJE: SVETLOBNO, ZVOČNO, ELEKTROMAGNETNO

Luka Vidic

Onesnaženje nas spremlja na vsakem koraku. Dokler se nam ne zdi, da neposredno ne vpliva tudi na naše zdravje, smo ga pripravljene sprejeti, saj je večinoma stranski proizvod "razkošja", ki nam ga nudi sodobna tehnika. Ko pa enkrat strah za zdravje odtehta praktičnost in uporabnost, hitro zacveti industrija vseh vrst čistilnih naprav (<http://www.pollutionengineering.com/>), ki žal prepogosto raje slonijo na kurativi kot preventivi. Zato je osveščanje ljudi o morebitnih tveganjih nadvse pomembno.

Danes je eden najbolj dostopnih informacijskih medijev

vsekakor svetovni splet, ki je postal prava zakladnica vseh vrst mnenj, žal pa jih velika večina bolj kot na zanesljivih informacijah sloni na vcepljanju strahu in komercializaciji. Tako na spletu najdemo le redke strani, ki objektivno obravnavajo na primer problematiko pretirane uporabe izvorov elektromagnetnega sevanja in vam hkrati ne poskušajo prodati zaščitnih "amuletov". Dve izmed njih sta strani Council of Wireless Technology Impact (<http://www.energyfields.org/science.html>) in World Health Organization (<http://www.who.int/peh-emf/en/>). Slednja poleg osnovnega pojmovnika, vrste sorodnih povezav in usmerjanja na recenzirane

članke ponuja tudi pester izbor strani, ki nas seznanjajo s splošno problematiko zdravja. Med povezavami pa nikakor ni zaslediti dveh onesnaženj, katerima namerjamo nekaj več besed.

Gre za svetlobno in zvočno onesnaženje, ki sta se tako zakoreninila v našem življenju, da se zdita samoumevna. Proti neprimerni uporabi nočnega razsvetljevanja so se odločno uprli astronomi po vsem svetu in tudi Slovenija pri tem ni izjema (<http://www.fiz.uni-lj.si/>

[astro/comets/DSSi/](http://www.fiz.uni-lj.si/astro/comets/DSSi/)). Spletna stran Mednarodnega združenja za temno nebo (<http://www.darksky.org/>) je lep primer strani z mnogo koristnimi informacijami, povezavami in arhivom slik, do katerih pa nemalokrat vodi precej ovinkasta pot. Zato nas morda bolj pritegnejo strani, kot je angleška The Campaign for Dark Skies (<http://www.star.le.ac.uk/~dbl/cfds/>), kjer so dobro strukturirani podatki o projektu privlačno »zabljani« s pomenljivimi slikami.

Če nočna razsvetlitev moti astronome, potem zelo verjetno vpliva tudi na življenje živali, ki na primer močne

"svetilnike" zamenjujejo z orientacijskimi telesi na nebu (glej prejšnjo povezavo). A čeprav vsaj na večino morskih bitij svetlobno onesnaženje ne vpliva, jih moti onesnaženje s hrupom. Ta namreč otežuje podvodno zvočno komunikacijo in je nemalokrat tudi vzrok za skupinske naplavitve kitov (<http://www.seaflow.org/>, <http://www.pacificwhale.org/>). In tudi na kopnem nam očitno ne gre najbolje. Hrup smo pripravljene sprejeti, če nam nudi ugodje (sredstva prevoza), drugje pa nas močno moti (šepet med ogledom filma). Kje je meja med prijetnim zvokom in hrupom? Grobo definicijo si lahko preberete na strani Noise Pollution

Clearinghouse (<http://www.nonoise.org/>), medtem ko se boste spraševali, zakaj je precej slovenskih šol in fakultet ob zelo prometnih cestah. Kot kaže, ni prizaneseno niti ljudem na delovnih mestih, o čemer pričča pobuda Prenehajte s tem hrupom (<http://ew2005.osha.eu.int/>). Je torej boljše izdelovati protihrupna sredstva ali sredstva brez hrupa?

Ne čakajmo, da onesnaženje postane naš problem!



*Evropa, kot bi jo videli 20. avgusta 2005 ob 5:30 s satelita na višini 1000 km. Slika je narejena s programom "Earth Viewer" (<http://www.fourmilab.ch/earthview/>).*

# MAKRO FOTOGRAFIJA ŽUŽELK

Robert Krajnc



V časih klasičnega filmskega traku je bila makrofotografija manj razširjena, kot je danes. Zanj so se odločali predvsem biologi, ki so jo potrebovali poklicno, v času digitalnih kamer pa se za to zvrst odloča vse več ljubiteljev fotografije. Neuspele posnetke namreč brez vsakih stroškov preprosto izbrišemo. Prav tako lahko fotografije sproti spremljamo na ekrančku in prilagajamo parametre kamere in bliskavice. Večina kompaktnih digitalnih fotografskih aparatov ima celo že vgrajeno funkcijo »makro«, ki omogoča, da se objektu zelo približamo.

A najprej pogledjmo, kaj »makrofotografija« sploh je. Definicija izvira še iz časov filma in pravi, da o makru začnemo govoriti, če je povečava dovolj velika, da objekt oz. daljša stranica zajetega motiva zapolni daljšo stranico 35 mm filma. Če torej posnamemo cvet, ki meri 30 mm, in ta zapolni posnetek tako, da na vsaki strani ostane 2,5 mm »zraka« do konca formata,

lahko fotografijo štejemo za makroposnetek.

Če se vrnemo h kompaktnim digitalnim fotografskim aparatom, hitro ugotovimo, da po tem merilu veliko aparatov malo pogoljufa in kljub funkciji »makro« pravih makroposnetkov zares ne omogočajo. Pri zrcalnih kamerah obstajajo za makro- oz. bližinsko fotografijo posebni objektiv, ki omogočajo povečavo do 5-krat (npr. Canon 65 mm makro), vendar je to skrajnost in ta objektiv je res strogo namenski. Večina makroobjektivov dosega povečavo 1:1 in jih lahko uporabljajo tudi za portrete in podobno.

Za dosego večjih povečav med kamero in objektiv dodamo makrobročke, ki pa ne omogočajo izostritve oddaljenih predmetov. Ostrimo tako kar s spreminjanjem razdalje kamere od objekta. Prav tako lahko na prednjo lečo objektiv privijemo makroleče. Te so primerne tako za kompaktne kot za

zrcalne aparate, povečava pa je odvisna od dioptrije leče. Makroleče, ki so sestavljene iz več elementov, dajo zelo dobre rezultate tudi ob dokaj velikih povečavah.

Druga možnost je, da kot makrolečo uporabimo objektiv. Za to so najbolj primerni približno 50-milimetrski in svetlobno močnejši objektiv z zaslonko vsaj f1,8. Objektiv s pomočjo posebnega adapterja privijemo na objektiv, ki ga že imamo na fotoaparatu, in sicer tako, da je obrnjen narobe – druga ob drugi sta prednji leči obeh objektivov. Pri pritrditvi si lahko pomagamo tudi s selotepom, paziti pa moramo, da sta osi objektivov lepo poravnani in da nam vmes ne vdira svetloba, kar lahko zmanjša kontrast slike. Na tak način dosežemo kar velike povečave, stari Helios 44/f2 in podobne objektivne pa lahko dobimo skoraj zastoj.

Za doseganje velikih povečav lahko kombiniramo tudi vse omenje-



ne dodatke in npr. na kompaktni aparat najprej namestimo predleče ter potem še obrnjeni objektiv. Vse pa gre do meje, ko se s prvo lečo dotaknemo objekta in izostritev ni več mogoča. Z dodajanjem elementov pa se zmanjšuje tudi svetlobna jakost sistema in več kot je dodatkov, več svetlobe potrebujemo za osvetlitev motiva.

Zato poleg objektivov in dodatkov večkrat uporabljamo bliskavice. Ker pa imajo običajne bliskavice zelo ozek izvor svetlobe, se na objektu ponavadi pojavijo moteči odsevi. Teh se znebimo z namestitvijo razpršilcev na bliskovno cev ali pa z uporabo namenskih makrobliskavic, ki so sestavljene iz ene okrogle ali dveh manjših bliskovnih cevi, ki sta na vsaki strani objektiva.

Bistveni problem makrofotografije je globinska ostrina. Ta je po eni strani odvisna od goriščne razdalje. Pri fotografiranju z do-

volj širokim kotom je tudi pri razmeroma odprti zaslonki vse na sliki ostro – globinska ostrina je velika, zajema vse od najbližjega do najbolj oddaljenega predmeta. Globinska ostrina pa je odvisna tudi od odprtosti zaslonke. Z zapiranjem zaslonke se globinska ostrina povečuje, vendar se posledično daljša potreben čas osvetlitve. Teleobjektivi z dolgo goriščno razdaljo imajo tako manjšo globinsko ostrino in pri odprti zaslonki je lahko njihovo polje ostrine res zelo majhno.

Kako pa je z globinsko ostrino pri makroposnetkih? Podobno kot pri teleobjektivih, le da je globinska ostrina še manjša! Večja kot je povečava, manjša je globinska ostrina. Ta problem lahko rešujemo z zapiranjem zaslonke, vendar se nam časi osvetlitve s tem povečujejo. Z uporabo stativa in dolgih časov je ta problem rešljiv, vendar samo pri statičnih objektih oz. motivih. Pri fotografiranju

žuželk, ki se premikajo sem in tja, daljši časi ne pridejo v poštev, saj žuželke na sliki ne bi bile ostre. V teh primerih si pomagamo z bliskavico in čim krajšim časom, ki nam ga kamera omogoča.

Uporabimo torej bliskavico in do konca zaprto zaslonko (npr. f32), žuželka pa kljub temu ni ostro! Zakaj? Srečali smo se s še eno posebnostjo objektivov pri zaprti zaslonki, in to je difrakcija ali uklon svetlobe. Ker je odprtina, skozi katero pri zaprti zaslonki prihaja svetloba, tako majhna, se svetloba razprši in na tipalo zariše mehko, neostro sliko. Zapiranje zaslonke je torej smiselno do meje, ko je objektiv še sposoben zarisati ostro sliko. To pa najbolj enostavno določimo z testom.

---

*Slika 1: Superhitri vlak. Posneto zvečer v sadovnjaku. (Nikon D70, 1/500s, f18, iso 250, sigma 105 macro, kenko obročki, predleča +9, makrobliskavica od strani)*

*Slika 2: Dvokrilec. Posneto lani na gorskem pašniku. (kompaktna kamera Fuji S7000, 1/400s, f8, iso 200, dodatna bliskavica metz 36-c2, zoom do konca in dodana predleča cokin +4)*

*Slika 3: Modri plezalec. (Nikon D70, 1/500s, f16, iso 400)*

*Naslovnica: Deveti potnik. Posneto na travniku, proti večeru. (Nikon D70, iso 400, 1/500s, f22, makrobliskavica, sigma 105 macro, kenko makro obročki in predleča +9)*

---

*Robert Krajnc (1970) je ljubiteljski fotograf.*

---

**Urednik rubrike: Luka Omladič**







## OB MEDNARODNEM LETU FIZIKE 2005

Janez Strnad

*IZZIV - Široka javnost se vse manj zaveda fizike in njenega pomena v vsakdanjem življenju. Število študentov fizike se je izrazilo zmanjšalo. Mednarodna skupnost fizikov mora nekaj narediti, da bi s svojimi pričakovanji in pogledi na fiziko seznanila politike in široko javnost. Fizika nima samo pomembne vloge v razvoju naravoslovja in tehnike, ampak tudi močno vpliva na našo družbo. Medtem ko se fiziki tega zavedamo, morda to ne velja za vsakogar. Na pragu 21. stoletja bodo prispevki fizike in drugih vej naravoslovja bistveni pri reševanju svetovnih problemov, kot so pridobivanje energije, varovanje okolja in javno zdravje.*

Fizika in druge znanosti o naravi nas spodbujajo, da si ustvarimo sliko o naravi. Iz nje je izšlo veliko postopkov in naprav, ki olajšajo vsakdanja opravila, nekatera pa jih šele omogočijo. Na tej podlagi so se razvile različne veje tehnike in se osamosvojile. Fizika in druge veje naravoslovja nam vzbujajo spoštovanje do narave in nam budijo zavest, da smo omejeni. Omejene so zaloge goriv in surovin in Zemlja lahko prehrani in preživi samo omejeno število lju-

***V 21. stoletju bodo prispevki fizike in drugih vej naravoslovja bistveni pri reševanju svetovnih problemov, kot so pridobivanje energije, varovanje okolja in javno zdravje.***

di. V tem tiči tudi opozorilo, da kaže premišljeno ravnati z okoljem. Naravoslovje nam tudi kaže, kateri postopki in naprave najmanj prizadenejo okolje, hkrati pa nam njegova spoznanja omogočajo snovanje prijaznejših naprav in izbiro boljših postopkov.

Poleg vsega je fizika skupaj z drugimi vejami naravoslovja s svojo utemeljenostjo v opazovanjih in merjenjih in ne v občutkih posameznikov zdravilo proti težnji, da bi osebne poglede razglašali za objektivna spoznanja. Položaj fizike in naravoslovja ni zavirljiv tudi v drugih državah, a pri nas utegne to imeti daljnosežne posledice. Lahko pripelje do resnega pomanjkanja domačih strokovnjakov v naravoslovju in tehniki. Velike in bogate države lahko po potrebi uvozijo strokovnjake z manj razvitih območij. Kaj pa bomo storili mi?

Evropsko fizikalno društvo EPS je sestavilo deklaracijo z naslovom »Izziv«, ki jo je podprlo Mednarodno združenje za čisto in uporabno fiziko IUPAP. Komisija UNESCO ga je priporočila Združenim narodom in Generalna skupščina je 10. junija 2004 leto 2005 z aklamacijo proglasila za Mednarodno leto fizike. Član Evropskega fizikalnega

društva je Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, ki usklajuje dejavnosti v Mednarodnem letu fizike 2005 pri nas ([www.fizika2005.net](http://www.fizika2005.net)). Sodelujejo naše univerze in inštituti, Hiša eksperimentov, Tehniški muzej Slovenije in Kvarakadabra. Povod za Mednarodno leto fizike 2005 je »čudovito leto« Alberta Einsteina 1905.

Tega leta je šestindvajsetletni uradnik na patentnem uradu v Bernu končal šest del, ki so sodobni fiziki vtisnila neizbrisni pečat. Pojasnil je fotoefekt, sestavil teorijo Brownovega gibanja, s posebno teorijo relativnosti spremenil pogled na prostor in čas, predložil nov način za merjenje velikosti molekul, izpeljal znamenito zvezo med maso in energijo ter razširil teorijo Brownovega gibanja.

Odtlej je fizika dosegla velike uspehe. Najbolj je vplivala na vsakdanje življenje z razvojem polprevodniških elementov. Ti so pripeljali do računalnikov, vesoljskih poletov, raznih naprav od digitalnih fotoaparátov do mobilnih telefonov, interneta, »plastičnega denarja« in vsega, kar je s tem povezano.

Ob Mednarodnem letu fizike bodo v različnih državah potekale raznovrstne dejavnosti za širok krog ljudi. Na nekaterih prireditvah bodo fiziko poskušali povezati tudi z umetnostjo. Prireditve potekajo tudi pri nas. Sredi januarja je predsednik vlade Janez Janša na svečanosti razglasil začetek Mednarodnega leta fizike 2005 v Sloveniji. Naša delegacija se je na sedežu Unesca v Parizu udeležila mednarodne otvoritvene konference. Nekaj dni zatem so se začele številne slovesnosti v Einsteinovi rojstni Nemčiji. Podobno kot Nemci dajejo velik poudarek Einsteinovemu delu tudi Angleži. Tudi v drugih državah se je zvrstilo veliko proslav ob Einsteinovem rojstnem dnevu 14. marca.

Pri nas poskušamo fiziko približati ljudem in jih navdušiti za opazovanje in razumevanje narave okoli sebe. V številnih javnih ustanovah po vsej Sloveniji so priredili poljudna predavanja o dosežkih fizike, opozorili na prepletenost fizike z drugimi vedami in pojasnjevali pojave iz vsakdanjega življenja. Prireditve naj bi zbudile zanimanje za fiziko, druge veje naravoslovja in tehniko pri mladih. Pokazati jim želijo, da so te dejavnosti lahko zanimive in zabavne. V verižnem eksperimentu sredi maja v Ljubljani so se podobno kot padajoče domine druga za drugo v dolgi vrsti sprožile razne naprave. V predverju Cankarjevega doma se je tega dne v zelo sproščenem vzdušju zbralo veliko mladih. Nekateri od njih so si sami zamislili naprave, ki jih je bilo mogoče vključiti v eksperiment. Da bi se dalo nekaj tega vzdušja prenesti v šole!



## POLJUDNOZNANSTVENA FANTASTIKA

Luka Omladič

Pred časom je televizija BBC predvajala poljudnoznanstveni dokumentarec »Vzporedni svetovi«, kjer smo ob dobri predstavitvi novejših spekulacij teorije strun lahko med drugim uživali v barvitih animacijah valovanja in trkanja membran oziroma »bran« v subatomskem prostoru enajste razsežnosti. Program Discovery prav v tem času predvaja »Tuji planet«, zgodbo »virtualne odprave« na izmišljeni planet Darwin IV, kjer sofisticirane robotske sonde naletijo na občudovanja vredno lokalno floro in favno. Kot scenariisti, strokovni sodelavci ali sogovorniki v oddajah nastopajo znanstveniki, tudi vodilni strokovnjaki na določenih področjih ter seveda dr. Michio Kaku, teoretski fizik, profesor na City University of New York, znanstveni svetovalec serije Zvezdne steze in nepogrešljivi gost večine poljudnoznanstvenih oddaj znanstvenofantastičnega žanra. V prid nepristranskosti moramo ugotoviti, da je seznanjanje z raziskovalnimi dejavnostmi s fiktivno pripovedjo razširjen tudi zunaj naravoslovja: iz televizijskega kavča se denimo lahko priključimo na »časovni stroj« in opazujemo živo dramo človeka, ki je po sporu v domači vasi zašel visoko na alpski ledenik, da bi ga našli pet tisoč let kasneje kot redko bronastodobno ledeno mumijo z imenom Ötzi.

Povezava fikcije in znanosti ni nekaj novega. Silnemu razmahu znanosti v 19. stoletju je skoraj od samega začetka sledil razvoj znanstvenofantastične literature, morda podobno, kot je nekoliko prej nastanku modernega zgodovinskega romana sledil razmah zgodovinskih romanov. A vendar se zdi, da današnje poljudne predstavitve znanosti včasih že zabišejo rob med obojima; ta naj bi ločeval znanost, katere predmet so »resnična dejstva«, od področja, ki te omejitve nima oziroma se ji prilagaja v skladu s svojo željo po realističnem učinku pripovedi.

Tako kot romani, ki nas na začetku opozorijo, da osebe in dogodki v knjigi nimajo nobene povezave z resničnimi ljudmi ali pa je ta zgolj naključna, nam poljudne oddaje običajno nasprotno oznanijo, da gre za modele, ki so sicer zgrajeni v skladu z določenimi pravili, a nazadnje vendarle služijo le ponazoritvi, s čim se teorija ukvarja, ne pa prikazu stvari same. Svet enajste razsežnosti seveda ni barvast in zvoneč v disharmonijah eksperimentalnega jazzja, toda očitno je po mnenju avtorjev tak način prikaza najbolj informativen za teoretsko nepodkovanega gledalca. A učinek je lahko zavajajoč: tako kot ob branju dobre fikcije »pademo notri« in pozabimo na uvodno opozorilo, začnejo spektakularni poljudni prikazi delovati kot stvar sama.

V resnici so modeli in sheme, s katerimi abstraktne teorije

približamo vsakdanji konkretni predstavi, nepogrešljivo orodje same znanosti. Čim dlje znanost prodira v zgradbo sveta, ki ni več zaznavna z naravnimi čutili in ne ustreza več vsakdanjemu časovno-prostorskemu redu, tem bolj neizogibni postajajo. Prav iz tega pa izvira skušnjava mitologizacije v poljudni znanosti. Logika je naslednja: če konkretni modeli, recimo model atoma kot malega »osončja« ali kroglice, v določenih okoliščinah lahko koristijo pravemu znanstvenemu razumevanju, četudi se kasneje izkažejo kot napačni ali pomanjkljivi, zakaj ne bi za nestrokovnjake naredili še koraka naprej? Model naj bo tem bolj barvit, napet in zanimiv, čim dlje od znanstvenega razumevanja so tisti, ki jim je namenjen, saj bodo le tako razumeli vsaj del resničnega sporočila. Pri tem so dovoljena vsa orodja, od napredne računalniške animacije do dramatičnih in čustveno nabitih scenarijev, v katerih igrajo izumrli plazilci vloge iz antične tragedije.

Vprašanje je, če ta težnja v poljudni znanosti kakorkoli vpliva na samo znanstveno dejavnost v ožjem smislu, prav

*Tako kot ob branju dobre fikcije »pademo notri« in pozabimo na uvodno opozorilo, začnejo spektakularni poljudni prikazi delovati kot stvar sama.*

gotovo pa je, da spreminja dojemanje, kaj ljudje od znanosti pričakujejo. Kar pa je lahko dvorezen meč: po eni strani si tista znanost, katere dejavnost je na birokratski lestvici uvrščena v register temeljnih raziskav, od spektakularne predstavitve obeta pozornost in naklonjenost javnosti; to zna biti ob »tržnih razmerah« zanjo celo življenjskega pomena. Po drugi strani lahko vse večja težnja po spektakularnosti poljudnih prikazov doseže prav nasprotni psihološki učinek. Če nekoliko pretiravam: ali Hubblovi posnetki lahko tekmujejo z animacijami orjaških črnih lukenj sredi oddaljenih galaksij?

## Znanost in etika

E-poštna razprava članov uredništva

Temeljni namen e-poštne izmenjave argumentov o aktualni izbrani temi med člani uredništva *Proteusa*, katere skrajšani povzetek objavljamo, ni iskanje "pravih" odgovorov ali skupnih stališč, ampak predvsem odpiranje vprašanj in spodbujanje razprave o vsebinah, za katere se morda zdi, da so na prvi pogled povsem jasne in neproblematične, a se že po krajši razpravi kmalu pokaže, da si še glede formulacije vprašanj nismo enotni, kaj šele glede odgovorov.

Ali ni bila vsa velika znanost "etično sporna" v svojem času?  
26. maj 2005 ob 11:08

Včeraj sem na televiziji gledal predsednika Busha, ko se je obdan z otroki, katerih zarodki so bili pred leti določeni za uničenje, pa so jih dobre družine posvojile, pritoževal nad delno sprostitev raziskav matičnih celic, ki jo je izglasoval ameriški kongres. Napovedal je predsedniški veto, ker da takšne raziskave niso etične. Celo Združeni narodi so sprejeli neobvezujočo smernico proti raziskavam matičnih celic. Cerkveni veljaki najrazličnejših verstev so tudi načeloma proti. Sprašujem se, ali vso to nasprotovanje temelji le na kontroverznem stališču, da se človeško življenje začne že z oploditvijo, ali je zadaj še kaj drugega? Ni mi tudi jasno, zakaj so se verski skrbniki doktrine tako enoznačno poenotili pri tem stališču? V svetih besedilih takšne podrobnosti verjetno niso omenjene?

Če se ne motim, se tudi splošno mnenje v družbi nagiba k stališču, da je treba znanost brzdati, sicer lahko povzroči katastrofo: radioaktivnost, gensko spremenjeni organizmi GMO-ji, kloniranje... Zato obstajajo etične komisije, ki morajo odobriti posamezne tvegane raziskave. Sprašujem se, če je vse to res potrebno? Ali ni bila vsa velika znanost etično sporna v svojem času? Primerov je ogromno: Kopernik, Galileo, seciranje trupel, Darwin, navsezadnje nekateri problematizirajo tudi Einsteina? Je danes tehnika tako napredovala, da so posledice morebitnih napak lahko toliko hujše? Ali mora družba izvajati nadzor nad znanostjo? Ali to sploh zmore?

Pred kratkim sem gledal dokumentarec, kaj vse so naravoslovci pred stoletji počeli s sabo, ker jih je recimo zanimalo, kako delujejo čuti. Potiskali so si razne paličice v oko, da bi videli, kako to zaznajo... Newton je menda celo umrl zaradi poskusov na sebi (po drugi različici se je zastupil s kemikalijo alkimijskega poskusa). Ko so velikemu francoskemu znanstveniku Antoinu Lavoisierju med francosko revolucijo odsekali glavo na giljotini, se je z asistentom zmenil, da bo mežikal, dokler bo le mogel, tudi potem, ko bo glava že ločena od telesa. Menda je eksperiment uspel in so mežikanje res opazovali še kakih deset sekund.

Sašo Dolenc

Argumenti za konzervativno stališče  
6. junij 2005 ob 13:47

Po moje »liberalno« stališče glede znanosti običajno vsebuje prepričanja (A): 1. Delanje znanosti je nekaj, kar je lastno človeku (kot racionalnem bitju). Prepovedovati ali omejevati nost je torej isto kot prepovedovati ali omejevati

misлити. 2. Znanost je resnična oziroma vsaj najbolj resnična od vseh konkurenčnih ali nekonkurenčnih spoznavnih poti. Prepovedovanje in omejevanje znanosti zato pomeni prepovedovanje in omejevanje dostopa do resnice. 3. Znanost napreduje. Zaviranje znanosti zato pomeni zaviranje napredka.

»Konzervativno« stališče pa vsebuje nasprotno prepričanja (B): 1. Racionalnost, na kakršni je utemeljena znanost, predstavlja le en vidik človeške narave – in morda niti ne bistvenega. 2. Človek bogati svoje spoznanje sveta na različne načine, ki jih ne moremo preprosto hierarhično urediti. 3. Napredek je relativen pojem, odvisen od izbrane množice vrednot.

Druge tri trditve so videti na prvi pogled razmeroma sprejemljive, tudi za marsikaterega znanstvenika »liberalca«. To, da iz njih neposredno lahko izpeljemo stališča, ki si prizadevajo za postavljanje mej znanosti, po moje kaže, da teh ne moremo preprosto imeti za praznovernost. Najprej torej trdim, da ima konzervativno stališče racionalno podlago. Drugič, shematično poskušam skicirati dve po moje najpomembnejši stališči, iz katerih nazadnje izhaja moje stališče.

1. »EKOLOG«. To, kar moderni svet imenuje napredek, pri tem pa se sklicuje na napredek znanosti in tehnologije, je posledica parcialnega pogleda, ki ne vidi nazadovanja in degradacije na drugih področjih – izginjanje ekosistemov in vrst, globalno uničevanje okolja, izginjanje človeških kultur... (B3) Ali ni to posledica napačne lestvice vrednot, ki jih ima zahodna kultura? Vsako novo znanstveno in tehnološko spoznanje ta kultura vrednoti kot pozitivno samo po sebi, morebitne negativne posledice pa pripiše naključni zlorabi. Ali ni končno čas, da logiko obrnemo, in se vprašamo, če ni problem v sami znanosti? Ta je kot »čarovnikov vajenec«, ki se igra s silami, ki jim še ni dorasel. Vsak problem, ki je v bistvu posledica znanstveno-tehnološkega razvoja, je za znanost dodatni argument za nadaljnji razvoj, ki je edina pot za rešitev tega problema. To pa je začaran krog. Potegnimo torej zavoro, razvijajmo znanja, ki so enako vredna kot znanstveno-tehnološko (npr. znanja drugih kultur o sobivanju z naravo), razvijajmo vrednote, ki niso vpete v logiko potrošniškega uživanja v vedno novih tehnoloških igračah itd. (B2, B3)

2. »MORALIST«. V mislih imam nekako tisto stališče, ki ga zagovarjajo ljudje, ki sedijo v različnih etičnih komisijah in ki načeloma niso tako radikalni kot »ekologi«, ampak večinoma sami pripadajo establišmentu. Poleg tega se identificirajo s krščansko moralno in njenimi vrednotami, čeprav se pri argumentaciji ne sklicujejo neposredno na religiozne trditve. Po moje je to stališče mogoče racionalno zagovarjati, če temelji na naslednjih prepričanjih: Znanost je dejavnost, ki se dogaja v družbi, je na neki način družbena dejavnost. Zato je tudi lahko podvržena družbeni presoji. To je očitno različica prepričanja (B1), saj relativizira znanost kot generično človekovo dejavnost (A1) in jo uvrsti na raven ostalih, denimo kmetijstva, ki ga pač lahko omejujemo in usklajujemo z interesi celotne skupnosti. Če je tako, tedaj je pri presoji znanstvene dejavnosti upravičeno upoštevati celo paleto družbenih vrednot, ki so med seboj lahko nasprotujoče, vendar nimamo nobenega argumenta, na podlagi katerega bi rekli, da so ene bolj pravilne ali racionalne od drugih – varianta (B2). V tem smislu je na primer



ob vprašanju kloniranja treba enakovredno upoštevati pomisleke kristjana kot prepričanja raziskovalcev.

Jaz se s tako argumentacijo lahko do neke mere strinjam. Problematična pa se mi zdi, ko se na taki podlagi začetno sestavljati nekakšni moralni kodeksi, ki naj bi bili racionalno utemeljeni. »Bioetika« v tem smislu zame ne obstaja oziroma je le dimna zavesa za tisto, za kar v resnici gre: usklajevanje in, zakaj ne, politični boj različnih vrednot. V tem smislu je npr. zame enako nepomembno filozofsko-logično dokazovanje, da človek ni subjekt pravic pred rojstvom, kot dokazovanje, da je. (Nepomembno s stališča rezultata, ki ga želimo doseči, to je ustvarjanju konsenza o normi nekega ravnanja, da ne bo pomote. Sam proces razprave je s filozofskega stališča zelo zanimiv, ampak ne glede na vso argumentacijo se bo na koncu omejilo na prepričanje – kot kristjan sem proti abortusu, na primer.)

3. SMER, V KATERO RAZMIŠLJAM SAM. Svoje stališče opredeljujem kot konzervativno zato, ker se načelno strinjam s tem, da bi bilo treba znanstvenemu raziskovanju določiti meje; konkretno, podpiram npr. prepoved raziskovanja reproduktivnega kloniranja človeka, močno sem zadržan do ustvarjanja genetsko modificiranih organizmov in določenih smeri medicinskih raziskav. Če bi moral odločati na referendumu, ali davkoplačevalski denar nameniti vesoljskim raziskavam ali izboljšavi kakovosti življenja, bi se morda odločil za slednje. (Konec koncev, ali ni vprašanje financiranja danes eden ključnih mehanizmov omejevanja znanosti ali določanja smeri raziskav?). Ugovor, da v navedenih primerih mešam ravni znanosti in tehnike, zavračam – če pustimo ob strani vprašanje, za kakšno razliko sploh gre, je vsaj v primeru biotehnologije očitno, da je oboje neposredno prepleteno in neločljivo.

Upravičenost omejevanja utemeljujem na nekaterih prepričanjih, ki jih delim z »ekologom« in »moralistom«. Tako se z ekologom strinjam, da argument napredka ni zadosten, da bi z njim zavrnil vsako omejevanje znanosti. Proti temu je ponavadi uporabljen argument ad personam: »Ali bi bil (si) res proti tehnologiji xy, ki ti bo (je) rešila (olajšala, polepšala) tvoje življenje (tvojega bližnjega, množice ljudi ...).« Po moje ta argument ni veljaven, ker povsem vmesno vprašanje obče presoje nekega človeškega projekta navidez razveljavlja z izbiro, ki izvira iz nekega posebnega položaja. Ali lahko res na isti ravni primerjamo Einsteinova razmišljanja o atomski bombi in hipotetično dilemo matere vojaka, ki bi mu končanje vojne kot posledica uporabe AB rešilo življenje? Po moje ne. To seveda ne pomeni, da zavračam vsak premislek o možnih koristih neke nove tehnologije, do katere bo pripeljal napredek znanosti. Ravno nasprotno, tak premislek je nujen. Nasprotujem le temu, da se to možno korist uporabi kot apriorni argument (»Bi se odrekel avtu, računalniku, antibiotiku ...?«), ker to v resnici ni. Po moje, in tu pritrjujem (B3), je v moči človeštva, da izbere takšno ali drugačno smer razvoja. Drugače povedano, atomska bomba ni nujna.

Strinjam se z mojim »moralistom«, ki meni, da znanost ni izvzeta iz družbe in politike in da je neodvisna od družbenega konsenza vrednot in kompromisa političnih odločitev. Mislim pa, da namesto dokaj brezplodne razprave o »etiki« (kje se začne/konča življenje, bi človeški klon imel integriteto, ali z GMO-ji posegamo v stvarstvo itd) potrebujemo predvsem globalno politično razpravo, v kateri bi priznali naše medsebojno različne vrednote in

vrednotenja. Kot velja za ostala politična vprašanja (uspešna družba je konec koncev tista, v kateri skupaj živijo in delujejo ljudje s popolnoma različnimi prepričanji), bo tudi vprašanja, kaj znanost sme in kaj ne sme, treba reševati na politični način. Tu po moje obstaja nezasedeno mesto za družbeno delovanje znanstvenikov – če jih zanima, naj kot državljani argumentirajo, zakaj financirati/dopustiti to in to raziskavo. (Dobro, zdaj pretiravam, ne mislim na vsak konkretni projekt, ampak na velike sklope, kot so GMO in podobno). Sklicevanje na skupino argumentov A v političnem polju pač ni primerno, učinkovito in vljudno.

Na tem mestu se moram dotakniti še ugovora, ki ga je nakazal Sašo: ali ni zgodovinsko gledano politika predstavljala nerazsvetljeni, iracionalni dejavnik, s katerim so se še od Galilejevih časov borili pogumni in svobodomiselniki znanstveniki/učenci? Ali ni bila vselej »znanost« na strani svobode, da resnice sploh ne omenjamo? Ali nismo tedaj s svojim zagovarjanjem pravice političnih posegov po svoje enaki cerkovníkom in inkvizitorjem starih časov?

Mislím, da analogija ni primerna iz vsaj enega razloga: politični prostor ni več strukturiran na zasebne svobodomiselnice in represivno, nazadnjaško oblast. Svoboda je vključena v družbo na čisto drugačen način kot v »ancient régime«, prav tako je na čisto drugačen način v družbo vključena znanost – njena družbena vloga je povsem neprimerljiva s tisto v predmoderni družbi. Če bi hotel biti zloben ... Ne rečem, da tudi danes ne najdemo okoliščin, ki so na prvi pogled dejansko videti analogne – npr. boj proti darvinizmu v južnih baptističnih državah –, vendar jih po moje nikakor ne moremo posplošiti in iz njih sklepati o splošnem družbenem položaju znanosti. Na splošno v modernih družbah znanost zaseda najpomembnejši položaj tako glede vednosti kot glede ekonomskega pomena.

Luka Omladič

Etična dilema modernega znanstvenika  
8. junij 2005 ob 9:58

Bom poskusil uvrstiti svoje stališče na podlagi Lukove zastavitve. Še najbolj bi se poistovetil z B1, A2 in A3. Ne bi trdil, da je moderna znanost nekaj človeku naravno vsajenega. Radovednost je naravna, znanstvena eksperimentalna metoda, vsaj kot jo sam vidim, pa ne. Zakaj bi se pojavila šele v sedemnajstem stoletju, če bi bila "vrojena"? Zato se ne bi podpisal pod A1, ampak prej pod B1. Sem pa velik zagovornik A2. Znanost je nekaj posebnega glede na vse konkurenčne spoznavne poti. To bi lahko na dolgo argumentiral, ampak mogoče kdaj drugič. Sem proti "postmodernističnemu" relativizmu diskurzov, ki poskuša znanost "demokratsko" spraviti zgolj na enega od možnih pristopov k strukturiranju pojavov. Po mojem je takšna relativizacija odstopanje od tradicije razsvetljenstva. Znanost je privilegirana in to je hkrati jedro evropske civilizacije. Tu bi se spet dalo na dolgo razpravljati...

Glede sodobnih vprašanj omejevanja znanosti mi je blizu stališče Jamesa Watsona, odkritelja DNK. Pred kratkim je Angleže okrcal, da veliko premalo delajo na raziskavah matičnih celic, čeprav jih zakonodaja ne omejuje. Kritikom, ki ga vprašajo, če te raziskave ne pomenijo, da se znanstveniki igrajo bogove, preprosto odgovorijo: "Kdo se pa bo igral boga, če ne mi?"

Na splošno sem proti omejevanju znanosti. Seveda je družbeni nadzor do neke mere koristen, če ne zaradi drugega, zato, ker raje trikrat premisliš, preden se lotiš nečesa, kar bi lahko bilo sporno, sicer bi premislil samo dvakrat. Tu vidim smisel raznih komisij, ki odobravajo poskuse na ljudeh in živalih. Ampak ne zato, ker tisti člani komisij res vedo, kaj se še sme, ampak da sami znanstveniki malo bolj premislijo, kaj bodo počeli.

Če mogoče svoje stališče postavim malo bolj provokativno. Ali ni temeljna etična dilema modernega znanstvenika, ki dela v vrhu raziskav, tale: nadaljevati raziskave tako, kot se njemu zdi zanimivo in pravilno, ali se na neki točki ustavi, ker tako zahteva večina v družbi? Dilema je torej: biti zvest razsvetljskemu idealu in napredku znanosti ali se na neki točki ustavi, ker trenutna morala družbe nečesa ne dovoli! Etično vprašanje po mojem ni, kje je ta meja, ko bi se bilo treba ustavi, ampak je etična dilema vsakič posebej, ko recimo znanstvenik vidi, da postaja nekaj strašno zanimivo, pa je hkrati prepovedano z družbeno konvencijo. Po mojem je pravo etično vprašanje tukaj: ali se odločiti namerno kršiti konvencijo (zakon, priporočila...) ali se pokoriti mnenju večine? Pozor! Ne trdim, da mora znanstvenik kršiti norme v imenu napredka. Ne. Trdim le, da vnaprejšnjega univerzalnega odgovora na konkretne situacije ni. Mogoče malo pretiravam, ampak če lahko čemu rečemo etika znanosti, so to prav takšne konkretne odločitve, ne pa postavljanje nekih univerzalnih smernic in omejitev. To je politika.

Se strinjam z Lukom, da se morajo znanstveniki veliko bolj vključiti v javne razprave, ampak malo naivno je pričakovati, da bo javno mnenje podprlo včasih tudi tvegane poskuse, brez katerih pa po mojem ni napredka. Ne vem, če je recimo od Darwinovih časov do danes sam ustroj družbe tako zelo napredoval in je v javnem polju toliko več svobode, da bi znanstvenik lahko najprej dobil družbeno podporo za svoje raziskave, potem pa se jih šele zares lotil? Če potrebuje ogromno javnega denarja, potem je to seveda smiselno, sicer pa se mi ne zdi izvedljivo.

Še en argument je proti omejevanju znanosti. Omejitve bi verjetno izvajali tako in tako samo v Evropi in ZDA. Kitajci in Korejci bi šli naprej, potihem ali naglas, kar se po svoje že dogaja. Znanosti se po mojem ne da administrativno ustaviti! Zelo me je presenetilo, ko sem pred kratkim zasledil, da je Slovenija glasovala za konvencijo o prepovedi kloniranja človeka, ki so jo želeli sprejeti v Združenih narodih, pa je Angliji na srečo uspelo zlobirati, da ni obvezujoča <<http://www.un.org/News/Press/docs/2005/ga10333.doc.htm>> A je kdo zasledil kako javno razpravo? Kdo se je sploh odločil v našem imenu? Če kaj, je to politično vprašanje in najmanj, kar bi pričakovali, je, da bi država sprožila vsaj javno razpravo.

Sašo Dolenc

Dva vidika razsvetljenstva  
20. junij 2005 ob14:22

Prvo vprašanje je, kaj razumeš kot razsvetljski ideal. Jaz bi tu uporabil najbolj ekonomično Kantovo definicijo: človek oziroma človeštvo naj odraste, to pa je mogoče le, če začne uporabljati svoj lastni razum, namesto da se opira na predsodke in avtoritete.

Drugo vprašanje je, kaj tako opredeljeni napredek (odraščanje) pomeni. Nedvomno vsebuje napredek znanosti, ki je opredeljena natančno kot tisto znanje o svetu, ki ga pridobimo, če uporabljamo razum. V nasprotju z recimo mitsko razlago sveta, ki razum uporablja v manjši meri in bi v Kantovem smislu tedaj predstavljala neke vrste »otroško znanje« .

Stališče, ki si ga opredelil kot postmoderni relativizem diskurzov, izhaja iz prepričanja, da je v zgornjem argumentu vsebovan določeni petito principii, z drugimi besedami, da Kantov »razum« ni neka nevtralna človekova sposobnost, temveč specifična oblika vednosti, ki samo sebe razglasi za naravno, da bi diskvalificirala konkurenčne vednosti kot obremenjene s tradicijo, predsodki, avtoritetami itd. Mislim, da ima ta kritika nekaj resnih argumentov, ki potekajo tako v smeri prikaza kulturne pogojenosti znanstvenega diskurza (npr. Kuhn), kot obratno, v smeri prikaza povsem racionalne strukture konkurenčnih »primitivnih« vednosti (npr. Levi-Strauss), argumentov, ki jih ne moremo odpraviti zgolj s sklicevanjem na intuicijo, da je znanstvena razlaga sveta očitno najbolj resnična. Ampak dobro, priznam, da zadeve nimam povsem razčiščene niti sam pri sebi; za neposvečene v filozofskem čebljanju – tako in tako gre za enega izmed »million dollars question« sodobne teorije.

Zato bi problem poskusil razviti v drugi smeri. Recimo, da pristanemo na razsvetljsko stališče glede znanosti. Ampak razsvetljski ideal vsebuje še en vidik, poleg napredka vednosti – Kant in drugi praviloma govorijo, da odraščanje pomeni tudi osvobajanje človeka, razsvetljenstvo pomeni tudi napredek človekove svobode. To lahko s Kantom imenujemo »moralni napredek« ali pa si zadevo bolj živo predstavljamo kot nekaj, kar običajno imenujemo kar družbeni napredek. Ta napredek lahko recimo ponazarja odprava suženjstva, splošna volilna pravica, enakost spolov, občutljivost družbe za socialne razlike, svoboda govora itd. (Opazili bomo, da »postmoderni relativizem diskurzov« lahko analogne argumente, kakor glede relativizacije znanstvene vednosti, uporabi tudi za relativizacijo moderne politične forme. A mi smo se tako ali tako odločili, da to pustimo ob strani in poskušamo izhajati iz samega razsvetljskega diskurza. Je pa zanimivo, pa upam, da ne bo izpadlo cinično, da je po mojem občutku »spontani filozofiji znanstvenikov« na splošno ta drugi relativizem bistveno manj tuj kot prvi.) Kakorkoli, moja poanta je, da kolikor govoriš o razsvetljskem idealu, moraš upoštevati oba vidika, ki ju ta vsebuje. Morda se motim, ampak zdi se mi, da ti izvedeš neko redukcijo in se sklicuješ le na prvi vidik.

Tretje vprašanje, v kakšnem razmerju sta oba vidika razsvetljenstva? Če zavrnemo tisto najbolj optimistično varianto, da drug drugega vselej podpirata, moramo po moje dopustiti, da med »moralnim« in »intelektualnim« interesom človeštva lahko pride do nasprotja. Tako bi jaz interpretiral fenomen tipa atomska bomba. Ne v smislu, da človekov moralni oziroma družbeni napredek nekako zaostaja za napredkom znanosti, da človeštvo še ni zrelo za določena spoznanja ipd., ampak da določena racionalna spoznanja enostavno niso v interesu človeštva, gledanem s te moralne plati. (Ok, mogoče sem s to tezo že prekršil pravilo, da bo argumentacija znotraj razsvetljskega diskurza, ampak vseeno poskusimo naprej...)

Toda ker sta oba interesa enako legitimna, ne moremo v

imenu morale prepovedati razumevanja. Kakšne so tedaj posledice? Mogoče naslednje: (1.) V nasprotju s tradicionalnim razsvetljenjskim pogledom priznati, da obstaja, in opredeliti problematični negativni presek med znanostjo in dobrobitjo človeštva. To je sicer dovolj radikalna trditev. Argumentiram jo lahko spet s hipotetičnim atomskim primerom – če bi to povzročilo uničenje človeštva, bi bilo za človeštvo vsekakor bolje, če do vednosti, ki je omogočila to uničenje, sploh ne bi prišli ... (2.) Prav ta presek določiti kot polje, kjer je avtonomija znanosti pripravljena na samoomejitev. Če se po drugi strani zavedamo, da taka omejitev ni kar absolutna pravica družbe, saj posega na polje bistvene človekove zmoglosti, lahko mogoče iz tega vzajemnega priznanja pride do racionalnega dialoga in odločitve. (Primer tega bi lahko bilo morebitno soglasje glede raziskovanja kloniranja človeka ...)

Glede tvojega primera kantovske etične dileme znanstvenika bi tako lahko ugovarjal: res je, znanstvenik bi ravnal v nekem smislu kantovsko etično, ko bi sledil kategoričnemu imperativu svojega razuma proti vsem zunanjim normativnim prepovedim. Ampak po drugi strani, Kant od imperativa, da bi bil ta res etičen, terja še nekaj, namreč njegovo univerzabilnost (imperativ tvojega ravnanja je etičen, če bi lahko postal obče pravilo ...). Zdaj, s stališča moje hipoteze, da ostaja neka točka, kjer interes znanosti ni apriori vselej enak interesu človeštva, pa občost lahko doseže le tisti imperativ, ki na neki način to samoomejitev vzame nase ...

Bi pa res nekoliko popravil svojo prejšnjo trditev, da je opredelitev tega polja čisto politična, v smislu spopada in soglasja različnih vrednot. Kot sva se zadnjič pogovarjala, bi morala biti dosežena z resnim racionalnim premislekom, ki bi realno ocenil morebitno nevarnost in posledice določenih tehnologij ...

Luka Omladič

Etična odločitev je lahko le odločitev posameznika  
22. junij 2005 ob 10:04

Luka, mislim, da se najini stališči najprej razlikujeta glede samega razumevanja pojma znanost. Če te prav razumem, ti znanost dojemaš in obravnavaš kot osamosvojitve razuma od predsodkov, avtoritet. V to splošno opredelitev bi lahko šli tudi predmoderno znanost, ki je imela za cilj prav to: racionalno utemeljiti vednost do te mere, da bo znanje odporno proti kakršnekoli dvomu. Tvoja opredelitev znanosti je v jedru aristotelska. In se strinjam, da za takšno opredelitev znanosti lahko veljajo "postmodernistični" argumenti, da je v bistvu tudi ideološka, da zares nima neideološkega temelja.

Sam uporabljam besedo znanost v ožjem pomenu, v smislu novoveške galilejske znanosti. Prepričan sem, da je med obema vrstama znanosti (klasična/moderna) bistvena razlika: moderna galilejska znanost ima inherentno neideološko jedro, saj njeno bistvo ni (več) avtonomija naravnega razuma. Če samo namignem, kaj mislim s tem: glavno merilo v moderni znanosti je eksperiment in ne racionalnost, konsistentnost... Kvantna fizika je recimo v svojem bistvu povsem neracionalna in neintuitivna in prav zato je po mojem idealen primer za prikaz razlike med predmoderno in moderno znanostjo. Tu je moje stališče bližje Popperju kot Kuhnu.

Zato bi tudi težko povezoval politični napredek svobode z razvojem znanosti. Gotovo obstajajo vzporednice, ampak ne bi si upal trditi, da med njimi obstaja nujna povezava. Moderna znanost prav dobro deluje tudi v totalitarnih državah, kjer so politične svoboščine minimalne. Tako komunistične kot tudi fašistične in teokratske diktature praviloma dobro poskrbijo za znanost, vsaj dokler se znanstveniki ne mešajo v politiko.

Glede kantovske etične dileme znanstvenika pa seveda ne pozabljam na pogoj univerzabilnosti. Tudi to mora imeti znanstvenik v mislih, ko se odloča. Prav zato vztrajam, da so takšne pavšalne in splošne prepovedi (recimo prepoved GMO-jev ali prepoved vsakršnega kloniranja človeka) nesmiselne. Mogoče so takšne prepovedi upravičene le kot začasni moratoriji, da se vzpostavi sistem nadzora. Zato tudi podpiram etične komisije v tem smislu, da so neke vrste predstavnik javnosti, ki ves čas gleda pod prste znanstvenikom. Tako nekako kot mediji gledajo pod prste politikom. Če politik ve, da bo hitro prišel v časopise, če ga bo lomil, se tudi znanstvenik drugače obnaša, če ve, da bo moral svoja dejanja in odločitve prej ali slej zagovarjati. Bo raziskovalec vseeno raje dvakrat premislil, preden se česa loti. Je pa odločitev še vedno njegova. Ne more se namesto njega odločati neka komisija ali pa ljudstvo na referendumu.

Morebitni referendum o GMO-jih, kloniranju ali čem podobnem je povsem analogen problemu referendumu o evropski ustavi. Še evropski poslanci je niso prebrali v celoti, kaj šele mi, običajni državljani. Tako formulirana vprašanja niso primerna za odločanje na referendumih. Je pa seveda pomembna javna razprava o teh vprašanjih, soočenje mnenj, stališč. To sicer na koncu pripelje do soočenja različnih vrednot, ampak to je bistvo politike.

Če povzamem. Etična odločitev je lahko le odločitev posameznika. To sledi iz definicije etične odločitve. In takšno odločitev lahko sprejme le znanstvenik sam. Če se govori o etiki na kolektivni ravni, je to zmeraj že politika. Pa ne mislim politika v slabšalnem pomenu besede, ampak kot spopad vrednot. Družba/država mora poskrbeti za uspešen zakonski in praktični nadzor. Na področju farmacije je to zelo jasno urejeno in ni razloga, da se neki podobni sistem razvije tudi za morebitne bolj "rizične" znanstvene tehnike, ki lahko povzročijo škodo človeštvu. Vendar pa družba kot celota ne more in ne sme sprejemati vsebinskih odločitev, kot se to trenutno dogaja v ZDA, ko na eni strani slavijo GMO-je, po drugi strani pa kriminalizirajo raziskave matičnih celic. To samo pomeni, da se parcialne vrednote ene skupine ljudi vsiljujejo univerzalno.

Sašo Dolenc

(Zaradi omejenega prostora objavljamo le povzetek stališč dveh najbolj aktivnih udeležencev razprave. Neskrajšana verzija celotne razprave bo objavljena na spletnih straneh.)

# Naj **PROTEUS** postane tvoje **okno v svet narave in znanosti!**

Najstarejša revija na področju naravoslovja v Sloveniji sedaj v novi podobi.

Nudimo pregled najnovejšega dogajanja v znanosti, stalne rubrike, komentarje, kolumne, intervjuje, nagradna vprašanja...

Celoletna naročnina **5.950 sit** (študenti in dijaki **5.600 sit**). Naroči se še danes in si zagotovi vsak mesec obilo zanimivega branja.

Naročila po e-pošti: **prirodoslovno.drustvo@guest.arnes.si**

telefon 01 2521914 faks/odzivnik 01 4212121

Iz naslednjih števil: Kvantni računalniki, Vizije razvoja znanosti v Sloveniji, Predkolumbovski zemljevidi sveta in določanje njihove starosti ter izvirnosti, Znanost na borzi...

