

5/2021
1,89 €

Quark

Magazín o vede a technike

Fyzika
zemetrasení

Pohl'ad
do minulosti

Predvoj
vesmírnej
flotily



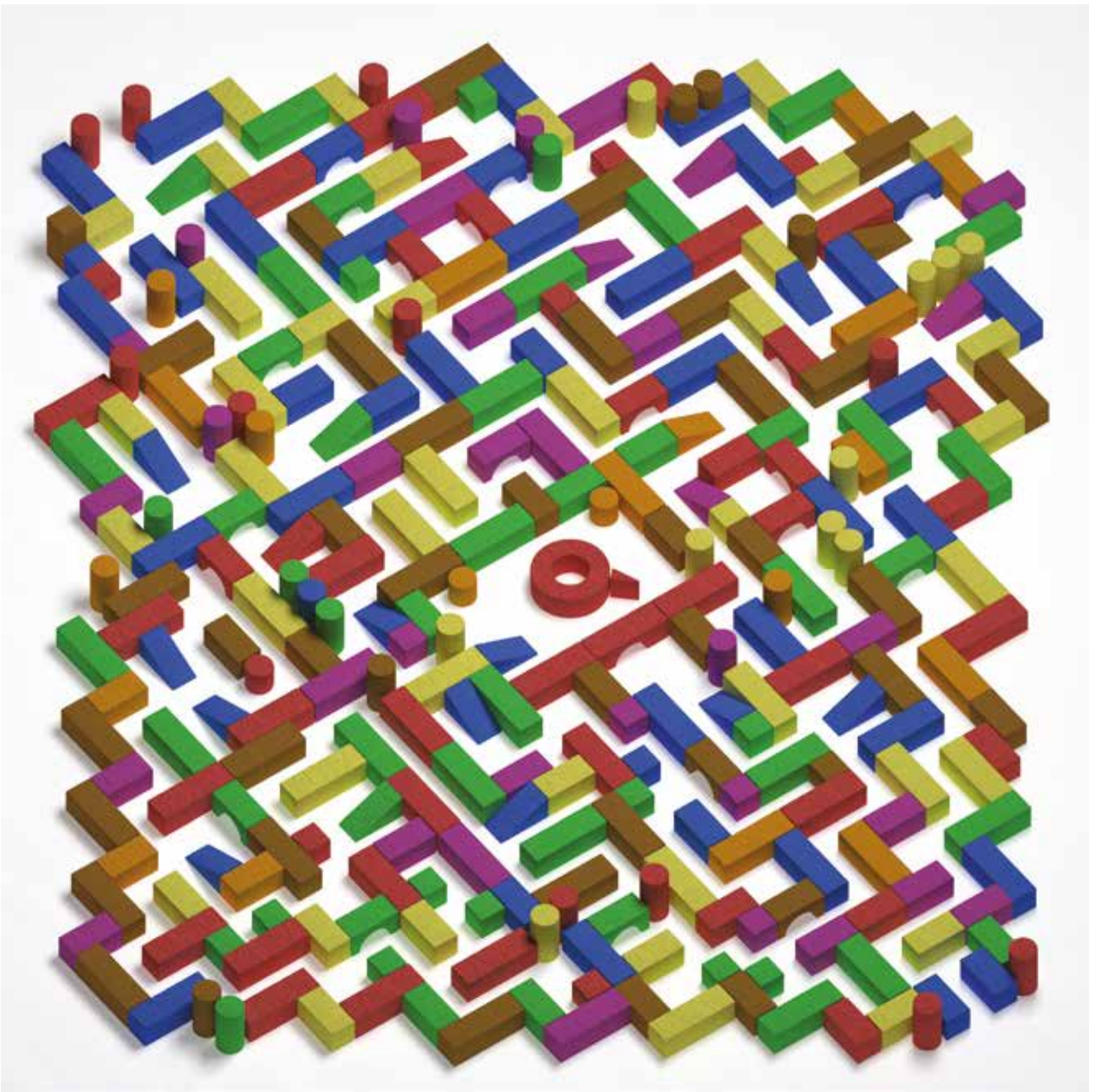
LESNÍ
BUBENÍČI



Quark

Magazín o vede a technike

Vyriešte **bludisko** a nájdite cestu von. Môžete prejsť aj popod mostík a vyjsť hore po rampe.



Bludisko pre vás pripravil Stanislav Griguš





Šéfredaktorka

Mgr. Renata Józsová
renata.jozsova@quark.sk

Redakcia

Peter Javúrek
peter.javurek@quark.sk
Mgr. Lucia Kralovičová
lucia.kralovicova@quark.sk

Grafická úprava a sadzba

Mgr. Martina Sedláčková

Tlač

ULTRA PRINT, s. r. o.

Sídlo redakcie

Quark
Staré grunty 52, 842 44 Bratislava
tel.: 02/69 29 52 02, 03
e-mail: quark@quark.sk
www.quark.sk
IČO 151882

Číslo 5, máj 2021
ročník XXVII.

Vychádza začiatkom
každého mesiaca.

Počas roka vyjde 12 čísel.
Cena jedného výtlačku je 1,89 €.

Objednávky predplatného

v sídle vydavateľa
QUARK, CVTI SR
Lamačská cesta 8/A
811 04 Bratislava
telefón: 02/69 25 31 16
e-mail: predplatne@quark.sk

EV 554/08
ISSN1335-4000

Rozširuje Mediaprint-Kapa, Slovenská
pošta, Ares a drobní distribútori.

Objednávky na predplatné prijíma aj
každá pošta alebo

e-mail: predplatne@slposta.sk.

Objednávky do zahraničia vybavuje
Slovenská pošta, a. s., Stredisko
predplatného tlače, Uzbecká 4,

P. O. BOX 164, 820 14 Bratislava 214,
e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk

Preberanie textov, ilustrácií a ich častí,
rozširovanie prostredníctvom tlače
či elektronických médií je možné iba
so súhlasom redakcie. Neobjednané
rukopisy redakcia nevracia.

Prihlásením sa do súťaže vyjadrujete sú-
hlas so štatútom súťaže Centra vedecko-
technických informácií SR so sídlom
na Lamačskej ceste 8/A v Bratislave,
IČO: 00151882. Čas platnosti súhlasu
uplynie po skončení súťaže. Máte právo
najmä na prístup k osobným údajom,
právo na ich opravu, vymazanie, na
obmedzenie ich spracúvania, ako aj na
ich prenosnosť. Viac informácií nájdete
na www.cvtisr.sk/ochranasukromia a na
www.quark.sk/statutsutaze.

Na obálke je d'ateľ veľký.
Úprava obálky Lucia Plevová
Foto Lubor Čačko

Zemetrasenia

Úvodníky do nášho časopisu píšem každomesačne už šiesty rok. Pri písaní mám možnosť zrekapitulovať si celé vydanie a prečítať si ešte raz všetky články. Môžem sa pritom zamyslieť aj nad tým, čo ich spája, aby môj príhovor dával zmysel, predstavil najzaujímavejšie témy, vzbudil zvedavosť čitateľov a niekedy im ponúkol aj hlbšie zamyslenie. Je to pre mňa vždy vzácny okamih, keď sa niečo v našom redakčnom živote končí a my posielame do sveta ďalšie číslo *Quarku* plné zaujímavostí zo sveta vedy a techniky.

Tento príhovor však bude trochu iný. Istým spôsobom súvisí s hlavnou témou aktuálneho vydania. Profesor Peter Moczo a jeho kolegovia z Ústavu vied o Zemi SAV v nej vysvetľujú fyziku zemetrasení a to, prečo a ako sa tieto javy vyskytujú v určitých konkrétnych oblastiach sveta. No o tom, prečo a ako vznikajú *zemetrasenia* v živote ľudí, sa v našom časopise nedočítate.

Jedine týmto spôsobom viem opísať situáciu, ktorú nám do redakčného života priniesla pandémia koronavírusu. Nečakane a náhle sme prišli o skvelého kolegu Pavla Prikryla, ktorý bol bez prehánania dušou našej redakcie. Bezpochyby bude najviac chýbať jeho najbližšej rodine, predovšetkým manželke a deťom, v ktorých živote to spôsobilo najväčšie zemetrasenie. V tomto prípade totiž vôbec neplatí veta o tom, že každý je nahraditeľný. Na novú situáciu si treba zvyknúť a naučiť sa žiť, aj keď takáto strata bude bolieť veľmi dlho.

Keď listujem májovým *Quarkom*, každý jeden článok mi nášho kolegu pripomína napriek tomu, že nám s ich prípravou už nemohol pomôcť. Viem, že by sa mu ako geológovi páčila téma aj titul článku v rubrike o prírode Krajina naruby, v ktorom Mária Bizubová píše o inverzii georeliéfu na Slovensku. Ako človeku, ktorý sa napriek svojej poetickej duši zaujímal o najnovšie objavy a výskumy vo všetkých oblastiach vedy, by sa mu pozdávala aj téma rozhovoru s Norbertom Wernerom z Masarykovej univerzity v Brne o slovenskej družici. A som si istý, že článok o prieploch ako dôležitých technických stavbách alebo o luxusných vlakoch by chcel pripravovať sám, pretože mal rád históriu a jej vplyv na súčasný život.

Paliho filozofovanie, žartovanie, tvorivé písanie, podpichovanie, láskavosť, múdre pripomienky, triezve uvažovanie, občasné ostrejšie diskusie, ktoré sa napokon vždy skončili zmierením a jeho nadhľad v každej situácii nám budú v redakcii veľmi chýbať...

Milí čitatelia, prajem vám príjemne strávené chvíle pri čítaní všetkých 56 strán májového *Quarku* a aby sme si vážili každú jednu chvíľu, ktorú môžeme stráviť s našimi blízkymi.



Renata Józsová

7 Fyzika zemetrasení

Veda poskytuje rôzne pohľady do vnútra Zeme. Jediná fyzika však môže vďaka svojim metódam skúmať celý objem našej planéty. Na základe fyzikálneho modelu sa potom rozvíjajú napríklad aj chemický či mineralogický model.

12 Okno k exoplanétam

Novoobjavená blízka exoplanéta z kategórie superzemí umožní astrofyzikom a astrobiológom vyladiť metodiku skúmania atmosfér týchto telies.

14

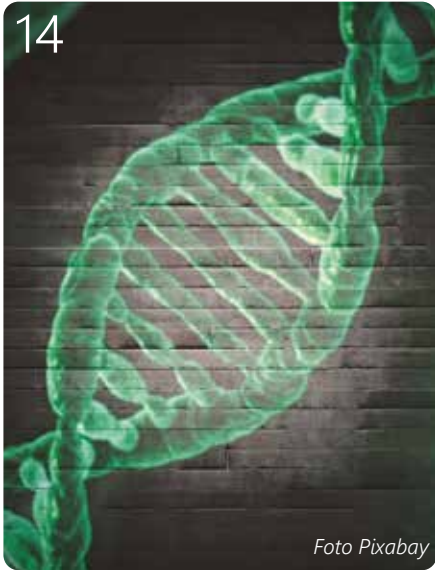


Foto Pixabay

14 Stavebnica života

Vytváraním syntetických buniek s minimálnym počtom génov potrebných na ich prežitie sa vedci snažia pochopiť základné stavebné kamene živých organizmov a života vôbec.

17 Predvoj vesmírnej flotily

V marci odštartovala na obežnú dráhu slovenská družica GRBA1pha, ktorá môže vyšliapať cestu k flotile CubeSatov so špecifickým poslaním. Rozprávali sme sa o nej s astrofyzikom a vedeckým koordinátorom misie Norbertom Wernerom z Masarykovej univerzity v Brne.

22 Krajina naruby

Inverzia alebo zvrät georeliéfu je taký geomorfologický jav, pri ktorom sa pôvodné vyvýšeniny stávajú zníženinami a naopak územia zníženín sa menia na vyvýšeniny.

24 Lesní bubeníci

Ďatle sú medzi našimi druhmi vtákov výnimočné. Ako jediné dokážu tesať do tvrdých kmeňov stromov. Je až obdivuhodné, že to dokážu bez toho, aby si spôsobili zranenie.

17



Malba Miklós Vincze

28 Kráľovná na Dunaji

Okrem toho, že je architektonickým skvostom a historickým centrom, ktoré bolo súčasťou aj našich dejín, patrí Budapešť aj k najväčším kúpeľným mestám na svete.

30 Kocky na orbite

Vďaka pokračujúcej miniaturizácii elektroniky sa malé satelity, ktorých cena je porovnateľná s cenou luxusnejších automobilov, stávajú dostupnými pre krajiny a spoločnosti, ktoré by ešte donedávna nemali v tejto oblasti šancu.

32 Luxus na koľajniciach

Potreby pohodlia či pocitov nevšednosti odsunú niekedy potrebu rýchlosti pri doprave celkom do úzadia. V prípade luxusných vlakov to platí dvojnásobne.

24



Foto Lubor Čačko

36 Spájať moria, deliť súše

Necelý týždeň, počas ktorého uviaznutá loď upchala Suezský prielav, stačil na to, aby si svet uvedomil, že ani v 21. storočí sa nezaobídeme bez takých starobyľých stavieb, akými sú umelé plavebné kanály.

41 Hustota kvapalín

Archimedov zákon sa dá zhrnúť aj do pravidla o hustotách. Ak má teleso menšiu hustotu ako kvapalina, do ktorej je umiestnené, pláva. Ak má väčšiu hustotu ako daná kvapalina, potápa sa.

42 Pohľad do minulosti

Väčšinu hviezd na oblohe pozorujeme s oneskorením mnohých rokov vzhľadom na ich vzdialenosť od nás. Dokázali by sme zo vzdialenosti 65 miliónov svetelných rokov vidieť dinosaury?

44 Duality v modernej fyzike

Duality vo fyzike často prepájajú naoko veľmi rozdielne situácie a odhaľujú rôzne a dôležité aspekty skúmaných teórií. Dualitami je popretkávaná aj teória strún.

46 Domy, ktoré dýchajú

Zelená strecha nie je v architektúre novinkou. Sú krajiny, kde sa strechy zatravnujú či skrásľujú kvetmi už desaťročia. U nás sa tento trend posilňuje v posledných rokoch.

48 Zmiešaný pôvod sapientov

Výskum DNA dávnych *Homo sapiens* z dvoch európskych lokalít potvrdil ich bežné miešanie s neandertálcami. Boli príbuznejší Ázijcom ako neskorším Európanom.



Ilustračné foto Pixabay

Príliš ľudské oko

Tím z výskumného centra informatiky v nemeckom Saarbrückene predstavil prototyp webkamery, ktorá nielen vyzerá ako ľudské oko, ale tiež verne napodobňuje jeho pohyby. Naším cieľom nebolo vyvinúť lepší dizajn pre kamery, ale vyvolať diskusiu. Chceme upozorniť, že sme po celý deň obklopení pozorovacími zariadeniami. Otázkou je, ako nás to ovplyvňuje, uviedol Marc Teysier z Laboratória pre interakcie medzi človekom a počítačom Sárskej univerzity.

Výskumný tím vyvinul webkameru EyeCam, ktorá vyzerá ako ľudské oko a realisticky napodobňuje podvedomé pohyby oka, ako sú žmurkanie alebo nadvihovanie obočia. S EyeCam skúmame otázku, či by malo technické zariadenie odrážať svoju funkciu aj vo svojom dizajne, hovorí počítačová vedkyňa Marion Koellová. Sú rôzne spôsoby videnia, všetky z nich majú svoje jedinečné konotácie, ako je pozorovanie, spoznávanie, pozeranie alebo

dokonca špehovanie. Dizajn kamery v podobe oka tiež môže vysielat' neverbálne signály cez výrazy tváre. Toto otvára úplne novú rovinu interakcií, ktoré predtým s technickými zariadeniami neexistovali, dodala M. Koellová.

Výskumníci používajú jedinečné schopnosti a optiku ich nového výrobku na preskúmanie rôznych aspektov všadeprítomného snímania. Už teraz predstavujú webkamery potenciálne riziko pre naše súkromie. Eyecam tento aspekt zvyrazňuje, otvorením svojho oka a sledovaním používateľa sa správa ako pozorovateľ. Alternatívne by mohla byť antropometrická kamera použitá na sebareflexiu, s umelým okom upadajúcim do únavy a klipkajúcim, keby používateľ sedel neskoro do noci za počítačom. Alebo by mohla prebrať úlohu domáceho maznáčika, ktorý je jednoducho tam, pozerá sa čas od času okolo seba a reaguje s nadšením, keď jeho majiteľ vojde do miestnosti.

Kráľovná bronzovej doby

Hrobka s pokladmi z bronzovej doby objavená v juhovýchodnom Španielsku môže podľa výskumníkov uchovávať pozostatky kráľovnej. Neočakávaný objav potvrdzuje domnienku, že ženy mali v spoločnosti El Argar, ktorá v regióne existovala pred zhruba 3 570 až 4 222 rokmi, politickú moc. Vedci dosiaľ väčšinou predpokladali, že spoločnosti bronzovej doby ovládali muži.

V roku 2014 tím vedený archeológom Vincentom Lullom z Autonómnej univerzity v Barcelone objavil na nálezisku Al Almoloya kostry muža a ženy v nádobe pod niečím, čo vyzerá ako kráľovská stavba. Podľa rádiouhlíkového datovania zrejme obaja jedinci zomreli pred približne 3 700 rokmi. Väčšina z 29 cenností nájdených v hrobe ležala v blízkosti ženy alebo priamo na nej, uviedol Lullovo tím v štúdiu uverejnenej v časopise *Antiquity*. Priamo na ženinej lebke bola nájdená polkruhová strie-

borná čelenka alebo diadém s diskom, ktorý bol pri nosení opretý o čelo alebo koreň nosa. Vykopávky na iných náleziskách El Argar už v 19. a 20. storočí odкрыli niekoľko ďalších hrobov so ženami, ktoré pochovali s takýmito diadémami. Funkcie stavieb, pod ktorými sa tieto hroby našli, zatiaľ nie sú známe. Diadémy však podľa výskumníkov označovali moc a prominentné spoločenské postavenie.

V La Almoloya boli žena s mužom pochovaní pod miestnosťou, v ktorej sa mohlo kráľovským a politickým záležitostiam venovať až 50 ľudí. Iné časti štruktúry, ktorá bola pravdepodobne palácom, obsahovali obytné miesta a priestory pre pracovné aktivity, ako napríklad mletie obilia. Odborníci zatiaľ nedokážu povedať, či bola žena z La Almoloya naozaj kráľovnou, či skutočne vládla sama prípadne s kráľovskou radou, alebo bola iba ceremonijným lídrom.

Nálezy z hrobky, foto ASOME-UAB



Snívajú chobotnice?

Túto záhadu ešte vedci nerozlúštili, k jej vyriešeniu sa však o čosi priblížili. Nová štúdia odhalila, že podobne ako my, aj chobotnice zažívajú tzv. aktívnu a aj pokojnú etapu spánku. Pretože ľudí a chobotnice delí priepasť viac ako 500 miliónov rokov evolúcie, toto zistenie by naznačovalo, že dvojetapový spánkový cyklus sa vyvinul nezávisle dvakrát. Nemali sme s chobotnicami spoločného predka, odkedy sme boli len jednobunkové organizmy v oceáne, hovorí Marcos Frank, neurovedec z Washington State University, ktorý sa na výskume priamo nezúčastnil.

Výskumníci filmovali v laboratórnych nádržiach štyri chobotnice druhu *Octopus insularis*, žijúce pôvodne pri pobreží Brazílie, počas spánku. Aby kontrolovali, či živočíchy spia alebo bdejú, na obrazovke natočenej smerom k nádržiám púšťali videá pohybujúcich sa krabov alebo jemným klopkaním na stenu akvária gumeným kladivom zisťovali, či sa pohnú. Počas tichej fázy spánku bola koža chobotníc bledá a ich zrenice zúžené do štrbín. Boli prevažne nehybné a ich prísavky a konce chápadiel sa občas jemne a pomaly pohli. Počas aktívneho

Foto Pixabay



spánku ich koža stmavla a stuhla, hýbali očami a svalové záškľby kontrahovali prísavky a telo. Aktívna fáza trvala bežne asi 40 sekúnd, zvyčajne nastávala po dlhom tichom spánku a celý cyklus sa opakoval každých 30 až 40 minút.

Tieto dva stavy sú podobné dvom hlavným štádiám v spánku cicavcov: rýchly pohyb očí (REM), počas ktorého snívame, a pomalovlnový spánok, počas ktorého sa elektrická aktivita celého mozgu synchronizuje. Tento cyklus, prítomný aj pri vtákoch a pravdepodobne aj pri plazoch, je zrejme dôležitý na ukladanie a spájanie spomienok a upratovanie odpadu z mozgu.

Vedci však zostávajú opatrní pred vytváraním prílišných paralel. Chobotnice a cicavce majú veľmi rozdielnu architektúru mozgu. Veľmi pochybujem, že to, čo sa odohráva v ich mozgu počas týchto stavov, je presne rovnaké (ako to, čo sa deje pri cicavcoch), dodáva Jennifer Matherová z University of Lethbridge. Ale skutočnosť, že sme zachytili rôzne stavy počas spánku chobotníc, je veľmi zaujímavá.

Prvý protipalec v histórii

Medzinárodný tím vedcov z Číny, Brazílie, Veľkej Británie, Dánska a Japonska popísal pozoruhodného nového jurského pterosaura *Kunpengopterus antipollicatus*, ktorý bol objavený v tiaojishanskom súvrství Liaoning v Číne. Je to druh s malým telom a s odhadovaným rozpätím krídel 85 cm.

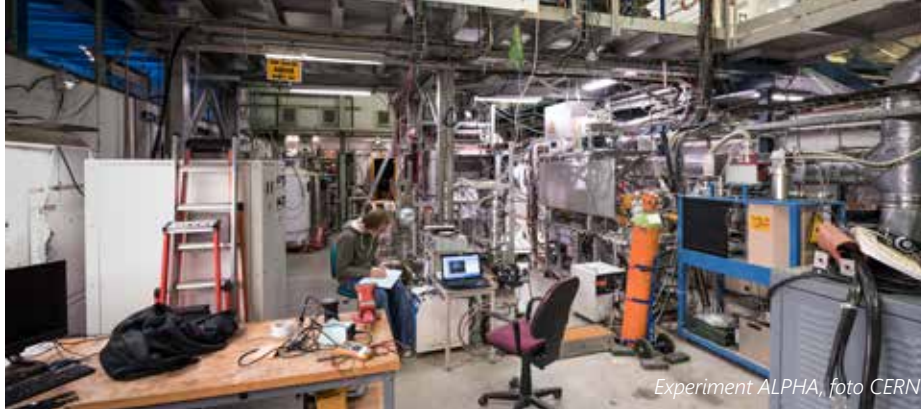
Tento 160 miliónov rokov starý stromový druh pterosaura prezývaného *Monkeydactyl* má najstarší skutočne protistojný palec – novú štruktúru, ktorá pri pterosauchoch doteraz nebola známa. Dôležitým detailom objavu je, že tento exemplár sa uchoval s protistojným palcom na oboch predných končatinách – názov druhu *antipollicatus* znamená v starogréčtine práve protistojný palec. Ide o prvý objav pterosaura s protistojným palcom, ktorý zároveň predstavuje prvý doklad *protipalca* v histórii Zeme.



Ilustračný obrázok University of Birmingham

Skutočný *protipalec* je väčšinou prítomný pri cicavcoch (napríklad pri primátoch) a niektorých rosníčkách, ale medzi existujúcimi plazmi je s výnimkou chameleónov mimoriadne zriedkavý.

Štúdie morfológie a svalstva objaveného exemplára naznačujú, že *Kunpengopterus antipollicatus* mohol používať predné končatiny na uchopenie, čo bolo pravdepodobne adaptáciou na stromový život. Vedecký tím sa snažil otestovať hypotézu o živote v korunách stromov analyzovaním príslušných anatomických znakov exemplára *Kunpengopterus antipollicatus* a ďalších známych pterosaurov. Ukázalo sa však, že zatiaľ čo výsledky analýzy svedčia o *Kunpengopterus antipollicatus* ako stromovom druhu, pre ostatné pterosauory z rovnakého ekosystému to neplatí. Medzi týmito pterosaurami sú teda ešte vývojové medzery, aspoň niektoré druhy však boli stromové.



Experiment ALPHA, foto CERN

Brzdenie antihmoty

Vedcom pracujúcim na experimente ALPHA v rámci urýchľovača CERN sa po prvýkrát podarilo pomocou laseru ochladiť atómy antihmoty. Laserové chladenie, ktoré spomaľuje pohyb elementárnych častíc a umožňuje tak presnejšie merania ich rôznych parametrov, dokázalo spomaliť atómy antivodíka viac než desaťnásobne. Úspešné aplikovanie techniky laserového chladenia na antivodíku v rámci experimentu ALPHA otvára dvere k podstatne presnejším meraniam vnútornej štruktúry antivodíka a jeho správania sa pod vplyvom gravitácie.

Porovnanie týchto meraní s výsledkami meraní dobre preskúmaného atómu vodíka by mohlo pomôcť odhaliť rozdiely medzi hmotou a antihmotou a prispieť tak k riešeniu otázky, prečo je náš vesmír tvorený hmotou, a nie antihmotou. Táto teória je známa ako asymetria hmoty a antihmoty. Častice antihmoty majú rovnakú hmotnosť ako častice

bežnej hmoty, ale opačný náboj. Atóm antivodíka je tvorený antiprotónom a pozitronom, čo je antihmotový ekvivalent elektrónu.

Makoto Fujiwara a jeho kolegovia z kanadského centra urýchľovača TRIUMF využili experiment na zachytávanie antivodíka, ktorý pod označením ALPHA-2 prebieha v časticovom urýchľovači CERN neďaleko Ženevy vo Švajčiarsku, na vytvorenie oblakov zložených z približne 1 000 antivodíkových atómov a ich zachytenie v magnetickej pasci. Tím vyvinul laser, ktorý strieľa častice svetla – fotóny – zodpovedajúcej vlnovej dĺžky tak, aby krok za krokom postupne spomaľovali všetky antiatómy, ktoré by sa pohybovali v ústrety laseru. *Je to, ako keby sme ostreľovali atóm veľmi malou loptičkou, ktorá ho vždy po vzájomnej zrážke spomalí len veľmi málo, ale mnohokrát to opakujeme, takže napokon sa ten veľký atóm predsa len spomalí*, uviedol M. Fujiwara.

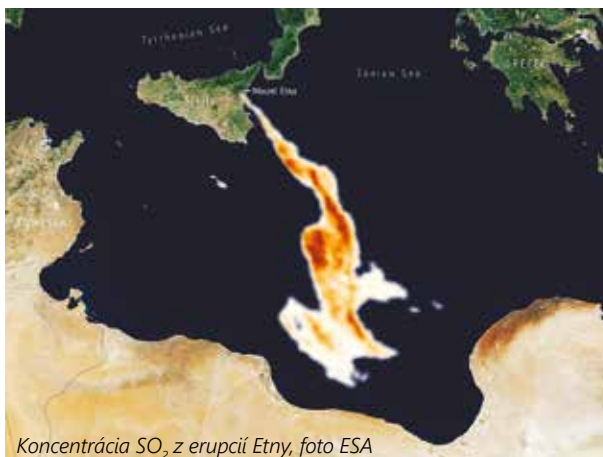
Etna z vesmíru

Satelity Európskej vesmírnej agentúry ESA monitorujú nepredvídateľné správanie sa najväčšej a zároveň najaktívnejšej európskej sopky Etna. Sicílska Etna je v poslednom období vo výbušnej fáze: bolo zaznamenaných až 17 erupcií v priebehu menej ako troch mesiacov. Prístroje na palubách troch rôznych satelitov na obežných dráhach okolo Zeme zaznamenali obrázky erupcií a odhalili tak skutočnú intenzitu výbušných epizód, zvaných paroxysmy, počas ktorých láva zo sopky tryská ako fontána.

Vrch Etna na východnom pobreží Sicílie patrí k najaktívnejším sopkám sveta. Jej erup-

cie sa odohrávajú na vrchole kopca, kde sú štyri krátery: Voragine a Bocca Nuova sformované v rokoch 1945 a 1928, Severovýchodný kráter, ktorý je zároveň najvyšším bodom Etny (3 330 m) a Juhovýchodný kráter, momentálne najaktívnejší zo všetkých. Práve tento kráter začal vo februári 2021 sériu intenzívnych lávových fontán, z ktorých niektoré dosahovali až do výšky 1,5 km. Naposledy boli porovnateľné lávové fontány pozorované na kráteri Voragine v decembri 2015.

Prístroje výskumných vesmírnych satelitov misii Copernicus Sentinel dokážu zachytiť nielen samotnú erupciu, ale aj sprievodné javy, ako sú lávové prúdy, zosuvy bahna, pukliny či zemetrasenia. Atmosférické senzory na satelitoch dokážu tiež identifikovať plyny a aerosóly vypustené erupciami, a dokonca kvantifikovať ich širšie environmentálne dosahy. Obrázky zachytené satelitom Copernicus Sentinel-5P napríklad ukazujú koncentrácie oxidu siričitého putujúceho smerom k Líbyi. Oxid siričitý sa zo sopiek uvoľňuje, keď je magma relatívne blízko pod povrchom.



Koncentrácia SO₂ z erupcií Etny, foto ESA



Ilustračné foto Pixabay

Najpresnejšia sekunda

Po tom, čo v roku 2019 vedci redefinovali jednotku hmotnosti, kilogram, zamerali sa na prehodnotenie základnej jednotky času, sekundy. Dôležitým krokom k tomuto cieľu boli porovnania medzi tromi atómovými hodinami. Od 60. rokov 20. storočia bola sekunda definovaná atómovými hodinami vyrobenými z atómov cézia absorbujúcich a emitujúcich svetlo určitej frekvencie, ktorá určuje dĺžku sekundy.

Lenže odvtedy sa atómové hodiny o dosť zlepšili, tvrdí fyzik David Hume z Národného inštitútu štandardov a technológií (National Institute of Standards and Technology, NIST). Vylepšené hodiny, tzv. optické atómové hodiny, by mohli byť teraz použité na presnejšie definovanie sekundy. Vedci však najprv musia tieto nové hodiny lepšie pochopiť, napríklad porovnaním frekvencií svetla z rôznych hodín. Vedci vykonali takéto porovnania a zmerali

pomery frekvencií troch atómových hodín, jedných tvorených atómami yterbia, druhých atómami stroncia a tretích tvorených jediným elektricky nabitým atómom hliníka. Výsledkom je doposiaľ najpresnejšie porovnanie hodín s odchýlkou presnosti menšou než kvadriľióntina percenta.

Pretože hodiny sa nachádzali na troch rôznych miestach – dvoje na NIST a ďalšie vzdialené 1,5 kilometra na výskumnom inštitúte JILA – vedecký tím porovnával hodiny posielaním informácií cez optický kábel a vzdušnou cestou. Takáto schopnosť porovnávať vzdialené optické atómové hodiny je krokom vpred k sieti hodín, ktorá by mohla byť použitá pri presných meraniach, ako napríklad pri charakterizovaní gravitácie Zeme a pri testovaní základných fyzikálnych veličín.

Enormné plytvanie jedlom

V roku 2019 vyhodili ľudia na našej planéte asi 931 miliónov ton potravín – v priemere ide o 121 kilogramov na osobu. V správe OSN sa odhaduje, že je to 17 % všetkých potravín, ktoré mali spotrebiteľia v roku 2019 k dispozícii. Väčšina tohto odpadu pochádzala z domácností. *Vyhadzovanie potravín znamená v podstate vyhodenie zdrojov, ktoré smerovali do ich výroby, uviedla Martina Ottová, ktorá vedie jeden z programov OSN zameraných na životné prostredie.*

Každý rok postihuje hlad asi 690 miliónov ľudí a viac ako 3 miliardy ľudí si nemôžu dovoliť zdravé stravovanie. Zároveň tvoria tieto premrhané potraviny 8 až 10 percent globálnych emisií skleníkových plynov, čo ovplyvňuje aj klimatickú zmenu. *Zníženie potravinového*

odpadu by mohlo tieto problémy zmierniť, uvádza sa v správe o indexe potravinového odpadu z roku 2021, ktorú zverejnil Program pre životné prostredie OSN a združenie WRAP so sídlom vo Veľkej Británii.

Vedci analyzovali údaje o potravinovom odpade z 54 krajín. Väčšina odpadu, až 61 %, pochádzala z domácností, reštaurácie predstavovali 26 %, supermarkety a iné predajne prispeli iba 13 %. *Mysleli sme si, že v bohatých krajinách bude odpad väčším problémom. Plytvanie potravinami sa však objavuje takmer vo všetkých krajinách bez ohľadu na úroveň ich príjmu, poznamenala M. Ottová a odporúča, aby krajiny začali riešiť problém plytvania potravinami začlenením do svojich klimatických stratégií a plánov obnovy covid-19.*



Foto Pixabay

Dvojitá protilátka

Vedci z európskeho Spoločného výskumného centra JRC v spolupráci s partnermi z výskumného projektu ATAC (Antibody Therapy Against Coronavirus – Protílátková terapia proti koronavírusu) vyvinuli *dvojitú protilátku* druhej generácie, ktorá je účinná pri neutralizovaní vírusu SARS-CoV-2 a jeho variantov a ktorá by mohla byť používaná pri prevencii, ale aj liečbe ochorenia covid-19. Svoju štúdiu uverejnili v časopise *Nature*.

Ilustračné foto Pixabay



Imunoterapia založená na protilátkach prináša sľubné výsledky v boji proti covidu-19 tým, že podporuje vlastný imunitný systém pacientov pri zameraní sa na špecifické proteíny vírusu, čím mu zabráňuje v jeho šírení sa v organizme. Spojenie dvoch protilátok do jedinej molekuly (preto *bišpecifické protilátky*) pomáha napádať vírus na dvoch miestach naraz, čo prináša väčšiu neutralizačnú aktivitu s vyšším potenciálom na celkové neutralizovanie vírusu alebo aspoň silné zredukovanie jeho schopnosti rasti (šírenia sa).

Povaha takýchto protilátok sľubuje vysokú účinnosť a robí z nich sľubných kandidátov na ďalšie testovanie v klinických štúdiách na ľuďoch a ak sa potvrdí ich bezpečnosť a efektívnosť, aj na použitie v prevencii aj liečbe covidu-19. Vedci z JRC použili špičkovú technologickú infraštruktúru nanobiotechnologického laboratória JRC pri vývine a využití vlastných analytických metód na meranie čistoty, stability, väzby a biokompatibility tejto bišpecifickej protilátky.

Tichý zabijak

Pri príležitosti Svetového dňa obezity otvára európske Spoločné výskumné centrum (JRC) novú špecializovanú sekciu o obezite v rámci vedomostnej brány na podporu zdravia a prevenciu chorôb. Táto tzv. vedomostná brána Európskej komisie slúži ako referenčné centrum pre tvorcov zdravotníckej politiky v EÚ. Nová časť venovaná obezite bude obsahovať čísla, fakty, ale aj konkrétne politické návrhy na prevenciu obezity a s ňou súvisiacich chorôb.

Už prvý zverejnený súbor faktov a čísel ukazuje, že viac ako pol milióna úmrtí každý rok v EÚ možno pripísať vyššiemu než ideálnemu indexu telesnej hmotnosti (BMI). Takmer 60 % dospelých Európanov malo v roku 2016 vysoký BMI. Zároveň je 19 až 29 % dospelých populácie v členských



Foto Fotky&Foto/viperagp

štátoch EÚ – takmer jeden zo štyroch dospelých – postihnutých obezitou, pričom mierne vyššia je u mužov ako u žien. Ako pri tejto príležitosti uviedla európska komisárka pre inovácie, výskum, kultúru, vzdelávanie a mládež Mariya Gabriellová, *obezita je jedným z najvýznamnejších tichých zdravotných rizík súčasnosti. Musíme sa zamerať na jej príčiny a zabrániť ľuďom trpiacim obezitou v rozvoji ďalších neprenosných, ale život ohrozujúcich chorôb.* Vedecké údaje zhromaždené JRC významne prispievajú k hľadaniu najlepších opatrení na riešenie tohto zdravotného problému.

Obezita je komplexný zdravotný stav definovaný nadmerným hromadením telesného tuku. Toto chronické recidivujúce ochorenie môže pôsobiť ako otvorenie dverí pre množstvo ďalších chorôb. Členské štáty EÚ vynakladajú takmer 7 % zo svojich rozpočtov na liečbu s tým súvisiacich zdravotných stavov, akými sú cukrovka, kardiovaskulárne choroby aj rakovina. Náklady spojené s obezitou vrátane výdavkov na zdravotnú starostlivosť a pokles produktivity dosahujú v EÚ 70 miliárd eur ročne.

Koniec citlivým zubom

Výskumníci zistili, ako chlad vyvoláva bolesť a hypercitlivosť zubov – a ako to zastaviť. V časopise *Science Advances* oznámili, že sa im podarilo odhaliť novú funkciu odontoblastov, buniek tvoriacich dentín – vrstvu pod zubnou sklovinou, ktorá obaluje mäkkú zubnú dreň. *Zistili sme, že odontoblasty, ktoré podporujú tvar zubu, sú tiež zodpovedné za pociťovanie chladu*, uviedol patológ Jochen Lennerz, jeden z hlavných autorov štúdie a riaditeľ Centra pre integrovanú diagnostiku v Massachusetts General Hospital. *Výskum pripísal tejto bunke novú funkciu, čo je vzrušujúce z pohľadu základnej vedy. Teraz však už tiež vieme, ako zasiahnuť do funkcie pociťovania chladu a zastaviť bolesť zubov.*

Bolesť zubov po vystavení chladu môže vzniknúť z viacerých dôvodov, mnohí ľudia napríklad zažili intenzívnu bolesť z chladu, keď mali diery v zube z neliečeného kazu. Ale zuby sa môžu stať veľmi citlivými na chlad aj pri erózii ďasna kvôli starnutiu. Niektorí pacienti s rakovinou liečení chemoterapiou založenou na platine majú extrémnu citli-



Ilustračné foto Pixabay

vosť na chlad po celom tele. *Vánok na tvári sa potom zaznamená ako extrémna bolesť v zuboch, čo môže niektorých viesť až k zastaveniu liečby*, hovorí J. Lennerz.

Vedci objavili proteín kódovaný génom TRCP5, ktorý pôsobí ako mediátor bolesti z chladu. Práve TRCP5 prenáša chlad cez odontoblasty a vyvoláva bolesť a hypersenzitivitu na chlad. Vedci tiež identifikovali farmakologický cieľ na minimalizáciu zubnej citlivosti na chlad. Stáročia bol olej z klinčekov používaný ako liek na bolesť zubov. Aktívna zložka v oleji z klinčekov je eugenol, ktorý blokuje TRCP5. Na trhu už existujú zubné pasty obsahujúce eugenol, zistenia výskumu by však podľa J. Lennerza mohli pomôcť k ďalším aplikáciám, napríklad na pomoc pre pacientov s chemoterapiou.

Magnetizmus čiernej diery

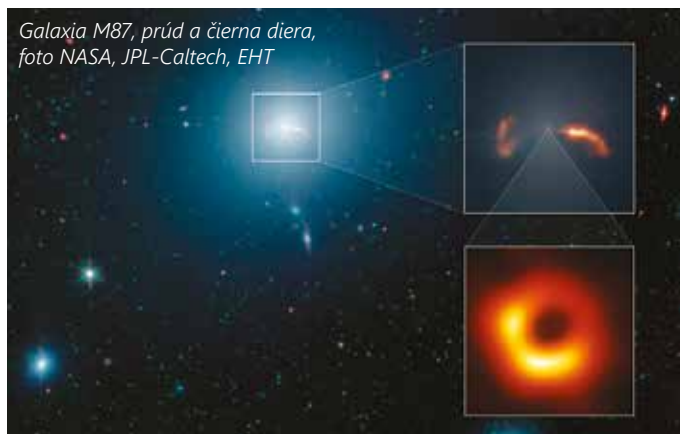
Astronómom sa po prvý raz naskytl pohľad na magnetické polia *omotané* okolo čiernej diery. Pozorovania globálnej siete synchronizovaných rádioteleskopov pod názvom Event Horizon Telescope (EHT) odhalili magnetizmus horúceho žiariaceho plynu okolo supermasívnej čiernej diery v srdci galaxie M87. Vedci to ohlásili v dvoch štúdiách publikovaných v *Astrophysical Journal Letters*.

Predpokladá sa, že tieto magnetické polia zohrávajú podstatnú úlohu v tom, ako čierna diera pohlcuje hmotu a vypúšťa silné prúdy plazmy tisíce svetelných rokov do vesmíru. Supermasívna čierna diera vnútri M87 bola prvou čiernou dierou, ktorá bola kedy odfotografovaná. Obrázok ukázal tiež čiernu dieru na pozadí akrečného disku – jasný vír superho-

rúceho plynu točiaci sa okolo temného centra čiernej diery. Fotografia bola urobená v apríli 2017 pomocou EHT.

Nová analýza používa rovnaké pozorovania, no na rozdiel od pôvodného portrétu čiernej diery nový obrázok zachytáva polarizáciu svetelných vln vypudených plynom okolo čiernej diery. Polarizácia meria orientáciu svetelnej vlny (či sa otáča hore a dole, napravo a naľavo alebo pod uhlom) a môže byť ovplyvnená magnetickým poľom miesta, z ktorého svetlo pochádza. Mapovaním polarizácie svetla okolo čiernej diery v M87 boli teda výskumníci schopní vystopovať štruktúru pôsobiacich magnetických polí. *Už desaťročia sme vedeli, že prúdy (plazmy) sú nejakým spôsobom poháňané akreáciou – naplavením na supermasívne*

čierne diery a že dovnútra sa točiaci plyn a vytekajúca plazma sú vysoko magnetizované, ale v detailoch bolo ešte vždy veľa nejasností, uviedla Eileen Meyerová, astrofyzikáčka z University of Maryland. *Štruktúra magnetického poľa plazmy v blízkosti horizontu udalostí (čiernej diery) je úplne novou informáciou.*



Galaxia M87, prúd a čierna diera, foto NASA, JPL-Caltech, EHT

Zo Science News, CERN, New Scientist, ESA, Joint Research Centre, University of Birmingham, Science Mag, EurekAlert! spracovala BP

Fyzika zemetrasení

Keby sme dokázali urobiť *chemickú* snímku vnútra Zeme, videli by sme, že vnútro Zeme je, veľmi zjednodušene, tvorené tenkou kôrou, hrubým plášťom a jadrom. Keď využijeme na snímkovanie Zeme seizmické vlny, zistíme, že plášť je tvorený tromi vrstvami tenšieho vrchného plášťa a hrubším spodným plášťom, pričom hrubšia vonkajšia časť jadra je kvapalná a menšia vnútorná tuhá. O snímke možno v jednom i druhom pohľade hovoriť preto, lebo ukazujú okamžitú štruktúru Zeme.

Keby sme mohli vnútro Zeme filmovať nepretržite, napríklad niekoľko miliónov rokov, a potom by sme si film veľmi zrýchlene premietli, videli by sme, že asi 100 km hrubá najvrchnejšia časť Zeme tvorená kôrou a časťou vrchného plášťa sa správa ako jedna vrstva. V porovnaní s ostatnou časťou plášťa sa pohybuje, a dokonca do nej môže klesať. Zjednodušene možno povedať, že táto 100 km hrubá dynamická vrstva – litosféra – neberie ohľad na chemický rozdiel medzi kôrou a vrchným plášťom. Celá je relatívne pevná, krehká a studená.

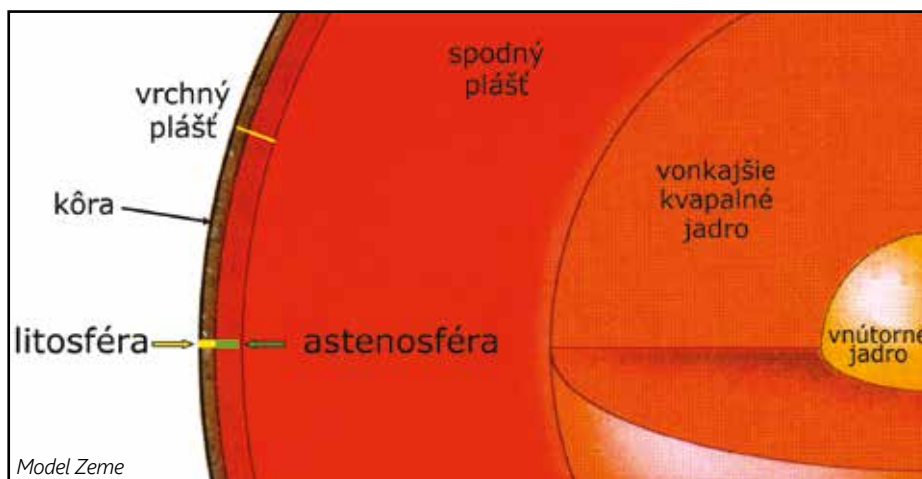
Tri rôzne pohľady do vnútra Zeme vytvárajú tri rôzne obrazy. Ešte by sme mohli pridať napríklad mineralogický obraz. Každý je pravdivý. To, ako tieto obrazy súvisia, a čo sa deje vnútri Zeme, skúma najmä fyzika Zeme (geofyzika). Fyzika jediná môže vďaka povrchovým meraniam fyzikálnych veličín, matematickým metódam a numerickému modelovaniu skúmať celý objem našej planéty. Na základe fyzikálneho modelu štruktúry Zeme a procesov v nej sa potom rozvíjajú aj iné modely, napríklad chemický či mineralogický. Sústreďme sa len na dva javy – tektonické zemetrasenie a seizmické vlny.

TUHÁ LÁTKA ALEBO VISKÓZNA KVAPALINA?

Horniny zemského vnútra sa môžu správať napríklad ako elastické látky alebo ako viskózne kvapaliny. Závisí to od veľkosti a rozloženia síl, teploty a doby pôsobenia. Horninový materiál možno charakterizovať tzv. relaxačným časom. Ak je doba pôsobenia síl dostatočne kratšia ako relaxačný čas materiálu, správa sa materiál pružne. Ak je dostatočne dlhšia, správa sa viskózne. V dôsledku konvekcie (látkového transportu) v plášti vznikajú silové pôsobenia s časovou variáciou rádovo 10^4 rokov. Pri tejto dobe sa elasticky správa už iba litosféra.

DYNAMIKA LITOSFÉRY

Litosféra nie je spojitou vrstvou: je rozbitá na približne 20 platní. Tieto platne sú



v dôsledku konvekcie v plášti vo vzájomnom pohybe. V princípe poznáme tri typy rozhrania (kontaktu) platní: divergentné (napr. stredoatlantický chrbát medzi Euroázijskou a Severoamerickou platňou), konvergentné (napr. podsúvanie Tichooceánskej platne pod Severoamerickú platňu) a transformné (napr. zlom San Andreas medzi Tichooceánskou a Severoamerickou platňou).

Keď hovoríme o zlome San Andreas v Kalifornii, Severoamerická platňa má tendenciu pohybovať sa vo vzťahu k Tichooceánskej platni rýchlosťou asi 5 až 6 cm za rok. Ide o tzv. pravostranný zlom: ak stojíme na ktorejkoľvek z dvojice platní, tá druhá sa pohybuje doprava. Jednoduchému preklzávaniu na zlome však bráni trenie.

ZEMETRASENIA NA KONTAKTOCH PLATNÍ

Okrem kontaktu na zlome sa však celé obrovské platne pohybujú. Preto sa platne deformujú a na zlome San Andreas sa hromadí tangenciálne napätie. Keď v nejakom mieste (hypocentre) dosiahne toto napätie medzi pevnosti kontaktu danú statickým trením, vznikne trhlina, t. j. časť jednej platne *odskočí* od pôvodne susediacej častice druhej platne. Táto trhlina (či sklz alebo

nespojitosť) sa potom šíri po ploche kontaktu (ploche zlomu San Andreas). Rýchlosť šírenia trhliny dosahuje väčšinou rýchlosť približne 1,75 až 2,45 km/s, v niektorých prípadoch aj vyššiu ako približne 3,5 km/s. Na porovnanie, maximálna rýchlosť u nás na diaľnici je 130 km/h, t. j. približne 0,036 km/s.

Keďže odskok v každom mieste plochy zlomu trvá relatívne krátko (rádovo 1 až 10 sekúnd), v okolí šíriacej sa trhliny sú častice krátkodobo vychyľované zo svojej pôvodnej polohy a začnú kmitať. Tento kmitavý pohyb má dostatočne krátke periódy, aby sa mohol relatívne rýchlo rozšíriť do okolia zlomu, pozdĺž ktorého sa šíri trhlinka. Zároveň má dostatočne dlhé periódy na to, aby sa mohol šíriť celým objemom Zeme. Hovoríme, že sa vnútri Zeme šíria seizmické vlny. Rýchlosť šírenia pozdĺžnych vln dosahuje v spodnom plášti viac ako 13 km/s, v žule pri povrchu Zeme približne 6 km/s. Keď seizmické vlny dosiahnu povrch Zeme, rozkmitajú ho. Ak je to dostatočne silný pohyb, cítime ho ako zemetrasenie (tak traslavý pohyb povrchu Zeme pomenovali starovekí Gréci). Tektonickým zemetrasením je však celý proces od spontánneho vzniku trhliny až po kmitavý pohyb povrchu Zeme.

Stredoatlantický chrbát je v skutočnosti tvorený postupnosťou úsekov divergentných rozhraní orientovaných pozdĺž chrbta a oddelených malými úsekmi transformných zlomov orientovaných v smere vzájomného pohybu platní. Zemetrasenia vznikajú len na týchto krátkych transformných zlomoch a sú preto relatívne slabé.

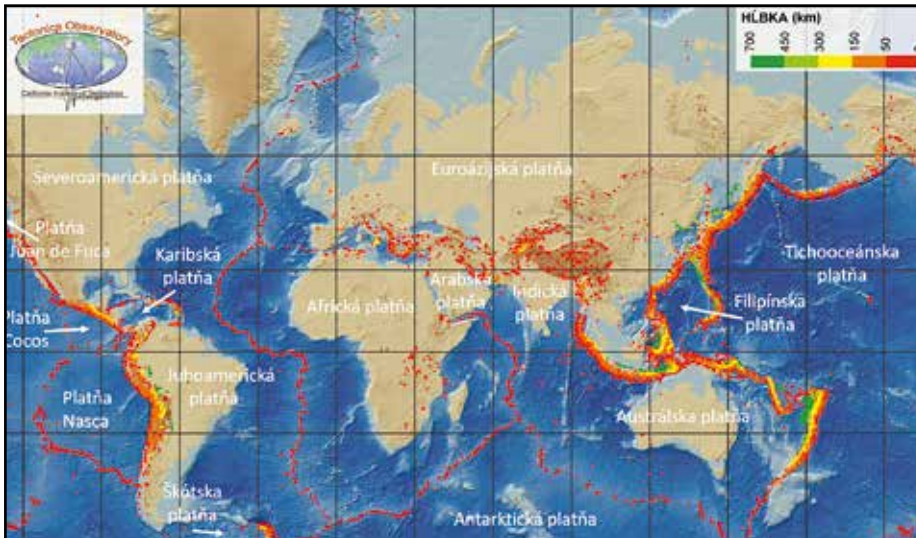
Mechanizmus vzniku zemetrasení na kontakte, pri ktorom sa jedna platňa ponára pod druhú, je geometricky trochu zložitejší ako v prípade transformného zlomu. Aj v tomto prípade však ide o vznik trhliny v mieste, kde nahromadené tangenciálne napätie dosiahne medzi pevnosti kontaktu danú statickým trením, a následné šírenie trhliny. Všetky najväčšie zaznamenané zemetrasenia vznikli práve v miestach ponárajúcich sa platní. Ak sa taký kontakt platní nachádza pod oceánom (čo je typické pre obvodové

ROČNÁ ŠTATISTIKA

Počet zemetrasení lokalizovaných svetovou sieťou seizmických staníc v jednom roku je v priemere vyše 350 000.

Momentové magnitúdo M_w	Počet zemetrasení	Celková energia uvoľnená zemetraseniami za rok v Nm	Percentuálny podiel na energii uvoľnenej za rok
≥ 8	1,1	$3\,300 \times 10^{14}$	55,9 %
7 – 7,9	18	$2\,000 \times 10^{14}$	33,2 %
6 – 6,9	120	480×10^{14}	8,0 %
5 – 5,9	800	120×10^{14}	2,0 %
4 – 4,9	6 200	33×10^{14}	0,6 %
3 – 3,9	49 000	$9,3 \times 10^{14}$	0,2 %
2 – 2,9	300 000	$2,1 \times 10^{14}$	< 0,1 %

Od roku 1501 je dokumentovaných 35 zemetrasení s odhadovaným alebo určeným momentovým magnitúdom M_w 8,5 alebo väčším.



Mapa epicentier zemetrasení s vyznačením intervalov hĺbky hypocentra a hlavných litosférických platní, ilustrácia Lisa Christiansen, Caltech Tectonics Observatory, USA, úprava autori

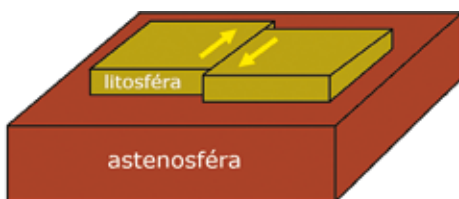
oblasti Tichého oceánu), spôsobujú tieto zemetrasenia cunami.

Z mapy epicentier zemetrasení je zrejmé, že zemetrasenia vznikajú aj v hĺbkach až do 700 km. Tieto zemetrasenia vznikajú vnútri

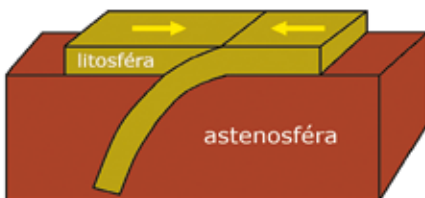
ZDROJOVÉ ZÓNY NA SLOVENSKU

Na Slovensku sa vyskytujú zemetrasenia s makroseizmickými účinkami (t. j. účinkami na ľudí, predmety, stavby a prírodu), aj mikrozemtrasenia, ktoré boli zaznamenané

TYPY ROZHRAZIA PLATNÍ



transformné rozhranie
napr.
zlom San Andreas v Kalifornii,
Severoanatolský zlom v Turecku



konvergentné rozhranie
napr.
podsúvanie Tichooceánskej platne
pod
Severoamerickú platňu
pri SV Honshu



divergentné rozhranie
napr.
stredoatlantický chrbát

ponárajúcich sa litosférických platní, ktoré si zachovávajú určitú pevnosť a krehkosť, kým nesplynú s materiálom pláštá.

ZEMETRASENIA VNÚTRI PLATNÍ

Tektonické zemetrasenia však vznikajú aj vnútri neponárajúcich sa litosférických platní, pretože sa v nich nachádzajú bloky, ktoré sú tiež vo vzájomnom pohybe. Tieto vnútroplatňové zemetrasenia sa zvyčajne pripravujú podstatne dlhšie ako zemetrasenia na kontakte litosférických platní. Preto sú často veľmi prekvapujúce. Územie Slovenska je súčasťou Euroázijskej platne a tiež má niekoľko zón so seizmoaktívnymi zlomami, na ktorých vznikajú zemetrasenia.

len seizmickými stanicami. Zhluky epicentier indikujú seizmické zdrojové zóny.

Polohy zdrojových zón súvisia s geologicko-tektonickou stavbou územia Slovenska a jeho okolia. Najvýznamnejšou oblasťou vzniku zemetrasení je kontakt Východných Álp a Západných Karpát, ktorý prechádza do oblasti kontaktu geologických jednotiek Západných Karpát so stabilnou Európskou platformou. Tomu zodpovedajú zdrojové zóny Modra-Pernek, Dobrá Voda a stredné Považie so Žilinou. Ďalej na východ sa zemetrasenia vyskytujú najmä v okolí slovensko-poľského pohraničia. V oblasti stredného Slovenska sa nachádza zdrojová zóna zahŕňajúca najmä oblasť horného Pohronia. Zo

zdrojových zón v Panónskej panve je na území Slovenska najznámejšia oblasť Komárna. Na východe Slovenska sú zemetrasenia najmä v oblasti Slanských a Vihorlatských vrchov. Všetky zemetrasenia na území Slovenska sú plytké kôrové zemetrasenia s hypocentrami v hĺbkach do 20 km.

Najlepšie, no ešte nie dostatočne preskúmanou zdrojovou zónou je Dobrá Voda. Je to vďaka tomu, že zo všetkých zón je najbližšia k lokalite jadrovej elektrárne Bohunice. O ostatných zónach toho vieme podstatne menej. Je to preto, že nie sú finančné prostriedky na dostatočný počet moderných seizmických prístrojov, a tiež aj preto, že mnohé historické zemetrasenia nie sú dobre

ZAÚJIMAVÉ VO SVETE

Najväčšie prístrojovo zaznamenané zemetrasenie – 22. 5. 1960 Valdivia, Čile, momentové magnitúdo $M_w = 9,5$, uvoľnená energia asi 100 000-krát väčšia ako v prípade atómovej bomby zhodenej na Hirošimu, porušená plocha zlomu približne 800 × 200 km, priemerná veľkosť sklzu asi 11 m

Najväčšie dokumentované zemetrasenie v Európe – 1. 11. 1755 Lisabon, Portugalsko, epicentrum asi 290 km juhozápadne od Lisabonu, odhadované momentové magnitúdo $M_w = 8,5 - 9,0$, 30 000 – 50 000 mŕtvych len v Lisabone, zničilo asi 85 % všetkých budov v Lisabone.

Dosiaľ uspokojivo nevysvetlené zemetrasenie – 19. 9. 1985 Michoacan, Mexiko, epicentrum na západnom pobreží Mexika, $M_w = 8,0$; najväčšie škody na území hlavného mesta (vo vzdialenosti približne 380 km od epicentra), kde zemetrasenie spôsobilo smrť asi až 45 000 ľudí, zranilo asi 30 000 ľudí, poškodilo alebo zničilo vyše 400 budov, nechalo viac ako 100 000 ľudí bez prístrešia a priame škody presiahli tri miliardy dolárov. Silné seizmické pohyby na území hlavného mesta sa dosiaľ nepodarilo kvantitatívne uspokojivo vysvetliť.

Zemetrasenia s najväčším počtom obetí – 23. 1. 1556 Shaanxi, Čína, odhadované momentové magnitúdo $M_w = 8,0$, zahynulo viac ako 830 000 ľudí. Od roku 856 bolo najmenej 37 zemetrasení, z ktorých každé usmrtilo viac ako 10 000 ľudí. Od roku 1556 bolo 15 zemetrasení, z ktorých každé usmrtilo viac ako 100 000 ľudí.

Zemetrasenie, ktoré spôsobilo najväčšie škody – 2011 Tohoku-Oki, Japonsko, $M_w = 9,1$, najväčšie škody boli spôsobené vyvolaným cunami, celkové škody sa odhadujú na 235 miliárd dolárov.

zdokumentované. Dokumentovanie zemetrasení možno považovať za primerané až po reformách miestnej správy počas panovania Márie Terézie a po ničivom zemetrasení v Komárne v roku 1763. Ani najdôležitejšie historické zemetrasenia nie sú dostatočne preskúmané. Ich výskum vyžaduje úzku spoluprácu seizmológov a historikov a tú sa zatiaľ nepodarilo dosiahnuť.

TRIASLO SA AJ NAŠE ÚZEMIE

V 15. storočí tvorili banské mestá na strednom Slovensku a bane na vzácne kovy v ich okolí hospodárske centrum Uhorska. Dňa 5. júna 1443 zemetrasenie s epicentrom na strednom Slovensku zničilo Banskú Štiavnicu a vážne poškodilo Kremnicu. Jeho epicentrálna intenzita bola 8° EMS-98. Účinky tohto zemetrasenia sú dosiaľ známe len pre najvýznamnejšie mestá toho obdobia, napríklad Viedeň, Krakov a Brno. Nedávnym archeologickým prieskumom bolo zdokumentované zničenie veľkej časti hradu Lupča.

Málo preskúmané je zemetrasenie zo 16. novembra 1613 pri Žiline. Zemetrasenie malo spôsobiť škody až v Bratislave. Epicentrálna intenzita mohla dosiahnuť až 8° EMS-98.

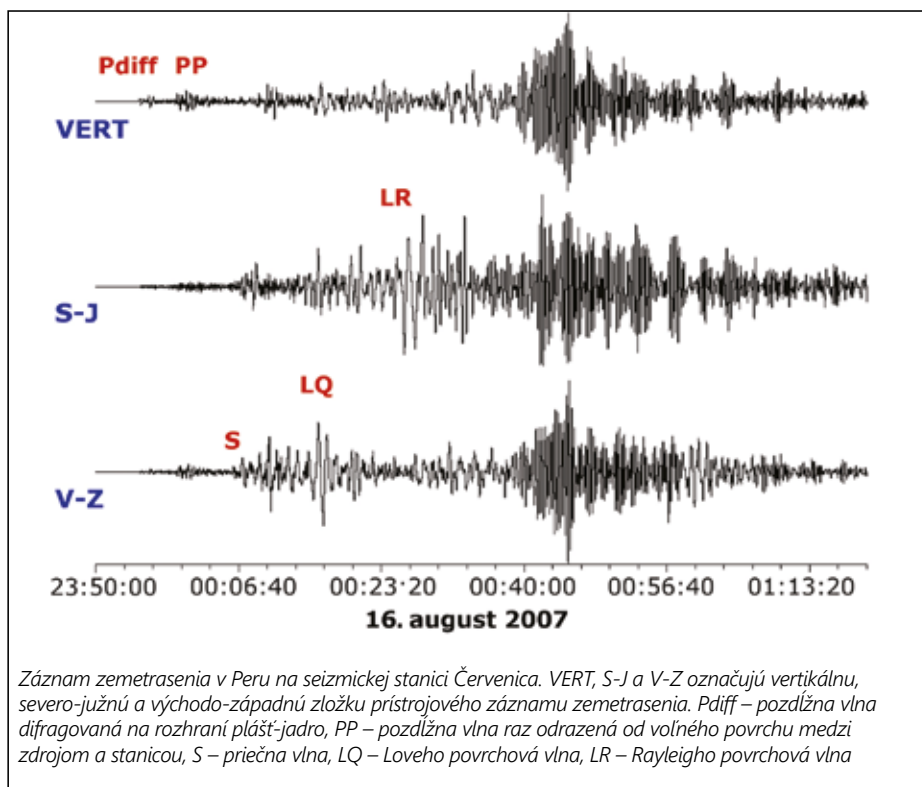
VÝNIMOČNÉ KOMÁRNO

Zemetrasenie 28. júna 1763 s epicentrálnou intenzitou 9° EMS-98 zničilo len v samotnom Komárne sedem kostolov a 279 domov. Ťažko poškodená bola aj mestská radnica. Je

ČO URČUJE VEĽKOSŤ?

Veľkosť zemetrasenia je kvantifikovaná veľičinou seizmický moment $M_0 = \mu AD$, kde μ je priemerný modul pružnosti v šmyku, A je plocha porušenej časti zlomu (plocha, na ktorú sa rozšírila trhlinka z hypocentra) a D je priemerný sklz na porušenej ploche zlomu. Fyzikálnym rozmerom je Nm. Seizmický moment mikrotrhlín v laboratórnej vzorke horniny je rádovo 10^{-2} Nm, seizmický moment zemetrasenia 22. 5. 1960 v Čile je rádovo 10^{23} Nm. Seizmológovia teda skúmajú jav, ktorého energetický rozsah je 10^{25} Nm.

Na základe seizmického momentu je definované momentové magnitúdo $M_w = 2/3(\log_{10} M_0 - 9,05)$ kvôli historickej tradícii kvantifikovania veľkosti zemetrasenia pomocou magnitúda. Momentové magnitúdo netrpí tzv. saturáciou, ktorá bola príznačná pre rôzne druhy klasických magnitúdu definovaných analogicky k pôvodnému Richterovmu magnitúdo. Saturácia znamená, že od určitej veľkosti zemetrasenia neboli klasické magnitúdo schopné rozlíšiť veľkosť zemetrasenia. To preto, lebo neboli založené na dobrej aproximácii fyziky zemetrasení.



Záznam zemetrasenia v Peru na seizmickej stanici Červenica. VERT, S-J a V-Z označujú vertikálnu, severo-južnú a východo-západnú zložku prístrojového záznamu zemetrasenia. Pdiff – pozdĺžna vlna difragovaná na rozhraní plášť-jadro, PP – pozdĺžna vlna raz odrazená od voľného povrchu medzi zdrojom a stanicou, S – priečna vlna, LQ – Loveho povrchová vlna, LR – Rayleighova povrchová vlna

to dosiaľ najväčšie zdokumentované zemetrasenie s epicentrom na území Slovenska. Z dobových dokumentov tiež vieme, že zahynulo 63 obyvateľov a 102 bolo zranených. Zemetrasenie spôsobilo paniku medzi obyvateľmi v celom meste, ľudia utekali na polia a na lode kotviace na Dunaji. Obyvatelia bývali v obave pred zrútením sa ďalších budov dočasne pod šiatrami. Škody sa odhadli na 86 000 zlatých. Rozsah katastrofy ukazuje aj to, že zemetrasenie pocítili napríklad aj v Belehrade a Lipsku, celkovo na ploche takmer 88 000 km² – to je približne 1,8-násobok rozlohy súčasného Slovenska.

Do decembra 1763 pocítili v Komárne a jeho okolí viac ako 600 slabších zemetrasení, tzv. dotrasov. Pripomeňme, že k zemetraseniu došlo len menej ako osem rokov po dosiaľ najničivejšom zemetrasení v Európe v roku 1755, ktoré zdevastovalo portugalský Lisabon a znamenalo zásadnú zmenu v skúmaní štruktúry a procesov vnútri našej planéty. O 20 rokov neskôr, 22. apríla 1783, postihlo Komárno ďalšie ničivé zemetrasenie s epicentrálnou intenzitou 7 až 8° EMS-98. Pri zemetrasení bolo poškodených približne 500 domov vrátane komárňanskej pevnosti – vojensky dôležitého objektu. Na nábřeží Dunaja sa objavili trhliny, mnoho studní stratilo vodu a objavil sa v nich piesok. O situáciu v Komárne sa zaujímal aj panovník Jozef II., ktorý mesto osobne navštívil. Ponúkol mestu, aby sa presťahovalo na pravý breh Dunaja, čo však mestská rada odmietla.

ŽILINA A MAKROSEIZMICKÝ DOTAZNÍK

Zemetrasenie 15. januára 1858 pri Žiline nebolo také veľké ako zemetrasenie pri

Komárne. Jeho epicentrálna intenzita bola 7 až 8° EMS-98. Toto zemetrasenie je však prvé na území Slovenska, ktoré bolo systematicky dokumentované vtedajšími vedcami z Uhorska, Rakúska či Pruska. O výsledkoch skúmania predložili správy Rakúskej cisárskej akadémii vied. Na dokumentovanie účinkov použili po prvý raz na našom území makroseizmický dotazník. Vďaka tomu vieme, že zemetrasenie poškodilo takmer všetky budovy v Žiline a spôsobilo škody na domoch v obciach východne od Žiliny. Otrásená oblasť bola opäť väčšia ako územie súčasného Slovenska (66 000 km²). Zemetrasenie malo širokú odozvu aj v vtedajších celoštátnych, regionálnych a lokálnych novinách. Jednu zo správ o zemetrasení poslal do *Slovenských novín* aj Jozef Miroslav Hurban.

20. STOROČIE

Rok 1906 je známy pre seizmológov vo svete najmä vďaka silnému zemetraseniu v San Franciscu. U nás však došlo 9. januára 1906 pri obci Dobrá Voda na západnom Slovensku aj k najsilnejšiemu zemetraseniu s epicentrom na území Slovenska v 20. storočí. Jeho epicentrálna intenzita bola 8° EMS-98. Spôsobilo škody v obci Dobrá Voda. Je to prvé zemetrasenie s epicentrom na území Slovenska, pre ktoré je dochovaný aj prístrojový záznam. Vypočítané magnitúdo zemetrasenia bolo 5,7. Údaje o tomto zemetrasení pomohli odvodiť empirický vzťah medzi magnitúdom a epicentrálnou intenzitou pre zemetrasenia v Západných Karpatoch.

V 20. storočí bolo na Slovensku viac ako 300 zemetrasení s makroseizmickými účinkami. Napríklad pre rok 1941 je dokumento-

vaných osem zemetrasení z oblasti Humenné-Vranov nad Topľou. Najsilnejšie z nich, z 5. júna 1941, malo epicentrálnu intenzitu 7° EMS-98. Iným príkladom série zemetrasení je rok 1967, keď sa v blízkosti Bratislavy vyskytli štyri zemetrasenia s makroseizmickými účinkami (dve v zdrojovej zóne Modra-Pernek a dve v zdrojovej zóne Dobrá Voda). To najsilnejšie z nich z 3. decembra 1967 malo epicentrálnu intenzitu 6 až 7° EMS-98 a magnitúdu 4,3.

SÚČASNOSŤ

Aj v 21. storočí sa na území Slovenska vyskytli zemetrasenia, ktoré spôsobili materiálne škody, aj keď len mierne. Takým je napríklad zemetrasenie 20. mája 2003 s epicentrom vo Vihorlatských vrchoch v blízkosti Zemplínskej šíravy. Zemetrasenie malo epicentrálnu intenzitu 6 až 7° EMS-98 a jeho lokálne magnitúdo bolo 3,7. Zemetrasenie spôsobilo paniku medzi obyvateľmi obcí v blízkosti epicentra. Materiálne škody spôsobilo v niektorých obciach, v obci Jasenov napríklad poškodilo miestny kostol. Po tomto zemetrasení bola v regióne východného Slovenska vybudovaná lokálna sieť šiestich seizmických staníc, ktorú prevádzkuje Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského (FMFI UK) v Bratislave.

Priemerne je v súčasnosti na Slovensku zaznamenaných 3 až 5 zemetrasení s makroseizmickými účinkami za rok. No siete seizmických staníc na území Slovenska – národná sieť, lokálne siete v okolí jadrových elektrární Bohunice a Mochovca a lokálna sieť seizmických staníc na východnom Slovensku – zaznamenajú v priemere 80 zemetrasení (väčšinou mikrozemtrasení) s epicentrom na území Slovenska. Lokalizácia týchto zemetrasení prispieva k poznaniu tektonického vývoja územia Slovenska.

Bežný človek, ktorý žije dlhodobo na jednom mieste, môže za svoj život pocítiť na

MAKROSEIZMICKÁ INTENZITA

Účinky zemetrasení na ľudí, predmety, stavby a prírodu sú pre každú lokalitu, kde boli účinky zemetrasenia pozorované, kvantifikované pomocou makroseizmickej intenzity. Makroseizmická intenzita je určovaná v stupňoch makroseizmickej stupnice. Každý intenzitný stupeň je charakterizovaný súborom príznakov. Makroseizmická intenzita v mieste epicentra zemetrasenia sa nazýva epicentrálna intenzita. Na rozdiel od magnitúda, ktoré je vypočítané z prístrojových záznamov seizmického pohybu, makroseizmická intenzita sa určuje analýzou makroseizmických dotazníkov.

V Európe je najpoužívanejšou makroseizmickou stupnicou Európska makroseizmická stupnica (EMS-98). Staršími, ale doteraz používanými sú Mercalliho-Cancaniho-Siebergova stupnica (MCS), Modifikovaná Mercalliho stupnica (MMI) a Medvedevova-Sponheuerova-Kárnikova stupnica (MSK-64). Tieto makroseizmické stupnice majú 12 stupňov a vzhľadom na spoločný historický vývoj sa nazývajú Mercalliho rodina stupníc. Odlíšujú sa mierou podrobnosti popisu účinkov zemetrasenia na ľudí a predmety, spôsobom štatistického vyhodnocovania makroseizmických pozorovaní, ako aj klasifikáciou budov podľa zraniteľnosti a rozsahu škôd.

Odlíšny historický vývoj seizmológie v rozličných krajinách sveta mal za následok, že v Japonsku sa používa makroseizmická stupnica Japonskej meteorologickej agentúry (JMA), ktorá má aktuálne 10 stupňov (v minulosti mala len sedem stupňov). Aj spôsob určovania intenzitných stupňov je odlišný, hodnoty intenzity sa určujú najmä na základe nameranej hodnoty maximálneho (špičkového) zrýchlenia na lokalite.

Slovensku zemetrasenia z viacerých zdrojových zón a nielen z tých na Slovensku. Napríklad obyvatelia Bratislavy pocítili nielen zemetrasenia z oblasti Modra-Pernek či Dobrá Voda, ale aj z oblasti Východných Álp v Rakúsku či dokonca z oblasti Friuli v Taliansku (zemetrasenie 6. mája 1976). Mnohé silné zemetrasenia s epicentrom mimo územia Slovenska môžu cítiť obyvatelia veľkej časti Slovenska. Takým bolo aj nedávne zemetrasenie v Chorvátsku. Koncom marca tohto roku bolo južne od Viedne zemetrasenie s magnitúdom 4,7, ktoré zaznamenala národná sieť seizmických staníc, aj obyvatelia Bratislavy.

SLOVENSKÍ SEIZMOLÓGOVIA

Seizmológovia študujú fyziku Zeme na FMFI UK v Bratislave. Fyzika Zeme je spoločným magisterským programom Uni-

verzity Komenského a Univerzity Viedeň. Vyučuje sa v angličtine, pričom úspešní študenti získajú diplom obidvoch univerzít.

Seizmológovia môžu po skončení pracovať na FMFI UK, v Ústave vied o Zemi SAV, v iných ústavoch zameraných na skúmanie Zeme a tiež v spoločnostiach realizujúcich geofyzikálny, geologický a environmentálny výskum a prieskum. Absolventi sa však dobre uplatňujú aj v softvérových firmách, poisťovniach a zaisťovaciach spoločnostiach.

Prvoradou povinnosťou slovenskej seizmológie je monitorovať a analyzovať zemetrasenia na Slovensku a analyzovať seizmické ohrozenie jednak celého územia, jednak dôležitých lokalít, ku ktorým patria najmä lokality jadrových elektrární a husto osídlené miesta.

Vedecky najvýznamnejšou oblasťou na špičkovej medzinárodnej úrovni je výpočtová seizmológia. Špičkový tím SAV, UK a Akreditačnej komisie (Peter Moczo, Jozef Kristek, Miriam Kristeková a Martin Gális) a mladší kolegovia rozvíjajú metódy numerického modelovania seizmických vln a seizmického pohybu v zameraní na anomálne vlnové polia, ktoré sú zodpovedné za najväčšie škody počas zemetrasení.

Text a ilustrácie

prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.,

akademik Učenej spoločnosti Slovenska

RNDr. Peter Labák, PhD.

RNDr. Róbert Kysel, PhD.

doc. Mgr. Jozef Kristek, PhD.

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK
v Bratislave

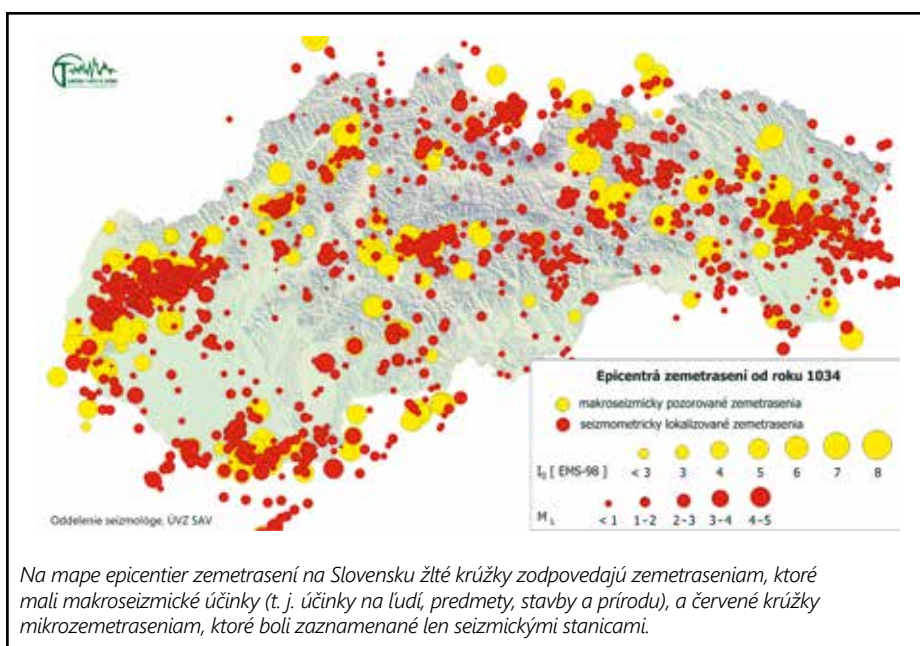
Ústav vied o Zemi SAV

Viac informácií nájdete na:

www.nuquake.eu,

www.seismology.sk, www.zemetrasenia.sk,

www.cambridge.org/Moczo.



Na mape epicentier zemetrasení na Slovensku žlté krúžky zodpovedajú zemetraseniam, ktoré mali makroseizmické účinky (t. j. účinky na ľudí, predmety, stavby a prírodu), a červené krúžky mikrozemtraseniam, ktoré boli zaznamenané len seizmickými stanicami.



Umelecké znázornenie očakávaného povrchu novoobjavenej horúcej superzeme Gliese 486 b, kredit RenderArea

OKNO k exoplanétam

Novoobjavená blízka exoplanéta z kategórie superzemí umožní vyladiť metodiku skúmania atmosfér týchto telies.

Planéty iných žiariacich hviezd než Slnko, čiže mimoslnčné planéty, respektíve exoplanéty, sú realitou od polovice 90. rokov minulého storočia. V čase písania tohto článku príslušná štatistika zahŕňala (iba približne, pretože objavy neustále pribúdajú) 4 375 potvrdených exoplanét v sústavách 3 247 hviezd, pričom ďalších 5 856 kandidátskych planetárnych telies čakalo na potvrdenie. Záver je očividný: planéty sú prinajmenšom v prípade hviezd našej Mliečnej cesty skôr pravidlom ako výnimkou. Mnohé masívne obieľajú príliš rýchlo a príliš

blízko materských hviezd, takže sú z nášho pohľadu príliš horúce, tzv. horúce Jupitery, iné zasa príliš chladné. Množstvo z nich je však zemského typu alebo patria do kategórie *superzemí* – majú násobok hmotnosti a rozmerov Zeme, no menšie hodnoty týchto parametrov, než aké majú Urán a Neptún v našej slnečnej sústave. Niektoré také telesá podobné Zemi dokonca obieľajú svoje materské hviezd v tzv. obývateľnej zóne, kde by očakávané teplotné pomery na ich povrchu mali dlhodobo pripúšťať kvapalnú vodu.

NOVÉ GENERÁCIE PRÍSTROJOV

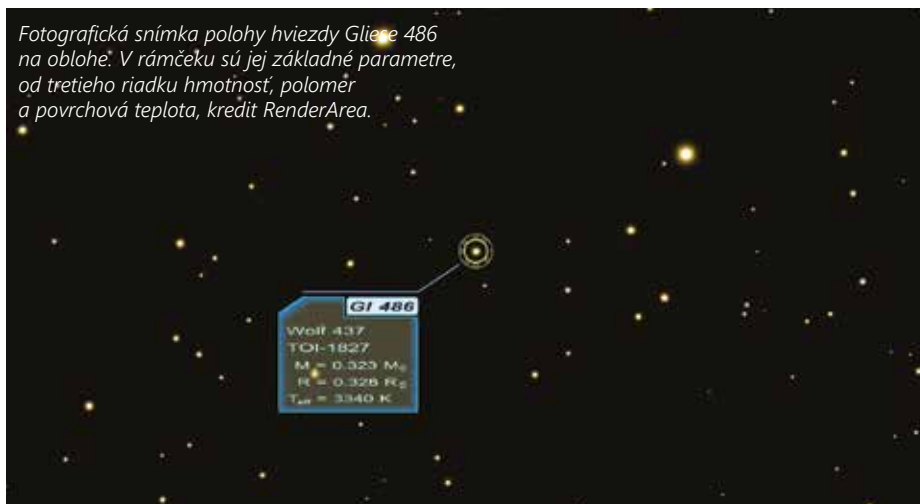
Exoplanét už teda poznáme množstvo. Kvalifikované extrapolácie ich počtu hovoria o desiatkach a stovkách miliárd len v Mliečnej ceste. Z toho veľká časť bude zemského typu (aspoň hlavnými parametrami), lebo také telesá sú v súčasnej vzorke zastúpené menej. Príčina je jasná – menšie a menej svietivé telesá sa ťažšie objavujú. Hviezdy s exoplanétami sú od nás predsa len veľmi ďaleko. Chystaná nová generácia astronomických pozorovacích prístrojov na zemskom povrchu (ako je obrovský európsky ďalekohľad ELT v Čile) či v kozme blízko Zeme (napríklad Webbov kozmický ďalekohľad NASA) sľubujú výrazné pokroky aj v tejto sfére.

Naozaj prelomové poznatky o exoplanétach však zrejme prinesie až nasledujúca generácia prístrojov vo voľnom kozmickom priestore alebo na Mesiaci (optimálne na jeho odvrátenej strane), kde pozorovania minimálne narušujú faktory miestneho prostredia. Aj tak sa však pozornosť spočiatku sústredí na najbližšie, a teda najľahšie pozorovateľné telesá. Trend budúceho postupu, najmä v astrobiologickom kontexte hľadanie a poznanie mimozemského života, je daný: od samotného objavovania už treba prejsť k podrobnému výskumu.

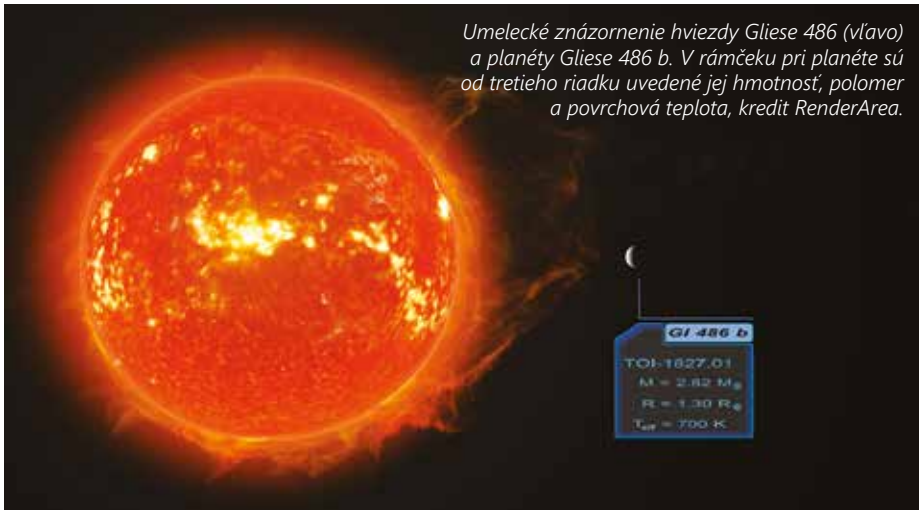
DARČEK ZO SÚHVEZDIA PANNY

Špecialistov z tohto vedného odboru preto značne potešil nedávny objav superzeme

Fotografická snímka polohy hviezdy Gliese 486 na oblohe. V rámečku sú jej základné parametre, od tretieho riadku hmotnosť, polomer a povrchová teplota, kredit RenderArea.



Umelecké znázornenie hviezdy Gliese 486 (vľavo) a planéty Gliese 486 b. V rámečku pri planéte sú od tretieho riadku uvedené jej hmotnosť, polomer a povrchová teplota, kredit RenderArea.



pri pomerne blízkej hviezde Gliese 486 alias Wolf 437, nachádzajúcej sa približne 26 svetelných rokov od Slnka. Na oblohe sa nám premieta do súhvezdia Panny. Ide o červenú trpasličiu hviezdu hlavnej postupnosti so stabilným termojadrovým spaľovaním vodíka v strede. Má približne tretinovú hmotnosť a polomer a stotinovú svietivosť v porovnaní so Slnkom, ako aj podobné zastúpenie ťažších prvkov. Jej povrchová teplota dosahuje 3 340 kelvinov a napriek očakávaniu sa na nej nepotvrdil výskyt silnejších erupcií. Rotuje veľmi pomaly a očividne je dosť stará. Novoobjavená planéta dostala označenie Gliese 486 b. Materskú hviezdu obieha v nevelkej vzdialenosti. Výsledkom je vysoká povrchová teplota 430 stupňov Celzia. Tá sa blíži teplote na povrchu Venuše a nevyhovuje životu, ako ho poznáme. Aj povrchová ťažba je tam o 70 percent silnejšia ako na Zemi. Takéto usporiadanie však vedcom pomôže lepšie skúmať detaily prípadnej zvyškovej atmosféry a celkovo obývateľnosť superzemí.

SEN ASTRONÓMOV

Gliese 486 b objavil 69-členný medzinárodný tím astronómov na čele s Trifonom Trifonovom z nemeckého Max Planck Institute for Astronomy v Heidelbergu. Podarilo sa im to vcelku nevelkým ďalekohľadom s priemerom objektívu 1,52 m observatória Teide na Kanárskych ostrovoch (Španielsko) na základe údajov získaných satelitom NASA TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite). Objav uverejnili v časopise *Science*.

Gliese 486 b má približne 2,8 hmotnosti Zeme a je iba o asi 30 percent väčšia ako naša planéta. Vnútorou stavbou aj zložením by sa tak mala podobat Venuši a Zemi, ktoré majú kovové jadro. Planéta obieha Gliese 486 po kruhovej dráhe vo vzdialenosti iba 2,5 milióna kilometrov. Jeden obchod jej trvá 1,5 dňa. Napriek vysokej povrchovej teplote si však podľa všetkého zachovala aspoň časť pôvodnej atmosféry. (V tomto kontexte nemožno zabúdať, že Gliese 486 je vcelku chladná, málo svietivá a zrejme erupzívne



Umelecká predstava atmosféry a povrchu planéty Gliese 486 b pri pohľade z vonkajšieho kozmu, kredit RenderArea

neaktívna hviezda.) O takomto druhu exoplanéty sme snívali desaťročia. Roky vieme, že horninové superzeme musia existovať aj pri blízkyh hviezdach, až donedávna sme ale nemali dost' citlivé detektory na ich objav, povedal člen tímu Benjamin Montet z University of New South Wales v austrálskom Sydney.

VÝNIMOČNÁ SUPERZEM

Hoci vo všeobecnosti nie sú superzeme až také vzácné, Gliese 486 b medzi nimi vyniká dvomi vlastnosťami. Prvou je spomenu-

tá vysoká povrchová teplota. Jej zvyškovú atmosféru totiž takpovediac nafukuje, čo uľahčuje výskum. Druhou je skutočnosť, že v tomto prípade máme do činenia s tzv. tranzitujúcou exoplanétou, čiže telesom, ktoré z nášho pohľadu opakovane prechádza pred kotúčom materskej hviezdy, čo tiež uľahčuje pozorovania.

Červené trpaslíky ako Gliese 486 predstavujú asi 70 percent všetkých hviezd v Mliečnej ceste. Výskyt horninových planét je pri nich oveľa pravdepodobnejší ako pri hviezdach slnečného typu. To je astrobiologicky sľubné. Na druhej strane červené trpaslíky mávajú opakovane silné erupcie, čo by zalievalo atmosféry a povrchy blízko obiehajúcich planét obrovskými dávkami žiarenia.

K dispozícii sú už pozorovania atmosfér viacerých exoplanét. Pri horninových exoplanétach však stále neposkytujú dostatočné podrobnosti a presnosť. Vedci sa preto pri výskume atmosfér takých planét iných hviezd zväčša uchylujú k počítačovému modelovaniu. Gliese 486 b im teraz konečne poskytne reálne testovacie miesto pre tieto modely. Hoci na jej horúcom suchom povrchu zrejme existujú aj prúdy roztavenej lávy, podľa všetkého má riedku atmosféru (na rozdiel od hustej atmosféry podobne horúcej Venuše). Navyše rotuje rovnako rýchlo ako obieha materskú hviezdu, takže je k nej privrátaná stále tou istou polovicou povrchu. Na odvrátenej strane môže byť teplota nižšia, hoci atmosféra určite rozvádza teplo z privrátenej strany aj na ňu. Objav Gliese 486 b bol zásahom šťasteny. Keby bola o sto stupňov horúcejšia, celý jej povrch by tvorila láva a atmosféru vyparená hornina. A keby bola o sto stupňov chladnejšia, nehodila by sa zasa na detailné doplnkové pozorovania, konštatoval člen tímu José Antonio Caballero z Astrobiology Centre v španielskom Madride.

Zdeněk Urban



Umelecká predstava krajiny na povrchu planéty Gliese 486 b. Možno v nej očakávať prúdy tečúcej lávy, kredit RenderArea.



Ilustračné foto Fotky&Foto/Rost9

Stavebnica ŽIVOTA

Bunkové inžinierstvo je oblasť výskumu, ktorá nás môže do viesť k novej ére v medicíne, ale napríklad aj v oblasti výpočtovej techniky. Podľa vedcov je možné predstaviť si, ako raz budú vnútri našich tiel syntetické bunky monitorovať náš zdravotný stav a v prípade potreby začnú liečbu. Alebo to budú počítače vytvorené z mikroskopickej syntetickej živej hmoty.

Pred piatimi rokmi sa vedcom pracujúcim v oblasti génového a bunkového inžinierstva podarilo vytvoriť syntetickú bunku s minimálnym počtom génov, ktorá bola schopná samostatne sa deliť. Problém bol však v tom, že táto *minimálna bunka* nebola schopná deliť sa na dve rovnaké časti. Zdá sa, že tento problém bol teraz odstránený vrátením niektorých pôvodných génov do hry. Nejde tu pritom len o jednu umelo vytvorenú bunku, ale o ďalší krok k pochopeniu základných stavebných prvkov živej hmoty a života samotného.

REVERZNÉ INŽINIERSTVO

Zatiaľ čo napríklad baktéria *Escherichia coli*, ktorá je súčasťou nášho črevného prostredia, má približne 4 000 génov a bežná ľudská bunka má asi 30 000 génov, bunka označená ako JCVI-syn3.0, vytvorená v roku 2016 z baktérie *Mycoplasma genitalium*, obsahovala iba 473 génov. Až na takúto úroveň sa vedcom postupne podarilo zjednodušovať genetickú výbavu bunky tak, aby pritom ešte zostali zachované jej základné schopnosti deliť sa a rozmnožovať. Vedci sa týmto spôsobom chceli naučiť rozlišovať, ktoré gény sú pre

prežitie bunky zásadné a ktoré sú v tomto ohľade nadbytočné.

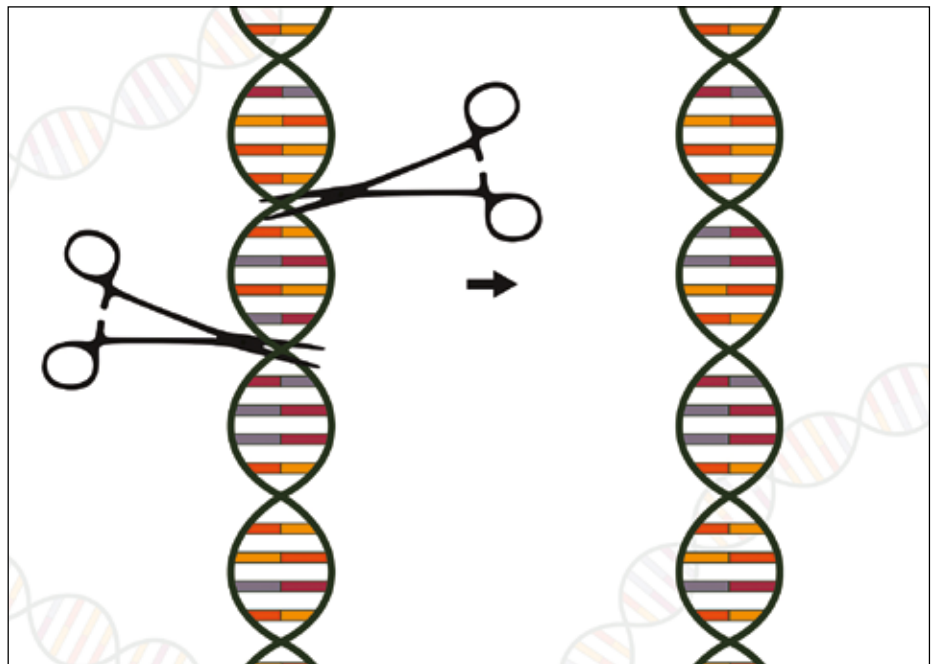
Problém bol však v tom, že hoci bunka JCVI-syn3.0, ktorú vytvorili vedci z Inštitútu Johna Craiga Ventera (JCVI), dokázala bez problémov vytvárať proteíny a replikovať svoju DNA, nedokázala sa deliť na dve rovnaké guľové časti. Namiesto toho sa delila náhodne a vytvárala dcérske bunky rôznych tvarov a veľkostí. Vedci sa preto rozhodli pre reverzné genetické inžinierstvo: vrátiť niektoré z odňatých pôvodných génov naspäť do základnej bunky, aby obnovili jej schopnosť správneho delenia. Zdá sa, že po rokoch pokusov napokon uspeli.

Tímu bunkových inžinierov z amerického Národného inštitútu štandardov a technológií (NIST) pod vedením Elizabeth Strychalskej sa v spolupráci s JCVI a Massachusettským technologickým inštitútom (MIT) podarilo vytvoriť jednobunkový umelý organizmus JCVI-syn3A. Ich bunka obsahuje 492 génov, pričom sedem z tých 19 *vrátených* génov (v porovnaní so 473 génmi v bunke JCVI-syn3.0) bolo napokon identifikovaných ako kriticky dôležitých pre normálne bunkové delenie.

GÉNY SPRÁVNEHO DELENIA

Ako autori výskumu uviedli v marci tohto roku v článku pre časopis *Cell* (Bunka), dva zo spomínaných siedmich génov označovaných ako *ftsZ* a *sepF* boli známe ako faktory delenia buniek už predtým. Ďalším bola hydroláza neznámeho substrátu a zvyšné štyri boli gény kódujúce proteíny bunkovej membrány s neznámou funkciou. Súbor týchto siedmich génov je potrebný na zopakovanie zodpovedajúceho bunkového fenotypu. Takýto výsledok výskumu podľa autorov potvrdzuje polygénovú povahu procesu delenia buniek aj v prípade genomicky minimálnych buniek. *Niektoré z génov minimálnej bunky ešte vždy nemajú nám známu funkciu*, pripomenul pre magazín *Live Science* člen tímu za MIT James Pelletier. *Ukázalo sa však, že sú rozhodujúce práve pre proces delenia bunky*, dodal J. Pelletier s tým, že až po vrátení týchto génov späť do bunky sa začala bunka deliť na dokonale rovnaké časti.

Niektoré z týchto dôležitých génov podľa neho pravdepodobne interagujú s bunkovou membránou na základe genetických sekvencií. Mohlo by to znamenať, že tieto gény menia fyzikálne vlastnosti membrány a robia ju dostatočne tvárnou na to, aby sa mohla správ-



pických tovární na výrobu liečiv, ktoré by boli tvorené podobnými syntetickými bunkami. Pochopiteľne, takéto predstavy sú hudbou dost' vzdialenej budúcnosti. Už na základe doterajších výsledkov výskumu sa však napríklad v spomínanom NIST výskumníci zaobe-

STAVEBNÉ KAMENE

Vedci z JCVI zostrojili prvú bunku so syntetickým genómom v roku 2010. Nevybudovali ju úplne z ničoho. Začali s bunkami veľmi jednoduchého typu baktérií nazývaných *mycoplasma*. Zničili v ich bunkách DNA a nahradili ju reťazcom DNA, ktorý bol navrhnutý počítačom a syntetizovaný v laboratóriu. Vytvorili tak prvý organizmus v histórii života na Zemi, ktorý mal úplne syntetický genóm. Bola to bunka JCVI-syn1.0, predchodca ďalších *prototypov*, ktoré boli výsledkami úsilia vedcov odoberať tomuto základnému organizmu genetické komponenty až na nevyhnutné minimum. Bunka JCVI-syn3.0 z roku 2016 sa ukázala až príliš minimalistickou, zatiaľ čo súčasná JCVI-syn3A zatiaľ vyhovuje.

Na to, aby sme raz mohli naplánovať a postaviť takú bunku, ktorá bude robiť presne to, čo od nej budeme očakávať, budeme však musieť mať najprv kompletný zoznam základných stavebných častí a vedieť, ako ich treba skladať dohromady. Zatiaľ čo jedna časť vedcov pokračuje vo výskume minimálnych buniek, ďalší pracujú s ešte jednoduchšími systémami. Podľa E. Strychalskej sa syntetická biológia v súčasnosti pohybuje v oblasti celého spektra, od *polievky z neživých chemikálií až po plnú slávu buniek cicavcov alebo bakteriálnych buniek*. Budúcnosť nás na tomto poli môže zaviesť hoci až k záračným vynálezom typu počítačov vo veľkosti jednotlivých buniek, zatiaľ však výskum poháňa skôr túžba zistiť, ako sa skladajú základné stavebné diely života dohromady a čo nám to môže vypovedať o nás samotných. *Chceme pochopiť základné pravidlá dizajnu života*, cituje NIST na svojej stránke E. Strychalskú. *Ak nám táto bunka (JCVI-syn3A) pomôže tieto pravidlá objaviť a pochopiť, znamená to, že sme sa pohli z miesta.*



ne deliť, alebo že vnútri membrány vytvárajú iné podnety na jej delenie. Vedci však ešte nevedia, akými špecifickými mechanizmami tieto gény pri delení bunky vlastne pomáhajú. *Naša štúdia nebola zameraná na zistovanie presných mechanizmov vnútri bunky asociovaných s každým z týchto génov s neznámou funkciou*, uviedla E. Strychalská. *To bude musieť byť predmetom ďalšieho výskumu.*

MEDICÍNA AJ PALIVÁ

Vedci sa usilujú vyvíjať syntetické jednobunkové organizmy, ktoré by sa delili a rozmnožovali presne ako *naozajstné*, ako potenciálnych budúcich pomocníkov vedy a medicíny. Už teraz si dokážu na základe takéhoto výskumu predstaviť napríklad stavbu akýchsi miniatúrnych počítačov alebo existenciu mikrosko-

rajú plánom vytvoriť živé senzory na bunkovej úrovni. Tie by mohli merať rôzne parametre okolitého prostredia a monitorovať kyslosť, teplotu či úroveň kyslíka.

Takéto senzory by neskôr našli uplatnenie vo farmakológii pri produkovani liečivých látok a potenciálne by mohli byť umiestnené aj priamo v ľudskom tele. Vo chvíli, keď by taká bunka zistila vo svojom okolí chorobný stav, mohla by začať pôsobiť terapeuticky a po zmene zdravotného stavu (odznení choroby) sa prípadne aj samočinne *vypnúť*. Iné typy syntetických minimalistických buniek by podľa vedcov mohli byť kultivované a skladané v laboratóriách a používané pri produkcii potravín alebo hoci aj palív, zatiaľ čo celkom iný typ by mohol byť schopný vykonávať výpočtové operácie na molekulárnej úrovni.

R

Foto Pixabay

M. Musilová robí výskum v teréne v okolí Mars Desert Research Station v americkom štáte Utah počas svojej druhej simulovanej misie (na tejto stanici zrealizovala aj prvý víťazný projekt súťaže Misia Mars 1).



Simulované misie

Slovenská astrobiologička a riaditeľka simulovaných misií na Havaji Michaela Musilová sa môže pochváliť jedinečným rekordom. Má 32 rokov a za sebou už takmer tridsať simulovaných marťanských a mesačných misií.

Do polovice apríla viedla M. Musilová simulované misie na výskumnej vesmírnej stanici HI-SEAS (Hawaii Space Exploration Analog and Simulation) na Havaji. Podľa nej však budú najnáročnejšie nadchádzajúce misie v spolupráci s NASA a viacerými americkými firmami, ktoré bude viesť ako vedúca riadiaceho strediska mimo výskumnej stanice. Ide o sériu štyroch misií, pričom každá bude trvať približne jeden mesiac.

POZEMSKÉ VESMÍRNE STANICE

Marťanské výskumné stanice (habitaty) sú roztrúsené po celom svete. Zaberajú odľahlé miesta ďaleko od civilizácie, v suchom, chladnom a nehostinnom prostredí pripomínajúcom marťanské podmienky.

Stanica, ktorú vlastní Mars Society, leží v púštnej oblasti 11 kilometrov od mestečka Hanksville v americkom štáte Utah, asi šesť hodín cesty autom z Las Vegas. Tvoria ju dvojposchodová valcová budova s priemerom osem metrov, v ktorej môže byť naraz sedem členov posádky. Misie sa tu konajú od roku 2001.

Mars Society vlastní tiež stanicu Flashline Mars Arctic Research Station (FMARS), ktorá sa nachádza na najväčšom neobývanom ostrove na svete, Devon Island, v kanadskej provincii Nunavut. Misie tu prebiehali od roku 2001 do 2017.

Stanica HI-SEAS sa nachádza v nadmorskej výške 2 500 metrov na svahoch najväčšej činnnej sopky sveta Mauna Loa na ostrove Havaj. Stojí v lávovom teréne uprostred ničoho, 1 500 metrov od vrcholu sopky. Prvé misie sa tam



M. Musilová realizuje víťazný projekt študentiek z devianskeho gymnázia na stanici Mars Desert Research Station v americkom Utahu.

začali v roku 2013, trvajú od štyroch do dvanástich mesiacov. Stanica je v porovnaní s tou v Utahu viac technicky vybavená, je o niečo väčšia, v priemere má 12 metrov.

EXPERIMENTY AJ VZŤAHY

M. Musilová absolvovala prvú simulovanú marťanskú misiu ako členka britskej posádky. Vybrali ju spomedzi uchádzačov z celej Británie a porotu zaujala vedeckými experimentmi, ktoré počas misie na stanici Mars Desert Research Station (MDRS) aj zrealizovala. V simulovaných marťanských podmienkach zisťovala, či by extrémofily z ľadových prostredí dokázali zúrodnit pôdu aj na Marse a či sa v simulovaných marťanských podmienkach správajú

inak ako v prirodzenom prostredí. V laboratóriu potom skúmala, aké plyny tieto organizmy žijúce v extrémnych podmienkach vylučujú. Zároveň zisťovala, ako rýchlo a intenzívne sa do okolia dokážu rozšíriť ľudské mikróby.

Začiatkom roku 2019 realizovala na jednej z misií aj víťazný projekt druhého ročníka súťaže Misie Mars, v ktorom uspeli gymnazisti zo Skalice s experimentom využitia ľudských vlasov a ochlpenia ako hnojiva na pestovanie rastlín počas vesmírnych misií. Projekt doteraz úspešne využívajú a zaznamenal veľký ohlas na medzinárodných vesmírnych portáloch.

Na misiách sú okrem výskumu veľmi dôležité vzťahy, preto je zloženie posádky pre úspech misie kľúčové. Ak nefungujú vzťahy, nefunguje nič. Konflikty odvádzajú pozornosť od realizácie vedeckých projektov. Preto sa misia pod záštitou NASA a Havajskej univerzity okrem vedeckého výskumu zameriavala aj na medziľudské vzťahy a riešenie konfliktov. Zo vzoriek vlasov sa skúmala úroveň stresu. Posádka nosila na tele monitorovacie prístroje a na krku počítač, ktorý meral vzdialenosť a vyhodnocoval intenzitu hlasu a spôsob komunikácie medzi členmi posádky navzájom.

ĎALŠIE PROJEKTY

Misia Arctic Mars Analog Svalbard Expedition (AMASE) sa konala na Špicbergoch v Severnom ľadovom oceáne. Financovalo ju Nórske vesmírne centrum, Európska vesmírna agentúra ESA a NASA.

Ďalšou z popredných inštitúcií organizujúcich marťanské misie je Austrian Space Forum. V roku 2018 uskutočnila v spolupráci s Ománom mesačnú misiu pod názvom AMADEE-18. Výcvik na ňu absolvovala v rakúskom Innsbrucku v Mission Support Center aj Katarína Molnárová, členka Slovenskej organizácie pre vesmírne aktivity. Dohľadala na realizáciu experimentov členov posádky v oblasti astrobiológie či geológie.

D-MARS (Desert Mars Analog Ramon Station) je simulovaná misia v kráteri Makhtesh Ramon v izraelskej púšti Negev. Členovia posádky sa preto nazývajú *ramonauti*. Od začiatku roka 2018 sa tam uskutočnilo niekoľko misií, počas ktorých šesťčlenná posádka realizovala experimenty týkajúce sa štúdií pôdy, mikrobiálnych štúdií, poľnohospodárstva či zásobovania vodou.

Okrem spomínaných simulovaných misií v Kanade a amerických štátoch Utah a Havaj sú známe aj ďalšie. MARS-500 bola najdlhšou doteraz realizovanou misiou, ktorú v rokoch 2010 až 2011 uskutočnili Rusko, ESA a Čína. Šesťčlenná posádka absolvovala 520-dňový experiment v modeli kozmickej lode. S vonkajším svetom mala obmedzenú komunikáciu. Tá zároveň prebiehala s 25-minútovým časovým oneskorením ako medzi Marsom a Zemou. Experiment priniesol dôležité údaje o účinkoch dlhodobej izolácie.

R

Foto archív Michaely Musilovej

Štart rakety Sojuz-2.1a 22. marca 2021



Predvoj VESMÍRNEJ FLOTILY

Dňa 22. marca 2021 odštartovala na obežnú dráhu slovenská družica GRBA α zostavená medzinárodným tímom, ktorá môže vyšliapať cestu k flotile CubeSatov určených na pozorovanie zábleskov gama žiarenia. O tom, aké sú jej ciele a prečo sú gama záblesky pre vedcov dôležité, sme sa rozprávali s astrofyzikom a vedeckým koordinátorom misie Norbertom Wernerom z Masarykovej univerzity v Brne.



Družica GRBA α . Detektor zábleskov gama žiarenia tvorí vrchnú stranu kocky.

Čo znamená označenie GRBA α ?

GRB je skratkou anglického výrazu *gamma-ray burst*, teda záblesk gama žiarenia a *Alpha* označuje to, že je to prvá družica určená na pozorovanie gama zábleskov. Ide o štandardizovaný nanosatelit typu 1U CubeSat, teda kocku s rozmermi $10 \times 10 \times 10$ cm.

Čo sú záblesky gama žiarenia?

Záblesky gama žiarenia boli objavené koncom 60. rokov americkými vojenskými družicami Vela, ktorých cieľom bolo monitorovať dodržiavanie zákazu pokusných jadrových



Foto Radek Míča, Universitas

Norbert Werner je astrofyzik a vedúci výskumnej skupiny astrofyziky vysokých energií na Ústave teoretickej fyziky a astrofyziky Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne. Pomocou vesmírnych ďalekohľadov študuje tie najhorúcejšie miesta a najenergetickejšie javy vo vesmíre. Podieľal sa na objavoch horúceho plynu a tmavej hmoty vo vlákne spájajúcom kopy galaxií. Venuje sa výskumu vplyvu obrích čiernych dier na vývoj galaxií a využitiu nanosatelitov v astrofyzike. V rokoch 2008 až 2016 pracoval na Stanfordskej univerzite a pomáhal s prípravou vedeckého programu japonskej družice Hitomi. Podieľal sa na publikácii vyše 130 článkov s viac ako 5 300 citáciami. Nedávno mu bola udelená prestížna cena Ignaza

L. Liebena (jedna z najstarších cien udeľovaná za vedecký výskum Rakúskou akadémiou vied) za prínos k röntgenovej astronómii.



Stretnutie medzinárodného tímu pripravujúceho družicu GRBAAlpha v Konkolyho observatóriu v Budapešti (február 2020)

výbuchov vo vesmíre. Až koncom 90. rokov sa zistilo, že tieto záblesky prichádzajú z ďalekého vesmíru. Znamená to, že na ich vznik je potrebné obrovské množstvo energie.

Teraz vieme, že gama záblesky vznikajú vtedy, keď sa veľmi hmotné, rýchlo rotujúce hviezdy na konci svojho života gravitačne zrúti a premenia na neutrónovú hviezdu alebo na čiernu dieru. Vzniknú pri tom dva výtrysky alebo tzv. *jety*, a keď výtrysk smeruje k Zemi, tak na oblohe uvidíme jasný gama záblesk trvajúci väčšinou niekoľko desiatok sekúnd.

Potom sú krátke gama záblesky, ktoré trvajú menej ako dve sekundy. Tie vznikajú vtedy, keď sa dve neutrónové hviezdy zrazia a splynú, pričom vznikne čierna diera.

Veľmi krátke gama záblesky tzv. *terrestrial gamma-ray flash* môžu vznikáť aj pri búrkach na Zemi.

Prečo sú pre astrofyzikov dôležité?

Dôvodom je množstvo, napríklad na objasnenie pôvodu prvkov. Po veľkom tresku boli vo vesmíre len vodík a hélium. Ťažké prvky, z ktorých sme zložení, ako uhlík, kyslík, železo alebo dusík, sú produktom termojadrových reakcií vo hviezdach. Ukazuje sa, že práve pri zrážkach neutrónových hviezd vzniká väčšina prvkov ťažších ako železo, ako sú napríklad zlato a platina.

To sa zistilo na základe pozorovania objektu GW170817 zo 17. augusta 2017, keď sa detektorom LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) podarilo zaznamenať gravitačné vlny zo zrážky neutrónových hviezd a súčasne zachytila gama záblesk aj družica Fermi (Fermi Gamma-ray Space Telescope). V tomto prípade sa podarilo zistiť, kde na oblohe úkaz nastal. Astronómovia tam teda mohli namieriť svoje ďalekohľady a objekt dlhodobo pozorovať. Doteraz je tento objekt jediný, pri ktorom sme pozorovali aj gravitačné vlny, aj elek-

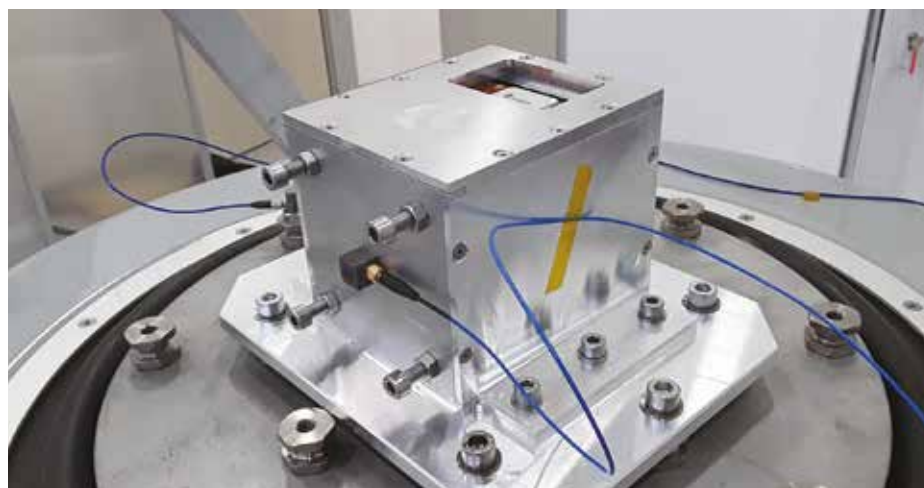
tromagnetické žiarenie, teda gama záblesk. Naším cieľom je, aby sme takéto pozorovania robili rutinne, a tak sa o zdrojoch gravitačných vln dozvedeli viac. Pri novom spôsobe pozorovania je tiež šanca objaviť niečo úplne nové. Gama obloha je premenlivá a okrem gama zábleskov dochádza aj k ďalším javom, ktoré produkujú prechodné javy gama žiarenia.

Ako vznikol nápad využiť CubeSaty na ich pozorovanie?

Nápad sme dostali spoločne s Andrásom Pálom z Maďarského astronómického ústavu na jar roku 2016 po havárii japonskej röntgenovej družice Hitomi, na príprave ktorej som niekoľko rokov spolupracoval.

Premýšľali sme o tom, aká prelomová veda by sa dala robiť pomocou CubeSatov, ktorých vývoj je časovo aj finančne menej náročný. Napadlo nám práve pozorovanie gama zábleskov, ktoré sú veľmi jasné a detektor na CubeSat by ich tak mal šancu detegovať.

Napriek tomu, že sa ani jeden z nás gama zábleskom primárne nevenoval, pripadalo nám to ako úžasný nápad.



Vibračné testy družice v Budapešti

Keby sme mali celú flotilu takýchto nano-satelitov rovnomerne rozloženú na obežnej dráhe, tak by nám v budúcnosti nijaký gama záblesk neušiel. Súčasťou nápadu bolo aj to, že by každý CubeSat detegoval gama záblesk s istým časovým posunom. Z týchto časových odchýlok by sme potom dokázali lokalizovať miesta, odkiaľ záblesky gama žiarenia pochádzajú, a uskutočniť ďalšie pozorovania.

Čo bolo ďalej?

Ďalšie štyri roky som pôsobil na Univerzite Loránda Eötvösa v Budapešti, kde som viedol tím astrofyziky vysokých energií, s ktorým sme sa pustili do štúdie uskutočniteľnosti takého projektu. Začali sme rozmyšľať o tom, aký detektor by sme mali na CubeSat umiestniť, aby bol čo najcitlivejší. Vtedy sme dospeli k myšlienke, že detektor by nemal byť umiestnený vnútri CubeSatu, ale na jeho povrchu.

Bolo teda potrebné urobiť tenký detektor s veľkou plochou a mohli by sme s ním pokryť aj dve strany CubeSatu. Misiu sme nazvali CAMELOT (Cubesats Applied for Measuring and Localising Transients, teda CubeSaty aplikované na meranie a lokalizáciu prechodných javov). Článok, v ktorom sme tento koncept misie predstavili, sme publikovali v roku 2018. V rovnakom čase sme vyhrali grant Maďarskej akadémie vied. Tento grant nám umožnil nielen vývoj detektora, ale aj jeho vyskúšanie na obežnej dráhe na 1U CubeSat, hoci v misii CAMELOT počítame s 3U CubeSatmi. Následne sme oslovili odborníkov, ktorí na Slovensku uskutočnili misiu skCUBE. Tá sa pre projekt nadchli, a tak sme sa pustili do misie GRBAAlpha.

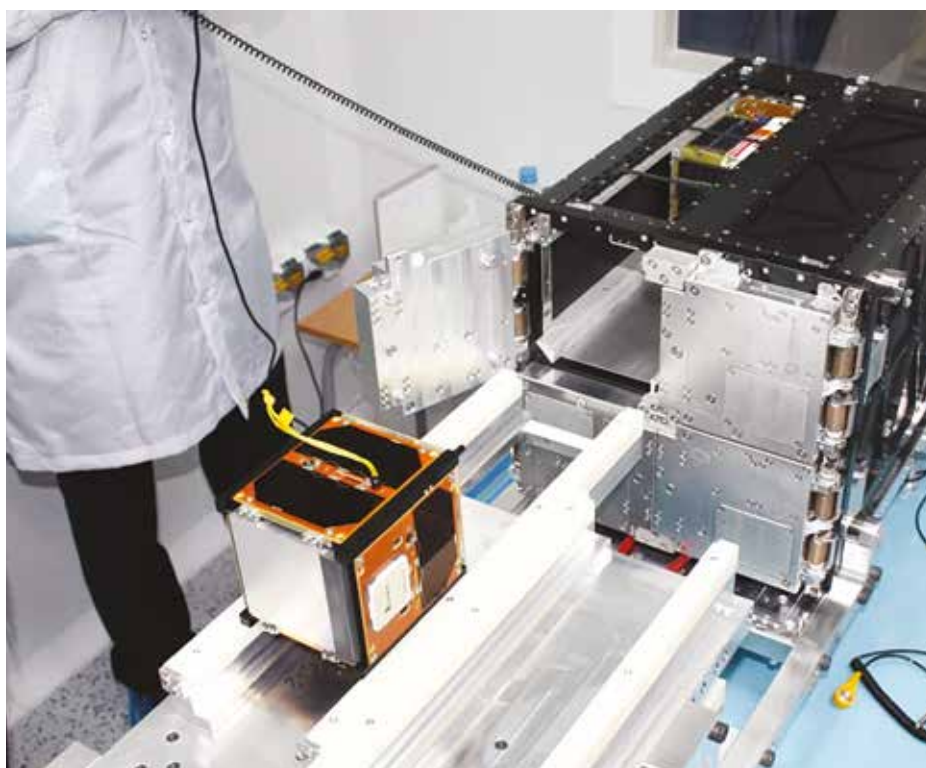
Kto sa podieľal na vývoji družice?

Vývoj detektora viedlo Konkolyho observatórium v Budapešti, ktoré je aj hlavným objednávateľom misie. Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach zaregistrovala družicu, zabezpečila jej vypustenie, vyvinula jej pasívny stabilizačný systém a je zodpovedná za jej prevádzku. Samotnú

družicu s väčšinou jej subsystémov postavili firmy Spacemanic a Needronix. Na vedeckej náplni misie sa podieľa Ústav teoretickej fyziky a astrofyziky Masarykovej univerzity v Brne, Univerzita Eötvösa Loránda v Budapešti a Hirošimská i Nagojská univerzita. Zabudnúť by sme nemali ani na Výzkumný a zkušebný letecký ústav (VZLU), ktorý nám poskytol technickú podporu, Technickú univerzitu v Brne, ktorá nám pomáha s komunikáciou s družicou a Slovenskú technickú univerzitu v Bratislave.

Koľko trval vývoj?

Technický vývoj trval asi dva roky. Najmä záver bol veľmi rýchly. Samotný detektor sme dali dohromady v auguste a septembri 2020, integrácia detektora do družice a jej vibračný test prebehli v novembri.



Vkladanie družice do tzv. vypúšťača mesiac pred štartom v Moskve

V decembri sa uskutočnili termovákuvové testy. V januári 2021 sme CubeSat poslali do Moskvy. Vo februári bol integrovaný do vypúšťača, ktorý sa pripieňuje na horný stupeň rakety a 22. marca bola družica na rakete Sojuz-2.1a vypustená do vesmíru.

Aký je cieľ misie GRBAAlpha?

Hlavným cieľom misie je overiť fungovanie detektora a jeho postupné degradovanie časom pod vplyvom nabitých častíc na obežnej dráhe. Momentálne vidíme, že detektor funguje, meriame spektrá pri rôznych podmienkach (teplotách a napätiach na detektore) pozdĺž celej obežnej dráhy, takže už teraz vieme, aké je pozadie na obežnej dráhe a ako sa mení v čase.

Jasne vidíme, že v okolí pólů Zeme a nad južným Atlantikom je pozadie vyššie. Prvé

merania sú v súlade s našimi teoretickými štúdiami. Mnohé z cieľov, ako napríklad schopnosť robiť update softvéru vo vesmíre, sme už splnili a dúfam, že nám misia bude fungovať minimálne ďalší rok alebo viac, aby sme takýchto meraní mohli urobiť ešte veľmi veľa. Ak sa nám podarí detegovať aj gama záblesk, bude to úžasný bonus.

Ako detektor funguje?

Detektor je cézium-jodidový kryštál s veľkosťou 7,5 × 7,5 × 0,5 cm. Keď ho zasiahne gama fotón, vzniknú v ňom optické fotóny. Tie následne detegujeme pomocou kremíkových fotonásobičov od spoločnosti Hamamatsu, ktoré budú vo vesmíre použité prvýkrát. Keby sa ukázalo, že tam fungujú, v budúcnosti by sa mohli začať využívať aj pri väčších, drahších misiách. Rovnaký detek-



Termovákuvové testy družice v oddelení kozmickej fyziky Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach

aj GRBAAlpha a podelíme sa aj o všetky jej výsledky.

Dokážu nanosatellity konkurovať veľkým satelitom na detekciu zábleskov gama žiarenia?

Nanodružice nenahradia existujúce observatóriá gama žiarenia, ako sú Fermi alebo Swift, no dokážu ich prácu doplniť. CubeSat nikdy nedosiahne takú citlivosť ako veľké družice, ale keby sme mali veľa CubeSatov rozložených po obežnej dráhe, tak dokážu to, čo veľké družice nedokážu. Je to preto, lebo veľká družica na nízkej obežnej dráhe okolo Zeme vidí len časť oblohy – napríklad družica Fermi vidí 60 percent oblohy a družica Swift pozoruje iba jej jednu dvanástinu. Konštelácia nanosatelitov CAMELOT by dokázala vidieť celú oblohu s vysokou citlivosťou a presnosťou lokalizácie.

Ak táto konštelácia vznikne, bude pravdepodobne medzinárodná. Dúfam, že iní sa od nás dozvedia niečo nové a urobia detektory inšpirované tým naším, ktoré budú spolupracovať na obežnej dráhe. CubeSaty majú krátku životnosť, vypúšťajú sa na také obežné dráhy, aby o niekoľko rokov prirodzeným spôsobom zhoreli v atmosfére. Preto bude potrebné vyslať stále nové. Toto sa dá najefektívnejšie uskutočniť formou medzinárodnej spolupráce.

**Za rozhovor ďakuje redakcia Quarku
Foto archív autora**

Spájanie čiernych dier

Observatóriá gravitačných vln zaznamenali vznik doteraz najhmotnejšej čiernej diery splynutím dvoch menších čiernych dier. Vytvorila sa tak možnosť overiť si naše názory na vznik čiernych dier.

Krátke rozvlnenie priestoročasu zaregistrované 21. mája 2019 o 3:02:29 UT (svetového času, ktorý je o 1 hodinu neskôr za našim SELČ), zaregistrované americkým detektorom gravitačných vln LIGO a európskym detektorom Virgo, potvrdzuje existenciu čiernych dier strednej hmotnosti. Astrofyzikom to poskytlo nový pohľad na rast týchto vesmírnych *nená-sytníkov*.

ZRÁŽKA A SPLYNUTIE

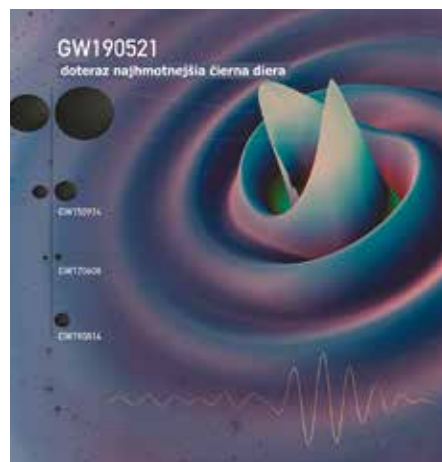
Signál trvajúci len 0,1 sekundy, katalogizovaný pod označením GW190521, vznikol pred zhruba 7 miliardami rokov, keď sa dve čierne diery s *hviezdny*mi hmotnosťami vo vzdialenej galaxii zrazili a splynuli na obra s hmotnosťou 142 hmotností nášho Slnka – na najhmotnejšiu dieru doteraz objavenú pomocou gravitačných vln vyžiarených pri jej vzniku splynutím dvoch menších. Tento objav poukazuje na to, že čierne diery môžu rásť pomocou spĺývania s inými a možno takto vznikajú aj superhmotné čierne diery, ktoré nachádzame v jadrách galaxií. Krátke trvanie a nízka frekvencia (okolo 60 Hz) gravitačných vln nechávajú trochu miesta aj pre iné, exotickéjšie vysvetlenie. *Najpravdepodobnejšou však aj tak ostáva možnosť, že ide o extrémne hmotnú čiernu dieru*, tvrdí Chris Van Den Broeck z Univerzity v Utrechte.

Detailná analýza signálu ukazuje, že kolidujúce čierne diery mali hmotnosť 66 a 85 hmot-

ností Slnka. Podľa našich vedomostí by však výbuchy supernov nemali produkovať čierne diery s hmotnosťami medzi 65 a 120 hmotnosťami Slnka. Predchodca supernovy by potom mal mať hmotnosť 130 až 200 slnečných hmotností, lenže takéto veľmi hmotné hviezdny končia svoj život procesom nazývaným *párová nestabilita*, pri ktorom je hviezda explóziou úplne zničená bez toho, aby zanechala po sebe nejaký kompaktný zvyšok. V prípade GW190521 teda minimálne čierne diery s hmotnosťou 85 slnečných hmotností (a možno aj tá druhá so 66 hmotnosťami Slnka) musela vzniknúť iným spôsobom – možno predchádzajúcim splynutím iných čiernych dier.

HĽADANÝ MEDZIČLÁNOK

Vznik čiernej diery s hmotnosťou 85-krát väčšou, ako má Slnko, nie je priamočiary a toto by mohlo poukazovať na prípad hierarchického spĺývania čiernych dier v hustom prostredí, napríklad vnútri guľových hviezdokôp, konštatuje odborník na guľové hviezdokopy Jay Strader (Michigan State University, USA). Ide nielen o prvý objav čiernej diery v tzv. medzere v hmotnostiach, ale tiež o prvú spoľahlivú detekciu čiernej diery s hmotnosťou nad 100 hmotností Slnka, konštatuje Luis Ho (Pekinská univerzita, Čína): *Toto sú dlho hľadané semienka potrebné na tvorbu superhmotných čiernych dier*. Čierne diery stredných hmotností vyplňajú medzeru medzi čiernymi

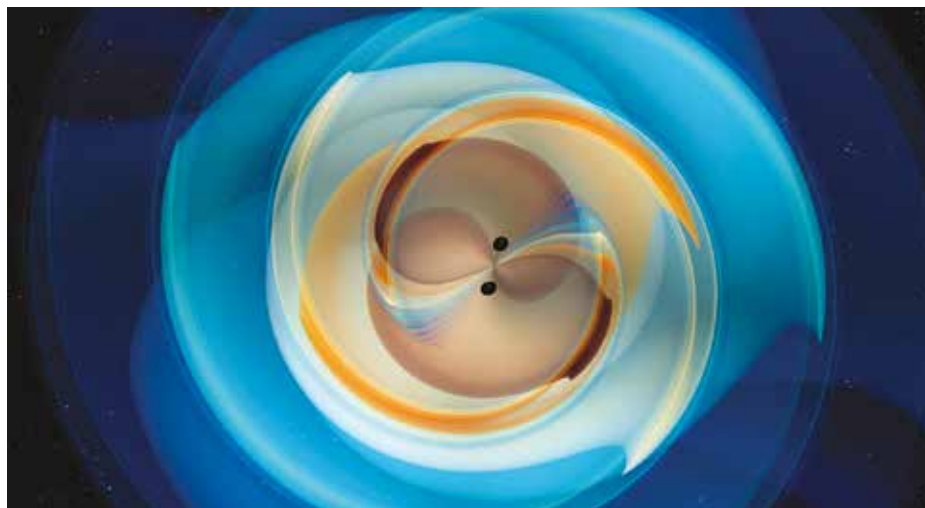


Počítačová simulácia zvlnenia priestoročasu vyvolaného splynutím dvoch doteraz najhmotnejších čiernych dier v dvojhviezde, foto D. Ferguson, K. Jani, D. Shoemaker, P. Laguna, Georgia Tech, MAYA Collaboration

dierami vznikajúcimi po výbuchu supernov a superhmotnými čiernymi dierami v jadrách galaxií, ktoré môžu mať hmotnosť až milióny či miliardy hmotností nášho Slnka. Podľa správy *The Astrophysical Journal Letters* objekt GW190521 potvrdzuje, že čierne diery stredných hmotností môžu vzniknúť splynutím dvoch menej hmotných čiernych dier a môžu byť chýbajúcou spojnicou smerom k vzniku superhmotných čiernych dier. Jay Strader však upozorňuje, že vznik čiernych dier stredných hmotností hierarchickým spĺývaním menších čiernych dier nie je bezproblémový: podľa simulácií je totiž produkt splynutia vyhodnený z hustého prostredia, kde sa úspešné splynutie uskutočnilo. *Môj odhad je, že objekty podobné GW190521 nie sú spojené so vznikom superhmotných čiernych dier, ktoré zrejme potrebujú začínať svoj vznik s oveľa väčšou hmotnosťou alebo skôr rastom vďaka akrécii plynu než spĺývaním*, tvrdí J. Strader.

Jenny Greeneová z Princetonu v USA súhlasí s tým, že všetky mechanizmy vzniku čiernych dier stredných hmotností sú možné. *Je málo pravdepodobné, že by všetky čierne diery stredných hmotností mohli byť formované jediným procesom. Ak však dokážeme, že séria postupného spĺývania čiernych dier môže fungovať, naučíme sa niečo veľmi dôležité*. Budúce detektory gravitačných vln, ako navrhovaný Einstein Telescope (Európa) a Cosmic Explorer (USA), budú schopné pozorovať aj splynutia čiernych dier s hmotnosťami medzi 200 až 1 000 hmotností Slnka, čo je niečo, čo LIGO ani Virgo nedokážu pre limitovanú frekvenciu vln, na ktorej pozorujú.

RNDr. Zdeněk Komárek



Ilustrácia N. Fischer, H. Pfeiffer, A. Buonanno (Max Planck Institute for Gravitational Physics), SXS Collaboration

ASTRONOMICKÉ kalendárium **MÁJ**

Na nočnej májovej oblohe dominuje hviezda Arktúr v súhvezdí Pastier. Neďaleko vidíme jasnú hviezdu Spica v Panne. Na východ od Pastiera nájdeme Herkula s výraznou hviezdokopou M 13, ktorú môžeme vidieť aj voľným okom. Krásne vynikne aj v malých triédroch.

Nad severným obzorom v tomto období vidíme písmeno W – súhvezdie Kasiopeja. Západne od Kasiopeji nízko nad severozápadným obzorom žiari jasná hviezda Capella. Na severovýchode môžeme vidieť vychádzať súhvezdie Lýra s jeho najjasnejšou hviezdou Vega.

POZOROVATEĽNOSŤ PLANÉT

Merkúr je počas celého mesiaca pozorovateľný po západe Slnka v súhvezdí Býk. Zaujímavé je pozorovať, ako sa každým dňom čoraz viac približujú s Venušou – Venušu nájdeme pod Merkúrom a 13. mája sa k nim pridá aj Mesiac. 28. mája budú s Venušou k sebe najbližšie a o deň neskôr už Venuša *predbehne* Merkúr. **Venuša** takmer kopíruje východy a západy Merkúra. Nájdeme ju v Baranovi a 4. mája prejde do súhvezdia Býk. **Mars**

vychádza nad obzor v ranných hodinách a zotrúva nad horizontom počas dňa. Pozorovateľný je preto ihneď po západe Slnka do polnočných hodín. Nájdeme ho v súhvezdí Blíženci. **Jupiter** vychádza v druhej polovici noci. Spočiatku o tretej hodine v noci, na záver mája o pol druhej v noci. Pozorovať ho teda môžeme v druhej polovici noci a nadránom, kým jeho jas neprežiari Slnko. Nájdeme ho v súhvezdí Vodnár. Na Jupiter sa môžeme zadirvať aj malým triédrom a pozorovať jeho štyri veľké mesiace. Menší ďalekohľad nám môže odhaliť aj detaily jeho atmosféry. **Saturn**, podobne ako Jupiter, môžeme

pozorovať v skorých ranných hodinách pred východom Slnka. Vychádza približne o hodinu skôr ako Jupiter, a tak ich môžeme počas celého mája – podobne ako dvojicu Merkúr a Venuša – vidieť blízko seba. Aj Saturn nájdeme v súhvezdí Kozorožec. **Urán** je pozorovateľný v druhej polovici mája pred východom Slnka. Nad obzorom vychádza v polovici mája o pol piatej hodine ráno, na konci mája o pol štvrtej ráno. Nájdeme ho v súhvezdí Baran. **Neptún** taktiež vychádza každým dňom čoraz skôr, a tak je postupne dlhšie pozorovateľný pred východom Slnka. Pomocou ďalekohľadu ho môžeme vidieť v súhvezdí Vodnár.

MÁJOVÉ ETA AKVARIDY

Eta Akvaridy sú meteorickým rojom, ktorý začína byť aktívny od 19. apríla a až do 28. mája nám skrášuje nočnú oblohu. Maximum jeho aktivity pripadá na noc z 5. na 6. mája, pričom na tento rok je počet meteorov za hodinu odhadovaný číslom 60. Miesto, odkiaľ meteory zdanlivo vyletávajú, sa nachádza v súhvezdí Vodnár blízko hviezdy Eta Aquarii.

Za meteorickým rojom Eta Akvaridy stojí Halleyho kométa, ktorej jeden obchod okolo Slnka trvá 76 pozemských rokov. Najbližšie bude na našej oblohe pozorovateľná v roku 2061. Zaujímavosťou je, že prvé záznamy v čínskych, kórejských a japonských kronikách o pozorovaní tohto roja pochádzajú z roku 401.

2021	1. 5.	15. 5.	31. 5.
Merkúr	-1,1 mag Baran 5:53 21:17	0,3 mag Býk 6:01 22:20	2,5 mag Býk 5:50 21:43
Venuša	-3,8 mag Baran 5:54 20:43	-3,8 mag Býk 5:45 21:23	-3,8 mag Býk 5:50 21:58
Mars	1,6 mag Blíženci 8:19 0:34	1,6 mag Blíženci 8:05 0:12	1,7 mag Blíženci 7:54 23:43
Jupiter	-2,1 mag Vodnár 3:10 13:08	-2,2 mag Vodnár 2:19 12:23	-2,3 mag Vodnár 1:23 11:31
Saturn	0,7 mag Kozorožec 2:34 11:44	0,7 mag Kozorožec 1:40 10:50	0,6 mag Kozorožec 0:41 9:51
Urán	5,9 mag Baran 5:31 19:46	5,9 mag Baran 4:38 18:56	5,9 mag Baran 3:41 18:01
Neptún	7,9 mag Vodnár 3:59 15:19	7,9 mag Vodnár 3:05 14:26	7,9 mag Vodnár 2:06 13:29



Radiant Eta Akvarid sa nachádza v súhvezdí Vodnára a ideálne podmienky na pozorovanie sa nám naskytú až nadránom, keď sa toto súhvezdie dostane nad horizont. Zážitok z pozorovania dotvorí aj vychádzajúca Mliečna cesta, ktorá poteší nielen pozorovateľov, ale aj fotografov, foto Tomáš Slovinský.

Slnko	1. 5. 2021	15. 5. 2021	31. 5. 2021
Východ	5:24	5:03	4:47
Západ	20:00	20:19	20:37

Mesiac	3. 5. 2021	21:50
Posledná štvrt'	11. 5. 2021	21:00
Prvá štvrt'	19. 5. 2021	21:13
Spln	26. 5. 2021	13:14

Keďže Halleyho kométa obieha okolo Slnka retrográdne, meteory sa pohybujú v protismere obehu Zeme a vnikajú do jej atmosféry veľkými rýchlosťami – až 64 km/s. Cez dráhu tejto kométy prechádza naša planéta počas roka dvakrát. Prvé stretnutie s dráhou Halleyho kométy spôsobuje vznik Eta Akvarid a vďaka druhému stretnutiu môžeme pozorovať októbrové Orionidy.

Mgr. Viktória Zemančíková, PhD.
Slovenský zväz astronómov



Krajina naruby

Legendárne Sitno je najvyšší vrch Štiavnických vrchov s vrcholovou plošinou a skalnými vežami po jej obvode. Klenovský Vepor vo Veporských vrchoch vznikol stečením lávového prúdu z Poľany. Malebná Súľovská kotlina je obklopená vencom strmých Súľovských skál, ktorým dominuje vrch Roháč. Každé z týchto miest tvoria rôzne horniny, a predsa majú niečo spoločné. Sú to akési *prevrátené* krajiny.

Inverzia alebo zvrät georeliéfu je geomorfologický jav, pri ktorom sa pôvodné vyvýšeniny stávajú zníženinami a, naopak, územia zníženín zasa vyvýšeninami. Z horských chrbtov a hrebeňov sú doliny či kotliny a obrátene. Takáto výrazná zmena v krajine nastala vtedy, keď geologické štruktúry budujúce určité územie prestali byť aktívne. V rámci ich postgenetickej transformácie exogénne geomorfologické procesy postupne deštruovali to, čo predtým vytvorili endogénne procesy, teda vulkanizmus alebo tektonika vrásového a zlomového charakteru.

GEOMORFOLOGICKÁ HODNOTA HORNÍN

Pôsobenie erózie a denudácie (súbor pochodov, ktoré obnažujú podložné pevné

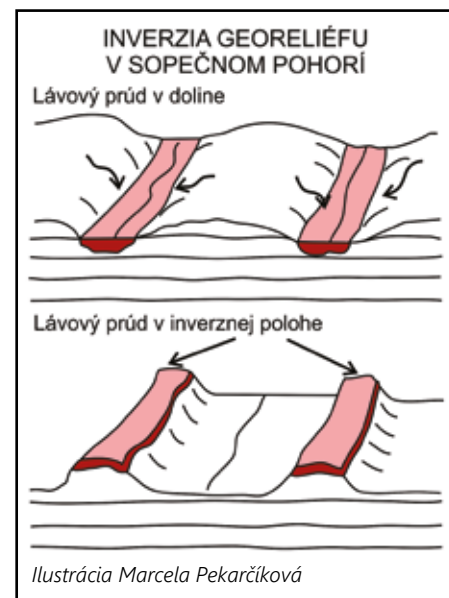
horniny) začali výrazne ovplyvňovať štruktúrno-litologické vlastnosti hornín za predpokladu, že tieto boli dostatočne pestré. Dôležitú úlohu pri tom mala geomorfologická hodnota hornín, ktorá vyjadruje stupeň odolnosti hornín proti rušivej činnosti exogénnych geomorfologických činiteľov a nimi vyvolaných procesov. Vyššiu geomorfologickú hodnotu majú horniny, ktoré sú viac stmelené či spevnené, ale aj tvrdšie, a tým odolnejšie proti zvetrávaniu a mechanickému porušeniu.

Geomorfologická hodnota hornín sa mení aj v závislosti od podnebia. V prípade sopečných hornín ju často znižuje hydrotermálna premena ako dôsledok pôsobenia rôznych teplých vodných roztokov počas synvulkanickej a postvulkanickej činnosti. Inverzia georeliéfu je častá vo vulkanic-

kých pohoriach Slovenska (napr. v Štiavnických vrchoch, Kremnických vrchoch či vo Vtáčniku), ako aj v pohoriach tvorených vrásovými štruktúrami (napr. v Súľovských vrchoch).

SITNIANSKY LÁVOVÝ PRÚD

Sitno je exemplárnym príkladom inverzie georeliéfu vo vulkanických pohoriach Slovenska. Štiavnické vrchy, podobne ako ostatné pohoria tohto typu, majú stratovulkanickú stavbu. Sú súčasťou Štiavnického stratovulkánu, ktorého sopečné produkty zaberajú plochu viac ako 2 200 km² a rozmermi mu patrí popredné miesto medzi vulkanickými štruktúrami na vnútornej strane karpatského horského oblúka.



Vývoj stratovulkánu v období mladšieho terciéru (asi pred 11 až 15 mil. rokov) bol veľmi komplikovaný a uskutočnil sa v priebehu piatich hlavných vývojových etáp, v rámci ktorých sa striedali obdobia intenzívnej vulkanickej činnosti s obdobiami dočasného vulkanického pokoja a tektonických procesov zlomového charakteru. Stratovulkanická stavba vznikla striedaním pyroklastických hornín (najmä rôznych druhov tufov) a lávových prúdov, najčastejšie tvorených andezitmi. Práve táto geologická štruktúra bola hlavnou podmienkou vzniku inverznej situácie.

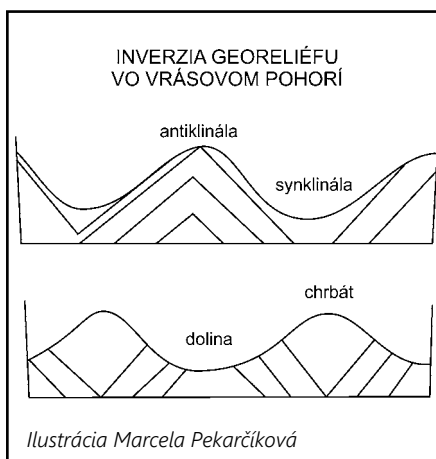
Sitno je pozostatkom Sitnianskeho vulkánu, jednej z menších sopiek, ktoré sa sformovali asi pred 12 až 13 miliónmi rokov v dôsledku obnovenej vulkanickej aktivity niekoľkých eruptívnych centier na svahu Štiavnického stratovulkánu a v priestore jeho kaldery. Vrcholová časť Sitna tvoria zvyšky lávového prúdu, ktorý sa vylial do predtým existujúcej paleodoliny vytvorenej v mäkkých tufoch. Po tektonickom zdvihú územia pôsobili určité časové obdobie eróznno-denudačné procesy. Tvrdá a odolná hornina pôvodného lávového prúdu v doline sa ocitla vo vrcholovej pozícii, zatiaľ čo menej odolné tufy sa rýchlejšie rozrušovali a vytvorili sa v nich nové doliny či kotliny.

Gravitačný rozpad (*cambering*) podmienený dvojitoú geologickou štruktúrou (andezit, tuf) je príčinou vzniku skalných veží (niektoré majú výšku až 50 m) oddelených ťahovými gravitačnými trhlinami. Sú známe ako Zbojnícke bralá. Skalné veže a bloky postupne klesajú od vrcholu na všetky strany.

INVERZNÝ GEORELIÉF

Podobný zvrät ako v Štiavnických vrchoch nastal aj v Cerovej vrchovine na juhu stredného Slovenska, ale v odlišnom horninovom prostredí. Geologické podložie Cerovej vrchoviny tvoria terciérne morské sedimenty (piesky, pieskovce, ílince, prachovce) a pleistocénne riečne usadeniny. Koncom terciéru a začiatkom kvartéru (asi pred 400 tis. až 5 mil. rokmi) vystúpila po zlomoch vzniknutých v dôsledku extenzie zemskej kôry v niekoľkých fázach na zemský povrch bazaltová láva. Vznikli tu väčšie troskové kužele (Veľký Bučeň, Monica a iné), ale aj menšie výbušné sopky maarového typu (napr. Filákovský maar, Hajnáčsky maar, Hodejovský maar). Pri erupciách sopiek vytekala láva v podobe lávových prúdov, často spájaných do väčších lávových pokrovov v existujúcich zníženinách. Následkom zdvihú pohoria sa zvýšila energia existujúcich vodných tokov, ktoré sa začali hlbšie zarezávať do mäkkých sedimentov.

Ku koncu starších štvrtohôr (pleistocénu) vznikli doliny hlboké 160 m, v centrálnej časti Cerovej vrchoviny až 300 m. Výsledkom týchto procesov bol vznik inverzného georeliéfu. To znamená, že doliny vyplnené



lávou sú teraz vďaka odolným bazaltom najvyššími časťami pohoria a naopak miesta, kde sa pôvodne nachádzali pieskovcové chrbty, sú v súčasnosti rôzne hlboké doliny.



Lávový prúd Ragáča, foto Peter Tremboš

K lávovým prúdov v inverznej polohe patrí napríklad Ragáčsky lávový prúd budujúci chrbát Borkút, ktorý stiekol z okraja troskového kužela Ragáča pred 1,35 milióna rokmi alebo Belinský lávový prúd s dĺžkou 4 km, ktorý sa vylial asi pred 4 miliónmi rokov do pôvodnej riečnej doliny z mohutnej sopky Monica (Monosa) a je odkrytý v kameňolome Čamovce. Riečne štrky a piesky zachované v jeho podloží poukazujú na skutočnosť, že láva sa pohybovala po dne už existujúcej paleodoliny. V súčasnosti tvorí lávový prúd plochý horský chrbát postupne sa zvažujúci na sever. V tejto pozícii sa ocitol po následnom odstránení pôvodných menej odolných sedimentov. V čase sopečnej činnosti tvorili svahy dolinu, ktorou sa lávový prúd pohyboval.

Aj v podloží Trebeľovského lávového prúdu neďaleko Filákovca, jedného z najdlhších v Cerovej vrchovine, sa zachovali zvyšky rieč-

nych sedimentov. Bazaltový lávový pokrov Medvedia výšina s rozlohou 14 km² je jedným z najväčších v strednej Európe. Vznikol spojením niekoľkých lávových prúdov, ktoré stiekli z najvyššie položenej bazaltovej sopky Medvedia (Medvedia výšina, Medveš) v Cerovej vrchovine (659 m n. m.). Na území Slovenska sa nachádza asi 1/3 tohto pokrovu. Rozsiahly lávový pokrov Pohanský vrch (Pohanský hrad), ktorý vyplnil pôvodnú zníženinu, vyčnieva nad okolie z mäkkých pieskocov vďaka vysokej morfolologickej hodnote bazaltu.

KOTLINY V CHRBTĚ VRÁSY

S prevrátenou krajinou sa možno stretnúť aj v pohoriach tvorených jednoduchými vrásami rôznych veľkostí. Po zvrásnení sedimentárnych hornín sa vytvoril iniciálny vrásový typ georeliéfu, ktorý sa podľa pohoria Jura medzi Švajčiarskom a Francúzskom označuje jurský typ. Na chrbty vrás – antiklinály sa tu viažu vyvýšeniny v podobe rozvodných chrbtov, ktoré oddeľujú doliny typu *valles* na synklinálach. Na krídlach antiklinál sa nachádzajú bočné doliny typu *cluse*. Ak boli v jadrách antiklinál menej odolné horniny, v podmienkach vlhkej klímy dochádzalo k inverzii georeliéfu. V chrbtoch vrás vznikli inverzné antiklinálne doliny alebo kotliny a zo synklinál sú rozvodné chrbty. Inverzia georeliéfu nastávala zvyčajne po zarovnaní a tektonickom zdvihú územia.

Typický príklad takejto inverznej krajiny nachádzame v Súľovských vrchoch. Osou vrcholu bývalej antiklinály teraz vedie dolina typu *combe*, ktorá vyúsťuje do Súľovskej kotliny s obcou Súľov-Hradná. Kotlina vznikla v slienitých horninách spodnej kriedy, ktoré tvorili jadro pôvodného chrbta vrásy. Slienité bridlice a vápence vystupujú na povrch napríklad na ceste smerom ku skalnému hříbu Smrčok. Okolité Súľovské skaly tvorené karbonátickými zlepenkami paleogénu sú zvyškom vrcholovej časti erózne rozrušenej antiklinály.

Podobná je Svinianska kotlina s obcami Lietavská Svinná-Babkov a Kňazova Lehota. Aj táto kotlina má inverzný charakter. Jej okolie tvorí geomorfologická jednotka Skaliky (tiež súčasť Súľovských vrchov) s vrchmi Skalky, Drieňovica, Tlstá hora a inými, ktoré sú pozostatkom rozrušenej antiklinály.

Krajina so svojou pestrosťou a mnohoročnosťou má základ predovšetkým v georeliéfe v úzkej interakcii s horninovým prostredím. Ak chceme krajinu lepšie pochopiť, je dôležité poznať vznik, vývoj a význam georeliéfu, ako aj jeho konkrétne formy a ich mozaiku. Práve prostredníctvom poznania rôznych typov georeliéfu Slovenska a iných krajín sveta si možno vytvoriť zaujímavú *zbičku*, v ktorej má medzi exponátmi svoje miesto aj inverzná alebo *prevrátená* krajina.

Lesní BUBENÍCI

V našej prírode sa stretáme s mnohými druhmi vtákov. Viaceré z nich nás zaujmú svojou veľkosťou, pestrým zafarbením alebo zaujímavým spôsobom života. Patrí k nim aj čeľaď žlnovité, z ktorej sa na našom území vyskytuje desať druhov.

Žlnovité vtáky (podľa staršej klasifikácie uvádzané ako d'atľovité) sa v porovnaní s inými druhmi vtákov vyznačujú viacerými špecifickými znakmi. Majú silný a priamy zobák usposobený na tesanie, nohy prispôbené na šplhanie (s dvoma prstami vpredu a dvoma vzadu), tvrdé chvostové perá slúžiace ako opora pri šplhaní sa po kmeňoch stromov a dlhý lepkavý jazyk, ktorým sa dostanú aj do najužších chodbičiek drevokazného hmyzu.

ŽIVOT NA STROMOCH

Ich spôsob života je v prevažnej miere viazaný na kmene stromov, kde hniezdia alebo

zbierajú potravu. Tou sú rôzne druhy hmyzu a ich vývojové štádiá, ale aj plody stromov a krov. Niektoré druhy, najmä žlny, sa úzko špecializujú na mravce. V zimnom období sa mnoho druhov živí semenami rôznych drevín. Niektoré prilietajú aj na krmidlá, kde obľubujú najmä hovädzí loj.

Charakteristickým prejavom väčšiny druhov d'atľov je *bubnovanie*. Najintenzívnejšie je najmä v jarých mesiacoch, ešte pred začiatkom hniezdenia. D'ateľ si vyhliadne suchý a rezonujúci konár stromu a v rýchlom slede doň d'obe, čím vytvorí jednoliaty zvuk. Bubnujú najmä samce, ktoré si týmto spôsobom vymedzujú svoje hniezdne teritórium



Ďateľ čierny

a lákajú samičky. Pri niektorých druhoch však bubnuje aj samička. Bubnovanie sa začína už v priebehu februára a trvá počas jarých mesiacov až do ukončenia hniezdenia.

D'atle hniezdia raz ročne. Väčšina druhov si každoročne vytesáva novú hniezdnu dutinu, niekedy však obsadia už hotovú, výnimočne aj vtáčiu búdku. Hniezda ničím nevystielajú, vajíčka znášajú na holý podklad dutiny. Prevažná väčšina našich druhov patrí medzi stále vtáky a v našej prírode ich môžeme vidieť počas celého roku.

OTRAS MOZGU NEHZRÍ

D'atle majú medzi našimi druhmi vtákov výnimočné postavenie. Ako jediné dokážu tesat do tvrdých kmeňov stromov. Je až obdivuhodné, že túto činnosť môžu vykonávať bez toho, aby si spôsobili zranenie. Vedecky bolo dokázané, že hlava d'atľa sa pri tesaní pohybuje rýchlosťou až 6 metrov za sekundu, pričom pri každom d'obnutí dokáže prekonať viac než tisícnásobne silu gravitácie. Jeho mozog však zostáva neporušený.

Skúmaním ich lebiek vedci zistili, že existuje celý biomechanizmus a komplex faktorov, ktoré hlavu a najmä mozog d'atľa chránia pred poranením. Voľný priestor medzi mozgom a lebkou je dostatočne malý a zabráňuje mozgu príliš narážať do lebky. Mozog d'atľa je dlhší vo vertikálnom smere, a tak je záťaž na lebku rozložená na väčšiu plochu. Okrem toho majú d'atle špeciálne modifikovanú jazyčku, ktorá pôsobí ako ochranný obal. V neposlednom rade sú to aj kosti so špecifickou špongiovou štruktúrou obklopu-



Ďateľ malý



Ďateľ prostredný

júce mozog, ktoré pôsobia ako pancier. Pri snímaní vysokorýchlostnými kamerami sa zistilo, že ďatle pri d'obaní jemne natáčajú hlavu, čím ovplyvňujú pôsobenie síl. Horná a dolná polovica zobáka nie sú počas úderov v jednej rovine, čo znižuje záťaž na mozog. Zobák sa pritom počas d'obania akoby deformuje, čo spôsobuje, že úder absorbuje.

Zaujímavé je aj to, že ďatle vedia pri hľadaní potravy alebo vhodného miesta na hniezdenie presne rozoznať narušenie v kmeni stromu. Poklopkávaním po kmeni dokážu odhaliť chodbičky drevokazného hmyzu alebo oslabené miesta vhodné na vytesanie hniezdnej dutiny. Schopnosť ďatľov vytesávať hniezdne dutiny do kmeňov stromov je medzi vtáčimi druhmi jedinečná. Zároveň je veľmi prospešná aj pre iné druhy vtákov, ktoré hniezdia v dutinách stromov, ale samy si ich nedokážu vytesať. Dutiny ďatľov na hniezdenie využíva celý rad ďalších druhov vtákov, napríklad dutiny po ďatľovi čiernom s obľubou vyhľadáva holub

plúžik, po ďatľovi veľkom kivičok vrabčí alebo brhlík lesný a mnohé ďalšie druhy dutinových hniezdičov.

VEĽKÉ AJ MALÉ...

Našimi najpočetnejšími zástupcami čeľade žlnovitých sú druhy rodu ďateľ (*Dendrocopos*). Na území Slovenska ich žije sedem druhov.

Najväčším z nich je ďateľ čierny (*Dryocopus martius*). Tento krásny a nezameniteľný ďateľ je veľký ako havran, má však štíhlejšie telo. Staršie pomenovanie – tesár čierny – výstižnejšie charakterizovalo jeho spôsob života. Ako jediný z našich ďatľov dokáže svojím silným zobákom doslova rozobrať celé tlejúce kmene stromov alebo do nich vytesať veľké diery. V našej prírode sa s ním najčastejšie stretne v listnatých alebo zmiešaných lesoch, najmä v starých bučinách, často aj v lužných lesoch. Hniezdi najskôr z našich ďatľov, zavčas na jar. Hniezdne dutiny začína tesáť už v marci. Vtedy intenzívne bubnuje a ozýva sa dodávleka znejúcim charakteristickým hlasom.

Medzi naše najhojnejšie ďatle patrí ďateľ veľký (*Dendrocopos major*). Stretne sa s ním snád v každom lese, často aj v parkoch



Ďateľ bielochrbtý



Ďateľ veľký

alebo ovocných sadoch. Zo všetkých druhov našich d'atľov má najzaujímavejší jedálny lístok. Okrem hmyzu, plodov a semien drevín mu ako potrava niekedy poslúžia aj vajíčka alebo mláďatá iných druhov vtákov. Tie vyberá z dutín alebo búdok. Z vlastnej skúsenosti môžem taketo správanie potvrdiť, keď som pozoroval samca d'atľa veľkého ako vyberal z dutiny mláďatá žltochvosta lesného a odnášal ich ako potravu do svojho hniezda.

Naším najmenším d'atľom je d'ateľ malý (*Dendrocopos minor*). Je veľký asi ako vrabec, s krátkym, ale silným zobákom. Vyskytuje sa prevažne v listnatých lesoch, starých ovocných sadoch alebo stromových alejach. Uprednostňuje najmä presvetlené a teplé lesy v nížinách a pahorkatinách. Keďže nemá zobák taký silný ako ostatné druhy d'atľov, na hniezdenie vždy vyhľadáva suché alebo tlejúce kmene stromov, do ktorých si vytesáva hniezdne dutiny. Na rozdiel od ostatných druhov d'atľov potravu zbiera najčastejšie na tenkých konároch stromov.

... BEŽNÉ AJ VZÁCNÉ

Vzhľadom veľmi podobný d'atľovi veľkému je d'ateľ hnedkavý (*Dendrocopos syriacus*). Je však vzácnejší a má aj rozdielne ekologické nároky. Kým d'atľa veľkého najčastejšie nájdeme v lesoch, tento druh obýva najmä intravilány obcí, kde hniezdi v záhradách, na cintorínoch, v sídliskovej zeleni, parkoch alebo stromoradiach v okolí ciest. Na našom



Žlny a d'atle majú charakteristický vlnovkovitý spôsob letu.



Žlna zelená

území je známy až od roku 1949, keď sa k nám rozšíril z južnej Európy.

Menej početným druhom je d'ateľ prostredný (*Dendrocopos medius*). Obýva najmä teplé dubové a hrabové lesy nížin a pahorkatín. V prírode ho spoznáme najmä podľa červeného temena hlavy, ktoré majú obe pohlavia. Na rozdiel od iných d'atľov len zriedkavo bubnuje, ozýva sa však charakteristickým a nezameniteľným hlasom najmä v jarnom období, keď sa pári.

Medzi naše najvzácnejšie d'atle patrí d'ateľ bielochrbtý (*Dendrocopos leucotos*). Na našom území ho môžeme nájsť spravidla v starých bukových, jedľovo-bukových a jedľovo-smrekových lesoch v stredných a vyšších polohách. Tento druh je vzácný v celej Európe. Jeho populácie sú najpočetnejšie v Rumunsku, Bielorusku a na Slovensku. Z tohto dôvodu bol zaradený medzi kritériový druh pre vyhlasovanie chránených vtáčích území.

Typickým hniezdičom ihličnatých lesov je d'ateľ trojprstý (*Picoides tridactylus*). V našej

prírode je vzácný. Vyskytuje sa len vo vyšších pohoriach v starších ihličnatých porastoch, kde je viazaný najmä na smrek. Na rozdiel od iných druhov d'atľov nemá na žiadnej časti tela červené zafarbenie. Samec má vrchnú časť hlavy zafarbenú do žltá. Rozdielny je aj počet prstov na nohách, má ich len tri v usporiadaní dva vpredu a jeden vzadu. Najčastejšie hniezdi v starých tlejúcich kmeňoch smrekov.

ŽLNA

Na našom území žijú dva druhy žln – žlna zelená (*Picus viridis*) a žlna sivá (*Picus canus*). Rozšírenejšia je žlna zelená, ktorá sa vyskytuje najmä v otvorenej krajine, často v starých ovocných sadoch, na cintorínoch, parkoch alebo stromoradiach. Na rozdiel od iných druhov d'atľov žlna zelená nebubnuje, ale ozýva sa hlasným a typickým *chichotavým* hlasom, najčastejšie na jar. Žlna zelená s veľkosťou štíhlej hrdličky patrí medzi naše najväčšie druhy z čeľade žlnovitých. Spoznáme ju podľa olivovo-zeleného zafarbenia peria

Kruťohlav hnedý



a stredných polohách. Obľubuje otvorenú krajinu alebo riedke a presvetlené listnaté lesy s dostatkom dutín. Na rozdiel od ostatných d'at'ov si dutiny na hniezdenie nevysekáva, ale využíva opustené a staršie dutiny po d'at'och, prípadne aj vtáčie b'udky. Z nich neraz vypudí aj ich pôvodných majiteľov.

Zafarbenie peria má maskovací charakter, je hnedej, bledehnedej a šedej farby, ktoré vo vzájomnej kombinácii vytvárajú vzory podobné zafarbeniu kôry stromu. Najčastejšou potravou kruťohlava sú mravce a mravčie kukly, ktoré vyhrabáva z mravenísk. Nimi kŕmi aj svoje mláďatá. Menej často sa živí aj inými druhmi hmyzu. Samica sedí na znáške veľmi pevne a pri vyrušení odstrašuje votrelca zaujímavým spôsobom. Našuchorí perie, roztiahne chvost, natiahne krk do výšky, krúti hlavou a s vyplazeným kmitajúcim jazykom syčí ako had. Kruťohlav hnedý je našim jediným druhom z čeľade žlnovitých, ktorý na jeseň odlieta na zimoviská. Zimuje až v ďalekej Afrike.

Text a foto Ing. Lubor Čačko

a výrazného červeného zafarbenia temena hlavy. Typický je aj jej vlnovkovitý spôsob letu, ktorý je charakteristický pre všetky d'atle.

Menej rozšírený je náš ďalší druh žlny – žlna sivá. Na rozdiel od žlny zelenej obývajúcej najmä otvorenú krajinu sa žlna sivá vyskytuje najmä v listnatých a zmiešaných lesoch stredných a nižších polôh. Obľubuje predovšetkým staršie lesy s dostatkom odumierajúcich stromov, kde si vytesáva hniezdne dutiny.

Hlavnou potravou oboch druhov žln sú najmä mravce a ich vývojové štádiá. Mravce chytajú pomocou dlhého a lepkavého jazyka, ktorý svojou veľkosťou takmer trojnásobne presahuje dĺžku zobáka. Do mravenísk neraz vyhl'bia diery a vyberajú z nich kukly a larvy mravcov. Je zaujímavé, že mravcami sa často živia aj počas zimného obdobia, keď mravce hibernujú. Aj pod vrstvou snehu vedia nájsť mravenisko a dostať sa k mravcom aj cez zamrznutú pôdu. Príležitostne, najmä počas hniezdenia sa živia aj inými druhmi hmyzu, v zimnom období, keď majú nedostatok potravy, niekedy priletia aj na kŕmidlo, kde obľubujú hovädzí loj.

KRUTOHLAV

Veľmi zaujímavým druhom čeľade žlnovitých je kruťohlav hnedý (*Jynx torquilla*). Ani svojím výzorom, ani spôsobom života sa na d'atľa nepodobá. Zobák má slabý a nie je prispôsobený na tesanie, ani jeho chvostové perá nie sú také tvrdé ako ich majú ostatné d'atle. Nešplhá sa ani po kmeňoch stromov, napriek tomu, že má rovnaké rozmiestnenie prstov na nohách ako d'atle. S kruťohlavom hnedým sa v našej prírode stretne najmä v nižších

Hlavnou potravou oboch druhov žln sú mravce a ich kukly. Chytajú ich pomocou dlhého a lepkavého jazyka.





Kráľovná na DUNAJI

Hlavné mesto Maďarska – Budapešť – vzniklo v roku 1873 spojením miest Budín a Starý Budín na pravom brehu rieky Dunaj s mestom Pešť ležiacim na ľavom brehu.

Dunaj delí Budapešť na dve časti výrazne odlišného krajinného rázu. Kým Pešť sa rozkladá na rovine, Budín je výrazne kopcovitý. Hlavným prírodným bohatstvom mesta sú termálne pramene, vďaka ktorým patrí Budapešť k najväčším kúpeľným mestám na svete.

HRADNÝ VRCH

Na Hradnom vrchu sa nachádza srdce niekdajšieho Budína – Budínsky hrad so svojim okolím. Pôvodný stredoveký hrad uhorského panovníka Bela IV. z 13. storočia nechal pretransformovať viac ako storočie neskôr Žigmund Luxemburský a ďalšou prestavbou prešiel hrad za Mateja Korvína. Za jeho vlády zažíval svoj rozkvet, keď aj vďaka jeho manželke Beatrix Aragónskej prišli na budínsky dvor talianski renesanční umelci a humanisti. Význam hradu upadol počas tureckej vlády. Rekonštrukciu Budínskeho hradu začala v polovici 18. storočia kráľovná Mária Terézia. V neskorom 19. storočí, počas vlády rakúsko-uhorskej dynastie a kráľa Františka Jozefa, získal Budínsky hrad svoj súčasný vzhľad. Od roku 1987 je hrad zapísaný do Zoznamu UNESCO.

V súčasnosti sú súčasťou hradného komplexu Maďarská národná galéria, ktorá prezentuje diela od čias stredoveku po súčasné umenie, Národná Széchényiho knižnica a Budapešťianske historické múzeum. Severozápadne od hradu sa rozprestiera hradná štvrť, kde stoja budínska stará radnica z 18. storočia a Matejov kostol, v ktorom korunovali posledných dvoch uhorských kráľov – Františka Jozefa a Karola IV.

Východný svah návršia vyplnía Rybárska bašta. Ide o neogotickú a miestami novorománsku stavbu zo začiatku 20. storočia, z ktorej múrov sa ponúkajú pekné výhľady na mesto. V popredí stavby stojí známa jazdecká socha sv. Štefana, ktorý bol v roku 1000 korunovaný za prvého uhorského kráľa.

Z východnej strany Hradného vrchu pri Dunaji sa nachádza námestie Clark Ádám tér. Je stredom Budapešti a možno tu vidieť aj tzv. nultý kilometer, od ktorého sa merajú vzdialenosti v meste. Námestie s hradom prepája lanová dráha otvorená v roku 1870 ako druhá lanovka na parný pohon v Európe. Asi 100 m dlhá trať prekonáva prevýšenie 50 m. Počas druhej svetovej vojny bola zničená a neskôr ju obnovili, pričom zachovali jej historický vzhľad.

REŤAZOVÝ MOST

Z námestia Clark Ádám tér vedie na ľavý breh do Pešti Széchényiho reťazový most, ktorý patrí k dominantám Budapešti. Je najstarším budapešťanským mostom, otvorili ho v roku 1849 podľa návrhu anglického architekta Williama Tierneyho Clarka. Je zväčšenou verziou mosta Marlow Bridge ponad riekou Temžu. Piliere sú vysoké 48 m a zdobia ich levie hlavy so znakom a korunou Uhorska. Šírka mosta je takmer 15 m a jeho dĺžka 380 m. V čase otvorenia bol most jedným z najväčších na svete vo svojej kategórii.

Južne od Budínskeho hradu sa rozkladá druhé návršie, tzv. Gellértov vrch, ktorý pomenovali po sv. Gellértovi, biskupovi a patrónovi Budapešti. Na vrchu je Citadella, opevnenie vybudované v polovici 19. storočia. Chránená oblasť napája svojimi termálnymi prameňmi tri susedné liečebné kúpele. Terasa opevnenia Citadelly umožňuje panoramatický rozhľad po celom meste.



Malé metro, foto wikipédia/Sprok

V CENTRE PEŠTI

Na opačnom brehu Dunaja sa nachádza veľkolepá novogotická budova parlamentu, ktorá je jedným zo symbolov Budapešti a najväčšou stavbou v celom Maďarsku. Postavili ju v rokoch 1885 až 1904 podľa návrhu Imreho Steindla a pripomína budovu britského parlamentu. S dĺžkou 268 m a šírkou 123 m sa radí medzi najväčšie parlamentné budovy Európy.

Zdobí ju množstvo sôch, nad oknami sú umiestnené rôzne erby a jej kupola dvíhajúca sa do výšky 96 m symbolizuje rok 896, keď prišli starí Maďari do Panónie. Najkrajší pohľad



Parlament



Lanová dráha

na budovu parlamentu je cez rieku z náprotivnej budinskej strany. V priestore pod kupolou sú vystavené uhorské korunovačné klenoty. Tzv. Svätoštefanská koruna vážiaca vyše dva kilogramy bola v minulosti nielen symbolom moci panovníka v Uhorsku, ale doteraz je tiež pozoruhodným umeleckohistorickým predmetom.

Najväčším kostolom v Budapešti je Svätoštefanská bazilika postavená v novoklasicistickom štýle v roku 1905. Jej kupola sa týči do výšky 96 m, rovnako ako kupola parlamentu. Vo veži visí najväčší zvon v Maďarsku s hmotnosťou viac ako deväť ton.

Neďaleko baziliky stojí Veľká synagóga. Stavba z roku 1859 postavená v novomaurskom štýle pojme približne 3 000 veriacich a považuje sa za najväčšiu synagógu v Európe.

BUDAPEŠTIANSKY BULVÁR

Na bulvári Múzeum körút sa nachádza Maďarské národné múzeum založené v roku 1802, ktoré dokumentuje dejiny Maďarska. Niekoľko exponátov v jeho zbierkach pochádza z územia súčasného Slovenska, medzi nimi napríklad aj tzv. Monomachova koruna z 11. storočia, ktorú našli v roku 1860 v Ivanke pri Nitre.

Z námestia Erzsébeth tér neďaleko baziliky vedie do severovýchodnej časti mesta výstavná ulica Andrassy út, ktorá je tiež súčasťou Svetového dedičstva UNESCO. Vznikla v rámci prestavby Budapešti v 19. storočí. Stojí tu novorenesančná budova Opery z roku 1884,

ktorá má jednu z najlepších akustík v Európe. Bulvár sa ďalej rozširuje o aleju s palácmi, vilami a honosnými obytnými domami. V tejto lokalite sa nachádza aj Dom teroru, múzeum mapujúce vplyv nacistického a sovietskeho režimu v Maďarsku, ako aj pamätník venovaný ich obetiam.

Pod ulicou premáva žltá linka budapeštianskeho metra alebo M1, nazývaná aj malé metro. Otvorili ju presne pred 125 rokmi, 2. mája 1896, v rámci miléniových osláv, pričom išlo o prvé metro na európskej pevnine (mimo Londýna). Stavalo sa hĺbením, teda výkopom a následným prekrytím ulice. Nástupištia si doteraz zachovali svoju secesnú výzdobu – liatinové stĺpy ukončené dekoratívnymi hlavicami a keramické obklady.

MESTSKÁ ZELENĽ

Ulica Andrassy út ústi na Námestie hrdinov, ktorého centrálnu časť zaberá Miléniový pamätník. V blízkosti sa nachádzajú najväčšie presýpacie hodiny na svete, odhalené v roku 2004 na pamiatku vstupu Maďarska do Európskej únie. Ide o veľké koleso s názvom Timewheel s priemerom osem metrov a hmotnosťou 60 ton, vyrobené zo žuly a ocele. *Piesok*, v skutočnosti sklené granuly, prúdi z hornej do dolnej sklenej komory po celý rok. Na Silvestra sa koleso pomocou štyroch ľudí otočí o 180 stupňov, aby sa tok *piesku* mohol obnoviť na ďalší rok.

Za Námestím hrdinov sa rozkladá mestský park Városliget s umelým jazerom. Na ostrove



Presýpacie hodiny Timewheel, foto wikipédia/Юлия Можаровская

sa týči hradný komplex Vajdahunyad, postavený v rámci miléniových osláv, a jeho architektúra kopíruje historické slohy v Maďarsku.

Známe Széchenyiho kúpele sú najväčším komplexom svojho druhu v Európe. Novobaročnú budovu otvorili v roku 1913 a neskôr ju rozšírili. Termálne pramene tam dosahujú teplotu až 77 °C.

Zo severnej strany centra mesta uprostred Dunaja medzi mostmi Margit híd a Arpád híd sa rozkladá Margitín ostrov, ktorý je vyhľadávaným rekreačným cieľom. Má dĺžku 2,5 km a prevažne podobu parku. Významnou pamiatkou ostrova je 57 m vysoká vodná veža postavená v secesnom štýle.

Najväčší zo všetkých budapeštianskych parkov, Népliget, sa môže pochváliť aj planetáriom.

RÍMSKE AQUINCUM

Severne od centra Budapešti v Starom Budíne sa nachádza Aquincum – niekdajší rímsky vojenský tábor a mesto. Archeologické výskumy sa tam začali už koncom 18. storočia. Tábor na ochranu dunajskej hranice založili Rimania na území Budapešti v 1. storočí. Jeho význam postupne rástol, preto pri tábore začali budovať civilné mesto, kam prichádzali úradníci, obchodníci a remeselníci.

V roku 106 sa Aquincum po rozdelení rímskej provincie Panónia na Hornú a Dolnú Panóniu stalo hlavným mestom Dolnej Panónie. V roku 124 povýšil cisár Hadrián civilné mesto statusom municípie. V čase vlády cisára Septima Severa sa mesto stalo kolóniou, čo bolo impulzom pre jeho ďalší rozvoj. Ku koncu 4. storočia však Aquincum stratilo svoj pôvodný význam a opustila ho väčšina obyvateľstva. V súčasnosti sa v ňom nachádza múzeum, ktoré spolu s lapidáriom mapuje rímske obdobie budapeštianskych dejín. Archeológovia tam odkryli viaceré významné rímske stavby, medzi ktoré patria Hadriánov miestodržiteľský palác s freskami a mozaikami, veľké kúpele legiónárskeho tábora, civilný a vojenský amfiteáter, mitreum, Herkulova vila s mozaikami a ranokresťanská kaplnka. K najvýznamnejším nálezom patria zvyšky organu s 52 pištálami rozdelenými do štyroch registrov, ktorý sa podarilo zrekonštruovať.

R, foto Pixabay

Kocky na orbite

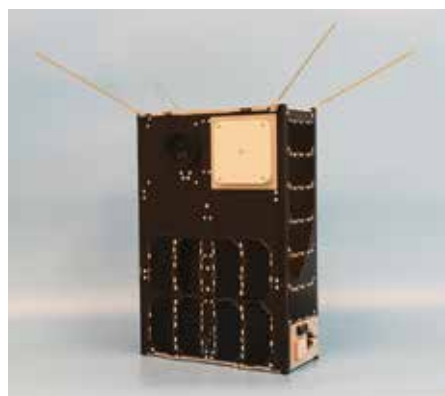


Miniaturizácia v elektronike prináša aj miniaturizáciu techniky potrebnej na výskum vesmíru. Malé satelity, ktorých cena je porovnateľná s cenou luxusnejších automobilov, sa stávajú dostupnými pre krajiny a spoločnosti, ktoré by ešte donedávna nemali šancu v astronautike. Vzniká tak celý nový sektor.

Prvý Sputnik, guľa s priemerom 58 cm, vážil približne 80 kg. Druhý Sputnik, na palube ktorého letel pes Lajka, tvoril 4 m vysoký kužel s priemerom základne 2 m. Vážil pol tony. Hmotnosť 73 metrov dlhý a 109 metrov širokej Medzinárodnej vesmírnej stanice je takmer 420 ton... Línia vývoja od malého a jednoduchého k veľkému a zložitému však nie je v kozmonautike jedinou možnou. Povedľa nej sa už istý čas odvíja druhá, paralelná: satelity, ktoré sú v porovnaní s bežnými miniatúrne čo do veľkosti i nákladov.

MINI, MIKRO, NANO, PIKO

Ešte donedávna sa mohlo zdať, že tak, ako budú vesmírne technológie čoraz sofisti-



6-jednotkový CubeSat GomX-4B, ktorý okrem iného testoval synchronizovaný pohyb so svojím dvojčatom GomX-4A

kovanejšie, vesmírna technika bude čoraz väčšia a prístupná iba najrozvinutejším krajinám a veľkým komerčným spoločnostiam. Miniaturizácia a zlacňovanie elektroniky však umožňujú vývoj a výrobu menších satelitov. Tie sú lacnejšie a ich výroba si vyžaduje oveľa menej času ako pri tradičných veľkých družiciach, čo umožňuje, aby ich využívali aj menšie spoločnosti (často spoločne s univerzitami). *Nanosatelity demokratizovali prístup k výdobytkom, ktoré boli tradične vyhradené pre veľké spoločnosti alebo vesmírne agentúry s obrovskými finančnými zdrojmi*, pripomína na svojej stránke španielska spoločnosť Alén – jedna z tých, ktoré sa špecializujú na výrobu malých satelitov a ktoré tvoria už celý ekonomický sektor nazývaný *nový vesmír*. Napokon, užitočnosť malých satelitov určite nepopiera ani spomínaný tradičný vesmírny sektor. Európska vesmírna agentúra ESA pred niekoľkými rokmi zriadila špeciálne oddelenie na prácu na štandardizovaných nanosatelitoch nazvaných CubeSats (*cube* – po slovensky kocka). Cieľom je užšia spolupráca ESA s menšími európskymi spoločnosťami pri vesmírnych misiách, ktorých ciele môžu byť vedecké alebo technické: napríklad sledovanie asteroidov v blízkosti Zeme alebo testovanie dokovacích manévrov umelých kozmických telies.

Satelity možno deliť podľa ich určenia (monofunkčný Sputnik verzus Medzinárodná vesmírna stanica), ale napríklad aj podľa ich hmotnosti. Tá pritom, vzhľadom na náklady



Pripájanie malých satelitov k nákladnému priestoru SSMS – Small Spacecraft Mission Service, európsky vesmírny kozmodróm Francúzska Guayana, 12. marca 2020

spojené s vynášaním družíc na orbitálnu dráhu, určite nie je zanedbateľnou kategóriou. Podľa kritérií NASA sa za nanosatelit považuje satelit s hmotnosťou od 1 kg do 10 kg. Za veľké sa považujú satelity s hmotnosťou viac ako 1 000 kg, stredne veľké sú tie s hmotnosťou od 500 kg do 1 000 kg, kým všetko pod

500 kg spadá do kategórie malých satelitov (od 100 do 500 kg sú to minisatelity a tesne nad kategóriu nanosatelitov sú ešte s hmotnosťou 10 až 100 kg mikrosatelity). Ani nanosatelitmi sa však preteky o najmenšiu hmotnosť a náklady nekončia: v súčasnosti sa už experimentuje s tzv. pikosatelitmi s hmotnosťou nižšou ako 1 kg (vreckové satelity PocketQubes, tubusové TubeSats a podobne).

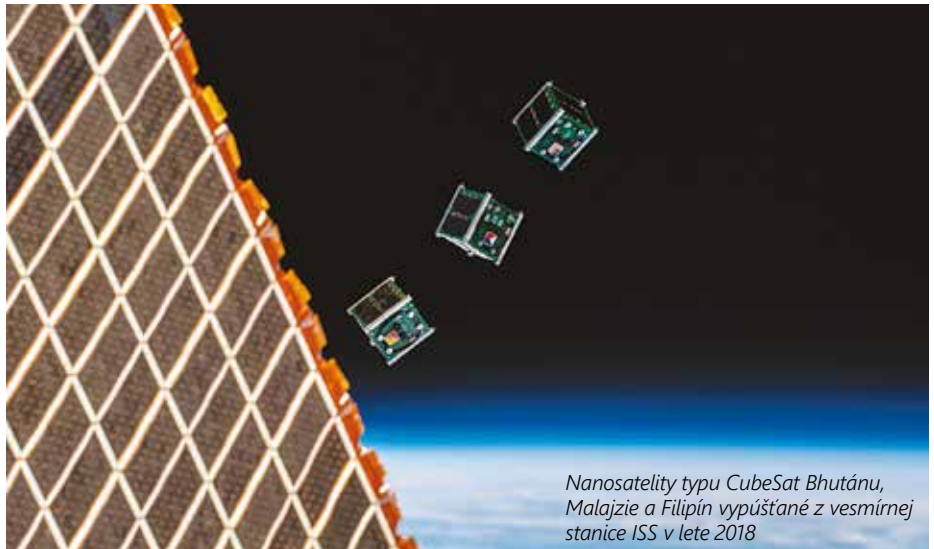
HROMADNÉ LETY

Na rozdiel od veľkých satelitov, ktorých vývoj a výroba trvá roky, v prípade nanosatelitov to možno skrátiť na niekoľko mesiacov. Môže to byť veľkou výhodou: napríklad v oblasti telekomunikácií napreduje vývoj natoľko rýchlo, že kým sa taký veľký satelit dostane na oblohu, často je v niektorých ohľadoch už v podstate technologicky zastaralý. Pravidelné inovovanie systémov na satelitoch, ktoré sú už na obežných dráhach, je pritom nákladné a náročné. Pri lacnejších a rýchlejšie zostaviteľných menších satelitoch tieto starosti odpadajú alebo sú aspoň menšie.

Štandardizovaná podoba nanosatelitu – CubeSatu je kocka s rozmermi 10 × 10 × 10 cm, označovaná tiež ako 1U (U ako *unit* – jednotka). Takáto štandardizácia dala vzniknúť celému modulárnemu ekosystému: satelity možno skladat' z vopred hotových komponentov. Štandardná veľkosť a tvar tiež umožňuje hromadné uskladnenie nanosatelitov v kontajneroch v nosnej rakete – znižuje to náklady a zvyšuje bezpečnosť pri ich vynášaní na orbitálnu dráhu. Hromadné štarty umožňujú nielen rozložiť náklady na ich vypustenie. Dovoľujú spoluozhodovať aj o ciele, na rozdiel od prípadov, keď sa nanosatelity na orbitu vezú len ako stopári popri nejakej veľkej a nákladnejšej družici, pričom musia, pochopiteľne, akceptovať smer a dráhu letu podľa nej. Mimochodom, aj preto sa CubeSats občas vypúšťajú priamo z ISS (aj tam je však najprv potrebné dopraviť ich zo Zeme).

SKLADAČKY NA OBEŽNEJ DRÁHE

Malé rozmery CubeSatov by nemali nikoho pomýliť. Modulárny systém umožňuje prispôbiť ich misiám s riadnym vedeckým či technickým programom. Napríklad tak, že sa ešte na Zemi pospájajú do väčších zostáv, ktoré sú schopné plniť zložitejšie úlohy. Nedávno takto napríklad ESA vypustila dva šesťjednotkové (6U) CubeSats typu GomX-4 (v spolupráci s dánskou spoločnosťou Gomspace zo sektoru nového vesmíru, a Dánskou technickou univerzitou). Asi 8 kg ťažiacie satelity s rozmermi 20 × 30 × 10 cm testovali rôzne pohybové manévry na obežnej dráhe pomocou vlastného miniatúrneho pohonu a rýchly prenos dát pomocou rádioniek medzi jednotlivými satelitmi. ESA plánuje čoskoro vypustiť ďalšie CubeSats, ktoré majú technicky testovať vstup do atmosféry, ale tiež monitorovať ozónovú vrstvu, študovať slnečné žiarenie a podobne. Cieľom projektu



Nanosatelity typu CubeSat Bhutánu, Malajzie a Filipín vypúšťané z vesmírnej stanice ISS v lete 2018

je dostávať do vesmíru sľubné nové technológie čo najlacnejšie a čo najrýchlejšie tak, aby ich naše partnerské spoločnosti mohli potom využívať aj komerčne, uvádza na stránke ESA šéf oddelenia CubeSatov Roger Walker. ESA výrobcom kociek poskytuje aj svoje zariadenia, v ktorých môžu otestovať tepelnú či vibračnú záťaž svojich CubeSatov, a reziduálne magnetické pole, ktoré ovplyvňuje meracie zariadenia satelitu.

Veľkosť ani výbava, s akou CubeSaty opustia Zem, nemusia byť konečné. Zatiaľ čo napríklad M-ARGO, čo je skratka pre Miniaturizovaného diaľkovo riadeného geofyzikálneho pozorovateľa asteroidov, je sólo kockou zameranou na výskum asteroidov, systém RACE (Experiment stretávania autonómnych CubeSatov) testuje schopnosti jednotlivých kociek stretávať sa a dokovať na obežnej dráhe. Takáto schopnosť umožní vznik agregovaných satelitov zostavených z viacerých

CubeSatov až priamo na obežnej dráhe, čo otvorilo nové možnosti ich využitia. Budúcnosť je podľa niektorých práve vo vytváraní takýchto zostáv alebo dokonca rojov miniatúrnych satelitov s rozšírenými schopnosťami.

PREPLNENÉ NÍZKE DRÁHY

Medzinárodná databáza evidovala k 4. aprílu 2021 celkovo 1683 vypustených nanosatelitov patriacich 74 krajinám sveta (prvými v zozname sú 8,5 kg ťažiaci TUBSAT-N a 3-kilogramový TUBSAT-N1 Technickej univerzity v Berlíne, ktoré vypustili v júli 1998). Z tohto celkového počtu bolo 1 553 CubeSatov. Iba 93 nanosatelitov bolo zatiaľ zničených pri štarte. O výhodnosti ich malých rozmerov okrem iného vypovedajú rekordné počty nanosatelitov vypustených na obežnej dráhe jednou nosnou raketou. Databáza uvádza ako rekord 120 nanosatelitov, ale firma SpaceX v januári tohto roku oznámila, že jej Falcon mal na palube až 143 nanosatelitov.

Hromadné lety sú výhodné pre obe strany: SpaceX si za vypustenie stredne veľkého, 200-kilogramového satelitu pýta jeden milión dolárov, pričom príplatok za každý kilogram navyše je 5 000 dolárov. Podobné lety pod označením Transporter plánuje podnikat' aj naďalej. Mimochodom, len v nasledujúcich niekoľkých rokoch sa očakáva vypustenie najmenej 2 500 ďalších miniatúrnych družíc. Hoci vedecký, technický aj komerčný význam takýchto podnikov je zrejmy, odborníci varujú pred ďalším bezhlavým zaplňaním nízkych orbít okolo Zeme šrapnelmi v podobe malých satelitov. Neexistujú žiadne všeobecne uznávané pravidlá pre bezpečnosť vesmírnych operácií a predchádzanie kolíziám, pripomenula vo svojej výročnej správe za rok 2020 NASA. Možnosť zrážok na obežných dráhach však s ich vzrastajúcim zaplňaním narastá a je dôležité uvedomiť si, že tým narastajú aj riziká pre kozmonautov, kritické obranné schopnosti štátov a globálnu vesmírnu ekonomiku. To sú úvahy, ktoré tento nový sektor zažívajúci práve svoj boom čoskoro neminú.

R, ilustrácie a foto ESA



Štart nosnej rakety Vega z európskeho kozmodrómu na Francúzskej Guayane 2. septembra 2020. Raketa v rámci misie VV16 vyniesla 53 malých satelitov na obežné dráhy vo výške 515 km a 530 km nad Zemou.

Vlak Sedem hviezd v Kjúšu,
foto wikipédia/RSA



Luxus na koľajniciach

Doprava nemusí predstavovať iba riešenie problému čo najefektívnejšieho presunu z bodu A do bodu B. Poradie priorít: rýchlosť – pohodlie možno aj prehodiť. A niekedy potreby pohodlia či nevšednosti odsunú potrebu rýchlosti celkom do úzadia.

V prípade luxusných vlakov to platí dvojnásobne. Účelom jazdy Orient expresom alebo Maharadža expresom nie je už ani len čiastočne preprava ako taká. Bežní smrteľníci, ktorých poháňajú minútové ručičky hodín, majú k dispozícii čoraz rýchlejšie moderné spoje – zámožnejší *fajnsmekri* hľadajú na železnici zážitky iného druhu.

KRÁĽ VLAKOV

Keď v októbri 1882 pozýval Belgičan Georges Nagelmackers hostí na prvú jazdu novým *nablýskaným vlakom* z Paríža do Viedne, išlo mu o pozdvihnutie jeho Compagnie Internationale des Wagons-Lits (Medzinárodnej spoločnosti lôžkových vozňov, CIWL), ktorá sa usilovala expandovať kombináciou vlakových spojení, cestovných kancelárií a siete hotelov do Európy a severnej Afriky. Po dohode s národnými železnicami od Francúzska po Rumunsko, podľa ktorej CIWL poskytla svoje vagóny a ony svoje lokomotívy a koľajnice, začal od roku 1883 vlak, ktorý neskôr dostal meno Orient expres, premávať medzi Parížom

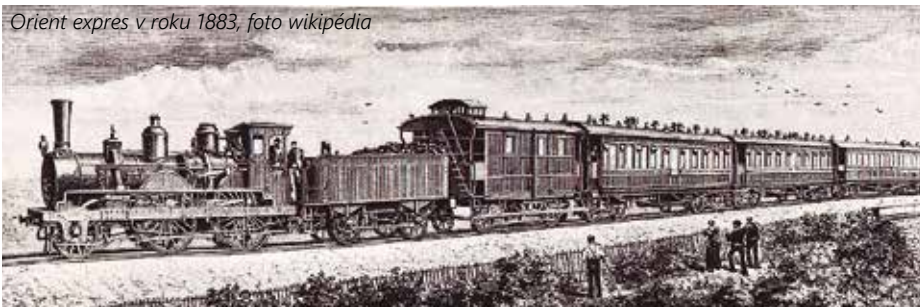
a Istanbulom. Zrodil sa najslávnejší transkontinentálny spoj na svete.

Prvú súpravu Orient expresu tvorili dva batožinové, štyri lôžkové a jeden reštauračný vozeň. Väčšina vozňov bola trojnápravová, najväčší zo spacích vozňov so šesťnástimi lôžkami bol vybavený kolískovými nápravami. Dohromady vlak pojal 56 cestujúcich. Hoci neskôr sa súprava rozširovala, nikdy nebol zamýšľaný ako vlak pre masu. Napokon, Nagelmackers vraj nechal pred prvou cestou v Paríži na veľďajšiu koľaj pristaviť niekoľko zanedbaných vozňov typu Pullman – dovtedajších symbolov luxusu –, len aby zvýraznil lesk svojho vlaku.

Celá trasa merala 2 740 km, s krátkymi zastávkami v Mníchove, Viedni, Budapešti a Bukurešti, a pomocou *lodnej spojky* z bulharského prístavu Varna dorazili cestujúci do Istanbulu po 76 hodinách. Po prestávke vyvolanej 1. svetovou vojnou sa jazdy obnovili, no už po novej, južnejšej trase – vlak začal využívať nový 20 kilometrov dlhý tunel pod alpským priesmykom Simplon medzi Švajčiarskom a Talianskom. Trasa Simplon-Orient expresu, ako sa začal nazývať, viedla z Londýna na pobrežie do Folkestonu a po preplavení cestujúcich do francúzskeho Calais vlakom ďalej do Paríža, Lausanne, cez Simplonský priesmyk do Milána, Benátok, Záhrebu, Belehradu a Sofie (nie vždy vlak pokračoval až do Istanbulu).

Po 2. svetovej vojne pokračoval Orient expres na rôznych trasách už skôr ako idea než ako konkrétny vlak. Úpadok záujmu napokon spôsobil jeho zánik v roku 2009: posledná pravidelná trasa vlaku pod týmto názvom viedla zo Štrasburgu do Viedne. Vtedy však už po európskych tratiach jazdil nepravidelný vlak,

Orient expres v roku 1883, foto wikipédia



ktorý sa slávnemu medzivojnovému Orient expresu podobal viac ako všetky jeho povojnové inkarnácie.

VLAK KRÁLOV

Keď sa v roku 1977 CIWL zbavovala starých vagónov, americký podnikateľ James Sherwood pôsobiaci vo Veľkej Británii kúpil v aukcii prvé dva. V priebehu niekoľkých rokov potom minul 16 miliónov dolárov na nákup 35 lôžkových a reštauračných vozňov CIWL a Pullmanových palácov na kolajniciach. V máji 1982 sa vydal na cestu z Londýna do Benátok Sherwoodov Orient expres v podobe, akú mal v 20. a 30. rokoch, a táto jeho nostalgická verzia vydržala až do súčasnosti. Cestujúcich najprv odvezú historické Pullmanove vozne z Londýna na pobrežie, odkiaľ ich expresná linka prevezie cez Eurotunnel do Calais, kde presadnú na ten pravý Orient expres. Do Benátok (a niekoľkokrát ročne až do Istanbulu) ich odvezie flotila 14 lôžkových a 4 reštauračných vozňov pochádzajúcich najmä z rokov 1927 a 1929 s mahagónovými, ebenovými a palisandrovými interiérmi v štýle art deco a s opulentnou kuchyňou, ktorá ponúka špeciality podľa toho, kadiaľ vlak práve prechádza.

Maharadža expres, foto wikipédia/Ashvin Krishna Poyil



Práve takúto verziu Orient expresu preslávili románový detektív Hercule Poirot, James Bond Seana Conneryho či hrdinovia románu Brama Stokera prenasledujúci krvilačného grófa Draculu do jeho sídla v Transylvánii. Ani realita však za mýtmi nezaostávala: nie náhodou ho anglický spisovateľ A. H. Cookridge nazval *Kráľ vlakov a vlak kráľov*. Práve ním kontinent križovala európska smotánka, korunované hlavy, prezidenti, ale aj špióni, akým bol napríklad istý Angličan Robert Baden-Powell vydávajúci sa za lepidopterológa: jeho náčrty motýľích krídel boli v skutočnosti zašifrované nákresy opevnení na dalmátskom pobreží – čo počas 1. svetovej vojny veľmi ocenilo britské námorníctvo.

AKO MAHARADŽOVIA

Farbistou históriou sa Orient expresu nijaký vlak nemôže rovnať, no čo do luxusu sa o to pokúšajú viaceré. Medzi nimi indický Maharadža expres, ktorý bol od svojho vzniku v roku 2010 niekoľkokrát vyhlásený za najluxusnejší vlak sveta. Štátna Indická železničná a turistická spoločnosť IRCTC, ktorej patrí, ponúka nie-

koľkodňové jazdy na vyhlásené miesta indickej histórie a kultúry vrátane Agry s palácom Tádž Mahal, centra Radžastánu Džajpuru, Mesta duchov Fatéhpur Sikrí či posvätného Varanasi. Vo vlaku je 43 kupé: 20 bežných s názvom de luxe, 18 malých suít, 4 veľké a jedna prezidentská suita. Každé kupé je pre dvoch ľudí okrem prezidentského, ktoré je pre štyroch (na ploche viac ako 43 m²). Dohromady teda expres odvezie 88 pasažierov. Pravda, k nim treba prirátat obsluhu dvoch reštaurácií, baru a stewardov. K vlaku patrí ešte vyhládokový vozeň, ktorý cestujúcim ponúka aj knižnicu, bar a obchod so suvenírmi.

Na rozdiel od Orient expresu sú vagóny Maharadža expresu súčasné, ich interiér bol však upravený do podoby vagónov, v akých sa po Indii kedysi prepravovali skutoční maharadžovia. Jazda vo vlaku je tak zmesou starobylého orientálneho prepychu a klimatizácie, kúpeľne s teplou vodou, Wi-Fi pripojenia, telefonických liniek a LCD televízorov v každom kupé. Jedno je isté: typické strapce pasažierov trčiacich z okien a dvier a nalepených na strechách vozňov lacných indických vlakov na tomto expresu nenájdete. Štyri dni cesty v de luxe kupé vyjde na 3 800 dolárov, kým sedem-

dnový výlet v prezidentskej suíte stojí 23 700 dolárov. Mimochodom, ani 4 000 a viac libier za cestu Orient expresom z Londýna do Benátok nie je nijaká maličkosť.

VÝHLADY NAMIESTO TV

Kráľovská vínová červeň je oficiálnou farbou japonského výletného vlaku Sedem hviezd v Kjúšu. Túto farbu má dieselovo-elektrická lokomotíva (japonská, špeciálne pre tento účel vyrobená DF200-7000) aj súprava siedmich vagónov značiek Hitachi a JR Kjúšu. V piatich lôžkových vozňoch je dovedna 14 dvoj lôžkových suít rozdelených do troch kategórií podľa veľkosti od 10 m² po 21 m². V súprave je aj reštauračný vozeň a oddychový vozeň s barom a živou hudbou. Interiér každého vozňa je jedinečný, vždy však tradične japonský, prevláda drevo a jeho odtiene s mottom *fúzie japonského so západným a starého s novým*. Vlak, ktorý ponúka štvordňové jazdy po ostrove Kjúšu, nie je expresom ani názvom, ani rýchlosťou. Vo vlaku sú sprchy s teplou vodou, ale na rozdiel od Maharadža expresu namiesto televízie



Reštauračný vozeň v Simplon-Orient exprese, foto wikipédia/Epistola8

v každom kupé inzerujú dopravcovia radšej scenérie za oknami.

Orient expres nie je jediným luxusným vlakom firmy Belmond Jamesa Sherwooda. Patrí mu tiež Royal Scotsman, výletný vlak naprieč Škótskou vysočinou s edwardiánskymi interiérmi, ale aj s kúpeľmi na palube a ponukou masáží, starostlivosti o tvár či pedikúry.

Ďalším vlakom Belmondu je Andean Explorer – prvý luxusný lôžkový vlak v Južnej Amerike, ktorý tvoria renovované vozne niekdajšieho austrálskeho expresu Great South Pacific. Okrem luxusu, tentoraz v štýle predkolombovského Peru, je pozoruhodný aj svojou trasou: z dávného centra ríše Inkov Cuzca sa vyšplhá až do nadmorskej výšky 4 800 metrov k jazeru Titicaca, kde ponúka exkurziu na plávajúce ostrovy a pokračuje až do historického Arequipa.

Ďalším z flotily luxusných vlakov Belmond je Hiram Bingham, ktorý vás odvezie Pullmanovými vozňami z Cuzca až priamo k zručaninám Machu Picchu.

SPOJENÉ NÁDOBY

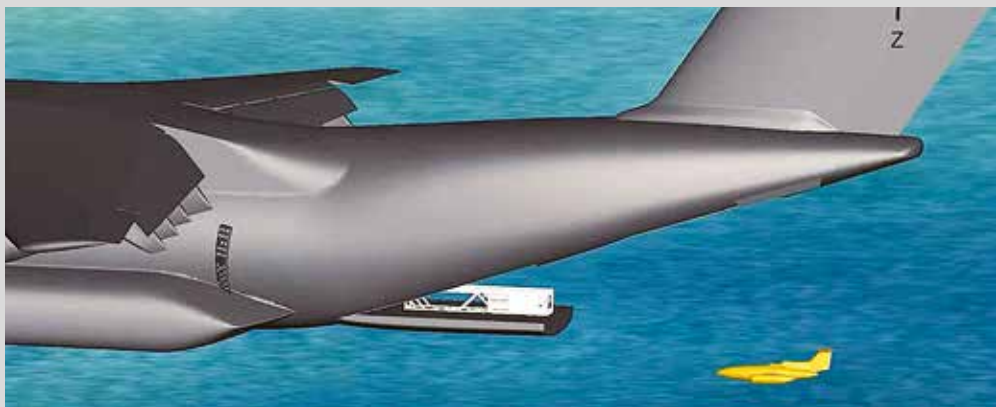
S pribúdajúcimi nárokmi na rýchlosť pribúdajú aj vlaky, ktoré chcú sprítomniť pomalšie, *staré dobré časy*. Popri strele TGV tak existuje Orient expres alebo hoci španielsky El Transcantábrico Gran Lujo so svojimi štyrmi originálnymi Pullmanovými vozňami z roku 1923, futurizmus Šinkansenu chce vyvážiť umelecké dielo na kolesách v podobe Siedmich hviezd v Kjúšu a podobne. Kráľov a špiónov vystriedali biznismeni a celebrity popkultúry, ktoré si môžu dovoliť platiť tisíce za niekoľkodňový výlet do nevednosti (a možno pritom i šokovať personál, ako to podľa článku v magazíne *The Smithsonian* urobil John Travolta, keď si v kuchyni Orient expresu vyžiadal hranolčeky). Luxusné vláčiky však nemusíme chápať len ako výstrelky. Sú aj symbolom doby, v ktorej rýchlosť je normou, zatiaľ čo za spomalenie si treba priplácať. **R**

Štarty dronov z LIETADLA

Bezposádkové lietajúce prostriedky, u nás známe pod stručným označením drony, sa stávajú čoraz významnejšou súčasťou vzdušných síl, teda vojenského letectva.

Sortiment dronov sa neustále rozrastá a siaha od *hračkárskeho* dronov cez stredne veľké drony na špeciálne účely (napríklad snímkovanie či fotogrametriu) až po drony, ktoré svojou veľkosťou i tvarom pripomínajú pilotované lietadlá. Drony na svoju misiu štartujú – v závislosti od svojej veľkosti – buď priamo z ruky, zo štartovacej rampy alebo (tie najväčšie) zo vzletovej dráhy bežného letiska.

Inovatívny spôsob štartu vojenských dronov vyvíja európska spoločnosť Airbus Defence and Space. Tá nedávno zverejnila prvé informácie o unikátnom projekte UAV Launcher, ktorého realizácia umožní vypúšťať drony z otvorenej (nadol sklopenej) zadnej rampy vojenského transportného lietadla Airbus A400M. Skratka UAV znamená *unmanned aerial vehicle*, čiže bezposádkový vzdušný prostriedok. V rámci spomenutého projektu vyvíja Airbus v spolupráci s firmami Geradts



GmbH, SFI inštitútu DLR nosnú a vypúšťačiu konštrukciu, ktorá bude uložená na zadnej rampe lietadla a umožní vypúšťanie viacerých dronov po sebe.

Vedúci projektu Andreas Heckmann povedal, že kľúčovými požiadavkami vývoja je zaisťovať bezpečné oddelenie vypúšťaného dronu od konštrukcie lietadla a vypracovať bezpečnostné postupy pre posádku lietadla. Na overenie splnenia uvedených požiadaviek slúžia špeciálne simulačné programy vypracované Nemeckým centrom pre letectvo a kozmonautiku (DLR).

Realizácia projektu má viesť k lepšej integrácii bezposádkových dronov do spolupráce

s klasickými bojovými lietadlami s pilotom či pilotmi na palube. Odborníci predpokladajú, že práve takýmto scenárom sa bude vyznačovať vzdušný boj budúcnosti. Zatiaľ však nie je verejne známe, kedy možno očakávať uvedenie systému vypúšťania dronov z lietadla A400M do služby vo vojenskom letectve.

Doplňme ešte, že štvormotorový typ A400M je vôbec prvým airbusom navrhnutým špeciálne na službu vo vojenskom letectve. Lietadlo bolo vyvíjané ako náhrada za už zastarané typy Transall C-160 a Lockheed C-130 Hercules a v súčasnosti ho má vo výzbroji sedem krajín.

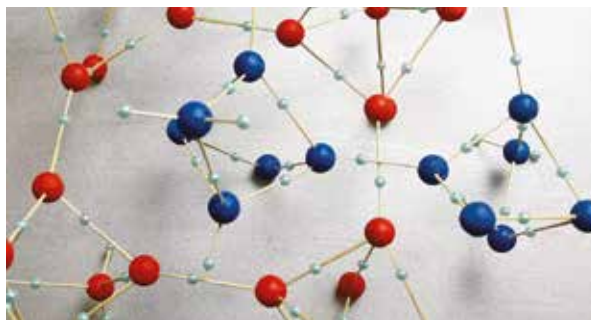
Foto Airbus

MINERÁL s mnohými tvármi

Musíte byť dobre podkutí v chémii na to, aby ste sa nepozastavili nad tvrdením, že ľad je minerál. Je to skutočne tak, aj keď v mineralogických príručkách sa o ľade nedozviete buď nič, alebo len veľmi málo. Najjednoduchšia definícia spomenutého minerálu – teda ľadu – hovorí, že ľad je zmrznutá voda.

Môžeme to vyjadriť aj tak, že ľad je pevné skupenstvo vody skryštalizovanej v hexagonálnej sústave. Pri normálnom atmosférickom tlaku voda pri ochladzovaní zamrzá na ľad pri teplote 0 stupňov Celzia (túto teplotu nazývame aj bod mrazu) – a pri tejto teplote sa ohrievaný ľad začne topiť. V našich zemepisných šírkach sa snáď nenájde človek, ktorý by neprišiel do styku s ľadom v niektorej jeho forme: v zime obdivujeme krajinu pokrytú snehom, ktorého vločky sú tvorené kryštálkami ľadu, menej už obdivujeme ľadovú pokrývku (námrazu) na cestách a chodníkoch a veľa škody môžu narobiť počas búrok padajúce krúpy. Ľad máme obvykle – v zime i v lete – aj doma, a to v mraziacom priečinku chladničky, resp. v mrazničke. Jednou zo zaujímavých vlastností ľadu je

jeho polymorfia, čiže schopnosť kryštalizovať v rôznych kryštálových formách – konkrétna forma polymorfnej látky sa nazýva polymorf. Polymorfy ľadu vznikajú v závislosti od tlaku a teploty a majú veľmi odlišné vlastnosti, pričom ich body topenia sa môžu líšiť až



Model ľadu VI. Veľké červené a modré guľôčky predstavujú kyslíkové atómy, malé guľôčky vodíkové atómy.

o niekoľko sto stupňov. Znie až neuveriteľne, že ľad sa môže vyskytovať až v 19 rôznych polymorfných varietách označených rímskymi číslicami. Všetok prírodný ľad, ktorý máme na Zemi, je označený ako ľad I (číta sa to ľad jeden). Výnimkou sú malé množstvá ľadu vyrobeného v laboratórnych podmienkach za rôznych fyzikálnych podmienok. Veľmi úspešným *hladačom* nových foriem ľadu je univerzita v rakúskom Innsbrucku, ktorej tím sa výskumu ľadu venuje od 80. rokov minulého storočia. Odvtedy rakúski vedci objavili – v podstate *vyrobili* – štyri nové kryštalické a dve amorfné formy ľadu. Naposledy dokázal rakúsky tím pripraviť ďalšiu novú formu ľadu pred tromi rokmi. Ide o ľad XIX (čiže ľad devätnásť), ktorý sa vyznačoval znakmi usporiadania, ale tím nebol schopný dokonale objasniť jeho štruktúru. Podarilo sa to až nedávno meraniami v anglickom Rutherfordovom-Appletonovom laboratóriu, ktoré disponuje neutrónovým difraktometrom s veľmi vysokou citlivosťou. Je teda celkom možné, že ľad nám ešte neukázal všetky svoje tváre.

Foto Uni Innsbruck

BATÉRIA súčasťou konštrukcie

Celý sektor automobilovej dopravy prechádza prelomovým obdobím, pričom zmeny sa týkajú takmer každého z nás. Hlavnou motiváciou zásadných inovácií dopravných prostriedkov – áut – je úsilie obmedziť a v konečnom dôsledku vylúčiť z dopravy automobily poháňané motormi spaľujúcimi palivá na báze ropy.

Ide o úsilie eliminovať exhaláty zo spaľovacích motorov, ktoré významnou mierou prispievajú k zamorovaniu ovzdušia skleníkovými plynmi, čo vedie k citeľnému nárastu globálnej teploty. Vyvíeť motorizmus z vyše sto rokov trvajúcej ropnej éry by mala elektrifikácia automobilov, ktorá je priamo i nepriamo forsírovaná aj politickými rozhodnutiami, napríklad zákazom výroby áut so spaľovacími motormi od určitého roku.

Zdalo by sa, že z technickej stránky elektrifikácii motorizmu nič nebráni: k dispozícii sú kompaktné výkonné elektromotory a v podstate aj batérie s pomerne vysokou kapacitou. Existujú však tri hlavné faktory brzdiace intenzívnejší nárast elektromobility. Prvým je to, že batérie s postačujúcou kapacitou sú v porovnaní s klasickou palivovou nádržou ťažké, druhým je to, že takéto batérie sú drahé a tretím je ešte vždy riedka sieť nabíjajúcich staníc.



Vedci švédskej Chalmersovej technickej univerzity prišli nedávno s inovatívnou batériou umožňujúcou výrazné zníženie hmotnosti vozidla. Treba spomenúť, že súčasné batérie, obvykle uložené pod podlahou kabíny, nie sú nosným konštrukčným

prvkom. Inovatívna batéria švédskeho tímu vyvinutá po niekoľkých rokoch výskumu využíva uhlíkové vlákna plniace dve funkcie. Vďaka vynikajúcim pevnostným vlastnostiam tvoria vlákna súčasť nosnej konštrukcie auta a vďaka svojim elektrickým vlastnostiam slúžia ako negatívne elektródy. *Predchádzajúce pokusy zhotoviť tzv. štruktúrne batérie viedli k batériám buď s dobrými mechanickými, alebo dobrými elektrickými vlastnosťami. My sme však uspeli použiť uhlíkové vlákna vo vývoji štruktúrnej batérie s konkurencieschopnou kapacitou a tuhosťou,* povedal vedúci projektu Leif Asp. Ten sa vyjadril, že už o niekoľko rokov môžu byť inovatívnymi batériami napájané menšie elektronické zariadenia. Neskôr prídu na trh aj batérie pre automobily, ktoré budú ľahšie ako doterajšie elektrické vozidlá, pretože časť ich nosnej štruktúry bude tvoriť batéria.

Foto Chalmers University of Technology/Marcus Folino

Neviditeľný dotykový ZÁMOK

V starých filmoch s kriminálnou zápletkou sa často vyskytujú zlodeji – vo vtedajšom policajnom slangu nazývaní kasári –, ktorí sa špecializujú na vykrádanie cenností uložených v trezoroch v bytoch zámožných občanov.

Typickým pracovným nástrojom kasárov bol veľký zväzok rôznych kľúčov či pakľúčov, pomocou ktorých sa kasár snažil trezor či pancierovú pokladňu otvoriť. Ochrana trezorov pred ich nepovolaným otvorením sa postupne zdokonaľovala a zámky súčasných trezorov sa zväčša odblokovujú správnym kódom na tlačidlovej klávesnici.

Ak sa však do praxe dostane inovatívne technické riešenie tlačidlovej klávesnice, ktoré navrhol tím švajčiarskych vedcov, potenciálny zlodej nebude



len dumieť, aký by mohol byť správny kód na otvorenie trezora, ale bude mať problém klávesnicu na trezore vôbec nájsť.

Technické riešenie vychádza z myšlienky, s ktorou prišla Evgeniia Gilshteinová, vedúca pracovníčka laboratória tenkých vrstiev švajčiarskeho Federálneho ústavu pre materiálové vedy a technológiu (známeho pod skratkou EMPA) v Dübendorfe. Tá prišla

s myšlienkou použiť ako nosič klávesnice priehľadnú polymérovú fóliu.

V laboratóriu sa už pred nejakým časom podarilo naniest špeciálnou tlačiarňou elektronické obvody a snímače. V spolupráci s Ústavom Paula Scherrera a Federálnym polytechnickým inštitútom v Lausanne boli v rámci projektu FOXIP vytlačené na papierové a PET fólie obvody aj tenkovrst-

vové tranzistory na báze vodivých oxidov kovov. Na ich nanášanie špeciálnou tlačiarňou použil tím transparentné vodivé oxidy kovu. Ďalšími technologickými procesmi sa vytlačené obvody *zneviditeľnili*. Plôšky so snímačmi sa ľudským okom nedajú odhaliť a dajú sa umiestniť na ľubovoľných miestach a celú fóliovú klávesnicu možno tiež umiestniť na ľubovoľné miesto na povrchu trezora, napríklad na závese dverí.

Ak to zhrnieme, tak potenciálny lupič musí najprv v podstate neviditeľnú fóliu odhaliť a potom ju opatrne končekmi prstov *otukávať*, aby našiel snímače, teda tlačidlá. A aj keď by ich postupne odhalil, netuší, koľko ich je a v akom poradí má náhodne rozhádzané snímače stláčať.

Podľa E. Gilshteinovej sa inovatívne kódovacie fólie dajú umiestniť napríklad na sklenené tabule alebo na zaoblené kľučky dverí. Elektronické obvody fólie sú, pochopiteľne, napojené na displej indikujúci správnosť či nesprávnosť vloženého kódu.

Dvojstranu pripravil Radomír Mlýnek
Foto EMPA



Kontajnerová loď Ever Given uviaznutá v Suezskom prieplave v marci 2021, foto z družice Copernicus Sentinel, úprava Pierre Marcuse

Spájať moria, DELIŤ SÚŠE

Necelý týždeň, počas ktorého uviaznutá loď upchala Suezský prieplav, stačil na to, aby si svet uvedomil, že ani v 21. storočí sa nezaobídeme bez takých starobyklých dopravných stavieb, akými sú umelé plavebné kanály. Svetový obchod bol počas tých šiestich dní citeľne poškodený a svetové médiá začali dokonca maľovať hypotetické scenáre, ako poľahky by bolo možné vyvolať globálny konflikt.

Pravda, nešlo o len tak nejakú loď: 400 metrov dlhá 200-tisíc tonová kontajnerová loď Ever Given spoločnosti Evergreen patrí vo svojej kategórii k najväčším na svete. Na druhej strane, veď ani v prípade Suezského prieplavu nejde o hocjaký kanál, hoci najväčší na svete nie je.

CISÁRI A FARAÓNI

Vodné cesty patria k najstarším stavbám dopravnej infraštruktúry v histórii. Skracovanie plavieb budovaním umelých prieplavov naprieč súšou šetrilo čas potrebný na prepravu ľudí aj tovaru a v časoch, keď cestovanie po súši bolo často mimoriadne riskantné, prinášalo aj viac bezpečia. Prieplavy svojou prirodzenou monumentálnosťou (kto chce prepájať moria, nemôže trochárit) zároveň vyhovovali túžbe dávných vládcov zanechať po sebe pamiatky, aké čas neodveje. V niektorých prípadoch sa im to aj podarilo. Nie náhodou v zoznamoch najväčšieho umelých vodných kanálov sveta doteraz figurujú dva

z najstarších: Veľký severojužný plavebný kanál medzi Pekingom a Chang-čou vo východnej Číne a Suezský prieplav spájajúci Stredozemné more s Červeným morom.

Počiatky výstavby prvého z nich sa datujú do roku 468 pred našim letopočtom, zatiaľ čo prvé pokusy o výstavbu prieplavu medzi Áziou a Afrikou siahajú až do obdobia pred 3 300 rokmi. A hoci čínsky Veľký kanál je v súčasnosti zapísaný v Zozname svetového kultúrneho dedičstva UNESCO, ani ekonomický význam týchto stavieb – ako sa napokon ukázalo aj prednedávnom v Sueze – sa od čias čínskych cisárov a egyptských faraónov nijako nezmenšil.

MEDZI KONTINENTMI

Prvá verzia prieplavu medzi Stredozemným a Červeným morom vznikla už v 13. storočí pred n. l., keď Egyptania prepojili Červené more s deltou rieky Níl. Problém bol v tom, že delta Nílu sa prirodzene neustále menila a s ňou aj trasa a hĺbka splavných ciest sever-

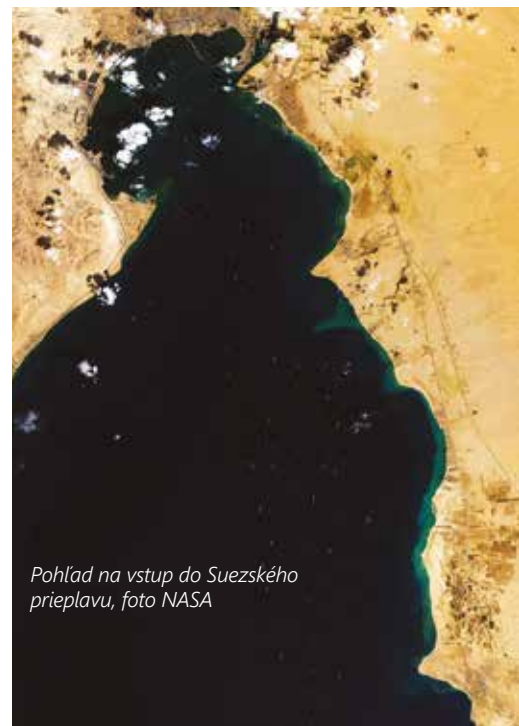
nej časti prieplavu. Tak či onak, v tejto podobe vydržal niekoľko storočí, kým zanikol. Neskoršie staroveké pokusy o jeho obnovenie v réžii Peržanov, Egyptanov či Rimanov mali len krátky život. Povedomie o prieplave však pretrvalo. O jeho znovupostavenie sa v 16. storočí neúspešne snažili priekopníci *globálneho obchodu*, Benátčania, a skúšal to aj Napoleon po dobytí Egypta. Toho však zastavil chybný výpočet vtedajších inžinierov, podľa ktorých mal byť medzi hladinami Stredozemného a Červeného mora výškový rozdiel 9 metrov.

Ako sa ukázalo, bol to omyl. Moderný Suezský prieplav, ktorý sa pod vedením Francúza Ferdinanda Lessepsa začal budovať v roku 1859 a otvorený bol o desať rokov neskôr, vedie po celej dĺžke na úrovni hladiny mora bez prevýšenia. Na rozdiel od väčšiny iných prieplavov lode pri prekonávaní jeho 193,3-kilometrovej trasy nepotrebujú ani jedno vzdúvadlo. Na severnú a južnú časť ho delí slané Veľké horké jazero napájané z oboch morí. Funguje ako vyrovnávací nádrž eliminujúca prílivové prúdy.

ČAKANY A LOPATY

Práce na modernom prieplave sa začali na jeho severnom stredomorskom konci, na mieste súčasného mesta Port Said, ktoré fungovalo ako prekladisko materiálu na stavbu z Európy a neskôr aj ako zásobáreň uhlia pre lode a stavebné stroje. Podmienky na stavbe v jej začiatkoch sa ani veľmi nelíšili od faraónskych čias: prvých 34-tisíc robotníkov (postupne sa ich na stavbe vystriedalo pol druhu milióna, pričom tisíce zahynuli) hlbilo prieplav ručne pomocou čakanov a vyťaženú materiál vynášali v košoch. Až neskôr sa na stavbe objavili mechanizmy v podobe parných bagrovacích lodí a mechanických transportérov.

Po desiatich rokoch a minútí dvojnásobku peňazí oproti pôvodnému plánu bol kanál otvorený 17. novembra 1869. Jeho význam pre obchod bol teoreticky zrejmý, akurát sa ho dlho nedarilo potvrdiť v praxi: prevádzka



Pohľad na vstup do Suezského prieplavu, foto NASA

prieplavu bola hlboko nerentabilná v podstate až do roku 1888, keď bol vyhlásený za neutrálne územie s právom všetkých na voľnú plavbu v čase mieru i vojny. V súčasnosti cezeň prechádza asi osem percent celosvetovej lodnej nákladnej dopravy – čo môže vysvetliť tú ľahkú hystériu, ktorá na svetových trhoch vypukla po uviaznutí lode Ever Given v marci tohto roku.

Prieplav je široký 365 m a hlboký 19,5 až 20 m. Technicky je limitovaný pre lode s veľkosťou do 150 000 BRT (BRT: tzv. brutto registrovaná tona je objemová jednotka používaná najmä v obchodnom loďstve – predstavuje zhruba 2,8 m³) a ropné tankery do 250 000 BRT. Lodiam trvá plavba cez prieplav asi 15 hodín. Za bežných okolností prepustí kanál za deň asi 20 lodí z juhu na sever a dvojnásobok v opačnom smere.

UMELÁ RIEKA

Čo do rozmerov sa Suezský prieplav nemôže porovnávať s Veľkým kanálom, ktorý je so svojimi 1 700 kilometrami najdlhšou a zároveň najstaršou umelou riekou na svete. Budovaný bol postupne, často s prestávkami celých storočí. Jeho najvyšší bod v Šan-tungu má prevýšenie 42 m. Lodiam však výškové rozdiely nerobia problémy od 10. storočia n. l. vďaka vynálezu stavidla s dvomi bránami. To vynášli práve Číňania na uľahčenie dopravy po Veľkom kanáli (dovtedy sa používali jednoduché stavidlá s jednou bránou). Severojužná dopravná a obchodná tepna spájajúca hlavné mesto na severe s úrodnými oblasťami na juh od Žltej rieky zohrala obrovskú úlohu v ekonomických, politických i vojenských dejinách Číny. Napri-

Suezský prieplav v roku 1869, foto wikipédia



Chang-čou po mestskú prefektúru Ťi-ning, asi 590 km južne od Pekingu.

NEBEZPEČNÁ ROVINA

Zatiaľ čo Suezský prieplav eliminoval potrebu európskych lodí plaviť sa okolo Afriky, aby sa dostali do Indického oceánu, Panamský prieplav rozdelil Severnú a Južnú Ameriku a prepojil Atlantik s Pacifikom s nemenej spektakulárnymi výsledkami. Cesta loďou z jedného do druhého oceánu sa tak skrátila o celé týždne. So stavbou kanála začali v 80. rokoch 19. storočia Francúzi, no dokončili ju až Ame-

Na oboch stranách 82-kilometrového kanálu sú umiestnené série troch a troch vzdúvadiel, ktorými sa lode postupne dostávajú do výšky 26 metrov nad hladinou mora – na úroveň hladiny jazera Gatun a potom naspäť dole. Jazero Gatun nie je prírodným útvarom. Jeho vytvorenie si vyžiadala stavba kanálu, pretože staviteľom pripadalo bezpečnejšie vyzdvihnúť lode nad úroveň mora a na druhom konci prieplavu ich prepustiť naspäť dole, ako ponechať kanál po celej dĺžke na úrovni hladiny mora. V čase svojho vzniku (1906) bol Gatun s plochou 430 km² najväčším umelým jazero – priehradou na svete. Hĺbka jazera kolíše medzi 14 až 26 metrami, v mieste, kde kanál pretína kontinentálnu šiju, je hlboký 13 metrov.

STÁLE POTREBNÉ

Keď bol Suezský prieplav v roku 1869 otvorený, meral 164 km a bol hlboký 8 m. Plaviť sa ním mohli lode do 5 000 ton s ponorom 6,7 m – čo vtedy vyhovovalo väčšine námorných flotíl sveta. Už o dvadsať rokov nato začal prieplav umožňovať plavbu v noci a zdvojnásobil tak kapacitu. Ďalšie modernizácie pokračovali v rôznych intervaloch až do súčasnosti: zatiaľ poslednými boli úpravy z roku 2015, vďaka ktorým teraz už 24 m hlboký kanál prepustí viac než 50 lodí denne v porovnaní s tromi plavidlami v roku 1869. V roku 2023 sa očakáva ďalšie zdvojnásobenie dopravy vďaka rozšíreniu kanála a dvojsmernej prevádzke so skrátenými čakacími intervalmi. Podobne sa neustále vylepšuje Panamský prieplav, ale aj čínsky Veľký kanál a mnohé ďalšie prieplavy na mnohých miestach sveta. Ani tie najsofistikovanejšie dopravné systémy súčasnosti zatiaľ nevytlačili z hry prastarú námornú plavbu a jej potrebu urobiť si občas skratku cez pevninu. Skratku, ktorej čo i len dočasné upchatie si okamžite všimne celý svet.

Panamský prieplav, vzdúvadlá na atlantickej strane, foto wikipédia/US DOT



klad už do roku 735 sa podľa vtedajších záznamov cez kanál prepravilo každoročne 149-tisíc ton zrna. V časoch vojen bola križovatka kanála so Žltou riekou niekoľkokrát použitá na vytvorenie umelej povodne, ktorá mala spláchnuť nepriateľské vojsko. Katastrofálne hospodárske následky takých záplavových vín však priniesli cisárstvu viac škody ako úžitku. V súčasnosti síce Veľký kanál formálne spája Peking na severe s Chang-čou na juhu s celkovou dĺžkou 1 794 km, v skutočnosti je však splavný len od

ričania v rokoch 1904 – 1914. Podobne, ako to bolo so Suezskou šijou, aj Panamská úžina bola ešte pred prerazením prieplavu využívaná ako pozemná cesta. Znamenalo to však vyložiť pasažierov a náklad lode na atlantickom pobreží a prekonať s nimi 80 km hôr a džungle, kým sa na tichooceánskej strane mohli nalodiť na druhé plavidlo (a naopak). A takáto nepohodlná cesta bola pritom naďalej uprednostňovaná možnosťou k plavbe búrlivými antarktickými vodami okolo Hornského mysu.

Špeciálna séria o vírusoch

Séria cyklu Veda v CENTRE pozostáva zo siedmich prednášok, ktoré sa zameriavajú na vírusy z rôznych uhlov pohľadu.

Pozvanie prednášať prijali uznávaní slovenskí vedci a vedkyne. Podujatia sa konali bez účasti verejnosti. Záznamy z nich sú dostupné na YouTube Veda na dosah – CVTI SR.



Vakcíny kontra vírusy – víťaz berie všetko

Vírusy patria k najrafinovanejším patogénom. Dokážu víťaziť nad ľudským imunitným systémom, pokiaľ naše telo nie je dostatočne pripravené na ich príchod. Vakcíny školia imunitný systém tak, aby sa dokázal vhodne pripraviť na stretnutie s vírusmi. Vytvárajú pamäťovú stopu, ktorá môže pretrvať mesiace a roky.

Nové technológie dokonale zmenili svet vakcín. Zjednodušil sa proces ich výroby, vďaka čomu dokážeme v súčasnosti rýchlo reagovať na nové varianty meniaceho sa vírusu SARS-CoV-2. Covid-19 výrazne urýchlil vývoj moderných konceptov očkovania a spôsobil revolúciu v klinickom skúšaní. K trom už schváleným vakcínam začnú postupne pribúdať ďalšie. Ktorá je lepšia a ktorá nás bude dlhodobo chrániť pred covidom? Máme sa obávať nežiaducich reakcií? Kde je pravda a kde sa úmyselne zavádza? Je veľa otázok, na ktoré chceme spoznať odpoveď. Niektorými z nich sa vo svojej prednáške zaoberá Norbert Žilka.

Doc. MVDr. Norbert Žilka, DrSc., je riaditeľom Neuroimunologického ústavu SAV, vedeckým riaditeľom biotechnologickej spoločnosti AXON Neuroscience a vášnivým čitateľom komiksov. Dlhé roky sa venuje imunológii ľudských neurodegeneračných ochorení. Podieľal sa na vývoji prvej vakcíny proti proteínu tau, ktorá je určená na liečbu Alzheimerovej choroby. Pod krídlami Neuroimunologického inštitútu, n. o., vybudoval prvú mozgovú banku na Slovensku. Od roku 2020 sa aktívne zapája do vývoja novej vakcíny a terapeutických protilátok proti ochoreniu covid-19.

Aký je rozdiel medzi prírodným a umelým vírusom?

Čo sú vírusy? Vírusy sú predmetom niekedy až filozofických debát, pretože sú niečím, čo je na rozhraní živého organizmu a chemickej zlúčeniny. Sú obvykle označované ako vnútrobunkové parazity. Dali by sa však zjednodušene označiť aj ako kus genetického kódu obaleného do rôzne zložitého obalu tvoreného bielkovinami, prípadne aj tukmi. Sú skutočne tou najjednoduchšou, ale mimoriadne úspešnou formou života. Súčasná pandémia je toho jasným príkladom. Rôznorodosť vírusov je nepredstaviteľná. Dá sa predpokladať, že neexistujú bunkové organizmy, ktoré by neboli hosťiteľmi vírusov.

Pri pojme *umelý vírus* je potrebné si ujasniť, že v doslovnom význame nič také neexistuje. V skutočnosti dokážeme len geneticky upraviť existujúce vírusy, respektíve pomocou molekulárno-biologických metód donútiť bunky, aby začali tvoriť vírusové častice. Takéto spôsoby prípravy upravených vírusov bývajú označované ako metódy reverznej genetiky.

Bežnému človeku okamžite napadne myšlienka, na čo môže byť také niečo dobré. V skutočnosti sú metódy reverznej genetiky a vytváranie tzv. rekombinantných vírusov neoceniteľnou pomôckou pri štúdiu genómu vírusov a pri úsilí pochopiť funkcie jednotlivých génov. Reverzná genetika dokonca umožňuje *urobiť z capa záhradníka* a využívať upravené vírusy vo svoj prospech. Veľmi aktuálnou ukážkou sú práve tzv. adenovírusové vektorové vakcíny pre SARS-CoV-2. V nich je tiež konkrétny (adeno)vírus geneticky upravený tak, aby prinášal do bunky genetickú informáciu pre želanú bielkovinu. V súčasnosti je to už notoricky známy *spike protein* SARS-CoV-2. Zároveň je vo vakcíne vírus upravený tak, aby už nebol schopný vytvárať nové kópie, a bol teda absolútne bezpečný.

Nad reverznou genetiku vírusov celkom prirodzene neustále visí aj tieň hrozby prípadného zneužitia. Tejto hrozbe je bezpochyby venovaná veľká pozornosť. Našťastie, doteraz sa nestala skutočnosťou a ostala len hypotetickou možnosťou. O reverznej genetike sa dozviete viac v prednáške virológa Borisa Klempu.

RNDr. Boris Klempa, DrSc., je vedúcim oddelenia ekológie vírusov Virologického ústavu Biomedicínskeho centra Slovenskej akadémie vied v Bratislave. Je medzinárodne rešpektovaným odborníkom v oblasti molekulárnej evolúcie a ekológie zoonotických vírusov prenosných na človeka z hľadcov a iných drobných cicavcov, ako aj z kliešťov. Podieľal sa na objave prvých hantavírusov v Afrike, bol priekopníkom hľadania hantavírusov v netradičných hosťiteľoch a participoval na molekulárno-epidemiologickej charakterizácii hantavírusov v strednej Európe a Rusku. Za jeho medzinárodný prínos v oblasti výskumu hantavírusov mu bola v roku 2019 udelená medzinárodná cena Joel M. Dalrymple Memorial Lectureship Award, ktorú odovzdáva raz za tri roky Medzinárodná spoločnosť pre hantavírusy. Je spoluautorom viac ako 90 vedeckých príspevkov v rešpektovaných medzinárodných časopisoch, ktoré sú aj vysoko citované (viac ako 2 800 citácií). Počas pandémie covid-19 sa aktívne zapájal do boja s vírusom SARS-CoV-2, či už intenzívnou informačnou kampaňou, zavedením rutinného testovania vo Virologickom ústave, zapojením sa do vývoja diagnostických PCR kitov alebo odhalovaním výskytu nových variantov vírusu pomocou sekvenovania.

Syntetická biológia a jej boj proti vírusom

Syntetická biológia, ktorá je jednou z najmladších inžinierskych disciplín, sa zaoberá dizajnom a úpravami živých i neživých biologických systémov. V tejto prednáške sa dozvieme niečo o základoch syntetickej biológie, jej metódach a aplikáciách. Miroslav Gašpárek tiež vysvetľuje, ako nám syntetická biológia pomáha lepšie porozumieť vírusom a ako umožňuje bojovať proti nim, a to v súčasnosti aj v budúcnosti.

Miroslav Gašpárek, M. Eng., vyštudoval biomedicínske inžinierstvo na Imperial College London. Je doktorandom v inžinierskych vedách na Oxfordskej univerzite, kde sa venuje syntetickej biológii a modelovaniu komplexných biologických systémov. Absolvoval výskumné pobyty na Kalifornskom technologickom inštitúte a na Stanfordovej univerzite, kde pracoval na výskume syntetických buniek. Je tiež členom výkonného výboru Európskej spoločnosti pre syntetickú biológiu (EUSynBioS) a bývalým prezidentom oxfordskej synteticko-biologickej spoločnosti.

Prečo sa v čase krízy zvyšuje viera v nezmysly?

Niekedy sa zdá, že sa s nástupom pandémie akoby roztrhlo vreco s rôznymi nezmyslami. Zo sociálnych sietí na nás vyskakujú jedna hlúposť za druhou. Falošné správy a pseudovedecké nezmysly už šíria aj ľudia z našej sociálnej bubliny, ktorých sme donedávna považovali za celkom rozumných. Prečo ľudia v čase krízy podliehajú nezmyslom v ešte oveľa väčšej miere ako zvyčajne? Vladimíra Kurincová Čavojová vo svojej prednáške ukazuje, ako kríza pôsobí na ľudí, ako ovplyvňuje naše vnímanie a myslenie. Hovorí aj o tom, ako krízy zvyšujú úzkostné prežívanie neistoty, či ako môže viera v konšpirácie a iné nepodložené presvedčenia nachádzať zmysel v neistote.

Doc. PaedDr. Vladimíra Kurincová Čavojová, PhD., je samostatnou vedeckou pracovníčkou v Ústave experimentálnej psychológie Centra spoločenských a psychologických vied SAV. Vo svojej vedeckej práci sa zameriava na výskum vedeckého myslenia, kognitívnych omylov a nepodložených presvedčení. Venuje sa aj popularizácii a zlepšeniu vedeckej komunikácie, aby sme zamedzili šíreniu dezinformácií. Je autorkou a spoluautorkou niekoľkých kníh určených aj pre širšiu verejnosť, ako napríklad *Rozum: Návod na použitie* (Iris, 2016), *Anatómia intuície* (Iris, 2016), *Experimenty v psychológii* (Iris, 2017) a *Prečo ľudia veria nezmyslom* (Premedia, 2019).

Táto séria prednášok z cyklu Veda v CENTRE vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Podpora národného systému pre popularizáciu výskumu a vývoja (kód ITMS: 313011T136), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Ako sa začínajú čísla: Benfordov zákon

Marcová online vedecká kaviareň bola venovaná Benfordovmu zákonu.

Jej hosťom bol Samuel Rosa z Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave.

Čísla získané z reálneho sveta majú niekedy prekvapivé správanie. Ak si napríklad vypíšeme počty obyvateľov všetkých krajín, ako často budú podľa vás tieto počty začínat jednotkou?

A ako to vyzerá s prvými ciframi v číslach z daňových výkazov, veľkostí krajín, základných fyzikálnych konštánt alebo na titulných stranách novín? Na tieto otázky nečakane úspešne odpovedá práve Benfordov zákon.

Samuel Rosa v prednáške objasňuje, čo presne Benfordov zákon tvrdí a či sa reálne dáta ozaj podľa neho správajú. Hovorí tiež o tom, prečo funguje, ale aj kedy nefunguje. Nakoniec ukazuje, ako sa používa pri odhaľovaní podvodov.

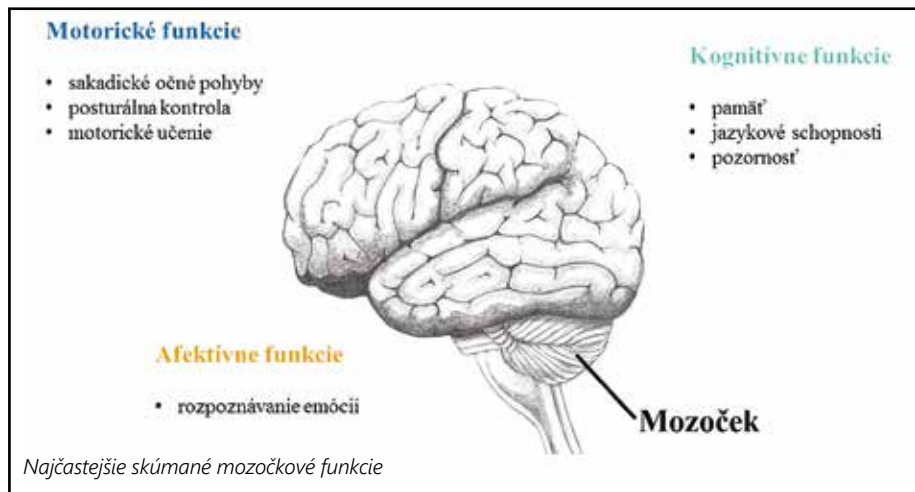
Prednáška s názvom *Ako sa začínajú čísla: Benfordov zákon* je dostupná na YouTube kanáli Veda na dosah – CVTI SR v zozname Veda v CENTRE.

Mgr. Samuel Rosa, PhD., je aplikovaný matematik, pôsobí na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, kde vyučuje štatistiku a aplikovanú matematiku. V rámci svojho výskumu sa venuje teoretickej štatistike, najmä v oblasti štatistiky navrhovania experimentov. V roku 2018 získal Cenu akademika Schwarza od Slovenskej matematickej spoločnosti a v roku 2020 bol zaradený do rebríčka Forbes 30 pod 30 v kategórii Veda a vzdelávanie.

Text a foto NCP VaT



Multifunkčný MOZOČEK



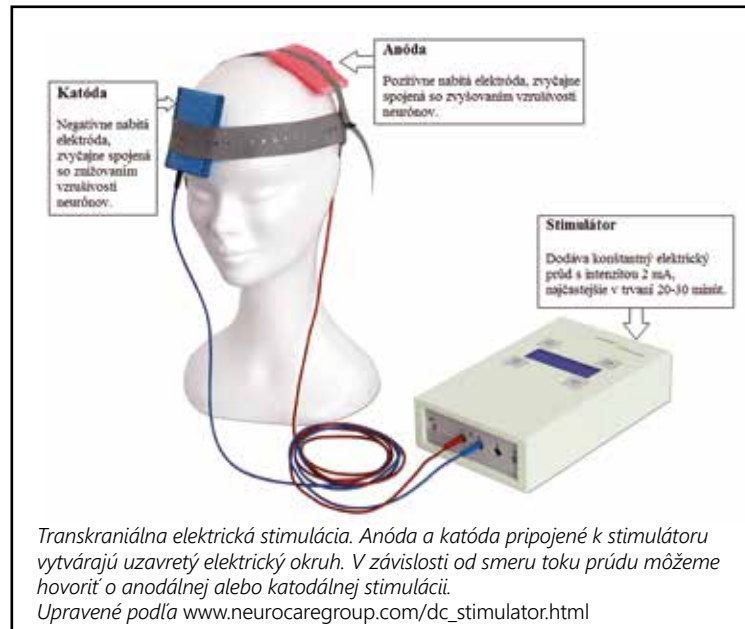
behaviorálne úlohy zamerané napríklad na lexikálno-sémantické vybavovanie (schopnosť generovať reťaz významovo príbuzných a nepríbuzných slov) a sémantickú predikciu (schopnosť generovať predikcie o význame vety ešte pred jej ukončením). Následne absolvujú transkraniálnu stimuláciu, v rámci ktorej sú na vlasovú časť nad mozočkom a pravé rameno pripravené stimulačné elektródy (anóda a katóda), medzi ktorými počas 20 minút preteká elektrický prúd s intenzitou 2 mA. Elektrický prúd je v takomto prípade dostatočne silný na to, aby moduloval prebiehajúcu aktivitu neurónov, ale príliš slabý na to, aby vyvolal aktivitu v neurónoch, ktoré sú v danej chvíli v pokojovom neaktívnom stave.

Mozog kontroluje činnosť každého orgánu, umožňuje nám myslieť, cítiť, uvedomovať si samých seba, učiť sa. Tvorí ho viacero častí, z ktorých každá má svoju špecifickú úlohu a zároveň komunikuje s ostatnými. Takýmto spôsobom je mozog schopný rýchlo a efektívne spracovať obrovské množstvo informácií, ktoré každú sekundu vnímame. V zadnom mozgu sa nachádza štruktúra, ktorej sa v súčasnosti začína venovať čoraz väčšia pozornosť. Ide o mozoček.

OVLÁDA LEN MOTORIKU?

Vo výskume dlho prevládala názor, že jedinou funkciou mozočka je koordinácia pohybov. Vďaka nemu sme schopní naučiť sa nové motorické schopnosti a zlepšovať výkon po tréningu. Sú to práve neuróny tejto štruktúry, ktorých aktivita je narušená po požití alkoholu, pričom ústi do problémov s udržiavaním rovnováhy a motoriky.

Pozorovania pacientov s mozočkovou dysfunkciou však postupne začali poukazyvať aj na nemotorické aspekty mozočkových funkcií. Opísané boli napríklad deficity v reči, pamäti či priestorových schopnostiach. Následne sa preukázali anatomicke a funkčné spojenia nielen medzi mozočkom a motorickou kôrou, ale aj inými oblasťami mozgového kôry zodpovednými za riadenie afektívnych a kognitívnych funkcií. Všetky tieto poznatky naznačujú, že tak ako mozoček spolu s motorickými kôrovými oblasťami pomáha riadiť motoriku, podobne môže spolupracovať



s inými časťami mozgu pri modulácii nemotorických funkcií. Spôsob, akým sa môže zúčastňovať na týchto procesoch, však ešte nie je dostatočne preskúmaný.

ŠTÚDIUM FUNKCIÍ

Jednu z možností štúdia mozočkových funkcií predstavuje využitie neinvazívnej transkraniálnej stimulácie. Transkraniálna stimulácia zahŕňa súbor bezpečných a efektívnych metód, ktorých princípom je modulácia aktivity nervového tkaniva pomocou ultrazvuku, magnetizmu alebo elektrického prúdu. Na oddelení kognitívnej neurovedy sa okrem iného venujeme aj aplikácii transkraniálnej elektrickej stimulácie jednosmerným prúdom na mozoček v snahe objasniť jeho možnú úlohu v procesoch spojených s jazykom. Našich experimentov sa zúčastňujú zdraví dospelí dobrovoľníci, ktorí vykonávajú

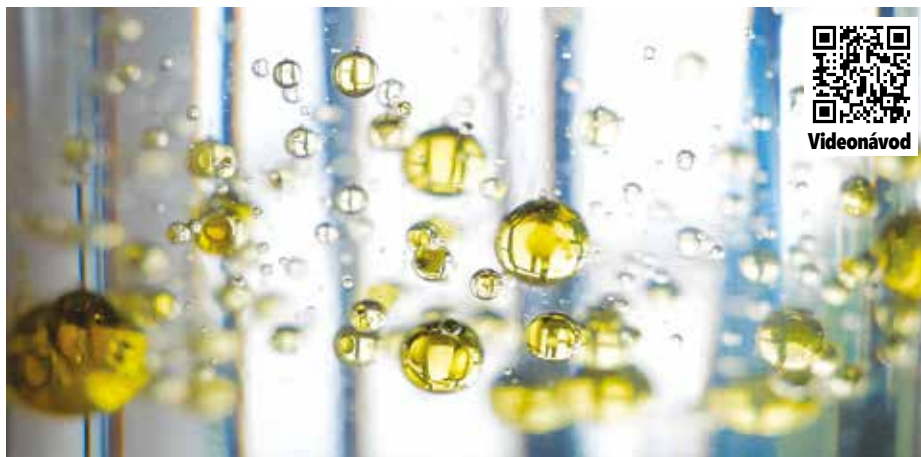
Po ukončení stimulácie probandi zopakujú tie isté behaviorálne úlohy ako pred ňou. Vyhodnotenie experimentu spočíva v porovnaní výkonu pred stimuláciou a po nej. Preukázanie zmeny v pozorovanej funkcii po stimulácii (napr. zrýchlenie či spomalenie v generovaní príbuzných slov) je dôkazom o možnom zapojení mozočka do daného procesu.

NEOBJAVENÝ POTENCIÁL

Presný mechanizmus účinku stimulácie na mozočkové tkanivo ešte nie je známy, preto je nevyhnutné pokračovať vo výskume, a to nielen u ľudí, ale aj na animálnych, *in vitro* či *in vivo* modeloch, ktoré

môžu objasniť, aké zmeny sa dejú v bunkách počas stimulácie. Humánny výskum má však veľký význam pre potenciálne využitie neurostimulácie v klinickej praxi. Poruchy reči sú častým prejavom rôznych neuropsychiatrických ochorení ako schizofrénia či autizmus. Na úspešnú terapiu týchto porúch je najskôr nevyhnutné čo najlepšie rozumieť, ako sú dané procesy riadené v zdravom mozgu. Výskum, aký prebieha aj na našom oddelení, tak pomáha ozrejmiť, ako sa jednotlivé mozgové oblasti zúčastňujú na koordinácii týchto komplexných funkcií a či je možné modulovať túto aktivitu pomocou neinvazívnych metód, ktoré majú veľký potenciál na využívanie v psychiatrickej praxi.

Mgr. Dominika Besterciová
Ústav normálnej a patologickej fyziológie
Centrum experimentálnej medicíny SAV



Videonávod

Hustota kvapalín

Archimedov zákon sa dá zhrnúť aj do pravidla o hustotách. Ak má teleso menšiu hustotu ako kvapalina, do ktorej je umiestnené, pláva. Ak má teleso väčšiu hustotu ako daná kvapalina, potápa sa. A ak sa hustota telesa rovná hustote kvapaliny, teleso sa v nej vznáša.

Zákon platí aj pre kvapaliny a výborne sa dá pozorovať na kvapalinách, ktoré sa spolu nemiešajú. Videonávod uvedených pokusov nájdete, ako obvykle, na stránke video.matfyzjein.sk/experimenty.

OLEJOVÁ BUBLINA V BEZTIAŽOVOM STAVE

Pomôcky: priehľadný pohár, voda, olej, lieh

Postup: Do polovice pohára nalejeme vodu a pridáme kvapku oleja. Vidíme, že olejová kvapka vytvorila kruhové oko na povrchu vody. Do nádoby opatrne pridávame lieh, až kým sa z olejového oka nestane guľa. Ak náhodou prúd liehu rozdelí olejové kvapky, paličkou ich možno zasa spojiť, prípadne rozdeliť.

Vysvetlenie: Z kvapalín v pokuse má najväčšiu hustotu voda, menšiu olej a najmenšiu hustotu má lieh. Zároveň sa olej nemieša ani

s vodou, ani s liehom. Voda s liehom sa pri opatrnom nalievaní premiešajú len na rozhraní kvapalín. Takže vytvoria ideálnu hustotu pre olejovú kvapku, ktorá sa ocitne v akomsi beztliažovom stave. Bude sa vznášať v tom mieste kvapaliny, kde sa hustota rovná hustote oleja.

STÚPAJÚCA A KLESAJÚCA KOCKA ĽADU

Pomôcky: vysoký priehľadný pohár, kocka ľadu, slnečnicový olej

Postup: Do pohára nalejeme po jeho okraji olej a pridáme kocku ľadu. Pozorujeme, ako kocka najskôr pláva na hladine oleja, pričom nad hladinu vytrča len maličká časť kocky. Po chvíľke sa začne kocka topiť a odpájajú sa z nej kvapky vody, ktoré klesajú na dno pohára, pretože voda má väčšiu hustotu ako olej. Na spodku pohára sa tvorí malá vodná vrstva. Keďže voda sa nemieša s olejom, je na

Látka	Hustota (kg/m ³)
sladká voda	997
sladkovodný ľad	917 – 920
slnečnicový olej	916 – 919
technický lieh	814 – 832

ich rozhraní akási prechodová vrstva, ktorá má špeciálne vlastnosti a už teraz môžeme pozorovať pekné efekty pri dopade kvapky vody oddelenej z ľadovej kocky. No čakáme na moment, keď sa kocka ľadu zmenší a začne klesať na dno pohára. Po chvíľke si to však rozmyslí a znova začne stúpať k hladine. Tento vertikálny pohyb si kocka zopakuje viackrát.

Vysvetlenie: Ak si pozrieme hodnoty hustôt v tabuľke, môžeme sa čudovať, ako je možné, že kocka ľadu pláva na hladine oleja. Nuž pravdou je, že sa nám pri pokuse udiali obe možnosti – kocka klesla na dno hneď na začiatku pokusu alebo plávala na hladine. Všetko to závisí od toho, aký olej a akú kocku si zvolíme a tiež od toho, ako olej do pohára nalejeme.

Na pokus sme použili slnečnicový olej. Ak olej nalejeme do pohára prudko, bude obsahovať veľa malých bublín vzduchu, a tým znížime jeho priemernú hustotu. Zmenu hustoty ľadu tiež ovplyvňuje množstvo vzduchových bublín, ktoré v ňom uviazli. Vzduchové bubliny znižujú priemernú hustotu kocky ľadu, a preto pláva na hladine oleja. Takže sa usilujeme do ľadu dostať čo najviac vzduchových bublín a nemať ich v oleji.

Keď sme dosiahli, aby kocka ľadu plávala na hladine, môžeme si všimnúť, čo sa s ňou deje. Kocka sa začne topiť a na jej spodnom okraji sa sformuje kvapka. Priemerná hustota kocky ľadu spojennej s kvapkou vody je väčšia ako hustota samotnej kocky ľadu. Keď sa kocka roztopí natoľko, aby sa jej priemerná hustota s kvapkou vody zvýšila nad hustotu oleja, začne klesať ku dnu. Počas cesty dole sa kvapka vody od ľadu oddelí a kocka ľadu začne stúpať smerom k hladine. Ak náhodou kocka s kvapkou klesne až k rozhraniu vody s olejom, ľadová kocka zostane uväznená v tomto rozhraní. Môžeme ju uvoľniť pomocou paličky.

Úloha na doma: Do pohára nalejeme vodu a vložíme doň kocku ľadu. Potom dolejeme vodu do pohára tak, aby bola naliata *kopcom*.

Otázka: Čo myslíte, ako sa zmení hladina vody po roztopení ľadu?

- Stúpne a voda sa preleje.
- Klesne, a teda nebude už naliata *kopcom*.
- Nezmení sa.

PaedDr. Soňa Gažáková, PhD.

Foto Stanislav Griguš

**Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave**

Svoje realizácie experimentov môžete poselať na adresu: sona.gazakova@fmph.uniba.sk





Pohľad do MINULOSTI

Videli by sme dinosaury zo vzdialenosti 65 miliónov svetelných rokov?

Viditeľné svetlo je elektromagnetické žiarenie, ktoré je viditeľné ľudským okom vďaka svojej vlnovej dĺžke od 380 nm do 780 nm – tak znie definícia. Ako každé iné elektromagnetické žiarenie aj toto sa pohybuje rýchlosťou svetla, čiže asi 300-tisíc kilometrov za sekundu. To znamená, že všetko vidíme s malým oneskorením. Nočná obloha je plná hviezd, ktoré pozorujeme s oneskorením mnohých rokov vzhľadom na ich vzdialenosť od Zeme.

ZANEDBATEĽNÉ ONESKORENIE

Na ilustráciu si svetlo veľmi zjednodušíme a predstavíme si fotóny ako malé guľičky letiace priestorom. Guľička vyletí zo zdroja svetla, odrazí sa od objektu a pokračuje smerom do nášho oka. Vďaka tomu môžeme daný objekt vidieť. Zo zdroja sa takýchto svetelných guľičiek šíria milióny. Od objektov sa odrážajú do všetkých strán. Niektoré guľičky skončia v našom oku, niektoré nie. Čím sme k objektu bližšie, tým viac guľičiek sa odrazí do našich očí, a tak objekt vnímame väčší.

Na pozorovanie objektov vo väčšej diaľke používame rôzne ďalekohľady a teleskopy. Tie majú vnútri podľa použitia a priblíženia rôzne systémy šošoviek. Šošovky pomáha-



Fotografia Zeme zhotovená 14. februára 1990 sondou Voyager 1 zo vzdialenosti 6 miliárd kilometrov, foto NASA

jú rozptýlené svetlo zlučovať naspäť a sme schopní objekt v diaľke pozorovať. Tvar šošovky je zvyčajne úzky sklený valec ohraničený dvomi guľovými plochami zaoblenými podľa potreby. Pri kvalite zobrazovania šošovky záleží na výrobnom materiáli, ktorým je najčastejšie sklo, a následne na indexe lomu svetla v danom prostredí. Správne usporiadania a veľkosti šošoviek prinášajú mnoho možností využitia v optike.

Ako vieme, svetlo sa šíri rýchlosťou 300-tisíc kilometrov za sekundu. Pokiaľ tento článok čítate zo vzdialenosti približne 50 centimetrov, časopis *Quark* vidíte nie v reálnom čase,

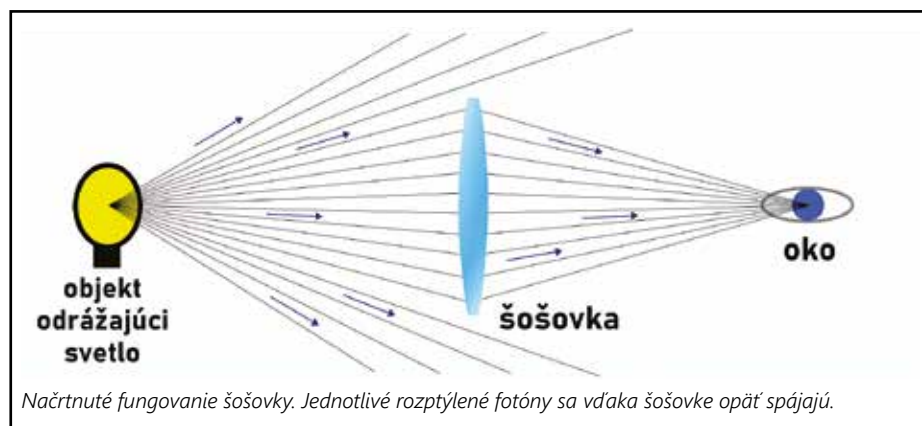
ale s oneskorením 0,000 000 001 6 sekundy. Všetko ostatné okolo seba tiež pozorujeme v stave, v akom to bolo o naozaj malý zlomok času predtým. Pre náš mozog je táto skutočnosť zanedbateľná a nijako náš život neovplyvňuje.

ZEM Z MESIACA A VOYAGERU

Mesiac je od Zeme vzdialený 384-tisíc kilometrov. Tu sa už omeškanie prejaví a Mesiac vidíme s oneskorením 1,28 sekundy. Rovnako sa astronauti pri pristávaní na Mesiaci pozerali na Zem v minulosti o takýto krátky úsek času. Rýchlosťou svetla sa šíria aj signály, preto je komunikácia na veľké vzdialenosti oneskorená. Napríklad počas aktuálnej misie na planéte Mars musia vedci čakať na signál 5 až 20 minút (v závislosti od vzájomnej pozície planét).

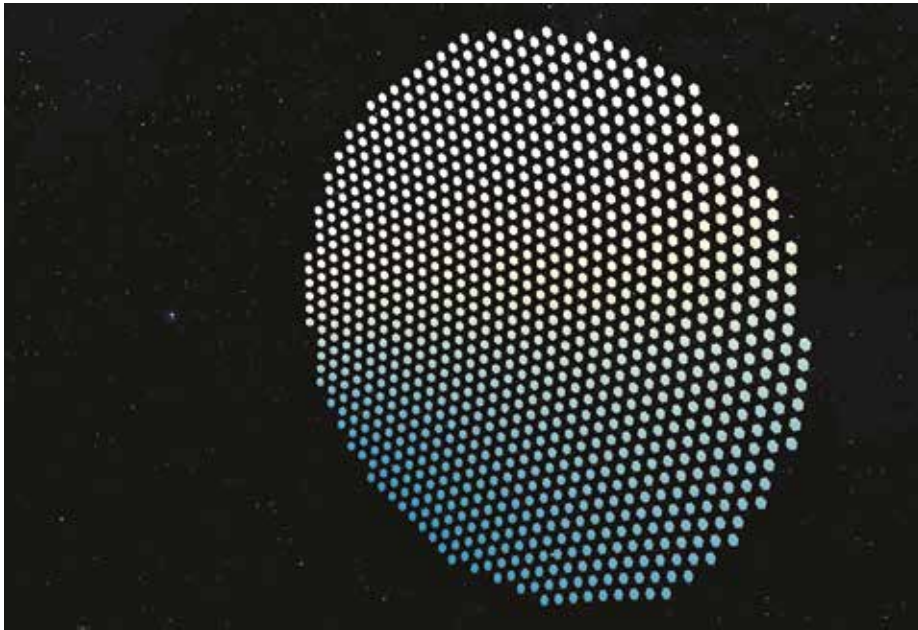
Veľké vzdialenosti je vhodné vyjadrovať pomocou jednotiek svetelných rokov, t. j. vzdialenosť, akú svetlo prejde za jeden rok. Rýchlosťou svetla sa za jednu sekundu dá Zem obkolesiť 7,5-krát. Preto je pre predstavu jeden svetelný rok naozaj ťažko uchopiteľná vzdialenosť. Sonda Voyager 1 je po 43 rokoch od vypustenia zo Zeme vzdialená takmer 23 miliárd kilometrov. To predstavuje vzdialenosť iba 22 svetelných hodín. Keby so sebou niesla kvalitný objektív, zhotovená snímka by zachytila Zem s oneskorením 22 hodín. Voyager 1 naposledy odfotila Zem v roku 1990 zo vzdialenosti šesť miliárd kilometrov, viditeľná bola iba ako malá žiariaca bodka široká šesť pixelov. Následne fotoaparát sondy vypli z dôvodu šetrenia energie.

Dinosaury žili na Zemi približne pred 65 miliónmi rokov. Samozrejme, aj vtedy svietilo Slnko a svetlo sa odrazilo od dinosaurov aj smerom od Zeme, pričom vesmírom putuje doteraz. Odpoveď na otázku v úvode článku je teda: *áno*, keby sme sa do tej diaľky dokázali rýchlo presunúť (pozn. čo nevieme) a mali by sme dostatočne veľký teleskop (pozn. taký nemáme), videli by sme dinosaury a rýchlym letom späť k Zemi by sme postupne mohli pozorovať celú históriu planéty.





Znázornená veľkosť šošovky potrebnej na zachytenie Zeme ako 1 pixelu zo vzdialenosti 65 miliónov kilometrov, mierka veľkostí Zeme a Slnka je len ilustračná.



Vizualizácia roja šošoviek ako variant k jednej veľkej šošovke

GIGANTICKÝ TELESKOP?

Naše aktuálne najlepšie teleskopy dokážu sotva snímať planéty v našej Galaxii, a to iba ako malé body. Svetlo zo Zeme vo vzdialenosti 65 miliónov svetelných rokov je už extrémne rozptýlené a slabé. Šošovka potrebná na spätné zhromaždenie fotónov putujúcich zo Zeme by musela byť obrovská. Veľké množstvo fotónov by sme potrebovali naspäť zlúčiť a dostať tak výhodu akéhosi gigantického oka. Čím ďalej a čím väčšie detaily chceme dovidieť, tým väčšie oko potrebujeme. Fyzici vypočítali, že by sme potrebovali šošovku s priemerom 57 miliónov kilometrov, aby sme z danej vzdialenosti videli Zem ako jeden jediný pixel obrazu. To je približne tretina vzdialenosti zo Zeme na Slnko a nemáme ani predstavu ako vytvoriť takéto konštrukcie, nehovoriac o množstve potrebného materiálu.

Naším extrémnym požiadavkám to však nestačí a chceli by sme rozoznať jednotlivé dinosaury, aj keď iba ako malé body. Potrebná by bola šošovka s priemerom 4,4 svetelného roku. Toľko hmoty na stavbu ani nie je v pozorovateľnom vesmíre. Odpoveď na otázku, či by technologicky veľmi vyspelá civilizácia dokázala takúto šošovku postaviť, znie *nie*. Všeobecná teória relativity nám hovorí, že hmota zakrivuje priestor. Príliš veľa hmoty pri sebe sa zrúti do seba a vytvorí čiernu diery. A guľa skla s priemerom len 28 svetelných



Ilustračné foto Pexels/icon0.com

minút by mala dostatok nahromadenej hmoty a zrútila by sa do čiernej diery.

ROJ ŠOŠOVIEK

Tento problém by sa mohol vyriešiť obrovským koordinovaným rojom miliónov menších šošoviek, ktoré by v správnom usporiadaní nasmerovali fotóny na snímač. Roj by musel zaberat' omnoho viac priestoru ako 4,4 svetelného roku, aby dosiahol výsledok rovnaký ako jedna veľká šošovka. Inou možnos-

ťou je postavenie obrovského zrkadla v istej vzdialenosti od Zeme. Pri pohľade kvalitným teleskopom na obrovské zrkadlo vzdialené napríklad jeden svetelný rok od Zeme by sme videli Zem s oneskorením dvoch rokov. Realistickejšie by v súčasnosti mohlo byť veľké zrkadlo na Mesiaci. Pri pohľade naň pod správnym uhlom s kvalitnou technikou by sme pozorovali seba s oneskorením 2,56 sekundy podobne, ako môžeme (oveľa ľahšie) pozorovať rýchlosť zvuku.

Astropaleontológia je vedná disciplína zaoberajúca sa skúmaním vzdialených planét a možných prehistorických pozostatkov vzdialených civilizácií. Je oveľa viac pravdepodobné, že skôr nájdeme pozostatky života na iných planétach ako živé organizmy. Nemusí pritom ísť iba o pozostatky inteligentných civilizácií. Výskum zahŕňa aj hľadanie stôp po vyhynutých baktériách, prípadne fosílie jednobunkových organizmov mimozemského pôvodu. Skúmajú sa vzdialené planetárne systémy, napríklad na základe rôznych neštandardných zmien v svetelnom spektre, ktoré k nám z planéty prichádza. No nezabúdajme na meteorit z Marsu nájdený v roku 1996, pri ktorom sa predpokladal možný výskyt fosílií bakteriálneho života. Práve v tomto období odbor astropaleontológia zažil svoj rozkvet. V neposlednom rade sa tento odbor zaoberá aj skúmaním vývoja štruktúr usporiadaní samotných galaxií.

Obraz dinosaurov a celá ich história putuje rozptýlená vesmírom a asi ju nikdy nezachytíme. No tento nápad nie je ukážkou toho, ako veľké stavby dokážeme realizovať, ale skôr je obrazom toho, ako vo veľkom dokážeme snívať.

**Text a foto Stanislav Griguš
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave**

Videá autora nájdete na YouTube kanáli bit.ly/ToAkoPreco.

Duality v modernej fyzike

Duality predstavujú užitočný nástroj v mnohých oblastiach modernej fyziky. Často prepájajú naoko veľmi rozdielne situácie a odhaľujú nám rôzne a mimoriadne dôležité aspekty skúmaných teórií.

Teória strún sa dualitami priam hmýri, nájdeme ich však aj v obyčajnej teórii elektromagnetizmu.

ELEKTRINA VERZUS MAGNETIZMUS

Ako už samotné slovo *elektromagnetizmus* naznačuje, ide o dva javy, ktoré sú navzájom nerozlučne späté. Časovo premenlivé elektrické pole vytvára magnetické pole a naopak, čo výdatne využijeme napríklad v našich elektrárňach. Z teórie relativity tiež vieme, že podobne, ako sa pri pohybe vysokými rýchlosťami medzi sebou miešajú časové a priestorové súradnice, dochádza aj k mixovaniu elektrických a magnetických síl.

Je to však ešte zaujímavejšie. V skutočnosti pre každý elektrický jav, vlastnosť alebo veličinu existuje duálny magnetický jav, vlastnosť či veličina – napríklad permitivita a permeabilita, Ampèrov zákon a Faradayov zákon indukcie atď. Dôležitou výnimkou je skutočnosť, že magnetický náboj sme zatiaľ v prírode nenašli, kým ten elektrický (doslova) vidíme všade okolo nás. Nie je to však preto, že by do našich rovníc nepasoval, jednoducho len žiadne príslušné častice – tzv. magnetické monopóly – nepozorujeme.

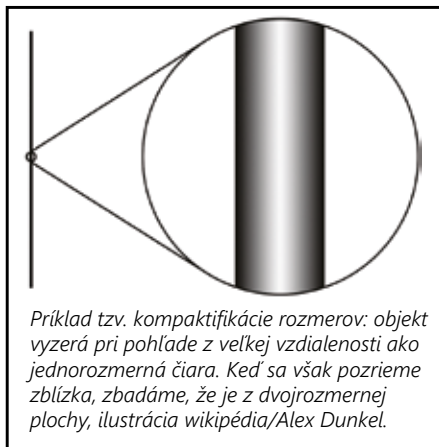
Ak však zabudneme na chvíľu na náboje a sústredíme sa iba na elektrické a magnetické polia, uvidíme, že rovnice popisujúce tieto polia vykazujú dokonalú symetriu. Každéj možnej elektrickej konfigurácii zodpovedá možná magnetická konfigurácia a naopak.

TEÓRIA STRÚN

Na rozdiel od elektromagnetizmu je teória strún, jeden z najpopulárnejších kandidátov na teóriu všetkého, dualitami husto popretkávaná. Hovoríme tu o tzv. S-dualite, T-dualite, U-dualite, zrkadlovej symetrii atď.



Znázornenie tzv. Calabiho-Yauovej variety, priestoru používanom na kompaktifikáciu dodatočných rozmerov a hrajúcom kľúčovú úlohu v zrkadlovej symetrii, ilustrácia wikipédia/Andrew J. Hanson



Príklad tzv. kompaktifikácie rozmerov: objekt vyzerá pri pohľade z veľkej vzdialenosti ako jednorozmerná čiara. Keď sa však pozrieme zblízka, zbadáme, že je z dvojrozmernej plochy, ilustrácia wikipédia/Alex Dunkel.

Aj keď technické detaily sú v tomto prípade o niečo komplikovanejšie, duality nám poskytujú dôležitú pomôcku pri štúdiu strún a ostatných objektov, ktoré táto teória popisuje. Umožňujú nám napríklad nahliadnuť

do takých *kútov* tejto teórie, ktoré sú nedostupné pri použití bežných (tzv. poruchových) výpočtov. Aj vďaka nim vieme, že teória strún nie je len teóriou strún, ale aj teóriou viacrozmerých objektov – brán.

Pekným predstaviteľom strunových dualít je T-dualita, ktorú vieme priblížiť takto: Keďže struny potrebujú pre život nevyhnutne viac rozmerov, ako pozorujeme okolo nás, na získanie nejakého strunového popisu sveta sa potrebujeme niekoľkých rozmerov zbaviť.

VEĽKÉ VERZUS MALÉ

Najjednoduchšia metóda spočíva v predpoklade, že zvyšné rozmery sú príliš malé na to, aby sme ich pozorovali – môžeme si ich predstaviť ako akési malé kružnice s polomerom R .

Ak študujeme teóriu strún v takomto časopriestore, výsledky našich (potenciálnych) experimentov závisia od hodnoty R . Ak túto hodnotu napríklad zdvojnásobíme, zmeníme aj *fyziku* (hmotnosti elementárnych častíc atď.), ktorú by sme v tomto vesmíre pozorovali. Prekvapivo sa však ukazuje, že ak hodnotu R nahradíme jej prevrátenou hodnotou (presnejšie povedané hodnotou k/R , pre istú konkrétnu konštantu k), fyzika ostane nezmenená. Tento jav nazývame T-dualitou.

T-dualita nám teda hovorí, že struny v istom zmysle necítia rozdiel medzi veľmi malým a veľmi veľkým – ak je R obrovské, jeho prevrátená hodnota je veľmi malá. Dobro to ilustruje, ako nám duality umožňujú prepojiť dve zásadne odlišné situácie.

Spomeňme stručne na záver ešte zopár ďalších príkladov: poznáme dualitu prepájajúcu silne a slabovo viazané strunové systémy (S-dualita), korešpondenciu medzi teóriou strún na tzv. anti-de Sitterovom časopriestore a istými špeciálnymi teóriami poľa (AdS-CFT korešpondencia), symetriu medzi teóriami strún na zrkadlových pároch kompaktných priestorov (zrkadlová symetria), dualitu medzi strunami a membránami a mnoho iných. Bez dualít by sme toho o teórii strún vedeli iba veľmi málo.

Fridrich Valach
Imperial College London



Zvláštné časy

Písal sa rok 1971, Joseph Carl Hafele práve pripravoval svoju prednášku, keď dostal kuriózný nápad. Siahol po neďaleko ležiacej obálke a na opačnú stranu *naškriabal* rýchly výpočet. *Hmm*, pomyslel si, *to by mohlo fungovať*. Vymyslel zaujímavý experiment, ktorý sa pokúsil nasledujúci rok zrealizovať. Mal však problém, nedokázal získať výskumný grant. Nečudo, chcel z neho zaplatiť letenky pre atómové hodiny.

Fyzika je niekedy zložitá a vzdialená ľudskej predstavivosti. Je ťažké vžiť sa do elektrónov či svetla letiaceho priestorom. Nehmotné častice a jadrové premeny unikajú našim intuitívnym predstavám, experimenty bežne prebiehajú pomocou zložitých zariadení a my sa dozvieme len výsledok, ktorý sa zobrazí na displeji. Ruku na srdce, stráca sa tým trochu čara.

OVERENIE TEÓRIE RELATIVITY

Einsteinova teória má mnohé šokujúce dôsledky, medzi najznámejšie patrí rôzne plynutie času. Príčin je niekoľko, napríklad vysoká rýchlosť či silné gravitačné pole. Keby som vás obletel takmer rýchlosťou svetla, videli by ste hodinky na mojich rukách takmer zamrznuté v čase. Takéto niečo sa však ťažko predvádza. Rýchlosti, aké vieme dosiahnuť, sú oveľa menšie.

Efekty teórie relativity sú tak pri bežných podmienkach takmer zanedbateľné. Takmer, ale nie úplne. Americký fyzik Joseph C. Hafele (1933 – 2014) si uvedomil, že pri normálnych komerčných lietadlách je

relativistický efekt dosť veľký nato, aby ho dokázali zachytiť presné atómové hodiny. Jednoducho povedané – už pri bežných lietadlách sa mierne prejaví spomaľovanie času, ktoré opisuje Einsteinova teória



Jedny z céziových atómových hodín použitých pri Hafelovom-Keatingovom experimente, foto wikipédia/Binarysequence

relativity. J. C. Hafele sa spojil s Richardom E. Keatingom (1941 – 2006), odborníkom na atómové hodiny, a vďaka tentoraz už úspešnej žiadosti o grant spravili asi najlacnejší test Einsteinovej teórie gravitácie. Z celkovej sumy 8 000 dolárov minuli väčšinu na nákup leteniek okolo sveta pre seba a pre atómové hodiny.

PREDPOVEĎ VERZUS SKUTOČNOSŤ

Najprv s nimi obleteli svet v smere na východ, potom v smere na západ. K slovu sa tak dostali dva rôzne efekty. Prvým je, že vo výške, v akej lietajú lietadlá, je slabšia gravitácia a hodiny tam tikajú rýchlejšie v porovnaní s povrchom. Počas jedného obletu naberú podľa teórie asi 150 nanosekúnd.

Druhý efekt súvisí s rozdielnou rýchlosťou a závisí od toho, či lietadlo letí v smere alebo protismere rotácie Zeme. Pri lete na východ by hodinky mali stratiť asi 180 nanosekúnd, pri lete na západ zasa 100 nanosekúnd získajú. Netreba zabúdať na to, že Zem sa otáča a tak nikto nestojí, všetci sa pohybujú.

Presnejšie, teória hovorí, že hodinky letiace na západ naberú 275 nanosekúnd a hodinky letiace na východ 40 nanosekúnd stratia. Aký bol výsledok experimentu? V prvom prípade získal 273 nanosekúnd, v druhom prípade 59-nanosekundová strata. Obdivuhodne presný výsledok na to, že experiment prebiehal pomocou atómových hodín na palube bežných komerčných letov. Ako sa asi tváril palubný personál?

Samuel Kováčik

**Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave**

Foto Pixabay

Viac podobných článkov nájdete na stránke vedator.space.



Domy, ktoré DÝCHAJÚ

Zelená strecha nie je v architektúre nijakou novinkou. Sú krajiny, kde sa strechy zatravnňujú či skrášľujú kvetmi a kríkmi už celé desaťročia. U nás sa tento trend posilňuje práve v posledných rokoch. Čo je skutočne zelená strecha, koľko stojí a aká je náročná na údržbu?

Využiť plochu strechy a urobiť z nej miesto, ktoré produkuje kyslík, zachytáva prach, reguluje teplotu v dome a prináša mnoho ďalších benefitov, je nápad, na ktorý prišli ľudia už pred stáročiami. Už Vikingovia bývali v prístreškoch pokrytých zeminou a rastlinami. Tento priestor využívali na slávnostné účely, ale hlavne ich takáto strecha počas zimných mesiacov chránila pred zimou a v lete zase poskytovala chladné miesto. Na rozdiel od súčasných zelených striech však neboli tie vikingské vodotesné a chýbal im aj systém ochrany pred zverou, ktorá ich neraz aj rozhrabala.

SEVERSKÝ VZOR

Škandinávci využívajúci zelené strechy celé storočia postupne zdokonaľovali spôsob ich založenia. Moderné zelené strechy začali písať svoju históriu v 60. rokoch minulého storočia v Nemecku. Odhaduje sa, že až 10 % striech budov v nemeckých mestách je vegetačných. Prím hrá Stuttgart, ktorý sa považuje za hlavné mesto vegetačných striech v Európe. Život vo forme porastu je založený na takmer každej rovnej streche bez ohľadu na to, či ide o rodinný dom, nákupné centrum alebo



športovú halu. Mesto leží v kotline, okolité kopce sú porastené vinicami a hustými lesmi. Vďaka vegetačným strechám zostane až 70 % zrážok v meste namiesto toho, aby skončili v kanalizácii. Funguje to jednak ako prevencia záplav, ale predovšetkým má mesto vďaka tomu celoročne veľmi príjemnú klímu.

Odborníci pripomínajú, že hoci nič nebráni tomu, aby sa zelené strechy využívali aj na vidieku, je len prirodzené, že trendom sa stávajú práve v mestách, kde je zelene menej. Založenie takejto strechy je relatívne jednoduché a dá sa urobiť aj pri rekonštrukcii domu či oprave starej strechy, nemusí ísť teda o novostavbu.

Zelená úprava strechy dokáže predĺžiť jej životnosť aj o 50 rokov.

TAJOMSTVO JE VO VRSTVENÍ

Podľa hrúbky zeminy a druhu vysadených rastlín sa vegetačné strechy delia na extenzívne a intenzívne. *Obe majú rovnaké základné vrstvy, ale líšia sa hrúbkou a druhom vegetačného substrátu, ktorý určuje, aké druhy rastlín môžu na streche rásť*, vysvetľuje odborníčka na strešné systémy Sika Eva Rippelová. Na intenzívnych strechách môže mať podľa nej zemina hrúbku aj 1,5 metra (ako minimum sa pre tento typ uvádza hrúbka 12,8 cm), čo však znamená, že strecha musí mať v takomto prípade vyššiu únosnosť. Potom však na nej môžu rásť aj kríky, prípadne stromy a môže slúžiť ako plnohodnotná záhrada či farma. Menej náročným riešením, čo sa týka starostlivosti a vstupných nákladov, je extenzívna strecha, ktorej vrchnú vrstvu tvorí tenká vrstva zeminy alebo trávový koberec (hrúbka od 2 cm do 12,7 cm), v ktorom sa bude dobre dariť rastlinám odolným proti suchu, vlhku aj chladu.

V oboch prípadoch však zelená strecha pozostáva zo 6 vrstiev. Prvou je samotná strešná nosná konštrukcia, ktorá tvorí základ. Na ňu sa aplikuje porozábrana – vrstva zabraňujúca prenikaniu vodnej pary zvnútra domu do tepelnej izolácie. Ako vrstva tepelnej izolácie sa používa minerálna vlna, penový polystyrén alebo PIR/PUR dosky. Ak sa zelená strecha robí



na budove, v ktorej sa nebude bývať, teda napríklad na garáži, táto vrstva sa podľa expertov môže vynechať. Na vrstvu tepelnej izolácie sa ukladá hydroizolácia, ktorá bráni vnikaniu vody do interiéru budovy a zároveň udržiava vlhkosť a vlahu v zemi. Regulácii vlhkosti v zemi pomáhajú ďalšie vrstvy, akými sú drenážna, akumulčná a filtračná vrstva. Zelenú strechu potom kompletizuje vrstva zeminu a v nej nasadená vegetácia.

NÁKLADY VERZUS ÚŽITOK

Vstupné náklady na založenie intenzívnej zelenej strechy sú o niečo väčšie ako pri streche iného druhu. Cena za štvorcový meter extenzívnej strechy sa v našich podmienkach pohybuje od 35 eur vrátane materiálu a práce. Intenzívna strecha je drahšia o 5 eur a viac. Najdrahšia je záhradná strecha, ktorá u nás stojí od 65 eur za štvorcový meter a podľa nárokov na výbavu sa môže celková suma vyšplhať ešte o dosť vyššie. Na druhej strane, takéto ceny sú porovnateľné s nákladmi na

kúpu pozemkov na záhrady s potrebnými úpravami. *Vstupná investícia do vegetačnej strechy sa vráti v podobe ušetrených nákladov na vykurovanie v zime a chladenie v lete, taktiež v podobe vyššieho komfortu bývania a dlhšej životnosti strechy. Nezanedbateľný fakt, ktorý sa však ťažko vyčísluje finančne, je aj vplyv na životné*



znamená menej alergií a viac zelene zasa znamená lepší vzduch. Veľkosť každej jednej zazelenanej plochy nemusí byť pritom rozhodujúca – aj malý kus zelene dokáže veľa. Zatiaľ čo v Stuttgarte sa zelenajú strechy, v Singapore zakladajú záhrady napríklad aj na strechách autobusov.

BEZÚDRŽBOVÁ ZÁHRADA

Starostlivosť o extenzívne zelené strechy nie je náročná. Stačí si na ňu nájsť čas doslova dvakrát do roka, napríklad na jar a na jeseň, keď treba odstrániť vysušené rastliny, burinu a nálety a skontrolovať drenážny systém. Ak je na streche vysadená napríklad zmes rozchodníkov, okrem najhorúcejšieho leta, keď nezaprší aj niekoľko týždňov po sebe, zálievka nie je potrebná. Len v prípade inej zelene, napríklad zmesi tráv a byliniek, treba polievať, keď je sucho alebo na streche vybudovať zavlažovací systém. Podľa odborníkov sú pritom zbytočné obavy z toho, že zelená strecha začne prepúšťať vodu do domu. Ak sú dobre urobené všetky vrstvy vegetačnej strechy, zatekať nemá ako. Je len nevyhnutné sledovať, aby napríklad koreňové systémy vegetácie dodatočne nenarušali izolačné vrstvy.

Napriek rôznym obavám svedčí o celkovom úžitku zelených striech mnoho štúdií z Európy, ale aj Ameriky a Ázie, podľa ktorých znižujú tepelné straty a náklady na energie a pomáhajú regulovať množstvo vlhkosti a vody, čím predchádzajú záplavám. Zároveň znižujú prašnosť aj hlučnosť a absorbujú uhlík. Dokázalo sa tiež, že koncentrácia vegetačných striech v jednej mestskej oblasti dokonca znižuje priemerné teploty mesta v lete.

Podľa odborníkov nie je pre väčšinu budov vegetačná strecha príťažká. *Už desiatky rokov sa aj v našich končinách projektujú strechy, ktoré sú zaťažené štrkom. Tam, kde môže ísť štrk, môže ísť aj vegetačná strecha. A existujú aj riešenia s ultranízkou hmotnosťou, začínajúcou sa už na 50 kg na štvorcový meter,* uvádza E. Rippelová. Samozrejme, bezpečnostné kalkulácie nesmú chybať – najmä tam, kde sa zelenou strechou ide vybaviť už existujúca budova. Len šťastnou náhodou sa napríklad kolaps časti zelenej strechy športového centra v Hongkongu na ploche 30 × 30 m v roku 2016 skončil iba zranením troch ľudí. Incident podľa miestnych médií vtedy vyvolal masové *odzelenenie* striech v celom okolí. Ako sa preukázalo, príčinou bola váha strechy.

Tak či onak, ľudia, ktorí pod zelenou strechou žijú, by vraj už inú nechceli. A mnohí z nich si nájdu čas vyjsť si na ňu a pokochať sa pohľadom aj častejšie než dvakrát za rok, keď sa o ňu treba postarať. Vyzerá totiž v každom ročnom období inak. A vždy je to fascinujúci pohľad.

R, foto Pixabay

prostredie. Je jasné, že tam, kde je zeleň, je život príjemnejší a zdravší, upozorňuje E. Rippelová.

Zelené strechy sú estetické a poskytujú oku lahodiaci pohľad z vyšších poschodí domu alebo okolitých budov. Majiteľ domu si na strechu často síce nevidí, ale vo svojom dome sa vďaka zelenej streche cíti príjemnejšie, pretože strecha sa v lete tak nerozpáli a v zime zasa udrží vnútri príjemné teplo. Zelené strechy navyše zlepšujú kvalitu života všetkých, nielen obyvateľov daného domu, pretože zadržávajú zrážkovú vodu, spomaľujú jej odtok, čím zlepšujú mikroklimu okolitého prostredia a znižujú prašnosť. Menej prachu v meste



Vykopávky v Bačo Kiro. V tejto vrstve sa našli kosti štyroch sapienčných jedincov spolu s početnými kamennými a kostenými nástrojmi, kosťami zvierat a ozdobnými príveskami, kredit Tsenka Tsanova, MPI-EVA Leipzig.



Zmiešaný pôvod sapienťov

DNA dávnych *Homo sapiens* z dvoch európskych lokalít potvrdila bežné miešanie s neandertálcami. Boli príbuznejší Ázijcom ako neskorším Európanom.

Najstaršie známe fosílné kosti ľudí nášho druhu *Homo sapiens* (sapienťov) našli v Afrike a majú vyše 300-tisíc rokov. Odtiaľ už pred asi 200-tisíc rokmi v menších skupinách migrovali cez Blízky východ hlbšie do Eurázie – a podľa kostí z Grécka aj do Európy. Nutne sa tam stretávali a krížili s inými druhmi praludí. Potvrdili to analýzy DNA súčasných sapienťov i DNA z kostí ich pravekých predkov. Pri západnejších pravekých sapienťoch najviac s neandertálcami (človek neandertálsky, *Homo neanderthalensis*), pri východnejších s denisovanmi (pracovne *Homo denisova*). Naša aj ich DNA ukazuje, že išlo o viac ako len ojedinelé príležitostné kontakty. Krížili sa aj neandertálcami s denisovanmi.

OPAKOVANIE CYKLOV

Početnejšie sapienťi migrovali z Afriky do Eurázie pred 120- až 130-tisíc rokmi počas predposledného interglaciálu, čiže medziľadovej doby s vyššími teplotami a pomerne stabilnou klímou, hoci s výkyvmi. Nezaškodí pripomenúť, že žijeme v zatiaľ poslednom interglaciáli, ktorý sa začal pred vyše 10-tisíc rokmi a že za vznik našej civilizácie založenej na produkcii potravín, ktorá umožnila usadlý život a delbu práce i sociálnych úloh, vďaka priaznivej klíme. Ľadové doby sú pre biosféru väčšia hrozba ako oteplenie. V posledných 2 až 3 miliónoch rokov sa vyskytujú v typicky 100-tisícročných cykloch: po asi 80-tisícročnom ochladzovaní s výkyvmi príde asi 10-tisícročné ľadové maximum a tiež asi 10-tisícročná

medziľadová doba. Taká dĺžka interglaciálu je však len priemerná, pred zopár cyklami sa vyskytla aj 30-tisícročná. Ostáva nám dúfať, že dlhší bude aj náš interglaciál, 10-tisíc rokov sme si v ňom už *odžili*. (Na Zemi spätné väzby klimaticky kľúčových faktorov a kolobehov látok znižujú pravdepodobnosť extrémneho skleníkového efektu, aký je v súčasnosti na Venuši.)



Druhý spodný molár sapienťa z jaskyne Bačo Kiro – jeden zo zdrojov analyzovanej DNA. Tento jedinec mal pred menej ako šiestimi generáciami neandertálskeho predka, kredit Rosen Spasov, MPI-EVA Leipzig.

GENETICKÝ REKORD

K hromadnej migrácii sapientov do Eurázie došlo až pred asi 70-tisíc rokmi. Z DNA vyplýva, že pred 50- až 60-tisíc rokmi prebehlo na Blízkom východe ich veľké kríženie s neandertálcami, ktorí (spolu s denisovanmi) boli v Eurázii skôr. Príchod početnejších sapientov do Európy sa kladie až na hranicu stredného a vrchného paleolitu (staršia kamenná doba) pred asi 47-tisíc rokmi. Analyzovaná DNA prvých európskych sapientov bola dlho o dosť mladšia, asi 40-tisícročná. Išlo o DNA zo sánky mladého muža z jaskyne Peštera cu Oase v rumunskom Banáte, ktorý žil pred 37- až 42-tisíc rokmi. Jeho DNA sa líši od DNA neskorších Európanov väčším percentom neandertálskej (takmer 10%) i väčšou príbuznosťou so sapientmi od sibírskej osady Ust'-Išim spred 45-tisíc rokov a z Číny spred asi 40-tisíc rokov. To je blízko dobe vymiznutia neandertálcov ako samostatného druhu z evolučnej scény.

Podľa nedávnej štúdie v časopise *Science* k nemu prispeli klimatické dôsledky prepólovania magnetického poľa Zeme pred asi 42-tisíc rokmi. Zhoršili klímu, ktorá sa aj tak ochladzovala, blížilo sa maximum ľadovej doby. Málopočetní neandertálci sa rozplynuli v populáciách sapientov.

NOVÉ ŠTÚDIE

Celkový obraz dobovej situácie v Európe výrazne doplnili dve nové výskumné štúdie



Odber mikrovzorky skalnej kosti lebky z jaskyne Zlatý kůň v čistej komore budovy Max Planck Institute for the Science of Human History v Jene (Nemecko), kredit Cosimo Posth

kých jaskýň vo vrchu Zlatý kůň juhozápadne od Prahy. Kosti z Bačo Kiro sú staré 43- až 46-tisíc rokov. Datovanie ženskej lebky z českého vrchu Zlatý kůň je nejasnejšie, určite je ale staršia ako 45-tisíc rokov, zrejme podstatne. V oboch prípadoch ide o najstaršiu analyzovanú DNA nášho druhu. (Dosiaľ analyzovaná DNA neandertálcov a iných praľudí je v porovnaní s tým stará až 430-tisíc rokov!)

najstarší z Bačo Kiro mali nedávnych neandertálskych predkov. Súčasní sapientní Neafričania majú asi 2% neandertálskej DNA. Pravekí sapienti z Bačo Kiro jej mali 3,4 až 3,8%. Tomu zodpovedali aj v porovnaní so súčasnými sapientmi značne dlhšie segmenty neandertálskej DNA v chromozómoch. Títo sapienti mali neandertálskych predkov pred piatimi až siedmimi generáciami, a tak ako jediniec z Peštera cu Oase skôr v Európe než na Blízkom východe. Žena z vrchu Zlatý kůň mala neandertálskych predkov spred 70 až 80 generácií, 2- až 3-tisíc rokov pred jej narodením. Jej sapientná DNA je tak rekordne stará.

Príslušníci prvej vlny európskych sapientov z Bačo Kiro a vrchu Zlatý kůň neboli príbuzní neskorších sapientných Európanov, ani pravekých, ani súčasných. Vyplýva z toho, že ich genetické línie napokon vymizli z našej časti Eurázie, tak ako sa zistilo už pri jedincovi z Peštera cu Oase. Vedci však vzápätí narazili na čosi ešte prekvapivejšie: sapienti z Bačo Kiro boli príbuznejší súdobým Východoázijskom a neskorším pôvodným Američanom! To poukazuje na možnosť, že praľudia z Bačo Kiro zosobňovali populáciu, ktorá kedysi obývala celú Euráziu, ale napokon vymizla z Európy a žila iba v Ázii (a Amerike). Bežné kríženie sapientov s neandertálcami vo vrchnom paleolite vysvetľuje nálezy kamenných nástrojov a iných artefaktov odlišných od klasiky neandertálskych i neskorších sapientných. Ponúka sa prirodzený záver, že medzi oboma druhmi dochádzalo aj ku kultúrnym výmenám.



Vstup do jaskyne Bačo Kiro pri Drjanove v stredobulharskom kraji Gabrovo. Paleoantropologické vykopávky prebiehali naľavo za vchodom. Celá jaskyňa meria viac ako tri kilometre a je známou turistickou atrakciou, kredit Nikolay Zaheriev, MPI-EVA Leipzig.



Bočný pohľad na lebku mladej sapientnej ženy z jaskyne v českom vrchu Zlatý kůň, kredit Martin Frouz

medzinárodných tímov. Prvú uverejnili Matej Hajdinjak a Svante Pääbo z Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology v Lipsku (Nemecko) s kolegami v časopise *Nature*, druhú Kay Prüfer a Johannes Krause z tej istej inštitúcie s kolegami v časopise *Nature Ecology & Evolution*.

Prvý tím analyzoval DNA zo zubu a iných kostí sapientov z bulharskej jaskyne Bačo Kiro. Druhý DNA z lebky mladej ženy z Koněprus-

ZMIEŠANÉ KORENE EURÓPSKEJ IDENTITY

Už pri spomenutom asi 40-tisícročnom sapientovi z Peštera cu Oase vyšlo najavo, že mal predkov spomedzi neandertálcov iba pred štyrmi až šiestimi generáciami. To naznačovalo, že sapienti sa s neandertálcami ďalej krížili aj v Európe. Bolo to bežné?

Na kladnú odpoveď poukazujú obe nové analýzy DNA pravekých sapientov. Všetci traja

Azda načas tvorili aj zmiešané populácie, kým neprevládala sapientná DNA. Je na zamyslenie, že najskorší známi sapienti vrchného paleolitu Európy sa v nej trvale neuchytili, uzavrel Johannes Krause. Možné vysvetlenie? Súbeh dlhodobých klimatických dôsledkov spomenutého prepólovania magnetického poľa Zeme a ignimbritového (druh stvrdnutého tufu) sopečného výbuchu v talianskej Kampánii pred 39-tisíc rokmi.

Zdeněk Urban

Koruna krásy

Väčšina ľudí to pozná. Prejdete si rukou vo vlasoch a zopár vám ich v nej zostane. Keďže priemernému človeku vypadne za deň približne 30 až 100 vlasov, tých zopár je v norme. Občas sa to však zhorší. Kedy sa treba začať obávať?

Na pokožke hlavy máme približne 100 – až 150-tisíc vlasov. Tie sa neustále obnovujú v pravidelných cykloch, v ktorých sa striedajú fázy rastu, pokoja, vypadávania a opätovného rastu. Za normálnych okolností, keď vypadne vlas, vyrastie na jeho mieste nový. Pri chorobnom vypadávaní vlasov sa však takýto proces nedeje a nový vlas buď nevznikne vôbec, alebo je oveľa jemnejší a tenší.

Vypadávanie vlasov môže mať veľa príčin. Rozdeľujeme ich na chorobné a nechorobné, pri oboch sa strata vlasov môže objaviť náhle, alebo vypadávajú postupne. Zároveň môže byť vypadávanie vlasov dočasné (telogénne eflúvium) alebo trvalé (alopécia).

Najčastejšou trvalou príčinou straty vlasov, tzv. plešatenia alebo alopecie totalis, je dedičné vypadávanie vlasov spôsobené vekom. Ide najmä o androgénnu alopeciu, u väčšiny ľudí má takmer identický priebeh a vyvíja sa postupne. Vyskytuje sa predovšetkým u mužov, pre ktorých je typický ústup



vlasov v oblasti prednej čelovej vlasovej línie a v oblasti kútov. Niekedy sa objavuje tzv. ložiskové plešatenie. Vypadávanie vtedy môže byť lokálne a nepravidelné na rôznych miestach hlavy alebo vlasy vypadávajú v kruhoch, ktoré sa postupne spájajú až do úplnej straty vlasov. Ženám rednú vlasy v oblasti temena.

Všeobecne platí, že vypadávanie vlasov u žien nebýva také dramatické ako u mužov,

ale dochádza k nemu častejšie. Zvýšené vypadávanie vlasov môže byť dočasne spôsobené kolísaním hormónov v dôsledku tehotenstva, pôrodu, menopauzy a problémov so štítnou žľazou. Takisto ho môžu zapríčiniť vedľajšie účinky niektorých liekov. Príčinou môžu byť aj zmeny v krvnom obraze z dôvodu možných infekčných ochorení (gynekologických, oftalmologických, stomatologických, autoimunitných a iných). Občas sa objaví aj celotelové vypadávanie, keď človek prichádza o ochlpenie aj na iných častiach tela. Môžu ho vyvolať niektoré ochorenia alebo absolvovanie systémovej chemoterapie či rádioterapie pri závažnom onkologickom ochorení. Zväčša nejde o trvalú stratu a po úprave zdravotného stavu vlasy opäť narastú.

Aj niekoľko mesiacov po prekonaní veľmi stresujúcej udalosti, pôsobením emocionálneho alebo fyzického stresu, môžu začať vlasy vypadávať. Dočasný vplyv na vypadávanie vlasov majú aj slabá strava, nedostatok minerálov a vitamínov či deficit železa. Strata vlasov môže hroziť aj pri extrémnom zaťažení vlasov neohľadupnými chemickými produktmi alebo pri častom tepelnom upravení. Dokonca aj pevne stiahnuté vlasy do chvosta ťahajúce vlasové koreňky môžu spôsobiť zmeny, ide o tzv. trakčnú alopeciu. Príčinou straty vlasov môže byť aj trichotillománia, porucha, pri ktorej má človek, častejšie ide o deti a dospievajúcich, neodolateľné nutkanie trhať si vlasy.

R, foto Fotky&Foto/wasansos1

Opýtali sme sa jazykovedcov...

... na používanie slova *epický*

Podobne ako odievanie, aj jazyk istým spôsobom podlieha móde. Akoby z ničoho nič sa niektoré slovo, prípadne slovné spojenie či fráza, dostane na výslnie a väčšina ľudí, najmä mladých, sa usiluje zaradiť ho do svojej aktívnej slovnjej zásoby. Spravidla tým chcú naznačiť, že sú IN, že idú s dobou. Spoločným znakom takýchto výrazov býva postupné vyprázdňovanie významu, stanú sa z nich tzv. barličky, prázdne slová, ktorých význam určuje len konkrétny kontext. V nedávnej minulosti takto fungovalo napríklad podstatné meno *haluz*, v pôvodnom význame bežné synonymum slov *konár*, *vetva*. V mládežníckom slangu však mohlo označovať buď niečo nelogické, nezmyselné, hlúpe, alebo naopak – niečo zaujímavé, unikátne, vymykajúce sa zo zvyčajného prímeru. Celkom zaujímavý rozptyl, však?

Súčasným hitom nielen v jazyku mladých ľudí, ale aj marketingu a reklamy, je nepochybne prídavné meno *epický*. Podľa *Slovníka súčasného slovenského jazyka A – G* (2006) slovo *epický* znamená *založený na rozprávaní príbehu, na dejovosti; charakteristický pre epiku; súvisiaci s epikou, rozprávačský*. V tomto význame bolo použité

napríklad vo vetách *Príbehy tvoria základ epickej literatúry. – V epickom diele má dominantné postavenie reč rozprávača. – Najširšou oblasťou, z ktorej čerpá epická poézia v stredoveku, je rytierstvo.*

V súčasnosti sa však slovo *epický* objavuje aj v úplne nových súvislostiach, priam na hony vzdialených pôvodnému, ustálenému významu. Stačí, keď si všimneme reklamné texty na internete. Jeden výrobca ponúka telefón, ktorý má *epický displej*, *epický fotoaparát*, ďalší upozorňuje, že nová počítačová hra vyžaduje *epických 35 GB miesta*, ba našli sme aj takéto odporúčanie: *Vychutnajte si pivo priam epických rozmerov!*

Slovné spojenie *epické rozmery* je medzi tvorcami rozličných sloganov a inzertných textov osobitne obľúbené: *Tento súd bol skvelou ukážkou toho, čo dokážu zúfanci urobiť, keď ich zúfalosť dosahuje epické rozmery. – Klúčenu kúp v pestrých farbách, aby bola dobre vidieť. Ak sa krúžok s kľúčmi rozrástol do epických rozmerov, oddel' tie, ktoré nepotrebuješ každý deň. – Vaše obľúbené postavy z tých najväčších hollywoodskych trhákov sa vracajú v šialene parodickej komédii epických rozmerov.*

Prídavné meno *epický* sa v slovenčine začalo s obľubou používať pod vplyvom jeho anglického náprotivku *epic* [vysl. epik], ktorého význam sa v starších anglických slovníkoch definuje zhruba rovnako ako v slovenských. Novšie vydania lexikografických príručiek v poslednom desaťročí zaznamenali rozšírenie významu tohto slova, napríklad na stránke *dictionary.cambridge.org* sa uvádza, že v neformálnom štýle prídavné meno *epic* môže znamenať aj *mimoriadne veľký* alebo *mimoriadne dobrý*. Podľa *www.urbandictionary.com* (ide o slovník hovorového mestského štýlu, resp. slangu, ktorý má len digitálnu podobu a priebežne sa aktualizuje) je v súčasnej angličtine slovo *epic* na čele *hitparády* nadmerne používaných slov a v neformálnej komunikácii sa uplatňuje v celej škále významov: *extrémne veľký, obrovský, úžasný, výpravný, impozantný, dobrý, ale aj extrémne zlý, mizerný, biedny, príšerný, hrozný, katastrofálny...* Keď vám skrátka v hodnotení niekoho alebo niečoho dochádzajú slová, môžete použiť slovo *epický*. Kontext každému napovie, ako ste to mysleli. Treba však rátať s tým, že časť publika vám *strhne body*, keďže v kultivovanom jazykovom prejave sa takéto móдне barličky vnímajú ako nevhodné.

Dana Guríčanová

Jazykovedný ústav Ľ. Štúra SAV v Bratislave



Múzejný hostinec

(plagáty, tabule, stojančeky), archíválie (drobná reklama, listy, cenné papiere), produkty (čokoláda, kávoviny, spotrebný tovar atď.) a predmety slúžiace v pohostinstve (orchestrion, plnička fliaš, poháre).

Skutočným unikátom múzea sú však funkčné repliky obchodu so zmiešaným tovarom a hostinca. Rekonštrukcia historického hostinca s názvom Múzejný pivovar je otvorená aj pre verejnosť, dokonca s ponukou vlastných druhov piva. Pre návštevníka je všetko pripravené do detailu tak, aby sa skutočne posunul približne o sto rokov späť v čase. Navyše tu môže ochutnať naše vysokokvalitné pívá vyrábané priamo v expozícii. Tým sme pravdepodobne získali prvenstvo medzi múzeami minimálne v stredoeurópskom priestore. Nenájdete skutočne príklad plnokrvného

Nevšedné múzeum všednosti

Nakupovanie je pre nás takou každodennou všednosťou, až je pre nás ťažké urobiť krok stranou a uvedomiť si, ako sa rokmi mení. A mení sa pritom všetko: vybavenie obchodov, spôsoby, akým sa nám tovar ponúka, aj technika, ktorú používajú obchodníci. Tak ako sa mení celkový štýl nášho života.

Múzeum obchodu Bratislava nám nielen pomáha urobiť ten spomínaný krok stranou. Táto nevelká inštitúcia sa snaží zaujať širšiu verejnosť a pritiahnúť jej záujem k histórii všednosti naozaj unikátnymi spôsobmi.

JEDINÉ NA SLOVENSKU

Múzeum obchodu Bratislava je pokračovateľom Dokumentačného centra obchodu, ktoré bolo zriadené v roku 1982 ako prvá inštitúcia špecializovaná na mapovanie vývoja obchodu a pohostinstva na Slovensku. Centrum zhromažďovalo prvé zbierky a organizovalo výstavy venované dejinám obchodu na rôznych miestach Slovenska, väčšinou pod garanciou niektorých z vtedajších komerčných organizácií (napr. reklamný podnik ERPO). K 1. januáru 1990 sa Dokumentačné centrum oficiálne zmenilo na samostatnú inštitúciu pod názvom Múzeum obchodu, ktorého poslaním je tvorba, ochrana, odborné spravovanie a prezentácia zbierkového fondu dokumentujúceho vývoj obchodu a pohostinstva na území Slovenska od jeho prvopočiatkov až po súčasnosť. Múzeum sídli v pamiatkovej budove kúrie Juraja Alberta v Podunajských Biskupiciach v Bratislave. V súčasnosti jeho zbierkový fond predstavuje vyše 70 000 zbierkových predmetov, písomností a iných dokumentačných foriem. Akoby verné svoj-

mu zameraniu, až 99,9 % z nich získalo Múzeum obchodu kúpou. Zbernou oblasťou je územie Slovenska a štátnych útvarov, ktorých bolo v minulosti súčasťou.

VLASTNÝ PIVOVAR

V zbierke tohto múzea nájdeme kompletne zachované zariadenia historických obchodníkov vrátane rôznych typov starých váh na váženie tovaru či registračných pokladníc. Trvalá expozícia Múzea obchodu Bratislava, ktorej autorom je historik a riaditeľ múzea Marcel Juck, je rozdelená tematicky na predmety slúžiace ako pomôcky pre obchodníka (váhy, zásobníky, pokladne, kalkulačky), reklamné predmety



múzea, ktoré prevádzkuje vlastný pivovar, vlastnými silami a vo vlastnej réžii.

Paradoxom je, že keď sme túto expozíciu v roku 2008 vymysleli, chceli sme byť prvým minipivovarov v Bratislave. Z dôvodu nástupu finančnej krízy sa nám to podarilo až na jeseň v roku 2013 a dostali sme sa už len na siedme miesto, uviedol pre Quark Marcel Juck.

ROCK V MÚZEU

Ďalším unikátom múzea je skutočnosť, že ako prvé a jediné na Slovensku má svoju stálu expozíciu aj v zahraničí, v meste – pamiatke UNESCO – Český Krumlov. Expozícia má názov C. K. Kupecký krám a Múzeum obchodu a ide o spojenie živého obchodu s historickým

zariadením so stálou múzejnou expozíciou. Takmer identický obchod sa múzeu podarilo otvoriť aj v centre Bratislavy pod názvom Prešporský koloniál – Obchod v Múzeu. Pokračuje aj tradícia putovných výstav na pôde rôznych slovenských a českých múzeí. Poslednou bola zatiaľ Čokoláda v Československu.

Celkom jedinečnou formou prezentácie a propagácie múzea je jeho pravidelná premena na hudobný klub v rámci dlhodobého projektu Rock v múzeu: od roku 2008 Múzeum obchodu zorganizovalo celkovo 297 koncertov za účasti 277 hudobných skupín z 23 krajín celého sveta. Takýto, vo svete slovenských alebo českých múzeí bezkonkurenčný projekt, priťahuje do múzea mladých ľudí a zároveň ho mení na špeciálnu kultúrnu ustanovizeň. Darmo, aj o všednosti sa dá rozprávať nevšedne.

OTVÁRACIE HODINY

Hlavná expozícia múzea býva otvorená v utorok až piatok od 9:00 do 17:00 h a v sobotu a nedeľu od 10:00 do 17:00 h. V súčasnosti je expozícia zatvorená z dôvodu rekonštrukcie budovy. Expozíciu je zatiaľ možné navštíviť aspoň virtuálne na internetovej adrese <https://muzeum-obchodu.sk/muzeum/expozicia/expozicia-linzbothova/>. Hostinec Múzejný pivovar býva otvorený denne od 17:00 do 22:00 h.

R
Foto Múzeum obchodu

AEROBIK PRE MOZGOVÉ BUNKY

Aj v tomto čísle sa môžete zabaviť i poučiť pri riešení ôsmich úloh z rozličných oblastí. Ich správne riešenia si môžete skontrolovať na **strane 54**.

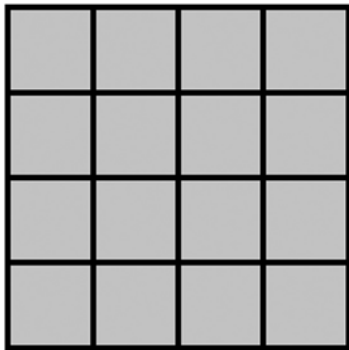
1. Cena auta sa najprv o 10 % znížila, neskôr sa o 10 % zvýšila. Koľko percent z pôvodnej ceny teraz stojí auto?



5. Pravidelný mnohouholník má vnútorný uhol 160° a toľko vrcholov, koľko hrán má ihlan. Koľko má ihlan stien?



2. Koľko štvoruholníkov je na obrázku?



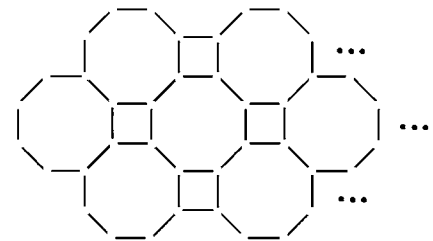
6. Ak 25 žiab chytí za 25 minút 25 múch, koľko rovnako šikvých žiab treba na chytenie 75 múch za 75 minút?



3. Máj je lásky čas. Kvetinárka preto objednala 324 ruží, z toho červených o 36 viac ako ružových a bielych dvakrát toľko ako ružových. Najviac koľko rovnakých kytíc z nich môže vyrobiť, ak chce použiť všetky ruže?



7. Miška sa zo všetkého najradšej hrá so zápalkami. Na chodníku z nich vytvárala mozaiku podľa vzoru:

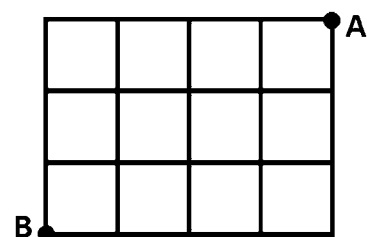


Zápalky sa jej minuli presne v okamihu, keď mozaika obsahovala 100 štvorčekov, 103 osemuholníkov a uzavrela sa. Koľko zápaliek Miška použila?

4. V rade za sebou stojí 74 ľudí. Nikde v rade nestoja za sebou traja muži, ani štyri ženy. Koľko najmenej a koľko najviac žien (mužov) môže byť v tomto rade?



8. Koľko rôznych najkratších ciest z bodu A do bodu B a naspäť existuje? Môžeme sa hýbať len po vyznačených čiarach a naspäť sa nesmieme vracat' presne tou istou cestou.



Prípravil Jaroslav Baričák, KMANM, FMFI UK v Bratislave, foto Pixabay



Májový test pozornosti

Test vám ukáže, ako pozorne ste čítali májový *Quark*. Ak ste niečo prehliadli a neviete odpovedať, stačí sa vrátiť k článku, odpoveď sa v ňom určite skrýva. Správne odpovede si môžete overiť na **strane 54**.

1. Od 60. rokov 20. storočia bola sekunda definovaná atómovými hodinami vyrobenými z atómov

- a) cézia
- b) kremíka
- c) stroncia
- d) hliníka

2. Dosiaľ najväčšie zdokumentované zemetrasenie s epicentrom na území Slovenska pocítili 28. júna 1763 obyvatelia

- a) Banskej Štiavnice
- b) Dobrej Vody
- c) Žiliny
- d) Komárna

3. Masívne exoplanéty obiehajúce príliš rýchlo a príliš blízko materských hviezd označujeme termínom

- a) horúca Venuša
- b) horúci Jupiter
- c) horúca superzem
- d) horúci Neptún

4. Zatiaľ čo bežná ľudská bunka má asi 30 000 génov, syntetická bunka označená ako JCVI-syn3A obsahuje iba

- a) 473 génov
- b) 492 génov
- c) 4 473 génov
- d) 4 492 génov

5. Martánska výskumná stanica HI-SEAS sa nachádza na Havaji, na svahoch najväčšej činnnej sopky sveta

- a) Haleakala
- b) Kilauea
- c) Mauna Kea
- d) Mauna Loa

6. Dlhodobým cieľom misie GRBAlpha je vypustenie flotily nanosatelitov s názvom

- a) AVALON
- b) CAMELOT

- c) LANCELOT
- d) EXCALIBUR

7. Na území Slovenska žije sedem druhov ďateľov. Najväčším z nich, so starším pomenovaním tesár, je

- a) ďateľ veľký
- b) ďateľ čierny
- c) ďateľ trojprstý
- d) ďateľ bielochrbtý

8. Hlavné mesto Maďarska – Budapešť – vzniklo spojením Budína a Pešti až v roku

- a) 1526
- b) 1789
- c) 1873
- d) 1918

9. Podľa oficiálnych kritérií NASA sa za nanosatelit považuje satelit s hmotnosťou

- a) do 0,5 kg
- b) od 0,5 kg do 1 kg
- c) od 1 kg do 10 kg
- d) od 10 kg do 100 kg

10. Najslávnejší luxusný vlak Orient expres dokázal v roku 1883 prekonať trasu z Paríža do Istanbulu za

- a) 24 hodín
- b) 48 hodín
- c) 76 hodín
- d) 96 hodín

11. Schopnosť niektorých látok kryštalizovať v rôznych kryštálových formách sa nazýva

- a) amorfia
- b) polymorfia
- c) anamorfia
- d) xenomorfia

12. O prepojenie Stredozemného a Červeného mora vodným kanálom, cez ktorý by sa mohli plaviť nákladné lode, sa usilovali Egypťania už

- a) v 1. storočí n. l.
- b) v 5. storočí pred n. l.
- c) v 13. storočí pred n. l.
- d) v 20. storočí pred n. l.

13. Suezský prieplav, ktorým prechádza 8 % celosvetovej lodnej dopravy, v súčasnosti prepustí denne asi

- a) 20 lodí
- b) 30 lodí
- c) 40 lodí
- d) 50 lodí

14. V zadnom mozgu sa nachádza štruktúra, ktorej mnohoraké funkcie v súčasnosti priťahujú čoraz viac neurovedcov na bližšie štúdium. Nazýva sa

- a) mozoček
- b) temenný lalok
- c) záhlavný lalok
- d) spánkový lalok

15. Vzhľadom na známu rýchlosť svetla a priemernú vzdialenosť Mesiaca od Zeme vidíme na Zemi Mesiac s oneskorením

- a) 1,28 sekundy
- b) 4,28 sekundy
- c) 8,25 sekundy
- d) 13,28 sekundy

16. Viditeľné svetlo je elektromagnetické žiarenie, viditeľné pre naše oko vo vlnovej dĺžke

- a) 120 – 980 nm
- b) 380 – 780 nm
- c) 500 – 1 500 nm
- d) 1 200 – 3 600 nm

17. Prvý test vplyvu teórie relativity na spomaľovanie času pomocou atómových hodín na palube obyčajných komerčných leteckých liniek uskutočnil fyzik

- a) Stephen Hawking
- b) Steven Weinberg
- c) Freeman Dyson
- d) Joseph C. Hafele

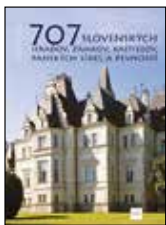
18. Najstaršie známe fosilne kosti ľudí nášho druhu *Homo sapiens* našli v Afrike a majú vek aspoň

- a) 10-tisíc rokov
- b) 100-tisíc rokov
- c) 300-tisíc rokov
- d) 1 milión rokov

NOVÉ KNIHY

Ján Lacika:

707 slovenských hradov, zámkov, kaštieľov, panských sídel a pevností



Slovensko je krajina s pestrou históriou, ktorá zanechala nezmazateľné stopy v podobe množstva pamätihodností. V druhom, doplnenom a aktualizovanom vydaní úspešného knižného sprievodcu vám predstavujeme jedinečný súbor 700 historických stavieb. Sú medzi nimi hrady, zámky, kaštiele, kúrie, hradská, pevnosti, mestské šľachtické a patricijské paláce, mestské hradby, bašty a brány, opevnené kostoly a kláštory. Obdivuhodné sú architektonické skvosty zachované v celistvej podobe, starobylé stavby, ktorým po úspešnej rekonštrukcii vrátili ich niekdajšiu krásu, ale aj romantické ruiny, ešte len čakajúce na obnovu. Každú z vybraných pamiatok dokumentuje aspoň jedna fotografia a stručný text. Vyše šesťdesiat stavieb, ktoré považujeme za najhodnotnejšie a turisticky najatraktívnejšie, dostalo viac priestoru na dvojstrane s viacerými fotografiami.

Kniha má oproti pôvodnej verzii približne o sto fotografií viac, väčšinu záberov sme vymenili za nové, vo viacerých pamiatkach sme vstúpili do ich interiéru a zachytili ich krásu. Veríme, že kniha osloví všetkých, čo chcú objavovať mnohotváre Slovensko vrátane čitateľov, ktorí si kúpili jej prvé vydanie z roku 2010. (392 strán, 19,90 €)

Judith Miller:

Starožitnosti pod lupou



Aké je to staré? Odkiaľ to pochádza? Z čoho je to vyrobené? Skvelý pomocník pre tých, čo vyhľadávajú starožitnosti. Pomôžeme vám nájsť odpovede na mnohé otázky súvisiace so starožitnosťami.

Ako rozoznate kópiu od originálu? Ako treba datovať stoličku? Čo znamenajú značky na striebre? Táto praktická príručka vám to prezradí. Nájdete tu aj rady odborníkov, vďaka ktorým sa starožitnosti a zberateľské predmety naučíte identifikovať. Kvalitné fotografie vám priblížia typické príklady starožitností a umeleckých diel každého druhu rozličných umeleckých štýlov a z rozličných historických období. (240 strán, 5 €)

Susanne Hanschová, Elke Schwarzerová:

Burina na zjedenie



Napriek tomu, že ju nikto nesadil, nehanebne sa rozpína v záhradách a oberá ich majiteľov o čas i o nervy – burina. Kniha pútavo predstavuje postupy, ako sa zbaviť tohto nepozvaného host'a, prípadne ako ho zžiť v kuchyni.

Elke Schwarzerová v dvadsiatich ôsmich výstižných kapitolách opisuje každú z týchto tvrdošijných rastlín a vysvetľuje, ako ich pomocou pletia a trikov elegantne dostať pod kontrolu. A keď sa nám už tieto otravné rastlinky vtierajú do priazne, bola by škoda, keby neskončili na tanieri. Vo vyše 50 receptoch s divnými bylinkami od fašírok z prhlavy až po arabský šalát tabbouleh z hulavníka s brusnicami nám Susanne Hanschová ukazuje, že divé rastliny môžu stáť aj za originálnym a lahodným kulinárskym zážitkom. (128 strán, 9,52 €)

Knihy z vydavateľstva IKAR si môžete kúpiť na www.bux.sk so zľavou 14 % z MOC.

Dve baby aj o vede



Dve baby aj o vede sú Simona Dulajová a Kristína Kocáková, absolventky dvoch úplne rozdielnych odborov biológie, ktoré sa šťastnou náhodou stretli na univerzite v Aberdeene v Škótsku. Štúdium začali na spoločných prednáškach, no ich cesty sa každým semestrom čoraz viac oddeľovali. Pri každom stretnutí si teda vymieňali

poznatky z ich odborov a jedného dňa sa tieto rozhovory rozhodli začať nahrávať. Vznikol tak podcast, v ktorom sa venujú rôznym témam primárne z odboru biológie, no občas odbehnú aj k nevedeckým témam.

Sima absolvovala bakalárske štúdium molekulárnej biológie a magisterský titul získala v odbore industriálne biotechnológie. Momentálne pracuje pre toxikologickú firmu. Kika zasa začala ako študentka v odbore morskej biológie, no v polovici štúdia prešla na všeobecnejší odbor s integrovaným magisterským štúdiom, ktorý jej dovolil venovať sa evolúcii a ekológii. Morské živočíchy ju však nikdy neprestali fascinovať a v doktorandskom štúdiu by si želala more a evolúciu spojiť.

Vďaka týmto kontrastným pozadiam je spektrum tém v ich podcaste naozaj široké. Ľudskou rečou sa snažia priblížiť rôzne aspekty biológie od základov genetiky a fungovania vakcín až po komplexnejšie témy, ako napríklad to, ako sú gény regulované, alebo o tom, či iné zvieratá majú kultúru podobnú ľuďom. Rady tiež rozoberajú ich vlastné skúsenosti zo študentského života v snahe pomôcť komukoľvek, kto štúdium vedy a kariéru vedca zvažuje. Dve baby si tiež občas rady prizvú do debaty aj hostí, ich poslednou hostkou bola napríklad Patrícia Chrzanová-Pečnerová, odborníčka na pravekú DNA. Dve baby aj o vede nájdete na všetkých platformách – Spotify, Google Podcast, Apple Podcast, Anchor.

Okrem ich podcastu sa *baby* venujú popularizácii vedy aj inak. Obe sú aktívnymi externými redaktorkami pre portál Veda na dosah a Sima tiež pravidelne prispieva do časopisu *Bublina*, v ktorom deťom približuje vedecké témy.

NEXTECH

TECHNOLOGICKÝ MAGAZÍN
NIELEN PRE MUŽOV

WWW.NEXTECH.SK

Nové vydanie vychádza v máji 2021.

Časopis si môžete objednať na adrese: predplatne@pcrevue.sk
www.nextech.sk

Riešenia úloh Aerobiku zo strany 52:

Správne odpovede:

1. 99 %
2. 100
3. 36
4. Žien najmenej 24, najviac 56. Mužov najmenej 18, najviac 50.
5. 10 stien
6. 25 žiab
7. 754 zápaliek
8. 1 190 ciest

Vyhodnotenie testu zo strany 53:

Správne odpovede:

- 1a, 2d, 3b, 4b, 5d, 6b, 7b, 8c, 9c, 10c, 11b, 12c, 13d, 14a, 15a, 16b, 17d, 18c

HISTORICKÝ KALENDÁR

3. 5. 1921 zomrel William Robert Brooks, americký astronóm anglického pôvodu, ktorý sa preslávil objavmi komét, priekopník astrofotografie. Narodil sa v roku 1844.

6. 5. 1941 sa v Bratislave narodil profesor Štefan Luby, fyzik a elektronik a autor literatúry faktu. Vytvoril vedeckú školu zvyšovania životnosti elektronických súčiastok a integrovaných obvodov a patentoval metódy presného justovania rezistorov pomocou hydrofilných gélov. Vo funkcii predsedu 15 rokov viedol Slovenskú akadémiu vied.

8. 5. 1926 sa narodil sir David Frederick Attenborough, britský moderátor, filmár a prírodovedec, popularizátor prírodných vied a sprievodca svetom zvierat a rastlín. Renomé si získal medzi odborníkmi i laickými televíznymi divákmi.

9. 5. 1931 zomrel Albert Abraham Michelson, americký fyzik známy najmä vďaka meraniu rýchlosti svetla a tzv. Michelsonovmu-Morleyho experimentu na dokázanie existencie éteru, pre ktorý skonštruoval interferometer, nositeľ Nobelovej ceny za fyziku. Narodil sa v roku 1852.

10. 5. 1921 sa v Spišských Vlachoch narodil Ján Olejník, etnograf, pedagóg, múzejný pracovník, publicista, jeden z najväčších odborníkov na tradičnú kultúru podtatranských oblastí Spiša a Liptova. Zomrel v roku 2017.

11. 5. 2001 zomrel Douglas Noël Adams, anglický spisovateľ sci-fi, autor rozhlasovej hry a knihy *The Hitchhiker's guide to galaxie* (*Stopárov sprievodca galaxiou*, 1979). Za svoje najdôležitejšie



David Attenborough, foto wikipédia/The Bodleian Libraries/John Cairns

šie dielo považoval knihu o ochrane ohrozených druhov *Last Chance to see*. Narodil sa v roku 1952.

13. 5. 1826 zomrel Christian Kramp, francúzsky matematik, ktorý sa zaoberal najmä faktoriálmi. Bol prvý, kto pre faktoriál použil označenie $n!$. Narodil sa v roku 1760.

14. 5. 1821 sa v Bratislave narodil Viliam Zsigmondy, banský inžinier, priekopník hydrogeologických prieskumov vrtnou technikou na území súčasného Slovenska. Zomrel v roku 1888.

17. 5. 1881 sa v Gočove narodil Jur Hronec, matematik a pedagóg, zakladateľ viacerých vysokých škôl, autor prvých učebníc matematiky na Slovensku. Zomrel v roku 1959.

18. 5. 1901 sa narodil Vincent du Vigneaud, americký biochemik, nositeľ Nobelovej ceny za chémiu za práce na zlúčeninách síry, najmä za objav polypeptidického hormónu. Ako prvý syntetizoval oxytocín a vazopresín. Zomrel v roku 1978.

20. 5. 1851 sa narodil Emile Berliner, americký vynálezca nemeckého pôvodu, vynálezca gramofónu. Zomrel v roku 1929.

21. 5. 1936 sa narodil Günter Blobel, nemecko-americký lekár, biochemik a cytológ zaoberajúci sa proteínmi a proteosyntézou, nositeľ Nobelovej ceny za fyziológiu alebo medicínu za objav cielenia proteínov (*protein targeting*). Zomrel v roku 2018.

24. 5. 1686 sa narodil Daniel Gabriel Fahrenheit, nemecký fyzik, vynálezca ortuťového teplomeru s dochovanou stupnicou. Táto stupnica sa podľa autora nazýva Fahrenheitova, odovodávajúca jednotka sa značí °F. Zomrel v roku 1736.

26. 5. 1951 sa narodila Sally Kristen Ridová, americká astrofyzikáčka a prvá americká astronautka. Do kozmu sa dostala ako tretia žena, dvakrát na palube raketoplánu Challenger a strávila tam 14 dní. Zomrela v roku 2012.

R

ŽREBOVALI SME VÝHERCU marcovej súťaže

V marcovej rubrike Čítanie z novej knihy sme sa vás pýtali: **Čo majú spoločné výrazy *škuner*, *šalupa* a *brigantína*?** Z tých, čo nám napísali, že ide o typy plachetnic, sme vyžrebovali **Ladislava M.** zo **Štúrova**. Posielame mu knihu Pavla Copláka: *Oceánske dobrodružstvo* z vydavateľstva Perfekt. Výhercovi blahoželáme a veríme, že ho kniha poteší.



Máte konto na Facebooku? Ak áno, sledujte stránku *Časopis Quark*, kde nájdete ďalšie zaujímavosti a aktuality, ktoré v tlačenom vydaní nenájdete, alebo súťaže o ďalšie ceny. Páči sa vám niektorý príspevok? Dajte nám o tom vedieť.



Objednávací lístok

Prihlasujem sa na odber

- časopisu Quark v papierovej podobe od čísla; ročné predplatné 19,92 €
- časopisu Quark v elektronickej podobe PDF od čísla; ročné predplatné 8,94 €
- archívneho DVD časopisu Quark, ročníky 1995 – 2019 za 14,90 €

Meno:

Ulica:

PSČ, mesto:

Podpis:

E-mail:

Predplatné uhradím týmto spôsobom:

- A poštovou poukážkou, ktorú mi pošlete
 B bezhotovostne na číslo účtu, ktoré mi pošlete
 C faktúrou, ktorú mi pošlete

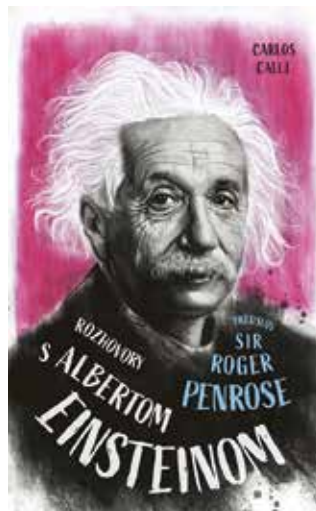
IČO/DIČ:

Číslo účtu:

Objednávací lístok pošlite na adresu:
 Centrum vedecko-technických informácií SR,
 Lamačská cesta 8/A, 811 04 Bratislava, telefón: 02/69 25 31 16
 alebo e-mail: predplatne@quark.sk, www.quark.sk.

Rozhovory s Albertom Einsteinom

Kniha prináša stručný životopis zameraný na kľúčové udalosti zo života geniálneho fyzika a tiež fiktívne rozhovory, ktoré sú založené na skutočných faktoch a výrokoch Alberta Einsteina.



Prvé prelomové objavy urobil Einstein po ukončení vysokej školy. Vedci dovtedy uznali existenciu atómov predovšetkým zásluhou anglického chemika a fyzika Johna Daltona (1766 – 1844). Našli sa však medzi nimi aj výnimky, ktoré ju popierali. Tí, čo ich existencii verili, sa však zhodli na tom, že ak aj atómy existujú, nie sú viditeľné voľným okom. Zmena nastala až po vynájdení autoemisného iónového mikroskopu v päťdesiatych rokoch 20. storočia. Einsteinove práce publikované od roku 1902 do roku 1904 boli východiskom pre objavenie nesporných dôkazov o existencii atómov.

Pán profesor, rád by som sa vrátil k vašim začiatkom. O čom boli vaše prvé publikované vedecké články?

Moje prvé dva články nestoja za zmienku. Aký-taký význam mali až tri štúdie publikované v rokoch 1902 až 1904, lebo mi umožnili rozvinúť myšlienky, ktoré vyvrátili akékoľvek pochybnosti o existencii atómov. Tieto myšlienky dosiahli zrelú formu v roku 1905.

V škole nás učili, že John Dalton začiatkom 19. storočia predstavil atómovú teóriu. Pretrvávali v roku 1905 pochybnosti o existencii atómov?

Stále existovala hŕstka popredných odborníkov, ktorí neprijali potrebu atómov. Okrem Daltona a jeho atómovej teórie aj iní vedci poukázali na to, že interakcie molekúl tvorených kombináciou atómov môžu vysvetliť premenu látok. Napriek tomu existenciu atómov popierala aj taká kapacita ako Ernst Mach. Príklonili sa k nemu aj ďalší vedci. Je to zaujímavý príklad toho, že aj špičkoví bádatelia obdarení výnimočným intelektom môžu ignorovať fakty na úkor vžitých predstáv.

Ako ste potvrdili existenciu atómov?

Použitím nepriamej metódy. Atómy sú príliš malé, aby ich bolo možné pozorovať voľným okom. Dokonca ani najlepší elektrónový mikroskop nepriblíži objekt na viac ako milióntinu

milimetra, čo je približne 3 000 atómov. Háčik bol v tom, že tieto rozmery vtedy ešte nikto nepoznal. Bol som si istý, že atómy možno zachytiť len nepriamo. Keď som jedného dňa pil u kamaráta čaj, začal som uvažovať nad pohybom molekúl cukru rozpúšťajúceho sa vo vode a prišiel som na spôsob, ako sa dá vypočítať ich veľkosť.

Môžete tú metódu opísať?

Metóda vychádza zo skutočnosti, že keď ponoríme cukor do vody, zvýši sa jej viskozita – voda je zrazu hustejšia, ťažšia. Viskozita je veličina, ktorej hodnotu dokážeme odmerať. Zišlo mi na um, či medzi veľkosťou molekúl a merateľnou viskozitou nájdem matematický vzťah na výpočet veľkosti molekúl. Aby taký vzťah vznikol, musel som najskôr prijať isté predpoklady o molekulách.

Myslíte tým snažiť sa uhádnuť, ako molekuly vyzerajú?

Nie, to by sa mi nepodarilo. Moje predpoklady sa týkali tvaru a správania molekúl. V podstate som sa pokúšal zjednodušiť problém, urobiť ho zvládnuteľným, aby sa dal vypočítať. Molekuly v mojich výpočtoch mali tvar gule voľne sa pohybujúcej vo vode nezávisle od ostatných. Vedel som, že molekuly v skutočnosti nie sú gule, ale to nebolo podstatné. Nijako by to neovplyvnilo výsledky mojich výpočtov.

Bol to zložitý matematický vzťah?

Proces výpočtu mal dve fázy pozostávajúce z dvoch jednoduchých rovníc. Použitá metóda bola úplne nová. Najskôr som odvodil výraz pre veľkosť molekúl cukru a Avogadrovu konštantu. Avogadrova konštantu je rozhodujúca veličina, lebo pomocou nej dokážeme vypočítať počet molekúl z hmotnosti ľubovoľnej látky.

Pán profesor, pomôžete mi pochopiť Avogadrovu konštantu?

Avogadrova konštantu (Avogadrovo číslo) je fixné číslo viažuce sa na vlastnosti atómov. Je užitočná, lebo nám umožňuje určiť množstvo na základe hmotnosti. Keď napríklad vieme, že tučťák pomarančov váži dva kilogramy, potom dokážeme vypočítať množstvo pomarančov vo veľkej prepravke len tým, že ju odvážeme. Ak prepravka váži dvetisíc kilogramov, potom zistíme, že je v nej dvanásťtisíc pomarančov. Je to rýchlejšie a jednoduchšie, ako keby sme mali po jednom rátať dvanásťtisíc pomarančov. Keby sme chceli spočítať prachové častice, neváži by sme miniatúrne častičky po tučťoch. Museli by sme začať niekde pri miliónoch. Avogadrova konštantu je väčšia ako milión, lebo slúži na výpočet molekúl

10 000-krát menších než prachové častice. Namiesto váženia tučťáku či milióna odvážeme Avogadrovo číslo týchto molekúl. Predtým ho však musíme veľmi presne poznať, ale určiť číslo, ktoré má 24 číslic, vôbec nie je ľahké. To bol dôvod, prečo predchádzajúce pokusy neboli veľmi presné.

Takže touto metódou ste dosiahli výslednú hodnotu veľkosti molekuly vody, ale aj presnejšiu hodnotu Avogadrovej konštanty.

Áno, presne tak.

A výsledok merania veľkosti molekúl vody a Avogadrovej konštanty potvrdil existenciu atómov.

Tieto merania viedli k tomuto potvrdeniu. Medzitým som objavil ďalšie metódy merania veľkosti molekúl a Avogadrovej konštanty. Práve výnimočná zhoda v nezávislých meraniach presvedčila o existencii atómov a molekúl aj posledných neveriacich Tomášov.

Kniha vychádza v máji 2021 vo vydavateľstve IKAR.

Súťažná otázka

Ak nám do 31. mája 2021 pošlete správnu odpoveď na otázku:

Za čo získal Albert Einstein Nobelovu cenu?

zaradíme vás do žrebovania o knihu C. Calleho: *Rozhovory s Albertom Einsteinom* z vydavateľstva IKAR.

Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: odpovednik@quark.sk alebo Quark, Staré grunty 52, 842 44 Bratislava 4.

múzeum špeciálneho školstva v Levoči

Jedinečné
múzeum v centre
Levoče ponúka:

interaktívnu expoziáciu
variabilné výstavy
lektorované prehliadky
pre malých i veľkých



Otváracie hodiny

Zimná sezóna

OKTÓBER - MÁJ

Pondelok - piatok: od 9. 00 - 16. 30 hod.
posledný vstup na prehliadku o 15.00 hod.

Víkendy a sviatky zatvorené

Letná sezóna

JÚN - SEPTEMBER

Pondelok - piatok: od 9.00 - 17. 00 hod.
Víkendy a sviatky od 10. 00 - 17.00 hod.

Vstupy na prehliadku o 9.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, 15.00, 16.00 hod.



Dotkni sa vedy naživo



www.aurelium.sk
@centrumvedy

Aurelium

ZÁŽITKOVÉ CENTRUM VEDY