

# Quark

Magazín o vede a technike

4/2023

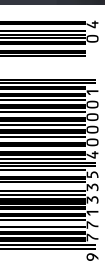
2,50 €

Sólo  
pre technécium

Nočný  
samotár

Ubytovanie  
pre idey

AKO  
SPÍTE?



Prejdite **bludiskom** tak, aby ste pozbierali všetky zlaté tehličky.  
Môžete aj plávať v danom smere. Jednotlivé brány otvoríte  
až s kľúčom zodpovedajúcej farby.



Bludisko pre vás  
pripravil  
Stanislav Griguš



Ďalšie bludiská nájdete na  
[www.extremnebludiska.sk](http://www.extremnebludiska.sk)



## 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

VALEUR, s. r. o.

## Sídlo redakcie

Quark  
Staré grunty 52, 841 04 Bratislava  
tel.: 02/69 29 52 02, 03  
e-mail: quark@quark.sk  
www.quark.sk  
IČO 151882

Číslo 4, apríl 2023  
ročník XXIX.

Vychádza začiatkom  
každého mesiaca.

Počas roka vyjde 12 čísel.  
Cena jedného výtlačku je 2,50 €.

## Objednávky predplatného v sídle vydavateľa

QUARK, CVTI SR  
Lamačská cesta 8A  
840 05 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@slpostas.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@slpostas.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  
súhlas 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](http://www.cvtisr.sk/ochranasukromia) a na  
[www.quark.sk/statutsutaze](http://www.quark.sk/statutsutaze).

Foto iStockphoto/shih-wei  
Úprava obálky Lucia Plevová

## Spánok



Foto Róbert Pažitný

Vždy pred napísaním príhovoru a tesne po tom, ako si premyslím hlavnú myšlienku, púšťam sa do prehľadávania rôznych zdrojov informácií o zvolenej téme. Pátram po zaujímavostiach, o ktoré sa môžem pri písaní oprieť, aby text upútal a nikto pri čítaní nezaspal. Samozrejme, niekto by mohol namietnuť, že to už predsa v súčasnosti nie je potrebné. Stačí, keď zadám umelej inteligencii konkrétne požiadavky a ona mi napíše príhovor presne na mieru, a navyše tak, že nikto nezistí, či som ho naozaj písala ja. Namiesto písania si môžem napríklad zdriemnuť, pretože podľa niektorých výskumov je krátky, populárnejší, maximálne 20-minútový tzv. manažérsky

spánok vyslovene prospešný. A za tých 20 minút je umelá inteligencia schopná napísať mi aj väčšie množstvo príhovorov.

Spôsob práce s využitím umelej inteligencie, ktorá žiadny spánok nepotrebuje, je pre niektorých ľudí lákavý. No tvorivý proces – od vzniku nápadu či myšlienky cez náročnú cestu a prekonávanie prekážok až k plánovanému výsledku – prináša človeku uspokojenie, radosť z dosiahnutého cieľa a je spojený s ďalšími príjemnými pocitmi. S trochou zveličenia by sme to isté mohli povedať aj o spánku. Nielenže je v určitom čase pre nás lákavý, prináša nám uspokojenie a zvyčajne je spojený s príjemnými pocitmi, ale pri správnom načasovaní a životospráve nám zabezpečuje dokonalú regeneráciu a pomáha čeliť chorobám či stresu.

V aprílovom *Quarku* sa v rozhovore s neurológom Martinom Kucharíkom, ktorý sa v rámci vedeckého výskumu venoval aj problematike spánkových porúch, dozvieme, čo je spánok a ako si ho ľudia kedysi vysvetľovali, odkedy a ako ho vedci dokážu skúmať, prečo vznikajú poruchy spánku a čo s nami robia všadeprítomné moderné technológie.

Občas počujeme, že niekto obrazne povedané *narástol z večera do rána*. V tomto prípade je spánok veľmi dôležitý. Na náš rast však vplýva aj množstvo iných faktorov, ktoré spôsobili, že za posledné storočie sa výška, šírka a hmotnosť svetovej populácie výrazne zmenili. Tejto téme sa venujú vedci z Drevárskej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene, pričom poukazujú na to, že takéto výrazné antropometrické zmeny sa musia nevyhnutne odzrkadliť v dizajne a charakteristikách nábytku. Nielen stoličky a sedačky, ale aj posteľe či matrace sa musia prispôbiť, pretože výrazne ovplyvňujú kvalitu nášho spánku a života.

V polovici 19. storočia sa D. I. Mendelejevovi pri publikovaní prvej periodickej sústavy chemických prvkov ani nesnívalo, koľko času bude trvať, kým sa jeho tabuľka postupne zaplní. Vedci však nezaspali na vavrínoch a vďaka ich postupným objavom môže Martin Venhart z Fyzikálneho ústavu SAV v hlavnej téme aprílového vydania opísať príbeh technécia, málo známeho, no veľmi dôležitého prvku, ktorý pomáha lekárom ročne vyšetriť desiatky miliónov pacientov po celom svete.

Milí čitatelia, prajem vám príjemne strávené chvíle pri čítaní všetkých 56 strán aprílového *Quarku* a nech máte vždy čas aj priestor na pokojný spánok.

Renata Józsová

## 7 Sólo pre technécium

Rádioaktívny kov technécium nebol na začiatku ničím iným ako vedeckou kuriozitou. V súčasnosti vyšetrenie pomocou neho ročne podstupujú desiatky miliónov ľudí.

## 12 Meranie kvality vysvetlení

Dobré vysvetlenia rozhodnutí modelov strojového učenia a umelej inteligencie by mali byť nielen zrozumiteľné, mali by tiež opisovať skutočné správanie sa modelu alebo celého systému.

## 14 Krása uhlíkových nanorúrok

Od syntetických látok zvyčajne neočakávame estetický zážitok. Uhlíkové nanorúrky sú vďačným objektom, na ocenenie ich krásy však potrebujeme elektrónový mikroskop.

17

Foto Pexels/Acharaporn Kamornboonyarush



## 17 Ako spíte?

Hoci spánok je nevyhnutný na regeneráciu, len málo lekárov sa pacientov pýta na jeho kvalitu. O výskume spánku a diagnostike porúch sme sa rozprávali s Martinom Kucharíkom z Centra intervenčnej neuroradiológie a endovaskulárnej liečby v Bratislave.

## 22 Americký tulák

Hoci máme aj v Európe druhy motýľov, ktoré sa každoročne sťahujú na veľké vzdialenosti, celosvetovo je najznámejším migrujúcim druhom motýľa americký danaus sťahovavý.

## 26 Nočný samotár

V našej prírode sa s ježom môžeme stretnúť všade – v parkoch, záhradách a občas aj na ulici, predovšetkým však v noci. Cez deň ho vidíme len vtedy, keď ho vyplašíme či nechtiac vyženieme z úkrytu.

26



Foto I. Kráze

## 28 Pohyb na vzdialenosť

Jedným zo synonym športu môže byť pohyb. Hýbu sa nielen športovci, ale aj oštepí, gule či kladivá a, samozrejme, lopty a loptičky. Často ide o to vyslať ich čo najďalej.

## 30 Rastieme do šírky aj do výšky

Priemerná výška, šírka a hmotnosť ľudí sa za posledné storočie výrazne zmenili. Kým vyšší vzrast sa pripisuje zlepšeniu podmienok, nadváha skôr životnému štýlu, stravovaniu a stresu.

## 32 Od palíc po satelity

Práca na poli tradične znamenala fyzickú *lopotu* s neistým výsledkom. V súčasnosti farmári využívajú techniku, ktorá je čoraz viac automatizovaná a zapájaná do sietí.

## 36 Ubytovanie pre idey

Pre antických Grékov bola univerzita skôr ideou než stavbou. V stredove-

ku zasa univerzity pripomínali kláštory, z ktorých vznikli. Súčasní architekti hľadajú nové *ubytovanie* pre idey.

## 42 Trpasličia planéta s prstencom

V našej Slnčnej sústave majú svoje vlastné prstence všetky vonkajšie planéty, ale aj trpasličia planéta Haumea a asteroid Chariklo. Do tejto kategórie pribudol ďalší objekt.

## 46 Čo zmeškáme

V nemeckom Wemdingu sa už 30 rokov stavia tzv. pyramída času, ktorá bude dokončená v roku 3183. Každých desať rokov sa ukladá jeden blok. Dielo nám chce pomôcť uvedomiť si, čo naozaj znamená také dlhé časové obdobie.

## 48 Záhada od afrického jazera

Najstaršie kamenné nástroje spájané s rodom *Homo* sa našli na nálezisku v Afrike. Ležali vedľa zvieracích kostí, na ktorých sú stopy po týchto nástrojoch.

46



Foto wikipédia/JuSt-Wemding, CC BY-SA 4.0



Foto Pixabay

## Včely sa učia tancovať

Včely medonosné využívajú sociálne učenie sa na zlepšenie svojej schopnosti *tancovať*. Pri sociálnom učení sa jedinec učí pozorovaním alebo interakciou s inými, podobne ako u detí, pri vtákoch a niektorých ďalších stavovcoch.

Včely oznamujú umiestnenie zdrojov kývavým tancom. Tanec predvádza tá, ktorá našla dobrý zdroj peľu, nektáru alebo vody, a informuje o jeho prítomnosti, kvalite, podstate, smere a vzdialenosti. Sociálne učenie nastáva, keď ostatné včely sledujú tance, aby im porozumeli.

Vedci z botanickej záhrady Xishuangbanna Čínskej akadémie vied a Kalifornskej univerzity v San Diegu založili experimentálne kolónie veľmi mladých včiel, ktoré mali iba jeden deň. Sledovali ich prvé tance a potom pozorovali tie isté *tanečnice* o 20 dní neskôr, keď už mali viac skúseností. Zistili, že včely, ktoré pred svojim prvým tancom nemali možnosť sledovať iné, tancovali výrazne neusporiadanejšie, s väčšími chybami v uhle odchýlky pohybu a nesprávne kodovali vzdialenosť. *Keď boli tie isté včely staršie a mali skúsenosti so sledovaním tancov a tancovaním, výrazne znížili chyby uhla a vytvárali usporiadanejšie tance. Nikdy však nedokázali správne kodovali vzdialenosť*, povedal vedúci výskumu Dong Shihao. Pre začínajúce tanečnice je výhodné učiť sa od skúsenejších, ktoré ich môžu naučiť vyjadrovať vzdialenosť.

## Lukostrelba v Európe



Drobný kamenný hrot nájdený vo Francúzsku, foto Laure Metz/Ludovic Slimak

*Luky a šípy v Európe mohol zaviesť Homo sapiens približne pred 54 000 rokmi*, uviedla archeologička Laure Metzová z Univerzity Aix-Marseille, ktorá skúmala nálezy z lokality Grotte Mandrin v južnom Francúzsku. Lov lukom a šípmi sa objavil v Afrike asi pred 60- až 80-tisíc rokmi.

Ukázalo sa, že *H. sapiens* navštívil Grotte Mandrin dávno pred zánikom neandertálcov a oveľa skôr, ako si dosiaľ vedci mysleli. *Najstarší známy Homo sapiens, ktorý migroval na územie neandertálcov, ovládal používanie luku*, tvrdí L. Metzová. V Grotte Mandrin sa našli trojuholníkové kamenné hroty, pričom najmenšie z nich, mnohé so šírkou najviac 10 milimetrov, mohli preraziť kožu zvierat iba vtedy, keď boli vystrelené z lukov.

Nič nenaznačuje, že by neandertálci, ktorí používali oštepky, poznali aj luky a šípy. Vedci predpokladajú, že ich mozog neumožňoval rozšírené vizuálne a priestorové schopnosti, ktoré využíval pri love s lukom *H. sapiens*. Luky však nemuseli poskytovať veľké lovecké výhody v porovnaní s oštepami. Naopak, prví *H. sapiens* v Európe sa možno od neandertálcov naučili, že lov s oštepom v skupinách je vhodnejší v chladnej krajine, kde sa môže ľahko pretrhnúť tetiva luku a prenasledovanie koristi na veľké vzdialenosti je vyčerpávajúce.

## Odpočinok posilňuje imunitu

Príveľa cvičenia a málo odpočinku škodí zdraviu. Podľa vedcov z Lundskej univerzity vo Švédsku to platí aj pre sťahovavé vtáky. Potrebujú odpočívať nielen preto, aby obnovili svoju energiu, ale aj aby posilnili svoj imunitný systém.

Po fyzickej námahe stavovce vrátane ľudí potrebujú regeneráciu. Okrem zníženia srdcovej frekvencie a obnovy svalov však regeneráciu potrebujú aj iné, nenápadnejšie fyziologické systémy. Intenzívna fyzická aktivita môže ovplyvniť imunitnú obranu jedinca. Pri migrácii sa vtáky pravidelne zastavujú na niekoľko dní, aby si oddýchlí a najedli sa. Predpokladalo sa, že je to potrebné na vytvorenie nových tukových zásob, ktoré im poskytujú palivo na migráciu. Vtáky si však budujú aj imunitný systém. *Dalo by sa to prirovnať k zídenu z diaľnice na čerpaciu stanicu. Nie je to len pre doplnenie paliva, možno sa potrebujete aj zotaviť*, hovorí biológ Arne Hegemann.

Vedci skúmali malé sťahovavé vtáky, ako sú pinky, vrchárky či žltochvosty, a analyzovali, ako sa mení ich imunitný systém, keď si počas migrácie urobia prestávku. *Ak na jeseň uvidíte vo svojej záhrade alebo v parku malého vtáčika a viete, že smeruje do južnej Európy alebo Afriky, je fascinujúce zamyslieť sa nad tým, prečo si dáva prestávku. Ak vtáky nedostanú potravu alebo si neodpočinú, ich imunitný systém sa nemôže zotaviť – a vtedy hrozí, že ochorejú*, objasňuje A. Hegemann.



Foto Pixabay

## Schopnosť skladania listov



Fosílny list zaniknutej rastliny *Gigantonoclea guizhouensis* vykazujúci symetrické poškodenie hmyzom, foto Z. Feng et al, Current Biology (2023). DOI: 10.1016/j.cub.2022.12.043

Už pred 252 miliónmi rokov niektoré rastliny na noc zvinuli svoje listy. Listy dvoch zaniknutých druhov *Gigantonoclea* nesú známky cirkadiálneho skladania v noci. Fosílie boli objavené v horninovej vrstve v juhozápadnej Číne z obdobia pred 259 až 252 miliónmi rokov. Pri oboch druhoch boli listy široké, so zúbkovými okrajmi a zvláštnymi symetrickými otvormi. Podľa paleontológa Zhuo Fenga z Yunnanskej univerzity v Kumingu sa na zložených listoch živil hmyz. Podobné vzory poškodenia hmyzom môžu slúžiť na odlišenie skladania od listov, ktoré sa scvrkli, keď rastlina odumrela.

Moderné rastliny, ktoré skladajú listy, ako napríklad orchidea, používajú špecializované bunky fungujúce ako svaly. Presúvaním vody z jednej časti listu do druhej sa nafúknu alebo vypustia, čo umožňuje zvinutie listov. Tieto bunky sa vo fosíliách nezachovali, takže nevedno, či ich mali aj praveké rastliny. Ťažko tiež určiť, či išlo o nočné správanie, no listy museli byť zložené dostatočne dlho na to, aby ich mohol hmyz prehrýzť. Skladanie listov sa podľa všetkého objavilo nezávisle v rôznych línách: takmer všetky moderné rastliny, ktoré sa takto správajú, patria ku krytosemenným, teda kvitnúcim rastlinám. *Gigantonoclea* boli však nahosemenné rastliny produkujúce semená, ako sú ihličnany a ginká.

## Srdce ovplyvňuje myseľ

Pacienti s panickou poruchou majú často aj problémy so srdcom. Bežným príznakom je tachykardia, srdcová frekvencia vyššia ako 100 úderov za minútu. Podľa jednej štúdie majú ľudia s úzkosťou o 26 % vyššie riziko ischemickej choroby srdca. Otázkou je, či úzkosť ovplyvňuje činnosť srdca, alebo je to aj naopak. V minulosti vedci testovali toto prepojenie podávaním liekov, ktoré dokážu bezpečne zrýchliť srdcovú frekvenciu, a zisťovaním, či ľudia pociťujú úzkosť. Keďže však tieto lieky pôsobili na celé telo, neumožnili izolovať úlohu srdca.

Neurológ Karl Deisseroth zo Stanfordovej univerzity využil proteín ChRmine, ktorý pod svetlom riadi tok nabitých častíc do buniek. Vedci zaviedli ChRmine do srdcového svalu myši, ktoré mali na sebe vestu so svetelnou diódou. Svetlo preniklo cez kožu, aktivovalo ChRmine v bunkách a fungovalo ako neinvazívny kardiostimulátor, ktorý zrýchlil tep srdca zvierat.

Zrýchlenie tepu spôsobilo, že myši sa správali viac úzkostlivo. Naznačuje to, že činnosť srdca môže ovplyvňovať duševný stav a znižovanie srdcovej frekvencie môže byť cestou k liečbe porúch nálady, ako sú úzkosť a depresia. Zameranie sa na srdce môže byť alternatívou k súčasným liekom na duševné poruchy, ktoré nie sú spoľahlivé a často trvá dlho, kým zaberú.



Foto Pixabay

## Prví jazdci v dejinách

Kostry z obdobia približne 2 500 až 3 000 rokov pred n. l. napovedajú, že ľudia z tzv. jamovej kultúry jazdili na koňoch už krátko po ich domestikácii. Ľudia jamovej kultúry migrovali, rozšírili indoeurópske jazyky a zmenili ľudský genofond v Európe a Ázii. Ich cesty siahali od súčasného Maďarska až po Mongolsko, čo je približne 4 500 kilometrov. V mnohých ohľadoch zmenili dejiny Eurázie, hovorí archeológ Volker Heyd z Helsinskej univerzity.

Domestikácia koní sa rozšírila okolo roku 3500 pred n. l., zrejme za účelom získať mlieko a mäso. Aj ľudia jamovej kultúry mali kone a vedci tušili, že na nich jazdili, keďže rýchlo expandovali na takom rozľahlom území. Dôkazy však chýbali. Hľadanie komplikovala skutočnosť, že jazdecký výstroj bol vyrobený z dávno rozpadnutých prírodných materiálov a nálezy kompletných kostier koní z tohto obdobia sú zriedkavé.

Pri skúmaní viac ako 200 ľudských kostier z Rumunska, Bulharska a Maďarska Heydov tím objavil výrazné znaky napovedajúce, že títo ľudia jazdili na koňoch. Ide o súbor znakov nazvaný syndróm jazdecktva. Patria k nim stopy na panve a stehenných kostiach, ktoré mohli vzniknúť v dôsledku biomechanickej záťaže pri sedení s rozťahnutými nohami a zároveň držaní sa koňa, ako aj zahojené poškodenia stavcov po zraneniach pri páde. Ľudia z jamovej kultúry sú tak identifikovaní ako pravdepodobní prví jazdci.

Foto Pixabay

## Roboty inšpirované mravcami



Foto Emily Lathrop, Michael T. Tolley, Nick Gravish, Advanced Intelligent Systems (2023). DOI: 10.1002/aisy.202200258

Vedci sa inšpirovali tým, ako sa mravce pohybujú cez úzke priestory skracovaním nôh, a zostrojili robota, ktorý vŕaha končatiny. Robot sa dokázal stiahnuť a rýchlo prejsť úzkymi chodbami, prekonávať schody a kráčať po tráve, skale aj drvenej žule.

Hmyz je skvelou inšpiráciou k navrhovaniu robotických systémov, ktoré majú minimálny pohon, ale dokážu vykonávať množstvo pohybov, uviedol robotik Nick Gravish z Kalifornskej univerzity v San Diegu. Mravce prispôbujú svoj postoj v malých priestoroch a neprekážajú im ani nerovný terén či malé zábrany. Napríklad, keď narazia na nejaký objekt, nohy trochu pokrčia a pokračujú rýchlo vpred.

N. Gravish a jeho kolegovia zostrojili asi 30 cm širokého a 20 cm dlhého robota so štyrmi teleskopickými končatinami. Každá končatina sa skladá zo šiestich sústredných rúrok, ktoré sa môžu do seba vťahovať. Pružiny, ktoré spájajú segmenty nôh, automaticky umožňujú, aby sa nohy stiahli, keď sa robot pohybuje v úzkom priestore, a natiahli sa späť v otvorenom priestore.

Takéto malé roboty sa dajú ľahko vyrobiť a rýchlo upraviť na skúmanie zložitého prostredia. Napriek tomu, že dokážu prechádzať rôznymi terénmi, sú však zatiaľ príliš krehké na pátranie a záchranu alebo biologické monitorovanie, pripúšťa N. Gravish.

## Databáza v holograme

Hologramy slúžiacie ako bezpečnostné prvky na kreditných kartách sa vytvárajú pomocou lúčov laserového svetla. Vedci našli spôsob, ako vytvoriť hologramy pomocou previazaných fotónov, ktoré umožňujú mimoriadne bezpečné a husté ukladanie dát.

Svetlo sa môže pohybovať rôzne nahor a nadol a zo strany na stranu. Ak nesie typ rotácie známy ako orbitálny moment hybnosti, môže sa šíriť aj v špirálach. Podobne ako ostatné fotóny, aj tieto ich skrútené verzie môžu byť kvantovo previazané, takže pôsobia v podstate ako jeden celok: niečo, čo ovplyvní jeden z dvojice fotónov, okamžite ovplyvní druhý, aj keď sú od seba veľmi vzdialené.

Vedci už posielali údaje vzduchom v takýchto dvojiciach fotónov, čo umožňuje vysokorýchlostný prenos údajov. Fyzik Xiangdong Zhang a jeho tím z Pekinského technologického inštitútu teraz použili rovnaký prístup, lenže namiesto prenosu informácií fotónové páry vytvárali súbory údajov v holograme. Čím viac stavov orbitálneho momentu hybnosti je zapojených s rôznym skrútením, tým viac údajov možno vložiť do hologramu a rôznorodosť skrútení zvyšuje bezpečnosť údajov.

Takéto ukladanie údajov je zatiaľ pomalé, vyžiadalo si 20 minút na kódovanie obrazu so skratkou BIT. Vedci však predpokladajú, že po technických vylepšeniach sa uplatní v kvantovom šifrovaní informácií.

## Nástroje vyrobené opicami

Opice v Thajsku používajú na rozbíjanie orechov palmy olejnej kamene, pričom z nich nechtiac odbíjajú úlomky. Podľa vedcov sa tieto úlomky, tvarom pripomínajúce šupiny, podobajú na niektoré kamenné nástroje s ostrými hranami, o ktorých sa predpokladá, že ich vytvorili dávni hominidi.

Podľa archeológa Tomosa Proffitta z Inštitútu Maxa Plancka pre evolučnú antropológiu v nemeckom Lipsku thajské makaky dlhochvosté (*Macaca fascicularis*) produkujú úlomky, ktoré by sa dali ľahko zameniť s kamennými šupinami nájdenými na lokalitách východoafrických hominidov spred 3,3 až 1,56 milióna rokov. Naznačuje to, že aj dávni hominidi mohli niekedy vytvoriť úlomky náhodne, keď používali kamene na rozbíjanie orechov alebo kostí. Podobné úlomky nevedomky vytvárajú aj opice z čelade malpovitých v Brazílii.

Pozorovania týchto opíc sponchyňujú predpoklad, že hominidi museli zámerne vyrábať kamenné šupiny vrátane niektorých najstarších príkladov nástrojov. Podľa T. Proffitta sú však medzi kamennými úlomkami makakov a hominidov rozdiely. Napríklad mnohé úlomky makakov boli poškodené údermi len na jednej strane, zatiaľ čo na artefaktoch hominidov sú časté obojstranné poškodenia. Takéto stopy môžu archeológom pomôcť pri odhade, či dávni hominidi vytvárali úlomky zámerne alebo náhodne.



Foto Pixabay



Galaxia NGC 1365,  
foto NASA/ESA/CSA/Judy Schmidt, CC BY 2.0

## Ako sa rodia hviezdy

Infračervené oči Vesmírneho teleskopu Jamesa Webba (JWST) odhaľujú, ako nové hviezdy formujú svoje okolie. Ešte pred štartom JWST v decembri 2021 astronómka z Arizonskej univerzity Janice Leeová a jej kolegovia vybrali 19 galaxií, ktoré by mohli odhaliť podrobnosti o životných cykloch hviezd. Galaxie sú vzdialené najviac 65 miliónov svetelných rokov a majú rôzne typy špirálových štruktúr. Pri pozorovaniach z observatórií vyzerali časti galaxií vždy ploché a bez tvaru. *Vďaka JWST vidíme štruktúru až do najmenších rozmerov. Prvýkrát vidíme najmladšie miesta tvorby hviezd v mnohých z týchto galaxií,* hovorí J. Leeová.

Na nových snímkach sú galaxie posiate tmavými miestami uprostred žiariacich vlákien plynu a prachu. Ide o bubliny, ktoré z plynu a prachu formuje vysokoenergetické žiarenie z novovzniknutých hviezd v ich centrách. Keď najhmotnejšie z hviezd dosiahnu koniec svojho života a explodujú, plyn sa ešte viac vytlačí von. Niektoré z väčších bublín majú na okrajoch menšie, čo by mohli byť miesta, kde plyn vytlačený umierajúcimi hviezdami začal budovať nové hviezdy. Porovnanie týchto procesov v rôznych typoch špirálových galaxií pomôže astronómom pochopiť, ako tvar a vlastnosti galaxií ovplyvňujú životné cykly ich hviezd a ako sa galaxie menia a rastú spolu s nimi.

## Citróny proti kameňom

Vedci našli v citrónoch nanočastice, ktoré dokážu blokovat' tvorbu obličkových kameňov. Hoci niektoré lieky môžu pomôcť pri liečbe kameňov, mnoho ľudí nakoniec potrebuje na ich odstránenie chirurgický zákrok. Kamene vznikajú, keď minerály kryštalizujú a zhlukujú sa vnútri obličiek, pričom môžu bolestivo narúšať tkanivá.

Citrónová šťava je známym domácim liekom na obličkové kamene a vedci už vedeli, že kyselina citrónová sa viaže na minerály, z ktorých sa kamene skladajú. Pitie citrónovej šťavy vo veľkom množstve však nie je príjemné a môže spôsobovať napríklad problémy so zubami. Farmaceutický vedec Hongzhi Qiao a jeho kolegovia z Univerzity čínskej medicíny v Nanjingu našli nanočastice – malé vaky naplnené molekulami tukov, bielkovín a DNA – v rôznych rastlinách, ako sú ženšen, grapefruit a púpava, a tiež v citrónovej šťave. Tieto častice pri pokusoch s potkanmi spomalili tvorbu kameňov tým, že obmedzili vývoj kryštálov oxalátu vápenatého, ktorý je bežne zodpovedný za ich tvorbu.

Použitie citrónových nanočastíc na liečbu ľudí je ešte v nedohľadne, ale výsledky tímu sú podľa H. Qiao sľubné. *Čím rýchlejšie sa podarí takéto zistenie dostať do klinickej štúdie na ľuďoch, tým lepšie,* dodáva.

## Mozog polyglotov



Foto Unsplash/Lisa Yount

Väčšina ľudí sa naučí jeden alebo dva jazyky. Niektorí ich zvládnu viac a hyperpolygloti hovoria dokonca viac ako 10 jazykmi. Kognitívna neurologička z Massachusettského technologického inštitútu Ev Fedorenková a jej kolegovia pomocou magnetickej rezonancie skenovali mozgy 25 polyglotov, z ktorých 16 boli hyperpolygloti, vrátane jedného, ktorý hovoril viac ako 50 jazykmi. Polygloti počúvali sériu krátkych nahrávok v ôsmich rôznych jazykoch. Jedným bol rodný jazyk účastníka, tri ďalšie také, ktoré sa naučili neskôr v živote, a štyri boli neznáme jazyky. Dva neznáme súviseli s rodným jazykom, napríklad španielčina pre Taliana, a dva pochádzali z nepríbuzných jazykových rodín.

Ukázalo sa, že čím bol jazyk známejší, tým bola mozgová aktivita väčšia, najmä keď účastníci počuli jazyky príbuzné so známymi a ich mozog sa na základe podobností snažil rozlúštiť významy. Výnimkou bol rodný jazyk: mozgové jazykové siete boli tichšie ako pri iných známych jazykoch. Na spracovanie jazykov naučených v ranom veku je zrejme potrebný menší výkon mozgu.

Podľa E. Fedorenkovej by výskum mohol viesť k lepším nástrojom na pomoc ľuďom, ktorí sa po mŕtvici alebo poškodení mozgu učia znovu rozprávať.

Foto Unsplash/Francesca Hotchin



Zo Science News, EurekAlert!, Science spracovala BP

# Sólo pre

42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.07
---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

# technécium

Príbeh technécia-99 je jedným z najúžasnejších príkladov toho, ako môže základný výskum meniť a výrazne zlepšovať náš život. Na úplnom začiatku nebolo technécium nič iné ako vedecká kuriozita. V súčasnosti vyšetrenie pomocou neho ročne podstupujú desiatky miliónov pacientov po celom svete.



Foto L. Kralovičová

**T**echnécium je chemický prvok s protónovým číslom 43. Ide o rádioaktívny kov, ktorý kryštalizuje v hexagonálnej sústave. Rozpúšťa sa iba v koncentrovanej kyseline dusičnej a sírovej za vzniku kyseliny techneciestej. V prírode sa takmer nevyskytuje a jeho príbeh sa začal písať už v roku 1869, keď Dmitrij Ivanovič Mendelejev publikoval svoju prvú periodickú sústavu chemických prvkov.

D. I. Mendelejev ešte nevedel nič o protónovom čísle, prvky boli v tabuľke zoradené podľa atómových hmotností. Všimol si biele miesta v tabuľke a správne predpokladal, že sa v nich ukrývajú doposiaľ neznáme prvky, ktoré čakajú na svoje objavenie. A skutočne, čoskoro na to boli v prírode objavené gálium, skandium a germánium. Štvrtý chýbajúci prvok, ktorý pomenoval *eka-mangán*, naďalej unikal.

## HISTORICKÉ MÍLNIKY POZNANIA

Na konci 19. storočia došlo k niekoľkým zásadným objavom. Najprv v roku 1895 objavil Wilhelm Conrad Röntgen žiarenie, ktoré doteraz nesie jeho meno. Za tento objav sa v roku 1901 stal vôbec prvým nositeľom Nobelovej ceny za fyziku.

O rok neskôr, v roku 1896 objavil Francúz Henri Becquerel rádioaktivitu uránu. Identifikoval tri typy žiarenia: alfa, beta a gama a popísal niektoré ich vlastnosti. Ich podstata, ako aj podstata samotnej rádioaktivity zatiaľ ostávajú zahalené rúskom tajomstva.

V roku 1897 identifikovali Joseph John Thomson, John Sealy Townsend a Harold Albert Wilson časticu elektrón. J. J. Thomson následne preukázal, že beta žiarenie, ktoré krátko predtým objavil a popísal H. Becquerel, je prúdom nových častíc.

V roku 1898 manželka Curieovci objavili nové chemické prvky rádium a polónium. Tento objav ich priviedol k správnej interpretácii rádioaktivity: je to samovoľná premena jedného chemického prvku na druhý. Prírodzene to prinieslo otázku, či môžu v prírode existovať ďalšie rádioaktívne chemické prvky.

## NOVÝ KONCEPT PERIODICKEJ TABUĽKY

V roku 1911 objavil Ernest Rutherford atómové jadro. Bol interpretáciou experimentov s rozptylom alfa častíc na zlatej fólii, ktoré realizovali Hans Geiger a Ernest Marsden. E. Rutherford preukázal, že atómové jadro je veľmi hmotné, veľmi malé v porovnaní s celým atómom a je kladne nabité.

Na týchto základoch Niels Bohr vybudoval svoj model atómu, ktorý charakterizujú tri postuláty: elektróny sa pohybujú po kruhových trajektóriách, pričom povolené sú len také trajektórie, ktorých moment hybnosti je celočíselným násobkom Planckovej konštanty. Pri pohybe po kruhovej trajektórii elektróny nevyžarujú energiu. Tú môžu vyžiariť jedine pri prechodoch medzi hladinami.

Henry Moseley následne preukázal závislosť frekvencie takéhoto žiarenia od atómového čísla (počtu elektrónov v obale). Otvoril sa tak úplne nový koncept periodickej tabuľky

prvkov založený na atómovom čísle, ktoré sa stalo akýmsi poradovým číslom prvku. Protónové číslo ešte známe nebolo.

D. I. Mendelejev mal prvky zoradené podľa atómovej hmotnosti. No napríklad kobalt s protónovým (atómovým) číslom 27 má atómovú hmotnosť 58,933, pričom nikel s protónovým číslom 28 má atómovú hmotnosť len 58,693. Mendelejev mal teda kobalt a nikel vymenené. Takýchto dvojíc je v periodickej tabuľke viacero a súvisia so štruktúrou atómového jadra. Navyše H. Moseley systematicky študoval spektrá všetkých známych prvkov a zistil, že chýbajú prvky s atómovými číslami 43, 61, 72 a 75. Potom jeho experimenty prerušila prvá svetová vojna.

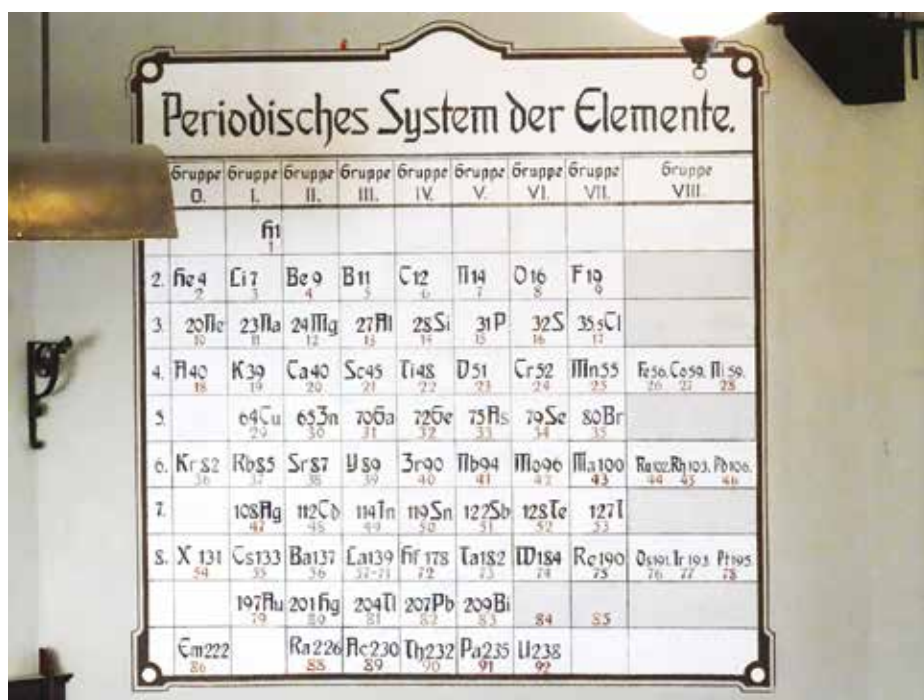
Moseley padol pri nešťastnom vylodení britských jednotiek na tureckom polostrove Gallipoli. Krátko po prvej svetovej vojne boli objavené prvky hafnium a rénius s atómovými číslami 72 a 75. Prvky 43 a 61 však naďalej chýbali a nikto nevedel, kde a ako ich nájsť.

## ROKY OMYLOV, CHÝB...

V priebehu 19. storočia niekoľkokrát oznámili objav nového chemického prvku, ktorý mohol byť práve tým s číslom 43. Svet postupne spoznal mená polinium, ilmenium, pelopium, davyum a lucium. Vždy sa však ukázalo, že išlo len o zmesi už známych prvkov.

V roku 1908 oznámil japonský chemik Masataka Ogawa objav nového prvku, ktorý pomenoval nipponium. Zrejme nevedomky objavil dovedy neznámy prvok rénius a nesprávnou interpretáciou prišiel o slávu objaviteľa.

V roku 1925 nemecký tím v zložení Walter Noddack, Ida Tacková (neskôr Ida Noddacková) a Walter Berg ožarovali minerál kolumbit



Periodická tabuľka prvkov z rokov 1904 až 1945 so starou značkou technécia – Ma, mazúrium, foto wikipédia/LukaszKatlawa, CC BY-SA 4.0



Jeden z cyklotrónov v Berkeley. Ernest Lawrence, vynálezca cyklotrónu, stojí tretí zľava, foto wikipédia/Science Museum London/Science and Society Picture Library, CC BY-SA 2.0

zväzkom elektrónov. Oznamili, že pozorovali charakteristické RTG žiarenie, ktoré zodpovedalo chemickému prvku s protónovým číslom 43. Dali mu meno mazúrium. Ďalšie experimenty nedokázali zreprodukovat' výsledok, preto ho neskôr považovali za chybný. Skupina totiž nikdy nezverejnila originálne fotografické dosky a nikdy nevysvetlila prečo. Doteraz nie je spoľahlivo vysvetlené, či naozaj mohli vyprodukovať nový prvok alebo čo mohlo byť príčinou prípadnej chyby.

## ... AJ ÚSPECHOV A OCENENÍ

Významný bol rok 1932: tri objavy, tri Nobelove ceny. James Chadwick objavil novú časticu neutrón, Carl Anderson prvú antičasticu pozitron a Harold Urey ťažký vodík alebo deutérium. Od tejto chvíle bola štruktúra atómu jasná. Atómové jadro obsahuje kladne nabité protóny a neutrálne neutróny a je obklopené elektrónovým obalom. Chemické prvky vytvárajú izotopy s atómovými jadrami s rovnakým počtom protónov, no rôznym počtom neutrónov.

Tieto objavy veľmi mrzeli dcéru slávnej Marie Curieovej, Irène Joliot-Curieovú a jej manžela Frédérica. Boli totiž blízko k objavu neutrónu aj pozitronu. Všetko si však dokonale vynahradiли o rok neskôr, keď ožarovali terče ako hliník, bór alebo horčík zväzkom alfa častíc. Výsledná substancia sa chemicky líšila od pôvodného terča. Napríklad ožiarením hliníka vznikol rádioaktívny fosfor a ten sa emisiou pozitronov menil na stabilný kremík. Navyše substancia vyžarovala pozitrony. Objavili tak možnosť transmutácie prvkov (i keď ju už predtým pozoroval Rutherford) a umelú rádioaktivitu a za tento objav im celkom správne udelili Nobelovu cenu za fyziku.

## UMELÁ RÁDIOAKTIVITA

V tomto období pracoval v laboratóriách v Berkeley prvý cyklotrón a jeho vynálezca Ernest Lawrence začal systematicky študovať umelú rádioaktivitu pomocou jeho zväzkov.

Iný názor zastával taliansky fyzik Enrico Fermi. Navrhoval použiť na prípravu umelých rádioizotopov neutróny. Tie mali preniknúť do jadra oveľa ľahšie, keďže nemajú elektrický náboj. Spolu so svojou skupinou v Ríme začal systematické štúdiá a objavil viac ako 40 nových izotopov. Fermiho plán bol postupne ožarovať neutrónmi všetky známe chemické prvky.

Členom skupiny bol aj Emilio Segré, ktorý bol synom obchodníka. Možno práve preto ho Fermi poveril úlohou nakúpiť vzorky všetkých prvkov. E. Segré navštívil obchod pána



Emilio Segré, foto wikipédia/Photolab, foto public domain

Troccoliho, ktorý vlastnil najlepšiu predajňu s chemikáliami v Ríme. Pri nákupoch si spomenul na mazúrium, o ktorom kedysi dávno čítal. Vypýtal si vzorku a pán Troccoli ho odbil latinskou vetou: *Nunquam vidi*, teda *Nikdy som ho nevidel*.

V rokoch 1933 a 1935 sa Fermi spolu so Segrém zúčastnili letnej školy teoretickej fyziky na Michiganskej univerzite v Ann Harbor v USA a Segré aj na Kolumbijskej univerzite v New Yorku. Vzhľadom na nedobrou politickú situáciu v Taliansku už vtedy zvažoval emigráciu. Netrepezlivo však očakával výsledok výberového konania na pozíciu vedúceho Katedry fyziky na Univerzite v Palerme. Rozhodol sa, že v prípade pozitívnej odpovede sa vráti do Talianska. Tá prišla ešte počas jeho pobytu v USA. Po príchode do Palerma sa okamžite pustil do práce, reorganizoval lokálnu skupinu a konštruoval detektory žiarenia. Chcel sa dať do štúdia umelej rádioaktivity, mal však problém: nemal k dispozícii rádioaktívny materiál a ani nevedel, kde ho získať. Čakal teda na príležitosť...

## NÁHODA PRAJE PRIPRAVENÝM

Tá prišla hneď nasledujúci rok, ale predtým sa s ním osud zahral pomerne zvláštnu hru. V roku 1936 odišiel na pobyt na Kolumbijskú univerzitu v New Yorku. Tentoraz ho nesprievádzal Fermi, ale manželka Elfriede, rodená Spirová. V tom čase bola vo vysokom štádiu tehotenstva a vo vlhkom prostredí New Yorku sa necítila dobre. Preto sa rozhodli, že odcestujú do snežnej Kalifornie, kde sa bude cítiť oveľa lepšie. Segré tam aspoň bude mať príležitosť zoznámiť sa s E. Lawrenceom a prezrieť si jeho zázračný vynález: cyklotrón.

Skutočne odcestovali do Berkeley, kde si Fermi prezrel laboratóriá a bol nimi úplne nadšený. Navyše si všimol, že v okolí urýchľovača sa povalujú jeho vyradené časti. Keďže boli vystavené toku zväzku, boli rádioaktívne. Využil preto príležitosť a vypýtal si ich od Lawrencea. Získal tak materiál pre svoj výskum. Opäť sa raz potvrdilo *pasteurovské: Náhoda praje pripraveným*. Rádioaktívny materiál si odviezol do Talianska loďou vo svojom kufri. Zo súčasného pohľadu je to absolútne nepredstaviteľná vec.

V Palerme sa pustil do práce a analýzou zistil, že v medených častiach je vo veľkých množstvách prítomný rádioaktívny izotop  $^{32}\text{P}$ . Spolu s fyziológom Camillom Artomom sa pustili do výskumu použitia  $^{32}\text{P}$  ako markera pri štúdiu metabolizmu fosfolipidov. Rýchlo však zistili, že izotopu majú málo. Preto napísal Lawrenceovi a požiadal ho o ďalšie medené súčasti ožiarené zväzkom. Zakrátko dostali v niekoľkých listoch ožiarené medené a molybdénové fólie. Segrému napadlo, že tak ako v medených častiach vznikol fosfor, v molybdénových by sa mohol nachádzať prvok s protónovým číslom 43. Presne ten, ktorý pán Troccoli nikdy nevidel. Spolu s mineralógom Carlom Perrierom začali ana-

lyzovať molybdénové fólie a v roku 1937 našli to, čo hľadali – nový chemický prvok.

## SPORY O MENO

Objav oznámili na zasadnutí Reale Accademia del Lincei 4. júna 1937. Referát s názvom *Alcune proprietà chimiche dellelemento 43* predniesol taliansky chemik Nicola Paravano. Prvá medzinárodná zmienka vyšla v roku 1937 v časopise *Nature*. Zaujímavosťou je, že tento článok mal len o niečo viac ako 20 riadkov.

Takmer okamžite sa začali spory o vhodné meno prvku. Segré s Perrierom sa ho zdráhali pomenovať. Na jednej strane tu naďalej bolo mazúrium a na druhej strane sa fašistická vláda snažila presadiť nejaké *vhodné* meno. Svet však už mal v roku 1937 úplne iné starosti...

Segré s Perrierom objavili dva nové izotopy nového prvku s dobou polpremeny 90 a 61 dní. Segré bol však presvedčený, že musia existovať aj ďalšie *krátkožijúce* izotopy. Na ich objavenie bola lodná doprava príliš pomalá, experiment sa teda musel vykonať priamo pri zdroji, v Berkeley. Preto Segré v lete 1938 odišiel do USA a do New Yorku dorazil 13. júna.

Tam sa stretol s maďarským fyzikom Leom Szilárdom, známym najmä autorstvom listu prezidentovi Rooseveltovi, ktorý podpísal Albert Einstein. V ňom upozornil prezidenta na možnosť konštrukcie jadrových zbraní. L. Szilárd sa živo zaujímal o Segrého ďalšie plány a upozornil ho, že sa do Európy zrejme nebude môcť vrátiť. Cestou do Kalifornie čítal Segré vo vlaku v novinách o nových antisemitických zákonoch prijatých v Taliansku a okamžite pochopil, že doma je nezamestnaný.

## TECHNIKÓS ZNAMENÁ UMELÝ

Ostal preto v Berkeley, kde sa zoznámil s mladým Glennom T. Seaborgom, ktorý práve získal doktorát. Spolu sa pustili do hlbšieho štúdia nového prvku. Postupne v ňom skúmali



Glenn T. Seaborg,  
foto wikipédia/Bammesk, public domain

rôzne javy prebiehajúce v atómových jadrách. Jedným z nich bola aj vnútorná konverzia. Je to jeden zo spôsobov, ktorým atómové jadrá vyžarujú energiu zo svojich vzbudených stavov. Tá nemusí byť vyžiarená v podobe gama žiarenia, ale sa odovzdá jednému z elektrónov v atómovom obale. Ten je potom emitovaný z atómu. Zaujímavosťou je, že vynikajúci jadrový fyzik, otec jadrových zbraní J. Robert Oppenheimer bol hlboko presvedčený, že takýto jav nemôže existovať. V súčasnosti je pre nás vnútorná konverzia jedným z najvýznamnejších nástrojov na štúdium štruktúry hmoty, ktorá tvorí atómové jadro.

Druhá svetová vojna sa skončila a nový prvok ešte vždy nemal svoje meno. Ľady sa pohli 29. októbra 1946, keď na zasadnutí Royal Institute for Chemistry v Leedsi vystúpil britský chemik Friedrich Adolf Paneth s referátom *The making of the missing chemical elements*. V ňom vyzval Segrého a Perriera, aby vybrali pomenovanie nového prvku. A tí zvolili meno technécium. Slovo pochádza z gréckeho *technikós*, čo znamená umelý. Technécium je prvým chemickým prvkom, ktorý vytvorili ľudia.

Carlo Perrier sa však dlho z nového prvku netešil. V roku 1948 vo veku 62 rokov zomrel. Emilio Segré pokračoval v úspešnej kariére. Jej vrcholom bol nepochybne zisk Nobelovej ceny za fyziku v roku 1959. Tú dostal spolu s Owenom Chamberlainom za objav antiprotonu. Segré zomrel v roku 1989 v Lafayette v Kalifornii.

## VEDECKÁ KURIOZITA

Technécium sa na Zemi takmer nenachádza. Dôvodom je, že všetky jeho izotopy sú rádioaktívne. Existujú oveľa kratšie, než je vek Zeme. Teda všetko technécium, ktoré bolo na našej planéte pri jej vzniku, sa už dávno rozpadlo. V zemskej kôre sa ho predsa len trochu nachádza. Odhaduje sa, že jeden kilogram uránovej rudy obsahuje asi jeden nanogram technécia. To pochádza zo štiepenia uránu. Jadrá izotopu  $^{238}\text{U}$  vykazujú jav spontánneho štiepenia. Asi 5 % všetkých štiepení produkuje technécium. Ďalšie technécium sa dostalo do atmosféry pri skúškach jadrových zbraní v 20. storočí.

V roku 1952 Paul Willard Merrill objavil čiaru technécia v spektre hviezdy R Andromedae. Bol to dôkaz existencie technécia vo vesmíre. Keďže technécium *žije* len veľmi krátko v porovnaní so životom hviezdy, jeho prítomnosť svedčí o tom, že v procese života hviezdy vzniká. Vďaka tomuto objavu bolo definitívne preukázané, že práve hviezdy sú tými *fabrikami*, ktoré vyprodukovali chemické prvky tak, ako ich poznáme.

Technécium bolo spočiatku len vedeckou kuriozitou. Jeho izotop technécium-99 ( $^{99}\text{Tc}$ ) má však vzbudený stav, ktorý má dobu polpremeny šesť hodín. Takýto stav sa označuje ako metastabilný. Je to isté atómové jadro,



Prvý technéciový generátor z roku 1958,  
foto wikipédia/Brookhaven National Laboratory,  
public domain

má však prebytok energie – niečo ako nabitá batéria, ktorá postupne vyžaruje energiu do okolia v podobe gama žiarenia. V prípade  $^{99}\text{Tc}$  má toto žiarenie energiu, ktorá je vhodná na detekciu štandardnými detektormi.

## VYUŽITIE V MEDICÍNE

Keďže technécium nie je prirodzenou súčasťou biochemických procesov, organizmus ho rýchlo vylučuje. Práve toto upriamilo pozornosť na izotop  $^{99}\text{Tc}$ , ktorý je takmer ideálnou voľbou pre rádiofarmaká. Sú to látky s určitými biochemickými vlastnosťami, na ktoré je *naviazaný* rádioaktívny atóm. Rádiofarmaká sú základom nukleárnej medicíny. Napríklad môžeme použiť látku, ktorá sa prirodzene hromadí v nádorových tkanivách, a sledovať, z ktorých miest organizmu prichádza žiarenie. Použitie metód nukleárnej medicíny však nie je limitované na onkologické ochorenia. Odhaduje sa, že okolo 80 % rádiofarmák je založených na izotope  $^{99}\text{Tc}$  a ročne podstúpi vyšetrenie pomocou  $^{99}\text{Tc}$  približne 30 miliónov pacientov.

Vzbudený stav  $^{99}\text{Tc}$  s dobou polpremeny len šesť hodín je síce pre nukleárnu medicínu veľká výhoda, komplikuje to však prípravu rádiofarmák. Zariadenie na ich prípravu musí byť priamo v nemocnici. V nich sa nachádza substancia s prítomnosťou iného rádioaktívneho izotopu molybdén-99 ( $^{99}\text{Mo}$ ). Ten sa prostredníctvom beta premeny postupne mení na  $^{99}\text{Tc}$ . Doba polpremeny takéhoto procesu je 66 hodín. To je už dostatočný čas na výrobu izotopu a jeho transport do nemocnice. Lekár tak má neustálu možnosť pripraviť rádiofarmakum priamo na mieste pomocou tzv. technéciového generátora. Približne raz za týždeň je nutné doplniť  $^{99}\text{Mo}$ .

## NEBEZPEČNÝ A VZÁCNY $^{99}\text{MO}$

Molybdén-99 sa vyrába v jadrových reaktoroch ožarovaním terča vysoko obohateného uránu-235. To je prvý problém. Takýto urán možno zneužiť na konštrukciu jadrových



Označené rádiofarmakum,  
foto wikipédia/Sahehco, CC BY-SA 4.0

zbraní, preto sú nevyhnutné veľmi prísne bezpečnostné opatrenia. V súčasnosti existujú vo svete len štyri veľké reaktory, v ktorých sa  $^{99}\text{Mo}$  vyrába. Sú to holandský reaktor HFR v Pettene, ktorý je lídrom európskej produkcie, francúzsky reaktor Osiris v Saclay, belgický reaktor BR-2 v Mole a juhoafrický reaktor Safari-1 vo výskumnom centre Pelindaba.

Donedávna bol najväčším producentom kanadský reaktor NRU v Chalk River, ktorý odstavili 31. marca 2018. Reaktory MAPLE-1 a MAPLE-2, ktoré ho mali nahradiť, nesprievádzkovali pre závažné dizajnové chyby. Existujúce reaktory sú už dosť staré a pomaly sa

približujú k hranici svojej životnosti. Keďže sú to predovšetkým výskumné reaktory, ich prevádzka sa hradí predovšetkým z grantových prostriedkov a produkcia  $^{99}\text{Mo}$  je len doplnkovou aktivitou popri základnom výskume. To udržuje cenu  $^{99}\text{Mo}$  na nízkej úrovni, aj preto sa nikdy nedokázala presadiť komerčná produkcia. Navyše rastie medzinárodný tlak na prechod na technológiu založenú na nízko obohatenom uráne. Tieto faktory spôsobujú dlhodobú ekonomickú neudržateľnosť dodávok  $^{99}\text{Mo}$ , a tým ohrozenie vyšetrení pomocou  $^{99}\text{Tc}$ .

## TECHNÉCIOVÁ KRÍZA

Svet po prvýkrát čelil technéciovej kríze v roku 2009. Tá predstavovala akútny svetový nedostatok  $^{99}\text{Mo}$ . V priebehu približne dvoch rokov došlo k niekoľkým prevádzkovým poruchám na veľkých reaktoroch, k ich postupným plánovaným odstávkam a súčasne bolo z dôvodu úniku rádioaktívneho jódu uzatvorené belgické spracovateľské centrum IRE. V tejto krízovej situácii bolo nevyhnutné preveriť možnosti na produkciu  $^{99}\text{Mo}$  na menších reaktoroch. No až do návratu produkcie na veľkých reaktoroch v lete roku 2010 sa svet musel zaobísť bez dostatočného množstva  $^{99}\text{Tc}$ .

Preto sa neuskutočnili vyšetrenia mnohých pacientov pomocou tohoto izotopu. Niektoré sítě mohli byť nahradené alternatívnymi metódami, napríklad pozitronovou emisnou tomografiou, tá je však výrazne drahšia. Väčšinu vyšetrení museli odložiť alebo zrušiť, čo mohlo mať pre niektorých pacientov fatálne následky.

Na konci roku 2010 sa po opätovnom sprevádzkovaní reaktorov situácia vrátila do normálu. Zostalo však mnoho otázok. Jedna z nich znie: *Môže sa kríza zopakovať?* Odpoveď je, že určite áno a jej riešenie hľadajú mnohí lekári, špecialisti a veľké inštitúcie vrátane IAEA (International Atomic Energy

Agency) a OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development).

## AKO ZABEZPEČIŤ PRODUKCIU

Možností je síce hneď niekoľko, ale ani jedna z nich nie je priamočiara.

Prvou by bolo vybudovanie nových veľkých výskumných reaktorov, ktoré by nahradili štvoricu hlavných producentov. V Európe by čoskoro mali byť uvedené do prevádzky reaktory Jules Horowitz vo francúzskom Cadarache a Pallas v Holandsku. V oboch prípadoch však bude opustená technológia využívajúca vysoko obohatený urán-235. Z toho automaticky vyplýva výrazne nižšia produkcia, a preto vyššia cena.

Ďalšou možnosťou by bolo rozšírenie existujúcej siete malých výskumných reaktorov spolu s podpornou infraštruktúrou. Tieto reaktory sa ukázali ako veľmi dôležité počas krízy v roku 2009.

Tretou možnosťou by bolo rozšírenie alternatívnych spôsobov produkcie, či už pomocou reaktorov, alebo urýchľovačov. V každom prípade budú tieto metódy výrazne drahšie.

Molybdén-99 alebo priamo technécium-99 nie je možné produkovať v štandardných cyklotrónoch určených na výrobu rádiofarmák, keďže energia častíc, ktorú sú schopné dosiahnuť, je nedostatočná.

Zaujímavou cestou by bolo použitie iných, dostupnejších izotopov. No tým by nukleárna medicína stratila všetky výhody, ktoré jej technécium prináša.

Možnosť, ktorá tiež prichádza do úvahy, je, že vzniknutá situácia dokáže stlačiť cenu vyšetrení pomocou pozitronovej emisnej tomografie. Tá poskytuje lekárom oveľa ostrejší a presnejší obraz, je však výrazne drahšia.

**Mgr. Martin Venhart, PhD.**

**Fyzikálny ústav SAV, v. v. i.**

**Podpredseda SAV pre 1. oddelenie,**

**štatutárny zástupca predsedu SAV**



Moderný technéciový generátor, foto Flickr/Dean Calma/IAEA, CC BY-SA 2.0

Ak chce čitateľ vidieť konkrétny prípad využitia  $^{99}\text{Tc}$  v praxi, odkazujem ho na krátky film, ktorý na webe nájde pod názvom *Nemocnice Motol – neurochirurgická liečba epilepsie dieťa*. V ňom neurológ profesor Pavel Kršek rieši prípad malého chlapca Gregorka z Košíc, ktorý od narodenia trpí epileptickými záchvatmi. Postupnými diagnostickými metódami odhalí konkrétnu léziu v mozgu, ktorá všetko spôsobuje. V rámci vyšetrenia je použitá aj metóda nukleárnej medicíny založená na technécium-99 (i keď izotop nie je vo filme explicitne spomenutý). Na základe týchto vyšetrení neurochirurg problémovú léziu odstráni a chlapec je v poriadku. Nič z tohto by nebolo realitou, nebyť zvedavosti a nadšenia vedcov ako Segré, Perrier, Lawrence, Fermi a ďalších.



Foto Unsplash/Shridhar Guptagraf

# Meranie kvality VYSVETLENÍ

V piatej časti seriálu o vysvetliteľnej umelej inteligencii si objasníme, ako meriame kvalitu vysvetlenia predpovede umelej inteligencie.

V predchádzajúcom článku sme si priblížili, aké komponenty a vlastnosti by mali mať dobré vysvetlenia rozhodnutí a správania sa modelov strojového učenia a umelej inteligencie (AI). Prvý komponent, zrozumiteľnosť, sa zameriava na to, do akej miery sú tieto vysvetlenia zrozumiteľné pre človeka. Druhý komponent, vernosť, hovorí o tom, či opisujú skutočné správanie modelu alebo celého systému.

## NAPLNENIE ŽIADUCICH VLASTNOSTÍ

Zadefinovanie toho, aké vlastnosti by malo mať dobré vysvetlenie, je prvým krokom k tomu, aby sme ich dosiahli. Na vstupe máme model strojového učenia alebo AI (napr. neuronovú sieť), vstup (napr. obrázok), predpo-

ved, ktorú pre tento vstup model predpovedal, a napokon vysvetlenie. Na výstupe chceme určiť, ako zrozumiteľné a verné toto vysvetlenie je.

Metódy na vyhodnocovanie kvality vysvetlení môžeme rozdeliť do dvoch skupín: vyhodnocovanie zamerané na človeka a vyhodnocovanie zamerané na funkcionálnosť. Pri prvej skupine vychádzame z predpokladu, že adresátom vysvetlení je človek, a preto je potrebné do procesu vyhodnocovania zapojiť ľudí. Pri druhej skupine je zasa cieľom kvantitatívne a automatizované vyhodnotenie kvality vysvetlení.

## VYHODNOCOVANIE ZAMERANÉ NA ČLOVEKA

Pri vyhodnocovaní kvality vysvetlení zameranom na človeka je hlavná myšlienka

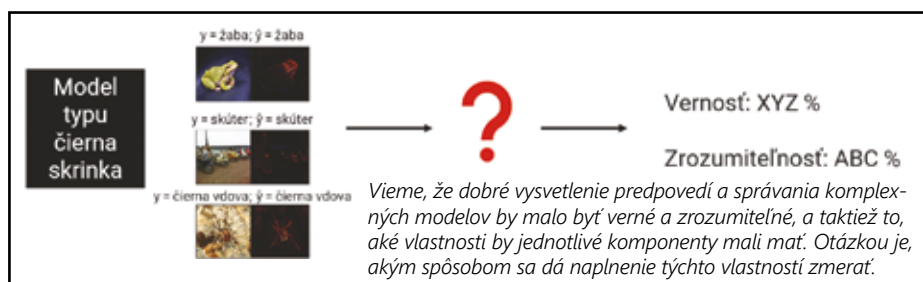
jednoduchá – na vyhodnotenie ich kvality použiť ľudí, ktorým sú vysvetlenia adresované. Pozeráme sa pritom na dva aspekty – ako vysvetlenia pomáhajú ľuďom plniť rôzne úlohy a ako ľudia vnímajú vysvetlenia a ich prínos pre nich samotných. Vo svojej práci z roku 2021 J. Zhou spolu s kolegami hovoria o vyhodnocovaní založenom na aplikácii (angl. *application-grounded*) a vyhodnocovaní založenom na ľuďoch (angl. *human-grounded*).

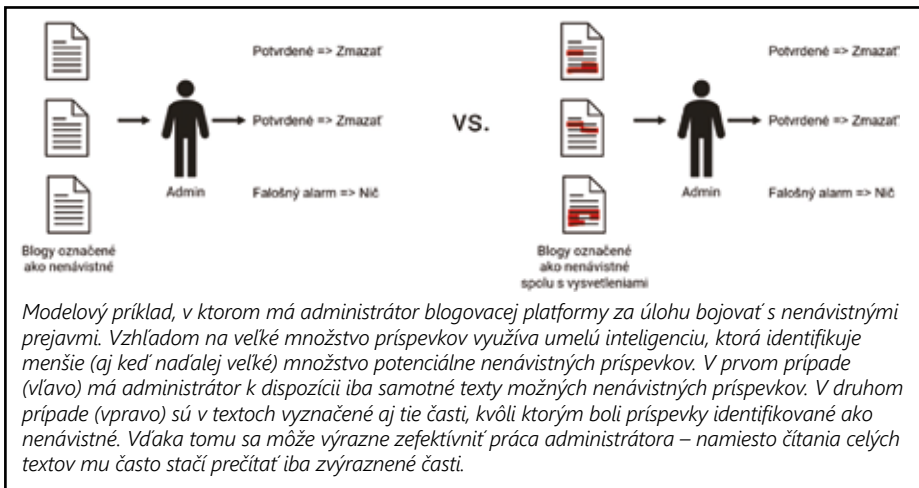
Z pohľadu vyhodnocovania založeného na aplikácii nás zaujíma, ako veľmi a či vôbec dokážu vysvetlenia pomôcť používateľom pri plnení rôznych úloh. Zväčša porovnáваме rôzne parametre výkonnosti, efektívnosti či komfortu dvoch skupín používateľov, ktorí plnia tú istú úlohu – napríklad používatelia zo skupiny A majú k dispozícii iba predpoved' modelu, používatelia zo skupiny B aj nejakú formu vysvetlenia.

## ZEFEKTÍVNENIE PRÁCE ADMINISTRÁTORA

Pozrime sa na jednoduchý príklad – blogovaciu platformu. Jednou z úloh jej administrátora je identifikovať a prípadne mazať nenávistné príspevky, ktoré sa na platforme vyskytnú. Ak ide o blog, na ktorý denne pribudnú desiatky alebo stovky tisíc príspevkov, nie je v silách jedného a potenciálne ani viacerých administrátorov skontrolovať ich všetky. Prírodným riešením je využiť detektor nenávistných prejavov založený na strojovom spracovaní prirodzeného jazyka, ktorý identifikuje potenciálne nenávistné príspevky. Počet príspevkov, ktoré musí administrátor skontrolovať, sa tak prudko zníži. Naďalej ich však môžu byť tisícky denne. Akým spôsobom vie vysvetliteľná AI pomôcť ešte viac zefektívniť prácu administrátora?

Porovnajme si tieto dve situácie. V prvej situácii má administrátor k dispozícii iba samotné príspevky, ktoré umelá inteligencia identifikovala ako nenávistné. V druhej sú v textoch príspevkov zvýraznené tie časti, ktoré AI presvedčili, že ide o nenávistné príspevky. Keďže administrátor nemôže len tak zmazať príspevok, ktorý neporušil pravidlá blogu (platí sloboda slova), musí príspevky identifikované AI overiť. V prvom prípade musí skontrolovať celý text, až kým nenarazí na nenávistný prejav (potvrdený nenávistný prejav), alebo kým prečíta celý text a usúdi, že ide o falošný poplach a príspevok je v poriadku. V druhom prípade, keď má administrátor k dispozícii aj vysvetlenia, sa zameria na zvýraznené časti textov, čo môže významne zefektívniť jeho prácu, a to najmä ak ide o skutočne nenávistný príspevok. V tom prípade stačí, aby sa napríklad v texte rasistický alebo antisemitský výrok vyskytol raz. Vďaka tomu sa administrátor nemusí ďalej zaoberať zvyškom textu a rovno môže príspevok skryť, zmazať alebo vyzvať auto-





ra na korekciu. Týmto sa významne uľahčí a zrýchli práca administrátora.

## KVANTITATÍVNE A KVALITATÍVNE VYHODNOCOVANIE

Spôsob kvantitatívneho merania kvality vysvetlení závisí od úlohy. Iným spôsobom budeme merať výkonnosť používateľov systému určeného na detekciu nenávistných príspevkov a iným používateľov systému na počítanie rakovinových buniek v histologických snímkach. V príklade s blogovacou platformou by bolo vhodné merať napríklad rozdiely: v počte príspevkov (efektívnosť), ktoré sú schopní skontrolovať administrátori majúci a nemajúci k dispozícii vysvetlenie, v presnosti, ktorú dosiahnu administrátori z jednej alebo druhej skupiny či v schopnosti odhaliť nesprávnu predpoveď modelu.

Veľkou výhodou kvantitatívneho merania je jeho objektívnosť. Pri správne nastavenom experimente (vyvážené skupiny používateľov, rovnaké podmienky atď.) dokážeme s veľkou istotou povedať, či a aký veľký prínos mali poskytnuté vysvetlenia.

Pri kvalitatívnom meraní sa viac zameriame na subjektívne hodnotenie prínosu a spokojnosti používateľov s vysvetleniami. Častou formou získavania spätnej väzby sú dotazníky, v ktorých používatelia hodnotia vysvetlenia z rôznych uhlov pohľadu, napríklad užitočnosti, spokojnosti, zrozumiteľnosti, istoty a dôvery.

Napriek tomu, že kvalitatívne meranie je do veľkej miery subjektívne, ide o dôležitú súčasť vyhodnocovania metód vysvetliteľnosti. Sú to totiž používatelia (ľudia), komu sú vysvetlenia určené, a preto je nutné merať aj ich subjektívny postoj k nim. Keby napríklad vysvetlenie pomohlo používateľovi dosiahnuť väčšiu presnosť pri plnení úlohy, no bol by z neho frustrovaný, pretože by bolo príliš rozsiahle, nebolo by to optimálne.

## MENEJ JE VIAC

Výhodou vyhodnocovania zameraného na človeka je, že prostredníctvom neho dokážeme zmerať, aký benefit z vysvetlení majú používatelia – do akej miery sú s vysvetle-

niami spokojní a ako im pomáhajú pri plnení rôznych úloh. Vďaka tomu môžeme používateľovi poskytnúť vysvetlenie šité na mieru a v dostatočnej miere naplňajúce vlastnosti, ktoré by dobré vysvetlenie malo mať (pozri *Quark* 3/2023).

V minuloročnej práci R. Tompkinsa a jeho spolupracovníkov zverejnenej na workshope o vysvetliteľnej umelej inteligencii na konferencii IJCAI sa ukázalo, aké dôležité je overovať rôzne formy a obmeny vysvetlení, ktoré dostane používateľ k dispozícii. Napríklad sa môže zdať, že čím je vysvetlenie rozsiahlejšie a kompletnejšie, tým viac by malo človeku pomôcť pri plnení danej úlohy. Pri jednom z experimentov s 208 účastníkmi autori porovnávali, aké výsledky dosiahnu účastníci, ktorým poskytnú rôzne počty tzv. *counterfactual* (protichodných) vysvetlení. Ukázalo sa, že menej rozsiahle vysvetlenie (1 alebo 2 *counterfactuals*) bolo pre používateľov prínosnejšie. Okrem toho aj používatelia vyjadrili preferenciu dostávať menej vysvetlení.

## NEVÝHODY

Potenciálnou nevýhodou vyhodnocovania zameraného na človeka je subjektivita a s tým spojená citlivosť vyhodnocovania

a jeho výsledkov na výber ľudí, ktorí sú do neho zapojení. V prípade, že chceme do experimentu zapojiť väčší počet ľudí, môže byť problém nájsť dostatočne veľa rozmanitých koncových používateľov. Napríklad množstvo rádiológov, s ktorými by sme chceli testovať prínos vysvetlení v diagnostickom softvéri podporovanom AI, je veľmi obmedzené a ich čas vzácny. Preto sme často odkázaní na vyhodnocovanie s menšou vzorkou koncových používateľov alebo na testovanie s laikmi.

Pri tomto type vyhodnocovania sme schopní priamo merať zrozumiteľnosť vysvetlení (je to jedna z otázok, ktorú môžeme používateľovi položiť v dotazníku), no vernosť vieme merať iba nepriamo. Vychádzame totiž z predpokladu, že model je príliš komplexný na to, aby človek úplne pochopil jeho vnútorné správanie sa spôsobom, akým dospel k predpovedi. Nevie teda ani povedať, či vysvetlenie korešponduje so skutočným správaním sa modelu.

Ďalším problémom je náročnosť takéhoto vyhodnocovania na čas a zdroje. Súčasný výskum vo vysvetliteľnej AI neustále prináša nové prístupy a metódy. Zároveň platí, že vysvetlenie by malo byť šité na mieru danej úlohy a modelu (a dátam). Keby sme však chceli vyhodnotiť, ktorá z mnohých metód vysvetliteľnosti a ich rôznych kombinácií najviac pomôže používateľovi pri riešení danej úlohy a používateľ ju bude považovať za najlepšiu, museli by sme pre každú úlohu vykonať veľké množstvo experimentov s ľuďmi, čo nie je uskutočniteľné.

Odpoveď na problém škálovania, subjektivitu a absenciu priameho merania vernosti vysvetlení prináša vyhodnocovanie kvality vysvetlení zamerané na funkcionálnosť.

### Text a schéma Martin Tamajka Kempelenov inštitút inteligentných technológií

Tento článok je súčasťou série Vysvetliteľná umelá inteligencia: od čiernych skriniek k transparentným modelom. Projekt podporila Nadácia Pontis.



Foto Unsplash/Irwan @tweetbyirwan



Pohľad do laboratória syntézy uhlíkových nanorúrok na Fakulte elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. HF CVD reaktor sa nachádza v pravej časti snímky.

alotropických modifikácií uhlíka sú v prírode sa vyskytujúce minerály diamant a grafit, ktoré však možno pripraviť aj umelo v laboratórnych podmienkach. Ďalšie uhlíkové formy sú výlučne umelé. Patria k nim fullerén, grafén, uhlíkové nanorúrky a uhlíkové nanosteny. S výnimkou diamantu spája štruktúry všetkých ďalších látok rovnaká základná stavebná jednotka, ktorou je šesťuholníková sieť atómov uhlíka. V štruktúre fullerénu je však doplnená aj päťuholníkovými prstencami.

Uhlíkové nanorúrky sú duté valcové rúrky. Zahrňujú dve skupiny. Prvý typ má jednoduchú stenu tvorenú jednou grafénovou vrstvou stočenou do tvaru valca, ktorý môže byť uzavretý fullerénovými hemisférami. Označujú sa skratkou SWCNTs (angl. *single-wall carbon nanotubes*). Druhý typ sú nanorúrky s viacvrstvovými stenami (MWCNTs: *multi-wall carbon nanotubes*).

Vo všetkých prípadoch predpona *nano* súvisí s tým, že ich priemer je pod hranicou

# KRÁSA

## uhlíkových nanorúrok

Od umelo vytvorených syntetických látok zvyčajne neočakávame nejaký estetický zážitok. Vyplýva to najmä z toho, že väčšinou sú z hľadiska svojho zloženia a vlastností homogénne. Jednotné tvary a iné vlastnosti bývajú nezáživné, podmienkou estetického zážitku je pravý opak – buď ako nechcený výsledok zlyhania experimentu, alebo ako vopred cielený zámer.

**U**hlíkové nanorúrky, o ktorých bude reč, sú v tomto ohľade veľmi vďačným objektom. Musíme však mať k dispozícii elektrónový mikroskop. Pretože inak vidíme iba čierne (a asi aj nebezpečné) materiály.

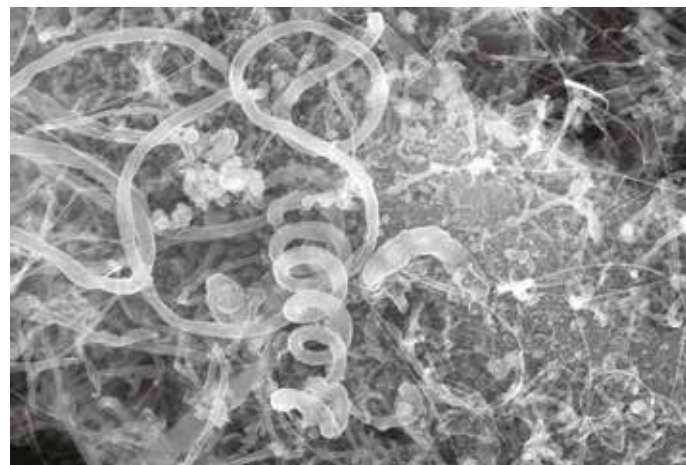
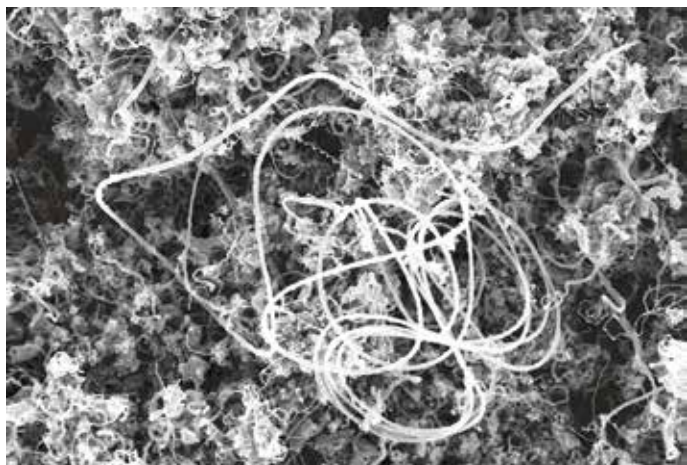
### JEDNOVRSTVOVÉ A VIACVRSTVOVÉ

Uhlíkové nanorúrky známe pod skratkou CNTs (angl. *carbon nanotubes*) patria do skupiny látok tvorených jediným prvkom – uhlíkom. Najznámejšími zástupcami tejto skupiny tzv.

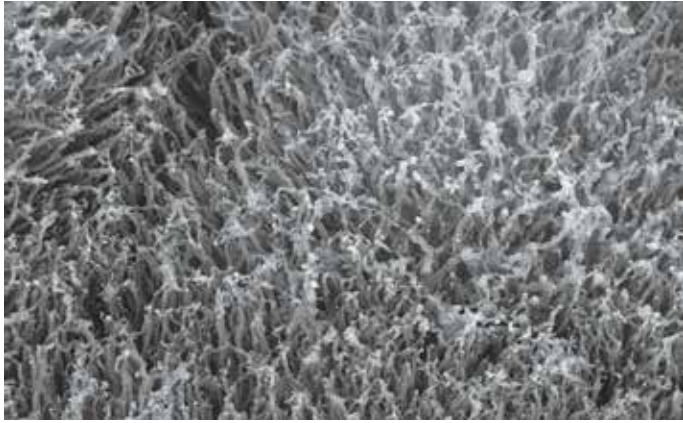
100 nm. (Jeden nanometer je milióntina milimetra.) Dĺžka nanorúrok môže hranicu nanorozmeru výrazne prekračovať. Uhlíkové nanorúrky dosahujú dĺžku niekoľkých mikrometrov až centimetrov. Asi väčšina z nás by si pomyslela, že to by ich bezpodmienečne malo diskvalifikovať z kategórie nanočastíc. Platí tu však konvencia, že do nej patria tie častice, ktorých dva z troch rozmerov sú pod hranicou 100 nm. Pri jednoduchých jednovrstvových nanorúrkach sa ich priemer pohybuje na úrovni jedného až dvoch nanometrov. Priemer viacvrstvových nanorúrok sa však môže približovať až k hranici 100 nm.

### AKO ICH PRIPRAVIŤ

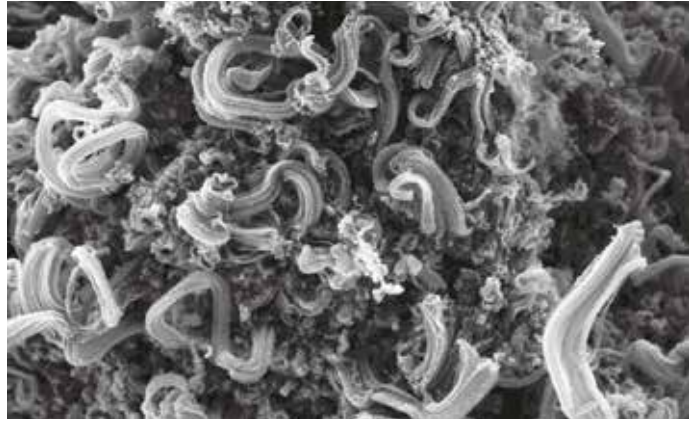
Je úplne jednoduché vysvetliť vznik uhlíkových nanorúrok abstraktným stočením grafénových



Príklad mimoriadnej variability uhlíkových nanorúrok



Príklad homogénnej vrstvy nanorúrok s jednotným tvarom a dĺžkou



Zväzky uhlíkových nanorúrok

vrstiev. No ako ich pripraviť vo forme reálnej látky?

Tu stojí za zmienku, že mnohé veci sa zdajú na prvý pohľad veľmi ľahké, ale v skutočnosti je to presne naopak. (Našťastie, niekedy je to aj opačne.) Skvelý príklad je história prípravy samostatnej grafénovej vrstvy. Dávno sme vedeli ako vyzerá, ale *mať ju v rukách* sa podarilo až v roku 2004 *obyčajným odlepením* z kúska grafitu. V roku 2010 bola z toho Nobelova cena za fyziku. Je trochu paradoxné, že na syntézu uhlíkových nanorúrok nestačí mať iba kúsok lepiacej pásky (trochu zjednodušené) ako v prípade grafénu. Musíte byť vybavený komplikovaným zariadením.

Metód syntézy uhlíkových nanorúrok je niekoľko, ale spomeňme iba jednu, pretože v tomto článku sú zobrazené nanorúrky pripravené práve ňou.

## KATALYZÁTOR AKO REAKČNÉ CENTRUM

Túto metódu poznáme pod skratkou HF CVD (angl. *hot filament chemical vapour deposition method*). Využíva katalyzátor nanosený na tepelne vysoko odolnú anorganickú, napríklad kremíkovú podložku, ktorá je vyhrievaná na teplotu približne 600 °C. K tvorbe nanorúrok dochádza na povrchu katalyzátora. Uhlík pochádza z tepelného rozkladu pár niektorých organických látok, ku ktorému dochádza na volfrámových žeraviacich vláknach umiestnených nad podložkou s katalyzátorom. Pary organických látok, napríklad metánu, etánu, etylénu alebo benzénu, sú spolu s vodíkom transportované do priestoru HF CVD reaktora. Ako katalyzátor sa využívajú častice veľkého

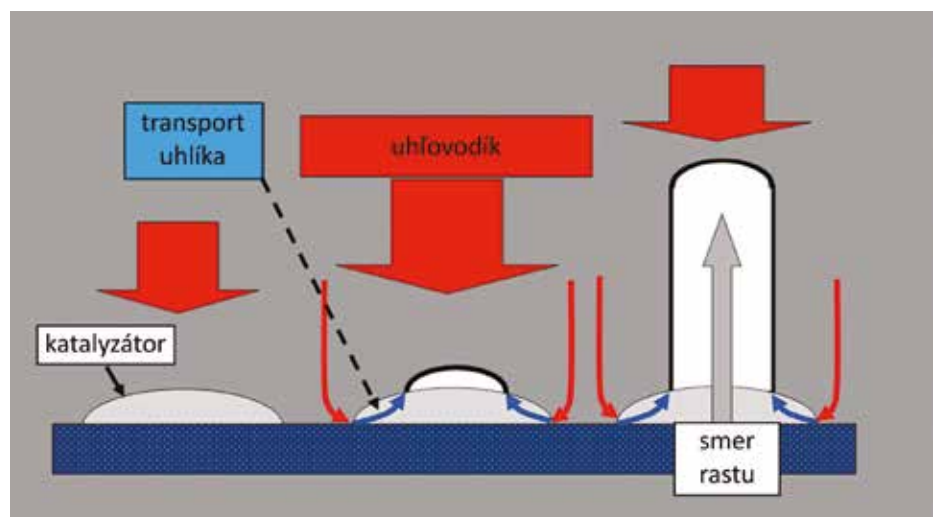
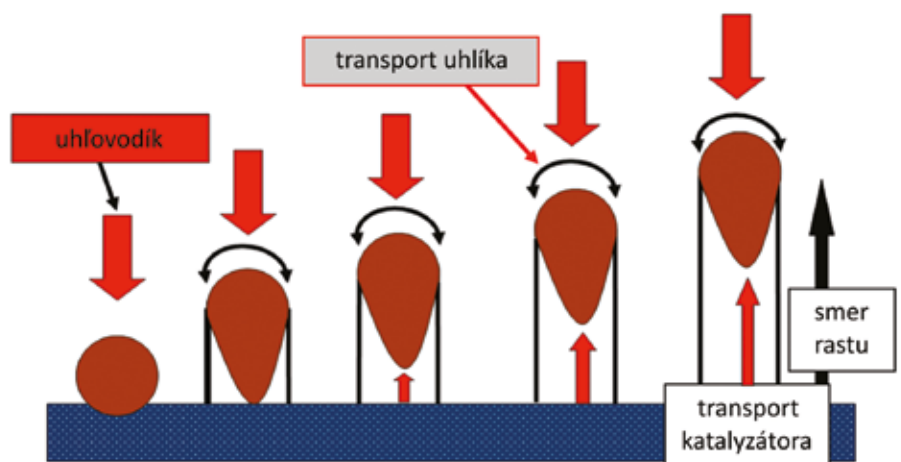
počtu prvkov, napríklad železa, kobaltu, niklu, ich zličenín, prípadne aj zliatin. Tie môžu byť ukotvené priamo na uvedených podložkách alebo sú súčasťou anorganickej nosnej fázy. V oboch prípadoch sú zväčša vo forme tenkých filmov.

Všeobecne platí, že tento reaktor spolu s jeho riadiacim počítačom a napájacími elektrickými zdrojmi, plynovým hospodárstvom, vývevami, ventilmi a kontrolnými zariadeniami sú komplikovanou technickou zostavou. Náročnosť zariadenia súvisí s nutnosťou udržiavania optimálnych parametrov syntézy, ako sú

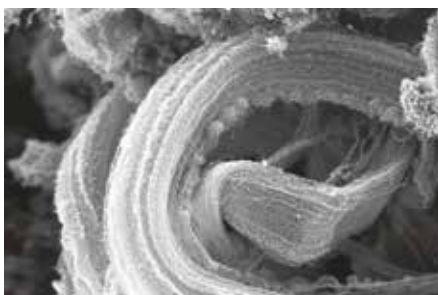
elektrické napätia a pretekajúce prúdy, prietoky plynov, teplota a tlak v reaktore a doba syntézy.

## MECHANIZMY RASTU

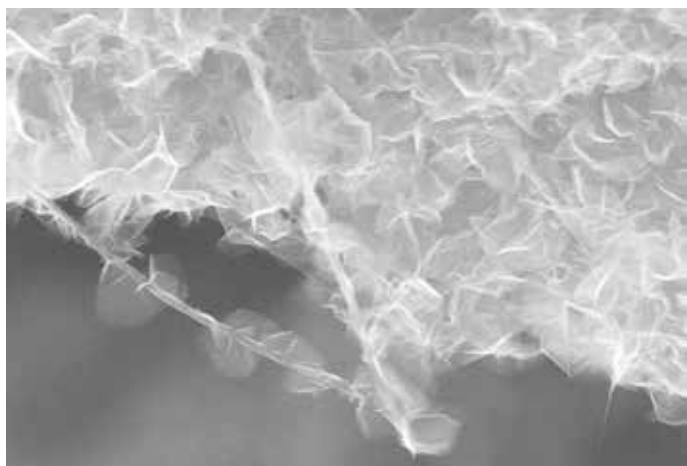
Existujú dva odlišné spôsoby rastu uhlíkových nanorúrok. Pre prvý sa zaužíval tzv. vrcholový rastový model. V ňom častica katalyzátora vytvára nanorúrku pod sebou, takže tá ju od podložného substrátu postupne odtláča a katalytická častica zostáva na jej vrchole. Podľa druhého, základňového modelu, častica katalyzátora zostáva na podložnom substrá-



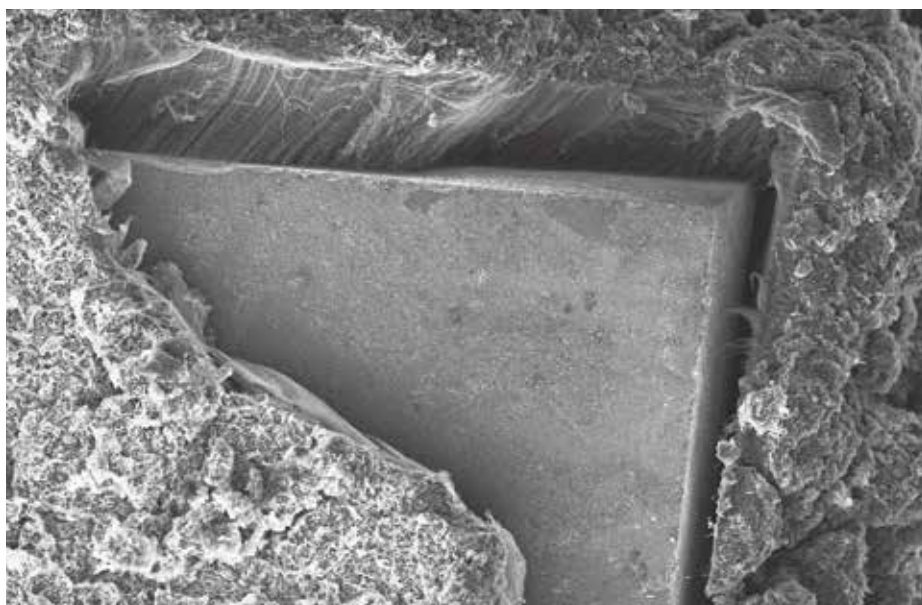
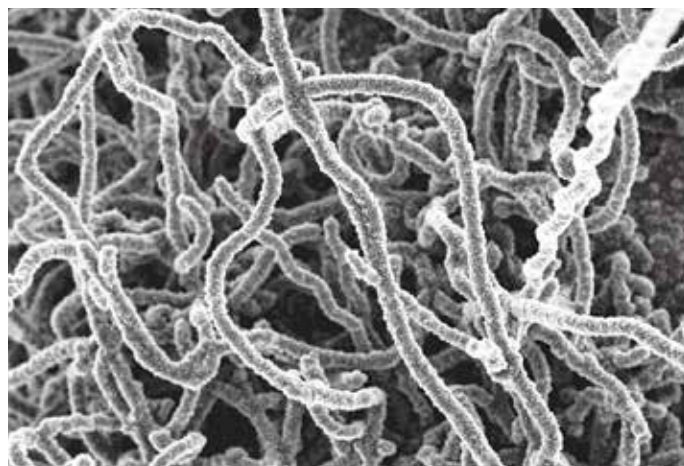
Schémy znázorňujúce vrcholový a základňový model rastu uhlíkových nanorúrok



Detail jedného zväzku nanorúrok



Uhlíkové nanosteny na uhlíkových nanorúrkach



Kompaktná vrstva uhlíkových nanorúrok na kremíkovej podložke

te a nanorúrka sa vytvára nad ňou. Niekedy však časticu katalyzátora nachádzame niekde uprostred nanorúrky, čo znamená, že najskôr rástla podľa prvej schémy a neskôr ju vystriedala druhá.

V ideálnom prípade majú uhlíkové nanorúrky tvar rovnej rúrky. Ak sa však pozrieme na snímky z elektrónového mikroskopu, vidíme, že zväčša to tak nie je. Najčastejšou deformáciou sú zmeny spôsobené odchýlením rastu rúrok od lineárneho smeru. Zahrnujú jednak malé zmeny ohybu, vznik špirálovitých útvarov s určitými rysmi pravidelnosti a napokon úplne chaotické útvary rôznych rozmerov.

## ŠTRUKTÚRNE (D)EFEKTY

Ďalším typom deformácií sú zmeny priemeru nanorúrok. Môžu sa vyskytovať ako jednotlivé zúženia a rozšírenia na lokálnych úsekoch alebo opakujúce sa zmeny so spätným návratom k pôvodnému priemeru. K zaujímavým deformáciám patria vetvenie nanorúrok alebo dokonca diery v ich stenách. Jednou z hlavných príčin defektov je parazitná tvorba päť- a sedemčlenných kruhov v šesťuholníkovej sieti atómov uhlíka. Vzniku defektov pomáhajú najmä rôzne nečistoty alebo prímеси v zdrojo-

vých látkach či katalyzátoroch. Takéto defekty však môžu byť však vyvolávané aj zámerne. Dôvod je jednoduchý. Pre rôzne praktické aplikácie nemusia byť lineárny tvar a uniformita nanorúrok vítané.

Pozoruhodnou je variabilita nanorúrok na tej istej vzorke katalytického substrátu. Všeobecne platí, že čím sú jeho homogenita a čistota vyššie, tým vyššia je pravdepodob-

nosť vzniku homogénnej uhlíkovej fázy, teda rovnakých nanorúrok. Zaujímavé však je, že aj keď má tento substrát k homogenite ďaleko, uhlíkové nanorúrky môžu vykazovať vysoký stupeň homogenity. Súvisí to so vzájomným ovplyvňovaním rastu susedných nanorúrok, takže dochádza ku vzájomnému kopírovaniu ich tvaru a dokonca aj dĺžky.

Zaujímavým javom pri syntéze uhlíkových nanorúrok je tvorba uhlíkových nanosten. Ich schematický model a reálny vzhľad ukazujú obrázky. Všetky uhlíkové nanorúrky na obrázkoch boli pripravené na substrátoch s obsahom železa, ktorý plnil funkciu katalyzátora.

Potenciálnych oblastí využitia uhlíkových nanorúrok je veľa. Obmedzíme sa iba na konštatovanie, že širšie využitie ich výnimočných elektrických, optických, termických a mechanických vlastností naráža na ich vysokú cenu a nie celkom jasný vplyv na ľudské zdravie a životné prostredie. V tomto smere sú najperspektívnejšou aplikáciou kompozitné materiály, v ktorých uhlíkové nanorúrky zlepšujú predovšetkým ich mechanické vlastnosti.

**Text a foto prof. Ing. Karol Jesenák, CSc.  
Ing. Magdaléna Kadlečíková, PhD.  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
STU v Bratislave**

Tento článok vznikol vďaka podpore projektu VEGA 1/0789/21.

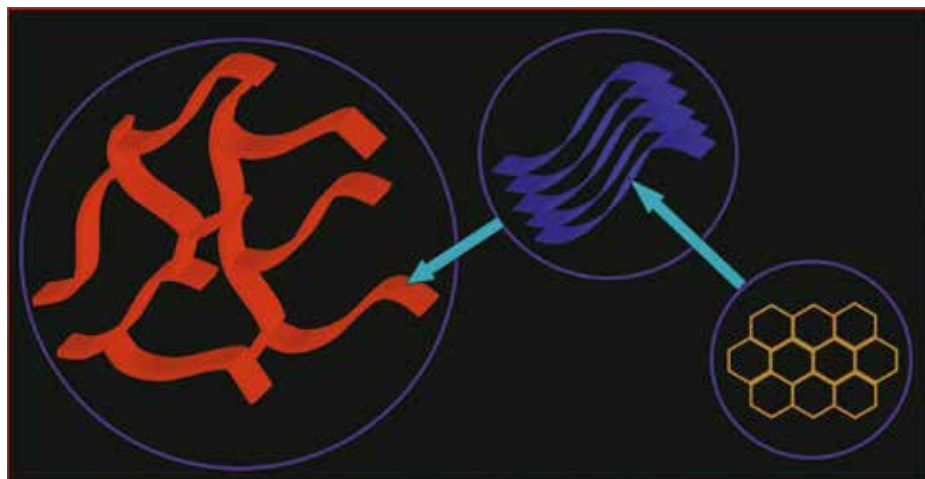


Schéma štruktúry uhlíkových nanosten



Foto Unsplash/Vladislav Muslakov

# AKO SPÍTE?

Hoci spánok tvorí tretinu ľudského života a je nevyhnutný na regeneráciu, len málo lekárov sa pacientov pýta na jeho kvalitu. Problémy so spaním pritom ovplyvňujú aj dlhodobý zdravotný stav. O výskume spánku a diagnostike spánkových porúch sme sa rozprávali s Martinom Kucharíkom z Centra intervenčnej neurorádiológie a endovaskulárnej liečby (CINRE) v Bratislave.

## Ako si ľudia v minulosti vysvetľovali spánok?

Spánok bol po celé tisícročia považovaný za pasívny dej, podobný smrti. Vysvetľoval sa ako prerušenie vedomia, ktoré nastáva obvykle v noci alebo v tme, a často sa mu pripisovali aj fantastické vlastnosti. Keďže mnoho ľudí si pamätá svoje sny, jedno z vysvetlení bolo, že spánok je dej, počas ktorého si ľudské telo odpočinie a myseľ pritom rozjíma napríklad nad tajnými túžbami, alebo si pripomína rôzne obavy.

## Odkedy ho vedci dokážu skúmať?

Až do objavenia technológie záznamu a analýzy elektrických prejavov mozgu (elektroencefalografie, skrátene EEG) začiat-

kom 20. storočia sa o možnosti odbornejšie vyšetovať spánok v lekárskech kruhoch len živo diskutovalo. Po objavení EEG sa rýchlo identifikovali odlišné záznamy počas spánku, čo prinieslo nielen rýchly rozvoj možností diagnostiky, ale aj nové otázky a problémy.

## Aká je súčasná definícia spánku?

Spánok je prirodzený periodický pokojný stav tela aj mysle, počas ktorého dochádza k čiastočnej až úplnej strate vedomia, pričom telesné pohyby a reakcie na vonkajšie podnety sú minimalizované. Tento stav je však pri adekvátnom podnete kedykoľvek plne reverzibilný, a tým sa odlišuje od všetkých ostatných nefyziologických porúch a zmien vedomia.

## Z ktorých fáz sa skladá?

Spánok je podľa typických znakov rozdeľovaný na tzv. nonREM alebo NREM a REM spánok, pričom časť NREM spánku sa ešte delí na tri alebo štyri podskupiny. Rozdelenie je dané najmä typickými EEG prejavmi.

NREM spánok štádia I a II je považovaný za povrchný ľahký spánok a NREM III zodpovedá tzv. hlbokému spánku, ktorý sa niekedy označuje aj ako *pomalovlnný* spánok, keďže frekvencia EEG je vtedy najnižšia. V skutočnosti je však REM spánok možno ešte *hlbším* štádiom a jeho EEG sa označuje ako desynchronizované, keďže jeho frekvencia kolíše. V REM spánku je telo v tzv. atónii, čiže sa nepohybuje a tento spánok sa považuje za veľmi aktívny dej slúžiaci na regeneráciu mentálnych funkcií. Pri NREM spánku sa môže telo rôzne mimovoľne pohybovať a slúži hlavne na telesnú regeneráciu.

Počas noci prebieha striedanie: pri zaspávaní telo prejde cez krátku fázu NREM I do spánku NREM II, neskôr do NREM III a ešte neskôr opäť cez fázu NREM II do REM spánku. Po ukončení REM fázy sa celý cyklus opakuje. Ku koncu nočného spánku potom ubúda NREM III spánku a pribúda REM fáz.

## Ako súvisí snívanie s kvalitou spánku?

Jedna vec je snívanie a druhá je schopnosť sny si pamätať. Nie každý zdravý človek, ktorý spí zdravým spánkom, si svoje sny bežne pamätá. Na dosiahnutie štádia s intenzívnym snívaním je však potrebná dostatočná kvalita a fyziologické rozloženie spánkových cyklov. Preto jeden z príznakov nekvalitného alebo nedostatočného spánku môže byť to, že pacientom sa málo alebo vôbec nič nespáva.



**MUDr. Martin Kucharík, PhD.**, pôsobil na Neurologickej klinike I. Lekárskej fakulty Karlovej univerzity, vo Všeobecnej fakultnej nemocnici v Prahe a tiež na II. Neuro-

logickej klinike Lekárskej fakulty UK a UNB v Bratislave. Neskôr sa ako neurológ začal špecializovať na cievne ochorenia mozgu v Národnom ústave srdcových a cievnych chorôb v Bratislave. Od roku 2017 rozvíja s tímom multidisciplinárnych špecialistov komplexné neurointervenčné pracovisko – Centrum intervenčnej neurorádiológie a endovaskulárnej liečby (CINRE) v Bratislave. V rámci vedeckého výskumu a doktorandského štúdia sa venoval aj problematike spánkových porúch a telemedicíny.



Foto Pixabay

## Ako sa vyvíja spánok a jeho potreba s vekom?

Spánok je mimoriadne dôležitý pre rast a dozrievanie ľudského organizmu. Dĺžka spánku aj rozloženie spánkových cyklov sa mení, pričom najviac spánku potrebujú novorodenci a dojčatá, ktoré bežne spia viac ako 18 hodín. Počas mladšieho detského veku sa dĺžka spánku len mierne znižuje na približne 11 až 12 hodín a u adolescentov je napriek všetkým zvyklostiam ešte vždy potreba nočného spánku podstatne dlhšia ako u dospelých – okolo 9 až 10 hodín. Keďže je však celková dĺžka nočného spánku individuálne odlišná, bežne sa udáva ako dostatočne dlhý nočný spánok čokoľvek medzi 8 až 10 hodinami.

## Čo vyvoláva spánok v istom čase v noci?

Keby sme neboli vystavení dennému, t. j. slnečnému svetlu, a teda striedaniu dňa a noci, naše telo by prostredníctvom svojich vlastných vnútorných hodín dodržiavalo zhruba 25-hodinový cyklus striedania bdelosti a odpočinku. Striedanie svetla a tmy však do našich vnútorných hodín prináša vonkajšiu synchronizáciu. Úbytok slnečného svetla štartuje v ľudskom tele produkciu melatonínu, spánkového hormónu, ktorého vylučovaním telo naznačuje prípravu na spánok a večerný útlm. Ak sa cirkadiánnny rytmus naruší napríklad pravidelným skrátením nočného spánku alebo prácou v noci, dochádza k nadmernej záťaži celého ľudského organizmu a prejavuje sa to nielen zníženou telesnou a duševnou výkonnosťou, ale aj zvýšenou náchylnosťou na rôzne ochorenia.

## Prečo vedci sledujú poruchy spánku?

Pôvodne sa o výskum spánku vedci zaujímali najmä pre jeho zvláštne prejavy v rámci iných ochorení. Konkrétne išlo o narkolepsiu, teda náhly imperatívny spánok prichádzajúci počas dňa, a rôzne druhy epilepsie. V skutočnosti však bol rýchlo odhalený vzťah medzi spánkom a zmenami hormónov, kolísaním krvného tlaku alebo poruchami dýchania. Ukázalo sa, že keďže spánok tvorí



Foto Unsplash/Brett Jordan

až tretinu ľudského života, mnohé ochorenia sa dajú odhaliť už prostredníctvom sledovania a analýzy tela počas spánku.

## Ako na spánok vplyvávajú zmeny prostredia a správania ľudí, ktoré so sebou priniesli moderné technológie?

Spánok je fyziologická potreba ľudského organizmu, ktorá poskytuje telesnú a duševnú regeneráciu. V uplynulých tisícročiach bola dominantná práve fyzická práca človeka

počas bdenia. Ešte pred pár storočiami, teda pred iba niekoľkými desiatkami generácií, musel človek väčšinu dňa pracovať na zaobstaraní si potravy, tekutín a úkrytu. Duševnej záťaži sa organizmus *venoval* len niekoľko minút či maximálne hodín z bdelého času.

Zrazu sa v priebehu niekoľkých posledných storočí, povedzme za štyri až päť generácií, celkom zmenilo spektrum činností človeka počas bdenia. Momentálne trávi telesným pohybom len niekoľko minút zo dňa a zvyšok času obvykle sedí. Pritom však dramaticky narástla jeho duševná práca. Bežne si po ôsmich či viacerých hodinách práce ešte niekoľko ďalších hodín číta správy, pozerá videá alebo filmy v mobile, tablete či televízii. Večer je telo veľmi málo telesne vyčerpané, zato je však preťažené duševnou aktivitou. Málokto si uvedomí, že je možno subjektívne viac unavený z pasívneho sledovania čohokoľvek než z dlhšej chôdze alebo inej fyzickej záťaže. Na takúto zmenu správania sa náš spánok len pomaly a veľmi ťažko adaptuje.

## Čo ďalšie zmenila dostupnosť zariadení a nekonečné množstvo obsahu?

Existuje ešte iný veľmi zaujímavý faktor – naša myseľ má neustále hlad po nových vedomoch, informáciách a zážitkoch. To je vlastne podstata napredovania civilizácie. No tento hlad po informáciách bol ešte nedávno limitovaný napríklad ukončením televízneho vysielania v noci alebo koncom dočítanej knihy. V čase internetu a globálne dostupných informácií z celého sveta je nejaká čerstvá a prelomová informácia v médiách 24 hodín denne a človek má doslova strach, že prerušením sledovania mobilu alebo televízie mu niečo významné unikne. Z tohto strachu potom môžu vychádzať aj rôzne



Niektoré spánkové vyšetrenia je možné realizovať len formou hospitalizácie.



Bohužiaľ niektoré neliečené spánkové poruchy majú vážne následky (v tomto prípade infarkt myokardu v spánku).

psychické ťažkosti, a dokonca až závislosti od rôznych technológií, ktoré sú prežívaním podobné tým látkovým závislostiam. Takéto vážne problémy sa však, našťastie, týkajú iba malého percenta populácie, preto ich netreba zovšeobecňovať.

#### Na čo všetko vplyva nedostatočný či nekvalitný spánok?

Stručne povedané – na všetko. Poruchy spánku zvyšujú výskyt kardiovaskulárnych ochorení, krvný tlak, asi o 30 % zvyšujú riziko výskytu kolorektálneho karcinómu, znižujú odolnosť proti bežným ochoreniam, ako sú chrípka alebo nádcha, strojnásobujú riziko cukrovky II. typu. Poruchy spánku sú pravdepodobne jeden z hlavných faktorov zvýšeného výskytu obezity (až o 50 %!), pretože menia hladiny hormónov zodpovedných za pocit hladu a nasýtenia – ghrelínu a leptínu. Mnoho zdrojov dáva poruchy spánku do súvislosti so zvýšeným výskytom demencie. Smutnou čerešničkou na torte je približne 6 000 úmrtí ročne pri dopravných nehodách spôsobených mikrosnápnom.

#### Aké sú prejavy narušenia spánku?

Spánok môže byť narušený v zmysle jeho dĺžky, ale aj kvality. Krátky spánok nevie telo vzhľadom na jeho potreby využiť na regeneráciu. Mnoho pacientov má dostatočne dlhý, či dokonca až nadpriemerne dlhý spánok, no napriek tomu sa nezobudia odpočinutí, pretože nedostatočná kvalita spánku nevedie k telesnému odpočinku a celkovej regenerácii.

Cez deň môže pacient narušený spánok spoznať podľa nadmernej dennej únavy alebo ospalosti, zívania, zhoršenej psychickej odolnosti a telesnej i duševnej výkonnosti.

#### Kedy hovoríme o spánkovej deprivácii?

Spánková deprivácia je pojem, ktorý označuje dlhodobý nedostatok spánku v zmysle dĺžky alebo kvality. Telo je schopné odložiť regeneráciu v prípade niekoľkých nocí, počas ktorých je spánok skráteneý alebo nedostatočný. Keď je však nočný spánok skráteneý pod jeho skutočnú potrebu počas viac ako niekoľkých týždňov, dochádza k rýchlemu rozvratu mnohých procesov v organizme, ktoré by inak fungovali úplne fyziologicky.

#### Ako prebieha diagnostika spánkových porúch?

Keďže pacient v spánku o sebe nevie, poskytnite lekárovi len málo informácií. Mnohé informácie o kvalite alebo javoch počas spánku však môže uviesť druhá osoba, ktorá s pacientom

spí v jednej miestnosti alebo v spoločnej posteli. Tak sa často dozvedáme napríklad o chrápaní, nepokojnom spánku, rôznych verbálnych alebo pohybových prejavoch a tiež o námesačnosti alebo kratšom či dlhšom zastavení dýchania.

Pre objektívnejšie zhodnotenie je však potrebné vyšetrenie mnohých orgánov alebo telesných prejavov. Navyše potrebujeme všetky tieto prejavy sledovať súčasne, dlhodobo – celú noc a dostatočne neinvazívne, aby pacient vôbec mohol spať.

Ešte pred približne desiatimi rokmi boli prístroje umožňujúce tieto merania také rozmerne, že sa sotva zmestili do jednej miestnosti a vyžadovali obsluhu niekoľkých zdravotníkov. Momentálne je už spánkové laboratórium možné urobiť z každej nemocničnej izby a základný diagnostický prístroj si dokonca môže pacient dať na noc ako hodinky na zápästie alebo upevniť na brucho ako ľadvinku. Domáci monitoring nemožno kvalitou porovnávať s vyšetrením v spánkovom laboratóriu, môže však pomôcť ako základný skríningový nástroj.

#### Ako súvisí spánok s vašou prácou v CINRE?

Mnohí návštevníci sa hneď na úvod pýtajú, čo majú spoločné neuroradiológia a endovaskulárne (cez cievy) ošetrovanie rôznych orgánov so spánkovou medicínou. V skutočnosti je problematike spánkových porúch na Slovensku venovaná veľmi malá pozornosť a len málo lekárov sa vôbec pacienta spýta, ako a koľko spí. Pritom nekvalitný alebo nezdravý spánok ovplyvňuje takmer všetky orgánové systémy a spánkové poruchy môžu často poškodiť srdce a cievy. Spánková deprivácia napríklad zvyšuje výskyt kardiovaskulárnych ochorení o 48 %. A kardiovaskulárni pacienti sú našimi takmer najčastejšími klientmi.

**Za rozhovor ďakuje redakcia Quarku  
Foto CINRE**

### CENTRUM INTERVENČNEJ NEURORÁDIOLÓGIE A ENDOVASKULÁRNEJ LIEČBY (CINRE)

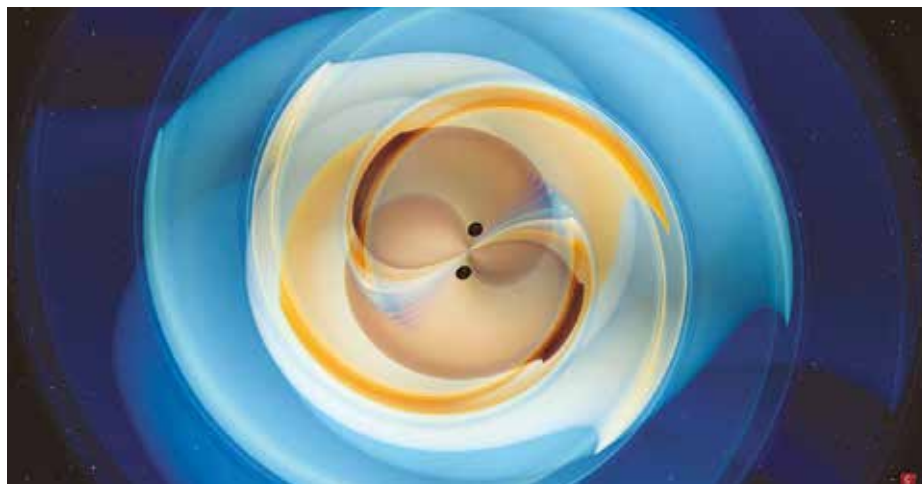


CINRE sa venuje najmä urgentnej a miniinvazívnej liečbe. Ťažiskom akútnej liečby je ošetrovanie infarktu myokardu a cievnej

mozgovej príhody, pľúcnej embólie alebo akútnej ischémie končatín. V plánovanej zdravotnej starostlivosti sa v CINRE diagnostikujú a liečia všetky ochorenia, pri ktorých je možné pomôcť miniinvazívnym operačným zákrokom, ktorý sa realizuje z malého cievneho prístupu obvykle v slabine alebo na zápästí. Samozrejme, po takýchto zákrokoch aj ďalej vedíme medikamentóznou liečbu a dlhodobé sledovanie. Celosvetový trend v čo najmenšej záťaži pacienta, či už hospitalizáciou, alebo nepríjemným lekárskeým zákrokom, sa usilujeme rozširovať aj na Slovensku a veríme, že to pacienti aj spolupracujúci lekári ocenia.

# Výskum chvenia časopriestoru

Aj keď chvenie časopriestoru trvá len zlomok sekundy – ako v prípade splynutia hmotných čiernych dier do objektu GW190521 – astronómovia sa usilujú odhaliť jeho pôvod. Štúdium gravitačných vln je však veľmi náročné.



Počítačová simulácia gravitačných vln zo splynutia najhmotnejšieho páru čiernych dier, aký bol kedy pozorovaný – GW190521, ilustrácia N. Fischer, H. Pfeiffer, A. Buonanno (Max Planck Institute for Gravitational Physics), Simulating eXtreme Spacetimes (SXS) Collaboration

**T**akéto vlny v tkanine časopriestoru majú len malý vplyv na naše prístroje a často trvajú iba sekundu, alebo dokonca aj menej. Interpretácia takého javu je podobná tomu, ako keby sme chceli použiť zachytené úryvky slov na rekonštrukciu konverzácie na opačnej strane izby. Každý, kto pozná hry so slovami, vie, že je tu vždy množstvo riešení.

## SPLYNUTIE OBROV

Prípado označený GW190521 vyvolalo práve pozorovanie gravitačných vln. Zdá sa, že pri ňom ide o zrážku čiernej diery s hmotnosťou 90 hmotností Slnka s druhou čiernou dierou so 65-násobkom hmotnosti Slnka. Oba obrovské objekty ležia v zakázanej zóne, ktorá stanovuje, aká hmotná môže, resp. nemôže byť čierna diera. Hviezdy vybuchujúce ako supernovy by teoreticky nemali vytvárať čierne diery s hmotnosťami medzi 50 až 120 hmotnosťami Slnka.

Pri určovaní hmotností a iných charakteristík objektov pomocou gravitačných vln sa vedci spoliehajú na bohaté možnosti výberu. Napríklad dáta môžu vložiť do počítačových modelov, aby porovnali pozorovania s miliónmi rôznych tvarov vln, pretože tvar vln závisí od špecifických objektov, ktoré ich vytvárajú. Potom skúmajú, ktorý tvar najlepšie vyhovuje zaregistrovaným gravitačným vlnám.

V prípade tohto objektu ide o pozorovanie v dĺžke iba 0,1 sekundy – to je všetko, čo

máme k dispozícii. Vedci teda museli napašovať celé riešenie numerickej simulácie kolízie a vzniku gravitačných vln na signál z objektu GW190521, čo sa im aj podarilo. Spolupráca pri pozorovaniach na troch detektoroch gravitačných vln LIGO, Virgo a KAGRA ukázala, že objekt vznikol ako výsledok splynutia páru veľkých čiernych dier obiehajúcich okolo seba po takmer kruhovej dráhe, ktorá sa navyše v priestore stáčala.

## NEJASNÝ SCENÁR

Iní vedci však predpokladali veľmi excentrické dráhy a čelnú zrážku čiernych dier,

prípadne to, že ich hmotnosti nie sú určene správne. Skúmali aj otázku, či čierne diery sú priamo jadrá explodovaných hviezd (supernov), alebo sú to objekty druhej generácie vzniknuté splynutiami menších čiernych dier. Zároveň sa pýtali, či sa mohli k sebe priblížiť v prostredí bohatom na plyn okolo jadra superhmotnej čiernej diery vo vzdialenej galaxii. Takáto hypotéza by sa mohla overiť pozorovaním. Rossella Gambaová z nemeckej Univerzity Friedricha Schillera v Jene a jej kolegovia z projektu Virgo uvažovali, čo by sa stalo, keby sa čierne diery zachytili pri prelete okolo seba. Zistili, že po niekoľkých tesných preletoch by nasledovalo finálne splnutie a aj tento proces by súhlasil s pozorovanými údajmi. Podľa nich je asi 4 300-krát pravdepodobnejšie, že splnutie nastalo po obehoch dvojice čiernych dier na takmer kruhových dráhach, a nie po vzájomnom záchyte.

Astrofyzik Zoheyr Doctor z Northwestern University v USA hovorí: *Ak vidím niečo len kútikom oka, čo vyzerá ako tiger a menej pravdepodobne ako lopta, stále môžem tvrdiť, že to, čo som videl, je lopta, pretože lopty sa tu vyskytujú častejšie.* To môže platiť aj v tomto prípade: z údajov sa môže zdať, že ide o priblíženie na hyperbolickéj dráhe, ale to môže byť vyvážené tým, že hyperbolické priblíženie je vzácne v porovnaní s inými vysvetleniami. Zrejme nikdy nezistíme presný scenár vzniku GW190521. Raz však môžeme zaregistrovať dostatok podobných signálov, na základe ktorých budeme môcť stanoviť, aké pravdepodobné sú takéto úkazy, a určiť, či GW190521 pochádza väčšmi z jednej kategórie javov než z inej.

**RNDr. Zdeněk Komárek**



Ilustračná kresba splynutia dvoch čiernych dier, ilustrácia LIGO/Caltech/MIT/R. Hurt (IPAC)

# ASTRONOMICKÉ kalendárium



**Mliečna cesta**  
začiatok sezóny

**meteorický roj Lyridy**  
maximum 22./23. apríl

**hybridné zatmenie Slnka**  
20. apríl vo svete

**krásne konjunkcie**  
16. a 23. apríl

**APRÍL** prináša okrem príjemnejších teplôt a tradičného premenlivého počasia aj niekoľko možností zapozerať sa na nočnú oblohu a vychutnať si viacero výnimočných momentov.

Väčšina astronomických úkazov nastane v druhej polovici apríla. Tešiť sa môžeme na výborné podmienky počas známeho meteorického roja, dve pekné konjunkcie a jedno hybridné zatmenie Slnka vo svete. Okrem iného sa pozorovateľom a fotografom začína sezóna *lovenia* fotografií centra našej Galaxie, ktorá sa po niekoľkých mesiacoch opäť na oblohe ukáže v celej svojej kráse.

## METEORICKÝ ROJ LYRIDY

Rok 2023 praje podmienkami viacerým meteorickým rojom, pričom pod podmienkami myslíme najmä fázu Mesiaca. Ten svojím svetlom na oblohe presvieti Mliečnu cestu

aj slabšie meteory a často tak znemožňuje pozorovania. Aprílový roj Lyridy však nebude nič rušiť, Mesiac bude iba tri dni po nove.

Materskou kométou Lyrid s aktivitou približne 18 meteorov za hodinu je kométa C/1861 G1 (Thatcher). Maximum vychádza tiež priaznivo – 23. apríla o 3. hodine ráno. Vtedy sa bude radiant roja nachádzať vysoko nad obzorom, takmer priamo v nadhlavíku. Oplatí sa ľahnúť si do teplého spacieho vaku a pozeráť sa priamo do stredu oblohy. Pri jasnom počasí uvidíme nielen meteory z roja Lyrid, ale aj krásny oblúk Mliečnej cesty.

Keď si chcete skúsiť tento úkaz vyfotografovať, nastavte si sekvenčné snímánie a širokouhľový objektív namierte priamo do zenitu. Nezabudnite sa však vydať do čo najtmavších oblastí bez škodlivého a rušivého svetelného znečistenia.

## ZATMENIE SLNKA PRE CESTOVATELOV

Presne 20. apríla nastane nov. Z niektorých častí sveta ho bude možné doslova sledovať. Mesiac sa totiž dostane priamo pred slnečný disk a v závislosti od polohy pozorovateľa ho buď prekryje čiastočne, alebo úplne. Azda

najideálnejšie podmienky na pozorovanie úkazu nastanú na severozápadnom cípe Austrálie na polostrove Exmouth. Ide o veľmi krátke zatmenie – na spomínanom území potrvá úplná fáza zatmenia iba 1 minútu a 2 sekundy.

## KONJUNKCIE

Na prelome februára a marca sme mohli obdivovať konjunkciu planét Jupiter a Venuša. V apríli nás čakajú ďalšie dve pekné konjunkcie.

A prečo sú vlastne medzi pozorovateľmi a fotografmi také obľúbené? Prvým dôvodom je, že ide o telesá v našej Slnkejšej sústave, ktoré sú na oblohe veľmi jasné. Nemusíme za nimi často cestovať stovky kilometrov do tmavých oblastí. Okrem toho je veľmi jednoduché ich fotografovať – či už širokouhlo, alebo so sústavou s teleobjektívom. Pri pozorovaní ďalekohľadom zasa často vidíme rôzne zaujímavé detaily.

V apríli sa môžeme zamerať na dve nebeské stretnutia. Prvé sa odohrá 16. apríla v skorých ranných hodinách. Po 5. hodine ráno budeme môcť nad východným obzorom pozorovať Mesiac a Saturn. V ďalekohľade uvidíme aj jeho prstenec. Druhá konjunkcia nastane 23. apríla večer po západe Slnka. Tenký kosáčik Mesiaca sa dostane blízko k Venuši. Dva najjasnejšie objekty na nočnej oblohe nájdeme nad západným obzorom.

**Text a foto Tomáš Slovinský  
riaditeľ OZ Astronómia pre všetkých**

Slnko	1. 4. 2023	14. 4. 2023	30. 4. 2023
Východ	6:22	5:54	5:26
Západ	19:14	19:34	19:57

Mesiac		
Spln	6. 4. 2023	6:35
Posledná štvrt'	13. 4. 2023	11:11
Nov	20. 4. 2023	6:13
Prvá štvrt'	27. 4. 2023	23:20



Motýľ *danaus sťahovavý* kŕmiaci sa nektárom kvetu

# Americký TULÁK

Hoci máme aj u nás v Európe viaceré druhy motýľov, ktoré sa každoročne sťahujú na veľké vzdialenosti, napríklad zo severnej Afriky na Slovensko (babôčky, lišaje), ba doletia ešte ďalej na sever do Škandinávie a späť, z celosvetového hľadiska je určite najznámejším migrujúcim druhom motýľa americký *danaus sťahovavý*.

**R**od *danaus* (*Danaus*), ktorý je známy aj ako monarch či monarcha, patrí do čeľade babôčkovité (*Nymphalidae*). V našej literatúre sa občas označuje aj ako babôčka smradľavá, hoci v skutočnosti nezapácha. Entomológovia rozlišujú v rámci rodu dvanásť druhov, väčšina z nich pôvodne žila v Amerike, no niekoľko zástupcov osídlilo aj iné oblasti našej planéty.

## VEĽKÉ ŠTAHOVANIA POPULÁCIÍ

*Danaus sťahovavý* (*Danaus plexippus*) zahŕňa dva poddruhy, pričom iba nominotypický *Danaus plexippus plexippus* je sťahovavý, zatiaľ čo *Danaus plexippus megalippe* získal druhové meno neprávom, keďže nemigruje. Je zaujímavé, že oblasti výskytu oboch poddruhov sa čiastočne prekrývajú na juhu USA. Od Georgie a Floridy totiž žije ďalej na juh cez Strednú Ameriku a Karibské ostrovy až do severných oblastí Južnej Ameriky

*D. p. megalippe*. Amazonku však nedokázal prekonať, to sa podarilo iba jeho *bratrancovi* *danausovi* oranžovohnedému (*Danaus gilippus*), s ktorým má takmer zhodnú oblasť výskytu.

Migrujúci poddruh *D. p. plexippus* žije v Severnej Amerike, kde vytvára dve dominantné, čiastočne oddelené populácie. Západná populácia je rozšírená pozdĺž tichomorského pobrežia Spojených štátov a Kanady, jej príslušníci sa koncom leta postupne sťahujú na zimoviská s priaznivejšou klímou v Kalifornii. Motýle tvoriace východnú populáciu, ktorej areál sa tiahne od Skalnatých vrchov (Rocky Mountains) na východ a sever až do oblasti Veľkých jazier na pomedzí USA a Kanady, podnikajú podstatne dlhšie migrácie. Na zimovisko v horských lesoch Mexika (Sierra Madre del Sur) na hranici federálnych štátov México a Michoacán, resp. opačným smerom, prekonávajú vzdialenosť približne tri- až štyritisíc kilometrov.

## GENERAČNÉ ŠTAFETY

Jedinec nepreletí celú vzdialenosť sám. *Danaus sťahovavý* sa presúva každoročne oboma smermi štafetovým spôsobom: čo štafeta, to jedna generácia. Pri migrácii zo zimovísk severným smerom je postup pomalší než opačným smerom koncom leta a v jeseni. Pri motýľoch sa po presune z Mexika do USA a počas ďalšieho postupu, až kým časť z nich nedosiahne severný okraj areálu, vystrieda niekoľko generácií (obvyčajne tri až štyri).

Koncom leta sa *danausy* zhromažďujú do obrovských zoskupení a začínajú migrovať južným smerom, pričom denne preletia približne 130 km v asi stometrovej výške, no často sa pohybujú nižšie nad zemou. V noci motýle odpočívajú v hustých zhlukoch v korunách niektorých po generácie obľúbených stromov. Tie vyhľadávajú aj na tradičných zimoviskách. Platí to pre obe populácie – východnú i západnú. Kde-tu sa zastavia, aby si doplnili energiu nektárom z kvetov. Preferujú byliny z rodu glejovka (*Asclepias*), na ktorých sa vyvíjajú húsenice, ale podľa potreby využívajú aj vlastné tukové zásoby.

## NEOMYLNE DO CIEĽA

Niektoré označené pozorované jedince dokázali letieť bez zastávky aj vyše sto hodín. Súviselo to hlavne s preletom nad



Húsenica danausa sťahovavého na glejovke americkej, foto Flickr/Courtney Celley, public domain

morskou hladinou, napríklad smerom na Kubu. Osud týchto motýľov zatiaľ vedci presne nepoznajú. Z uvedených informácií vyplýva, že jednotlivé generácie motýľa žijú rôzne dlho. Najkratšie žijú jarné generácie – len niekoľko týždňov, ale na jeseň vyliahnuté motýle, ktoré doletia koncom októbra až v polovici novembra na zimovisko v Mexiku a na jar sa vrátia do USA, žijú šesť až osem mesiacov.

Okrem obrovskej vzdialenosti je na migrácii tohto poddruhu danausa sťahovavého pozoruhodné to, že hoci ani jeden z motýľov uvedenú trasu ešte nikdy neabsolvoval, napriek tomu bezpečne trať do cieľovej destinácie rovnako dobre ako príslušníci predchádzajúcich generácií. Správny smer mu pri ťahu pomáhajú udržiavať vnútorné hodiny, pomocou ktorých sleduje zmeny polohy slnka.

Pri tomto procese majú zásadnú úlohu kryptochrómy – proteíny pohlcujúce svet-



Živná rastlina danausa sťahovavého – glejovka kurasavská (*Asclepias curassavica*)

lo. Na rozdiel od niektorých iných druhov migrujúceho hmyzu sa v tomto motýľovi zistili dva rôzne druhy kryptochrómov. Prvý z nich (CRY 1) nastavuje vnútorné hodiny a udržiava ich v chode, zatiaľ čo druhý (CRY 2) ovplyvňuje schopnosť motýľa využívať slnko ako kompas. Zároveň zabezpečuje komunikáciu medzi kompasom a hodinami.

### CHRÁNENÉ ZIMOVISKÁ

Na mexických zimoviskách, ktoré sa nachádzajú v horách v nadmorskej výške nad 2 000 metrov, vytvára danaus sťahovavý obrovské zoskupenia v korunách jedle posvätnéj (*Abies religiosa*), známej aj ako oyamelová jedľa. Tento ihličnan uprednostňuje horské polohy s chladnejšou klímou v nadmorských výškach 2 100 až 4 100 m. Nižšie teploty a optimálna vlhkosť rovnako vyhovujú aj zimujúcim motýľom. Ich metabolismus sa v týchto podmienkach zníži na minimum, takže *spália* len malú časť zásobných lipidov, ktoré potrebujú na spätnú cestu.

Akékoľvek vyrušovanie, ale aj prudké výkyvy počasia, ktoré ich nútia vzlietnuť a premiestniť sa, majú často za následok hromadný úhyn zimujúcich motýľov. Na výraznom znížení ich biomasy sa tu podieľajú aj prirodzení nepriatelia. Až šesťdesiat percent migrujúcich a hibernujúcich danausov dokážu zlikvidovať dva druhy spevavcov – trpiál čiernochrbtý (*Icterus abeillei*) a glezgovec čiernohlavý (*Pheucticus melanocephalus*). Pri oboch sa vyvinula odolnosť proti toxínom, ktorú získali motýle počas larválneho vývinu. Aby boli hibernujúce danausy čo najmenej vyrušované, na ich ochranu vyhlásili chránené územie s výmerou päťdesiatšesťtisíc hektárov. Biosférickú rezerváciu Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca zaradilo UNESCO v roku 2008 medzi celosvetovo významné chránené lokality.

### JEDOVATÁ POTRAVA HÚSENÍČ

Okrem zachovania vhodných zimovísk majú pre danausa sťahovavého existenčný vý-



Zimujúce danausy tvoria v horách Mexika obrovské zhľuky (klastre), foto wikipédia/Agunther, CC BY 3.0.



Vývinový cyklus danausa sťahovavého na náučnom paneli



Glejovka americká (*Asclepias syriaca*) bola zavlečená do Európy a nájde-  
me ju aj u nás.



Okrem danausa sťahovavého sa objavuje v Stredomorí aj danaus  
glejovkový/východný (*Danaus chryseippus*).

znam aj rastliny z čeľade glejovkovité (*Asclepiadaceae*), ktorými sa živia jeho húsenice. S intenzifikáciou poľnohospodárstva ich výrazne ubudlo hlavne v mnohých oblastiach USA. Ide o veľmi jedovaté byliny, ktoré sa bránia proti bylinožravcom tvorbou toxických glykozidov – kardenolidov. Obsahuje ich hlavne biela latexová šťava, ktorá je najviac koncentrovaná v listoch. Keďže glejoviek sa nedotkne takmer žiadne zviera, nemajú húsenice danausa sťahovavého konkurentov, s ktorými by sa museli deliť o svoju obľúbenú potravu.

Väčšina predátorov sa im vyhýba. Na to, že nie sú chutné a sú jedovaté, upozorňujú potenciálnych záujemcov výstražným sfarbením s typickými čiernymi, žltými a bielymi pruhmi. Pri podráždení tiež často vystrčia na hrudi dva čierne výrastky a mávajú nimi. Aj keď sa počas vývoja adaptovali na jedovatú hostiteľskú rastlinu, snažia sa prijímať z glejoviek čo možno najmenej toxínov. Húsenice preto zvyčajne vyhryzú na báze listu ryhu, čím porania cievy obsahujúce latex a ten následne vytečie von.

Platí to najmä pre najstaršie vývinové stupne (instary), spolu ich má tento druh päť. Každý instar trvá jeden až dva dni, posledný najväčší (5 cm) asi tri dni. Od nakladenia vajíčka po vyliahnutie motýľa tak v priaznivých podmienkach ubehne asi dvadsať dní.

Okrem toho, že glykozidy spôsobujú odpornú chuť húseníc, plnia v ich tele ešte ďalšiu funkciu – pomáhajú potláčať jednobunkového parazita *Ophryocystis elektroscirrha*. Ten dokáže poškodzovať tráviacu sústavu

motýľích lariev, môže ich zabiť, resp. spôsobiť zdeformovanie krídel budúceho motýľa. Ekologička Leslie Deckerová zistila, že glejovky v prostredí s vyšším obsahom oxidu uhličitého produkovali trochu odlišné kardenolidy, ktoré mali menší vplyv na parazita. Je teda pravdepodobné, že na znížovanie početnosti danausa sťahovavého môže mať vplyv nielen úbytok glejoviek, ale aj klimatická zmena.



Húsenice danausa glejovkového sa vyvíjajú na ostnoplode vírbolistom (*Gomphocarpus fruticosus*) pochádzajúcom z Afriky.

## ADAPTÁCIA NA NOVÉ PROSTREDIA

Medzi obľúbené živné rastliny tohto danausa patrí glejovka kurasavská (*Asclepias curassavica*). Pochádza z Mexika a nájde sa ju v takmer celej Latinskej Amerike a na juhu Severnej Ameriky. Má veľmi vysoký obsah toxínov – ten je takmer na hranici únosnosti a pri zvýšenej teplote sa zväčší natoľko, že sa rastlina môže stať smrteľne nebezpečná aj pre tento druh danausa.

V Severnej Amerike sa živia húsenice menej jedovatými druhmi glejoviek, napríklad glejovkou americkou (*Asclepias syriaca*), ktorá bola zavlečená aj do Európy a nájde sa ju miestami aj v našej prírode. Živnou rastlinou môžu byť v USA ďalší reprezentanti rodu glejovka, napríklad *A. amplexicaulis*, *A. californica*, *A. exaltata*, *A. humistrata*, *A. incarnata*, *A. perennis*, *A. purpurescens* či *A. tuberosa*.

Keďže sa danaus sťahovavý pričinením človeka dostal aj mimo amerického kontinentu, napríklad do Ázie a Austrálie, ale aj na Kanárske ostrovy, Madeiru, ba objavil sa už aj v Stredomorí, musel sa prispôbiť trochu inej potravě, pretože sa tu pôvodne glejovky nevykytovali. Napríklad na Kanárskych ostrovoch sa jeho húsenice vyvíjajú nielen na zavlečenej glejovke kurasavskej, ale aj na africkom mliečniku mauretánskom (*Euphorbia mauritanica*) či dokonca na bavlíniku *Gossypium arboreum*.

Po roku 2000 sa danaus sťahovavý objavil aj na južnom pobreží Španielska a Portugalska, kde sa jeho hostiteľskou rastlinou stal pôvodný stredomorský druh luskáč ostrý

(*Cynanchum acutum*). Húsenice sa tu však živia aj na zavlečených glejovkách, napríklad na pôvodne juhoafrickom ostnoplode vrbolistom (*Gomphocarpus fruticosus*, syn. *Asclepias fruticosa*). Vznik trvalých populácií danausa sťahovavého v oblasti Stredomoria je zatiaľ neistý. No je veľmi pravdepodobné, že na vhodných lokalitách dôjde k jeho naturalizácii, hoci jeho pôvodné migračné inštinkty, ktoré ho preslávili v Amerike, sa tu neprejavia. Platí to aj v prípade danausa glejovkového/východného (*D. chrysippus*) žijúceho v Afrike, tropickej Ázii a Austrálii, ktorého dočasné populácie sa objavili na viacerých miestach v južnej Európe, napríklad aj v Chorvátsku v roku 2004.

### ZMENY KLÍMY AJ DIALNICE

Pokiaľ ide o perspektívy východnej aj západnej populácie danausa sťahovavého (*Danaus plexippus*), ich vyhladky do budúcnosti sú veľmi pochmúrne a zdá sa, že sú výrazne nepriaznivejšie v prípade motýľov žijúcich pozdĺž pacifického pobrežia Spojených štátov. Zo záznamov organizácie Xerces Society, ktorá sa dlhé roky venuje ochrane bezstavovcov a každoročne sčítuje aj danausa *D. p. plexippus*, vyplýva, že z desiatok miliónov v minulom storočí (r. 1997 – 1,2 milióna) cez desaťtisíce v prvej dekáde 21. storočia klesla jeho početnosť takmer na nulu. V roku 2018 a 2019 ich napočítali už len tridsaťtisíc a v posledných rokoch klesol počet danausov, ktoré zavítali na tradičné zimoviská v Kalifornii, na dvetisíc kusov. V prípade populácie východne od Skalnatých vrchov došlo podľa vedcov k jej poklesu od polovice deväťdesiatych rokov minulého storočia do súčasnosti asi o osemdesiat percent.

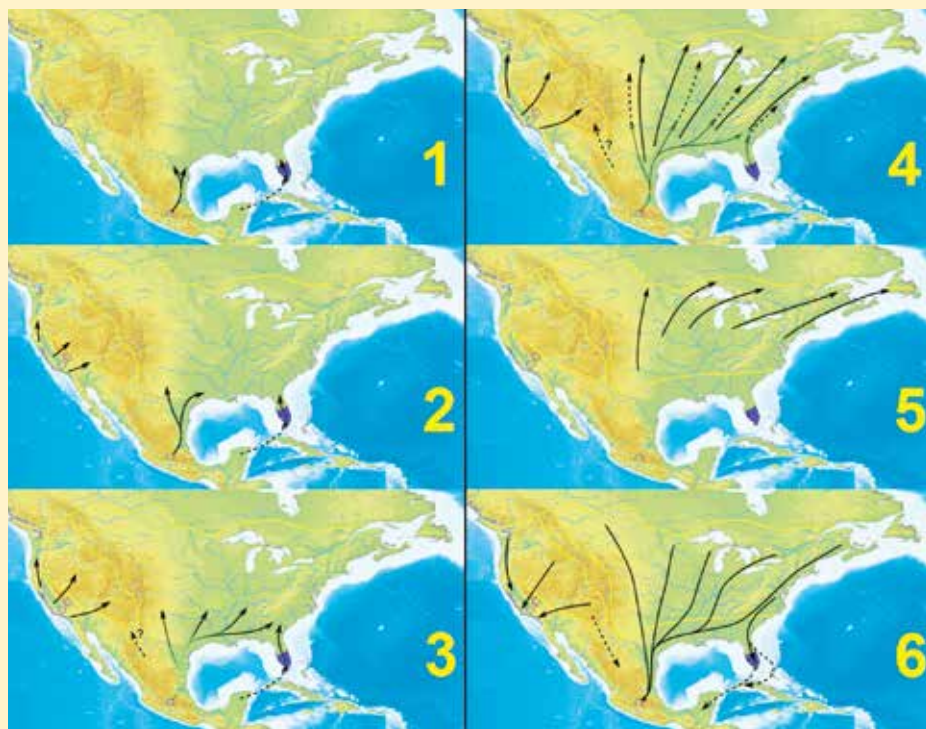


Významným predátorom zimujúcich danausov je trupiál čiernochrbtý (*Icterus abeillei*), kresba wikipédia/Joseph Smit (1869), public domain.

Viacero príčin tohto stavu už bolo spomenutých. Okrem celkovej deteriorizácie krajiny, ktorá má za následok deštrukciu pôvodných biotopov a nedostatok živných

rastlín, glejoviek, môžu zohrávať určitú úlohu aj zmeny klímy, likvidácia stromov na tradičných nocoviskách v Spojených štátoch a zimoviskách v Kalifornii a Mexiku, prípadne ďalšie neznáme faktory. Ako zistili mexickí zoológovia, k obrovským úhynom danausov dochádza aj v dôsledku výstavby nových diaľnic pretínajúcich ich migračné koridory. Podľa výsledkov z roku 2018 len na pol kilometrovom úseku diaľnice neďaleko Monterrey zahynulo po kolíziách s motorovými vozidlami 11 280 motýľov. Celkovo vedci odhadli, že tunajšie diaľnice majú každoročne na svedomí vyše 150 000 motýľov. Na území USA to zrejme nebude oveľa lepšie, hlavne v južných štátoch, kde je počas jesennej migrácie väčšia koncentrácia tiahnučích danausov.

Asi nebudem sám, koho zaujal tento charizmatiký motýľ tulák. Žiaľ, obrovské zoskupenia danausa sťahovavého počas zimnej hibernácie sú už v podstate minulosťou a mrzí ma, že som ich nemal možnosť vidieť na vlastné oči. Aspoň týmto príspevkom by som mu rád vzdal hold. Verím, že sa jeho populácie zotavia a aj budúce generácie budú mať príležitosť so zatajeným dychom sledovať jeho nespočetné migrujúce a zimujúce húfy.



Migrácia danausa sťahovavého: 1. marec, 2. apríl, 3. koniec apríla, 4. apríl – jún, 5. jún – august, 6. september – november, schéma wikipédia/Harald Süpfle, B kimmel, CC BY-SA 3.0

Text a foto RNDr. Jozef Májsky



# Nočný

# SAMOTÁR

V detstve sme často čítali rozprávky o ježovi, ktorý si nosil jablká na chrbte, pred líškou sa skrútil do klobka a odkotúľal sa do skrýše. V súčasnosti vieme o ježovi a jeho výnimočnosti oveľa viac a rozprávkam už vo všetkom neveríme.

**Z**o zoológického hľadiska žijú na Slovensku dva druhy ježov – jež bledý alebo východný (*Erinaceus roumanicus*, predtým *E. concolor*), ktorý sa u nás vyskytuje častejšie, a jež tmavý alebo západný (*Erinaceus europaeus*). Ten sa na našom území objavuje ojedinele, aj to len v západnej časti od moravských hraníc.

Rozdiel medzi oboma druhmi je len v tom, že jež tmavý má na spodnej strane tela tmavšiu hnedastú srst a najmä v okolí očí má výraznú tmavú kresbu. Srst ježa svetlého je svetlejšia až biela a ostne sú žltkavé až belavé, pričom nie sú priečne prúžkované.

V našej prírode sa s ježom môžeme stretnúť všade – v mestských parkoch, záhradách, vo svetlých lesoch a občas aj len tak na ulici či pri domoch, predovšetkým však v noci. Počas dňa ho vidíme len vtedy,

keď ho vyplašíme či nevedomky vyženieme z úkrytu.

Jež nie je prísne teritoriálny druh, hoci zvyčajne obýva určité ohraničené územie. No neoznačuje si ho a s výnimkou obdobia rozmnožovania mu ani votrelci vlastného druhu neprekážajú. Dožíva sa do 10 rokov.

## NEBEZPEČNÉ PREDÁTORY

Osrstie ježa je na chrbte premenené na ostne. Tých je 5- až 8-tisíc s dĺžkou 2 až 3 cm a ochraňujú ho pred prirodzenými nepriateľmi. Silná svalovina v koži mu umožňuje zvinúť sa do guľovitého klobka. Ježovi tento princíp záchrany veľmi pomáha najmä v noci pred sovami, ale aj za súmraku pred inými dravcami.

Najčastejším predátorom ježov je výr skalný (*Bubo bubo*). Ten ich dokonca uprednostňuje v potrave pri kŕmení mláďat na hniezde. Výr zvyčajne chyť ježa ešte pred zvinutím do gule. Následne mu pazúrami stiahne z chrbta kožu aj s pichliacimi, ktorá sa potom často nájde v blízkosti hniezda výra. Aj počas dňa, keď sa vyplašený jež ocitne odrazu vonku a dravec naň zaútočí, jež sa okamžite zvinie.

Pozoroval som takto myšiaka hôrneho (*Buteo buteo*), ktorý zletel na roľu, kadiaľ prebehol jež. Jež, ktorý sa v takýchto prípadoch riadi sluchom, sa asi tri metre pred zásahom myšiakových pazúr *premenil* na ostnatú guľu a dravec pri ňom zostal v akejsi agónii. Nohy aj krídla mu strnuli a čakal, kým sa dala jeho koristiť opäť do pohybu. Jež často v takejto situácii pri úniku využíva aj svah, po ktorom potom kotúľaním sa rýchlejšie ujde dravcovi dolu kopcom do úkrytu. Stáva sa však, že šikovný lovec, najmä výr, vystihne okamih, keď sa jež pregúľa bruchom hore. Vtedy ho zasiahne pazúrami na citlivé miesto a uloví ho.



Rodinka ježov západných



Rodinka ježov východných



Jež východný

## DOKONALÝ SLUCH

Aby jež mohol presnejšie určiť, odkiaľ prichádza zvuk, keď nad ním stojí v polohe lovca dravec, má výnimočne prispôsobené uši. V strednom uchu ježa identifikovali vedci okrem hlavného bubienka ešte jeden vedľajší, ktorý je jemnejší, zvyčajne slabšie napätý a nie je veľmi pevný. Vedci predpokladajú, že významne zvyšuje citlivý povrch stredného ucha. Okrem toho zistili, že táto blana zväčšuje silu zvukovej vlny a predlžuje interval medzi prvým zvukovým signálom, ktorý prichádza do ucha, a druhým, ktorý prechádza sústavou sluchových kostičiek a hlavným bubienkom. A práve to, že sa oba signály nedostávajú do uší naraz, zvyšuje ježove možnosti lepšie počuť, odkiaľ zvuk prichádza. Zvinutý do klobka sa tak môže zorientovať, z ktorej strany sa približuje nepriateľ.

## AKTÍVNA FÁZA ŽIVOTA

Život ježa sa dá rozdeliť na dve fázy. Prvá je obdobie aktivity od jari do jesene. Začína sa po prebudení zo zimného spánku. Vo svojom domovskom teritóriu si najprv hľadá potravu a vodu. Pri pohybe má nezvyčajne váhavú chôdzu, často sa zastavuje, pričom dvíha nos šikmo dohora a zisťuje, čo prináša vzduch.

Už v marci sa začína obdobie párenia, ktoré môže trvať až do júna. Hoci samec aj samica ježa žijú po celý rok samotárske životom a nežijú v stabilnom zväzku, v tomto období je samec veľmi aktívny a často ho môžeme vidieť už pred západom slnka, ako sa túla po lese a čuchom vyhľadáva feromóny ruinej samice. Pretože samec prichádza do ruje o niekoľko dní skôr ako samica, tá od neho zo začiatku uteká a skrýva sa mu.

Po spárení si samica v tmavom kúte lesa alebo záhrady zhotoví hniezdo zo suchých rastlinných zvyškov a vrhne mláďatá. Zvyčajne ich prichádza na svet päť až sedem, niekedy aj dvakrát do roka. Pri narodení sú takmer holé a krátke ostne majú mäkké a takmer prisaté na holej koži. Druhá vrstva tvrdších ostrov začne rásť po 36 hodinách od narodenia. Mláďatá sú najskôr takmer dva týždne slepé a až potom sa začnú pichliače vystierať a spevňovať. S matkou sa dorozumievajú zvukmi pripomínajúci-

mi vtáčie čvrikanie vo vysokom tóne, ktoré sa neprestajne ozýva z hniezda.

Samica potrebuje v čase dojčenia mláďat neustále zhaňat potravu, a práve vtedy sa jej nočná aktivita mení na celodennú, 24-hodinovú. Keďže jež je všežravec, samica využije, čo jej príde pod zub. Hlavnou potravou sú dážďovky, no živí sa aj slimákmi, húsenicami, obojživelníkmi, mnohonôžkami, chrobákmi, dokonca aj jedovatými bystruškami a májkami. Nepohrdne ani ovocím, lesnými plodmi a hubami. Jež pôsobí neohrabane, no dokáže uloviť aj jaštericu alebo hada. Proti hadiemu jedu je imúnny a nemá problém ani so žihadlami včiel či ôs.

## PASÍVNA FÁZA ŽIVOTA

Hlavnou časťou tejto fázy je zimovanie. Jež na konci leta očakáva zníženie vonkajšej teploty na 12 až 15 °C a začína sa na zimu pripravovať hneď od začiatku jesene. Hoci počas leta požierajú ježe potravu striedmo, začiatkom jesene sa začínajú intenzívne vykrmovať. Za deň zožerú až 150 g mäsitej potravy a zároveň vypijú 50 g tekutiny. Najmä mladé ježe prijímajú oveľa viac potravy a vtedy sa ich hmotnosť rýchlo zvyšuje, niekedy sa za tri týždne až zdvojnásobí. Dospelý jež váži približne 500 až 1 300 g, pred zimou môže mať hmotnosť do dvoch kilogramov.

V priebehu októbra, no v niektorých oblastiach už koncom septembra, zalezie vykrmený jež do zimného úkrytu. Využíva na to hromady lístia, raždia, komposty, ale aj ľudské obydlia, stohy slamy, šopy, stodoly, pivnice. Zahraje sa do suchých rastlinných zvyškov, stočí sa do klobka a spočiatku zľahka spí. Keď sa priemerná teplota prostredia udržuje pod 10 stupňov, upadá jež do zimného spánku. Jeho telesná teplota môže klesnúť na 5 až 6 °C, čo je kritický bod, pri ktorom jež ešte prežije. Pri tejto teplote sa mu zapína termoregulačný mechanizmus, ktorého úlohou je vyrovnať výkyvy medzi telesnou a vonkajšou teplotou, aby jeho telesná teplota neklela pod kritický bod. To by znamenalo jeho uhynutie, čo sa v ojedinelých prípadoch, najmä pri nepredvídaných tuhých zimných mrazoch, aj stáva. Občas, najmä keď sa počas zimy príliš oteplí, môže jež dokonca zmeniť miesto zimného spánku.

Najčastejšie v marci, so stúpajúcou vonkajšou teplotou sa najprv začne zvyšovať aktivita srdca ježa, čím sa zvýši obeh a aj teplota krvi. To ho donúti rozvinúť telo a dať sa do pohybu. O niekoľko hodín sa dostane na obvyklú telesnú teplotu 35 až 37 °C a začne si opäť hľadať miesta s bohatou ponukou potravy. A jeho životný kolobeh sa opakuje.

Text a foto Ivan Kňaze



Jež východný a myšiak hômny

Foto Pexels/BOOM



odhad 45-stupňového uhla a potom by už záležalo iba na ich fyzickej schopnosti udeliť lopte či sebe čo najvyššiu rýchlosť. V praxi to väčšinou neplatí.

### ODPOR VZDUCHU

Uhol 45 stupňov nie je v praxi najlepší napríklad preto, lebo na letiacu loptu pôsobí sila odporu vzduchu, ktorá ju spomaľuje. Účinok odporovej sily je veľmi výrazný na predmetoch, ktoré sú ľahké. Tenisová loptička s hmotnosťou menej ako 60 g sa počas preletu z jednej strany kurtu na druhú spomalí približne o 25 percent. Pingpongová loptička by sotva preletela cez sieť, aj keby bola vystrelená rovnakou rýchlosťou: jej hmotnosť je mnohonásobne menšia, a preto má silu odporu vzduchu na ňu oveľa väčší vplyv.

Ak ide o dosiahnutie maximálnej vzdialenosti, vo väčšine prípadov je lepšie, keď je uhol vypustenia lopty menší ako 45 stupňov. S rastúcou rýchlosťou (a tú podľa spo-

# Pohyb na vzdialenosť

Jedným zo synonym športu môže byť pohyb. Pri športe sa hýbu nielen športovci, ale vďaka nim aj všemožné náradie: oštep, gule či kladivá a, samozrejme, lopty a loptičky. Veľmi často ide o to, vyslať ich čo najďalej.

**S**ila a uhol hodu, odstreľu či výskoku majú rozhodujúci vplyv na výslednú trajektóriu, či ide o futbalovú loptu, golfovú loptičku, oštep alebo skok do diaľky. Nie sú však jedinými faktormi. Aj tu platí, že relatívne jednoduché princípy vedú k zložitým výsledkom.

### TEÓRIA A PRAX

Pri väčšine loptových športov nastáva situácia, v ktorej chce hráč loptu vystreliť čo najďalej. Najlepšie bude vystreliť loptu čo najrýchlejšie, lenže pod akým uhlom? Tento problém sa týka nielen futbalistov pri výkope či atlétov pri vrhu guľou. Skokan do diaľky rieši tú istú dilemu: pri svojom skoku musí súčasne mieriť hore aj dopredu.

Jednoduchý vzorec ( $S = t \cdot v$ ) popisuje základné vzťahy: čím dlhší čas  $t$  poletí lopta rýchlosťou  $v$ , tým dlhšiu vzdialenosť  $S$  prejde. Rýchlosť lopty bude najvyššia vtedy, keď poletí takmer vodorovne – vtedy však aj rýchlo dopadne na zem, a keďže vo vzduchu nestrávil dlhý čas, nedoletí ďaleko. Najviac času vo vzduchu zasa lopta stráví vtedy, keď ju čo najrýchlejšie odpálime priamo vertikálne nahor. V takom prípade však bude jej horizontálna rýchlosť nulová alebo blízka nule a výsledná dĺžka odpalu bude mizivá.

Teoreticky je riešenie jednoduché: najvýhodnejším kompromisom medzi uhlom 0 stupňov pri vodorovnom odpale a uhlom 90 stupňov pri odpale priamo nad seba je uhol v strede medzi nimi: 45 stupňov. Skutočne, keby jedinou silou ovplyvňujúcou letiacu loptu bola gravitačná sila, hráčom golfu, futbalistom a skokanom do diaľky by stačilo natréňovať si presný

mínaného vzorca potrebujeme) totiž rastie aj odporová sila. Vypustenie pod uhlom 45 stupňov by síce umožnilo lopte zostať vo vzduchu dlhší čas, ale potom by bola na začiatku vypustená s nižšou horizontálnou rýchlosťou a kvôli dlhšiemu času letu by sa ešte viac spomalila a skôr dopadla na zem. Na druhej strane, keď napríklad hráč golfu odpaľuje loptičku s vetrom v chrbte, môže ju odpáliť pod väčším uhlom ako 45 stupňov, vďaka čomu zostane dlhšie vo vzduchu. Hoci normálne by pod takým uhlom prešla kratšiu vzdialenosť, vietor ju za kratší čas preniesie ďalej, ako by to bolo za bezvetria, či dokonca protivetra. Platí

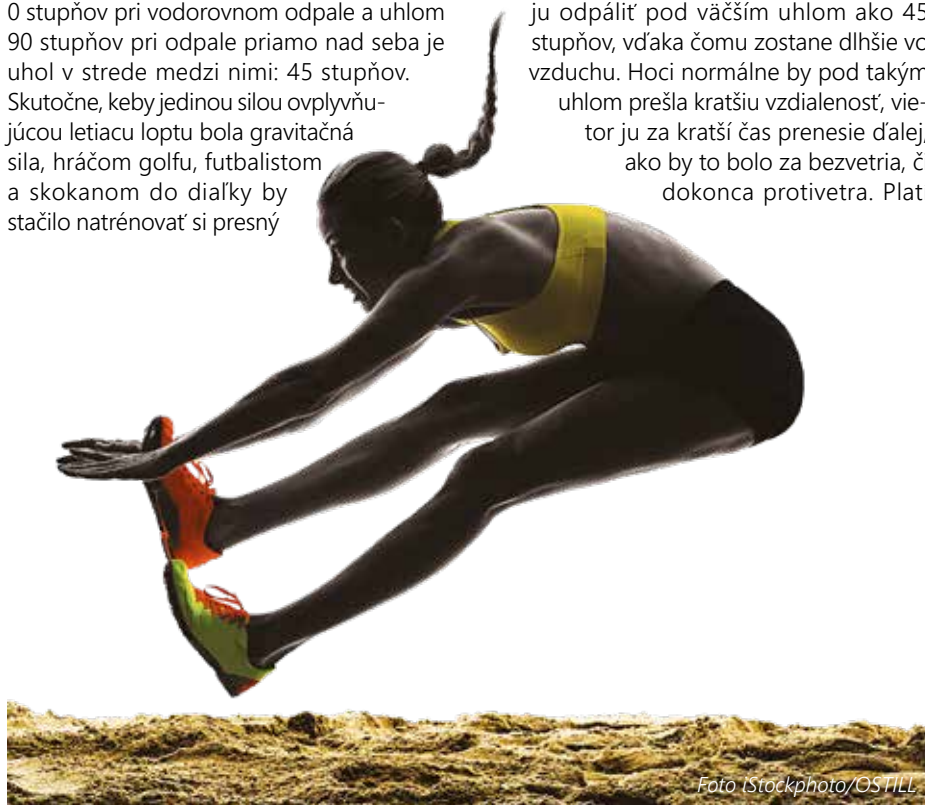


Foto iStockphoto/OSTILL



tiež, že rýchlosť vetra narastá s výškou od zeme, takže vysoko odpálená loptička nesená prúdom vzduchu poletí o to ďalej.

### AKO SKÁKAŤ Z ÚTESU

Austrálsky fyzik Rod Cross na svojej stránke venovanej športu pripomína, že sila, ktorá môže pôsobiť v horizontálnom smere, nie je rovnaká ako sila, ktorá môže pôsobiť vo vertikálnom smere. Loptu teda možno hodiť rýchlejšie v horizontálnom smere ako vo vertikálnom. Z toho vyplýva, že najlepší štartový uhol pre vrh guľou alebo hod oštepom je ešte nižší, ako by sa dalo očakávať len z aerodynamiky problému.

Pri vrhu guľou je najlepší uhol vypustenia menší ako 45 stupňov, pretože guľa sa, na rozdiel napríklad od spomínaného golfu, vypúšťa z výšky nad zemou danej fyzickou výškou atléta. V skutočnosti teda akoby začala letieť na úrovni zeme s uhlom 45 stupňov, ale po tom, ako vystúpi do skutočnej výšky štartu (z ruky guliara), bude už s horizontálnou rovinou zvierat menší uhol.

Je to ako keď niekto hádže loptu z vysokej budovy a chce, aby dopadla čo najďalej. Miesto pristátia je potom hlboko pod úrovňou terénu (strechy) a čas, ktorý lopta strávi vo vzduchu, závisí predovšetkým od času, za ktorý dopadne na zem. Nie je potrebné

hádzat ju pod uhlom 45 stupňov, aby sa získala dodatočná výška, ak dodatočný čas vo vzduchu predstavuje len malý zlomok času potrebného na pád na dno útesu alebo úroveň ulice. *Maximálna vzdialenosť sa v takýchto prípadoch dosiahne hodom takmer vodorovne, aby sa maximalizovala horizontálna rýchlosť vypustenia. Rovnaká úvaha platí, ak chce človek skočiť z vysokej skaly a dopadnúť čo najďalej, uvádza R. Cross.*

### STARÁ ZNÁMA ROTÁCIA

Ďalšia aerodynamická sila vzniká, ak sa lopta otáča: je ňou Magnusov efekt alebo Magnusova sila. Táto sila sa zväčšuje so zväčšujúcou sa rotáciou lopty a pôsobí kolmo na dráhu lopty aj na os rotácie. Keď sa lopta točí, mení sa spôsob, akým sa okolo nej pohybuje vzduch, na jednej strane sa zrýchľuje a na druhej zastavuje, čím vzniká sila, ktorá loptu tlačí nečakaným smerom (pozri *Quark 3/2023*).

Nemusí ísť iba o triky s futbalovou loptou alebo pri bejzbalových hodoch. Magnusov efekt sa dá využiť aj pri maximalizácii vzdialenosti odpalu. Keď sa napríklad golfová loptička odpáli s *backspinom* (spätnou rotáciou), Magnusov efekt pôsobí na loptičku smerom nahor ako vztlaková sila a drží ju vo vzduchu dlhší čas, ako by to bolo, keby sa netočila. V takomto prípade loptička prejde najväčšiu

horizontálnu vzdialenosť vtedy, keď je vystrelená pod uhlom približne 10 alebo 20 stupňov. Ak má loptička dostatočne silný *backspin*, takže výsledná Magnusova sila je väčšia ako gravitačná sila, loptička po vystrelení stúpa hore pod uhlom väčším ako 20 stupňov.

### PREČO MÁVAŤ RUKAMI

Pri skoku do diaľky býva najlepší štartový uhol približne 25 stupňov. V tomto prípade skokan urobí najprv veľa krokov behom, aby získal horizontálnu rýchlosť. Až úplne posledný krok mu slúži na zvýšenie vertikálnej rýchlosti. Bez rozbehu by nebolo fyzicky možné skočiť dohora jediným krokom s rovnakou horizontálnou rýchlosťou. Atlét by síce dokázal skočiť pod teoreticky ideálnym uhlom 45 stupňov, keby si dal pomalší rozbeh, vzdialenosť skoku by však potom bola oveľa menšia. Čas strávený vo vzduchu síce určuje práve vertikálna rýchlosť výskoku, lenže tú skokan nemôže zvýšiť, pretože na jej dosiahnutie má k dispozícii iba ten jeden krok – vzdialenosť skoku sa preto usiluje zväčšiť vyššou horizontálnou rýchlosťou, akú dosiahne práve dlhším rozbehom.

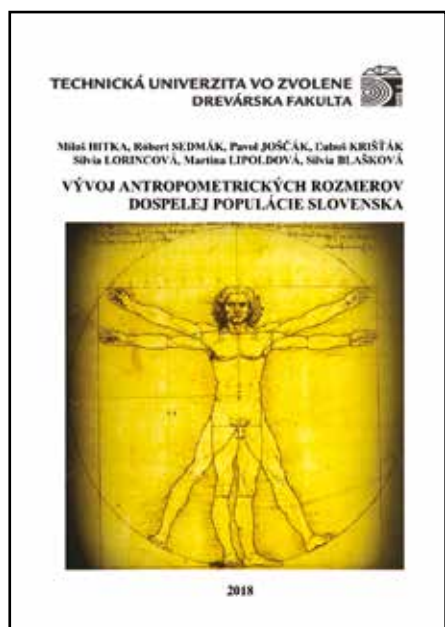
Ani rýchly beh však nestačí. Skokan sa musí snažiť, aby jeho nohy dopadli čo najviac dopredu pred telo, lenže v tejto polohe s nimi nemôže vyskočiť: naopak, vtedy sa musia tlačiť dozadu za telo, aby ho vystrelili do vzduchu. Takže musí zmeniť polohu nôh, keď je vo vzduchu. Keď vo vzduchu pohne rukami alebo nohami smerom od trupu, jeho telo sa bude otáčať okolo ťažiska. Pohybom rúk alebo nôh bližšie alebo ďalej od tela sa mení jeho moment zotrvačnosti (rozloženie hmotnosti okolo ťažiska). Keďže moment hybnosti sa nemôže zväčšiť ani zmenšiť, keď ruky vystrelia dozadu, nohy vystrelia dopredu, aby to kompenzovali. *Je to trochu podobné, ako keď plávate a chcete sa postaviť: ak ruky rýchlo spustíte pred seba, nohy vystrelia pod vás, aby sa zabezpečilo zachovanie uhlového momentu. Takmer rovnaký pohyb sa deje vo vzduchu pri skoku do diaľky, uvádza vo svojej internetovej publikácii popularizátor vedy Chris Woodford.*

R, foto Pixabay



# Rastieme do ŠÍRKY aj do VÝŠKY

Antropometrické vlastnosti, ako sú priemerná výška, šírka a hmotnosť svetovej populácie, sa za posledné storočie výrazne zmenili. Takéto trendy pozorovali a potvrdili výskumy vedcov vo viacerých krajinách sveta.



**Z**a posledných 150 rokov sa priemerná výška ľudí v priemyselných krajinách sveta zvýšila približne o 10 cm. V krajinách južnej a východnej Európy dokonca o 3 cm za posledných dvadsať rokov. Výška slovenskej populácie sa za posledné štvrtstoročie významne zvýšila o cca 4,5 až 5 %. Vyšší vzrast sledovanej populácie sa pripisuje

najmä zlepšeným sociálno-ekonomickým podmienkam.

## AKO SA MENÍ NAŠA HMOTNOSŤ

Čo sa týka ďalšieho antropometrického parametra, a to priemernej hmotnosti jednotlivcov, tá je tiež na vzostupe. Výskumníci z celého sveta pripisujú zvyšujúce sa percento ľudí s nadváhou životnému štýlu, stravovacím návykom a tiež stresu. Ako popisuje Svetová zdravotnícka organizácia (2022), celosvetová obezita sa takmer strojnásobila. V roku 2021 mala takmer tretina svetovej populácie nadváhu alebo obezitu. V ôsmich krajinách (USA, Egypt, Turecko, Čile, Argentína, Mexiko, Veľká Británia a Irak) sa ženská vekovo štandardizovaná obezita vyšplhala nad 30 %.

Na Slovensku je situácia podobná ako v iných vyspelých krajinách. Z údajov o BMI až 400 000 mužov na Slovensku trpí obezitou a 90 000 ťažkou obezitou. Vyše polovica mužov s ťažkou obezitou váži viac ako 110 kg.

## NEVYHOVUJÚCE ŠTANDARDY

Takéto zväčšovanie hmotnosti aj výšky ľudí sa musí nevyhnutne odraziť v dizajne nábytku. Ten musí byť tiež väčší a odolnejší. Vedci z Drevárskej fakulty Technickej uni-

verzity vo Zvolene analyzujú súčasné normy pre rozmery a pevnostné charakteristiky sedacieho a lôžkového nábytku. Riešia aj použité materiály na výrobu spomínaného nábytku vo vzťahu k pevnostným charakteristikám.

Súčasnú platnú európske normy posudzujú pevnosť, odolnosť a bezpečnosť domáceho sedacieho nábytku, napríklad stoličiek alebo pohoviek, na základe používania osobami s hmotnosťou do 110 kg. Nominálna hmotnosť pre lôžka je tiež do 110 kg. Štandardné rozmery postelí a matracov používané na Slovensku pre dospelú populáciu sú 70 – 180 × 180 – 200 cm. V súčasnosti sa teda používa zastaraná štandardizácia a je potrebné, aby posteľ a matrace vyhovovali vyšším a ťažším ľuďom.

## ANTROPOMETRIA V PRAXI

Zistilo sa, že používatelia s antropometrickými nadrozmermi, teda ľudia s nadváhou alebo výškou nad dva metre, sa neberú v procese navrhovania a sériovej výroby konštrukcie štandardného nábytku na Slovensku do úvahy. Z výsledkov výskumu dôležitých antropometrických údajov v dizajne a marketingu nábytku však vyplynulo, že na slovenskom trhu je možné kúpiť si nadrozmerne matrace a posteľ. Až 87 % slovenských predajcov ponúka matrace a posteľ pre osoby ťažšie ako 110 kg a 30 % predajcov predáva výrobky aj pre extra vysokých spotrebiteľov, no za veľký príplatok.

Je tiež dokázané, že pri spaní na antropometricky nevhodnom matraci a posteľi sú dôsledky vážnejšie než len skrátaná životnosť nábytku, pretože vo veľkej miere ovplyvňujú kvalitu spánku a následne aj kvalitu života jednotlivcov.

## POHODLIE, ZDRAVIE AJ BEZPEČNOSŤ

Vzhľadom na používanie stoličiek a iného sedacieho nábytku je dôležité brať do



úvahy pohodlie, fyzické zdravie, pohodu, výkon a bezpečnosť. Hmotnosť, na ktorú treba prihliadať pri tvorbe návrhov konštrukčných prvkov stoličiek, musí byť podľa výsledkov dlhodobých meraní 150 kg (130 kg + 15 %). Odporúča sa vytvoriť štandard s prihliadnutím na mužov s hmotnosťou do 150 kg. Na základe výsledkov pevnostných rozborov si zaťaženie stoličky s hmotnosťou používateľa 150 kg vyžaduje zmenu rozmerov bočníc, opierok a prierezu nôh.

Tieto zistenia platia aj pre konštrukciu štandardných stoličiek. Na základe analýzy bariatrickej (obéznej) populácie Slovenska bez ohľadu na pohlavie, ktorú tiež skúmal tím z Drevárskej fakulty vo Zvolene, boli v rokoch 2020 až 2022 definované nové hodnoty hmotnosti, obvodu pásu, bokov a šírky sedu tejto časti populácie. Zvýšená priemerná telesná hmotnosť robí túto skúmanú tému veľmi aktuálnou a nevyhnutnou.

Na základe získaných údajov autori štúdie navrhli nové rozmery drevených stoličiek pre bariatrickú časť populácie s výškou sedu

## SLOVÁCI V ČÍSLACH

Výskum zameraný na analýzu antropometrických údajov Slovákov má na Drevárskej fakulte vo Zvolene dlhodobú tradíciu. Zber a analýza antropometrických údajov mužov a žien sa vykonáva už takmer 30 rokov. Niektoré údaje výberových vzoriek pochádzajú ešte z obdobia 80. rokov minulého storočia.

Viac o tejto problematike sa môžete dočítať vo významných publikáciách autorov z Technickej univerzity vo Zvolene v renomovaných vedeckých časopisoch, ale aj v publikácii *Vývoj antropometrických rozmerov dospelaj populácie Slovenska*, ktorú napísal profesor Miloš Hitka so svojim kolektívom. Práve profesor M. Hitka z Katedry ekonomiky a riadenia podniku Drevárskej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene je *otcom* predmetného výskumu. Ešte ako mladý vedeckovýskumný pracovník v 90. rokoch si na vedeckom pobyte v Nemecku uvedomil, že je nižší od svojich tamojších kolegov. Vtedy začal uvažovať o výskume, ktorý by sa zameriaval na analýzu trendov rastu populácie. S meraniami začal v roku 1993 na predmete ergonómia a pokračuje až do súčasnosti, pričom výskum realizuje na siedmich ďalších slovenských univerzitách.

Ako sám povedal, danej problematike sa venuje už niekoľko desaťročí a jeho odporúčanie pre prax je jednoznačné: *Súčasná pevnostná a rozmerová norma dreveného sedacieho a lôžkového nábytku je nevyhnutné aktualizovať vzhľadom na to, že ako populácia sme jednoznačne narástli do šírky aj do výšky.*



Prof. M. Hitka



Foto Pixabay

49 cm, šírkou sedu 67 cm a hĺbkou sedu 47 cm. Úprava rozmerov drevených stoličiek podľa aktuálnych trendov by umožnila bariatrickým ľuďom oveľa pohodlnejšie sedenie, a tým aj predchádzať mnohým zdravotným problémom.

## APLIKÁCIA VÝSLEDKOV

Výrobcovia nábytku by teda mali dôrazne dbať na získané nové poznatky o zmene antropometrických vlastností slovenskej populácie a vyrábať štandardný lôžkový a sedací nábytok podľa odporúčaní vedeckej komunity. Takáto výrobná stratégia im nesporne prinesie konkurenčnú výhodu na domácom trhu, pričom výrobná cena sa vôbec nemusí dramaticky zvýšiť.

Praktická aplikácia výsledkov však môže pomôcť aj iným odvetviám. Dobrým príkladom sú výtahy. Priemerný výtah má

nosnosť 1 000 kg a je určený pre 10 až 12 osôb. Zvyšovanie hmotnosti populácie však znižuje možný počet prepravených osôb. Výskumníci neustále poukazujú na to, že táto situácia môže byť problémom aj pri dopravných prostriedkoch, ako sú autá, lietadlá či autobusy.

**Ing. Michaela Korená Hillayová, PhD.**

**Ing. Klára Báliková, PhD.**

**Referát transferu technológií CVTI SR**

**Lesnícka fakulta**

**Technická univerzita vo Zvolene**

**Foto archív M. Hitka**

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt Národná infraštruktúra pre podporu transferu technológií na Slovensku II, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Foto Pixabay



Zberač jahôd E-Series od spoločnosti Agrobot, screenshot YouTube/AGROBOT

# Od PALÍC po SATELITY

Po jahodovej plantáži jazdí na troch kolesách vozidlo bez obsluhy. Jeho robotické ramená pracujú v choreografii pripomínajúcej zohratý tím zberačov. Plodov sa ani nedotýkajú, pri oberaní ich chytajú iba za stopky. Prví poľnohospodári by nevyhádzali z úžasu.

**P**ráca na poli tradične znamenala fyzickú *lopotu* s neistým výsledkom. V súčasnosti farmári využívajú techniku v miere porovnateľnej so stavebníctvom a inými odvetvami, kde sa pracuje pod holým nebom. Kombajny či traktory sú čoraz viac automatizované a zapájané do sietí.

## NA JAHODY S ROBOTOM

Robotický zberač plodín E-Series od španielskej spoločnosti Agrobot nemusí účinkovať iba pri zbere jahôd. Dá sa prispôbiť pre potreby inej poľnohospodárskej konfigurácie. Kombajn poháňaný elektromotorom je vyrobený z nehrdzavejúcej ocele a hliníka a vďaka jednoducho nastaviteľnej decentralizovanej architektúre dvadsiatich štyroch samostatných pracovných ramien dokáže pracovať s vysokou mierou presnosti.

Farebné a infračervené senzory zachytávajú optické detaily plodín. Počítačové jednotky na spracovanie grafických informácií pomáhajú vyhodnotiť zrelosť ovocia a prispôbiť prácu ramien. Robotické ramená uchopia a odrežú stopku a jahodu premiestnia do prepravky. Senzory lidar na palube vozidla používajú laser na vypúšťanie svetelných pulzov. Odrazy od okolia porovnávajú s údajmi z GPS a sledujú zadaný perimenter okolo vozidla. Robot tak neustále vie, kde sa práve nachádza, a zároveň stráži bezpečnosť: v prípade narušenia perimetra, napríklad tým, že do neho vstúpi nejaká osoba, sa kombajn okamžite zastaví.

## POLNÝ VYSÁVAČ

Robotický *vysávač škodcov* Bug Vacuum z rovnakej dielne svojím vzhľadom pripomína typický štvorkolesový traktor. Po poli sa však pohybuje sám – stačí ho tam doviezť, *nasadiť* do brázdy medzi záhonmi a nastaviť na automatický chod. Ďalej pokračuje už bez vedenia: robot rozpozná záhonové brázdy a navádza sa nimi. Keď sa brázdy skončia, navigačný ovládač rozhodne, čo ďalej: prejsť na ďalší riadok, otočiť sa alebo dokončiť program. Keď prejde na ďalší riadok, urobí obrat a postupuje opačným smerom. Takto je schopný rýchlosťou 3,2 km/h prejsť celé pole, pričom motor s výkonom takmer 21 konských síl mu umožňuje pracovať 15 hodín bez prestávky. Aj Bug Vacuum je vybavený snímačmi lidar, ktoré identifikujú osoby a prekážky.



Screenshot YouTube/AGROBOT

Ďalším rozdielom v porovnaní s bežným traktorom je účel vozidla: vysávanie škodlivého hmyzu zo záhonov pomocou dvojitého ventilátorového vákuového systému, ktorý zabezpečuje rovnomerné prúdenie vzduchu po celej šírke lôžka. Optimálny podtlak sa dosahuje vďaka presnej regulácii výšky ventilátora, čím sa maximalizuje nasávanie chrobákov. Vstupný otvor ventilátora je vyrobený z nehrdzavejúcej ocele a potravinárskeho silikónu.

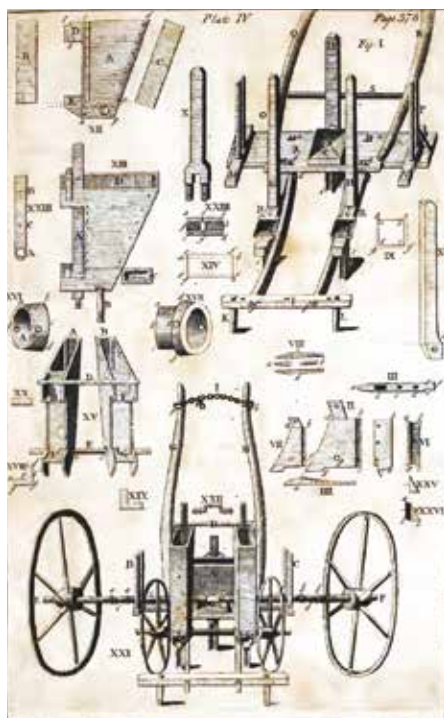
## MENŠIE, ALE LACNEJŠIE

Robotické vozidlá na poliach už nie sú raritami. Harvest Automation HV-100 pomáha pri sadební a premiestňovaní rastlín v škôlkach. Mapovací softvér mu pritom umožňuje samostatne pracovať v známom prostredí aj bez dozoru. Robotické kombajny vákuovo trhajú jablká či papriku, alebo zberajú bavlnu ako stroj firmy Green Robot Machinery, ktorý má naprogramovanú typickú topografiu bavlny a pomocou algoritmov vedenia ramien dokáže samostatne zvoliť najlepší prístup ku konkrétnej rastline. Americká spoločnosť Cotton Incorporated sa v spolupráci s Georgijskou univerzitou pokúša robotické zberače bavlny zdokonaľiť tak, aby využitím strojového učenia zároveň kontrolovali burinu na poliach, sledovali škod-

ce a vyrovnávali riadky. Výhodou robotických strojov nie je iba to, že nežiadajú o dovolenku a pri práci budia úžas. Cena bežných bavlnárskych kombajnov presahuje 700 000 dolárov a v prípade kolosov typu John Deere 7760 dosahuje až jeden milión dolárov. Za to možno kúpiť asi 50 menších robotických strojov.

## MOTOROVÝ VÔL

V roku 1701 vynášiel anglický agronóm Jethro Tull sejací stroj, ktorý kombinoval pluh na vytváranie riadkov so zásobníkom a lievikom na rozdeľovanie osiva a s bránami na zakrytie



Ilustrácia Tullovej sejačky z roku 1762, foto wikipédia/Jethro Tull, public domain

čerstvo osiatych riadkov. Tullova sejačka sa ešte ťahala ručne alebo pomocou zvierat, predznamenala však nový trend vývoja mechanizmov kombinujúcich viaceré funkcie.

Sto rokov po Tullovom vynáleze sa na poliach objavili parné stroje a čoskoro na scénu prišli aj prvé traktory. Pomenovanie týmto vozidlám dala ťažná sila, trakcia – ešte pred nimi sa používali tzv. trakčné motory umies-



Henry Ford sediaci na prototyp traktora Fordson z roku 1908, foto wikipédia/Frankie Fouganthin, CC BY-SA 4.0



Robotický vysávač škodcov Bug Vacuum, screenshot YouTube/AGROBOT



Traktor Big Bud 16V-747, foto wikipédia/Rwslivka, CC BY-SA 4.0

tené na koncoch riadkov poľa, ktoré ťahali na drôte zavesený pluh.

Parné traktory boli ťažkopádne a nespoľahlivé. Až vynález spaľovacieho motora viedol v roku 1892 k prvému bezpečnejšiemu benzínovému traktoru, ktorého autorom bol americký vynálezca John Froelich. Odkedy v roku 1917 predstavil Henry Ford sériovo vyrábaný traktor Fordson, traktor sa stal skutočnou náhradou ťažných zvierat v poľnohospodárstve. Silné vozidlá so zväčšenými kolesami, vhodné do poľného prostredia a bežne neprepáždného terénu, dokážu ťahať rôzne náradie od jednoduchých pluhov až po kombajny.

## MECHANICKÝ ŽNEC

Prvý kombajn (*combine harvester*, teda kombinovaný zberač) zostrojil v roku 1835 Hiram Moore v USA. Stroj dokázal ťať, mlátiť a vyžinať obilniny. Používal už moderný princíp nožnicového strihania rastlín, ktorý funguje doteraz. Moorov kombajn s dĺžkou 5,2 m a šírkou záberu 4,57 m však muselo ťahať 20 koní a asistovať pri ňom muselo niekoľko robotníkov. Kombajny pre ich rozmery dlho ťahali zvieratá, pokusy s parnou silou, pričom v kotle sa používala slama, nevedli nikam. Prvé kombajny s benzínovými alebo naftovými motormi sa objavovali až od 30. rokov a po druhej svetovej vojne.

V roku 1952 spoločnosť Claeys uviedla prvý samohybný kombajn v Európe a v roku 1953 európsky výrobca Claas vyvinul kombajn s názvom Hercules, ktorý dokázal pozbierať až 5 ton pšenice za deň. Moderné kombajny sú vybavené snímateľnými čelníkmi určenými na konkrétne plodiny. Zhrňáč má vratnú nožovú rezaciu lištu a otočný kotúč s kovovými zubami. Tie spôsobujú, že po pokosení sa plodina dostane na dopravník.

V 80. rokoch začali kombajny využívať elektroniku a v súčasnosti pracujú už aj so

satelitnou navigáciou. GPS poskytuje presné informácie o polohe vozidla, rýchlosti zberu a kapacite nakladania. Umožňuje aj automatické riadenie a zber úrody bez obmedzenia – denného alebo nočného svetla. GPS dokáže zmapovať cestu cez pole s automatickým riadením a vozidlo sa môže pohybovať po trase s presnosťou na centimetre.

## VÝVOJ SA ZRÝCHLUJE

Traktor nahradil ťažné zvieratá, kombajn zasa žencov, mlatcov, zberačov slamy a ďalších robotníkov. Medzi prvými poľnohospodármi z éry po konci ľadovej doby, ktorí pracovali ručne a úrodu nosili na chrbtoch, a farmármí obsluhujúcimi robotické traktory a satelitmi navádzané kombajny ležia tisícročia vývoja.

Tisíce rokov ľudia na poli pracovali iba rukami, palicami a kamennými motykami. Prvé vidlicovité pluhly vznikli až 5 000 rokov pred n. l. Ďalších tisíc rokov trvalo, kým domestikovanie volov v údolí rieky Indus umožnilo zapriať do pluhov prvé ťažné zvieratá. Kamené kosáky, ktoré umožňovali ťať viac obilia, sa objavili až v časoch starovekého Sumeru a prvý železný pluh v Číne v 5. storočí pred n. l. V Európe sa kovové pluhly rozšírili až v ranom stredoveku. A na ozajstné mechanizmy museli poľnohospodári počkať ďalšie tisícročie.

Vývoj nepostupuje rovnomerne. Kombajny s výkonom motora 800 koní (600 kW) a zhrňáčmi širokými 18 m nevznikli tisíce, ale len asi sto rokov. A traktor Big Bud 16V-747 z roku 1977, 8,5 m dlhý a 6 m široký obor, ktorému 16-valcový motor umožňuje na 2,5 m vysokých kolesách obrábať pol hektára za minútu, delí od prvého motorového traktora len asi 80 rokov. Prví poľnohospodári by nevychádzali z úžasu. Ešte viac by asi žasli, že ľudstvo ešte vždy nie je nasýtené. Za to však, pravda, poľná technika nemôže.



# NUKLEÁRNY raketový motor

Americká vesmírna agentúra NASA vyvíja na báze jadrovej štiepnej reakcie alternatívny, až štyrikrát účinnejší druh raketového pohonu.

V roku 1957, v ktorom na obežnú dráhu okolo Zeme vypustili prvú umelú družicu – ruský Sputnik, sa začala kozmická éra ľudstva. Začali sa preteky o symbolické prvenstvá pri prieskume a výskume vesmíru. Prvá fáza týchto pretekov sa sústredila na vyslanie človeka do vesmíru a *zvíťazil* v nej vtedajší Sovietsky zväz, ktorý 12. apríla 1961 vyslal do vesmíru kozmonauta Jurija Gagarina. Spojeným štátom americkým sa podaril mimoriadne veľký krok pri výskume vesmíru v júli 1969, keď na Mesiaci pristál lunárny modul kozmickej lode

Apollo 11 a dvaja členovia posádky – Neil Armstrong a Edwin Buzz Aldrin – vstúpili na povrch nášho najbližšieho vesmírneho suseda. Mesiac sa stal – a naďalej je – jediným mimozemským vesmírnym telesom, na ktoré človek vstúpil.

Vedci, inžinieri a kozmickí konštruktéri sa zhodujú na tom, že ďalším potenciálne vhodným vesmírnym kandidátom na *miniosídľovanie* vesmíru je planéta Mars. Má to však háčik: cesta na Mars trvá približne sedem mesiacov, pričom kozmická loď preletí asi 480 miliónov kilometrov. Keďže doterajší rekord najdlhšie-

ho kontinuálneho pobytu človeka vo vesmíre je viac než 14 mesiacov (437 dní, kozmonaut Valerij V. Poľakov), z časového hľadiska by let na Mars, krátky pobyt na ňom a let späť nemal byť problém. Ten tkvie v tom, že na zásobovanie dlhodobých pilotovaných vesmírnych lodí slúžia pravidelne prilietavajúce zásobovacie moduly, no pri letoch na planétu Mars si bude musieť posádka vziať všetko potrebné so sebou. Veľmi dôležité bude minimalizovanie nielen vezených zásob, ale aj celej lode a jej hnacieho motora.

Doteraz sa na pohon vesmírnych dopravných prostriedkov takmer výhradne používali raketové motory na báze chemickej energie uvoľňovanej pri reakcii paliva s oksyľčivadlom. Americká vesmírna agentúra NASA nedávno oznámila, že v spolupráci s Agentúrou pre výskum pokročilých obranných projektov (DARPA) začne vyvíjať alternatívny druh raketového pohonu na báze jadrovej štiepnej reakcie. Pri tejto reakcii sa vyvíja značné množstvo tepla, ktoré sa využije na ohrev kvapalného paliva. To sa intenzívne mení na plyn expandujúci cez dýzu, generujúcu tak ťažnú silu.

Podľa agentúry NASA by nukleárny raketový pohon mohol byť tri až štyri razy účinnejší než bežný chemický raketový motor – neuviedla však, čo pod účinnosťou myslí. Ak všetko pôjde dobre, prvý vesmírny testovací let nového nukleárneho raketového motora by sa mal uskutočniť v roku 2027.

**Vizualizácia DARPA/NASA**

# Neviditeľná SUPERJACHTA

Najnovšia plánovaná talianska superjachta bude energeticky sebestačná, bude získavať vodík z morskej vody a nebude produkovať nijaké uhlíkové emisie.

Jedným z mimoriadne luxusných a drahých artiklov sú veľké námorné jachty, nazývané aj superjachty. K flotile superjacht, ktoré v súčasnosti brádzia svetové moria alebo sú zakotvené v exotických destináciách, by v roku 2030 mala pribudnúť futuristická jachta Pegasus, navrhnutá renomovaným priemyselným dizajnérom Jozefom Forakisom. Ten vedie vlastný dizajnérsky ateliér a prednáša na Domus Academy v Miláne

a v Institute of Interaction Design v mestečku Ivrea pri Turíne.

O plánovanej talianskej superjachte zatiaľ nie sú známe nijaké konkrétne technické údaje s výnimkou celkovej dĺžky plavidla – tá má byť 88 metrov. Známe je však to, že jachta by mala využívať najmodernejšie technológie. Podľa J. Forakisa to bude, obrazne povedané, symfónia existujúcich a ešte len vyvíjaných technológií, ktoré umožnia dosiahnuť bez-

precedentnú úroveň udržateľnosti, štruktúrnej integrity a dĺžky plavby. Dômyselný je najmä hnací systém jachty, ktorý neprodukuje nijaké uhlíkové emisie. Takmer celý povrch jachty je pokrytý solárnymi článkami, ktoré budú poskytovať elektrickú energiu na odsolovanie morskej vody a na napájanie elektrolyzérův na získavanie vodíka z morskej vody. Vodík sa bude uskladňovať vo vysokotlakových nádobách, slúžiacich na dlhodobé uskladnenie energie. Bude sa využívať v palivových článkoch na výrobu elektrickej energie. Táto energia sa bude krátkodobo uskladňovať v lítiovo-iónových batériách. Najväčším odberateľom elektrickej energie budú hnacie elektromotory.

Svetovou novinkou je aj to, že nosná konštrukcia superjachty, tvorená trojuholníkovými mriežkami, bude zhotovená metódou 3D tlače. Takáto konštrukcia je ľahšia a vyžaduje menej energie na zhotovenie než klasické lodné konštrukcie. Zaujímavým prvkom sú *krídla* po oboch stranách nadstavby. Na lesklých kovových aj sklenených vonkajších paneloch sa budú odrážať more i oblaky na oblohe, takže luxusná jachta bude podľa J. Forakisa pri pohľade z niektorých smerov *neviditeľná*.

**Vizualizácia Strutturaleggera/Jozef Forakis**



# Džínsy S AIRBAGOM

Švédsko prichádza s návrhom na zvýšenie bezpečnosti motocyklistov a uvádza na trh nohavice so špeciálnym integrovaným airbagom.

Podľa štatistík sú najohrozenejšími účastníkmi cestnej premávky chodci, cyklisti a kolobežkári. Pokiaľ ide o jazdu motorovými vozidlami, najohrozenejšími sú tí motoristi, resp. cestujúci, ktorí nie sú uzavretí vo vozidle, a teda nie sú chránení jeho konštrukciou. Podľa štatistik a kvalifikovaných odhadov jazdí na svete približne 770 miliónov motocyklov (vrátane skútrov a podobných dopravných prostriedkov). Pri fatálnych haváriách motocyklistov zomrie ročne asi 380 000 ľudí, z nich 91 % tvoria muži. Podľa štatistik takmer tretinu nehôd s fatálnymi následkami zapríčiňujú opití vodiči. Štatistiky v USA hovoria, že dopravné nehody motocyklistov spôsobujú ročne ekonomické škody vo výške jednej miliardy dolárov. Zaujímavý údaj vypovedá aj o tom, že približne 56 % všetkých motocyklových nehôd na svete sa stane na mestských cestách, predovšetkým na križovatkách.

Jazdci a spolujazdci na motocykloch sú podstatne menej chránení pred dôsledkami havárií než v aute sediaci vodiči a cestujúci, ktorí sú pripútaní bezpečnostnými pásmi a chránení airbagmi. Jediným významným prvkom pasívnej bezpečnosti motocyklistov je prilba chrániaca hlavu – podľa štatistik zni-

žuje používanie prilby riziko úmrtia v dôsledku havárie až o 67 %.

S inovatívnym bezpečnostným prvkom prichádza teraz švédsko Mo'cycle, ktorá uvádza na trh nohavice (džínsy) s integrovaným špeciálnym airbagom. Tento airbag ochráni pri páde spodnú časť tela, najmä

oblasť kostrče. Airbag je s motocyklom spojený pružným páskom, ktorý sa počas havárie, po oddelení padajúceho motocyklistu od svojho stroja, v priebehu niekoľkých milisekúnd nafúkne a zmierni náraz trupu na vozovku. Na nafúknutie slúži plyn CO<sub>2</sub> z malej bombičky, ktorú možno opakovane plniť plynom.

Výrobca tvrdí, že jeho inovatívne džínsy sú rovnako pohodlné ako bežné nohavice a sú zhotovené z priedušnej tkaniny odolávajúcej vode a abrázii. Bezpečnostné džínsy sa budú dodávať v rôznych strihoch, veľkostiach a farbách – a vraj na nich nie je poznať, že ukrývajú airbag.

Foto Mo'cycle



# Inteligentný STENT

Tím špecialistov vyvinul implantát obsahujúci snímač a anténu, ktorý bude po zavedení stentu do tela pacienta vysielat' rádiový signál o prietoku krvi.

Zlepšovanie diagnostických metód a liečebných postupov sa musí neustále zdokonaľovať, príkladom môžu byť vyšetrovacie metódy NMR (jadrová magnetická rezonancia) či CT (počítačová tomografia). Občas sa však objaví veľmi jednoduchá liečebná metóda, ktorá dokáže zachrániť životy tisícov pacientov. Takou je aj metóda vkladania tzv. stentov do upchávajúcich sa častí nášho krvného obehu, ale aj do iných rúrkových systémov v našom tele.

Stent je rúročka, obvykle s mriežkovou štruktúrou, ktorú cievny chirurg zasunie do zúženej časti cievy a zabráni tak jej upchatiu. Práve upchatie býva častou príčinou infarktu, ktorý bez rýchleho medicínskeho zákroku môže viesť až k smrti pacienta. Pôvod slova *stent* nie je doteraz objasnený a vedú sa o ňom polemiky. Jedným z najpravdepodobnejších vysvetlení sa javí, že bolo odvodené

z mena anglického zubného lekára Charlesa Thomasa Stenta (1807 – 1885), ktorý vyvinul špeciálny materiál na zhotovovanie dentálnych odtlačkov. V súčasnosti existuje mnoho druhov stentov, od samoexpandujúcich pre koronárne cievy až po jednoduchšie plastové stenty v močových cestách.

Historicky prvú implantáciu stentu do pacienta uskutočnili lekári Jacques Puel a Ulrich Sigwart vo Francúzsku v roku 1986, teda relatívne nedávno. Jedným z problémov pri využívaní stentov je to, že po ich vložení do cievy je problém zistiť, či sa stent správa tak, ako by mal. Lekári nemajú žiadnu informáciu o tom, čo sa deje vnútri cievy.

Tento nedostatok sa pokúsil odstrániť tím špecialistov na Georgia Institute of Technology v americkej Atlante. Odborníci vyvinuli implantát, ktorý vysielal údaje o prietoku krvi do externého počítača alebo mobilné-



ho zariadenia. Rovnako ako bežný stent aj jeho inovatívna verzia sa chirurgicky vloží na zúžené miesto v cieve, čím zabezpečuje dobré prúdenie krvi. Stent obsahuje snímač a anténu, ktorá pasívne prijíma a vracia signál, neobsahuje však elektrický obvod ani batériu, ktorú by bolo treba nabíjať alebo vymeniť. Energii na svoju činnosť získava stent magnetickým poľom. Snímač, resp. snímače v stente vysielajú rádiový signál o prietoku krvi a tento signál dešifruje lekár.

Pri skúškach na zvieratách poskytoval stent presné údaje, no pred jeho používaním na ľuďoch treba ešte vykonať množstvo testov.

Foto Georgia Institute of Technology  
Dvojstranu pripravil Radomír Mlýnek

Knižnica a vzdelávacie centrum Ekonomickej univerzity vo Viedni,  
foto wikipédia/C. Stadler/Bwag, CC-BY-SA-4.0



## Ubytovanie pre idey

Priestory univerzít a vysokých škôl musia plniť základný účel a poskytovať miesto pre posluchárne, študovne či knižnice. Celkový vzhľad týchto inštitúcií však môže byť taký moderný – alebo naopak, taký zdanlivo *nemoderný* –, ako sa len tvorcom zachce.

**P**re Grékov z čias Platónovej Akadémie bola inštitúcia vyššieho vzdelania skôr ideou než stavbou. Budovy stredovekých univerzít zasa pripomínali, že myšlienky potrebujú poriadok rovnako ako v kláštore, z ktorých sa vyvinuli. Moderní architekti hľadajú čo najnapaditejšie

*ubytovanie pre idey, ktoré budú tvarovať našu budúcnosť.*

### LUXUSNÁ JACHTA

Knižnica a vzdelávacie centrum Ekonomickej univerzity vo Viedni takmer ani nevyzerá ako budova. Dielo štúdia architektky Zahy

Hadidovej z roku 2013 viac pripomína luxusnú zaoceánsku loď. Na ploche 28 000 m<sup>2</sup> v centre univerzitného areálu Viedne bol vztýčený 30 metrov vysoký, 76 metrov široký a 136 metrov dlhý päťpodlažný polygonálny blok, ktorý je sídlom približne 24 000 študentov a 1 800 zamestnancov.

Rovné línie mimo budovy sa pri postupe dovnútra oddeľujú a zakrivujú, aby vytvorili to, čo autori návrhu opisujú ako *vnútorný kaňon*, ktorého tvary pripomínajú vrstvy skalného útvaru (niektoré vonkajšie fasády budovy sú naklonené až o 35 stupňov). Vnútri steny ustupujú veľkému centrálnemu priestoru – átriu, ktoré slúži ako stretávací bod, a chodbám a mostom umožňujúcim



Nová budova pre Eskenaziho školu umenia, architektúry a dizajnu na Indianskej univerzite, screenshot YouTube/Indiana University Bloomington



Knižnica Magdalene College v Cambridge, screenshot YouTube/Magdalene College

plynulé prechody medzi rôznymi úrovňami budovy. Centrum obsahuje kníhkupectvo, kaviareň, kopírku, spoločenskú miestnosť, učebne a poslucháreň, dvomi hlavnými časťami komplexu sú však knižnica so študovňami a administratívne priestory. Tieto dva oddiely sú oddelené *kaňonmi* pretínajúcimi budovu, v ich strede je vytvorené átrium osvetlené prirodzeným svetlom, ktoré má podľa autorov pôsobiť ako námestie.

Fasáda aj interiér budovy s knižnicou sú zo železobetónu vystuženého sklenenými vláknami, ktorý zabezpečuje dlhú životnosť konštrukcie. Budova je schopná zachytávať a opäť používať 75 % z odpadového tepla, pričom až 50 % potreby tepla je pokrytých geotermálnou energiou.



Študentský domov Mob Quad v areáli Merton College v Oxforde z konca 13. storočia ešte bez komínov, ktoré sa v Anglicku na budovách začali stavať až o tristo rokov neskôr, foto wikipédia/DWR, CC BY-SA 2.5

## BAUHAUS Z ROKU 2022

Vo februári 2022 bola v Bloomington v americkej Indiane otvorená nová budova pre Eskenaziho školu umenia, architektúry a dizajnu na Indianskej univerzite. Budova je nová dátumom postavenia, nie však svojou myšlienkou. Vznikla totiž vďaka tomu, že bývalý absolvent a člen spolku *Pí Lambda Fí*, ktorý budovu pred viac ako 70 rokmi objednal pre sídlo fakulty, v roku 2013 upozornil na existenciu pôvodných architektonických plánov, ktoré sa nachádzali v zbierke Ludwiga Miesa van der Roha v Múzeu moderného umenia v New Yorku.

Nemecký architekt Ludwig Miese van der Rohe bol jedným z priekopníkov architektúry 20. storočia a posledným riaditeľom slávnej školy výtvarných umení Bauhaus pred jej zánikom v roku 1933 po nástupe nacistov k moci. Od roku 1938 žil v USA. Medzi jeho diela patrí okrem iného aj známa funkcionalistická vila Tugendhat v Brne v susednom Česku. Pôvodný projekt budovy z roku 1952 zrušili pre nedostatok finančných prostriedkov a na návrhy sa zabudlo. Takmer pol storočia po smrti L. Miesa van der Roha (v roku 1969) prevzalo jeho znovuobjavený návrh architektonické štúdio Thomas Phifer and Partners

a uskutočnilo ho iba s malými prispôbeniami súčasným bezpečnostným a iným normám.

## SKLO A OCEĽ

Na stavbu budovy, ktorá dostala meno po spomínanom znovuobjaviteľovi stavebných plánov Sidneymu Eskenaziovi, ktorý stavbu aj spolufinancoval, mali architekti k dispozícii len veľkú plochu 3 050 m<sup>2</sup>. Dokázali však verne zrekonštruovať pôvodnú architektonickú víziu v podobe 18 metrov širokej a 43 metrov dlhej vyvýšenej dvojpodlažnej obdĺžnikovej konštrukcie zo skla a lakovanej bielej ocele. Horné podlažie je celé presklené a vystupuje nad betónové steny zapustenej prízemnej konštrukcie. Spodná úroveň je z väčšej časti



Bodleyho knižnica v Oxforde, foto Pixabay

otvorená, s centrálnym átrium, ktoré sa tiahne cez druhé podlažie.

Rozčlenené interiéry majú strohé biele aj drevené steny, podlahy sú zo sivého vápence a bieleho epoxidového terrazzo. Terrazzo je materiál, ktorý obsahuje kombinované úlomky mramoru, žuly, kremeňa, mušlí, skla alebo iných vhodných materiálov zliatych dohromady pomocou cementu alebo epoxidu. Súčasťou interiéru budovy sa stal aj vybraný nábytok od Miesa van der Roha a Florence Knollovej. Medzi prvky stavby prispôbené súčasným predpisom patria pridané schodisko, hydraulický výťah a rozšírenie mechanickej miestnosti. V záujme dodržiavania environmentálnych noriem spoločnosť Thomas Phifer and Partners nahradila jednoduché sklo izolačným sklom s vysokou účinnosťou.

## MODERNÁ MINULOSŤ

Budova knižnice Magdalene College Cambridgeskej univerzity, ktorá dostala prestížnu britskú cenu za architektúru Stirling Prize za rok 2022, navonok veľmi neprezrádza, že je v areáli starodávnej 700-ročnej školy novinkou, prišielcom z 21. storočia. Knižnica s fasádou z červených tehál, sedlovými šikmými strechami, veľkými oknami v dubových rámoch a vysokými štýlovými komínmi pôsobí ako dôstojný spoluhráč svojich stredovekých a viktoriánskych susedov. Budovu s rozlohou 1 525 m<sup>2</sup> navrhli v ateliéri írskeho architekta Nialla McLaughlina.

Priestor za drevenými vstupnými dverami do vstupnej haly s trojitou výškou pripomína

katedrálu. Interiér, štruktúrovaný na tartanovej mriežke, je usporiadaný okolo centrálnej čítárne s výškou dvoch podlaží, ktorá je zo všetkých strán a úrovni orámovaná menšími miestnosťami, malými výklenkami a balkónmi pre jednotlivcov a skupiny, ako aj úzkymi komunikačnými cestami. Tieto rôznorodé priestory vymedzujú opakujúce sa tehlové komíny a ďalšie nosné tehlové zvislé plochy, ktoré zároveň podopierajú drevené podlahy a knižné stohy.

## VZDUCH STÚPA, SVETLO KLESÁ

Prirodzené svetlo prúdi z lucernových svetlíkov pod sedlovými strechami a spolu s pasívnym vetraním, ktoré zabezpečujú komíny, minimalizuje celkovú spotrebu energie; technické drevo, ktoré dodáva teplo a hmatateľnosť, bolo tiež vedomým výberom materiálu na zníženie emisií uhlíka pri výstavbe budovy. Budova je tak starodávna svojím dizajnom, ale nadčasová vyhotovením. Podľa autora návrhu N. McLaughlina v nej vzduch stúpa a svetlo klesá.

V budove podľa neho nastáva *prevracanie minulosti a budúcnosti. Sú tam komíny preto, že vyzerajú tradične, alebo preto, že sú súčasťou ventilačného systému? Je rad šikmých striech len napodobnením striech tradičných budov v okolí alebo sú to aj svetlíky, ktoré do budovy prinášajú svetlo? Je to abstraktná, takmer vedecká, racionálna vec alebo je to výsledok starodávnych postupov, ktoré len pokračujú z generácie na generáciu?* uviedol o svojom výtvore pre magazín o dizajne a architektúre *Azure* v decembri 2022 N. McLaughlin.

## BEZ HRANÍC

Arkáda so sedadlami a mramorový chodník pre majstra filozofa a hlúčik jeho vybraných žiakov by sotva naplnili moderné predstavy o vysokom vzdelaní pre masu. Stredoveké univerzity – prvé združenia učiteľov a učencov – by sa súčasným predstavám blížili viac, ako ukazujú doteraz zachovaná aula, kaplnka, knižnica a budova na ubytovanie študentov Merton College v Oxforde z 13. storočia či ukážka anglickej gotiky Bodleyho knižnice v Oxforde.

Súčasnosť predstavujú nielen hypermoderné štruktúry ako Vzdelávacie centrum vo Viedni, budova Centra pre tvorivé médiá Mestskej univerzity v Hongkongu, Akademická archa Otemon Gaukin University v japonskom Ibaraki alebo centrum dizajnu Sharp pri Ontárijskej vysokej škole umenia a dizajnu v Toronte. Súčasnosť môže byť aj znovuzrozením moderny minulého storočia ako fakulta umenia v Bloomingtone alebo oslavou dávnej minulosti ako knižnica Magdalene College v Cambridgei. Architektúra moderných univerzít nepozná hranice v priestore ani čase. Tak, ako by to malo platiť pre myšlienku, ktorá z nich vzíde.

**R**

# DNA ako kľúč k minulosti

O tom, ako genetika pomáha archeológom skúmať náš pôvod, porozprával v marcovej vedeckej cukrárni CVTI SR Marian Baldovič z Katedry molekulárnej biológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave.

**V**lastnosti a význam DNA molekuly a rozvoj metód, ktorými ju študujeme, spôsobili v posledných desaťročiach revolúciu objavov a poznatkov. A to nielen tých, ktoré dokáže využiť medicína. Analýza DNA vstúpila aj do rôznych iných odborov, ktoré nemajú na prvý pohľad s genetikou veľa spoločného. Dobrým príkladom sú archeológia a história, ktoré v mnohom doplnili či zmenili naše predstavy a vedomosti o pôvode nášho druhu a postupnom osídľovaní kontinentov a ich regiónov ľudskými populáciami. DNA sa tak stala akýmsi historickým prameňom. Okrem objavov v súvislosti s našim vzťahom s neandertálcami či inými hominidmi odpovedá aj na mnohé iné otázky súvisiace napríklad s neolitickou revolúciou, sťahovaním národov či osudmi šľachtických rodov, no aj na zdanlivo nesúvisiace zaujímavosti, ako a kedy sme sa začali obliekať. Na prednáške sa dozvieme, aký prínos má genetika pri odhaľovaní koreňov ľudstva, aj to, či budú musieť samotní archeológovia pri svojich nálezoch sekvenovať DNA.

Videozáznam z prednášky nájdete na YouTube kanáli CVTI SR v zozname Vedecká cukráreň.



**Mgr. Marian Baldovič, PhD.**, patrí medzi kmeňových vedeckovo-skupných zamestnancov na Katedre molekulárnej biológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a zúčastňuje sa aj na pedagogických a vedeckých aktivitách. Vo svojom výskume prioritne študuje normálnu variabilitu oblastí ľudského genómu na populačnej úrovni. Bol spoluriešiteľom viacerých projektov zameraných na molekulárno-genetickú analýzu závažných dedičných ochorení, ako sú cystická fibróza, fenylketonúria, Wilsonova choroba, hemofília, deficiencia alfa-1-antitrypsínu a iných, ale aj multifaktoriálneho ochorenia, akým je Parkinsonova choroba. Dosiahnuté výsledky prispeli k objasneniu štruktúry a funkcie študovaných oblastí ľudského genómu a tiež tvoria základ DNA diagnostiky týchto ochorení na Slovensku. Od roku 2020 pôsobí aj ako súdny znalec.

## Čitateľská gramotnosť

Hostom marcovej Vedy v CENTRE bola Oľga Zápotočná z Ústavu sociálnej komunikácie SAV a z Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity v Trnave, ktorá hovorila o príčinách slabej čitateľskej gramotnosti a spôsoboch, ako ju u mladých ľudí nanovo vybudovať.



**V**ďaka medzinárodným meraniam, do ktorých sa Slovensko pravidelne zapája, vieme, že slovenskí žiaci a mládež majú výrazný problém s čitateľskou gramotnosťou. V tejto oblasti naši žiaci dosahujú podpriemerné výsledky v porovnaní s ich rovesníkmi z celého sveta. Problém nedostatočného porozumenia

textu môže neskôr mládež vystaviť viacerým komplikáciám v bežnom živote: jednotlivec nedokáže porozumieť úradnému tlačivu, nie je schopný pochopiť a uplatňovať vlastné práva a povinnosti, ľahko dôveruje dezinformáciám, nevie rozlíšiť medzi užitočnou a zbytočnou informáciou a vyhodnotiť z čítaného textu potrebné závery. Príčinou tohto stavu

u mládeže je najmä donedávna uplatňovaná zastaraná vzdelávacia prax a rýchly nástup technológií, ktoré sa dynamicky menia a človeka vystavujú ustavičným zmätočným obsahom. Napriek svojej dôležitosti pre spoločnosť čitateľská gramotnosť upadá. Cieľom prednášky je zhodnotenie stavu čitateľskej gramotnosti a reflektovanie príčin jej zostupu, podnietenie diskusie o význame a hodnote čítania tradičných tlačných médií a o dôsledkoch čítania (a nečítania) na psychológiu jednotlivca.

Záznam z prednášky je dostupný na YouTube CVTI SR v zozname Veda v CENTRE.

**Prof. PhDr. Oľga Zápotočná, CSc.**, pôsobí na Ústave sociálnej komunikácie SAV a ako vysokoškolská pedagogička na Pedagogickej fakulte Trnavskej univerzity v Trnave. V rámci vedecko-pedagogickej profilácie sa dlhodobo venuje otázkam rozvíjania gramotnosti v kontexte predškolského a primárneho vzdelávania z rozličných hľadísk a v širších kultúrnych a spoločenských súvislostiach. Jej výskumné aktivity sú zamerané na skúmanie kognitívno-psychologických, pedagogických a sociokultúrnych aspektov vývinu čitateľskej gramotnosti so zameraním na riešenie otázok a aktuálnych problémov gramotnosti v súčasnom vzdelávacom a informačnom prostredí.

Text a foto NCP VaT

# Na stope MAČKY DIVEJ



Niektoré z tajomstiev života mačky divej, malého a vrtkého nočného lovca a obyvateľa našich lesov, sa usiluje poodhaliť česko-slovenský projekt Hľadáme mačku, pozor, divú! Projekt má prvky občianskej vedy – okrem práce odborníkov zapája do výskumu aj verejnosť.

**M**ačka divá (*Felis silvestris*) sa podobá mačke domácej, známej spolupútničke ľudstva už od čias rozvoja poľnohospodárstva v starovekej Mezopotámii. Hoci niektoré domáce mačky môžu mať podobné hnedé sfarbenie s čiernymi pásmi ako mačka divá, dajú sa rozlíšiť.

## NENÁPADNÁ, NO OHROZENÁ

Mačka divá je väčšia – kocúr môže dosahovať hmotnosť až 9 kg, bežná hmotnosť mačky divej je približne 6 kg. Má väčšiu hlavu, okrúhlejšie uši, kratší huňatý chvost s tromi prstenkami tmavej srsti a tmavým pásom, ktorý sa od

chvosta tiahne stredom chrbta. Možno práve kvôli nenápadnému zjavu nebola u nás mačka divá v centre pozornosti výskumníkov a o jej populácii vieme len málo.

Poľovníci ju dlho lovíli ako škodnú zver. Stala sa ohrozeným druhom a v mnohých európskych krajinách vrátane Česka ju v minulom storočí vyhubili. Na Slovensku vďaka redšiemu ľudskému osídleniu prežíva doteraz a práve od nás sa mačky divé po zavedení zákonnej ochrany začali šíriť späť na české územie.

## PROJEKT NA ZÁCHRANU

Zmapovanie rozšírenia mačky divej v česko-slovenskom pohraničí patrí k cieľom pro-

jektu Hľadáme mačku, pozor, divú!, v ktorom spolupracuje český Ústav biologie obratlovců AV ČR, Hnutí DUHA Olomouc a slovenská Národná ZOO Bojnice. Detailnejšie zmapovali pohoria Biele Karpaty, Javorníky, Strážovské vrchy a vďaka spolupráci verejnosti našli mačku divú aj v iných oblastiach. Ľudia vedcom na adresu [stopy@selmy.cz](mailto:stopy@selmy.cz) posielali fotografie, videozáznamy, GPS údaje o mieste pozorovania alebo informácie o jedincoch zrazených autom. Či ide skutočne o mačku divú, overí až genetická analýza.

Vzorky pre genetický výskum získavajú vedci z rôznych zdrojov – z trusu, uhynutých jedincov, ale najmä pomocou srstových pasící. Do lesa umiestnia drevený kolík nastriekaný vôňou atraktívnou pre mačky. Mačky ho nájdu, obtierajú sa oň a zanechajú na dreve svoje chlpy, ktoré vedci následne použijú na analýzu.

Údaje z projektu vytvoria základ pre plán ochrany druhu. Súčasťou projektu bolo aj vybudovanie veľkej rehabilitačnej stanice pre mačku divú v ZOO Bojnice.

## HYBRIDIZÁCIA

Život mačky divej ohrozuje človek tým, že ju pripravuje o vhodné životné prostredie, pyliactvom či zranením dopravou.

Blízkosť s mačkou domácou prináša ďalší problém – hybridizáciu. Mačky domáce sa na vidieku často zatúlajú do lesného teritória mačky divej. Tieto dva druhy sa môžu páriť a majú plodné potomstvo. Napríklad v Poľsku a Maďarsku je v populáciách mačky divej známe vysoké percento *hybridov*. Kríženie narúša jedinečnosť genofondu mačky divej, môže dochádzať k strate adaptácií miestnych populácií. V oblasti sledovanej projektom dosahoval podiel krížencov mačky domácej v populácii mačky divej 15 %.

Súhrn doterajších výsledkov projektu možno nájsť v brožúre *Našli jsme kočku divokou*.

**Vedecká knižnica CVTI SR**





# Betón – lapač CO<sub>2</sub>

Betón je jeden z najstarších a najbežnejších materiálov, ktoré sa využívajú v stavebníctve. Má dobré mechanické vlastnosti aj teplotnoakumulačnú funkciu, je flexibilný pri formovaní architektonických tvarov a jeho povrch sa dá upravovať do najrôznejších podôb.

**T**outo metódou stavali mosty už starovekí Rimania a niektoré stavby stoja doteraz aj po dvoch tisícročiach od výstavby. Podarilo sa im totiž vyvinúť spojivo, ktoré tuhlo vo vzduchu a aj pod vodou.

## NAJČASTEJŠIE SPOJIVO

Betón sa tradične vyrába spracovaním zmesi kameniva, piesku, vody a spojiva. Najčastejšie spojivo v súčasných betónoch je portlandský cement. Ten bol objavený v roku 1820 a nesie meno podľa ostrova Portland v Anglicku, pretože sa jeho farba podobala vápencu využívanému v stavebníctve a pochádzajúcemu z tejto oblasti. Sú z neho postavené napríklad Katedrála svätého Pavla a Buckinghamský palác v Londýne.

Portlandský cement sa vyrába zo zmesi vápenca, ílov, piesku a železitej prímеси, ktoré po premiešaní, pomletí a zhomogenizovaní prejdú slinovaním v rotačnej peci pri dosiahnutí teploty 1 450 °C. Ako výsledok tohto procesu sa po ochladení vytvorí slinok, teda spečená hmota vo forme guľičiek striebornej farby, ktoré po pomletí tvoria základ cementu.

## VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Ako vedľajší efekt však pri tomto procese pri ohriatí materiálu na 900 °C vzniká aj veľké

množstvo plynného CO<sub>2</sub>, ktorý sa uvoľňuje do ovzdušia. Tento plyn je jedným z faktorov zodpovedajúcich za globálne otepľovanie. Pri výrobe jednej tony slinku sa uvoľní približne 700 kg CO<sub>2</sub>. Cementársky priemysel je v súčasnosti celosvetovo zodpovedný za 7 až 8 % a na Slovensku približne za 5,5 % emisií CO<sub>2</sub>.

Portlandský cement tvorí len približne 15 % hmotnosti betónu, podieľa sa však na 80 až 90 % jeho emisií. Keďže na rozdiel od uhľovodíkových palív neexistuje materiál, ktorý by v blízkej budúcnosti mohol betón plnohodnotne nahradiť, je dôležité uskutočniť také kroky, ktorými sa jeho negatívny vplyv na životné prostredie eliminuje.

## NEVYHNUTNÉ OPATRENIA

Členovia európskych výrobcov cementov združených v asociácii CEMBUREAU preto navrhli súbor opatrení. Nimi chcú do roku 2030 znížiť emisie o 55 % v porovnaní s rokom 1990 a dosiahnuť uhlíkovú neutralitu do roku 2050. Opatrenia sa delia na niekoľko skupín. Najvýznamnejšou, ktorá si bude vyžadovať intenzívny vývoj, bude zachytávanie emisií skleníkových plynov a ich neskoršie využitie v iných odvetviach. V tomto prípade sa uvažuje o znížení emisií o 42 %. Prvé projekty zamerané na túto oblasť sa práve rozbiehajú v Nórsku a Rakúsku a uvedenie zariadení do prevádzky

by sa malo uskutočniť v priebehu dvoch rokov. Druhou skupinou opatrení je nahradenie uhľovodíkových palív, teda uhlia a zemného plynu, nerecyklovateľným a bio odpadom, ktoré môže priniesť zníženie o ďalších 15 %. V tomto procese je dôležité aj využitie odpadového tepla na výrobu elektrickej energie, ktorou možno vykompenzovať značnú časť spotreby vo výrobnom závode.

Ďalším opatrením môže byť vývoj nízkouhlíkových cementov a môže priniesť 13 % zníženie emisií. V tomto prípade sa časť portlandského cementu nahrádza inými produktmi inej priemyselnej výroby zachovávajúcimi všetky požadované vlastnosti, ktoré sa kladú na spojivo v zmysle noriem EN 197 a EN 206.

## POZITÍVNY VPLYV NA EMISIE

Betón má však na emisie aj pozitívny vplyv, pretože počas svojej životnosti na seba opätovne viaže voľný CO<sub>2</sub> z okolitého prostredia, čím pomáha znížiť svoju uhlíkovú stopu. Tento proces sa nazýva karbonatizácia betónu. Prichádza pri ňom k reakcii CO<sub>2</sub> s hydroxidom vápenatým Ca(OH)<sub>2</sub>, pri ktorej vzniká uhličitan vápenatý CaCO<sub>3</sub> a voda H<sub>2</sub>O.

Praktickým riešením, ako tento proces vylepšiť, je pridávanie plynného CO<sub>2</sub> priamo do betónovej zmesi počas výroby. Ďalšou možnosťou je napríklad uskladňovanie vytvrdeného betónu v uzavretej CO<sub>2</sub> komore, pri ktorej dochádza k zrýchlenej karbonatizácii v porovnaní s betónom uloženým v prirodzenom prostredí. Existuje mnoho myšlienok, ako tento jav využiť v praxi, a preto sa v tejto oblasti v súčasnosti uskutočňuje výskum, ktorý v budúcnosti umožní kvantifikovať množstvo absorbovaného CO<sub>2</sub> a pomôže lepšie stanoviť celkový vplyv výroby cementu na životné prostredie.

**Text a foto Ing. Peter Czirák  
Ústav stavebníctva a architektúry SAV, v. v. i.**

# Spievajúce ostrie trávy

K jarným mesiacom neodmysliteľne patria spev vtákov, zelené lúky a polia. Bola som prekvapená, keď som v online zborníku ľudovej kultúry našla aj takú jednoduchú zábavu, ako je pískanie na tráve.



Videoanvod

**V**ideonvod tohto experimentu, ako aj všetkých predchádzajúcich, nájdete na stránke [video.matfyzjein.sk/experimenty](http://video.matfyzjein.sk/experimenty).

## POMÔCKY

List trávy, vlastné ruky a dych

## POSTUP

List trávy s ostrou hranou si vložíme medzi palce na rukách tak, aby bol list napnutý a aby jednou dlhou hranou smeroval von z dlani. Hornú časť listu priložíme k boku pravého palca vo výške nechtu a ukazovákom pravej ruky si pritlačíme spodnú časť listu k dlani. Potom k listu opatrne priložíme ľavú ruku a uvoľníme si ukazovák. Palce k sebe pritlačíme tak, aby sme list pevne držali na hornom a dolnom konci, ale aby v strede bola medzi palcami štrbina. List by teraz mal byť v strede štrbiny napnutý ostrou hranou smerom k nám. Fúkneť od otvoru ústami. Mal by sa okamžite ozvať špecifický zvuk pripomínajúci škrekot dravých vtákov. Ak sa nám to hneď nepodarí, nenecháme sa odradiť a ako prvé skontrolujeme napnutie listu trávy. Ako druhé môžeme skúšať meniť silu nášho fúkania.

## POZOROVANIE

Podľa toho, aký list trávy sme našli, a podľa našej šikovnosti vieme z neho vylúdiť široké spektrum zvukov rôznych frekvencií.

Namiesto trávy môžeme použiť napríklad aj tenký euroobal. Tento plast má jednu výhodu, a to, že si môžeme narezat' prúžky rôznej hrúbky a pozorovať, ako sa mení zvuk v závislosti od hrúbky listu, na ktorom pískame. Keď na to využijeme aplikáciu na meranie frekvencií zvukov, môže z toho byť celkom pekná fyzikálna úloha.

## VYSVETLENIE

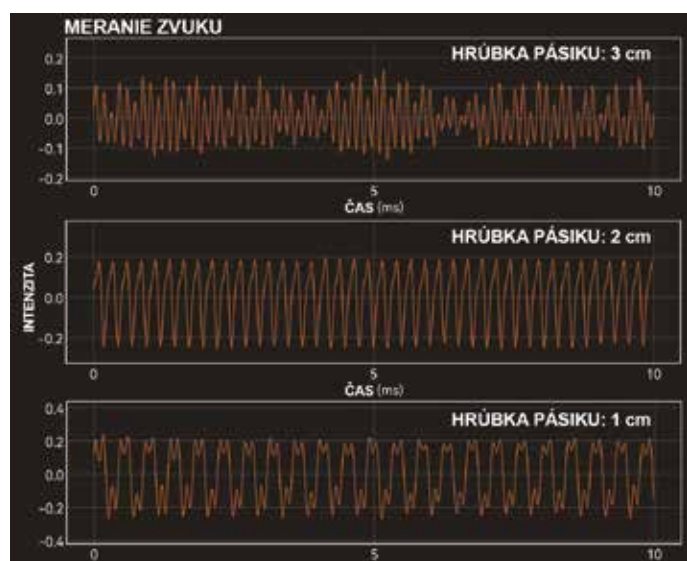
Zvuk je každé pozdĺžne mechanické vlnenie v látkovom prostredí, ktoré je schopné vyvolať v ľudskom uchu sluchový vnem. Frekvencia tohto vlnenia leží približne v rozsahu 20 až 20 000 Hz (ojedinele od 16 Hz), mimo týchto hraníc človek zvuk nevníma. Zdrojom zvuku je chvenie pružných telies, ktoré ho prenášajú na hmotné častice okolitého prostredia. Zvuk sa šíri v našom prípade vzduchom vo forme postupného pozdĺžneho vlnenia. V praxi to znamená, že vo vzduchu vznikajú miesta zhutnenia a zriedenia častíc, ktoré postupujú ďalej prostredím ako zvuková vlna.

Náš list trávy je teda zdrojom chvenia, ktoré rozkmitá čiastočky vzduchu, a to ucho vníma ako zvuk. Na liste vzniká tzv. stojaté vlnenie, čo je uvedené chvenie. Vznikajú na ňom kmitne a uzly, teda miesta, ktoré kmitajú, a naopak, miesta, ktoré nemenia svoju polohu, stoja na mieste.

Na frekvenciu tónu, ktorý vylúdiť z listu trávy, má vplyv viacero faktorov, ako sú materiál (druh trávy), rozmery, napnutie či hrúbka hrany listu.

## PRAX

Tento postup pískania na hrane trávy používajú aj poľovníci ako vábničku. Podľa elektronickej encyklopédie dostupnej na stránke Centra pre tradičnú ľudovú kultúru je vábnička vzduchozvučný nástroj. Je zdrojom rôznych zvukov, ktoré slúžia na napodobenie hlasu zvierat. Vábničkou môže byť prirodzený materiál, alebo ide o špeciálne zhotovený nástroj. Môže to byť steblo trávy, obilia, list alebo kus kôry, ktorý sa zakliesni medzi palce alebo medzi ukazovák a stredný prst, a fúkaním na ich hranu sa rozkmitajú. Na to isté sa môže použiť aj tenký papier. Tieto nástroje napodobňujú spev vtákov, dravcov, pískanie myši, mňaukanie mačky alebo mladých psíkov a využívajú ich poľovníci a vtáčnici alebo deti pri hrách.



### Meranie frekvencie na mobile

hrúbka pásiku	frekvencia zvuku
1 cm	3 200 Hz
2 cm	3 800 Hz
3 cm	5 000 Hz

PaedDr. Soňa Gažáková, PhD.

Foto Stanislav Griguš

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave

Svoje realizácie experimentov môžete posielat' na adresu [sona.gazakova@fmph.uniba.sk](mailto:sona.gazakova@fmph.uniba.sk).

# Trpasličia planéta

## S PRSTENCOM

Najznámejším objektom s prstencami v našej Slnčnej sústave je planéta Saturn. Svoje vlastné prstence však majú aj všetky ostatné vonkajšie planéty, teda Jupiter, Urán a Neptún, ale aj trpasličia planéta Haumea a asteroid Chariklo. Do tejto kategórie pribudol ďalší objekt.

**A**stronómovia potvrdili existenciu prstenca pri ďalšom telese našej Slnčnej sústavy. Tentoraz je ním trpasličia planéta Quaoar, ktorá patrí medzi takzvané transneptunické telesá, čo znamená, že obieha okolo Slnka ďalej než Neptún. Na objave sa podieľali najväčší ďalekohľad sveta Gran Telescopio Canarias (GTC) a európsky kozmický ďalekohľad CHEOPS.

### QUAOAR

Quaoar je trpasličia planéta, patrí teda do rovnakej kategórie ako známe Pluto. To bolo ešte do roku 2006 planétou, než pre neho astronómovia vytvorili vlastnú kategóriu trpasličích planét, pretože objavili viacero telies s podobnou veľkosťou a na podobných dráhach ako Pluto. Tie potom boli spolu s ním zaradené medzi trpasličie planéty a medzi tieto telesá patrí aj Quaoar, objavený v roku 2002.



Najväčší samostatný ďalekohľad sveta Gran Telescopio Canarias na ostrove La Palma, foto Instituto de Astrofísica de Canarias

*Umelecká predstava trpasličej planéty Quaoar s prstencami a mesiacom Weywot, ilustrácia ESA, CC BY-SA 3.0 IGO*

Pre presnosť uvedme, že oficiálne je Quaoar zatiaľ naďalej klasifikovaný iba ako kandidát na trpasličiu planétu. Jeho priemer je asi polovičný v porovnaní s Plutom, je to približne 1 100 km. Okolo Slnka obieha v Kuiperovom páse za Neptúnom. V perihéliu sa k Slnku približuje na 41,5 astronomickej jednotky, v aféliu sa vzdaluje na 45 astronomických jednotiek. Podľa tretieho Keplerovho zákona je doba obehu telesa okolo Slnka tým väčšia, čím je väčšia jeho vzdialenosť

od Slnka. Jeden obeh Quaoaru trvá viac než 284 rokov. Dôsledkom veľkej vzdialenosti Quaoaru od Zeme a pomerne malých rozmerov je jeho veľmi slabá zdanlivá jasnosť. Tá dosahuje približne magnitúdu 19. Je teda viac než 150 000-krát slabšia než jasnosť najslabších hviezd viditeľných voľným okom. Aj preto o Quaoaru máme veľmi obmedzené informácie a je to aj dôvod, prečo bola prítomnosť jeho prstenca potvrdená až teraz. Na svojej púti našou Slnčnou sústavou nie je Quaoar sám. Vo vzdialenosti 14 400 km od neho obieha jeho mesiac pomenovaný Weywot.

## ZNÍŽENIE INTENZITY ŽIARENIA

Vzhľadom na nízku jasnosť trpasličej planéty sa jej prstenec nedá zachytiť priamym fotografovaním, a to ani pomocou najväčšieho ďalekohľadu sveta. Astronómovia si preto počkali na okamih, keď bude na oblohe trpasličia planéta zdanlivo prechádzať popred vzdialenú

## ROCHEOVA MEDZA

Vo všetkých doposiaľ známych prípadoch sa prstence okolo týchto telies nachádzajú tak blízko k nim, že v dôsledku extrémne veľkých slapových síl je materiál, ktorý pôvodne tvoril mesiac, roztrhaný na kusy. Vzdialenosť, v ktorej dochádza k roztrhaniu menšieho telesa vplyvom slapových síl hmotnejšieho telesa, sa nazýva Rocheova medza.

Ako pôsobia slapové sily? Predstavme si systém dvoch telies, ktoré na seba vzájomne gravitačne pôsobia. Tieto telesá majú nenulové rozmery: nejde o hmotné body, ale o gule s určitým polomerom. V dôsledku toho je gravitačná sila vytváraná jedným telesom na prívratnej strane druhého telesa o niečo väčšia než na jeho odvrátenej strane. Gravitačná sila totiž klesá nepriamoúmerne s druhou mocninou vzdialenosti telies a odvrátená strana je od druhého telesa vzdialenejšia než prívratná strana; jeho gravitačné pôsobenie na ňu je pre-

vysvetliť. Z času, ktorý uplynul medzi prechodom prstenca pred hviezdou a prechodom samotného Quaoaru, určili astronómovia vzdialenosť, v ktorej sa prstenec nachádza. Tá je však dvakrát väčšia ako hodnota Rocheovej medze v tomto systéme. Nemal by teda existovať dôvod, prečo sa v tejto vzdialenosti od trpasličej planéty nesformoval mesiac, resp. prečo sa rozpadol. Dvojnásobok Rocheovej medze v tomto prípade zodpovedá sedemnásobku polomeru centrálného telesa. Na porovnanie: pri Saturne ležia hlavné prstence vo vzdialenosti rovnajúcej sa len trojnásobku jeho polomeru, teda bezpečne pod Rocheovou medzou. Prvé snahy o vysvetlenie tejto anomálie sa zaoberajú myšlienkou, že nízke teploty materiálu by mohli brániť ľadovým časticiam zlučovať sa, a tým vytvoriť mesiac. Zatiaľ však ide len o špekulácie.

Pozorovania boli uskutočnené medzinárodným tímom astronómov, ktorí využili



Umelecké znázornenie európskeho kozmického ďalekohľadu CHEOPS na obežnej dráhe Zeme, ilustrácia ESA/ATG medialab



Ilustrácia J. M. Madiedo, J. L. Ortiz, IAA-CSIC

hviezdu. Zo zmeny jasnosti tejto hviezdy je možné zistiť množstvo dôležitých informácií o telese, ktoré ju zakrýva. Pri zákrytoch hviezd asteroidmi môžeme takto zistiť ich tvar, objaviť dosiaľ ich neznámy mesiac alebo práve prstenec. Pri planétach sa dá touto metódou sledovať aj atmosféra a jej vlastnosti.

Keď astronómovia zmerali zmeny intenzity žiarenia hviezdy, objavili v nich dva neočakávané poklesy. Zákryt trval asi iba minútu, ale pred ním a po ňom sa na grafe závislosti intenzity svetla na čase jasne objavili dva poklesy. Tie nemohli byť prisúdené ničomu inému než prstencu, ktorý Quaoar obopína. Prstenec sa nachádza v určitej vzdialenosti od materského telesa a chvíľu pred prechodom a chvíľu po prechode samotného telesa hviezdu tiež na krátky čas zakryje. V našej Slnčnej sústave je iba sedem telies, pri ktorých boli zistené prstence či jeden prstenec. Ide teda o vzácnu vlastnosť. Na jedno z týchto telies, asteroid Chariklo, sa nedávno zamerl aj Kozmický ďalekohľad Jamesa Webba, ktorý okolo neho rovnakým spôsobom ako v prípade Quaoaru pozoroval prstenec.

to slabšie. V sústave Zem – Mesiac to spôsobuje známe javy: príliv a odliv. Mesiac svojou gravitáciou viac priťahuje vodu na strane Zeme, ktorá je k nemu práve bližšie, a tým zvyšuje hladinu vody. K podobnému javu dochádza aj pri pevných telesách, no na deformáciu ich povrchu je potrebná väčšia sila.

V určitých prípadoch môže nastať situácia, keď mesiac okolo nejakej planéty, trpasličej planéty alebo asteroidu obieha tak blízko, že rozdiel gravitačného zrýchlenia vytváraného väčším telesom na jeho povrchu a v jeho strede je väčší než gravitačné zrýchlenie vytvárané samotným mesiacom. V tomto prípade dôjde k roztrhnutiu telesa. Vzdialenosť, v ktorej sa tak stane, sa nazýva Rocheova medza. Matematicky sa dá pomerne jednoducho vyjadriť. Podľa vzorca potom zistíme, že hodnota Rocheovej medze je priamoúmerná polomeru väčšieho telesa a tretej odmocniny pomeru hustôt oboch telies.

## ZÁHADNE ĎALEKO

Objavom prstenca okolo Quaoaru vedci zistili niečo, čo si zatiaľ nedokážu celkom

prístroj HiPERCAM, extrémne citlivú vysokorychlostnú kameru na už spomínanom Gran Telescopio Canarias, najväčšom ďalekohľade sveta s priemerom primárneho zrkadla 10,4 metra. Na Quaoar sa *pozrel* aj európsky vesmírny teleskop CHEOPS, primárne určený na hľadanie exoplanét, ktorý definitívne potvrdil, že zníženie intenzity prichádzajúceho žiarenia nie je spôsobené vplyvom zemskej atmosféry, keďže GTC na Kanárskych ostrovoch je na rozdiel od kozmického teleskopu ovplyvnený rušivými vplyvmi atmosféry. Spoluautor štúdie profesor Vik Dhillon zo Sheffieldskej univerzity vo Veľkej Británii uviedol: *Neočakávali sme objav prstenca takého nového prstencového systému v našej Slnčnej sústave a už vôbec sme nečakali, že nájdeme prstenec tak ďaleko od Quaoaru. Mení to naše predstavy o tom, ako prstence vznikajú. Kľúčové bolo využitie vysokorychlostnej kamery HiPERCAM, ktorá dokázala nasnímať udalosť kratšiu než minúta, ktorú nie je možné vyfotografovať.*

**RNDr. Zdeněk Komárek**

# Ako sa meria zložitosť

Predstavte si, že dostanete dva rôzne kódy. Prvý je len stokrát zopakovaná číslica 0, druhý je zdanlivo náhodná postupnosť číslíc 1 a 0. Ktorý z nich je zložitejší, 000...000 alebo 001...110? Asi intuitívne tušíte, že ten druhý. Ako to však uchopiť matematicky?



O vhodnú definíciu sa postaral sovietsky matematik Andrej Nikolajevič Kolmogorov (1903 – 1987). Znie asi takto: zložitosť reťazca je úmerná najkratšiemu počítačovému programu, ktorý takýto reťazec dokáže vygenerovať. Kým prvý reťazec vytvoríte krátkym programom: *napiš sto núl*, ten druhý bude oveľa dlhší, napríklad: *napiš 001...110*.

## NÁHODNOSŤ REŤAZCOV

Poznať zložitosť reťazca je užitočné, dá sa tak šetriť miesto na disku. To je podstata kompresie súborov – veľmi dlhý reťazec jednotiek a núl, ktorý predstavuje napríklad fotografiu z dovolenky, počítač redukuje na kratší reťazec jednotiek a núl predstavujúci tú istú snímku. Využíva sa pritom štruktúra daných údajov, napríklad sa niektoré pixely opakujú, a tak stačí uložiť informáciu: *toto zopakuj stokrát*.

Zaujímavé je, že kolmogorovská zložitosť umožňuje definovať náhodnosť. Náhodný reťazec je taký, ktorý sa nedá skrútiť. V dokonale náhodnej postupnosti jednotiek a núl typicky nie je žiaden systém, ktorý by sa na zjednodušenie dal použiť. Má to však háčik – kolmogorovská zložitosť reťazca je vo všeobecnosti nespočítateľná.



Hmlovina Carina na obrázku Vesmírneho teleskopu Jamesa Webba, foto NASA, ESA, CSA, STScI

Existuje k tomu pekný dôkaz. Keby sa dala spočítať, viedlo by to k paradoxným situáciám. Predstavte si napríklad najkratší reťazec, ktorý sa nedá opísať menej ako 60 znakmi. Môže existovať? Keby existoval, potom by ho takýto program dokázal opísať, čo je v spore s daným tvrdením. Keby mi niekto ukázal náhodnú postupnosť jednotiek a núl,

neviem povedať, ako dokonale sa dá zredukovať.

## ŤAŽKO OPÍSATEĽNÉ ŠTRUKTÚRY

Ako príklad uveďme tieto dva reťazce: 11, 00100 10000 11111 10110 10101 00010 00100 00101 10100 01100 00100 01101 00110 00100 11000 11001 10001 01000 10111 00000 a 11, 00100 10100 11111 10110 10101 00010 00100 00101 10100 01100 00100 01101 00110 00100 11000 11001 10001 01000 10111 00000.

Kým prvý sa dá napísať veľmi jednoducho ako  $\pi$  v binárnom zápise, pri tom druhom to nevieme. Zložitosť tohto reťazca vieme ohraničiť zhora, ak nájdeme predpis na jeho skrátenie, no nevieme povedať, či neexistuje ešte lepší predpis.

Ako to aplikovať na celý vesmír? Kým pri entropii vieme, že od počiatku vesmíru rastie, pri zložitosti je to zložitejšie. Zoberme si známy príklad s entropiou, keď premiešame kávu s mliekom, výsledný stav má väčšiu neusporiadanosť. Oba tieto stavy však majú nízku zložitosť. Prvý vieme opísať ako kávu a mlieko, druhý ako kávu s mliekom. Zložité je to uprostred, keď počas premiešavania v káve nachádzame rôzne víry a zložité, ťažko opísateľné štruktúry. Podobne bol vesmír jednoduchý na začiatku ako horúca

homogénna plazma a bude jednoduchý na konci ako chladný prázdny priestor. Zložitosť v ňom existuje len teraz na pomedzí. Jednoduché, nie?

**Samuel Kováčik**

**Fakulta matematiky, fyziky a informatiky**

**Univerzita Komenského v Bratislave**

**Foto Pixabay**

# Dvojitá šifra

Cieľom obyčajnej šifry je, aby sa adresát dozvedel jej obsah a neadresát sa nič nedozvedel. Môže však existovať správa, z ktorej sa adresát dozvedel jej obsah a neadresát jej presný opak?

Jedným z príkladov by mohla byť takáto správa pre investorov: *Pokojne odpočívajte, zisky očakávajte rýchlo*. Neadresát vníma správu pozitívne, adresát však zbystrí, keďže vie, že má z každého slova čítať iba prvé písmeno. Ďalším príkladom je vlakvedúci, ktorý vo vozni oznámi: *No worries, we are*

*fine!* (Žiaden strach, sme v poriadku.) Akurát nám horí vagón a budeme meškať desať hodín. Dvaja cestujúci cudzinci sa potešia, ostatní presne naopak.

Sofistikovanejšiu verziu dvojšifrovania využívajú médiá a stránky, ktorým ide v prvom rade o sledovanosť a počet kliknutí. Z nadpisu a náhľadu článku sa dozviete fantastickú novinku, ktorá je však následne v texte demontovaná. Článok má nadpis *Fyzici objavili piaty rozmer!*, no na jeho konci sa dozviete, že to bolo iba na papieri a v exotickej situácii, ktorá nereprezentuje náš vesmír. Fantastická správa pre tých, ktorí čítajú len nadpisy, nuda pre tých, ktorí čítajú celý článok.

Možno vám to zatiaľ pripadá ako zábava a banalita, toto dvojšifrovanie mi však prišlo na um pri počúvaní politickej diskusie. Politici sa občas snažia zapáčiť rôznorodým skupinám a premýšľajú, ako svoje posolstvá zašifrovať tak, aby si ich každá strana interpretovala po svojom. Jednoduchá verzia je: *Nepriateľa*



Foto Pixabay

*porazíme!*, pričom pod nepriateľom si každý predstaví niečo iné. No dá sa to robiť aj sofistikovanejšie. Napríklad správu A poviem krátko a jednoducho, správu B dlho a zložito. Kto nemá kapacitu vniknúť do zložitej časti, zoberie si posolstvo A, kto ju má, posolstvo B. *Školám musíme pomôcť! Fiškálna situácia a nutnosť valorizovať dôchodky však v bezprecedentných časoch dáva marginálny priestor na promptnú rekalkuláciu strategických plánov.*

Samozrejme, nie každý je takejto sofistikovanosti schopný, v jednoduchej verzii sa dá oslovovať rôznorodé publikum priamočiaro, napríklad vkladaním rôznych symbolov do charitatívnej pomoci, a tiež tak môžete žmurkať na viaceré tábory naraz. Zrazu toto dvojšifrovanie nie je taká zábava.

# Ako trénovať MYSEL

Všetci vieme, že športovanie je zdraviu prospešné. Toto tvrdenie však má poznámku pod čiarou. Športovanie je prospešné, len ak sa robí vo vhodnom objeme a je vykonávané správne.

Behanie posilňuje srdce, no ak to s ním preženiete, môžete si poškodiť šľachy. Ísť do posilňovne je prospešné, ak sa z nej nevrátite s natrhnutým svalom. Pohyb môže ľudskému telu škodiť, ak sa nevykonáva poriadne. Nemusi ísť nutne o zranenie, zle nastavený tréning dokáže stopnúť progres. V človeku to vyvolá zvláštny pocit, športuje, venuje tomu veľa času, no výsledky sa nedostávajú.

Niečo podobné sa deje aj pri trénovaní mysle. Napríklad vo všeobecnosti platí, že čítaním kníh sa človek vstáva vzdelanejším. No ak číta šarlatánske knihy, prehľad o skutočnom svete stráca. Diskutovať o rôznych témach je vhodné, no ak je diskusia nekritická či manipulatívna, môže škodiť.

Pri nesprávnych športových tréningoch je vysoká pravdepodobnosť, že si človek všimne, že niečo nefunguje. Ak beháva už rok, no nedarí sa mu prebehnúť viac než tri kilometre, tak si uvedomí, že niečo robí zle. Možno vždy v úvode preženie tempo a rýchlo mu dôjde dych, alebo má zlú techniku, a tak ho bolia nohy.

Chyby pri trénovaní mysle sa dajú prehliadnuť oveľa jednoduchšie. Pri argumentačných fauloch necítíme bolesť a tiež nelapáme po dychu pri čítaní o kvantových náramkoch na ochranu karmy (ak áno, tak len od



Foto Pixabay

úžasu). Občas preto máme pocit, že máme dobre vytrénované myslenie, no to pokrívka. Vychádzame z nepodložených faktov, dopúšťame sa argumentačných chýb a nevedomujeme si, že sme investovali veľa času do vlastného výskumu zbytočne.

Ako zabrániť tomu, aby sa to dialo? Pri cvičení nám telo dáva signál, že niečo robíme zle. Myseľ to bežne sama nespraví, a tak ju treba testovať. Už sme sa naučili byť kritickí voči ostatným, naučme sa to aj voči sebe. Človek sa musí naučiť pýtať sa samého seba, či danej problematike rozumie naozaj poriadne, a čo je ešte ťažšie, pripraviť sa na možnosť, že odpoveďou je: nie.

Čo spravím, ak si chcem overiť, či niečomu rozumiem? Pokúsím sa to niekomu vysvetliť. Niektoré veci znejú hlúpejšie, keď ich poviem nahlas. A ako si overiť, či je nejaká moja predstava o svete správna? Testovaním. Ak napríklad tvrdím, že dokonale rozumiem politike a presne viem, ako dopadnú voľby, tak si svoje porozumenie overím tak, že si pred voľbami napíšem, kto ich vyhrá a následne to porovnam s realitou. Keď výsledok neseď, musím svoje predstavy upraviť. Robenie predpovedí je základ testovania.

Áno, je to náročné. No náročný je aj športový tréning. A aj ten je zbytočný, ak ho nerobíme poriadne.

**Samuel Kováčik**

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

Viac podobných článkov nájdete na stránke [vedator.space](http://vedator.space).



Pyramída času v nemeckom meste Wemding, foto wikipédia/Calistemon, CC BY-SA 4.0

## Čo zmeškáme

Ľudský život trvá dlho. Nie však dostatočne dlho na to, aby sme sa stali svedkami mnohých dychberúcich udalostí, ktoré sa stanú vo vzdialenej budúcnosti.

V nemeckom meste Wemding je v procese stavby už 30 rokov tzv. pyramída času (nem. *Zeitpyramide*). Bude sa skladať celkovo zo 120 betónových blokov a dokončená bude v roku 3183.

### PYRAMÍDA ČASU

Toto umelecké dielo vzniklo v roku 1993 na 1 200. výročie založenia mesta a stavba sa riadi pravidlom ukladania jedného bloku každých 10 rokov. Dielo tím chce ľuďom pomôcť uvedomiť si, čo naozaj znamená také dlhé časové obdobie. Prvá vrstva pyramídy sa skladá z 8 × 8 blokov a štvrtý blok bude nainštalovaný v septembri tohto roku.

Svedkovia dokončenia pyramídy času budú neustále patriť medzi generácie ľudí, ktorí nebudú môcť bezpečne navštíviť okolie jadrovej elektrárne v Černobyle. Rádioaktívne žiarenie v oblasti katastrofy z roku 1986 bude ešte vždy privysoké a nevhodné pre život ľudí, pravdepodobne až do roku 22000.

### ÚKAZY NA OBLOHE

V roku 8703 zažijú obyvatelia našej planéty veľmi podobné nebeské divadlo, aké sme mali možnosť pozorovať v roku 2020. Vráti sa kométa Neowise. Tá k nám bola najbližšie 23. júla 2020 vo vzdialenosti 103 miliónov kilometrov. Po svojej eliptickej dráhe opustila náš solárny systém medzi obežnými dráhami Marsu a Jupitera a jej perióda obehu bola vypočítaná na 6 683 rokov. Ktovie s akými technologickými vymoženosťami ju budú pozorovať budúci astronómovia a nadšenci. Futurológovia odhadujú, že v tom čase by ľudstvo mohlo byť už na druhom stupni

Kardašovej škály. To znamená, že budeme schopní využiť v plnej miere všetky energetické zdroje svojej domovskej hviezdy.

Iné vesmírne divadlo si zasa musíme užívať práve my, pretože sa postupne vytráca.

Ide o slávne Stĺpy stvorenia. Tie sú vytvorené medzihviezdny prachom v Orlej hmlovine vzdialenej od nás 6 500 až 7 000 svetelných rokov. Nazývajú sa Stĺpmi stvorenia práve pre ich prach vo fáze formovania nových hviezd. Od ich objavenia v roku 1995 však postupné fotografie v rozmedzí mnohých rokov naznačujú možný zánik stĺpov v dôsledku tlakovej vlny spôsobenej výbuchom neďalekej supernovy. Tá mala stĺpy zničiť už pred 6-tisíc rokmi. Dôsledkom konečnej rýchlosti svetla bude zo Zeme možné pozorovať túto postupnú deštrukciu v priebehu najbližších storočí.

### PRIBLÍŽENIE K INEJ HVIEZDE

V dôsledku mesačných prílivov, ktoré spomaľujú rotáciu Zeme, možno očakávať potrebu pretvorenia merania času okolo roku 50000. Deň bude o sekundu dlhší ako v súčasnosti. Buď sa o sekundu oficiálne predĺži trvanie dňa, alebo sa to bude kompenzovať približne šiestimi neutrálnymi minútami počas osláv nového roku, keď sa na túto dobu hodiny zastavia.

Vesmírna sonda Voyager 1 bola vypustená v roku 1977, keď začala svoju nekonečnú púť do diaľav vesmíru. Letí rýchlosťou 17 kilometrov za sekundu a aktuálne sa nachádza vo vzdialenosti 23,5 miliardy kilometrov od Zeme. Nebola nasmerovaná na žiadnu konkrétnu blízku hviezdu našej Galaxie, okolo roku 44100 bude mať za sebou prekonanú vzdialenosť už viac ako dva svetelné



Stĺpy stvorenia v Orlej hmlovine, foto NASA, ESA/Hubble and the Hubble Heritage Team

roky a preletí v blízkosti 1,6 svetelného roku od hviezdy Gliese 445. Opäť by bolo príliš odvážne čo i len predpokladať technologickú vyspelosť ľudstva v tomto vzdialenom období, ale nemôžeme vylúčiť možnosť, že sondu cielene dobehnú iné sondy s cieľom zhotovenia historických snímok a jej pozorovaní.

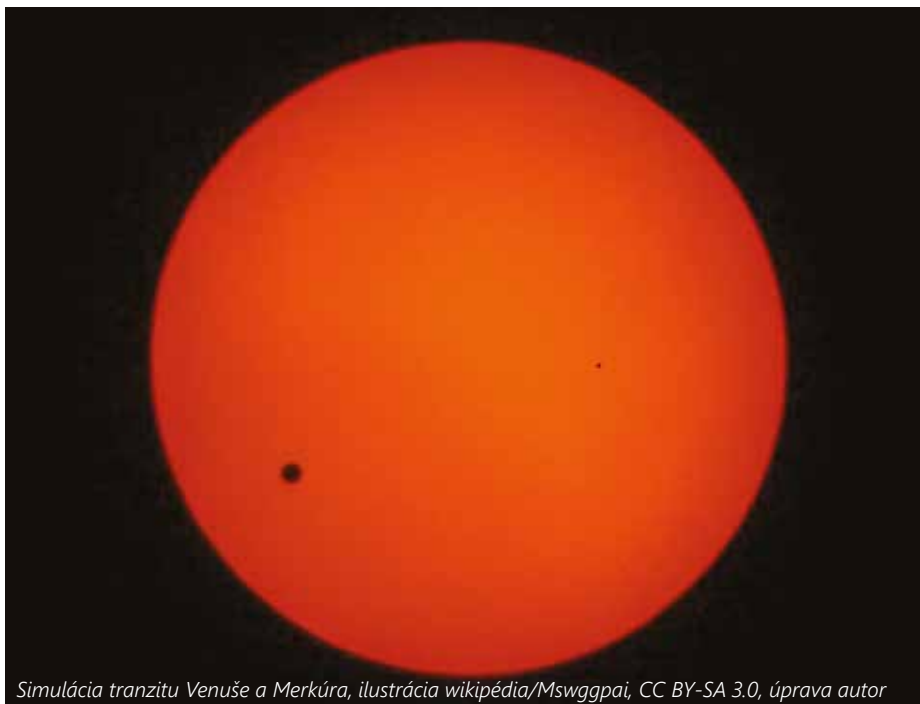
## VZÁČNE PRECHODY PLANÉT

Prechod alebo tranzit planéty je úkaz, keď sa planéta na svojej obežnej dráhe dostane presne na miesto medzi hviezdou a pozorovateľom. Pravidelne pozorujeme prechod Venuše alebo Merkúra popred naše Slnko. Je to pomerne častý úkaz – Merkúr môžeme takto pozorovať priemerne až 13-krát za storočie. Tranzit Venuše sa deje približne raz za storočie v páre dvoch prechodov oddelených od seba osem rokov. Nedávna dvojica tranzitov sa udiala v rokoch 2004 a 2012, najbližšie to bude v rokoch 2117 a 2125. Bola to vždy historicky významná udalosť, ktorá v minulosti výrazne pomohla astronómom presnejšie vypočítať veľkosti a vzdialenosti planét, lepšie predpokladať ich orbity a v neposlednom rade už pomocou moderných technológií analyzovať ich atmosféru a zloženie. Vedci použili tranzit Venuše v roku 2012 na zdokonalenie techník objavovania exoplanét.

Ešte zriedkavejší je tranzit oboch planét súčasne. Simultánny tranzit Merkúra a Venuše z pohľadu diváka na Zemi sa naposledy vyskytol 22. septembra 373173 pred n. l., teda dávno predtým, ako sa vyvinuli moderní ľudia. Na ten najbližší si budeme musieť naozaj počkať. Opäť ho bude možné pozorovať 26. júla 69163, pričom potrvá približne 30 minút. A ešte raz si dvojitý tranzit vychutnáme 29. marca 224508.

## ODVRÁTENIE HROZIEB

Denne sa Zem stretáva s množstvom malých meteoroidov, ktoré zhoria v atmosfére. Ročne ich je až približne 17-tisíc. Väčšie kusky, ktoré dopadnú na zemský povrch, sú vzácne a vyhľadávané. Vďaka analýze nám dokážu prezradiť mnoho informácií o našej Galaxii



Simulácia tranzitu Venuše a Merkúra, ilustrácia wikipédia/Mswggpai, CC BY-SA 3.0, úprava autor

a fungovaní vesmíru všeobecne. Čím väčšie teleso, tým menej časté a pravdepodobné je jeho stretnutie s našou planétou. Problém nastáva pri väčších asteroidoch, ktoré môžu po svojom dopade silno ovplyvniť dianie na planéte. Teleso s priemerom 1 km zasiahne Zem raz za 500 000 rokov, čo znamená, že okolo roku 500000 bude zásah veľmi pravdepodobný. Potomkovia ľudí budú musieť nebezpečné teleso dostatočne vopred odhaliť a odkloniť, prípadne zničiť. Určite z toho bude celosvetová senzácia a veľká udalosť.

Také vzdialené časové obdobie je významné aj pre evolúciu človeka. Futurologovia sa zhodujú, že to, akým smerom sa bude evolúcia uberať, je väčšia otázka technológií ako biológie. Omnoho väčšia dĺžka života alebo pomocou rôznorodých implantátov zlepšená kvalita života ľudí patria medzi tie základné predpoklady. Thomas Mailund, bioinformatik z Aarhuskej univerzity v Dánsku, tvrdí, že situácia sa obráti a bude neetické neupraviť isté gény detí, ktoré budú s vysokou pravdepodobnosťou zodpovedné za

budúce ťažké choroby alebo postihnutia dieťaťa.

## GIGANTICKÉ KOZMICKÉ PREDSTAVENIA

Astronomických úkazov nikdy nie je dost a okolo roku 1000000 sa dokonca aj denná obloha rozžiari výbuchom červeného nadobra Betelgeuze, hviezdy spektrálneho typu M vzdialenej od nás 600 svetelných rokov. Pôjde o niekoľko mesiacov trvajúce vizuálne predstavenie na nočnej aj dennej oblohe, oveľa žiarivejšie ako Mesiac. Takmer sa bude zdať, akoby Zem mala dve Slnká. A ako sme už spomínali, rotácia Zeme sa v dôsledku Mesiaca spomaľuje a bude v tom pokračovať aj o tri milióny rokov. Vtedy bude deň dlhší až o minútu v porovnaní so súčasným stavom.

Čo sa týka ďalekej budúcnosti celej Mliečnej cesty, najbližšia galaxia k nám, Andromeda, je v pohybe pravdepodobne smerom k našej Galaxii. Informáciu o kolíznom kurze galaxií priniesli vedci len pred desiatimi rokmi. Zrážka zatiaľ nie je istá. Keďže sa Andromeda naozaj pohybuje smerom k nám, kolmá rýchlosť nevyvoláva Dopplerov posun, a tak je náročné ju presne zmerať. Samuel Kováčik, teoretický fyzik a Vedátor, má pre nás ohľadom zrážky jasné stanovisko: *Znie to desivo, mám však tri dobré správy. Po prvé, nastane to až o viac ako štyri miliardy rokov. Po druhé, pri zrážke galaxií bežne nedochádza k zrážkam hviezd, skôr ide o splynutie dvoch rojov múch. No a po tretie, k zrážke napokon možno vôbec nedôjde* (pozri Quark 2/2022).

**Stanislav Griguš**

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

Videá autora nájdete na YouTube kanáli [bit.ly/ToAkoPreco](https://bit.ly/ToAkoPreco).



Umelecká predstava oblohy pred zrážkou s Andromedou, ilustrácia NASA, ESA, Z. Levay and R. van der Marel (STScI); T. Hallas; and A. Mellinger

# ZÁHADA

## od AFRICKÉHO JAZERA

Najstaršie kamenné nástroje spájané s rodom *Homo* sa našli na nálezisku v Afrike. Ležali vedľa zubov tvorov z ľudskej línie, ktorí však nepatrili do rodu *Homo*, a vedľa zvieracích kostí, na ktorých sú stopy po týchto nástrojoch.

**N**ajstaršie fosílie *pravých ľudí* z rodu *Homo*, chodiacich vzpriamene, s vyššou postavou, sploštenejšou tvárou, menšími zubmi, ale zato väčším objemom mozgu ako skoršie tvory na ľudskej evolučnej línii, majú cca 2,8 milióna rokov. Najstaršie ukážky kamenných nástrojov tzv. oldowanskej technológie, spájanej s rodom *Homo*, majú asi 2,6 milióna rokov. Oboje sa našli v Etiópii, v Afarskej oblasti – fosílie v Gone, oldowanské nástroje v Ledi-Geraru.

### VÝZVA HOMOCENTRIZMU

Nejde o najstaršie kamenné nástroje všeobecne, rekord je v ich prípade na úrovni 3,3 milióna rokov, a pochádzajú ešte pred rodom *Homo* z náleziska Lomekwi 3 západne od jazera Turkana v Keni. Sú oveľa hrubšie ako oldowanské, čo koreluje s ich pripísaním australopitekom, zrejme druhu australopitek afarský. Ide o *predľudí*, ktorí mali menší mozog ako skorí *Homo*, a tak boli pravdepodobne menej zruční a vynaliezaví. Rod *Homo* sa však mohol vyvi-

núť práve z tohto druhu gracilných, jemnejšie stavaných australopitekov.

Lenže podceňovanie iných druhov na ľudskej evolučnej línii a favorizovanie našich priamejších predkov nemusí byť oprávnené. Z Kene opäť prišla výzva *homocentrizmu*. Na brehu Viktóriinho jazera sa našli staršie kamenné nástroje skorého oldowanského typu než tie z Ledi-Geraru. Datované sú síce od 2,6 milióna až po čosi vyše 3 milióny rokov, no dôkazom predsa len najlepšie zodpovedá 2,9 až 3 milióny rokov, teda obdobie pred najstaršími fosíliami rodu *Homo*. V časopise *Science* to oznámil tím Thomasa Plummera z Queens College v newyorskom Flushingu a Richarda Potts z Národného prírodovedného múzea pri Smithsonianovom inštitúte vo Washingtone.

### PREKVAPENIE Z POLOSTROVA

Predmetné vykopávky sa začali v roku 2015 na lokalite Nyayanga polostrova Homa v západnej Keni. Vo vrstvách s vekom v spomenutom rozpätí sa našlo 330 kamenných artefak-

*Kostra pravekého hrocha, najstarší známy dôkaz konzumácie mäsa veľkého zvierata tvorí na ľudskej evolučnej línii, a s ňou súvisiace skoré oldowanské kamenné nástroje z Nyayangy, kredit T. W. Plummer, Homa Peninsula Paleoanthropology Project*

tov skorého oldowanského typu, odštiepky s ostrím na rezanie či škrabanie, väčšie kamene na udieranie a kamenné jadrá na štiepanie. Ďalej 1776 zvieracích kostí, aj z hrochov či antilop, ktoré ulovili či ich zdochliny našli používatelia nástrojov. Dokazujú to zárezy a praskliny na kostiach i charakteristické znaky na nástrojoch. Korunu tomu nasadili dva masívne moláre (stoličky), ktoré jednoznačne patrili rôznym jedincom robustného australopiteka z rodu *Paranthropus*. Ide o vôbec najstaršie známe fosílie tohto rodu *predľudí* dosiaľ datovaného do doby pred 1,2 až 2,8 milióna rokov. Predstaviteľov rodu *Paranthropus* vedci na základe masívnych čelustí a zubov, najmä molárov, považovali takmer za výlučných bylinožravcov.

Nyayanské nástroje sú najstaršie ukážky oldowanskej technológie, ktoré sa našli viac ako 1 300 kilometrov od predtým najstarších nástrojov z Ledi-Geraru, čo značne rozširuje oblasť skorých oldowanských nástrojov. Etiópske sa v nálezovom kontexte nedali priradiť konkrétnemu účelu či funkcii, nyayanské áno. Slúžili na porciovanie a spracovanie širokého rozpätia potravinových zdrojov, od rastlinných po mäso vrátane kostného špiku. Identifikovali medzi nimi tri typy: kamenné kladivá, jadrá (ako pazúrik) a odštiepky. Údermi kamenných kladív na jadrá sa vyrábali odštiepky na škrabky a rezné nástroje. S tými-



Lokalita vykopávk v Nyayange na polostrove Homa Viktóriinho jazera v západnej Keni, ktoré odhalili najstaršie známe zložitejšie kamenné nástroje oldowanského typu – najpravdepodobnejšie datované do doby, keď ešte podľa terajších dôkazov nevnikli náš ľudský rod *Homo*, kredit J. S. Oliver, Homa Peninsula Paleoanthropology Project

to nástrojmi sa rastlinná strava drvila lepšie ako sloními molármi a mäsitá trhala a rezala lepšie ako levími tesákmi. Oldowanská technológia bola čosi, akoby sa tvorom z africkej savany na ľudskej evolučnej línii náhle vyvinul

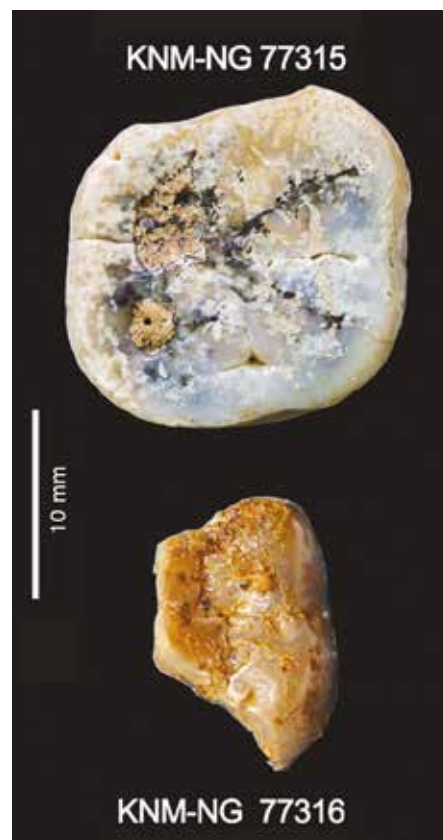
úplne nový súbor zubov mimo tela, povedal R. Potts.

### SPRACOVÁVANIE POTRAVY

Nástroje z Nyayangy sú podstatne zložitejšie ako rekordne staré kamenné nástroje z Lomekwi 3. Vedci zrekonštruovali spôsob ich výroby. Nyayanské boli vyrábané systematicky a upravovali ich údermi kameňa o kameň, pričom držali v jednej kamenné kladivo a v druhej jadro, z ktorého sa takto vyrábali odštiepky. Tento postup vyžadoval veľkú zručnosť a skúsenosť.

Nástroje z Lomekwi 3 vznikali v porovnaní s nyayanskými spravidla pomocou veľkých kameňov položených na zemi. Tie slúžili ako nákov, o ktorú výrobca nástrojov udieral jadrá pod správnym uhlom, aby získal odštiepky, alebo na ňu uložil jadrá, do ktorých následne udieral kamenným kladivom. Výsledné produkty boli väčšie, hrubšie a ich tvary vzbudzujú dojem, že predstavovali skôr náhodný, nie cieľný produkt.

Nástroje z Lomekwi 3 až tak neprekvapujú. Kamenné nástroje občas používajú aj šimpanzy, najnovšie sa zistilo, že dokonca aj makaky, ktoré ani nie sú ľudoopmi. Australopitekovia boli iste pokročilejší ako šimpanzy. Mohli prísť na to, že upravenými kameňmi sa dá vyvážiť hendikep tvorov na ľudskej línii proti pazúrom a tesákom šeliem, uloviť väčšie zvieratá a roztlčením či pomliaždením zvýšiť požívateľnosť a uľahčiť si trávenie mäsitej i rastlinnej potravy. Podľa kuchárskej hypotézy Richarda Wranghama výrazný skok vo veľkosti postavy i mozgu a sprievodné anatomické zmeny medzi australopitekmi a skorými *Homo* vyplynuli z tepelnej úpravy stravy na ohni – vďaka tomu sa dalo z mäsa i rastlín (najmä hľuznatých) vyťažiť viac kalórií. O riadenom využívaní ohňa australopitekmi však nie sú nijaké dôkazy a aj v rámci rodu *Homo* sú dôkazy až z podstatne neskoršej doby.



Moláre paranthropov objavené vedľa oldowanských kamenných nástrojov v Nyayange, hore ľavý horný, pod ním ľavý spodný, kredit S. E. Bailey, Homa Peninsula Paleoanthropology Project

### KTO BOL VYNÁLEZCOM A KTO SA INŠPIROVAL?

Skoré oldowanské nástroje tak azda vyrábali a používali aj paranthropovia, keď im už masívne zuby nestačili na spracovanie dostupných zdrojov potravy, ktoré v období silne premenlivej klímy museli pružne striedať. Mohli nástroje vynájsť sami, inšpirovaní hrubými nástrojmi typu Lomekwi 3? Alebo ich výrobu a používanie *skopírovali* od iných tvorov na ľudskej línii, s ktorými obývali východoafrické prostredie? Australopitekovi, a snáď už aj skorých *Homo*, mohlo v tom čase súbežne žiť najmenej šesť druhov.

Zdá sa, že korene ľudského rodu sú hlbšie, ako ukazujú známe dôkazy, keďže vykopávky v Nyayange priniesli najstaršie známe dôkazy konzumácie mäsa veľkých cicavcov tvormi z ľudskej línii a najstaršie fosílie paranthropov. Tie sa našli už pri typových ukázkach oldowanskej technológie vo vrstvách starých 1,8 milióna rokov. Vzhľadom na to, že sa tam našla aj lebka skorého *Homo habilis*, nástroje boli prisúdené jemu. Skorí príslušníci rodu *Homo* rozniesli oldowanské nástroje po Afrike aj Eurázii (našli sa v Gruzínsku a dokonca v Číne).

Uplynul však ešte dlhý čas, kým boli oldowanské nástroje pred asi 1,6 až 1,7 milióna rokmi nahradené ešte zložitejšími acheuléenskými s príznačnými pästnými klinmi.

Zdeněk Urban



Ukážky oldowanských nástrojov z Nyayangy. Hore kamenné kladivo, v strede kamenné jadro – zdroj odštiepkov, dole samotné odštiepky. Mnohé nástroje preukázateľne slúžili na spracovanie mäsitej i rastlinnej potravy, kredit T. W. Plummer, J. S. Oliver, and E. M. Finestone, Homa Peninsula Paleoanthropology Project.



Jednorázový fotoaparát, foto Pixabay

## Opýtali sme sa jazykovedcov...

... kedy si treba dávať pozor na dĺžku

O nesprávnom používaní dĺžna sme v *Quarku* už písali. Išlo o sloveso *zadĺžiť*, resp. jeho zvratnú podobu *zadĺžiť sa*, ktoré sa často používajú vo význame *zafať dĺhmi* a *narobiť si dlhy*. Keďže základovým slovom je v nich slovo *dlh*, a nie *dĺžka*, ich správna podoba je *zadĺžiť* a *zadĺžiť sa* s krátkym *l* (to isté sa týka ich odvodenín *zadĺžený*, *zadĺženosť*).

O tom, že nesprávne umiestnený či vyslovený dĺžň môže spôsobiť významovú kolíziu, svedčí dobre známa a často citovaná fráza *Politika je panské huncútstvo*. Neraz ju počujeme vyslovovať s dĺžkou na prvej slabike prídavného mena, teda v podobe *pánske huncútstvo*. Zámena prídavného mena *panské* za prídavné meno *pánske* však mení zmysel citovanej vety. Obe adjektíva síce súvisia so slovom *pán*, no každé je späté s iným významom tohto slova. Prídavné meno *pánsky* sa týka pána ako označenia mužskej osoby, napr. *pánsky oblek*, *pánska košela*, *pánsky klobúk*, *pánska kozmetika*, *pánska spoločnosť*, *pánska návšteva*, *pánska jazda*. Jeho synonymným výrazom je prídavné meno *mužský*. Prídavné meno *panský* sa vzťahuje na pána, resp. pánov ako príslušníkov vyšších spoločenských vrstiev, predstaviteľov vrchnosti, v súčasnosti na predstaviteľov vládnej moci ap. Vyskytuje sa v spojeniach

ako *panská rodina*, *panské deti*, *panské sídlo*, *panský majetok*, *panské lúky*, *panské maniere* či *spôsoby*. Aj ulica v Bratislave, na ktorej sídli Jazykovedný ústav Ľ. Štúra SAV, nesie názov *Panská ulica*, keďže je pomenovaná po šľachticoch, ktorí tu žili vo svojich palácoch. Z výkladu významu oboch prídavných mien je jasné, že citovaná veta má znieť *Politika je panské huncútstvo*.

Ďalším príkladom nenáležitého dĺženia je prídavné meno *jednorázový*. Vyskytuje sa v takýchto spojeniach: *jednorázový príspevok*, *jednorázové odškodnenie*, *jednorázová finančná pomoc*, *jednorázová podpora*, *jednorázové plienky*, *jednorázový zapalovač*, *jednorázová záležitosť*; frekventovaný je výraz, že niečo je *na jednorázové použitie*. Keď si však uvedomíme, že prídavné meno s významom *uskutočnený jeden raz*, *poskytnutý na jeden raz* vzniklo z číslovkovej časti *jedno-*, ktorá je odvodená od základnej číslovky *jeden*, a zo základového slova *raz* v nominatíve (*jeden raz*), bude nám jasné, že jeho správna podoba je *jednorazový*. Preto príspevok, ktorý sa vypláca iba raz, sa nazýva *jednorazový*. Podobne hovoríme o *jednorazovom odškodnení*, *jednorazovej finančnej pomoci*, *jednorazovej podpore*, *jednorazových plienkach*, *jednorazovom zapalovači*, *jednorazovej záležitosti* či *jednorazovom použití*.

Inak je to s prídavným menom *viacrázový*, v ktorého slovnom základe *ráz-* sa píše dlhé *á*. Toto prídavné meno vzniklo zo spojenia *viac ráz*, t. j. z číslovky *viac* a tvaru genitívu množného čísla *ráz* (tak ako *päť ráz*, *desať ráz*). Správne sú spojenia *viacrázové obaly*, *viacrázová sociálna podpora*, *viacrázové dávky inzulínu*, *viacrázové čistiace utierky*, *viacrázový nákup* i *viacrázové použitie*.

Rovnako nevhodne sa používa dlhé *á* v prídavnom mene *prevážny*, porov. *prevážna časť autorovej tvorby*, *prevážnej miere*, *prevážna väčšina športovcov*, *prevážny zdroj príjmov*, *prevážny podiel rómskeho obyvateľstva*. Prídavné meno *prevážny* vzniklo z predpony *pre-*, ktorá vyjadruje veľkú mieru nejakej vlastnosti, napr. *prekrásny*, *predrahý*, *prehojný*, *preslávný*. Prídavné meno *prevážny* má teda význam *priveľmi*, *nadmieru vážny*. Mohli by sme ho použiť v spojení *prevážna tvár* či *prevážna chvíľa*. Ak chceme vyjadriť význam ktorý je *v prevahe*, *prevažujúci*, použijeme prídavné meno *prevažný*: *prevažná časť autorovej tvorby*, *v prevažnej miere*, *prevažná väčšina športovcov*, *prevažný zdroj príjmov*, *prevažný podiel rómskeho obyvateľstva*. Podobne treba odlišovať príslovku *prevažne*, napr. *prevažne mužská časť*, od príslovky *prevážne*: *zatvárala sa vážne-prevážne*.

Preto si pri našich vyjadreniach dávejme pozor na dĺžň!

Silvia Duchková  
Jazykovedný ústav Ľ. Štúra SAV, v. v. i.

# Hľadači ÚLOMKOV na oblohe

Keď v roku 1801 spozoroval taliansky astronóm Giuseppe Piazzi na obežnej dráhe medzi Marsom a Jupiterom nový objekt, označil ho gréckym slovom *asteroid*, čo znamená podobný hviezde, a pomenoval ho Ceres. Ceres sa stal prvým objaveným a zároveň najväčším objektom v tzv. hlavnom páse asteroidov.



Trpasličia planéta Ceres,  
foto NASA/JPL-Caltech/UCLA/  
MPS/DLR/IDA

Existencia nápadnej medzery medzi dráhami Marsu a Jupitera fascinovala astronómov, matematikov aj filozofov už najmenej sto rokov pred Piazziho objavom, pretože nezapadala do predstavy *správneho* geometrického usporiadania planét našej Slnecnej sústavy. A hoci pojmy a vysvetlenia sa časom menia (Ceres bol pre jeho rozmery v roku 2006 preradený medzi trpasličie planéty), hľadanie vesmírnych úlomkov sa stalo vášňou pozorovateľov oblohy. Nechýbali medzi nimi ani naši astronómovia.

## VEČNÉ PLIENENIE

Po objavení Ceresu prevládla teória, podľa ktorej sú objekty medzi Marsom a Jupiterom pozostatkami planéty, ktorú roztrhali Jupiterove gravitačné sily alebo nejaká iná katastrofa. Už v roku 1761 sa matematik Johann Heinrich Lambert pýtal: *A kto vie, či už nechýbajú planéty, ktoré odišli z obrovského priestoru medzi Marsom a Jupiterom? Platí teda o nebeských telesách, rovnako ako o Zemi, že silnejšie triešti slabšie, a či sú Jupiter a Saturn odsúdené na večné plienenie?*

Planétky v páse však majú spolu iba 4 % hmotnosti Mesiaca (samotný Ceres s pri-

merom 940 km zahŕňa 25 % z nej). Navyše majú veľmi rozdielne chemické zloženie, čo tiež naznačuje, že nepochádzajú zo spoločného telesa. Vedci sa preto prikláňajú viac k teórii, že Jupiter nezničil existujúcu planétu – skôr zapríčinil, že žiadna nevznikla. Väčšinu objektov tvoria stavebné kamene planét, tie sa však v pásme rozrušenom gravitáciou blízkeho obra nespájali, ale zrážali a trhali. Približne 2 milióny planétkok sú väčšie ako 1 km. Menších je niekoľkonásobne viac, až po objekt 2015 TC25 s priemerom 2 m, čo je hranica, za ktorou

už zvyčajne vedci hovoria o meteoroidoch. Do konca 19. storočia bolo známych 452 planétkok, v súčasnosti poznáme takmer 500-tisíc očíslovaných (čiže takých, ktoré boli pozorované viackrát a ich dráha mohla byť presne určená) a takmer 250-tisíc neočíslovaných.

## POZOROVATELIA A STRÁŽCOVIA

Rozšírenie observatórií a ďalekohľadov teda zvýšilo počet objavených planétkok viac ako stotisíc-násobne za jediné storočie. Zásahu na tom majú najmä astronómovia, ktorí trpezlivo prehľadávajú oblohu a odhadujú časy a miesta, kde by sa mohli objaviť nové objekty. Výskum astronómov pôsobiacich na Slovensku získal svetové uznanie okrem iného práve objavovaním planétkok, ale aj nových komét, ďalších špecifických objektov v našej Slnecnej sústave.

Najúspešnejším *hľadačom* bol Milan Antal (1935 – 1999), ktorý pôsobil na observatóriu na Skalnatom Plese. Na konte mal 89 objavených planétkok, z ktorých bolo 17 očíslovaných a väčšina bola pomenovaná. Prvou bola Slovakia, nasledovali Hurban, Hviezdoslav, Milanšťaňanik, Sládkovič, Štúr a ďalšie. Medzinárodná astronomická únia pomenovala na jeho počesť asteroid číslo 6717 menom Antal. Milan Antal sa spolu s kolegami z observatórií na Skalnatom Plese a Lomnickom štíte podieľal aj na výskume komét. Len medzi rokmi 1946 a 1954 tam Ľudmila Pajdušáková, Antonín Mrkos, Ľubor Kresák a ďalší objavili 18 nových komét. Ich fotografické pozorovania tiež umožnili po prvý raz zistiť ich dráhy.

Astronómia na Slovensku má dejiny, ktoré siahajú hlboko do minulých storočí. Hľadači vesmírnych úlomkov sú len jednou jej časťou, je to však romantická a objaviteľská časť, ktorá sa v súčasnosti navyše mení na záchranú. Nie každá planétka zostáva *poslušne* na svojej dráhe a tie, čo sa z nej vychýlia, môžu trafiť Zem. Pozorovatelia sa tak môžu stať strážcami našej planéty, ktorí včas upozornia na hroziace nebezpečenstvo.

R

Observatórium na Skalnatom Plese,  
foto wikipédia/Lucas, CC BY-SA 2.0



# AEROBIK PRE MOZGOVÉ BUNKY

Aj v tomto čísle si môžete vyskúšať svoju logiku a vedomosti v ôsmich podnetných úlohách. Ich správne riešenia si overte na **strane 54**.

1. Vyriešte nasledujúcu hádanku. Žena povedala o istom mužovi: *Svokra tohto muža je matkou môjho otca*. Aký je príbuzenský vzťah medzi touto ženou a mužom, o ktorom hovorila?

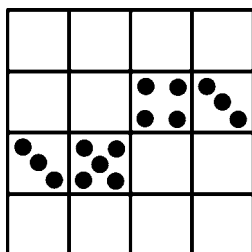


2. Otočte tvar trojuholníka o 180° presunutím presne troch žetónov.



Ilustrácia Stanislav Griguš

3. Doplníte do mriežky dané kamene z domina tak, aby bol súčet vo všetkých riadkoch aj stĺpcoch rovnaký. Doplniť treba kamene: 0|4, 1|2, 1|3, 1|4, 1|5, 2|5.

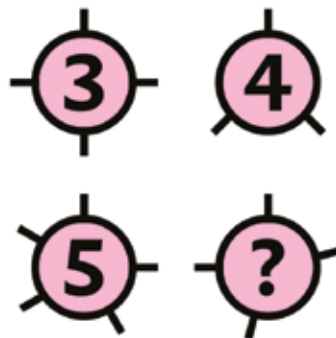


Ilustrácia Stanislav Griguš

4. Dokážete odhadnúť, ktorá anorganická látka je najzastúpennejšia v minerálnych vodách predávaných na Slovensku?



5. Nájdite číslo, ktoré sa ukrýva za otáznikom.

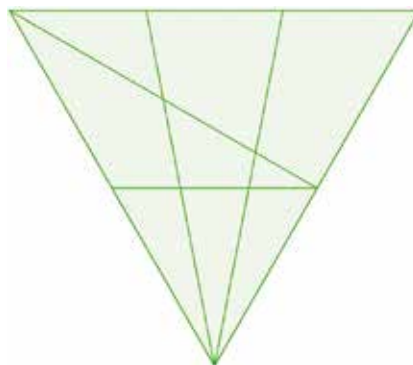


Ilustrácia Stanislav Griguš

6. Nájdite synonymá k nasledujúcim slovám a slovným spojeniam tak, aby všetky začínali rovnakými tromi písmenami.

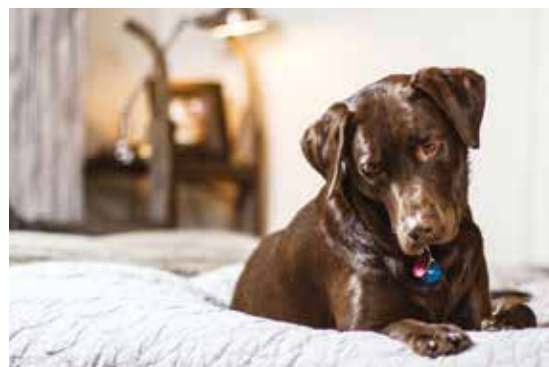
- A) rozhovor
- B) zábava
- C) dodržiavanie pravidiel
- D) nepomer
- E) obmedzovanie práv
- F) kotúč

7. Koľko trojuholníkov je na obrázku?



8. Naučiť sa slovenčinu býva pre cudzincov niekedy náročné. Aký spoločný problém pri učení sa slovenčiny môžu spôsobovať nasledujúce slová?

MALÁ, SUD, ŠTEŇA, DIÉTA, MYŠ, LACNÝ, MÁJ



Text a ilustrácia Jaroslav Baričák  
Gymnázium Jozefa Miloslava Hurbana v Čadci  
Foto Pixabay



# APRÍLOVÝ test pozornosti

Test vám ukáže, ako pozorne ste čítali aprílový *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. Človek, ktorý ovláda viacero jazykov, sa nazýva

- a) polyhistor
- b) polygraf
- c) polygón
- d) polyglot

2. Srdcová frekvencia vyššia ako 100 úderov za minútu sa označuje ako

- a) tachykardia
- b) šelest
- c) bradykardia
- d) kardiostimulácia

3. Názov chemického prvku technécium pochádza z gréckeho *technikós*, čo znamená

- a) sivostrieborný
- b) skrytý
- c) cudzí
- d) umelý

4. Uhlíkové nanorúrky môžu vzhľadom na hranicu nanorozmeru dosahovať priemer maximálne

- a) 10 nanometrov
- b) 100 nanometrov
- c) 1 mikrometer
- d) 10 mikrometrov

5. Úbytok slnečného svetla štartuje v ľudskom tele produkciu spánkového hormónu

- a) ghrelínu
- b) melatonínu
- c) leptínu
- d) oxytocínu

6. Dlhodobý nedostatok spánku v zmysle dĺžky alebo kvality označujeme pojmom spánková

- a) deprivácia
- b) depresia
- c) determinácia
- d) derivácia

7. Dňa 23. apríla 2023 o 3. hodine ráno dosiahne maximum svojej aktivity meteorický roj

- a) Eta Aquaridy
- b) Lyridy
- c) Perzeidy
- d) Kvadrantidy

8. Rod *danaus*, ktorý je v iných jazykoch známy ako monarch či monarcha, patrí do čeľade

- a) babôčkovité
- b) lišajovité
- c) mlynárikovité
- d) vidlochvostovité

9. Pri skoku do diaľky býva najlepší štartový uhol približne

- a) 5 stupňov
- b) 25 stupňov
- c) 45 stupňov
- d) 65 stupňov

10. Súčasné európske normy posudzujú pevnosť a bezpečnosť domáceho sedacieho a lôžkového nábytku na základe používania osobami s hmotnosťou do

- a) 90 kg
- b) 110 kg
- c) 130 kg
- d) 150 kg

11. Sejací stroj na vytváranie riadkov, rozdeľovanie osiva a zakrývanie osiatych riadkov vynášiel v roku 1701 anglický agrónóm

- a) John Harrison
- b) Richard Arkwright
- c) Thomas Newcomen
- d) Jethro Tull

12. Doterajší rekord najdlhšieho kontinuálneho pobytu vo vesmíre, ktorý drží ruský kozmonaut Valerij V. Poľakov, je

- a) 84 dní
- b) 179 dní
- c) 437 dní
- d) 803 dní

13. Materiál obsahujúci úlomky mramoru, žuly, kremeňa, mušlí, skla alebo iných materiálov zliatych dohromady pomocou cementu alebo epoxidu má názov

- a) makadam
- b) zlepenec
- c) teselácia
- d) terrazzo

14. Najčastejšie používané spojivo v súčasných betónoch, ktoré bolo objavené v roku 1820, poznáme pod menom

- a) asfalt
- b) vápno
- c) portlandský cement
- d) epoxid

15. Rozsah ľudským ušom počuteľných frekvencií sa udáva v rozmedzí

- a) 0 až 52 Hz
- b) 0 až 20 000 Hz
- c) 20 až 20 000 Hz
- d) 20 až 5 200 Hz

16. Vzdialenosť, v ktorej dochádza k roztrhaniu menšieho telesa vplyvom slapových síl hmotnejšieho telesa, sa nazýva

- a) Bouvardova medza
- b) Rocheova medza
- c) Cassiniho medza
- d) Kuiperova medza

17. Úkaz, keď sa planéta na svojej obežnej dráhe dostane presne na miesto medzi hviezdou a pozorovateľom, voláme

- a) tranzit
- b) zákryt
- c) zatmenie
- d) konjunkcia

18. Úspešný slovenský objaviteľ planétok Milan Antal pomenoval svoju prvú planétku menom

- a) Antal
- b) Slovakia
- c) Tatry
- d) Skalnaté Pleso

# NOVÉ KNIHY

## Ako funguje psychológia



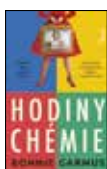
Ako si môžete pretvoriť mozog, aby ste sa učili efektívnejšie? Ktoré metódy znižujú napätie pri rokovaniach? Aké psychologické triky používajú zadávatelia reklám, aby vás presvedčili, že si máte kúpiť ich výrobky?

Naučte sa, ako možno psychológiu aplikovať na situácie zo skutočného života od diania na pracovisku až po komunikáciu na športovisku. Využívajte fungovanie ľudskej mysle, zistite, čo sa v nej môže pokaziť, a spoznajte mnohé dostupné formy liečby.

Kniha *Ako funguje psychológia* je plná fascinujúcich faktov a pri naša jasné, ľahko pochopiteľné grafické údaje. Vysvetlí vám všetko, čo potrebujete vedieť o tom, ako v skutočnom svete myslíte, cítite a konáte. V publikácii sú vedecké poznatky doplnené užitočnými názornými ilustráciami a infografikami.

(256 strán, 24,90 €)

## Bonnie Garmusová: Hodiny chémie



Chemička Elizabeth Zottová nie je priemerná žena. Elizabeth by v skutočnosti prvá poukázala na skutočnosť, že priemerná žena neexistuje. Ale začínajú sa šesťdesiate roky dvadsiateho storočia a jej čisto mužský tím v Hastingsovom výskumnom ústave má veľmi nevedecký pohľad na rovnosť pohlaví. Všetci okrem jedného – Calvina Evansa, samotárskeho, geniálneho kandidáta na Nobelovu cenu, ktorý nevie odpúšťať a ktorý sa zalúbi práve do Elizabethino intelektu. A chémia predsa znamená zmenu pomerov...

Lenže život je nepredvídateľný rovnako ako veda. Preto sa Elizabeth o niekoľko rokov stane slobodnou matkou a nedobrovoľnou hviezdou najobľúbenejšej relácie o varení v Amerike – Večera o šiestej. Elizabethin nezvyčajný prístup k vareniu (*lyžicu kyseliny octovej zmiešajte so štipkou chloridu sodného*) sa ukáže ako revolučný. Ale aj keď sledovanosť relácie rastie, nie každý je z jej úspechu nadšený. Elizabeth totiž neučí ženy iba variť, ale vyzýva ich, aby zmenili svoje postavenie v mužskom svete.

(464 strán, 19,90 €)

## Dom Ramsey: Čokoláda – Fascinujúci príbeh delikatesy



Odhaľte podstatu jedného z najobľúbenejších pôžitkov vôbec. Sledujte premenu kakaového bôbu na čokoládu: zistíte, z ktorých krajín pochádza tá najkvalitnejšia, a pochopíte, prečo je taká neodolateľná. Naučíte sa rozpoznať skutočnú kvalitu, identifikovať škálu chutí a vyrobiť si doma vlastnú čokoládu priamo z kakaových bôbov. Veľkolepým završením je 30 receptov na znamenité čokoládové dobroty.

(224 strán, 16,90 €)

## História v kocke



Rodinná encyklopédia vám ukáže minulosť, ako ste ju ešte nevideli. Preneste sa do najvzrušujúcejších okamihov ľudských dejín – od našich prvých predkov až po svet, v ktorom žijeme v súčasnosti.

Vydajte sa do dávnych čias, zúčastnite sa na love mamutov, pochodujte s rímskym vojakom a leťte s bratmi Wrightovcami. Objavte každodenný život v stredovekých kultúrach a preskúmajte, ako vynálezy, napríklad tlačiarenský stroj, zmenili svet. Prostredníctvom nádherných počítačových ilustrácií kľúčových osobností, miest a udalostí zistíte, ako vyzerali naše dejiny.

(208 strán, 22,90 €)

Knihy z vydavateľstva IKAR si môžete kúpiť na [www.bux.sk](http://www.bux.sk).

## Veda na dosah VR



Centrum vedecko-technických informácií (CVTI) SR si pre záujemcov pripravilo jedinečné panelové výstavy vo virtuálnej realite (VR). Stačí si nasadiť VR okuliare, stiahnuť aplikáciu a môžete sa ponoriť do sveta vedy a techniky. Nateraz vás čakajú štyri témy rôzneho zamerania.

Bezplatná aplikácia Veda na dosah VR pre okuliare Meta Quest, Meta Quest 2 a Meta Pro je dostupná na stránke [www.oculus.com/experiences/quest/5391925754240038/](http://www.oculus.com/experiences/quest/5391925754240038/). Virtuálna galéria v slovenskom jazyku je určená všetkým, ktorí nemajú možnosť prísť si pozrieť výstavy osobne. VEDA NA DOSAH vás prevedie výstavami Slováci hľadia do vesmíru, Štyri živly, Pravda alebo hoax? a Slovenskí vedci: Prístup povolený.

Výstava Slováci hľadia do vesmíru je zameraná na modernú históriu kozmonautiky. Zaoberá sa tiež cestou našej krajiny k prestížnemu členstvu Európskej vesmírnej agentúry a úspechom Slovenskej organizácie pre vesmírne aktivity. Výstava je obohatená astrofotografiami popredných slovenských autorov. Štyri základné živly oheň, voda, vzduch a zem ovplyvňujú klimatický systém a život na našej planéte. Interaktívna výstava doplnená o rozšírenú realitu sa venuje úskaliam využívania týchto elementov na energetické potreby spoločnosti.

Panelová výstava Pravda alebo hoax? obsahuje výber najrozšírenejších medicínskych hoaxov a ich vyvrátenie na základe odborných informácií. CVTI SR v spolupráci s viacerými inštitúciami v rámci výstavy vypracovalo vzdelávacie panely zamerané na problémy vyplývajúce zo šírenia dezinformácií. Výber významných vedeckých pracovníkov a popularizátorov vedy a techniky Slovenska, ich výsledkov a úspechov ponúka výstava Slovenskí vedci: Prístup povolený. Predstavia sa vám laureáti ocenení Cena za vedu a techniku a Vedec roka SR posledných ročníkov.

Bližšie informácie o obsahu výstav, ako aj o ich aktuálnom mieste vystavenia nájdete na stránke [vedanadosah.cvtsr.sk/vystavy/](http://vedanadosah.cvtsr.sk/vystavy/).

## NEXTECH

TECHNOLÓGICKÝ MAGAZÍN  
NIELEN PRE MUŽOV

WWW.NEXTECH.SK

Nové číslo vychádza v apríli 2023.

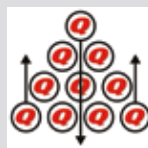
Časopis si môžete objednať na adrese: [predplatne@prevue.sk](mailto:predplatne@prevue.sk)  
[www.nextech.sk](http://www.nextech.sk)

### Riešenia úloh Aerobiku zo strany 52:

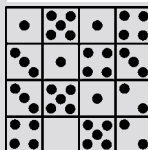
#### Správne odpovede:

1. Muž je jej strýko (manžel jej tety).

2.



3.



4. voda, H<sub>2</sub>O

5. číslo 7; veľká ručička ukazuje všetky násobky celých hodín, ktoré sú deliteľné daným číslom pri 24-hodinovom formáte na digitálnych hodinách

6. diskusia, diskotéka, disciplína, disproporcía, diskriminácia, disk

7. 24

8. Zmenou diakritiky dostaneme zmysluplné slová.

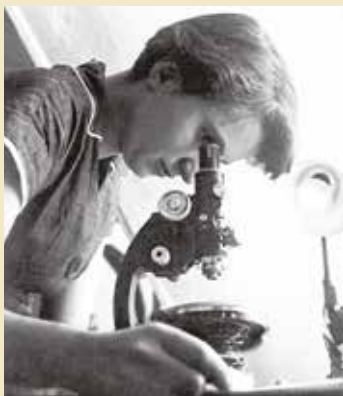
### Vyhodnotenie testu zo strany 53:

#### Správne odpovede:

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

# HISTORICKÝ KALENDÁR

**1. 4. 1578** sa narodil William Harvey, anglický lekár, ktorý bol presvedčený o dôležitosti pokusov vo vede a zaujímal sa najmä o krv. V roku 1628 zverejnil výsledky svojho výskumu, podľa ktorých krv obieha v tele preto, lebo ju prečerpáva srdce. Pôsobil ako lekár kráľov Jakuba I. a Karola I. Zomrel v roku 1657.



Rosalind Franklinová (1920 – 1958),  
foto wikipédia/MRC Laboratory of  
Molecular Biology, CC BY-SA 4.0

- 3. 4. 1693** sa narodil John Harrison, anglický tesár a hodinár, ktorý vynášiel morský chronometer – prístroj na zisťovanie zemepisnej dĺžky na mori. Zomrel v roku 1776.
- 6. 4. 1928** sa narodil James Dewey Watson, americký genetik, spoluobjaviteľ štruktúry kyseliny deoxyribonukleovej (DNA), teda dvojitej závitnice. Spolu s F. Crickom a M. Wilkinsom mu udelili Nobelovu cenu. Zomrel v roku 1973.
- 7. 4. 1823** zomrel Jacques Alexandre César Charles, francúzsky chemik a fyzik, vynálezca vodíkového balóna, s ktorým prvýkrát letel v roku 1783. Narodil sa v roku 1746.
- 13. 4. 1748** sa narodil Joseph Bramah, anglický vynálezca a zámočník, ktorý zdokonalil toaletu, vynášiel takmer nedobytný zámok, aplikoval Pascalov zákon a vynášiel prvý hydraulický motor na čerpanie piva z krčmovej pivnice a neskôr aj hydraulicky ovládaný tlačiarenský stroj. Zomrel v roku 1814.

- 16. 4. 1728** sa narodil Joseph Black, škótsky fyzik a chemik, otec kvantitatívnej chémie. Objavil oxid uhličitý, prvok horčiek a preslávil sa definovaním latentného tepla a špecifického tepla, čím položil základy termodynamiky. Zomrel v roku 1799.
- 16. 4. 1958** zomrela Rosalind Elsie Franklinová, anglická vedkyňa, ktorá spolu s M. Wilkinsom zhotovila röntgenové difrakčné fotografie DNA a zistila, že jej molekula má skrutkovitý tvar. Na základe výsledkov jej práce vytvorili F. Crick a J. Watson model dvojitej špirály. Narodila sa v roku 1920.
- 16. 4. 2008** zomrel Edward Norton Lorenz, americký matematik a meteorológ venujúci sa teórii chaosu. Na začiatku 60. rokov 20. storočia si uvedomil, že malé rozdiely v dynamickom systéme, ako je atmosféra, môžu vyvolať obrovské a často nepredvídateľné zmeny. Inšpirovalo ho to k formulácii *motýlieho efektu*. Narodil sa v roku 1917.
- 20. 4. 1928** sa narodil Charles Keeling, americký geochemik, ktorý v 50. rokoch 20. storočia vyvinul metódu merania koncentrácie oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v atmosfére, čím upozornil celý svet na jej nárast (Keelingova krivka). Zomrel v roku 2005.
- 23. 4. 1858** sa narodil Max Karl Ernst Ludwig Planck, nemecký teoretický fyzik, nositeľ Nobelovej ceny, ktorý stál na začiatku kvantovej teórie. Štúdiom absolútne čierneho telesa dospel k myšlienke, že elektromagnetické žiarenie sa skladá z malých porcií energie, čiže kvánt, a odvodil Planckovu konštantu. Zomrel v roku 1947.

R

## ŽREBOVALI SME VÝHERCOV februárovej súťaže

Vo februárovej rubrike Čítanie z novej knihy sme sa vás pýtali: **Ktorá kniha patrí medzi vaše najobľúbenejšie a prečo?** Za odpovede, medzi ktorými boli napríklad *Pán Prsteňov* od J. R. R. Tolkiena, *Imunita* od Philippa Dettmera, *Rozviazané jazyky* od Jozefa Tancera, *Ako vysvetliť svet* od Stevena Weinberga, *Zvieracia farma* od Georgea Orwella, *Hľadanie zmyslu života* od Viktora Frankla a mnoho ďalších, počnúc rozprávkami, Bibliou a končiac encyklopédiami, získavajú publikáciu *Knihy, ktoré ovplyvnili dejiny* z vydavateľstva IKAR **Natalia R. z Bratislavy, Mária P. z Hliníka nad Hronom a Janka C. z Nitry**. Výherkyniam blahoželáme a veríme, že ich ceny potešia.



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. 👍

## PREDPLATNÉ

Zabezpečte si bezproblémové doručovanie noviniek a zaujímavostí zo sveta vedy a techniky.

Objednajte si predplatné časopisu Quark prostredníctvom stránky [www.quark.sk/predplatne](http://www.quark.sk/predplatne) alebo nám napíšte na e-mailovú adresu [predplatne@quark.sk](mailto:predplatne@quark.sk) či zavolajte na telefónne číslo 02/69 25 31 16.

Možnosti predplatného:

**Tlačené ročné predplatné 24 €**    **Tlačené polročné predplatné 14 €**    **Elektronické ročné predplatné 10 €**



Chcete darovať predplatné časopisu Quark?

Vyberte si na našej stránke z darčkových poukazov, ktoré môžete vyplniť aj elektronicky a vytlačiť doma.

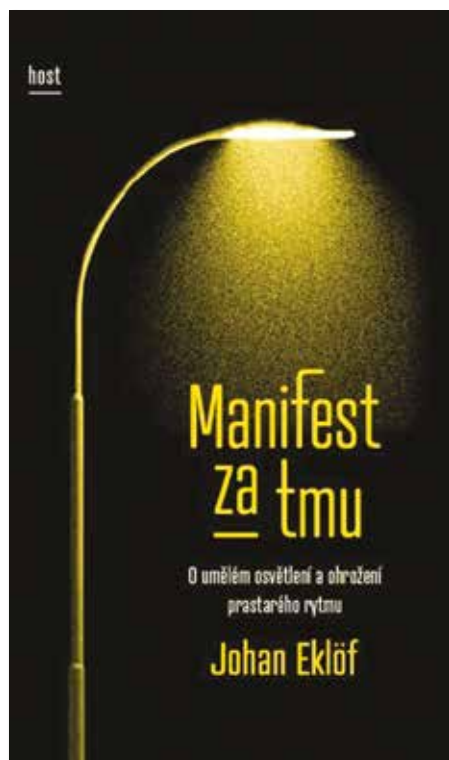
Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., e-mail: [zahranicna.tlac@sposta.sk](mailto:zahranicna.tlac@sposta.sk).

Ďakujeme za váš záujem a želáme príjemné čítanie.

# Knižné tipy kníhkupectva Artforum

Dobrych knih vychádza veľa, času je však málo. Preto vám prinášame tipy na dve knižky, ktoré by nemali uniknúť vašej pozornosti.

## Noc ako samostatná ekologická nika



**P**o pravde' rečeno téměř nepoužívám ani čelovku, přinejmenším ne venku, protože bych se o noční vidění nerad připravil. Neviděl bych totiž, jak střívláci loví drobný hmyz, ani jak neopakovatelně se v měsíčním svitu třpytí pavučiny. Hodně věcí by uniklo mé pozornosti, šneci, kteří se někdy šinou, nebo třeba světélkující houby. Ano, i některé houby mají schopnost bioluminiscence, tutéž vlastnost, díky níž ve tmě světélkují oceány, či září světlušky. Houby tak lákají mouchy, brouky a mravence, kteří pak roznášejí jejich spory. Tento fenomén je běžný v tropických oblastech, ale i u nás máme světélkující houbu, a sice vláčivku, jejíž vláknité podhoubí, mycelium, nazelenale září. Traduje se, že dříve se dubové dřevo napadené touto houbou používalo jako noční směrovky. A zvířatům, která v noci vidí lépe než my, tyto houby možná svítí stejně silně jako nám lucerny.

Pre Johana Eklöfa, švédskeho vedca a celosvetovo uznávaného odborníka v oblasti výskumu netopierov, je noc

neprebádaným priestorom, samostatnou ekologickou nikou, do ktorej sme my ľudia nikdy nemali vstúpiť inak ako návštevníci. V tomto duchu sa s čitateľom vydáva do nočných lesov, tmavých hlbín oceánov i k potemnenej oblohe a oboznamuje ho s pôvodnými obyvateľmi tmy – tými, ktorých umelé osvetlenie vytlačá niekedy až na pokraj vyhynutia.

Lov, párenie, metamorfóza aj rozklad, väčšina procesov v prírode prebieha pod rúskom noci, aj malá baterka či svetlá vzdialeného mesta dokážu spôsobiť neplodnosť tmy. Navyše, striedanie tmy a svetla kalibruje vnútorné hodiny všetkého života na Zemi. Narušenie tohto prastarého biorytmu môže mať nedozerné dôsledky na ekosystém planéty. Máme ešte čas to zvrátiť?

## Súťažná otázka

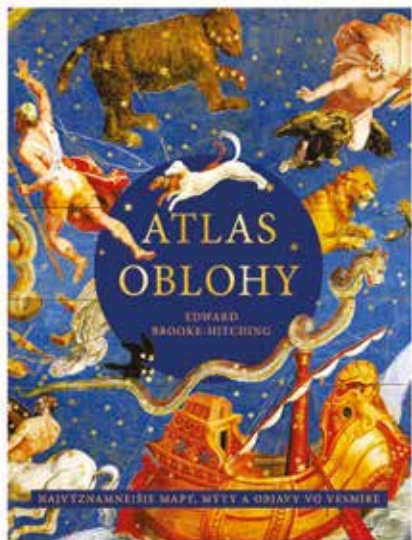
Ak nám do **30. apríla 2023** pošlete správnu odpoveď na otázku:

**Čo je cirkadiánný rytmus a čo ho narúša?**

zaradíme vás do zberovania o nákupnú poukážku v hodnote 10 eur od kníhkupectva Artforum.

Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: [odpovednik@quark.sk](mailto:odpovednik@quark.sk) alebo Quark, Staré grunty 52, 841 04 Bratislava 4.

## Ilustrované dejiny vzťahu človeka a oblohy



**P**re Tálesa boli jeho vedomosti o nebi prínosom, ale aj bremenom. Jedným z prvých príkladov obchodného monopolu bolo to,

keď Táles využil poznanie hviezd a predpovedal mimoriadne bohatú úrodu olív. Vopred si prenajal všetky lisy na olivy v Miléte aj na neďalekom ostrove Chios v Egejskom mori a vďaka tomu zbohatol.

Už menej šťastia mal vtedy, keď na jednej prechádzke bol taký zaujatý pohľadom na hviezdy, že na radosť prizerajúcej sa tráčkej otrokyne spadol rovno do studne.

Táto úsmevná anekdota o predsokratovskom filozofovi je len jednou z mnohých, ktorými je *Atlas oblohy* pretkaný. Nie je najvtipnejšia a možno ani najzaujímavejšia, ale akosi presne vystihuje to, čo vo vás britský popularizátor vedy Edward Brooke-Hitching skôr či neskôr vyvolá. Túžbu zdvihnúť zrak k nebu a aspoň na malú chvíľu úplne zabudnúť na pozemský svet.

E. Brooke-Hitching systematicky, ale s nadhľadom, a občas aj humorom sumarizuje rozsiahle dejiny nebeskej mytológie a filozofickej kozmológie s prelomovými objavmi astronómie a astrofyziky do dobrodružnej

cesty naprieč tisícročiami. Na bohato ilustrovaných stránkach jeho knihy stretnete starovekých bohov i Alberta Einsteina, budete hľadiť na západ Slnka z Venuše, preskúmate vesmír očami pravekého lovca, pozriete sa naň Galileiho ďalekohľadom aj prostredníctvom snímkov najmodernejších sond. A pri najbližšom pohľade na nebo sa neubránite jemne mrazivému pocitu, že čím viac tajomstiev vesmíru sme odhalili, tým hlbšie sme do nich vtáňovaní.

**Pripravila Veronika Sebechlebská, Artforum**

## KNÍHKUPECTVO ARTFORUM

Artforum už viac ako 30 rokov prináša čitateľom kvalitné knihy, ktoré tešia oči a myseľ. Naše kníhkupectvá nájdete v Bratislave, Pezinku, Žiline, Banskej Bystrici, Rožňave, Košiciach a Prešove. Krásne knihy môžete nakúpiť aj cez internet na [www.artforum.sk](http://www.artforum.sk).

# múzeum špeciálneho školenia v Levoči

Jedinečné interaktívne  
múzeum v centre  
Levoče ponúka:

zážitkovú expozíciu

edukatívne  
programy

lektorované prehliadky  
pre malých i veľkých  
guided tours / geführte  
Touren

audioprzewodnik /  
magyar audio guide



## 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 každých 90 minút, posledný vstup o 16:00 hod.

Vitajte

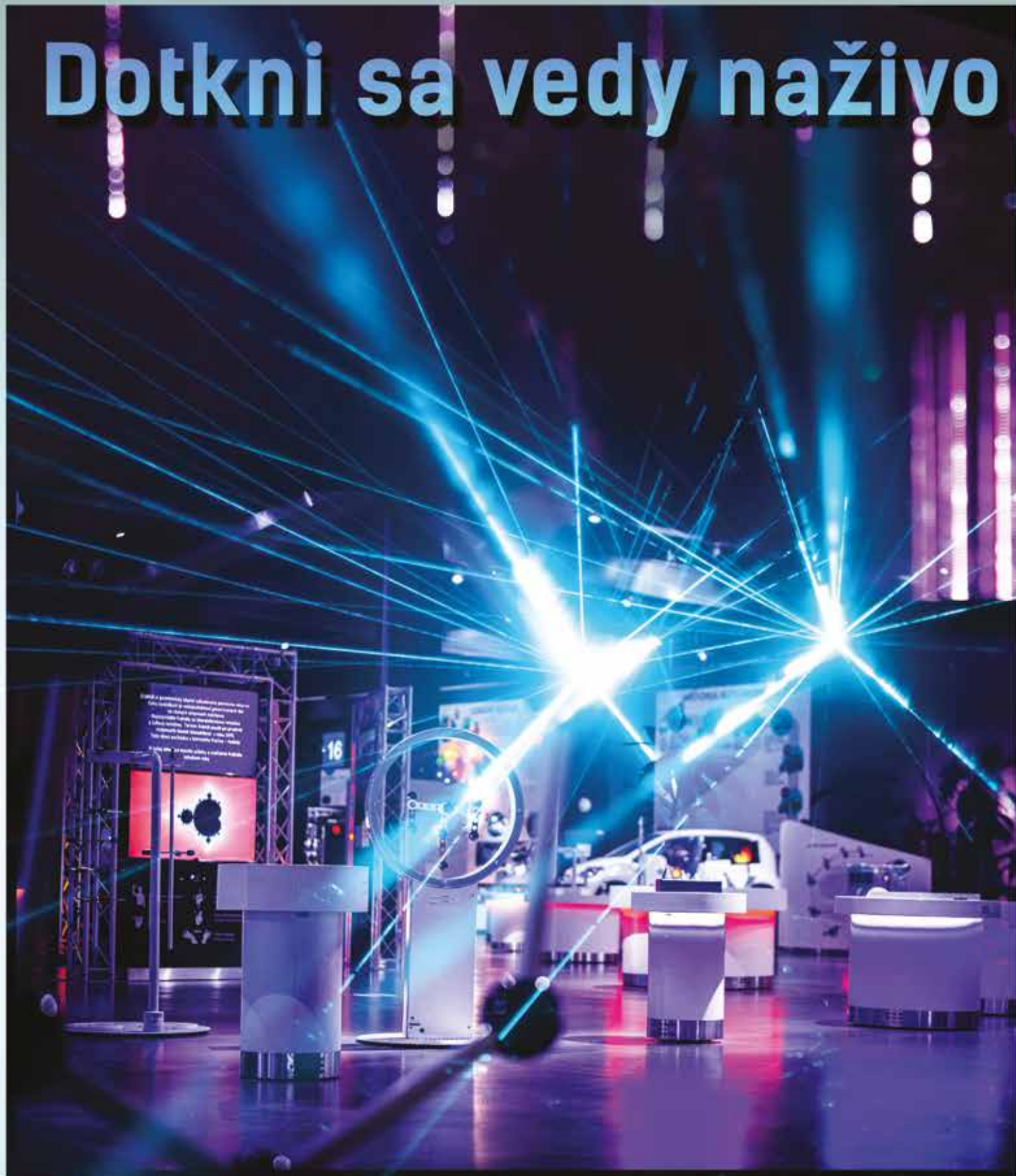
Welcome

Willkommen

Powitanie

Üdvözöljük

# Dotkni sa vedy naživo



[www.aurelium.sk](http://www.aurelium.sk)  
@centrumvedy

*Aurelium*  
ZÁŽITKOVÉ CENTRUM VEDY