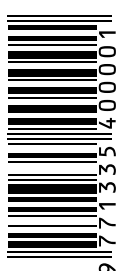
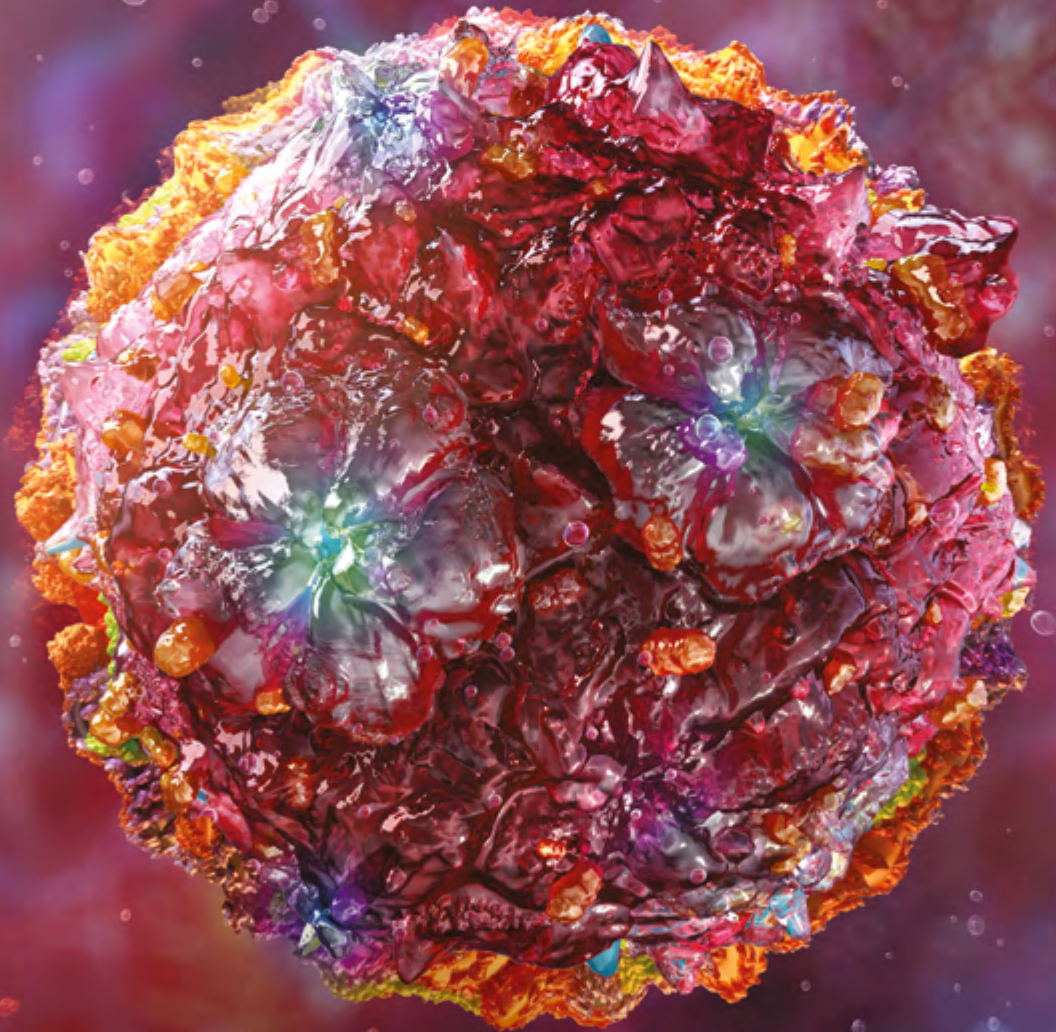


MAGAZÍN O VEDE A TECHNIKE

# Quark

## Exotické vírusy za dverami

Invázne komáre menia mapu Európy



2<sup>50</sup> €

[www.quark.sk](http://www.quark.sk)

Sucho  
na obzore

Sto rokov  
československej  
ornitológie

Tajomstvo  
čipu v telefóne

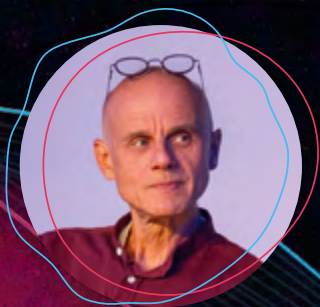
APRIL 2026 | XXXII. ROČNÍK

**14**  
**APR**  
2026  
o 18:00

**KVANTOVÉ**  
*zápletky*

# Tajomstvá výroby kvantových bitov

Populárno-vedecké prednášky s diskusiou  
pri príležitosti Svetového dňa kvanta



**Miroslav  
Grajcar**

Fakulta matematiky, fyziky  
a informatiky,  
Univerzita Komenského  
v Bratislave



**Lukáš  
Slodička**

Quantum Optics Lab Olomouc



**Marián  
Janík**

Elektrotechnický ústav SAV  
Bratislava

Káčečko, Bratislava  
Kamenné nám. 1/a



Kvantum

V spolupráci  
s podcastom



REGISTRUJ SA  
A  
**VYHRAJ!**

Vstupné: 4 €

Študenti, seniori a ZŤP – ZDARMA

Kúpou lístka / registráciou v predpredaji do 11. 4. 2026  
budete zaradení do SÚŤAŽE o knižné ceny.

[www.QUTE.sk](http://www.QUTE.sk)



## EDITORIÁL

# Vtáky



*Keby ste mali takú možnosť, akým vtákom by ste chceli byť?* Táto otázka sa objavuje napríklad v školách, keď ju učitelia kladú žiakom na prírodovede, etike alebo na hodine cudzieho jazyka. Občas zaznie počas dialógov vo filmoch, nájdeme ju však aj v rôznych časopisoch, testoch či anketách. Niekedy ju používajú psychológovia usilujúci sa pochopiť klienta a jeho pohnútky. S určitými druhmi vtákov sa totiž spájajú niektoré charakteristiky, ktoré môžu čo-to o človeku prezradiť.

Nech sme kdekoľvek, takmer vždy, keď sa pozrieme na oblohu, uvidíme na nej nejaké vtáky. Sprevádzajú nás odjakživa, ale najmä teraz na jar ich vidíme poletovať medzi domami a nad strechami, presúvať sa zo stromu na strom, hľadať potravu vo vzduchu či na zemi, ráno aj večer počujeme ich intenzívny spev, ktorým sa dorozumievajú a hľadajú si partnera. Podľa dostupných informácií ornitológovia odhadujú, že na svete žije asi 50 miliárd vtákov. Rozoznávame medzi nimi viac ako 10-tisíc druhov, no vedci predpokladajú, že toto číslo môže byť o niečo väčšie.

Vtáky sú nesmierne dôležité pre celý ekosystém, a tak niet divu, že potrebujú našu ochranu. Viete, že už presne 120 rokov, vždy 1. apríla, si pripomíname Medzinárodný deň vtáctva? Pri tejto príležitosti sa po celom Slovensku v apríli koná pod záštitou Slovenskej ornitologickej spoločnosti množstvo vychádzok, prednášok a pozorovaní pre verejnosť, ktoré sú ideálnou príležitosťou dozvedieť sa o vtákoch viac. Aj preto nájdete v aprílovom vydaní *Quarku* niekoľko článkov venovaných práve vtákom.

O tom, prečo je dôležité chrániť vtáky, ako na ne vplýva klimatická zmena, aké mýty sa s nimi spájajú a ktorý vták sa stal Vtákom roka 2026, sme sa v aktuálnom *Quarku* pri príležitosti 100. výročia založenia Československej spoločnosti ornitologickej rozprávali s Matejom Repelom, ornitológom a riaditeľom občianskeho združenia SOS/BirdLife Slovensko.

Ornitológom v práci pomáhajú aj milovníci prírody a fotografi. Jedným z nich je aj náš dlhoročný spolupracovník Lubor Čačko, ktorý tentoraz do rubriky Príroda vybral zaujímavú skupinu vtákov. Žijú v plytkých vodách aj na bahnitých brehoch a patria k špecifickým druhom našej prírody. Ich charakteristiky, ale najmä fotografie priamo z ich teritórií určite mnohých nalákajú na jarnú prechádzku.

Hoci hlavná téma tohto čísla z pera Vladimíra Knapca a Viktórie Čabanovej z Virologického ústavu SAV, v. v. i., sa venuje exotickým vírusom a ich prenosu komármi, a nie vtákom, ani v tomto prípade na ne nesmieme zabudnúť. Mnohé z tých, najmä tie, ktoré sa živia hmyzom, a teda aj komármi, nám môžu pomôcť a ochrániť nás pred nebezpečným bodnutím napríklad komára tigrovaného.

Aj v rubrike Veda v umení *zahniedli* tento mesiac vtáky. Náš kolega sa pozrel na to, aká je história hudobných nástrojov používaných človekom a kde sa vlastne vzala hudba. Odpoveď na túto otázku, ktorú v článku nájdete, určite nikoho neprekvapí.

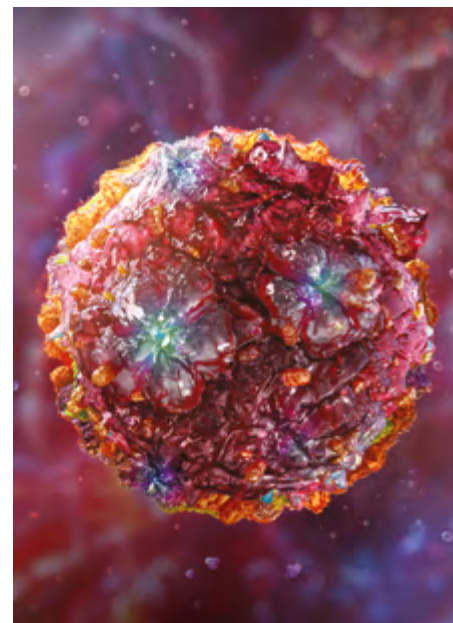
Milí čitatelia, prajem vám príjemne strávené chvíle pri čítaní všetkých 56 strán aprílového *Quarku* a – akým vtákom by ste chceli byť vy?

**Renata Józsová**, šéfredaktorka

## 7 VIROLÓGIA

## Exotické vírusy za dverami

V Európe vrátane Slovenska sa čoraz častejšie stretávame s výskytom nepôvodných druhov. Nepôvodné druhy komárov môžu slúžiť ako prenášače nebezpečných patogénov.



## 3 KALEIDOSKOP

## 6 PRÍRODOVEDNÉ OKIENKO

## 12 UMEĽÁ INTELEGENCIA

## Budúcnosť vzdelávania

V diskusií s matematickou a popularizátorkou vedy Hannah Fry v rámci londýnskeho veľtrhu Bett UK o vzdelávaní v ére umelej inteligencie (AI) zaznelo jasné posolstvo: *AI nemá nahradiť učiteľa, ale má mu pomôcť.*

## 14 ŽIJEM VEDU

## Sucho na obzore

Sucho sa stáva významným kalamitným faktorom európskych lesov. Iniciatíva monitorovania vodného stavu lesných drevín má za cieľ včas identifikovať riziko poškodenia či odumierania stromov.

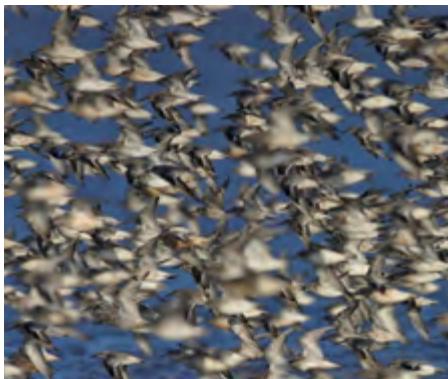
Ilustrácia [istockphoto.com/quantic69](https://www.istockphoto.com/quantic69)

Na obálke je znázornenie vírusu chikungunya, ilustrácia [istockphoto.com/quantic69](https://www.istockphoto.com/quantic69).

**16 ROZHOVOR**

## Sto rokov československej ornitológie

Apríl je mesiac jarných príletov, spevu a hniezdenia vtákov. O výskume a ochrane vtáctva sme sa rozprávali s Matejom Repelom, riaditeľom SOS/BirdLife Slovensko. Táto organizácia vznikla z Československej spoločnosti ornitologickej, ktorá bola založená pred sto rokmi.



**20 ASTRONÓMIA**

**22 PRÍRODA**

## Z blata do kaluže

Vtáky žijúce v plytkých vodách a na bahňatých brehoch vodných plôch patria svojím vzhľadom a spôsobom života k špecifickým druhom našej ornitofauny.

**26 KVANTOVÝ SVET**

## Kvantové komunikačné siete

Bity informácií prenášaných internetom kódujeme do elektromagnetických signálov, ktoré sa šumom v optických vláknach utlmujú. Opakovače ich opätovne obnovujú a výsledkom je fungujúci systém komunikácie. Kde a ako môžu pomôcť kvantové technológie?

**28 VEDA V UMENÍ**

## Reč vtákov

Ľudia nemuseli hudbu vynájsť. Spievať nás veľmi pravdepodobne naučili vtáky a prvým hudobným nástrojom bolo naše telo.

**30 KLIMATICKÁ ZMENA**

## Zem a my

Zem nie je len naša. Sme iba súčasťou rovnice života, nepredstavujeme nič výnimočné. Podľa najnovších údajov tvorí ľudstvo iba približne 0,01 % celkovej biomasy Zeme.

**32 DOPRAVA**

## Poľudštenie dopravy

Doprava zvierat nebola nikdy jednoduchá. Od najstarších čias si vyžadovala špeciálne vedomosti a opatrenia. Je to tak aj v súčasnosti, keď je čoraz sofistikovanejšia.

**34 VEDA V MÚZEU**

## Neznáme kôrovce

V Slovenskom národnom múzeu – Prírodovednom múzeu v Bratislave sa nachádza zbierka viac ako 1,5 milióna exemplárov stavovcov a bezstavovcov, najmä z územia strednej Európy.

**36 TECHNICKÉ STAVBY**

## Prenosná príroda

Skleník vytvára mikroklimu s regulovaným teplom, vlhkosťou aj svetlom a umožňuje nám pestovať takmer čokoľvek kdekkoľvek.



**38 VEDECKÍ INFLUENCERI**

## Vedecký Humor

V aprílovom pokračovaní rubriky predstavujeme Tomáša Roška, ktorý prostredníctvom zaujímavých faktov a internetových mémov popularizuje vedu zábavnou formou.

**40 MLADÍ VEDCI**

**41 EXPERIMENTY**

**42 GEOLÓGIA**

## Ostrov mramoru

Thasos, jeden z najzelenších ostrovov Grécka, pokrývajú borovicové lesy, háje olivovníkov, ale aj mramorové pláže a historické kameňolomy, v ktorých sa v minulosti ťažil mramor.

**44 VEDÁTOR**

**46 MIKROELEKTRONIKA**

## Tajomstvo čipu v telefóne

Mobilný telefón je jeden z najkomplexnejších objektov, aké kedy ľudstvo vytvorilo. Čip v telefóne obsahuje miliardy mikroskopických súčiastok a jeho základom je kremík, ktorý nájde aj v úplne bežnom piesku na pláži.

**48 ARCHEOLÓGIA**

## Správy z nemeckého praveku

Na základe pribúdajúcich nálezov vedci usudzujú, že princípy písma majú oveľa staršie korene, než sa pôvodne myslelo. Mohli si už praľudia prenášať informácie a zaznamenávať myšlienky a predstavy?

**50 JAZYKOVÉ OKIENKO**

**51 KAŽDODENNÉ MALIČKOSTI**

**52 AEROBIK PRE MOZGOVÉ BUNKY**

**53 OTESTUJTE SA**

**54 SERVIS**

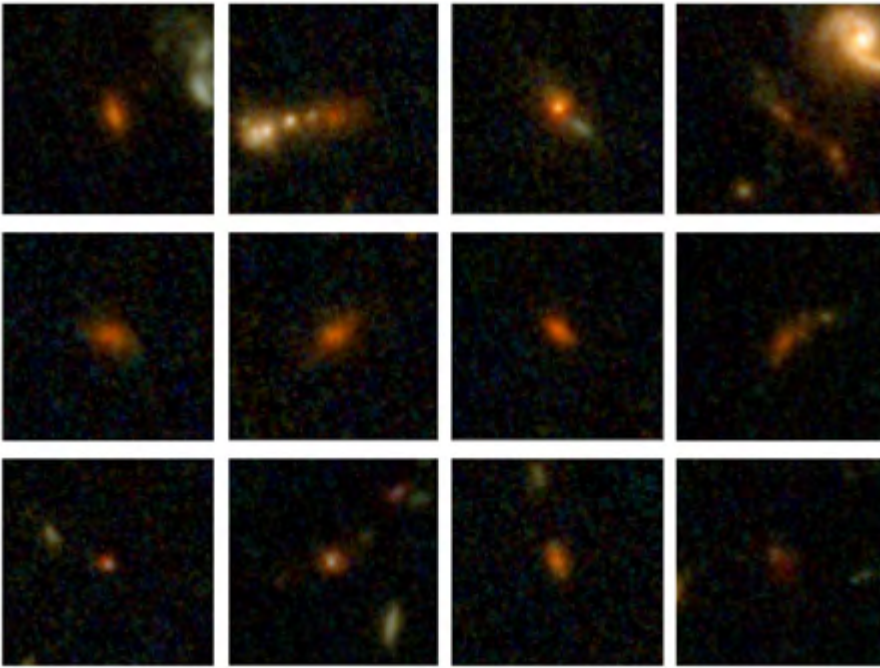
**56 ČÍTANIE Z NOVEJ KNIHY**

■ Foto SOS/BirdLife Slovensko



■ Foto L. Kralovičová





## Momentka zo života galaxií

Astronómovia objavili na okrajoch vesmíru populáciu prasných galaxií, ktoré vznikli miliardu rokov po veľkom tresku. Podľa vedcov môžu tvoriť medzičlánok spájajúci ultrajasnú galaxiu vytvorenú pred 13,3 miliardy rokov a pokojnú (mŕtve) galaxiu, ktoré prestali tvoriť hviezdy asi dve miliardy rokov po veľkom tresku. Zistenia publikované v *The Astrophysical Journal Letters* spochybňujú súčasné modely vesmíru.

*Prachové galaxie sú masívne galaxie s množstvom kovov a kozmického prachu. Sú veľmi staré, z čoho vyplýva, že hviezdy sa formovali v ranom vesmíre skôr, ako predpovedajú naše súčasné modely, objasňuje*

astronóm Jorge Zavala z Massachusettskej univerzity v Amherste. J. Zavala a jeho kolegovia najprv pomocou teleskopu Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) v Čile identifikovali populáciu 400 jasných galaxií. Z nich potom pomocou Vesmírneho teleskopu Jamesa Webba určili 70 kandidátov na prasnú galaxiu na okraji nášho vesmíru, z ktorých väčšina nebola nikdy predtým videná.

Zdá sa, že tieto galaxie súvisia s ultrajasnými galaxiami, v ktorých sa formujú hviezdy, a oveľa staršími, masívnymi galaxiami, ktoré zomreli a už hviezdy netvoría. Je to, akoby sme mali momentky životného cyklu týchto vzácnych galaxií, poznamenáva J. Zavala. Ultrajasnú sú mladé galaxie, tie v pokoji sú v starobe a tie, ktoré sme našli, sú mladé dospelé.

## Zrýchlené stúpanie vody

Vedci z Hongkongskej polytechnickej univerzity (PolyU) vytvorili presný 30-ročný záznam zmien v globálnej oceánskej hmote, známej aj ako barystatická hladina mora, v rokoch 1993 až 2022. Zistili, že priemerná hladina mora (GMSL) sa zvyšovala priemerne približne o 3,3 mm za rok a toto tempo sa zrýchľuje. Celkovo oceány stúpili približne o 90 mm.

Spôsobujú to najmä dva procesy. Jedným je rozpínanie sa vody pri jej otepľovaní, pretože oceány absorbujú približne 90 % prebytočného tepla zachyteného v klimatickom systéme Zeme. Druhým je prílev vody z topiaceho sa pevninského ľadu, čo

zvyšuje celkovú hmotnosť oceánov. Podľa zistení PolyU je od roku 2005 hlavným faktorom hmotnosť: primárnym zdrojom pridanej vody je topenie sa pevninského ľadu, najmä z Grónska. Počas obdobia štúdie prispelo topenie sa polárnych a horských ľadovcov k celkovému nárastu hmotnosti globálneho oceánu viac ako 80 %.

*V posledných desaťročiach viedlo otepľovanie klímy k zrýchlenému úbytku pevninského ľadu, ktorý zohráva čoraz dominantnejšiu úlohu pri zvyšovaní globálnej hladiny morí. Náš výskum umožňuje priamu kvantifikáciu nárastu hmotnosti globálneho oceánu a poskytuje komplexné posúdenie jeho dlhodobého vplyvu na hladiny morí, uviedol profesor vesmírnej geodézie PolyU a vedúci výskumu Jianli Chen.*

## Liečba znížením kyslíka

Vedci vedeli, že ľudia žijúci vo vysokých nadmorských výškach, kde je nízka hladina kyslíka, majú nižšiu mieru výskytu cukrovky. Mechanizmus však zostával záhadou. Výskumníci z Gladstone Institutes teraz zistili, že červené krvinky dokážu zmeniť svoj metabolizmus tak, aby absorbovali cukor z krvného obehu. Vo vysokej nadmorskej výške táto adaptácia pomáha efektívnejšie dodávať kyslík do tkanív v tele a má aj priaznivý vedľajší účinok v podobe znižovania hladiny cukru v krvi. Červené krvinky predstavujú oblasť metabolizmu glukózy, ktorá doteraz nebola docenená, konštatovala biochemička Isha Jain. Tento objav by mohol otvoriť nové spôsoby kontroly hladiny cukru v krvi.



Pri výskume hypoxie si vedci všimli, že myši dýchajúce vzduch s nízkym obsahom kyslíka mali nižšie hladiny glukózy v krvi. Zvieratá po jedení rýchlo spotrebovali glukózu, čo znamená nižšie riziko cukrovky. Tím odhalil, že príčinou boli červené krvinky: myši produkovali viac červených krviniek a zároveň každá prijímala viac glukózy ako krvinky produkované za normálneho obsahu kyslíka. Tieto výhody pretrvávali týždne až mesiace po tom, čo sa hladiny kyslíka vrátili k normálnym. Vedci teraz skúmajú lieky napodobňujúce účinky vzduchu s nízkym obsahom kyslíka, ktoré by umožnili zásadne nový spôsob liečby cukrovky.

Foto University of Massachusetts Amherst

Foto istockphoto.com/Suriyawut Suriya

Foto istockphoto.com/murat4art

## Polomer protónu

Nové meranie polomeru protónu, ktoré uskutočnili vedci v Inštitúte kvantovej optiky Maxa Plancka v Garchingu v Nemecku, bolo natoľko presné, že umožnilo otestovať štandardný model časticovej fyziky opisujúci subatomárne častice a ich interakcie. Teória sa zhodovala s výsledkami tohto experimentu s presnosťou na viac ako desatinu miliardtiny percenta. Fyzik Lothar Maisenbacher a jeho kolegovia merali frekvenciu žiarenia potrebného na to, aby atóm vodíka preskočil medzi dvoma energetickými hladinami. Tieto merania im spolu s ďalšími pomohli odhaliť, že polomer protónu bol približne 0,84 bilióntiny milimetra. Veľkosť protónu je teda menšia, ako sa kedysi predpokladalo.

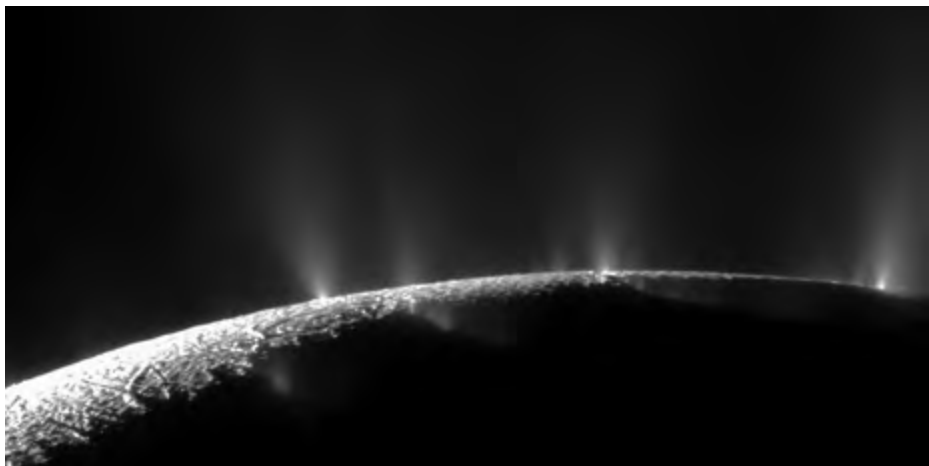


Výskumníci merali polomer protónu pomocou exotického typu vodíka nazývaného miónový vodík. Ide o protón viazaný na ťažkého bratranca elektrónu, nazývaného mión. Predpoveď štandardného modelu sa zhodovala s experimentom, čím potvrdila teóriu. Konkrétne potvrdila pilier teórie nazývanej kvantová elektrodynamika, ktorá opisuje interakcie elektricky nabitých častíc a svetla. Vedci očakávajú, že nájdu test, v ktorom štandardný model zlyhá. Teória totiž ešte nevysvetľuje javy, ako je tmavá hmota vo vesmíre. *Tieto testy sú dôležité, pretože vieme, že naše chápanie sveta nie je úplné,* dodal L. Maisenbacher.

Foto NASA/JPL/Space Science Institute

Ilustračné foto protónu, foto istockphoto.com/Seja kart

Foto istockphoto.com/Elena Goosen



## Malý veľký generátor vln

S priemerom iba 500 km by sa mesiac Saturnu Enceladus zmestil do Veľkej Británie a ešte by tam zostalo dosť miesta. Vedci však odhalili, že tento malý ľadový svet má vplyv na vzdialenosti presahujúce pol milióna kilometrov, čo je viac ako vzdialenosť medzi Zemou a Mesiacom. Objav vyplynul z dát zhromaždených sondou Cassini počas jej 13-ročnej misie k Saturnu, keď tím Liny Hadidovej z francúzskeho Laboratória fyziky plazmy skúmal elektromagnetické efekty vodných gejzírov na Encelade.

Cez trhliny na ľadovej južnej pologuli Enceladu vybuchujú oblaky vodnej pary

a prachových častíc. V radiácii Saturnu sa molekuly vody elektricky nabijú a vytvárajú plazmu interagujúcu s magnetickým poľom obrovskej planéty. Vznikajú tzv. Alfvénove krídla: vlny, ktoré sa šíria ako vibrácie pozdĺž gitarovej struny po magnetických siločiarach medzi Enceladom a pólmi Saturnu. Primárne Alfvénovo krídlo sa odráža tam a späť medzi ionosférou na póloch Saturnu a plazmovým torom okolo obežnej dráhy Enceladu. *Malý mesiac funguje ako obrovský generátor Alfvénových vln planetárneho rozsahu, ktorý cirkuluje energiu v celom vesmírnom prostredí Saturnu,* priblížil Thomas Chust z Laboratória fyziky plazmy. Objav poskytuje ciele pre budúce misie vrátane plánovaného orbitálneho a pristávacieho modulu agentúry ESA v 40. rokoch 21. storočia.

## Sledovanie vtákov mení mozog

Pozorovanie vtákov podľa vedcov pretvára mozog podobne ako učenie sa jazyka alebo hry na hudobnom nástroji a posilňuje schopnosť mozgu brániť sa starnutiu. Neurovedec Erik Wing z Yorskej univerzity v Kanade s kolegami skúmali štruktúru a funkciu mozgu 48 amatérskych pozorovateľov vtákov, z ktorých polovica boli experti a polovica nováčikovia. Najprv videli obrázok vtáka na menej ako štyri sekundy, o 10 sekúnd neskôr ho mali identifikovať medzi štyrmi obrázkami podobných druhov. *Zámerné*

*sme vyberali veľmi mátauce druhy,* vysvetlil E. Wing. Úloha sa opakovala 72-krát.

Skúsení ornitológovia v priemere presne určili 83 % pôvodných a 61 % nepôvodných druhov, nováčikovia 44 % z oboch skupín. Skúsení pritom vykazovali vyššiu aktivitu v oblastiach mozgu pomáhajúcich pri identifikácii objektov, vizuálnom spracovaní, pozornosti a pracovnej pamäti. *To svedčí o širokej škále kognitívnych procesov, ktoré sa na pozorovaní podieľajú,* dodal E. Wing. Tieto oblasti boli u skúsených pozorovateľov zložitejšie a organizovanejšie, čo ukazuje, že prax v pozorovaní pretvára mozog. S vekom má štruktúrna zložitnosť a organizácia v mozgu tendenciu klesať, tento pokles bol však u starších skúsených pozorovateľov menej výrazný.



## Chvíľa z dávneho času

Na pláži v zálive Lunan Bay vo východnom Škótsku miestni obyvatelia po intenzívnej búrke spozorovali odkrytú vrstvu hliny s niečím, čo vyzeralo ako stopy. Privolaní archeológovia sa museli pretekať s časom v snahe zaznamenať nález skôr, ako zmizne v príboji. *Bola to skutočná archeologická pohotovosť: keby sme to neurobili veľmi, veľmi rýchlo, celé nálezisko by bolo preč*, povedala archeologička Kate Brittonová z Univerzity v Aberdeene.

Vedci pracovali v nárazoch vetra až do 88,5 km/h a každý príliv miesto ďalej erodoval. Pomocou kamier a 3D modelovacieho softvéru napokon vytvorili odliatky stóp bosých ľudí a zvierat vrátane jeleňa lesného (*Cervus elaphus*) a srnca lesného (*Capreolus capreolus*). Pod odtlačkami našli vrstvu spálených rastlinných zvyškov, ktoré datovali do obdobia pred 2 000 rokmi, počas neskorej železnej doby. *Stopy vytvorili ľudia približne v čase rímskych invázií do Škótska a ešte pred zrodom Piktov*, tvrdí archeológ

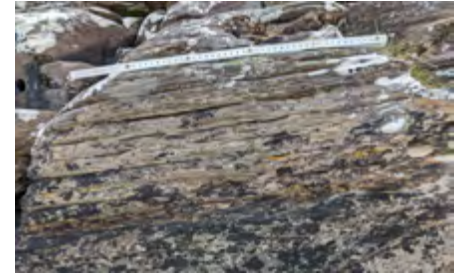


Gordon Noble. Piesočnatá pláž bola kedysi bahňitým ústím rieky, ktoré ľudia zrejme využívali na lov jeleňov a zber rastlín.

Vedci na mieste pracovali dva dni. Keď sa o týždeň vrátili, stopy boli preč. *Stopy niekoľkých minút ľudskej činnosti pred niekoľkými tisícročiami boli zničené za niekoľko dní*, uzavrela K. Brittonová.

## Nepokojná snehová guľa

Pred viac ako 600 miliónmi rokov väčšina Zeme úplne zamrzla a stala sa *snehovou guľou*. Aj počas tohto mrazivého obdobia sa však klíma neustále správala známym spôsobom, informujú geovedkyňa Chloe Griffinová a jej kolegovia z Univerzity v Southamptone v časopise *Earth and Planetary Science Letters*. Zdá sa, že dokonca existoval tropický klimatický cyklus ako moderné El Niño a La Niña.



Zem zažila niekoľko období mrazu. Jedným z nich bolo sturtské zaľadnenie pred 717 až 658 miliónmi rokov. Vedci skúmali na Garvellachoch, škótskych ostrovoch, sturtské horniny s nezvyčajne zachovanými vrstvami sedimentov. Pripomínali sedimenty pod ľadovcovými jazerami: každé leto prináša voda z topenia sa ľadovca hrubé sedimenty a v zime sa ukladajú iba jemné íly; ročne tak vznikajú dve odlišné vrstvy. Takýto proces vytvoril aj sturtské horniny na Garvellachoch. *Všetci si mysleli, že klimatický systém bude pri globálnej ľadovej pokrývke naozaj stabilný*, podotýka Ch. Griffinová. Sturtské cykly však zodpovedali moderným klimatickým cyklom, dokonca jeden 4- až 4,5-ročný cyklus sa najviac podobá modernej južnej oscilácii El Niño. Sedimenty teda odrážajú určitú formu prenosu tepla medzi oceánom a atmosférou, ktorá sa vyskytuje v trópoch, čo naznačuje, že v blízkosti rovníka musel existovať otvorený oceán.

■ Foto University of Aberdeen



■ Vrstvy sedimentov, foto Thomas Gernon, University of Southampton



■ Figúrky Zapotékov, foto wikipédia/Gary Todd, CCO 1.0



### REDAKČNÉ ČLÁNKY

spracované zo stránok Phys.org, ScienceDaily, Medical Xpress, New Scientist, Science News, Live Science, Science Alert, Smithsonian Magazine



## Hrobka Oblačných ľudí

Archeológovia objavili v južnom Mexiku v štáte Oaxaca mimoriadne zachovanú hrobku zo začiatku 7. storočia. Oaxaca bola vlasťou Zapotékov, nazývaných aj *Oblační ľudia*, ktorí tam žili od 6. storočia pred n. l. Z vchodu vyčnieva sovia hlava s otvoreným zobákom, zapotécky symbol noci a smrti. V jej ústach je vytesaná tvár muža s kruhovými náušnicami. Muž bol zapotéckym pánom alebo predkom, ktorému bola hrobka zasvätená. Vyrezávané a maľované zárubne zobrazujú ženu a muža v plášťoch, sukniach a s členkami. Podľa vedcov môžu zobrazovať iných predkov alebo strážcov hrobky.

Nad vchodom do pohrebnej komory sa nachádza vlys s *kalendárnymi menami*. Zapotécky kalendár zložený z 260 dní rozdelených do 20 mesiacov predstavoval dni prostredníctvom zvierat a iných prírodných obrazov. Ľudia nimi symbolicky pomenúvali bohov a dôležité osoby podľa dátumu narodenia.

Nástenné maľby zobrazujú sprievod ľudí kráčajúcich k hrobke s vrecami s kopálom, živicom zo stromov, ktoré pálili počas obradov. Staroveké zapotécke hrobky sú známe svojou zložitou konštrukciou a výzdobou.

Ani jedna však nebola tak dobre zachovaná ako táto: mexické úrady ju považujú za najvýznamnejší archeologický objav v krajine za desaťročia.

# Výnimočný šimpanz Kongo

V antropologickej expozícii Prírodovedného múzea SNM na prvom poschodí je vystavená kostra šimpanza Konga, známeho svojou miernosťou, inteligenciou aj množstvom úsmevných príhod.



**S**o šimpanzmi máme spoločných viac než 98 % genetickej informácie. Kongo patril do nadčelade Hominoidea, ku kriticky ohrozenému poddruhu *Pan troglodytes verus*, ktorý

vyniká vysoko vyvinutými behaviorálnymi, kognitívnymi a sociálnymi schopnosťami.

Kongo sa narodil približne v roku 1965 vo voľnej prírode v Kamerune. Ako trojročného ho odchytili a predali do Švajčiarska, kde účinkoval v ľudovej šou. V roku 1974 bol presunutý do Zoo Liberec, kde sa stal najstarším a najskúsenejším jedincom skupiny. V roku 2010 prišiel do ZOO Bratislava spolu s vnúčatami Jimmym a Majoránkou. Dožil sa 51 rokov, zomrel v roku 2016. Patril k najstarším šimpanzom chovaným v európskych zoológických záhradách.

Kongo bol výnimočný: vedel sa korčuľovať na lade, bol ľavák a ako vodca šesťčlennej skupiny šimpanzov v ZOO Bratislava si získal rešpekt aj priazeň. Bol dôverčivý k chovateľom, ošetrovanie zranení často zvládol bez anestézie a agresivitu prejavoval len zriedkavo. Ráno zvykol vítať ošetrovateľov tancom a *bozkami* cez sklo. Konflikty riešil pokojne, bez hrubej sily. Nemal rád zelenú farbu, presne hádzal výkaly na vojakov



v areáli (v zelených uniformách), rád listoval v časopisoch – obľuboval najmä erotické. Vyznačoval sa komunikatívnosťou, rozvahou, trpezlivosťou a vyrovnanosťou.

V Prírodovednom múzeu SNM sa nachádza od roku 2016, kedy bola jeho kompletná kostra najprv uložená v depozitári a neskôr v roku 2021 umiestnená v antropologickej expozícii.

**Mgr. DOMINIK ČISÁRIK, PhD.**

Prírodovedné múzeum SNM

■ Foto Jana Kožíková, ZOO Bratislava

■ Mgr. Juraj Čačaný, PhD., s Kongom pred umiestnením kostry v expozícii, foto archív SNM-PM



## Mogoty

### Krasové formy georeliéfu

Ha Long Bay (Dračia zátoka) v severnom Vietname je rozprávková krajina tvorená rôznymi skalnými útvarmi obklopenými morom.

Sú to mogoty, typické formy kuželového krasu.

**K**užele, veže a homole či bochníky s príkrymi svahmi a zaoblenými vrcholmi obvykle dosahujú výšku niekoľko desiatok metrov. Viac ako 100-metrové sú skôr výnimkou. Vznikli rozrušením pôvodne súvislej vápencovej plošiny zvislými puklinami a procesom krasovatenia za vzniku závrto, komínov a jaskýň. Dôležitou podmienkou ich tvorby je vlhká tropická klíma so stálymi vysokými teplotami a ročnými úhrnmi zrážok.

Podobné mogoty oddelené morom sú aj ozdobou mesta Kuej-lin, jedného z najkrajších v Číne. Unikátne viňaľské mogoty v provincii Pinar del Rio na Kube sa nachádzajú na pevnej zemi. Tieto tvary krasového

georeliéfu sú známe aj z Portorika, Dominikánskej republiky, Jamajky a krajín juhovýchodnej Ázie, napríklad z Indonézie, Laosu, Malajzie, Mjanmarska, Filipín a Thajska.

Izolované kuželové útvary tvorené vápencami, ktoré sa vyskytujú na niektorých miestach Slovenska, sú fosilne mogoty. Vznikli v podmienkach tropickej či subtropickej



humidnej klímy počas mladších tretohôr. Patrí k nim napríklad Turniansky hradný vrch neďaleko Rožňavy, kde chemické zvetrávanie vápencov indukujú červená pôda typu terra rossa, ďalej vrch Dvorník na planine Horný vrch v Slovenskom krase alebo vápencové vrchy Surový a Suchý Hrádok pri obci Važec.

**RNDr. MÁRIA BIZUBOVÁ**

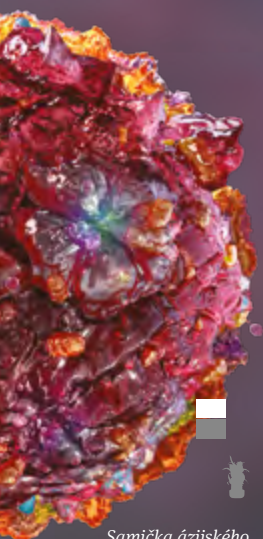
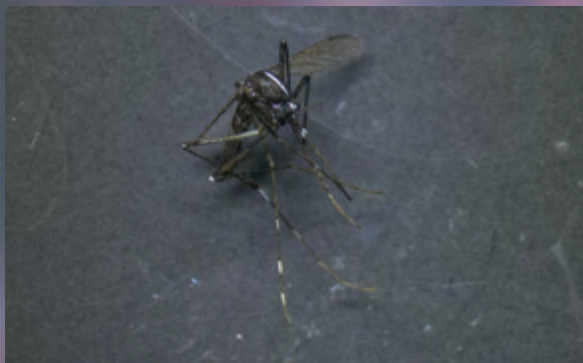
■ Mogoty na lokalite Ha Long Bay vo Vietname, foto Lucia Petrášová

■ Fosilný mogot Turniansky hradný vrch, foto Orosz Ŏrs

# Exotické vírusy za dverami

## Invázne komáre menia mapu Európy

V dôsledku globalizácie a prebiehajúcich klimatických zmien sa v Európe vrátane Slovenska čoraz častejšie stretávame s výskytom nepôvodných druhov. Tie nepredstavujú hrozbu len pre prirodzené ekosystémy, ale môžu mať negatívny vplyv aj na ľudské zdravie. Významným príkladom sú nepôvodné druhy komárov, ktoré môžu slúžiť ako prenášače nebezpečných patogénov.



Samička ázijského komára tigrovaného, foto Viktória Čabanová

*Aedes aegypti*, foto istockphoto.com/TacioPhilip

Dračinec pruhovaný (*Dracaena sanderiana*), foto istockphoto.com/Wirestock

**P**odľa odhadov Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) si choroby prenášané vektormi (teda živočíchmi prenášajúcimi pôvodcu infekčného ochorenia, tzv. prenášačmi) každoročne vyžadujú viac než 700-tisíc ľudských životov. V Európe sa v dôsledku šírenia invázných druhov komárov začali lokálne objavovať vírusy, ktoré boli dlhodobo považované za tropické alebo subtropické – konkrétne vírus Zika, vírus dengue a vírus chikungunya. Rok 2025 bol vyhlásený za rekordný, čo sa týka lokálne nadobudnutých prípadov v Európe. Európa tak čelí novým hrozbám, pričom otázne je, či sú krajiny pripravené efektívne reagovať na hrozby, ktoré prináša expanzia invázných druhov.

### Prenáša ich tigrovaný

V posledných rokoch sa na území Európy začali objavovať tropické druhy komárov, ktoré sa sem dostali z exotickejších krajín. Ide hlavne o druhy rodu *Aedes*, a to konkrétne *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*, *Ae. aegypti*, *Ae. atropalpus*. Najrozšírenejší je ázijský komár tigrovaný (*Ae. albopictus*), ktorého Medzinárodná únia na ochranu prírody a prírodných zdrojov (IUCN) vyhlásila za jeden z najinvazívnejších druhov sveta. Od nášho pôvodného komára piskľavého

(*Culex pipiens*) ho jednoducho dokážete odlíšiť vďaka veľmi výrazne snehovo bielo pásikavým nohám, čiernemu telu a bielym prúžkom na hrudníčku.

Pôvodne pochádza z juhovýchodnej Ázie, no rozšírený je na všetkých kontinentoch okrem Antarktídy. Do sveta sa dostal pravdepodobne vďaka globálnemu transportu, keď boli vajíčka komára privezené v pneumatikách. Ďalším veľmi dobre známym prípadom je prenos v obľúbenej izbovej rastline známej aj ako Lucky bamboo, po slovensky dračinec pruhovaný (*Dracaena sanderiana*). Prvýkrát komára tigrovaného na území Európy pozorovali v Albánsku v roku 1979. Tam sa usídlil, to znamená, že sa začal množiť aj vo voľnej prírode. V iných krajinách Európy ho pozorovali od roku 1990 – na začiatku 90. rokov v Taliansku a postupne sa rozšíril do 27 krajín Európy vrátane Slovenska. U nás je tiež usídlený.

### Klimatická zmena mu pomáha

Adaptovaniu tohto komára výrazne pomohla klimatická zmena, keďže jeho životný cyklus do veľkej miery závisí od teploty. Zvyšujúcou sa teplotou stúpa jeho aktivita. Takisto pribúdajú miernejšie zimy, vďaka čomu jeho vajíčka v našich podmienkach nezamrznú. Hraničná priemerná minimálna hodnota pre



prežívanie jeho vajčiek v Európe je  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ktorú čoraz menej prekračujú aj niektoré regióny Slovenska.

Na šírení a usídlení tohto druhu môže vidieť, ako sa prejavuje klimatická zmena, keďže jeho populácia sa každým rokom dostáva do čoraz severnejších regiónov Európy. Napríklad v roku 2020 sa komár tigrovaný vyskytoval len v južných regiónoch Maďarska. V roku 2023 už bol usídlený aj na južnom Slovensku a v roku 2025 ohlásili jeho usídlenie v južnom Poľsku. Dobrou správou je, že nie vo všetkých regiónoch Slovenska sa tento komár vyskytuje trvalo.

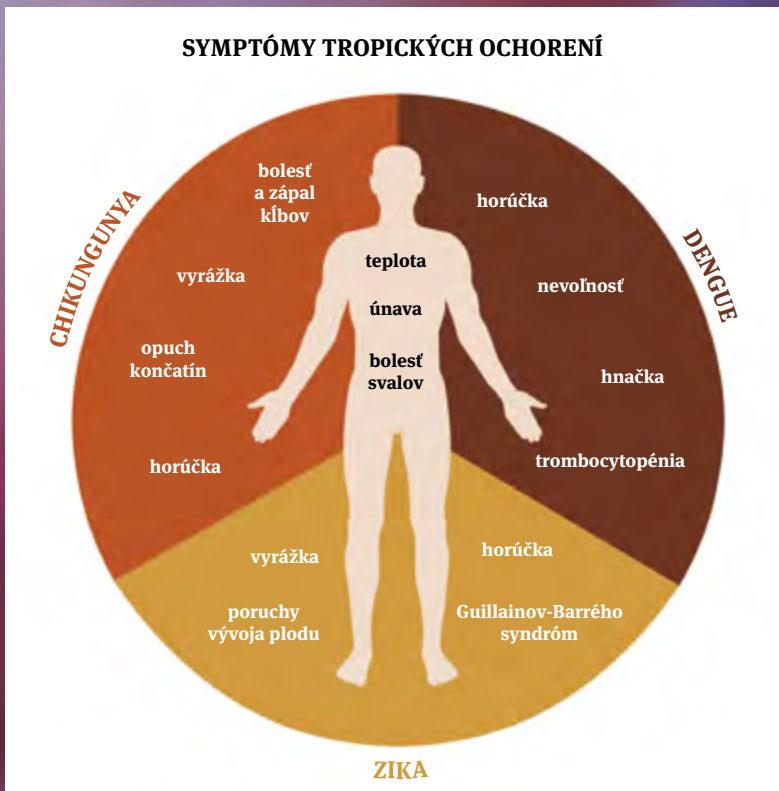
### V čom spočíva nebezpečenstvo

Okrem toho, že sa tento komár zjavne dokáže rýchlo rozširovať a osídľovať nové územia, sám osebe nie je nebezpečný. Nebezpečná je jeho schopnosť prenášať veľké množstvo vírusov, dokonca aj takých, ktoré naše bežné komáre nedokážu, ako sú už spomínané Zika, dengue či chikungunya. Práve pre usídlenie sa komára tigrovaného už aj v Európe sa lokálne prenášajú tieto nepôvodné vírusy.

Pri bodnutí dochádza k prenosu týchto patogénov prostredníctvom slín komára do ľudského tela. Nakažený je však jeden zo stoviek až tisícov komárov aj v endemických oblastiach. Vo väčšine prípadov sa netreba báť, pretože približne 50 až 80 % prípadov je bezpríznakových. Človek sa infikuje, no nemá nijaké komplikácie a infekciu ani nezaznamená. Ak sa nejaké príznaky objavia, ide väčšinou o podobné príznaky, ako má chrípka, ktoré často samy a rýchlo odznejú. Na rozdiel od vírusov cirkulujúcich na Slovensku, ako je napríklad západonílsky vírus, človek netvorí len náhodného hostiteľa. Vírus sa v ňom vie replikovať v dostatočnom množstve na to, aby sa ďalší komár infikoval pri satí jeho krvi.

Práve touto formou si neraz so sebou z dovolenky prinesieme nepôvodný vírus, o ktorom ani nevieme. Ak sa na našom území vyskytuje vhodný prenášač, v tomto prípade najmä komár tigrovaný, vírus sa môže lokálne šíriť. Čím je populácia komára tigrovaného väčšia, tým je väčšia šanca, že prenos nastane. Práve preto je dôležité zmenšovať a ideálne eliminovať tento druh komára z nášho územia, pretože práve takýmto spôsobom sa raz môžu nebezpečné vírusy prenášať aj u nás.

Schéma  
MgA. Kristína  
Šimunová (2026)



ochoreniami alebo so zníženou imunitou, môže dôjsť k rozvoju neurologických komplikácií. Medzi tieto ťažkosti patria meningoencefalitída, myelitída či Guillainov-Barrého syndróm charakterizovaný progresívnou svalovou slabosťou až paralýzou. Ide však o veľmi ojedinelé prípady, ktoré sa vyskytujú v menej ako 2 % prípadov. Veľmi závažné je aj to, že vírus sa môže preniesť z tehotnej matky na vyvíjajúci sa plod. V takomto prípade môže spôsobiť napríklad mikrocefáliu, čiže zakrpatenie hlavy dieťaťa.

## Niekoľko tvárí dengue

Vírus dengue prvýkrát izolovali už v roku 1943, no prvé zmienky o veľmi podobnom ochorení pochádzajú už z 18. storočia. Vírus cirkuluje v populáciách vo väčšine tropických a subtropických krajín sveta. Ročne sa ním nakazí približne 390 miliónov obyvateľov. So zvyšujúcim sa rizikom spôsobeným udomácnovaním sa tropických druhov komárov (nepôvodné druhy z rodu *Aedes*) rastie aj riziko pre európske krajiny. Podobne ako vírus Zika aj dengue prenášajú komáre rodu *Aedes* (hlavne *Ae. aegypti* a *Ae. albopictus*). Vírus sa systematicky zaraďuje medzi flavivírusy a jeho genóm tvorí jednovláknová RNA.

Zaujímavosťou je, že existujú štyri rôzne sérotypy vírusu dengue. To znamená, že keď človek prekoná infekciu jedným typom vírusu, nie je chránený pred ostatnými a môže ochorieť viackrát v živote. Protilátky vytvorené proti jednému sérotypu teda nezmiernujú infekciu tým ďalším, ako sme väčšinou zvyknutí. Práve naopak, priebeh je oveľa závažnejší.

## Výskyt vírusu Zika...

Zika je názov lesa v Ugande, kde sa v roku 1947 prvýkrát potvrdil výskyt nového vírusu pri makakovi rézus (*Macaca mulatta*). Bližšia pozornosť sa tomuto vírusu vtedy nevenovala. Neskôr v roku 1953 sa objavili prvé tri prípady nového ochorenia u ľudí, u ktorých sa potvrdila prítomnosť tohto vírusu. Zaujímavé je, že na najbližších viac než 50 rokov zostal takmer zabudnutý. Až v roku 2005 sa opäť vo väčšej miere objavil v Polynézii pri lokálnej epidémii s približne 5 000 prípadmi. V roku 2015 sa objavil prvý prípad v Južnej Amerike, v Brazílii, odkiaľ sa dostal aj do zvyšku Latinskej Ameriky, kde sa sporadicky objavujú prípady. Prvý prípad (celkovo tri prípady) lokálne nakazeného pacienta sa v Európe objavil v roku 2019 vo Francúzsku, čím sa vírus dostal do hľadáčika Európskeho centra pre kontrolu a prevenciu chorôb (ECDC). Od roku 2019 však nezaznamenali nijaký prípad nakazenia sa vírusom Zika na území Európy.

## ... a jeho prejavy

Vírus Zika (ako aj dengue alebo chikungunya) patrí do netaxonomickej skupiny tzv. arbovírusov. Do tejto skupiny sa zaraďujú vírusy prenášané článkonožcami. V prípade vírusu Zika ide hlavne o druhy komárov *Ae. aegypti* aj *Ae. albopictus*. V rámci

systematického zaradenia vírusov na základe príbuznosti patrí Zika medzi flavivírusy. Ide o vírus s genómom pozostávajúcím z RNA.

Počas svojho životného cyklu môže vírus Zika cirkulovať medzi komárom a človekom. Klinické prejavy sa objavujú u približne 18 až 35 % infikovaných osôb. Najčastejšie ide o mierne symptómy podobné chrípke, ako sú horúčka, bolesti hlavy, kĺbov a svalov, ku ktorým sa môže pridružiť typická kožná vyrážka. Z tohto dôvodu nie je infekcia pri väčšine populácie považovaná za život ohrozujúcu.

V závažnejších prípadoch, ktoré sa vyskytujú najmä u starších pacientov, osôb s chronickými

## Ako sa chrániť

Proti patogénom sa dá chrániť pomocou vakcinácie, čo je efektívna forma individuálnej ochrany. V súčasnosti je v Európe proti vírusu dengue licencovaná iba jedna vakcína – Qdenga (Takeda). Klinické skúšania preukázali účinnosť viac ako 80 % proti potvrdeným prípadom dengue v prvom roku po očkovaní a zníženie hospitalizácií až o 90 %, pričom účinnosť proti hospitalizáciám zostáva vysoká aj pri dlhodobom sledovaní. Európska lieková agentúra (EMA) vakcínu schválila v roku 2022 pre osoby vo veku od štyroch rokov, keďže práve deti sú najrizikovejšou skupinou pre výskyt vážnych foriem. Vo vývoji je šesť vakcín, ktoré zatiaľ neboli schválené, ale sú vo fáze klinických testov.

Rovnako sa dá chrániť aj pred vírusom chikungunya. Prvou schválenou vakcínou bola Ixchiq (Valneva, Austria) licencovaná v USA v roku 2023 a v roku 2024 ju už schválili aj v Európskej únii pre osoby od 12 do 65 rokov. Ďalším dostupným očkovaním je Vimkunya (Bavarian Nordic) schválená v EÚ od februára 2025 pre osoby od 12 rokov. Ako v prípade dengue, tak aj pri vakcínach proti chikungunyi je okrem týchto schválených vakcín aj viacero kandidátov v rôznych fázach klinických testov. V súčasnosti existuje aj približne 14 kandidátnych vakcín proti vírusu Zika, pričom tri sú v druhej fáze klinického testovania. Zatiaľ však neexistuje nijaká schválená účinná vakcína proti tomuto vírusu.



**Miernejšie zimy spôsobujú, že vajíčka komára tigrovaného v našich podmienkach nezamrznú.**

### Komplikovanejší priebeh

Pri prvotnej infekcii novým sérotypom má väčšina prípadov mierny priebeh a prejavuje sa zvýšenou teplotou, bolesťou hlavy, svalov a kĺbov. V prípade druhotnej infekcie iným sérotypom rastie aj riziko vzniku závažnej formy známej ako hemoragická horúčka dengue. V tomto prípade sa priebeh väčšinou zhoršuje a vyznačuje sa horúčkou, krvácaním do kože a slizníc, výraznou trombocytopéniou a únikom plazmy z ciev, čo vedie k hypovolémii, teda poklesu objemu krvi v tele. Najkritickejším štádiom je šokový syndróm dengue, pri ktorom dochádza k ťažkému poklesu krvného tlaku, šoku a následnému multiorgánovému zlyhaniu. Bez rýchlej liečby môže byť ochorenie smrteľné. Vo svete ročne zomrie viac ako 20-tisíc ľudí na následky infekcie vírusom dengue.

### Stúpajúce počty

Do rozšírenia tropických komárov sme sa na území Európy stretávali

len s importovanými prípadmi. V posledných rokoch však vzrástol počet infekcií, keď sa človek nakazil práve na území Európy. Prvé potvrdené autochtónne prípady (to znamená prípady, pri ktorých sa človek nakazil vírusom pochádzajúcim od komára v danej krajine) v kontinentálnej Európe boli zaznamenané vo Francúzsku v oblasti Nice v roku 2010. Následne sa v nasledujúcich rokoch (2013 – 2015) objavili ďalšie lokálne prípady vo Francúzsku a v Španielsku. V období 2012 až 2013 došlo k rozsiahlej epidémii na Madeire, kde sa dengue (sérotyp DENV-1) rozšíril prostredníctvom *Ae. aegypti*, a bolo zaznamenaných až 2 168 prípadov vrátane cestujúcich do pevninskej Európy.

Medzi rokmi 2010 a 18. októbrom 2024 bolo v Európe potvrdených celkom 564 autochtónnych prípadov dengue: 239 vo Francúzsku, 291 v Taliansku, 24 v Španielsku a 10 v Chorvátsku. V roku 2025 (do 19. novembra) ECDC eviduje 35 lokálnych prípadov vo Francúzsku, v Taliansku a Portugalsku.

### Najrýchlejšia chikungunya

Chikungunya je ochorenie spôsobené vírusom prvýkrát identifikovaným v roku 1952 počas epidémie v Tanzánii a Mozambiku. Názov pochádza z jazyka kmeňa Makonde a znamená *ten, ktorý ohýba/kriví*, čo odkazuje na charakteristickú dlhodobú bolesť kĺbov, ktorou pacienti často trpia. Napriek tomu, že sa vírus objavil už v polovici 20. storočia, dlhší čas ho zaznamenávali iba sporadicky v Afrike a Ázii. Až od začiatku 21. storočia sa situácia zmenila

– v roku 2004 sa začali šíriť väčšie epidémie v Indii a juhovýchodnej Ázii, pričom postupne pribúdali aj prípady na iných kontinentoch. V roku 2007 prvýkrát zdokumentovali lokálny prenos v Európe, konkrétne v Taliansku.

U približne 90 % pacientov sa prejavujú príznaky podobné predchádzajúcim ochoreniam, čiže horúčka a bolesť kĺbov. Najcharakteristickejším prejavom sú však výrazná bolesť a zápal kĺbov, ktoré môžu pretrvávať celé týždne až mesiace. Objaviť sa môže aj vyrážka a opuch končatín. V závažných prípadoch (približne 10 až 30 %) sa objavujú neurologické komplikácie ako encefalitída, meningitída či myelitída. Aj keď vírus zriedkavo spôsobuje smrteľné komplikácie, kvalita života infikovaných sa môže na dlhší čas výrazne znížiť práve pre chronické bolesti kĺbov.

Dlhé roky sa prípady chikunguny do Európy len importovali, najmä z ciest do Ázie. V posledných rokoch však hrozba tohto vírusu narastá a spomedzi spomínaných patrí medzi najviac a najrýchlejšie sa rozširujúce v Európe. Do roku 2024 bolo zaznamenaných 861 autochtónnych nákaz, pričom najviac prípadov pochádza z Talianska (až 829). Do 31. decembra 2025 sa zistilo až 1 172 autochtónnych prípadov v rámci Európy.

### Boj s komármi

Na to, aby sme sa úspešne vyhli nepríjemnostiam spojeným s výskytom tropických patogénov, môžeme využiť niekoľko stratégií. Prvou líniou obrany je chrániť sa pred prenášačmi týchto ochorení. Prvoplánovú



Foto istockphoto.com/Kwangmoozaa

Foto istockphoto.com/riskms

Foto istockphoto.com/Zbynek Pospisil

ochranou je využiť adulticídy, ktoré zabíjajú dospelé jedince komárov. V Európe sa medzi najčastejšie používané radia látky zo skupiny pyretroidov, najčastejšie nazývané chemický postrek. Pyretroidy pôsobia tak, že sa viažu na špecifické iónové kanály v nervových bunkách. Tým narušia prenos nervových signálov, čo napokon vedie k úhynu hmyzu. Nevýhodou však je, že tieto látky nepôsobia len na škodlivý hmyz, ale nešpecificky aj na iné druhy niekedy aj prospešného hmyzu.

Zároveň sa ukazuje, že pyretroidy nie sú úplne bezpečné ani pre iné živočíchy. Štúdie potvrdili, že môžu zasahovať aj nervový systém cicavcov. Napríklad pesticíd deltametrín, jedna z najčastejšie využívaných účinných látok proti dospelým komárom na Slovensku, má preukázané nepriaznivé účinky na nervovú sústavu a vývoj myši, preto je predpoklad, že bude rovnako pôsobiť aj na iné cicavce, a teda aj človeka. Ďalším problémom je ich schopnosť dlhšie pretrvávajúť v životnom prostredí, čo zvyšuje riziko, že sa dostanú do vôd a ovplyvnia vodné organizmy.

## Hľadanie nových spôsobov

Pomerne rýchlo sa ukázalo, že hmyz, a teda aj komáre, si dokáže na pyretroidy vytvárať rezistenciu. Čoraz častejšie sa stretávame s druhmi, ktoré sú odolnejšie proti týmto látkam. To vedie k ich častejšiemu používaniu aj vo vyšších dávkach, čo ešte väčšmi zvyšuje tlak na životné prostredie. Preto bolo potrebné nájsť nové udržateľnejšie riešenie nahrádzajúce pyretroidy.



V súčasnosti medzinárodné organizácie ako WHO a EMCA odporúčajú na zníženie počtu komárov využitie baktérie *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI). Tá sa do prostredia dostáva viacerými spôsobmi v podobe granúl, prášku, peliet alebo v tekutej forme. V prostredí potom vylučovaním toxínov zabíja selektívne larvy komárov a simúlie, ktoré s touto baktériou prídu do kontaktu. Takáto stratégia sa tiež využíva na niektorých územiach na Slovensku. V tomto prípade sa však zdá, že nejde o definitívnu stratégiu, keďže viaceré štúdie naznačujú, že BTI môže mať vplyv aj na iné organizmy v ekosystémoch. Rovnako je tu možnosť rezistencie komárov proti BTI, zatiaľ by sa však rezistencia mala vytvárať oveľa pomalšie ako na pyretroidy. Preto vedci hľadajú ďalšie udržateľné formy boja proti komárom.

## Sterilizácia ako potenciálne riešenie

Ďalšou stratégiou na redukovanie počtu komárov je využívanie sterilného hmyzu. Táto metóda sa ponúka ako ohľaduplnejšia možnosť doteraz využívaných insekticídov. Princípom je v laboratórnych podmienkach navodiť



sterilitu samčím jedincom žiarením. Takéto jedince sa potom vypustia do prostredia. Tam sa pária so samicami, no nedôjde k oplodneniu. Samička síce nakladie vajíčka, ale nevznikne z nich potomstvo, čím je možné zredukovať počet jedincov v nasledujúcej generácii. Tento prístup sa využil pri viacerých druhoch hmyzu, v teréne sa však zatiaľ využil napríklad pre muchy tse-tse na Zanzibare alebo parazitické mušky v Mexiku.

Využitie sterilného hmyzu aj na reguláciu komárov sa zdá byť veľmi sľubnou metódou, pretože je len veľmi malá šanca vzniku nejakej formy rezistencie. V Európe prebieha viac ako desiatka projektov v siedmich krajinách (hlavne v Taliansku a vo Francúzsku, ale už aj v Nemecku). Napriek tomu chýba implementácia vo väčšej miere. Ide najmä o lokálne populácie s úzkym záberom. Sterilný hmyz je však naďalej mimoriadne sľubnou metódou do budúcnosti.

Ďalšou úrovňou je ochrana pred samotnými patogénmi. Zaujímavou stratégiou je využitie baktérie *Wolbachia*, ktorá prirodzene infikuje mnohé druhy hmyzu. Keď sa *Wolbachia* introdukuje do populácií komárov, dochádza k zníženiu ich schopnosti prenášať vírusy. Mechanizmus spočíva v tom, že baktéria mení vnútorné prostredie hostiteľských buniek, čiže vírusy sa v ňom nedokážu efektívne množiť, a tým sa znižuje riziko prenosu aj na človeka. Prvotné experimenty sa vykonali napríklad v Južnej Amerike alebo juhovýchodnej Ázii na zníženie schopnosti komárov pôsobiť ako vektory pre vírus dengue.



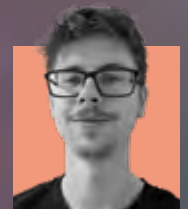
Foto  
istockphoto.com/  
MargJohnsonVA



Foto  
istockphoto.com/  
Shelly Still

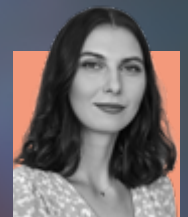


Wolbachia  
v hmyzej bunke,  
foto wikipédia/Scott  
O'Neill, CC BY 2.5



**Mgr. VLADIMÍR  
KNAPEC**

Virologický ústav  
Biomedicínske  
centrum SAV, v. v. i.



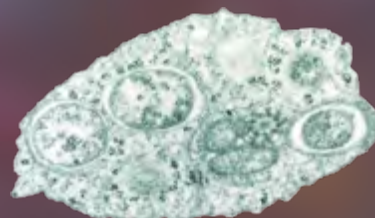
**RNDr. VIKTÓRIA  
ČABANOVÁ,  
PhD.**

Virologický ústav  
Biomedicínske  
centrum SAV, v. v. i.

## Pomôcť môže každý

Aj široká verejnosť môže významne prispieť k ochrane proti komárom a chorobám, ktoré prenášajú, a to jednoduchými opatreniami. Kľúčové je odstraňovanie stojatej vody, v ktorej komáre kladú vajíčka – ide napríklad o nádoby, kvetináče, pneumatiky či sudy, ako aj úpravu záhrad a drenážnych systémov, aby sa zabránilo tvorbe vhodných biotopov. Rovnako je účinné použitie ochranných pomôcok, ako sú sieťky na oknách a dverách. Pri pobyte vonku treba využívať repelenty. Veľmi jednoduchými opatreniami sa vieme vyhnúť bodnutiu komárom, a tým aj potenciálnemu nakazeniu sa.

Dôležité je aj vzdelávanie o preventívnych opatreniach, čo zvyšuje ochranu celej komunity. Nevyhnutnou súčasťou ochrany je monitoring invázií komárov, ktorý umožňuje sledovať aktuálny výskyt druhov, hustotu ich populácie, identifikovať miesta s vysokým rizikom prenosu chorôb a včas reagovať na nárasty počtu komárov na danom území. Spoločne tieto jednoduché kroky môžu výrazne znížiť počet komárov, a tým aj riziko prenosu nebezpečných vírusov.





# Budúcnosť vzdelávania

V druhej polovici januára sa londýnske výstavisko ExCeL London opäť stalo miestom, kde sa stretáva globálna komunita odborníkov v oblasti vzdelávania, technologických firiem, výskumníkov a tvorcov politik v oblasti školstva.

**B**ett UK, jeden z najväčších a najplyvnejších edTech veľtrhov na svete, ponúkol počas troch dní jedinečný pohľad na to, kam sa vzdelávanie posúva v ére digitalizácie a umelej inteligencie (AI).

## Globálne fórum pre technológie vo vzdelávaní

Bett UK má dlhoročnú tradíciu ako platforma, ktorá prepája technológie, pedagogiku a vzdelávaciu prax. Výstavná plocha je rozdelená do tematických zón – od digitálnej infraštruktúry, softvérových riešení a umelej inteligencie cez edukačný hardvér, robotiku a XR technológie

až po obsahovo-metodické platformy určené pre učiteľov a školy.

Zaujímavým postrehom z tohto ročníka bola výrazná prevaha vystavovateľov z USA a Ázie, čo jasne odráža aktuálnu dynamiku globálneho edTech trhu. Americké firmy dominovali najmä v oblasti nástrojov AI, analytiky a platforiem na správu vzdelávacieho obsahu, zatiaľ čo ázijskí vystavovatelia prinášali inováčne hardvérové riešenia, robotiku a STEM stavebnice.

## Tri dni diskusií, inšpirácie a praktických ukážok

Veľtrh nebol len o výstavných stánkoch. Bett UK ponúka bohatý

konferenčný program, ktorý počas troch dní zahŕňa desiatky diskusií, prednášok a panelov venovaných budúcnosti vzdelávania, digitálnym zručnostiam, inklúzii, dátam a etike umelej inteligencie.

Hneď v úvode veľtrhu zaujala diskusia s matematickou a popularizátorkou vedy Hannah Fry, ktorá sa dlhodobo venuje prepájaniu matematiky, dát a spoločnosti. Téma umelej inteligencie vo vzdelávaní bola rámcovaná veľmi jasným posolstvom: *AI nemá nahradiť učiteľa, ale má mu pomôcť.*

Podľa H. Fry by mala umelá inteligencia preberať najmä rutinné a administratívne činnosti – prípravu podkladov, analýzu dát o učení či personalizáciu obsahu – aby učiteľ získal viac priestoru na to najdôležitejšie: individuálnu podporu, mentoring a prácu so študentmi.

## Vzorové triedy od Googlu a Microsoftu

Silným prvkom tohtoročného Bett UK boli vzorové triedy vybudované spoločnosťami Google a Microsoft. Nešlo o klasické prezentačné stánky, ale o simulované školské prostredie, v ktorom si návštevníci mohli technológie reálne vyskúšať.

Zaujímavý bol najmä koncept, v rámci ktorého si účastník najprv vyskúšal prácu z pozície učiteľa – plánovanie hodiny, zadávanie úloh, práca s nástrojmi AI – a následne sa presunul do role žiaka, aby zažil tú istú technológiu z opačnej perspektívy.

Osobnú skúsenosť som mal s nástrojom NotebookLM, ktorý Google predstavil ako inteligentný nástroj na správu učebných zdrojov a poznámok. Jeho silnou stránkou je intuitívne ovládanie, prehľadná práca s dokumentmi a schopnosť využívať AI na zhrnutie, prepájanie a vysvetľovanie obsahu. V kontexte školského prostredia ide o riešenie, ktoré má potenciál výrazne zjednodušiť prípravu aj samotný proces učenia.

## Viac než technológia: zmena myslenia o vzdelávaní

Bett UK 2026 opäť potvrdil, že technológia sama osebe nie je cieľom. Väčšina diskusií aj prezentovaných riešení sa zhodovala v jednom bode: kľúčom je pedagogický kontext a zmysluplné využitie nástrojov.

Účasť na podujatí Bett UK bola súčasťou aktivít projektu Inclusive and Creative Education with Robotics podporeného programom Interreg Slovensko – Rakúsko a prispela k naplneniu cieľov projektu v oblasti inovatívneho a inkluzívneho vzdelávania.

Školstvo sa umelej inteligencie nemusí obávať, ak ju bude vnímať ako podporu, nie ako náhradu. Práve takéto podujatia ukazujú, že budúcnosť vzdelávania sa nebude rozhodovať len v laboratóriách technologických firiem, ale najmä v spolupráci učiteľov, výskumníkov a tvorcov vzdelávacích politík.

## Vybraní vystavovatelia, ktorí zaujali

Medzi stovkami vystavovateľov z celého sveta zaujali najmä tí, ktorí ponúkali konkrétne a prakticky využiteľné riešenia pre školy, nielen technologické vízie. Nasledujúci výber reprezentuje hlavné trendy pozorované na veľtrhu.

**MagicSchool.ai (USA):** Platforma zameraná na praktické využitie umelej inteligencie pre učiteľov. Umožňuje generovať pracovné listy, zadania, hodnotiace kritériá či diferencované úlohy podľa úrovne žiakov. Silnou stránkou je vysoká miera prispôbitelnosti obsahu a dôraz na pedagogický kontext, nielen na technológiu.

**Wayground AI (USA):** Nástroj orientovaný na rýchlú tvorbu výučbových materiálov – kvízov, domácich úloh, testov a interaktívnych cvičení. AI dokáže obsah prispôbiť veku, predmetu aj cieľom hodiny, čo výrazne šetrí čas učiteľa pri príprave.

**Magma (Nórsko):** Digitálna platforma na výučbu matematiky, ktorá pracuje s princípmi adaptívneho učenia v reálnom čase. Systém priebežne vyhodnocuje odpovede žiakov a prispôbuje náročnosť úloh ich aktuálnym schopnostiam. Učiteľ má

## Umelá inteligencia nemá nahradiť učiteľa, ale má mu pomôcť.

zároveň detailný prehľad o pokroku celej triedy aj jednotlivcov.

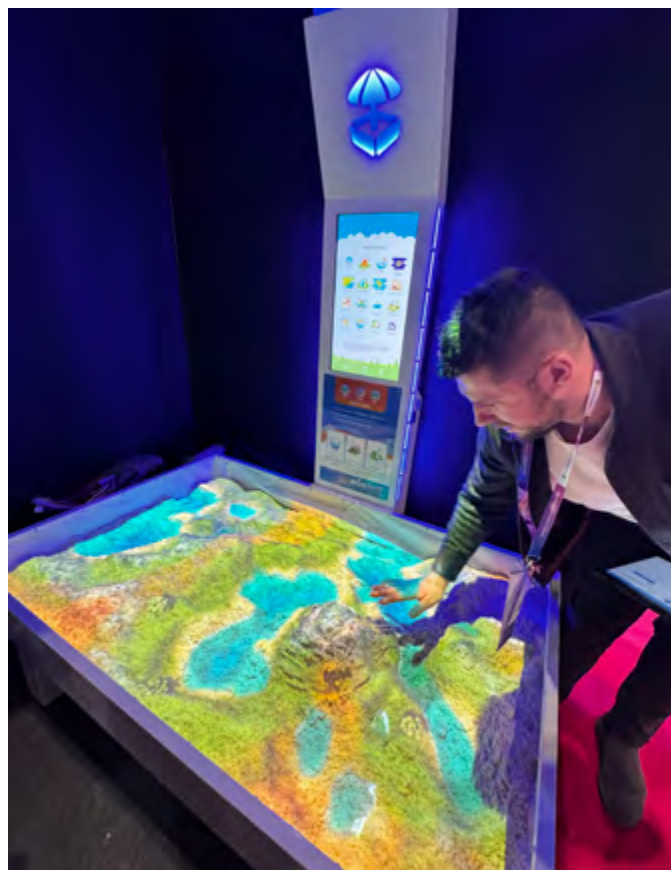
**Campus-XR (USA):** Riešenie zamerané na integráciu virtuálnej reality (VR), rozšírenej reality (AR) a AI do výučby. Platforma umožňuje vytvárať podmanivé vzdelávacie scenáre, napríklad v prírodných vedách, technike či geografii, a sprístupniť tak abstraktné témy názornou formou.

**Sphero (USA):** Známy výrobca vzdelávacej robotiky predstavil svoje modulárne stavebnicové systémy, ktoré umožňujú žiakom navrhovať, zostavovať a programovať vlastné prototypy so senzormi a motormi. Riešenie podporuje rozvoj technického myslenia, kreativity a tímovej spolupráce.

**Acebott (Ázia):** Spoločnosť zameraná na STEM a robotické vzdelávanie s využitím platforiem ako ESP32, micro:bit a Arduino. Ich riešenia sú cenovo dostupné a vhodné najmä pre školy, ktoré chcú začať s robotikou a fyzickým programovaním bez vysokých vstupných nákladov.

**SeamSpace (USA):** EdTech riešenie orientované na sociálne-emocionálne učenie (SEL) s podporou umelej inteligencie. Platforma pracuje s konceptom *AI mindcare* a snaží sa pomôcť školám lepšie porozumieť potrebám žiakov v oblasti *well-beingu*, motivácie a duševného zdravia.

**DIDIM (Európa):** Digitálne pohybové a herné riešenie prepájajúce



fyzickú aktivitu, kognitívne úlohy a digitálne technológie. Vhodné najmä pre mladších žiakov, kde sa kladie dôraz na pohyb, sústredenie a hravú formu učenia.

**H2 Grand Prix (medzinárodný projekt):** Vzdelávací program kombinujúci CAD dizajn (skratka Computer-Aided Design – počítačové navrhovanie), 3D tlač a inžinierske myslenie. Žiaci pracujú na návrhu a vývoji modelov vozidiel, čím si osvojujú základy technického navrhovania, tímovej práce a udržateľných technológií.



Text a foto  
**PETER WACHTER**  
Centrum vedecko-technických informácií SR

# SPOZNAJTE PRÍBEHY VEDKÝŇ A VEDCOV ŽIJÚCICH V ZAHRANIČÍ, KTORÍ POSÚVAJÚ SLOVENSKÚ VEDU NA DIAĽKU.

ŽIJEM VEDU

## Sucho na obzore

### Európske monitorovanie vodného stavu lesných drevín

Sucho sa v posledných desaťročiach stáva jedným z najvýznamnejších kalamitných faktorov európskych lesov. Práve preto vznikla iniciatíva európskeho monitorovania vodného stavu lesných drevín, ktorej cieľom je systematicky sledovať fyziologickú odozvu stromov na sucho a včas identifikovať riziko ich poškodenia či odumierania.

**PETER PETRÍK**

Katedra lesnej botaniky  
Technická univerzita  
v Drážďanoch

**E**pizódy extrémneho sucha sú častejšie a trvajú dlhšie. Sucho ako stresový faktor vedie k odumieraniu korunovej časti stromov a zároveň znižuje ich odolnosť proti napadnutiu škodcami a patogénmi. Výsledkom je zvýšená mortalita stromov naprieč Európou.

#### Ako merať vodný status stromov

Kľúčom k pochopeniu toho, prečo stromy počas sucha odumierajú, je pojem vodný potenciál. Ide o fyzikálnu veličinu vyjadrujúcu *energetický stav* vody v rastline. Vodný potenciál sa skladá z osmotickej zložky súvisiacej s koncentráciou rozpustených látok a z tlakovej zložky, ktorá súvisí

s mechanickým tlakom alebo napätím vody v pletivách. Napríklad pitná voda v pohári má vodný potenciál blízky 0 megapascalov (MPa), mokrá pôda môže mať vodný potenciál približne  $-0,1$  MPa, korene stromov asi  $-0,3$  MPa a listy počas dňa približne  $-1$  MPa. Atmosféra má pri  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $50\%$  vlhkosti vzduchu vodný potenciál približne  $-94$  MPa. Voda sa pohybuje vždy smerom z vyššieho (menej negatívneho) vodného potenciálu do nižšieho (viac negatívneho). Tento gradient umožňuje transport vody z pôdy cez korene, kmeň a konáre až do listov, kde sa voda vyparuje počas transpirácie.

Vodný potenciál môžeme merať tzv. Scholanderovou tlakovou nádobou. Do nej vložíme odrezaný list alebo vetvičku, stopka alebo rez vyčnievajú von. Do uzavretej komory púšťame z tlakovej nádoby vzduch alebo dusík a tlak sa postupne zvyšuje. V okamihu, keď sa na reze objaví prvá kvapka vody, znamená to, že aplikovaný tlak vzduchu v komore sa vyrovnal vodnému potenciálu v xyléme. Ak sa voda objaví pri tlaku  $1$  MPa, vodný potenciál listu je  $-1$  MPa. Preto sa vodný potenciál vždy udáva v záporných hodnotách.

#### Embolizácia vodivých pletív

Počas sucha sa vodný potenciál pôdy výrazne znižuje. Stromy sú nútené vytvárať čoraz väčšie napätie v cievnom systéme (v dreve, lat. xyléme), aby vodu z pôdy *vytiahli*. Toto napätie je fyzikálne porovnateľné s ťahom lana. Pohyb vody do vysokých korún

stromov je teda zabezpečený najmä ťahovými silami a nie výtlakom vody zdola. Ak je však ťahové napätie príliš veľké, vodný stĺpec v cievach sa môže prerušiť a vznikajú vzduchové bubliny; proces sa nazýva embolizácia xylému. Embolizované cievy už nedokážu viesť vodu, čím transportný systém stromu postupne zlyháva.

Odolnosť proti embolizácii sa medzi drevinami líši a závisí najmä od anatómie dreva. Dve kontrastné dreviny sú napríklad topoľ a dub. Väčšina vodivého xylému ( $88\%$ ) topoľa je embolizovaná pri vodnom potenciáli  $-2,5$  MPa, no pri dube nastane  $88\%$  embolizácie xylému až pri  $-5,5$  MPa. Zjednodušene môžeme povedať, že dub je približne dvojnásobne odolnejší proti embolizácii. Táto rozdielna odolnosť je silne geneticky kontrolovaná a špecifická pre jednotlivé lesné druhy.

Výskum posledných rokov ukazuje, že práve masívna xylémová embolizácia je jedným z hlavných spúšťačov odumierania stromov počas extrémnych epizód sucha. Strom sice môže určitý podiel ciev stratiť bez fatálnych následkov, no ak je poškodenie rozsiahle, hydraulický systém skolabuje. Strom sa dostáva do tzv. hydraulického zlyhania, pričom bez vody odumierajú listy a strom stráca obranné mechanizmy proti škodcom.

#### Európska monitorovacia sieť...

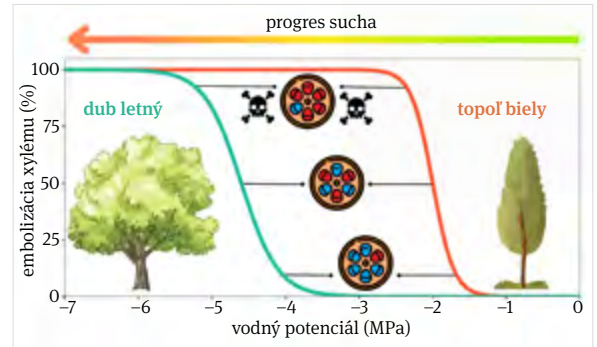
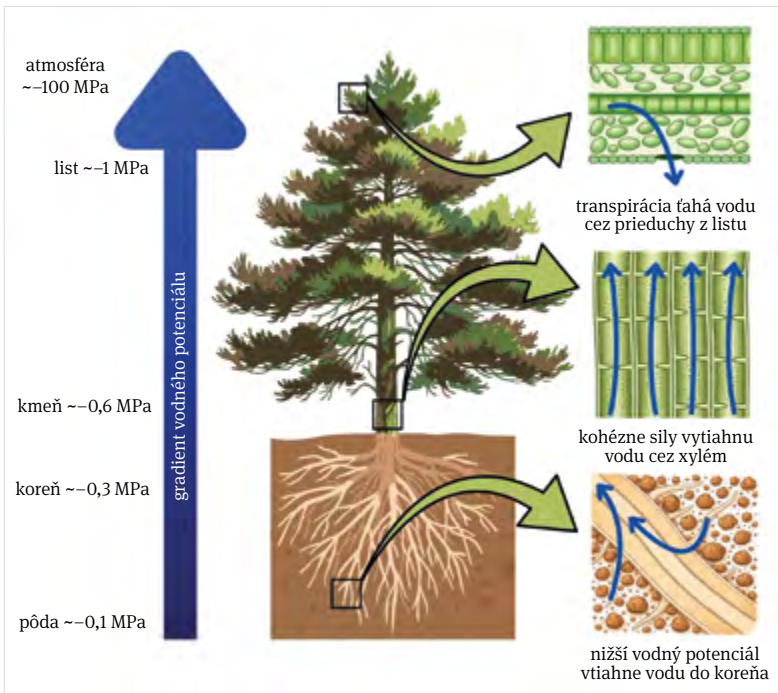
S cieľom lepšie pochopiť tieto procesy sme v roku 2025 vytvorili celoeurópsku monitorovaciu sieť zameranú na vodný stav lesných drevín.

### Peter Petřík



navštevoval osemročné Gymnázium Kukučínova v Poprade. Vyštudoval lesníctvo na Technickej univerzite vo Zvolene, kde neskôr získal aj doktorát v odbore lesná fytológia.

Pod vedením doc. Daniela Kurjaka sa venoval výskumu adaptačných stratégií rôznych druhov a populácií drevín na stres zo sucha a vysokých teplôt. Počas štúdia absolvoval výskumné stáže na univerzitách v Nórsku, vo Francúzsku a v Dánsku, kde sa zapojil do paneurópskych výskumných projektov zameraných na odozvu lesov na klimatickú zmenu. Po získaní doktorátu v roku 2021 pôsobil ako postdoktorand na Akadémii vied Českej republiky a na Technologickom inštitúte v Karlsruhe v Nemecku. Od roku 2024 pôsobí na Katedre lesnej botaniky Technickej univerzity v Drážďanoch, kde sa venuje ekofyziológii drevín.



Sieť vznikla pod záštitou Technickej univerzity v Drážďanoch a Nemeckej botanickej spoločnosti (DBG) a spája výskumníkov z rôznych krajín Európy. V súčasnosti zahŕňa 87 lokalít a osem hlavných európskych druhov lesných drevín. Geograficky siaha od Slovenska po Francúzsko a od Nórska po Taliansko. Slovensko je v tejto sieti zastúpené prostredníctvom Technickej univerzity vo Zvolene, ktorá zabezpečuje merania na národných lokalitách a aktívne sa podieľa na zbere dát. Práve táto široká škála klimatických podmienok umožňuje porovnať reakcie stromov na suchu v rôznych častiach Európy. Predpokladáme, že sa sieť bude v nasledujúcich rokoch ďalej rozširovať.

### ... a tvorba databázy

Na každej lokalite sa počas vegetačnej sezóny opakovane meria vodný potenciál stromov pomocou tlakovej komory. Podľa tohto merania vieme posúdiť, či v stromoch nastala embolizácia dreva a koľko vodivých pletív zostalo funkčných. Tieto terénne kampane sú doplnené o meteorologické merania a stromy sú vybavené automatickými dendrometrami, ktoré merajú ich rast. Súčasťou monitoringu je zber listov, ktoré sa analyzujú v laboratóriách z hľadiska biochemických parametrov a stabilných izotopov. Tieto údaje umožňujú prepojiť fyziologický stav stromu s jeho metabolickou odpoveďou a dlhodobou vodnou efektívnosťou.

Rok 2025 bol z pohľadu zrážok relatívne vlhký a poskytol referenčné

údaje o vodnom stave stromov v normálnych podmienkach. Nijaký z monitorovaných druhov nedosiahol vodný potenciál, ktorý by spôsobil embolizáciu vodivých pletív v xyléme. Tieto dáta budú slúžiť ako *benchmark* (referenčná hodnota na porovnanie a hodnotenie, pozn. red.) pre budúce suché roky. Finálnym cieľom projektu je vytvoriť unikátnu databázu vodného stavu európskych lesov. Údaje budú využité na ekofyziologické metaanalýzy, ktoré umožnia identifikovať druhy a regióny najviac ohrozené suchom. Zároveň môžu slúžiť ako vedecký podklad pre tvorcov politik pri plánovaní adaptačných opatrení v lesnom hospodárstve. V budúcnosti by sa mohli stať aj referenčnými dátami pre kalibráciu satelitných a diaľkovoprieskumných metód monitorovania stresu vegetácie.

### Čo ďalej?

V nasledujúcich rokoch pravdepodobne zostanem v Drážďanoch, kde sa budem ďalej venovať ekofyziológii drevín. V najbližšom období sa budem snažiť o rozšírenie monitorovacej siete vodného stavu drevín, skúmať reakciu drevín na suchu a testovať nové metódy kontinuálneho merania vodného potenciálu drevín. V rámci habilitačného procesu sa na fakulte venujem aj prednášaniam viacerých magisterských predmetov v odboroch lesníctvo a krajinná ekológia. V neposlednom rade sa usilujem o pokračovanie spolupráce s Technickou univerzitou vo Zvolene a Slovenskou akadémiou vied. —

Voda sa v strome pohybuje po gradiente vodného potenciálu – z pôdy (približne -0,1 MPa) cez korene a kmeň až do listov (okolo -1 MPa), kde sa vyparuje do atmosféry s extrémne nízkym vodným potenciálom (približne -100 MPa). Tento rozdiel vytvára ťahové napätie v cievach xylému, ktoré umožňuje transport vody do vysokých korún stromov. Transpirácia v listoch je hlavným motorom tohto procesu.

Meranie vodného potenciálu pomocou Scholanderovej tlakovej nádoby. Odrezaný list alebo vetvička sa vloží do uzavretej tlakovej komory tak, aby rez vyčnieval von. Do komory sa postupne púšťa stlačený vzduch alebo dusík a tlak sa zvyšuje. V momente, keď sa na reze objaví prvá kvapka vody, aplikovaný tlak sa vyrovná vodnému potenciálu v xyléme. Hodnota tlaku na manometri (v MPa) zodpovedá veľkosti záporného vodného potenciálu meraného orgánu.

Odolnosť drevín proti embolizácii xylému počas progresu sucha. Graf znázorňuje percento embolizovaných ciev xylému v závislosti od vodného potenciálu. S postupujúcim suchom (klesajúcim vodným potenciálom) dochádza k postupnej strate vodivosti. Dub letný dosahuje 88 % embolizácie približne pri -5,5 MPa, zatiaľ čo topol biely už približne -2,5 MPa. To znamená, že dub je výrazne odolnejší proti hydraulickému zlyhaniu než topol. Rozdiel vyplýva z odlišnej anatómie dreva a predstavuje jeden z kľúčových faktorov určujúcich citlivosť druhov na extrémne suchu.

Geografické rozmiestnenie paneurópskej monitorovacej siete vodného stavu lesných drevín. Mapa zobrazuje klastre výskumných lokalít zapojených do celoeurópskeho monitoringu vodného potenciálu stromov v roku 2025.



# Sto rokov československej ornitológie

Apríl je mesiac jarných príletov, spevu a hniezdenia vtákov. V roku 2026 má však pre nadšencov prírody osobitný význam – pripomíname si 100 rokov od založenia Československej spoločnosti ornitologickej. Z nej postupne vznikli dnešné organizácie Slovenská ornitologická spoločnosť (SOS) / BirdLife Slovensko a Česká spoločnosť ornitologická (ČSO). O výskume a ochrane vtáctva sme sa rozprávali s Matejom Repelom, riaditeľom SOS/BirdLife Slovensko.

Breháre hrdzavé

**Ako vznikla Československá spoločnosť ornitologická a ako sa postupne vyvíjala ornitologická organizácia u nás?**

Vznikla 5. apríla 1926 v Prahe ako vedecká organizácia. Spočiatku ju tvorili najmä českí ornitológovia, no výskum sa týkal aj Slovenska. V 80. rokoch vznikla Česká spoločnosť ornitologická a pod Slovenskou akadémiou vied Slovenská ornitologická spoločnosť.

V roku 1993 založili nadšenci, dobrovoľníci a profesionáli občianske združenie Spoločnosť pre ochranu vtáctva na Slovensku, ktorá sa venovala výskumu, ochrane prírody a osvete a od svojho založenia bola aj členom medzinárodnej organizácie BirdLife International. V roku 2006 sa zlúčila so Slovenskou ornitologickou

spoločnosťou a transformovala sa na dnešnú SOS/BirdLife Slovensko.

S českými kolegami dodnes úzko spolupracujeme na spoločných ochrannárskych projektoch, výskumoch, monitoringoch, pri krúžkovaní vtákov a využívame spoločné databázy.

**Keby ste mali vybrať jeden najväčší posun v ornitológii za posledných sto rokov, čo by to bolo?**

Najväčšiu zmenu priniesol rozvoj techniky, najmä optiky. V minulosti sa vtáky pri výskume často strieľali, aby ich vedci mohli určiť a zaradiť do zbierok.

Od 80. rokov sa však výrazne zlepšili ďalekohľady, fotoaparáty a ďalšia technika, ktorá sa postupne stala aj finančne dostupnejšou.

V súčasnosti využívame napríklad aj drony. Výskum sa posunul od faunistickej inventarizácie druhov k ekologickým štúdiám a praktickej ochrane vtákov.

**Prečo je dôležité chrániť voľne žijúce vtáctvo?**

Vtáky sú výborné bioindikátory – ukazujú, v akom stave je životné prostredie. Sú totiž vysoko v potravnom reťazci a sú závislé od dostupnosti potravy, ako sú rastliny, hmyz, drobné cicavce či iné vtáky.

Preto rýchlo reagujú na zmeny v krajine, napríklad pri výrube lesov, ničení lúk alebo odvodňovaní mokradí. Vďaka schopnosti rýchlo sa presúvať na veľké vzdialenosti dokážu na tieto zmeny reagovať veľmi rýchlo. Práve na vtákoch tak často najskôr vidíme, čo sa v prírode mení. Preto je dôležité vtáky skúmať a chrániť. Ako hovorí citát amerického ekológa, biológa a ochranára Thomasa Lovejoya: *Ak sa staráte o vtáky, staráte sa o väčšinu environmentálnych problémov na svete.*

**Koľko druhov vtákov dnes žije na Slovensku a ktoré patria medzi najohrozenejšie?**

Na Slovensku bolo zaznamenaných 380 druhov vtákov, z toho približne



## Matej Repel

je vyštudovaný lesný inžinier, ornitológ a riaditeľ občianskeho združenia Slovenská ornitologická spoločnosť/BirdLife Slovensko. Žije na Východoslovenskej nížine, kde sa venuje ochrane a obnove mokradí a stepných biotopov, najmä na Senianskych rybníkoch a v Medzibodroží. So svojím tímom obnovil stovky hektárov mokradí pre vzácne vodné vtáctvo, založil ekofarmu, obnovil pastvu uhorského sivého dobytku na lúke Ostrovík a vybudoval Avescentrum v Sennom, ktoré priťahuje nadšencov vtáctva zo Slovenska aj zo zahraničia.



## Čo robia vtáky a ornitológovia v apríli

V apríli už mnohé vtáky hniezdia alebo dokonca vyvádzajú mláďatá, napríklad husi divé (*Anser anser*), kačice divé (*Anas platyrhynchos*) či orliakyorské (*Haliaeetus albicilla*). Zároveň prebieha intenzívna jarná migrácia, keď sa množstvo druhov presúva na sever, niektoré na veľké vzdialenosti naprieč kontinentmi.

Veľmi rušno majú ornitológovia, ktorí tieto pohyby sledujú a monitorujú v teréne. Po zime je apríl prvým mesiacom, keď sa výskum vtákov naplno presúva do prírody.



230 druhov u nás hniezdi. Najviac ohrozené sú dnes druhy poľnohospodárskej krajiny. Moderné intenzívne poľnohospodárstvo vytvára tzv. agrárnu púšť – monokultúrne polia bez hmyzu a prirodzenej vegetácie. Vtáky tam nemajú potravu ani vhodné podmienky na hniezdenie.

### Ktoré územia patria medzi najvýznamnejšie ornitologické lokality na Slovensku?

Mnohé mokrade na Slovensku boli v minulosti odvodnené. Zachovali sa len ich zvyšky. Najvýznamnejšou lokalitou sú Senianske rybníky na Východoslovenskej nížine tvoriace sústavu rybníkov a mokradí s rozlohou takmer 2 700 hektárov.

Medzi ďalšie významné územia patria napríklad Žitavský luh, Parížske močiare, Dunajské luhy, mokrade na Záhorí, rašeliniská na Orave či územia v Poiplí.

### Aký vplyv má klimatická zmena na vtáky?

Klimatická zmena ovplyvňuje vtáctvo veľmi výrazne. Mení sa rozloženie zrážok počas roka, zimy sú teplejšie, voda sa nezadržiava v podobe snehu, ale v zime naprší a rýchlo odteka z krajiny, ktorá potom vysychá.

Niektoré druhy preto posúvajú svoje areály na sever. Príkladom je včelárík zlatý (*Merops apiaster*), ktorý v súčasnosti hniezdi aj na severnejších miestach Slovenska. Vrátila sa k nám tiež krakla belasá (*Coracias garrulus*) a objavujú sa nové hniezdiace druhy, napríklad kormorán malý (*Microcarbo pygmaeus*) či hltavka chochlatá (*Ardea ibis*).

Výrazné zmeny vidíme pri zimujúcich vtákoch. Žeriav popolavý (*Grus grus*), ktorý cez naše územie kedysi len prelietaval, na Slovensku už zimuje vo veľkom počte – tento rok prezimovalo na Dolnom Zemplíne viac než 6 000 jedincov.

Klimatická zmena škodí druhom žijúcim v lesoch, najmä vo vyšších zemepisných šírkach. Príkladom je drozd kolohrivý (*Turdus torquatus*), ktorého početnosť klesá, keďže sa mení štruktúra lesov či načasovanie vývoja hmyzu.

Problém má aj skupina tropických migrantov, napríklad bocian biely (*Ciconia ciconia*) či mnohé spevavce zimujúce v subsaharskej Afrike. Prilietajú podľa vnútorného kalendára tak ako už tisíce rokov, no jar sa v Európe začína v ostatných rokoch výrazne skôr, takže prichádzajú neskoro a majú menej potravu a menej úspešné hniezdenia.

### Kde najčastejšie vznikajú konflikty medzi ochranou vtákov a ľudskými aktivitami?

Takýchto konfliktov je veľa. Vznikajú napríklad v lesoch, keď vzácné druhy ako orly či bociany čierne (*Ciconia nigra*) hniezdia v hospodárskych lesoch a komplikujú tak lesníkom ich obhospodarovanie. Objavujú sa aj v poľnohospodárstve, kde sa snažíme chrániť vzácne druhy poľnohospodárskej krajiny, ako sú drop veľký (*Otis tarda*) či krakla belasá, ktorým moderné intenzívne hospodárenie neposkytuje vhodné podmienky na hniezdenie.

Veľkým problémom je doprava, elektrické vedenia a presklené budovy, do ktorých vtáky často narážajú a v Európe tak ročne hynú milióny vtákov. Z desiatich mláďat bocianov bielych, ktoré sme označili vysielacami v roku 2025 na Záhorí, zahynuli už počas svojej prvej jesennej migrácie tri po zásahu prúdom na stĺpoch elektrických vedení a jeden bol zrazený autom. Konflikty vznikajú pri ochrane alebo odvodňovaní mokradí, pri výstavbe či plánovaní veterných elektrární na nevhodných miestach, kde môže dochádzať ku konfliktom s migrujúcimi alebo hniezdiacimi vtákmi.

Napätie vyvolávajú rybožravé vtáky, najmä kormorány či volavky,



Pozorovanie vtáctva počas dobrovoľníckeho tábora



Bocian biely



Krakla belasá



Včeláriky zlaté



Dropy veľké,  
foto SOS/BirdLife  
Slovensko/Andrej  
Chudý



ktoré sa často dostávajú do konfliktu s rybármi. Vtáky žijú všade okolo nás a ľudské aktivity sa tak bez ohľadu na ich potreby ľahko dostávajú do rozporu s ich ochranou. Samy za to nemôžu, preto potrebujú našu pomoc a ochranu.

### Akým ochranárskym projektom sa venujete?

Pracujeme na viac než 20 projektoch, od lokálnych až po celoslovenské. Zameriavame sa najmä na ochranu vodných vtákov, obnovu mokraďí a ochranu druhov poľnohospodárskej krajiny, ale venujeme sa tiež projektom zameraným na lesné druhy a environmentálne vzdelávanie. S ochranou prírody a vtáctva totiž úzko súvisí aj výchova. Všetky projekty, samozrejme, vychádzajú z rozsiahlych monitoringov.

S najvýznamnejšími dlhodobými projektami sa môžete stretnúť na Senianskych rybníkoch a v Medzibodroží. Na nich sme obnovili alebo zlepšili stav stoviek hektárov mokraďí a založili ekofarmu s pastvou dobytká. Podobné aktivity prebiehajú na Žitavskom luhu v Podunajskej nížine,

kde obnovujeme a udržiavame vzácnu mokraď. Na Parížskych močiach revitalizujeme najväčší trstinový močiar na Slovensku a na Dunaji aj Váhu už desaťročia vytvárame hniezdne ostrovy pre čajkovité vtáky.

### Aké sú vaše najdôležitejšie úspechy v oblasti ochrany vtáctva?

Dlhodobu sa venujeme najmä obnove mokraďí – zlepšili sme stav viac než 2 000 hektárov, kde dnes hniezdia vo veľkých počtoch desiatky druhov vtákov a desiatky tisíc ich využívajú ako dôležité zastávky počas migrácie alebo zimovania. V spolupráci s partnermi sa darí ochrane dropa veľkého, ktorý u nás v posledných rokoch opäť hniezdi. Pred vyhynutím na Slovensku sme pravdepodobne zachránili čajku čiernohlavú a rybára riečneho.

Veľkým úspechom je návrat krakle belasej. Na Slovensku nehniedzila desať rokov a v roku 2020 sa vďaka dlhodobej ochrane a inštalácii búdok vrátila. Pozitívny vývoj vidíme aj pri bocianovi bielom, ktorého populácia mierne rastie a pomáhame mu napríklad

inštalovaním bezpečných hniezdných podloží v úzkej spolupráci s distribučnými spoločnosťami a samosprávami.

### Bez koho by vaša práca nebola možná?

Naša práca stojí na spolupráci s mnohými partnermi – štátnymi inštitúciami, občianskymi združeniami, poľnohospodármi, lesníkmi či širokou verejnosťou.

SOS/BirdLife Slovensko má takmer 1 000 členov a interný tím len 14 zamestnancov. Veľmi dôležitú úlohu zohrávajú dobrovoľníci, ktorí pomáhajú na brigádach, exkurziách či ekovýchovných aktivitách, pri monitoringoch, výskume, ale aj advokačných aktivitách, ako je pripomienkovanie zákonov a zapájanie sa do správnych konaní. Záujemcovia sa môžu zapojiť rôznymi spôsobmi, napríklad sa stať našimi členmi. Čím viac nás bude, tým budú mať naše aktivity väčší dosah.

### Medzi vaše aktivity patrí kampaň Vták roka. Aký je jej cieľ a ktorý druh ste vybrali na tento rok?

Vták roka je tradičná kampaň, ktorou každoročne upozorňujeme na jeden druh vtáka a jeho ohrozenie. Cieľom je zvýšiť povedomie verejnosti a získať podporu pre ochranu vtáctva.

Tento rok sme vybrali dropa veľkého, ktorý bol na Slovensku na pokraji vyhynutia. V posledných rokoch sa jeho populácia pomaly zotavuje, no naďalej patrí medzi kriticky ohrozené druhy, preto chceme upozorniť na potrebu ochrany jeho biotopov v poľnohospodárskej krajine.

### Na čo slúži krúžkovanie a sčítavanie vtákov?

Monitoring populácií pomáha vtáky lepšie spoznať, čo je základom ich ochrany. Jednou z mnohých metód

## Ako prilákať vtáky do záhrady

Vtákom pomôžeme najmä tým, že im vytvoríme pestré prostredie s úkrytmi, miestami na hniezdenie a dostatkom potravy. V záhrade by nemali chýbať vysoké stromy, husté kríky, kvetnatá lúka, trávnatý porast aj trochu neporiadku v podobe kopy konárov a dôležitý je prístup k vode. Všetko sa to dá dosiahnuť aj na veľmi malej ploche takmer pri každom rodinnom dome alebo bytovke na sídlisku.

Užitočný môže byť menej upravený kút, napríklad kopa suchých konárov či časť záhrady bez kosenia, kde nájdú útočisko hmyz, drobné živočíchaj aj vtáky. Čím je záhrada pestrejšia, tým viac druhov do nej prilákame. V zime môžeme vtáky prikrmovať napríklad slnečnicou.





je aj krúžkovanie, pri ktorom sa vtáky označujú jedinečnými krúžkami. Pri ich opätovnom nájdení sa vedci dozvedia cenné informácie o migrácii, veku, hniezdení či vernosti lokalitám. Údaje z monitoringov a výskumov pomáhajú zistiť, ktoré druhy sú ohrozené a ako ich najlepšie chrániť.

#### **Ako prebieha výmena informácií medzi ornitológmi a ďalšími odborníkmi?**

Vo vede sa informácie šíria najmä publikovaním výsledkov vo vedeckých časopisoch, no dnes zohrávajú dôležitú úlohu aj sociálne siete a komunikácia s médiami.

Ornitológovia údaje poskytujú pri správnych a povolovacích konaniach, napríklad pri výstavbe veterinárskych parkov, výruboch stromov či zónaciách chránených území. Usilujú sa pritom presadzovať záujem ochrany vtákov a prírody opierajúc sa o odborné údaje a vedecké poznatky.

#### **V čom spočíva spolupráca profesionálnych a amatérskych ornitológov?**

Ornitológia je veľmi obľúbená aktivita a venuje sa jej nielen malá skupina profesionálov, ale aj milióny amatérov. Amatérski pozorovatelia sú pre vedcov veľkým prínosom, pretože sa zapájajú do projektov občianskej vedy a monitoringu vtákov. Mnohí z nich pravidelne pozorujú vtáky a zapisujú údaje do online databáz. Vďaka tomu majú vedci k dispozícii oveľa viac údajov, než by dokázali získať sami.

#### **Čo môžu spraviť samospráva alebo obyvatelia, aby boli mestá pre vtáky bezpečnejšie?**

Paradoxne sa mnohým vtákom v mestách darí lepšie než vo voľnej krajine. Mestá ponúkajú pestré prostredie s parkmi, rastlinami,

stromami a kríkmi, dostatok potravy a priaznivejšiu klímu ako intenzívne využívaná poľnohospodárska krajina. Niektoré druhy sa životu v mestách dobre prispôbili, napríklad holub hrivnák (*Columba palumbus*), ktorého početnosť rýchlo rastie.

Nebezpečenstvom je však najmä doprava a presklené plochy, do ktorých vtáky často narážajú. Pomôcť môžu jednoduché opatrenia, napríklad nálepky, žalúzie alebo iné prvky, ktoré urobia sklené plochy pre vtáky viditeľnejšie. Takéto plochy sa často nachádzajú napríklad na školách či v átriách, kde majú tieto opatrenia dôležitý ekovýhovný rozmer.

#### **Aké najčastejšie mýty o vtákoch medzi ľuďmi pretrvávajú?**

Mýtov o vtákoch je veľa a niektoré im škodia. Známou poverou je napríklad predstava, že keď kuviká sova pri dome, znamená to nešťastie alebo smrť. V minulosti preto ľudia kuvika prenasledovali, hoci v skutočnosti len lovil hmyz pri svetle sviečok v domoch, kde sa v noci svietilo.

Rozšírený je mýtus, že bociany sa celý život vracajú na to isté hniezdo a zostávajú s jedným partnerom. Výskum a krúžkovanie však ukázali, že bociany často menia hniezda aj partnerov.

#### **Ako môže bežný človek pomôcť vtákom?**

Základom je byť všímavý a tolerantný k prírode. Vtákom môžeme pomôcť napríklad tým, že budeme chrániť mokrade a prírodné prostredie, vysadíme stromy a kríky alebo v záhrade necháme kúsok prirodzenej vegetácie. Pomáha vešanie vtáčích búdok či zimné prikrmovanie.

Dôležité je tiež podporovať organizácie na ochranu prírody, napríklad finančne, materiálne alebo dobrovoľníctvom, a všimáť si, čo sa deje v našom okolí, napríklad upozorniť

na nelegálny výrub alebo ničenie prírodného prostredia.

#### **Čo robiť pri náleze zraneného vtáka alebo vtáčieho mláďata?**

Najprv je dôležité zistiť, či vták skutočne potrebuje pomoc. Mláďata často opúšťajú hniezdo skôr, než vedia lietať, a rodičia ich ešte niekoľko dní krmia mimo hniezda. Ak mláďa na zemi nie je zranené, stačí ho presunúť na bezpečnejšie miesto, napríklad ďalej od cesty alebo od domácich zvierat.

Ak je vták viditeľne zranený, malátny alebo krváca, treba kontaktovať štátnu ochranu prírody alebo správu národného parku. Pomôcť vedľa na tiesňovej linke 112, kde poskytnú kontakt na odborníkov.

#### **Aké aktivity a podujatia pripravujete k 100. výročiu československej ornitológie?**

Storočnicu si pripomenieme 10. apríla slávnostným podujatím v Národnom múzeu v Prahe. Počas roka pripravujeme viacero aktivít pre širokú verejnosť – podujatia ku Dňu vtákov (1. apríla, pozri s. 54), letné dobrovoľnícke tábory na rôznych miestach Slovenska, ornitologickú konferenciu vo Zvolene a medzinárodnú konferenciu v Brne, ktorú organizujeme spolu s českými kolegami.

#### **Kde sa o nich môžu záujemcovia dozvedieť viac?**

Informácie o podujatiach zverejňujeme na sociálnych sieťach a na stránke [www.vtaky.sk](http://www.vtaky.sk). Kalendár podujatí aktualizujeme na [www.vtaky.sk/stranka/69-Kalendar-podujati.html](http://www.vtaky.sk/stranka/69-Kalendar-podujati.html).

Pravidelne ich prináša náš e-mailový spravodaj Vtáčie správy, ktorý odoberá približne 6 000 ľudí. Každý mesiac informuje nielen o pripravovaných podujatiach, ale aj o ďalších zaujímavostiach z výskumu a ochrany vtáctva na Slovensku a vo svete. —



Halov močiar



Vtáky v sieti počas krúžkovania



Kosenie lúky Ostrovik

#### **REDAKČNÝ ČLÁNOK**

Foto SOS/BirdLife Slovensko

## ASTRONÓMIA

# Stratení súrodenci Plejád

Plejády v súhvezdí Býka sú najznámejšou hviezdokopou: sedem najjasnejších členov, známych ako Sedem sestier, dobre vidno aj voľným okom. Ukazuje sa, že to, čo už dávni ľudia maľovali na steny jaskýň a na záhadné kotúče z bronzovej doby, je len špičkou ľadovca.

Otvorená hviezdokopa Plejády, foto NASA, ESA, AURA/Caltech

Hviezdna mapa zobrazuje celý rozsah Väčšieho komplexu Plejád tak, ako by vyzeral na nočnej oblohe nad Pasadenou, keby boli viditeľné všetky jeho hviezdy. Z 3 019 hviezd, ktoré komplex tvorí, je 1 631 viditeľných nad obzorom. Hviezdy tvoriace súhvezdie Plejád sú znázornené zelenou farbou. Súhvezdia Veľká medvedica, Orión a Býk sú prekreslené modrou farbou, ilustrácia Andrew Boyle/University of North Carolina Chapel Hill.



RNDr. ZDENĚK KOMÁREK

**P**lejády sú súčasťou oveľa rozsiahlejšieho komplexu, ktorý sa rozprestiera po celej oblohe. Kombináciou údajov z rôznych observatórií sa tímu astronómov podarilo identifikovať viac než 3 000 hviezd, ktoré vznikli spolu s Plejádami, no už sú rozptýlené až na vzdialenosť takmer 2 000 svetelných rokov.

## Rozptýlené hviezdokopy

Súrodenci Plejád sú rozosiati po celej oblohe s výraznou koncentráciou pozdĺž galaktickej roviny. Tento útvar nazývame Väčší komplex Plejád, objasňuje Luke Bouma z Carnegieho vedeckej inštitúcie, ktorý spolu s Andrewom Boylom a Andrewom Mannom zo Severokarolínskej univerzity v USA publikoval svoje zistenia v časopise *Astrophysical Journal*. Väčšina členov tejto štruktúry pochádza z tej istej obrovskej hviezdnej pôrodnice, dodáva.

Otvorené hviezdokopy ako Plejády sú známe tým, že postupne strácajú svoje hviezdy. Vznikajú súčasne z veľkého oblaku plynu a prachu, ale slapové sily ich začnú trhať takmer hneď po ich zrode. Astronómovia sa domnievajú, že po niekoľkých stovkách miliónov rokov sa väčšina otvorených hviezdokóp úplne rozpadne a ich hviezdy sa premiešajú so zvyškom Mliečnej cesty. Kompaktnejší a hmotnejší príbuzní otvorených hviezdokóp

– guľové hviezdokopy – väčšinou dokážu slapovým silám odolať. Plejády vzdialené približne 440 svetelných rokov od Zeme vznikli asi pred 120 miliónmi rokov, takže niektoré ich hviezdy sú už rozptýlené po Galaxii.

## Poloha, zloženie, vek

Astronómovia už skôr tušili, že niekoľko hviezdnych skupín v okruhu stoviek svetelných rokov od Plejád je s touto hviezdokopou príbuzných. Teraz vieme, že tieto skupiny majú skutočne podobný pohyb, chemické zloženie a – čo je najdôležitejšie – rovnaký vek ako Plejády. Kozmická sonda Gaia Európskej vesmírnej agentúry ESA okrem iného zmerala presné trojrozmerné pohyby približne 880 miliónov hviezd v Mliečnej ceste. V roku 2021 tím Terezy Jeřábkovej z Masarykovej univerzity v Brne pomocou týchto údajov identifikoval 2 600 svetelných rokov dlhý chvost hviezd pochádzajúcich z hviezdokopy Hyády. Hyády sa nachádzajú 12° juhovýchodne od Plejád, sú k nám bližšie (150 svetelných rokov) a sú aj staršie (asi 600 miliónov rokov) než Sedem sestier. V dôsledku toho sú ich hviezdy rozptýlené ešte výraznejšie.

Keď A. Boyle, L. Bouma a A. Mann študovali skupiny podozrivé z príbuzenstva s Plejádami, zistili, že tri z nich boli v čase zrodu hviezdokopy oveľa bližšie k jej jadru. Jedna skupina nazývaná UPK 303 pripomína



slapový chvost; ďalšie dve (HSC 1964 a UPK 545) sa zrejme odtrhli približne pred 75 miliónmi rokov. Hviezdne skupiny obsahujú rovnaké množstvo ťažkých prvkov ako hviezdy Plejád – ako by sa dalo očakávať, keby všetky vznikli z rovnakého plynového oblaku. K definitívnemu záveru vedci dospeli, keď mali k dispozícii údaje o ich veku. Gyrochronológia určuje vek hviezd podľa spomaľovania ich rotácie s pribúdajúcim vekom. Vedci touto technikou vyfiltrovali tie hviezdy, ktorých rotačné periódy – a teda aj vek – zodpovedajú veku Plejád. Kombináciou údajov z rôznych misií sme dokázali identifikovať nové hviezdy Plejád, zdôrazňuje A. Boyle. Samostatné údaje z každej misie by na odhalenie plného rozsahu tejto štruktúry nestačili.

# Astronomické kalendárium

Apríl je druhým jarným mesiacom, keď sa príroda naplno prebúdz a dni sa rýchlo predlžujú. Na nočnej oblohe zimné súhvezdia postupne ustupujú k západnému obzoru a čoraz viac sa presadzujú jarné. Jasné noci prinesú aj niekoľko zaujímavých astronomických úkazov.

**A**príl ponúkne spln nazývaný Ružový Mesiac, priaznivú pozorovateľnosť planéty Merkúr, každoročný meteorický roj Lyridy a nad ránom sa začne objavovať aj najfoto-genickejšia časť Mliečnej cesty.

## Ružový Mesiac na jarnej oblohe

Aprílový spln Mesiaca nastane už 2. apríla a tradične sa označuje aj ako Ružový Mesiac. Názov však nesúvisí so skutočnou farbou mesačného disku. Pochádza zo severoamerickej tradície a odkazuje na kvitnúce jarné kvety floxu, ktoré práve v tomto období pokrývajú krajinu ružovými farbami.

Spln bude možné pozorovať počas celej noci, najpôsobivejší však býva pri východe alebo západe Mesiaca, keď sa nachádza nízko nad obzorom. Vtedy sa jeho kotúč vplyvom atmosféry javí mierne oranžový až červenkastý a v kombinácii s krajinou scenériou vytvára príležitosti pre dômyselných fotografov.

## Merkúr v najväčšej západnej elongácii

Planéta Merkúr sa na oblohe pohybuje vždy blízko Slnka, preto je jej pozorovanie náročné. V apríli však dosiahne to, čo nazývame elongáciou.

Konkrétne 4. apríla dosiahne najväčšiu západnú elongáciu, teda najväčšiu uhlovú vzdialenosť od Slnka na rannej oblohe.

V dňoch okolo tohto dátumu bude možné Merkúr pozorovať nízko nad východným obzorom približne hodinu pred východom Slnka. Na oblohe sa bude javiť ako jasný bod podobný hviezde. Na jeho pozorovanie sú potrebné nerušený výhľad na východný horizont a jasná obloha.

## Meteorický roj Lyridy

Každoročným zaujímavým úkazom aprílovej oblohy je meteorický roj Lyridy, ktorý patrí medzi najstaršie zaznamenané meteorické roje. Jeho maximum nastane v noci z 22. na 23. apríla. Za ideálnych podmienok možno pozorovať približne 15 až 20 meteorov za hodinu. Meteory zdanlivo vylietavajú zo súhvezdia Lýra, podľa ktorého roj dostal svoje meno.

Najlepšie podmienky na pozorovanie bývajú po polnoci, keď radiant vystúpi vyššie nad východný obzor. Stačí si nájsť miesto s tmavou oblohou mimo mestského osvetlenia a dopriať očiam dostatok času na prispôbenie sa tme. V parkoch tmavej oblohy tak uvidíte aj Mliečnu cestu a tisíce hviezd. V roku 2026 budú navyše podmienky priaznivé,

| ● Slnko | 1. 4. 2026 | 15. 4. 2026 | 30. 4. 2026 |
|---------|------------|-------------|-------------|
| Východ  | 6:22       | 5:53        | 5:25        |
| Západ   | 19:14      | 19:35       | 19:57       |

### ☾ Mesiac

|                 |             |       |
|-----------------|-------------|-------|
| Spln            | 2. 4. 2026  | 4:12  |
| Posledná štvrt' | 10. 4. 2026 | 6:52  |
| Nov             | 17. 4. 2026 | 13:52 |
| Prvá štvrt'     | 24. 4. 2026 | 4:32  |

keďže Mesiac nebude svojím svetlom rušiť pozorovanie na rannej oblohe.

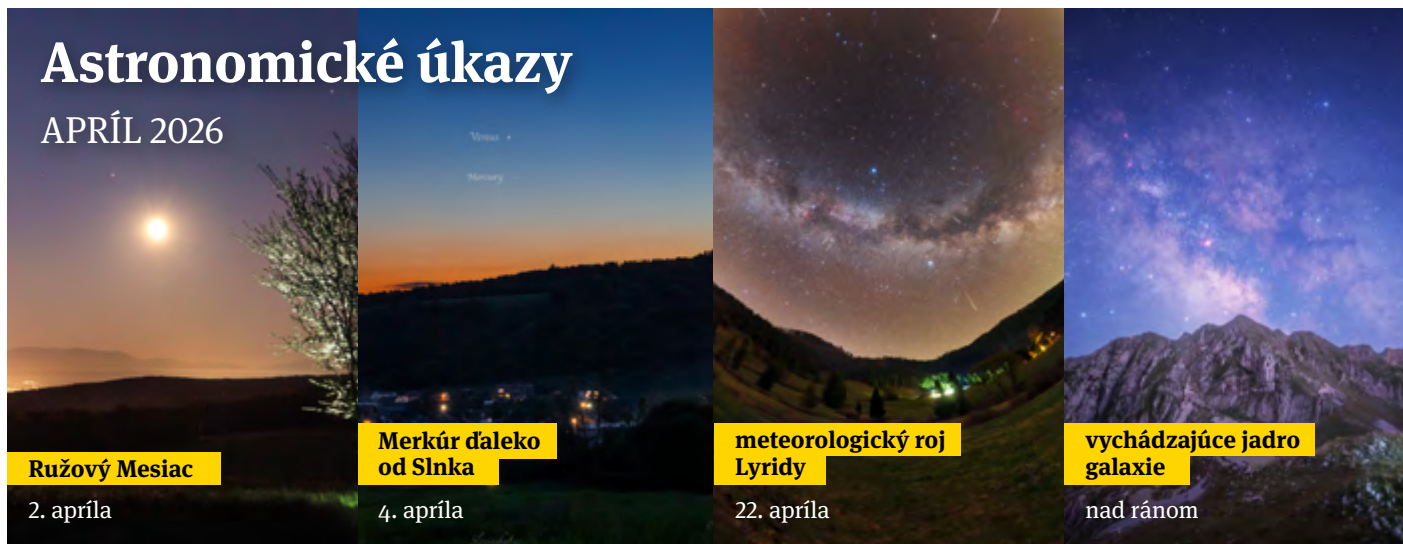
## Ranné víťanie Galaxie

S postupujúcou jarou sa na rannej oblohe začína objavovať aj najjasnejšia časť našej Galaxie – jadro Mliečnej cesty. V apríli ho možno za dobrých podmienok zazrieť krátko pred svitaním nízko nad juhovýchodným obzorom v oblasti súhvezdí Strelec a Škorpion. Ide o mimoriadne bohatú oblasť plnú hviezd, hmlovín a hviezdokôp, ktorá patrí medzi najobľúbenejšie objekty astrofotografov.

Jeho pozorovanie si však vyžaduje čo najtmavšiu oblohu a nerušený výhľad na južný horizont. Za bezmesačných nocí sa vyberte napríklad do Polonín, Veľkej Fatry či na Muránsku planinu.



Text a foto **TOMÁŠ SLOVINSKÝ** riaditeľ OZ Astronómia pre všetkých



# Z blata do kaluže



Foto  
istockphoto.com/  
Oleg Shuldiakov

Vtáky žijú v rôznorodých biotopoch. Mnohé nájdeme v lesoch, na poliach a lúkach, iné zasa vo vodnom prostredí. Veľmi zaujímavú skupinu vtákov predstavujú druhy žijúce v plytkých vodách a na bahnitých brehoch vodných plôch. V prírode ich nájdeme hneď niekoľko. Svojím vzhľadom a spôsobom života patria k špecifickým druhom našej ornitofauny. Predstavme si niektoré z nich.

**K** takýmto druhom patria najmä vtáky z radu bahniaky (Charadriiformes) a z čeľade chriašteľovité (Rallidae). Sú to druhy, ktoré žijú výhradne vo vodnom prostredí a v našej prírode ich preto môžeme vidieť najmä na okrajoch vodných plôch, v plytkých vodách alebo na podmáčaných lúkach a poliach.

## Dokonalé prispôsobenie a výnimočné schopnosti

Všetky tieto vtáky sú na takýto spôsob života dokonale prispôsobené. Majú štíhle telo, dlhé nohy a často aj pomerne dlhý a štíhly zobák. Väčšina

z nich má dlhé prsty na nohách, ktoré im umožňujú bezpečný pohyb v bahnitom prostredí. Dlhšie prsty totiž rozkladajú váhu ich tela na väčšiu plochu a slúžia im ako snežnice. Pri hľadaní potravy tak môžu chodiť aj po veľmi mäkkom bahne bez toho, aby sa do neho zaborili.

Nemenej zaujímavé je aj sfarbenie peria mnohých druhov. Často má maskovací vzor, ktorý vtáka dokonale zamaskuje v jeho prirodzenom prostredí. Na našom území môžeme pozorovať viacero takýchto druhov, no mnohé z nich sa v našej prírode vyskytujú iba počas migrácie. Nájdeme medzi nimi aj vynikajúce letce a rekordéry v diaľkovej migrácii. Niektoré precestujú doslova celý svet. Napríklad pobrežníky

hrdzavé a belavé hniezdia pravdepodobne najsevernejšie zo všetkých vtákov. Každý rok môžu pri svojom putovaní preletieť aj 32-tisíc kilometrov.

## Elegantné kalužiaky

Medzi naše najznámejšie bahniaky patria kalužiaky. Tieto elegantné vtáky vyznačujúce sa štíhlym telom a dlhými nohami môžeme v našej prírode pozorovať najmä v jarňách a jesenných mesiacoch. Mnohé z nich cez naše územie len migrujú a ich hniezdne lokality sa nachádzajú v severných oblastiach Európy.

Medzi najčastejšie a najmenšie patrí kalužiačik malý (*Actitis hypoleucos*). Stretne sa s ním nielen

Slepočka zelenonohá patrí k hojne rozšíreným druhom.

Rybár obyčajný je charakteristický dlhými, štíhlymi krídlami a vidlicovito vykrojeným chvostom.

Na našom území môžeme vidieť viaceré druhy čajok, z ktorých mnohé hniezdia na morskom pobreží.

Našou najrozšírenejšou čajkou je čajka smejká.





pri vodných nádržiac a riekach, ale aj na zaplavených lúkach. Ako jeden z mála druhov kalužiakov hniezdi aj na našom území. Spoznáme ho najmä podľa neustáleho pohupovania a kývania telom. Pri vyplašení sa ozýva typickým hlasom a prelieta nízkym letom ponad vodnú hladinu na protilahlý breh. Tak ako ostatné kalužiaky aj kalužiačiky majú rady plytké vody a okraje bahnitých brehov, kde môžu pobehovať a loviť potravu. Živia sa žubrienkami, vodným hmyzom, rybkami a červami. Zimujú v Afrike a južnej Európe.

Ďalším hniezdiacim druhom v našej prírode je vzácny kalužiak červenonohý (*Tringa totanus*). Je podstatne vzácnejší ako predošlý druh. Hniezdi výnimočne len v nížinách východného a západného Slovenska. Jeho typickým poznávacím znakom sú oranžovočervené nohy. Vyskytuje sa najmä na močaristých lúkach a v plytkých vodách močiarov.

S ostatnými druhmi kalužiakov sa na našom území môžeme stretnúť len v čase migrácie, a to v jarých a skorých jesenných mesiacoch. Patrí k nim kalužiak močiarny (*Tringa glareola*), kalužiak perlavý (*T. ochropus*), kalužiak tmavý (*T. erythropus*), kalužiak štíhly (*T. stagnatilis*) a kalužiak sivý (*T. nebularia*).

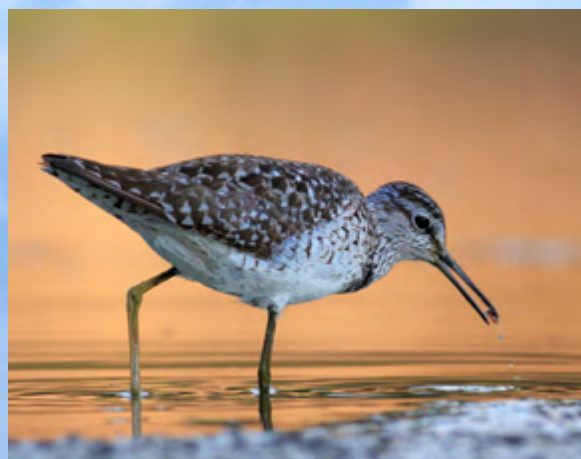
## Majstri v ukrývaní

Na okrajoch stojatých vodných plôch, v hustej pobrežnej vegetácii a plytkých vodách môžeme so šťastím pozorovať ďalšie zaujímavé a tak trochu tajomné vtáky – chriaštele. Žijú skrytým spôsobom života a ich prítomnosť často zistíme len podľa ich hlasového prejavu.

Na voľnú vodnú hladinu vychádzajú zriedkavo, ak sú však prinútené, preletia ju nízkym letom alebo rýchlo prebehnú do najbližšieho úkrytu vodných rastlín. Na život v hustom trstí sú dokonale prispôbolené. Majú silné nohy s dlhými prstami usposobené na chôdzu po plávajúcich rastlinách a sploštené telo, ktorým sa prederú aj cez tie najužšie medzery.

Na našom území sa vyskytuje päť druhov chriašteľov (pozri *Quark* 9/2017). Najčastejšie sa môžeme stretnúť s chriašteľom vodným (*Rallus aquaticus*) a chriašteľom poľným (*Crex crex*), veľmi vzácne a na niektorých územiach s chriašteľom bodkovaným (*Porzana porzana*) aj chriašteľom malým (*Zapornia parva*) a len ojedinele v čase migrácie tiež s chriašteľom najmenším (*Zapornia pusilla*). Hoci sú chriaštele nenápadné vtáky, majú paradoxne nápadný hlasový prejav. Ich hlas môžeme najčastejšie počuť v podvečer a v noci, niekedy, najmä v čase párenia, aj počas dňa. Pri niektorých druhoch je hlas natolko bizarný, že nezasvätený poslucháč často nemá ani potuchy, že počuje hlasový prejav vtáka.

Napríklad chriašteľ vodný sa ozýva hlasom, ktorý nápadne pripomína kvikot malého prasiatka, ozýva sa však aj zvláštnymi pisklavými a bučivými zvukmi, ktoré by málokto pripísal vtákovi. Chriašteľ poľný, ktorý ako jediný nežije pri vodných plochách, ale na vlhkých lúkach alebo poliach, zasa svojim chraplávym hlasom pripomína zvuk hrebeňa prechádzajúceho po zápalkovej škatuľke. Hlas chriašteľa bodkovaného sa podobá na švihanie prúta, hlas chriašteľa malého na kotkodákanie



■ S kalužiakom sivým sa možno stretnúť len v čase migrácie.

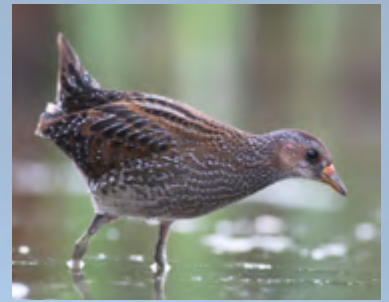
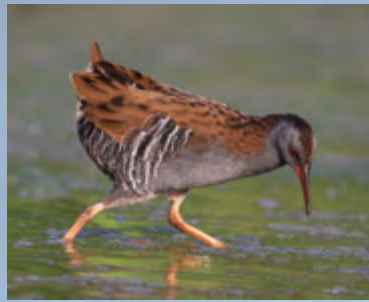
■ Oranžovočervené nohy sú typickým poznávacím znakom kalužiaka červenonohého.

■ Naším najhojnejším kalužiakom je kalužiačik malý.

■ Kalužiak perlavý pri odpočinku rád využíva predmety vytŕčajúce nad hladinou vody.

■ Kalužiak močiarny sa často pohybuje v plytkých pobrežných vodách.

Pri niektorých druhoch je hlas natolko bizarný, že nezasvätený poslucháč často nemá ani potuchy, že počuje vtáka.



## Sfarbenie peria niektoré vodné vtáky dokonale maskuje, je takmer nemožné ich v spleti vegetácie nájsť, keď o nich nevieme.

sliepky a chriašťaľa najmenšieho na cvrlikanie zelenej kobyľky. Do čelade chriaštelovitých patrí aj hojne rozšírená sliepočka vodná (*Gallinula chloropus*) a lyska čierna (*Fulica atra*). Oba tieto druhy žijú v rovnakých biotopoch, najčastejšie v plytkých vodách na okrajoch pobrežnej vegetácie. Vidieť ich môžeme na rybníkoch a iných stojatých vodných plochách po celom našom území.

### Unikátna močiarnica

Jedným z najzaujímavejších druhov bahniakov žijúcich na našom území je močiarnica mekotavá (*Gallinago gallinago*). Zaujímavá je nielen svojím vzhľadom, ale aj spôsobom života. Vyskytuje sa najmä na mokrych a zaplavovaných lúkach, prechodových rašeliniskách a na okrajoch stojatých vôd. V období migrácie ju často môžeme pozorovať aj na zaplavených poliach. Už na prvý pohľad upúta dlhým tenkým zobákom, ktorý niekoľkonásobne presahuje dĺžku jej hlavy. Močiarnica ho používa na hľadanie potravy. V plytkých vodách pichá zobákom do bahna a pomocou hmatových buniek na jeho konci hľadá potravu. Ak nájde slimáka, červíka, pijavicu alebo inú korisť, zhltnie ju bez toho, aby musela vytiahnuť zobák z bahna.

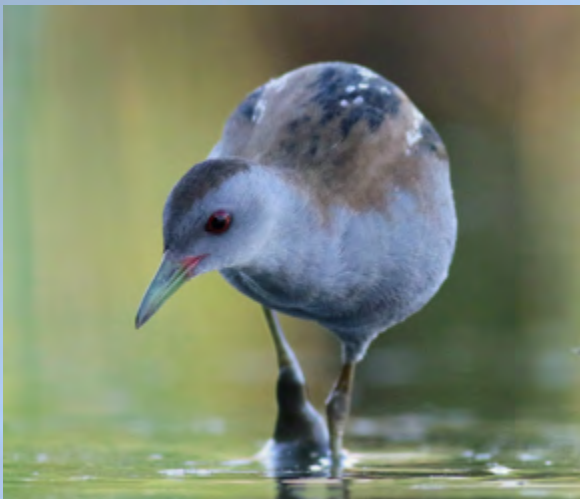
Sfarbenie peria ju dokonale maskuje v okolítom prostredí, je takmer nemožné ju v spleti vegetácie nájsť, keď o nej nevieme. V čase nebezpečenstva sa prikrčí k zemi a spolieha sa na svoju nenápadnosť. Často vyletí z porastu až v bezprostrednej blízkosti predátora alebo človeka, a to veľmi prudkým a rýchlym letom. Najnápadnejšia je v jarných mesiacoch v období rozmnožovania. Na lokalitách, kde hniezdi, prebieha zaujímavý tok samčeka. Ten najprv vyletí vo veľkých

kruhoch do výšky a potom sa spúšťa strmo nadol, pričom vydáva charakteristický mekotavý zvuk. Ten pritom nevydáva hlasom, ale vzniká tak, že mu prúdenie vzduchu rozochvieva kormidlovacie perá a tie tento zvuk vydávajú.

Močiarnice patria medzi sťahovavé druhy vtákov. Na svoje zimoviská dokážu prekonať neuveriteľné vzdialenosti v rekordnom čase. Vedci zistili, že za tri dni preletela močiarnica vzdialenosť 6 800 km, čo je naozaj obdivuhodné. Priemerne teda letela rýchlosťou takmer 100 km/h. Podobným, no omnoho menším druhom je močiarnička tichá (*Limnocryptes minimus*). U nás je veľmi vzácna. Jej maškovicie sfarbenie peria je ešte lepšie ako pri močiarnici. Keď sa prikrčí v trstí, je ťažké objaviť ju aj v bezprostrednej blízkosti. Na chrbte má pozdĺžne svetlé pruhy, ktoré splývajú so stebkami suchého trstia a zabezpečia jej priam dokonalú kamufláž. V čase ohrozenia sa pritísne k zemi tak, aby jej svetlé pruhy boli v rovnakom smere ako uschnuté steblá vegetácie, čím opticky takmer splynie s okolím. Na našom území sa vyskytuje v čase migrácie a len zriedkavo u nás aj prezimuje.

### Nenápadné kulíky

K pomerne rozšíreným druhom bahniakov patria kulíky. Na našom území môžeme pozorovať niekoľko druhov. K najrozšírenejším patrí kulík riečny (*Charadrius dubius*). Zo svojich afrických zimovísk priľieta v marci a apríli. V prírode ho spoznáme najmä podľa charakteristického spôsobu chôdze pri hľadaní potravy. Má vodorovné držanie tela a pohybuje sa rýchlou cupitavou chôdzou s náhlymi zastaveniami. Jeho životným prostredím sú



■ ■ ■ Nenápadný kulík riečny je charakteristický svojím spôsobom chôdze.

■ ■ ■ Chriaštel vodný svojím hlasovým prejavom pripomína kvikot malého prasiatka.

■ ■ ■ Chriašťaľa bodkovaného môžeme vidieť len v niektorých oblastiach.

■ ■ ■ Lyska čierna má čierne sfarbenie, s ktorým výrazne kontrastuje biele čelo so zobákom.

■ ■ ■ Medzi naše najzaujímavejšie chriašteľa patrí chriaštel malý.



štrkovité a piesčité plochy, ktoré nie sú porastené takmer nijakou vegetáciou. Na nich samička znáša do plytkej preliačiny štyri vajíčka, chránené a dobre maskované vďaka ich sfarbeniu. Zároveň ich vie účinne chrániť pred predátormi tak, že pri ohrození kamufluje poraneného vtáka. Kríva, trepoce krídlami, čím upúta pozornosť predátora a odľáká ho do bezpečnej vzdialenosti.

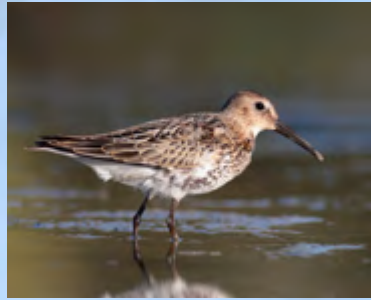
Kulík má aj zaujímavú techniku lovu. Okrem vizuálneho pátrania po pohyblivom sa hmyze koristiť často lokalizuje aj sluchom. A napríklad červy loví tak, že ich rýchlym podupávaním nôh vyženie z úkrytu.

## Hlučné cíbiky

Nemenej zaujímavý druh z čeľade kulíkovitých je aj cíbik chochlatý (*Vanellus vanellus*), ktorý sa vyskytuje takmer na celom našom území. Je sťahovavý a na naše územie prilieťa pomerne skoro, zvyčajne už vo februári a v marci. Pozorovať ho môžeme najmä na mokrých lúkach a poliach, kde nás upúta kontrastným čierno-bielym sfarbením a dlhým, úzkym chocholčekom na hlave. Ešte nápadnejšie sú jeho jarné akrobatické svadobné lety, keď samce za typického a prenikavého volania predvádzajú vo vzduchu divoké premety. Hniezdi už v marci, často v menších kolóniách. Jeho hniezdo je podobne ako pri iných bahniakoch na zemi v plytkej jamke, do ktorej samička znáša takmer vždy štyri vajíčka.

## Čajky, rybáre a čoríky

Medzi naše najznámejšie bahniaky patria čajky. U nás sa vyskytuje viacero druhov, z nich väčšina na našom území nehniezdi a objavujú sa len počas migrácie. Najrozšírenejším druhom je čajka smeživá (*Chroicocephalus ridibundus*). Obýva najmä väčšie vodné toky, jazerá alebo priehrady, ale nájdeme ju aj v mestách alebo na skládkach odpadu, ktoré sa nachádzajú v okolí vôd. Čajky sú spoločenské vtáky a najčastejšie



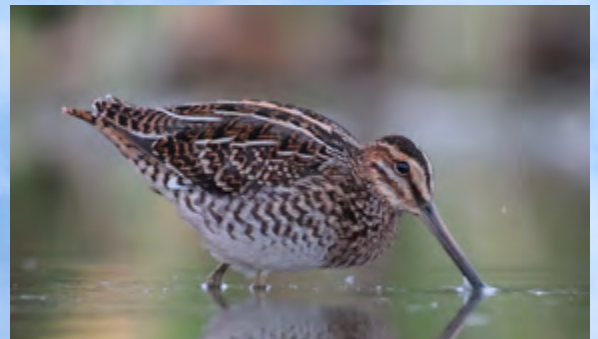
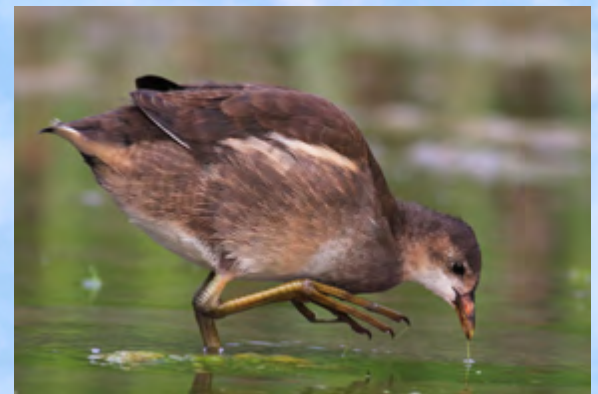
hniezdia v kolóniách na ostrovoch vodných plôch. Patria medzi naše najhlučnejšie vtáky. V kolóniách, najmä v čase hniezdenia, panuje čulý ruch sprevádzaný hlasným a prenikavým škriekaním často až niekoľkých stoviek jedincov, ktoré počuť aj na veľkú vzdialenosť.

Veľmi podobné čajkám sú rybáre, no iba na prvý pohľad. Na rozdiel od čajky má rybár štíhlejší a elegantnejší vzhľad. Má dlhšie a užšie krídla a vidlicovito vykrojený chvost. Tieto svoje danosti využíva predovšetkým na lov potravy. Živí sa drobnými rybkami, za ktorými sa strmhlavým letom vrhá pod vodnú hladinu. K najznámejším patrí rybár obyčajný (*Sterna hirundo*), ktorý je na našom území zriedkavý a hniezdi len v niektorých oblastiach, najmä na štrkovitých ostrovoch a brehoch riek.

Rybárom sa podobajú čoríky. Na rozdiel od nich však majú odlišný spôsob lovu a biotop výskytu. Za korisťou sa nepotápajú, ale zbierajú ju z hladiny vody. Žijú najmä v plytkých stojatých vodách, kde si na vodnej vegetácii stavajú svoje hniezda. Na našom území sa vyskytujú tri druhy čoríkov – čorík čierny (*Chlidonias niger*), čorík bahenný (*Ch. hybridus*) a čorík bielokrídly (*Ch. leucopterus*). Vzácné hniezdia najmä na východnom Slovensku.

## Migranti

Na našom území sa okrem už spomenutých druhov môžeme stretnúť aj s ďalšími druhmi bahniakov. Niektoré z nich sú vzácné a hniezdia u nás ojedinele, iné máme možnosť pozorovať len v čase migrácie. K takýmto druhom patria najmä šišila bocianovitá (*Himantopus himantopus*), šabliarka modronohá (*Recurvirostridae avosetta*), kamenár strakatý (*Arenaria interpres*), bojovník bahenný (*Calidris pugnax*), brehár obyčajný (*Limosa limosa*), brehár hrdzavý (*Limosa lapponica*), hvizdák malý (*Numenius phaeopus*), hvizdák veľký (*Numenius arquata*) a pobrežníky (*Calidris* sp.).



■ Kontrastné čierno-biele sfarbenie a dlhý chocholček je nezameniteľným poznávacím znakom cíbika chochlatého.

■ S pobrežníkmi sa v našej prírode stretneme len v čase migrácie.

■ Čorík bielokrídly sa v čase migrácie vyskytuje na viacerých miestach.

■ Dlhé prsty na nohách umožňujú bahniakom bezpečný pohyb v bahnitom prostredí.

■ Typickým znakom močiarnice mekotavej je dlhý a štíhly zobák.



Text a foto  
**Ing. LUBOR  
ČAČKO**

## KVANTOVÝ SVET

# Kvantové komunikačné siete

Doba globálnej komunikačnej siete sa začala nenápadne 29. októbra 1969, keď programátori Bill Duvall a Charley Kline na druhý pokus spustili z počítača na Stanforde príkaz *login* na počítači na Caltechu.

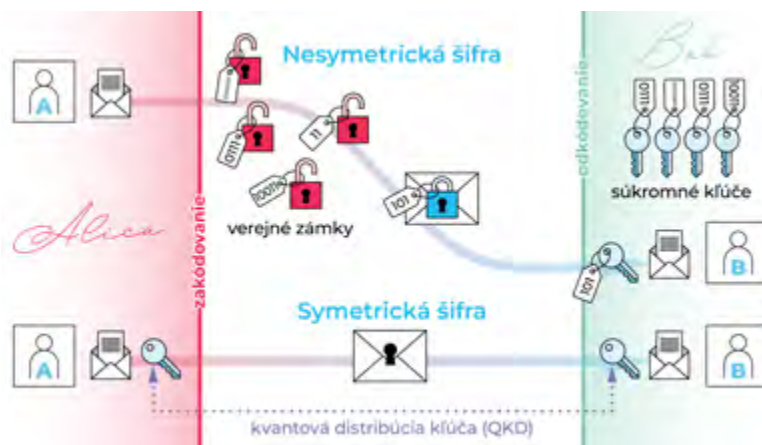
Symetrická  
a nesymetrická šifra  
– ilustrácia princípu

**B**ity informácie prenášané internetom kódujeme do elektromagnetických signálov. Na každý prenesený bit použijeme rádo do desiatky miliónov fotónov. A cestou ich ešte niekoľkokrát vymeníme. V dôsledku šumov v optických vláknach sa pôvodný signál postupne utlmuje. Zosilňovač alebo opakovač je zariadenie, ktoré signál opätovne obnoví. Z utlmeného signálu vytvorí jeho vylepšenú kópiu, ktorá pokračuje na svojej ceste k prijímateľovi. Výsledkom je prakticky fungujúci systém digitálnej komunikácie. My sa pozrieme na to, kde a ako v tomto systéme môžu pomôcť kvantové technológie.

## Večne nebezpečne?

Ruka v ruke s potrebou komunikácie vznikla aj potreba utajovania jej obsahu. História je plná zaujímavých príbehov týkajúcich sa vytvárania a odhaľovania systémov tajnej komunikácie. Pri digitálnej komunikácii sa posielajú nuly a jednotky prístupné pre každého, kto má k spojeniu prístup. Šifrovanie spočíva v utajení spôsobu prepísania konkrétnych správ do núl a jednotiek. Prijímateľ na rozšifrovanie zašifrovanej správy potrebuje šifrovací kľúč. Jeho bezpečné vytvorenie bez možnosti uhádnutia je svätým grálom kryptografie.

Súčasná bezpečnosť je založená na koncepte nesymetrických šifrier, v ktorých tzv. verejné šifrovacie kľúče slúžia na uzamknutie správ, ale neumožňujú ich odomknutie. Verejný kľúč vytvorí prijímateľ spoločne s tzv. súkromným kľúčom, ktorý sa nezverejňuje a slúži na odomknutie šifrovacieho *zámku*. Existencia teoreticky bezpečnej nesymetrickej šifry nie je dokázaná a nesymetrické kryptosystémy sú založené na viere, že z verejného kľúča a prijatej



zašifrovanej správy nie sme schopní efektívne vypočítať súkromný kľúč.

V súčasnosti používaná RSA šifra (skratka mien R. Rivest, A. Shamir, L. Adleman, ktorí v roku 1977 tento algoritmus vytvorili, pozn. red.) je založená na tom, že všetky algoritmy na rozklad čísla na súčin prvočísel (faktorizácia), ktoré poznáme, sú výpočtovo exponenciálne náročné. Na jej prelomenie by najlepším superpočítačom nestačil ani vek vesmíru. Výpočtová zložitosť je tak garanciou bezpečnosti. Všetko dobre funguje až do momentu, keď na trh vstúpi plne funkčný kvantový počítač, alebo kým niekto nevymyslí exponenciálne rýchlejší algoritmus na faktorizáciu. V oboch prípadoch nastane istá forma kolapsu spoločenského systému nielen vo virtuálnom svete internetu. Uniknú informácie, stratia sa identity, zmiznú financie... Čo s tým?

## Postkvantová bezpečnosť

Prirodzeným riešením je zmena šifrovacích systémov. Hrozba objavu nového algoritmu však bude neustále, kým niekto nevymyslí dokázateľne bezpečnú nesymetrickú šifru. Momentálne sme v stave, že máme efektívny kvantový algoritmus

(Shorov algoritmus) na RSA šifrovanie, ale nemáme zariadenie (kvantový počítač), ktorý by ho implementoval. Za ostatných tridsať rokov kvantové technológie dosiahli výrazný pokrok a je rozumná šanca, že kvantový počítač dostatočnej výpočtovej sily na prelomenie RSA šifrier sa môže objaviť v najbližších desaťročiach.

Táto hrozba motivovala vývoj tzv. postkvantových šifrier. Podobne ako pri RSA ich teoretická bezpečnosť nie je dokázaná, sú ale odolné proti algoritmom na faktorizáciu vrátane toho Shorovho. História sa však môže opakovať a efektívne algoritmy, či už klasické alebo kvantové, sa môžu objaviť. Kvantové technológie však ponúkajú aj lepšiu možnosť.

## Kvantová vrstva bezpečnosti

Existuje teoreticky bezpečný spôsob šifrovania – symetrická šifra, pri ktorej sa na uzamknutie a odomknutie správy používa ten istý šifrovací kľúč. Tento kľúč však môže byť použitý iba raz. Viacnásobné použitie dramaticky zvyšuje šance útočníka tento kľúč odhaliť. Ako však tento šifrovací kľúč medzi odosielateľom a prijímateľom bezpečne vytvoriť?



**MÁRIO ZIMAN**  
Fyzikálny ústav  
SAV, v. v. i.,  
v Bratislave



Technológie založené na kvantových bitoch nám ponúkajú kvantovo zabezpečené riešenie. Kvantové protokoly pre kvantovú distribúciu kľúča (QKD) dokážu posielaním kvantových bitov (typicky vo forme fotónov) vytvoriť medzi odosielateľom a prijímateľom úplne náhodné a úplne rovnaké reťazce núl a jednotiek, ktoré tvoria unikátny šifrovací kľúč. V momente, keď máme kľúče, nám nič nebráni použiť symetrický šifrovací kryptosystém, známy aj ako *one-time pad*, a naozaj bezpečne komunikovať. Čo na to potrebujeme?

Implementácia kvantových protokolov do praxe vyžaduje istý hardvérový zásah do existujúcej komunikačnej infraštruktúry, ale nie je potrebné budovať nové prepojenia. Existujúce optické vlákna sú dostatočné. V samotných uzloch však potrebujeme pridať kvantovú hardvérovú vrstvu, ktorá dokáže vygenerovať a spracovať signály na úrovni jednotlivých fotónov.

## Kvantovo (ne)bezpečný svet

Od roku 1984, kedy Charles Bennett a Gilles Brassard vymysleli prvý QKD protokol označovaný ako BB84, zaznamenal vývoj jednofotónových zdrojov a jednofotónových detektorov naozaj obrovský pokrok. QKD zariadenia si už môžete kúpiť, zapojiť a bez poznania princípov ich

fungovania začať používať. Využívanie QKD sa tiež vo veľkom testuje v praxi po celom svete.

Európa v tomto smere nie je výnimkou. Napriek tomu, že dlhodobo patrí medzi lídrov vo výskume v tejto oblasti, v aplikácii zaostáva. Vôbec prvá firma zameraná na QKD zariadenia vznikla pred viac ako 20 rokmi vo Švajčiarsku a v súčasnosti patrí Američanom. Čína už roky využíva kvantovo zabezpečenú sieť s veľkosťou tisícov kilometrov a každým dňom rastie. Satelity uspôsobené pre potreby sprostredkovania kvantovej komunikácie, pôvodne navrhnuté tímom nositeľa Nobelovej ceny A. Zeilingera z Rakúska, vypustila nakoniec Čína. A je to Čína, ktorá testuje využitie QKD pre armádne potreby komunikácie na frontovej línii.

## Útlm a vznik technológií

Útlm v optických vláknach sa týka aj kvantového signálu. Vytvorenie kľúča na vzdialenosti väčšie ako 150 km je na hranici praktickej použiteľnosti. Technologickým grálom je implementácia kvantových opakovačov (tzv. repeaterov) – zariadení, ktoré by nám umožnili túto vzdialenosť zväčšiť. Existuje teoretický model založený na kvantovej teleportácii a svetové laboratória sa snažia takýto kvantový opakovač vyrobiť.

Druhou možnosťou je zmeniť médium, ktorým sa kvantový signál prenáša. Žiaľ, lepšie optické vlákna nemáme. Vieme však, že vo výškach nad 50 km sa signál šíri takmer bez útlmu. A dostať ho tam cez nižšie vrstvy atmosféry s akceptovateľným útlmom nie je nemožné. Potrebujeme len pozemné stanice a satelity, ktoré budú signál medzi sebou presmerovávať.

Momentálne je komunikácia kvantovo zabezpečenou sieťou bezpečná do tej miery, do akej sú dôveryhodné uzly, v ktorých sú umiestnené zariadenia na generovanie šifrovacích kľúčov pomocou QKD. Ak chceme spojiť Bratislavu a Košice, potrebujeme viacero medzistaníc, ktoré vytvoria šifrovacie kľúče medzi sebou a následne z nich vygenerujú šifrovací kľúč medzi Bratislavou a Košicami. Hovoríme o šifrovanom prepojení s dôveryhodnými uzlami.

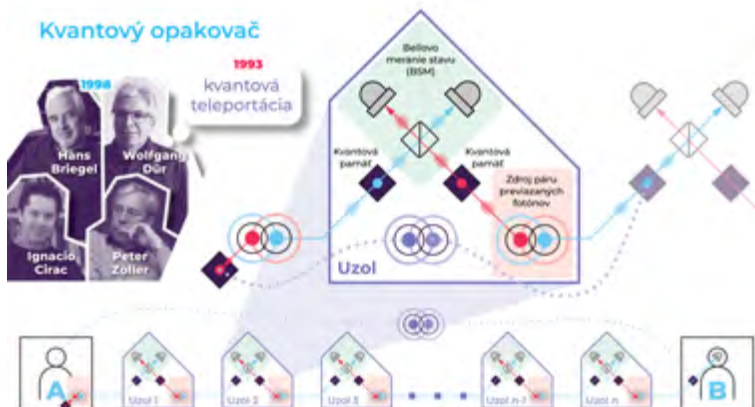
## Kvantovo zabezpečená Európa

V rámci projektu EuroQCI si dala Európa za cieľ vytvoriť do roku 2030 celoeurópsku experimentálnu kvantovú komunikačnú sieť. V prvej fáze, ktorá sa končí tento rok, sa budujú nosné linky v jednotlivých štátoch. V už začatej druhej fáze prichádza k prepojeniu jednotlivých štátov a vybudovaniu pozemných staníc pre QKD prepojeniu na satelity.

Na Slovensku nám aktivity EuroQCI umožnili vybudovať vlastnú expertízu v oblasti kvantových komunikačných technológií a viacero kvantových liniek. Koncom minulého roku bolo sprevádzkované BB84 spojenie Košice – Prešov, tento rok otvoríme kvantovú sieť na západnom Slovensku, ktorá je založená na pokročilejšej technológii BBM92 s vlastnými komponentmi. V rámci Bratislavy sa tiež plánuje sprevádzkovanie metropolitnej kvantovej siete spájajúcej štátne inštitúcie.

Slovenská kvantová komunikačná infraštruktúra a jej plánovaný rozvoj. Na západnom Slovensku vidno experimentálnu sieť so zdrojom previazaných fotónov pre BBM92 protokol a detekčný systém na FÚ SAV v Bratislave a ten istý systém umiestnený v kompaktnejšom prevedení na MTF STU v Trnave. Na východnom Slovensku je už spustené spojenie medzi PF UPJŠ v Košiciach a PU v Prešove založené na riešení, ktoré využíva kryptografický protokol BB84. Bodkované spojenia predstavujú spojenia bez optických vlákien pomocou kvantovej teleportácie, zdroje obrázkov FÚ SAV, v. v. i., v Bratislave a QUTE.sk.

Kvantový opakovač. Protokol umožňujúci preniesť kvantový signál na ľubovoľnú vzdialenosť. Princíp fungovania je založený na kvantovej teleportácii, zdroje obrázkov wikipédia.



Ilustrácie  
**DIANA CENCER GARAFOVÁ**  
QUTE.sk –  
Národné centrum  
pre kvantové  
technológie

# Reč vtákov

Ako ľudia vynašli hudbu? Nesprávna otázka: hudba nemusela byť *vynájdená*. Spievať nás veľmi pravdepodobne naučili vtáky a história hudobných nástrojov používaných človekom sa začala zrodením človeka. Prvým nástrojom bolo naše telo.



Foto  
istockphoto.com/  
hana-photo

**N**a úsvite umenia zaznel vtáčí spev. Domnienka Charlesa Darwina z diela *The Descent of Man* (1871), podľa ktorého zvuky vtákov predstavujú najbližšiu analógiu k jazyku a naši predkovia komunikovali spevom skôr, než vznikla artikulovaná reč, narážala dlho na protinázory a kritiku. Moderný výskum sa však čoraz viac prikláňa k Darwinovej intuícii.

## Piesne oblohy

Podľa súčasných teórií vznikla ľudská reč spojením spevu vtákov a informačne hutných odkazov iných zvierat. *Práve túto kombináciu hľadajme za vznikom ľudského jazyka*, uviedol lingvista Shigeru Miyagawa z MIT v roku 2013 v časopise *Frontiers in Psychology*. Ľudský jazyk obsahuje dve vrstvy: výrazovú, ktorá zahŕňa meniteľnú organizáciu viet, a lexikálnu, ktorá sa vzťahuje na jadro obsahu vety. Vtáčí spev sa podobá výrazovej vrstve, kým *tance* včiel alebo hlasové *správy* primátov sa podobajú lexikálnej vrstve. V určitom okamihu pred 50- až 80-tisíc rokmi mohli ľudia tieto dva typy vyjadrovania zlúčiť do jedinečnej formy jazyka.

Vtáčie spevy sú *holistické*: celá pieseň má jeden význam, napríklad o párení či teritóriu. Niektoré spevavce sa v slukách vracajú k častiam predošlých melódií, čo im dáva viac variácií; slávik môže spievať 100 až



200 rôznych melódií. Iné živočíchy takúto melodickú kapacitu nemajú. Na druhej strane, včely pohybmi *ukazujú* smer potravu a primáty krátkymi zvukmi napríklad varujú pred predátormi. Ľudia dokážu vyjadriť dôležité informácie ako včely alebo primáty, ale rovnako ako vtáky majú aj melodickú kapacitu a schopnosť rekombinovať časti jazyka, takže dokážu generovať zdanlivo nekonečný reťazec slov. Podľa vedcov mali ľudia najprv schopnosť spievať, ako predpokladal aj Ch. Darwin, a až potom začali do piesní integrovať špecifické lexikálne prvky.

## Zvuky hrdla

Aby sa pradávnu krajinou mohol ozývať spev sapientov, nestačilo len načúvať piesňam vtákov či výkrikom iných primátov. Ľudia ich museli vedieť aj fyzicky vytvoriť. Jednou zo základných anatomických podmienok je poloha hrtana. Novorodenci ho majú uložený vyššie, čo im umožňuje rýchlo strieďať dýchanie a pitie. Ako dieťa rastie, hrtan sa posúva nižšie a predlžuje sa cesta, ktorou putuje zvuk od hlasoviek k ústam. Dospelý človek tak dokáže tvoriť rozmanitejšie a farebnejšie zvuky než malé deti či väčšina zvierat. Schopnosť hovoriť

a spievať vznikla spojením osobitej stavby ľudského hlasového traktu a evolučných zmien v mozgu a nervovom systéme.

Jazyľka (*os hyoideum*) je malá kosť v tvare podkovy zavesená vo svaloch na prednej strane hrdla; je jediná v ľudskom tele, ktorá sa inej kosti nedotýka kĺbom. Podopiera koreň jazyka a slúži ako úpon pre svaly, ktoré pri prehltaní dvíhajú hrtan a pri rozprávaní a speve jemne nastavujú polohu jazyka a hrtana. Fosílné nálezy ukazujú, že jazyľky veľmi podobné tým našim mal už *Homo heidelbergensis* (Sima de los Huesos v Španielsku pred 430-tisíc rokov) a neskôr aj neandertálc (jaskyňa Kebara v Izraeli pred 60-tisíc rokov), čo naznačuje, že aj oni mali potenciál pre bohatú vokalizáciu.

## Hudba tela

Výskumy ukazujú, že novorodenci dokážu rozpoznať pravidelný pulz v hudbe už dva dni po narodení. Vnímanie rytmu je teda vrodená schopnosť, nie naučená zručnosť. Ľudský sluch je schopný detegovať veľmi krátke medzery ticha (2 až 3 milisekundy) v nepretržitom šume. Pre vnímanie rytmu nám stačia medzery v stovkách milisekúnd. Ľudia



najlepšie synchronizujú s rytmami v tempe približne 1,5 až 3 Hz (intervaly medzi údermi 330 až 670 ms), čo zodpovedá tempu bežnej chôdze.

Pozoruhodné je, že vnímanie rytmu aktivuje motorické oblasti mozgu aj vtedy, keď sa vôbec nepohybujeme. Štúdie pomocou MRI ukázali, že rytmické zvuky aktivujú špecifické spojenia hlboko v mozgu a mozgovej kôre, ktoré pomáhajú kontrolovať pohyby. Vysvetľuje to, prečo sú rytmus a pohyb nerozlučne spojené, prečo ľudia pri hudbe spontánne kývajú hlavou, dupú nohou alebo tancujú. Nutkanie pohybovať sa je najsilnejšie, keď hudba dosahuje rovnováhu medzi predvídateľnosťou a prekvapením. Príliš jednoduché rytmy nemajú dostatočné napätie, príliš zložité znemožňujú nájsť pulz.

## Hmmm

Podľa antropológov a archeológov mohla hudba vznikáť spoločne s prvými kamennými nástrojmi, keď zvuky vznikajúce pri opracovaní potraviny, napríklad pri drvení semien a koreňov, vytvárali prirodzený rytmus. Tieto zvuky boli pravdepodobne prvým nevedomým zdrojom rytmickej produkcie raných homínidov. Austrálsky evolučný muzikológ Joseph Jordania je autorom teórie *audiovizuálneho zastrešujúceho displeja*, podľa ktorej rytmický hlasitý spev a bubnovanie spolu s hrozivými pohybmi pomalovaných tiel (ako keď si gorilí samci *bubnujú* na hrudníku) tvorili systém na ochranu homínidov pred predátormi.

Najstaršie vokalizácie pravdepodobne nemali slovný obsah. Boli to emocionálne signály vyjadrujúce súčasne hudbu aj reč. Niektorí evoluční vedci označujú tento prajazyk termínom *musilanguage* – hudbo-reč (muzikológ Steven Brown z MIT), iní, ako britská jazykovedkyňa Alison Wrayová z Cardiffskej univerzity, ho nazývajú *holistický protojazyk*. Archeológ Steven Mithen z Univerzity v Readingu ho pomenoval *Hmmm*. Všetci sa však viac-menej zhodujú na jeho podstatných vlastnostiach: využívanie výšky tónu na vyjadrenie sémantického významu, tvorba fráz kombináciou lexikálno-tonálnych elementov a používanie expresívneho frázovania na emocionálny dôraz. V priebehu stoviek tisíc rokov sa z tohto spoločného predka vyvinuli dva odlišné komunikačné systémy: jazyk s referenčným významom



a hudba s emocionálnym a sociálnym významom.

## O čom sme spievali

Výskumy v jaskyniach s paleolitickými nástennými maľbami ako Lascaux, Chauvet a Altamira potvrdili, že miestnosti s najhustejšou koncentráciou malieb majú aj najlepšiu akustiku. Zdá sa, že pravekí umelci úmyselne vyberali priestory, kde ozveny, rezonancia a prenos zvuku vytvárali éterické sluchové efekty. *Obraz a zvuk* boli v umeleckej symbióze a jaskyne slúžili ako multisenzorické priestory, kde hudba a výjavy na stenách vytvárali kolektívne duchovné zážitky.

O čom mohli byť prvé piesne so sémantickými obsahmi, napovedajú štúdie komunít lovcov-zberačov, ktorých tradície siahajú desaťtisíce rokov do minulosti. U Mbuti Pygmejov z Konga tvoria jadro repertoáru lovecké piesne (o oštepoch, sieťach na lov, piesne zberu medu). U severoamerických Čiernonožcov sa mladý muž spevom snažil nalákať stádo bizónov do oblasti, kde sa mal uskutočniť lov. Pre Mbuti Pygmejov je les posvätný; živí ich a chráni. Jeden z najznámejších textov znie: *Les je dobrý; v lese je temnota, temnota je dobrá*. Jednou z najstarších tematických kategórií piesní sú aj uspávanky: dieťa nesené v noši malo pozornosť rodiča a rodič mal voľné ruky. Najstaršia známa zapísaná uspávanka pochádza zo sumerského Uru z obdobia okolo roku 2000 pred n. l. Text sa začína slovami: *Ah, ah, nech zosilnie mojim spevom, nech prekvitá mojim spevom* a pokračuje želaním,

aby dieťa zapustilo silné korene a rozprestieralo vetvy ako strom.

## Nekonečné možnosti

V časoch, keď sa piesne začali zapisovať, však už hudobníci používali celý rad ďalších nástrojov: rôzne perkusívne nástroje, ktoré sa vyvinuli z pracovných (kamene, palice, hrkálky atď.), kostené a neskôr drevené flauty (pozri *Quark* 1/2026) a strunové nástroje, najmä rôzne harfy, ktoré sa vyvinuli z brnkania na tetivu luku. Hudba sa stávala umením s množstvom žánrov a nekonečnými výrazovými možnosťami.

Nadalej však pôsobí rovnako. Niektorí hľadajú kolektívnu identitu v spoločnom pohybe v rytme diskotékoveho *tuc-tuc*; iných povznáša dômyselnosť klasického orchestra alebo obrazovo-zvukové divadlo moderných koncertov. A významný skladateľ 20. storočia Olivier Messiaen (1908 – 1992) chodil po francúzskom vidieku, prepisoval si do nôt piesne vtákov a zapracúval ich do svojej hudby. *Reč vtákov* neprestáva homínidov inšpirovať.



Foto  
istockphoto.com/  
cyano66

Detail repliky  
malieb z jaskyne  
Altamira, foto  
istockphoto.com/  
JESUSDEFUENSANTA

REDAKČNÝ  
ČLÁNOK

# Zem a my

## Budúcnosť je v našich rukách

Prejavy súčasnej klimatickej zmeny môžu byť diametrálne odlišné od záznamov, ktoré nám planéta poskytuje z minulosti. Môžu priniesť nepredvídané, náhle a nezvratné udalosti. Súčasná zmena je bezprecedentná, nelineárna a vykazuje znaky exponenciálneho rastu.



Foto  
istockphoto.com/  
wmaster890

Aktualizácia rámca  
planetárnych hraníc  
z roku 2025, schéma  
Azote for Stockholm  
Resilience Centre/  
Sakschewski,  
Caesar et al., 2025,  
CC BY-NC-ND 3.0

**Z**em nie je len naša. Nerobme si ilúzie, sme iba súčasťou rovnice života, mohutnej živej siete. Nepredstavujeme nič výnimočné. Podľa najnovších údajov tvorí ľudstvo iba približne 0,01 % celkovej biomasy Zeme.

### Pohodlie alebo budúcnosť?

Na životné prostredie a klimatický systém sa často pozeráme cez prizmu krátkodobých cieľov, ziskov a potrieb jednej generácie. Uprednostňujeme ekonomické záujmy pred zložitostou zachovania života na planéte.

Veľké technologické zrýchlenie druhej polovice 20. storočia prinieslo pokrok aj rast životnej úrovne, no zároveň zrýchlilo zásahy do prírody. Spalujeme fosílna palivá rýchlejšie než kedykoľvek predtým, zvyšujeme produkciu syntetických chemických látok a plastov, zasahujeme do biodiverzity pevniny aj oceánov.

Ako som zvykol hovoriť vo svojich prednáškach: *To, čo si planéta odkladala na sporiaci účet milióny rokov, sme minuli za 70 rokov. A planéta nemá povolené prečerpánie.* Luxus v podobe technologicky vyspelých áut a noviniek v oblasti informačných a komunikačných technológií si zabezpečujeme predovšetkým energiou z fosílnych zdrojov.

### Limity planéty

Zem má svoje prahové hodnoty – mechanizmy, ktoré pri prekročení spúšťajú obranné reakcie. Aktualizácia rámca planetárnych hraníc v rámci Planetary Health Check 2025 Postupimského inštitútu pre výskum vplyvu klímy ukazuje, že ľudstvo prekročilo už 7 z 9 kvantifikovaných planetárnych hraníc. Najvýraznejšie v oblasti využívania vody, biosférickej integrity, zmien krajinného

Zmena klímy je globálny fenomén, ktorý nepozná hranice. Zasahuje rozvinuté aj rozvojové krajiny a zvýrazňuje nerovnosti.

systému a biochemického znečistenia. Globálne environmentálne podmienky sa stávajú porušenými.

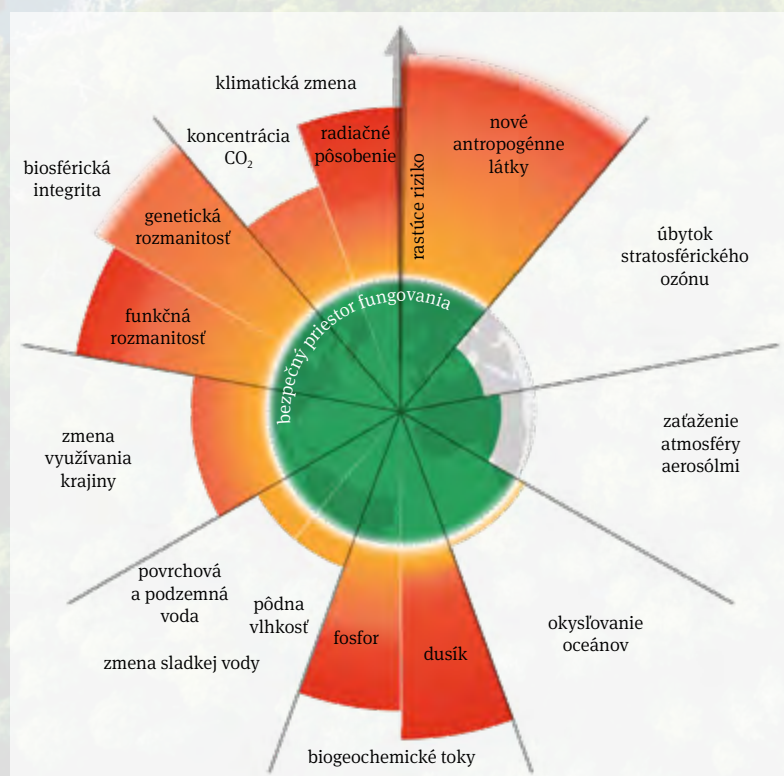
Slovensko patrí podľa parametrov OECD medzi krajiny s bezpečným prístupom ku kvalitným zásobám vody. Vďaka reliéfu, geomorfológii

a pestrosti krajiny dokážeme vodu prirodzene zadržiavať – v krasových horninách, tokoch aj pôde. Rýchla klimatická zmena však môže spôsobiť, že obyčajná voda sa stane najdrahšou komoditou. To, čo je dnes samozrejmé, za niekoľko rokov nemusí existovať.

### Éra človeka

Ľudstvo sa za mimoriadne krátky čas svojej existencie stalo hlavným činiteľom ovplyvňujúcim planétu. Uvedomil si to aj nositeľ Nobelovej ceny za výskum chemizmu ozónovej vrstvy Paul J. Crutzen, ktorý spolu s Eugenom F. Stoermerom v roku 2000 navrhol pojem *antropocén*. Označil ním éru, v ktorej sa človek stal hlavným geologickým činiteľom a priamym účastníkom procesov formujúcich Zem.

Antropocén predstavuje novú geologickú epochu, keď sa ľudské





# Poľudštenie dopravy

Vieme, že ľudia využívali zvieratá v doprave už pred tisíckami rokov ako *pohonné jednotky*. Zvieracie záprahy ťahali vozy alebo ľudia jazdili priamo na chrbtoch koní či tiav. Čo však robili vtedy, keď bolo potrebné niekam prepraviť zvieratá?



Foto  
istockphoto.com/  
Ekrem Sahin

**D**oprava zvierat nebola nikdy jednoduchá. Hoci zvieratá majú *vlastný pohon*, ich presúvanie na dlhšie vzdialenosti podľa toho, kde ich potrebuje človek, nie je to isté, ako prirodzené ťahy stád alebo krdlov. Od najstarších čias si to vyžadovalo špeciálne vedomosti a opatrenia. Je to tak aj v súčasnosti, keď je ohladuplná preprava zvierat čoraz sofistikovanejšia.

## Lietajúca stajňa

Na letných olympijských hrách 2024 v Paríži súťažilo v jazdeckých disciplínach niekoľko stoviek koní s jazdcami. Preprava zvierat z rôznych končín sveta do kampusu vo Versailles bola plánovaná mesiace vopred ako logistická operácia s prísnymi protokolmi. Veľké nákladné lietadlá (napríklad Boeing 747freighter) sa museli premeniť na špecializované letecké stajne, aby boli schopné naraz prepraviť desiatky koní spolu s tonami výstroja a krmiva.

Kone museli do Francúzska doraziť minimálne niekoľko dní pred začiatkom samotných súťaží, aby mali dosť času vyrovnať sa s letom, časovým posunom a zmenou klímy. Do jedného nákladného Boeingu 747F sa po úpravách vošlo približne 90 koní. V nákladovom priestore sa do radov uložili úzke boxy (so šírkou 112 cm) tak, aby sa vedľa seba vošli dva či tri kone. Týmto spôsobom sa

z paluby po celej dĺžke stala lietajúca stajňa. Kone mali miestenky – žrebe sa nakladali dopredu, aby nevideli kobyly a predišlo sa tak nepokojom a konfliktom počas letu.

## Podstielka, klíma, komfort

Boxy, nie nepodobné jednoduchým prívosom pre jednotlivé kone, ktoré vidáme na cestách, mali uchytenie na paletu a zaistovacie mechanizmy nákladnej paluby zabraňujúce veciam v pohybe počas manévrov lietadla. Gumová protišmyková podlaha s podstielkou (piliny, hobliny, slama) tlmila vibrácie a absorbovala moč zvierat. Bočné steny boli čalúnené alebo z hladkého plastu, aby pri kopnutí či náraze znížovali riziko úrazu. Všetky hrany a rohy boli zaoblené.

Profil letu bol prispôsobený: piloti sa snažili obmedziť prudké klopenia, vyhýbali sa zlému počasiu a udržiavali stabilnú hladinu letu. Paluba bola klimatizovaná a tlakovaná s teplotou vhodnou pre zvieratá. Keďže na palube bol len obmedzený počet miest pre chovateľov, národné federácie vybrali najskúsenejších, ktorí poznali konkrétne kone. Každý domáci chovateľ pripravil pre letový personál ešte individuálny balíček: inštrukcie pre koňa, výživové doplnky, ušné štuple, kŕmne preferencie a kontakty na veterinára. Letový personál každé dve

hodiny obchádzal palubu, dopĺňal vodu a krmivo a neustále monitoroval hydratáciu, správanie, dýchanie a celkový komfort koní.

## Mrazené ryby a transhumácia

Príklad s olympiádou nemožno brať ako typický, ilustruje však vývoj starostlivosti o zvieratá pri doprave na dlhé vzdialenosti. Napokon, keď boli počas *pandemickej* olympiády Tokio 2020, ktorá sa konala v roku 2021, rušené komerčné lety, výprava 51 športovcov z Fidži podľa agentúry AP prišla do Tokia v nákladnom lietadle; ich *spolucestujúcimi* boli tony mrazených rýb určených pre japonský trh. Detaily cesty, ktorá vošla medzi olympijské legendy, sa líšia zdroj od zdroja; ani jeden však nespomína balíčky či ošetrovací personál.

Zvieratá by samy od seba nestoivali medzi kontinentmi. Určite nie na športové zápomenia, a už vôbec nie na bitúnky. Práve to však od nich človek žiadal už od úsvitu dejín. Keď v roku 2019 archeológovia analyzovali zvyšky prasačích kostí na táboriskách staviteľov Stonehenge, zistili, že zvieratá pochádzali zo západného Walesu, severovýchodu Anglicka a dokonca zo Škótska, zo vzdialenosti 700 km. Sezónny presun stád medzi zimoviskami v nížinách a hornatých pastvinách – tzv. transhumácia – sa



Foto  
istockphoto.com/  
Gerard Koudenburg



Foto  
istockphoto.com/  
Miguel Perfectti





## Dobytok na cestách

Vynález 20. storočia – automobilizmus – priniesol ďalšie zlepšenie. Preprava kamiónom ponúka viac možností trasovania. Od 80. rokov 20. storočia sú dobytčiaci na železnici v Európe minulosťou. Moderné vozidlá pre zvieratá sa veľmi líšia od bežných nákladniakov. Povinné vetranie musí fungovať aj pri stojacom vozidle až štyri hodiny a teplota vo vozidle musí byť medzi 5 °C a 30 °C. Podlaha musí byť protišmyková s odvodnením. Priečky musia odolať hmotnosti zvierat pri brzdení a zatáčaní a paluba musí byť dostatočne vysoká – aspoň 20 cm nad chrbtom najvyššieho zvieratá. Pre cesty dlhšie ako osem hodín je povinná vodná nádrž a senzory na monitorovanie teploty a vlhkosti.

Podobné vylepšenia sa presadili v námornej doprave. Napríklad plavby medzi Austráliou a Blízkym východom trvajú dva až tri týždne a prechádzajú oblasťami s extrémnym teplom: austrálske štandardy preto stanovujú najprísnejšie požiadavky na ventilačné systémy na svete. Letecká preprava živých zvierat je najmladšia a objemom sotva môže konkurovať tradičnejším druhom dopravy. Napriek tomu rastie: v roku 2024 sa podľa Medzinárodnej asociácie leteckej dopravy IATA celosvetovo uskutočnilo takmer 200-tisíc zásielok živých zvierat letecky, čo bol nárast o 11 % v porovnaní s rokom 2019.

Nie všetky zvieratá na svete cestujú tak pohodlne ako koníky na olympiádu, situácia sa však radikálne zmenila od čias, keď majitelia ráтали straty zvierat čisto ako straty investícií, a honci robili, čo mohli – čo nebolo veľa. Hoci ľudia k sebe neprestávajú byť suroví a krutí, naše etické aspirácie odráža aspoň postupná humanizácia presúvania zvierat hore-dole či okolo sveta.

už od neolitu dial aj v celom Stredomorí a v Alpách.

## Po súši aj po vode

Trasy stád museli zohľadňovať dostupnosť pastvín a vody. V stredovekej Európe sa takto na trhy a jarmoky presúvali tisíce zvierat. Maďarský sivý dobytok putoval cez Dunaj na trhy západnej Európy, vo Švajčiarsku sa stáda hnali cez priesmyk Sy. Gotharda do Lombardie. Ešte v 18. storočí sa Veľkou Britániou preháňalo 80-tisíc kusov dobytku ročne a stáda hnané pastiermi na koňoch – kovbojmi – sa stali romantizovanou kulisou amerického Západu 19. storočia. Pravdou je, že transhumácia bola pomalá (bežne asi 2 až 3 km za hodinu) a dochádzalo pri nej k úhynu zvierat.

Rýchlejšia bola voda. V starovekom Egypte používali papyrusové rafty a plte s ohradami. Divé zvieratá pre hry v rímskych amfiteátroch sa z Afriky plavili na lodiach v drevených klietkach. V Baltskom mori pri Fínsku sa zvieratá medzi ostrovmi prepravovali na člnoch. Námornú dopravu však otvoril až novovek. Na svojej druhej výprave v roku 1493 priviezol Krištof Kolumbus na 17 lodiach na Hispaniolu andalúzske kone, dobytok, ovce, kozy a ošípané. Kone v popruhoch zdvíhali na palubu žeriavy, ktoré si vyžadovali úpravu lodí. Zvieratá začali do kolónií voziť masovo, úmrtnosť na mori však bola katastrofálna: často 50 % v dôsledku zlej výživy, preplnenosti plavidiel a rozbúreného mora.

## Železnica

Železničné vagóny sa na prepravu zvierat používali už od 30. rokov 19. storočia. Železničné spoločnosti

však dlho odmietali výrobu špeciálnych vagónov, pretože štandardné skriňové vagóny (*boxcars*) boli univerzálne. Až do roku 1860 sa zvieratá prevážali v *boxcars* upravených iba osadením železných mriežok na dvere pre ventiláciu. Utrpenie zvierat počas jazdy (smäd, hlad, zranenia) bolo považované za *nevyhnutné*.

Po roku 1860 sa začali presadzovať *dobytčiaci* – skrine s lamelovými bočnicami namiesto plných stien, čo zabezpečovalo prirodzenú ventiláciu. Kapacita bežného dobytčiaci s 11-metrovou dĺžkou bola 12 kusov hovädzieho dobytku. Keďže úmrtnosť počas cesty bola naďalej vysoká (6 až 9 %), neskôr boli vagóny vybavené kŕmnymi zásobníkmi a napájacími žlabmi a zvieratá mali priestor na ležanie na slame. V Anglicku sa konštruovali očalúnené vagóny špeciálne pre ťažné a pretekárske kone. Arms Palace Horse Car Company od roku 1885 vyrábala vagóny pripomínajúce osobné, rozdelené na dva sektory po osem stojísk. Koncom 19. storočia vznikli vagóny na prevoz živých rýb a *kurníky na kolesách* pre hydinu so sieťovinou bočnicou, klietkami s kŕmivom a vodou a uholnou pecou.



Foto  
istockphoto.com/  
Leila Melhado

Foto  
istockphoto.com/  
Adrian Wojcik

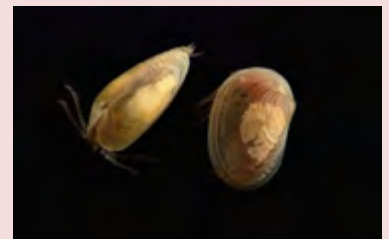
REDAKČNÝ  
ČLÁNOK

## VEDA V MÚZEU

# Neznáme kôrovce

## Zoológia v Prírodovednom múzeu SNM

Koľko tajomstiev a prekvapení ešte skrývajú zoológia a prírodné vedy, ktoré čakajú na objavenie? Nemusíme pritom cestovať do neprebádaných miest – len sa treba pozorne pozrieť na prírodu okolo nás, či už v záhrade, na lúke alebo pri lese. Stačí zvedavosť, fantázia a chuť objavovať, aby sme posúvali hranice poznania.



**K**aždý deň strávený v teréne je krásnym dňom a napriek fyzickej námahe aj vyčerpaniu je to balzam na dušu a pohladenie centrálnnej nervovej sústavy. Všetko, čo objavíme, zistíme či pochopíme, treba analyzovať, zapísať a uložiť tak, aby sme sa k tomu vedeli kedykoľvek vrátiť. Na tento účel slúžia pamäťové inštitúcie, v tomto prípade prírodovedné múzeá. Sú to archívy trojrozmerných prírodnín, s ktorými sú úzko späté bohaté informácie o pôvode, nálezových okolnostiach, čase, osobách, systematike a taxonómii a v súčasnosti už aj o chemicko-fyzikálnych vlastnostiach a geneticko-molekulárnych informáciách. Rozsiahle muzeálne zbierky sú bohatou studnicou vedomostí a z roka na rok pribúdajú možnosti využitia pre našu spoločnosť, a to v prospech budúcnosti nášho druhu aj celej planéty.

### Viac než milión

V našom múzeu sa nachádza rozsiahla zoológická zbierka, ktorá nateraz predstavuje viac ako 1,5 milióna

zbierkových exemplárov stavovcov a bezstavovcov, prevažne z územia strednej Európy, najmä zo Západných a Východných Karpát, Panónskej a Záhorskej nížiny.

Osobne sa venujem celý svoj profesionálny život skúmaniu obojživelníkov, plazov a rýb. Pravidelne

monitorujem všetky oblasti Slovenska, skúmam rozšírenie aj úbytok jednotlivých druhov, snažím sa analyzovať príčiny, prečo to tak je, a zároveň navrhujem riešenia, ako reagovať na negatívne javy v populáciách mnohých skúmaných druhov. Pri svojej práci, ktorá je z veľkej časti

## Niekoľko zaujímavostí o druhoch žijúcich na Slovensku

Na Slovensku žije žiabronôžka severská (*Branchinecta paludosa*) iba vo Furkotskom plese vo Vysokých Tatrách. Je glaciálnym reliktom a vyskytuje sa v polárnych oblastiach na severnej pologuli. U nás touto lokalitou dosahuje najjužnejší výskyt v Európe.

Najväčšou žiabronôžkou v Európe a aj na Slovensku je veľmi zriedkavá až 7 cm veľká *Branchinecta ferox*.

Na Slovensku v Rimavskej kotline sa veľmi vzácne vyskytuje endemická žiabronôžka slovenská (*Chirocephalus slovacicus*), v minulom storočí ju objavil a opísal Ján Brtek.

Štítovec letný (*Triops cancriformis*) dorastá vzácne na viac ako 10 a výnimočne až takmer 14 centimetrov.

Žiabronôžka *Chirocephalus chyzeri* bola pomenovaná v roku 1890 podľa významného lekára a prírodovedca z Bardejova Kornela Chyзера.

Zatiaľ sa na Slovensku nepodarilo opätovne potvrdiť výskyt z dávnejších čias žiabronôžky *Tanymastix stagnalis* a šklabovky *Eoleptesteria ticinensis*.

Naša najväčšia žiabronôžka *Branchinecta ferox*

Štítovec letný (*Triops cancriformis*) dorastá na veľkosť aj viac ako 10 centimetrov.

Šklabovka *Cyzicus variabilis*

Žiabronôžka slovenská (*Chirocephalus slovacicus*) je slovenský endemit z Rimavskej kotliny.

viazaná na mokrade a vodné toky či vodné prostredie ako také, som si po mnohých rokoch uvedomil, že o jednej skupine zvláštnych živočíchov žijúcich vo vode neviem takmer nič. Počas svojho života som sa len párkrát stretol s tými najznámejšími druhmi, a to bez toho, aby som o nich niečo vedel.

Na Slovensku žije 20 druhov veľkých lupeňonôžok z triedy Branchiopoda, z podkmeňa kôrovcov, ktoré vizuálne patria medzi veľké druhy dosahujúce od 0,5 až po takmer 14 cm (štítovky, žiabronôžky, šklabovky a hrachovky).

## Zanietení odborníci

Ako mohli za tie roky unikať mojej pozornosti? Ako je možné, že takmer nikto o nich a ich živote temer nič nevie a poznatky o ich bionómii a výskyte sú veľmi ojedinelé? Mój priateľ z Česka herpetológ MUDr. Vít Zavadil už dávnejšie prepadol čaru tejto živočíšnej skupiny a nedalo veľa námahy, aby vzbudil záujem aj u mňa.

V zbierkach máme veľkú kolekciu tejto skupiny, ktorú nám v minulosti zanechal Dr. Ján Brtek, ktorý bol svetovou kapacitou na túto skupinu kôrovcov. Ostalo po ňom aj množstvo odborných štúdií a článkov, z ktorých sme mohli vyčítať, ako sa k problematike postaví a ako dnes po mnohých rokoch zistíť, či vôbec a koľko lokalít a druhov ešte žije na území Slovenska.

Z Masarykovej univerzity v Brne sa pred pár rokmi vynorila študentka, no dnes už odborníčka Mgr. Alžbeta Devánová, Ph.D., ktorá spracovávala túto neľahkú skupinu na Slovensku ako svoju diplomovú a neskôr doktorandskú prácu.

Na východnom Slovensku pôsobí prof. Andrej Mock, ktorého tiež zaujala táto živočíšna skupina, a zrazu nás bolo viac. Záujem o to, ako to s touto skupinou krásnych a tajomných živočíchov na Slovensku v súčasnosti je, nás prinútil a ešte vždy núti preskúmať každú mláku v južných oblastiach krajiny, kde je sústredný výskyt takmer všetkých druhov. Výsledkom tejto snahy a nadšenia by mala byť publikácia vo forme atlasu, ktorý zhodnotí minulosť aj dnešný stav všetkých u nás žijúcich druhov.

## Prežijú iba najsilnejší?

Spôsob prežívania tejto starobylej skupiny kôrovcov má veľa zvláštností, ktoré sú z dlhodobého hľadiska

veľmi úspešné. Takmer všetky druhy žijú v periodických vodách, kde nehrozí množstvo predátorov, ako sú ryby, larvy vážok a iný dravý hmyz. Najčastejším predátorom sú brodivé vtáky, ktoré najmä v jarnom období vítajú výskyt mnohých druhov ako výdatnej potravy v rámci ľahu na hniezdiská, ale aj počas samotného hniezdzenia.

Všetky druhy lupeňonôžok rýchlo rastú aj dospievajú, aby sa stihli rozmnožiť skôr, ako voda vyschne a ony zákonite zahynú. No pre ďalšiu generáciu a aktiváciu vajíčok je vyschnutie nevyhnutné. Množstvo drobných zacystovaných vajíčok ostáva v zemi, je prenášané vetrom alebo vtákmi na veľké vzdialenosti. V zacystovanej forme a bez vody prežívajú vajíčka desiatky a možno aj stovky rokov. Pri vhodných podmienkach sa rýchlo liahnu a cyklus sa opakuje.

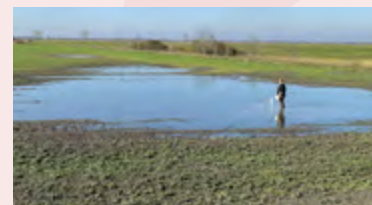
## V kalužiach a mlákach

Typickými biotopmi väčšiny druhov sú dažďové, niekedy povodňové mokrade, kaluže a mláky v nivách riek, na poliach, oráčine, na lúkach a pasienkoch, zaplavených priekopách, niekedy vo zvyškoch ramien, aj v ľudských stavbách, koľajach od áut, ale tiež v lesných jazierkach a v jednom prípade aj vo

vysokohorskom plese. Pre liahnutie a existenciu potrebuje každý druh svoje špecifické podmienky ako teplotu a kvalitu vody, čo často súvisí s ročným obdobím, dostatkom potravy a dostatočným objemom vody. Mnohé v minulosti najbohatšie lokality chradnú na veľkých odvodňovaných a zmeliorovaných plochách, kde sa ľudskými zásahmi neustále menia podmienky. Pestovanie monokultúr spojené s veľmi častými chemickými zásahmi spôsobuje, že z veľkých území sa výskyt všetkých druhov postupne vytráca.

Prefikovaná stratégia prežívania vo forme zacystovaných vajíčok, ktoré sa aktivujú len pri vhodných podmienkach, obstála stovky miliónov rokov, no ľudská činnosť ako hospodárenie s povrchovou vodou a najmä chemizácia prostredia systematicky ničia takmer nezničiteľné. Typickým príkladom je pestovanie repky olejnej na obrovských plochách, ktoré sa pravidelne chemicky ošetrujú. Na takýchto plochách, aj keď sa tam vytvoria vodné plochy, nežijú takmer nijaké vodné živočíchové, a to veľa rokov potom, ako sa plodina prestala pestovať.

No vďaka ich nezvyčajnej stratégii sa tieto druhy môžu objaviť aj po dlhšej dobe na nečakaných miestach, čo nás motivuje k neustálemu hľadaniu a výskumu rôznych oblastí. —



## Súťažná otázka

Ak nám do **30. apríla 2026** pošlete správnu odpoveď na otázku:

**Ako sa k nám dostala žiabronôžka severská (*Branchynecta paludosa*)?**

zaradíme vás do žrebovania o malú rodinnú vstupenku do Prírodovedného múzea SNM v Bratislave pre jedného dospelého a dve deti. Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: [odpovednik@quark.sk](mailto:odpovednik@quark.sk) alebo Quark, Lamačská cesta 8A, 811 04 Bratislava.



V site, nenahradiťelnom nástroji výskumu, často uviazne aj veľké množstvo žiabronôžok a štítovcov.



Typická lokalita mnohých jarných druhov pri Palárikove



Okoličná na Ostrove, zber kôrovcov v jarných mlákach



**Mgr. JÁN KAUTMAN**  
Prírodovedné múzeum SNM v Bratislave



## TECHNICKÉ STAVBY

# Prenosná príroda

Viete, kde sa nachádza pravdepodobne najväčšia banánová plantáž na európskej pôde? Nie je to slnečné pobrežie Stredozemného mora. V skutočnosti sa nachádza tak severne, ako sa len v rámci geografickej Európy dá ísť. Na Islande.



Foto  
istockphoto.com/  
samurai-oasis

**N**ajväčším producentom banánov v Európe je Španielsko, lenže to ich pestuje na Kanárskych ostrovoch, ktoré geograficky ležia v Afrike. Island nemá k dispozícii podobné destinácie. Má však skleníky využívajúce geotermálnu energiu.

## Záchrana rastlín

Banány začali na Islande pestovať v roku 1941. Využitím lacnej geotermálnej energie na vykurovanie a osvetlenie skleníkov bolo možné pestovať toto tropické ovocie aj uprostred severného Atlantiku. Clá vtedy zdražovali dovážané potraviny, vďaka čomu boli skleníkové banány na domácom trhu konkurencieschopné. Islandčania konzumovali banány z domácej produkcie až do konca 50. rokov 20. storočia, keď sa zrušili clá na ovocie a banány rovnako z trópov sa stali výhodnejšími.

Produkciu v dedine Reykir na južnom Islande riadi Islandská poľnohospodárska univerzita. Už nie je na predaj. Napokon, ročná úroda nepresahuje dve tony a priemerný Islandčan za rok skonzumuje asi 18 kg tohto ovocia. Hodnota produkcie stovky stromov v skleníku so stálou teplotou 20 až 25°, vlhkosťou 80 až 90 % a plochou asi 700 m<sup>2</sup> je v niečom inom. Islandské banány

zostali úplne izolované pred kontaktom s chorobami rastlín. Podľa Guðríður Helgadóttirovej, ktorá riadi výskumnú stanicu Reykir, plantáže vo svete natoľko ohrozujú choroby spôsobené hubami, že najbežnejšia odroda Cavendish by raz mohla celkom zmiznúť. *Izolácia islandských banánov môže byť v takom najhoršom scenári dôležitá. Ktovie, možno máme v rukách niečo veľmi cenné*, uviedla G. Helgadóttirová v roku 2018 v časopise *Iceland Magazine*.

## Efekty skleníka

Hoci v súvislosti s procesmi globálneho otepľovania vošli do všeobecného povedomia pojmy ako *skleníkový efekt* a *skleníkové plyny*, v vzájomnom skleníku je to jednoduchšie. Prenos tepla prebieha sálaním (radiáciou), vedením (kondukciou) a prúdením (konvekciou). Sálanie prenáša energiu zo Slnka na povrchy a medzi horúcimi a chladnými povrchmi vnútri skleníka. Vedením sa teplo šíri materiálom rámu, skla alebo pôdy. Teplý vzduch pri zohriatych povrchoch stúpa, chladnejší vzduch klesá. Vznikajú tzv. konvekčné bunky, ktoré roznášajú teplo po objeme skleníka. Vetracie otvory a ventilátory menia tieto prúdy a rozhodujú o tom, ako rovnomerne sa teplota rozloží.

Skleník prepúšťa krátkovlnné slnečné žiarenie dovnútra, ale

obmedzuje únik tepla vo forme dlhovlnného infračerveného žiarenia a výmeny vzduchu. Povrchy vo vnútri (pôda, rastliny, konštrukcia) pohlcujú svetlo a premieňajú ho na teplo, takže sa ich teplota zvýši. Teplejšie povrchy potom vyžarujú infračervené žiarenie, ktoré sa čiastočne odráža späť. Vo vonkajšom prostredí prúdenie odvádza vzduch zohriaty radiáciou z povrchu zeme a prostredie nad povrchom sa ochladza. V skleníku je však prúdenie vzduchu mechanicky obmedzené a teplo sa kumuluje. Vnútorňý vzduch je tak teplejší a stabilnejší.

## Sadra, sluda, papier

Jednoduchý, ale účinný efekt skleníka ako prví využili záhradníci rímskeho cisára Tiberia okolo roku 30. Podľa starovekého historika Plínia Staršieho mal cisár veľkú záľubu v uhorkách, tie však v Ríme počas zimy nerástli. Cisárski záhradníci sa vynasli: pestovali uhorky vo vozíčkoch, ktoré cez deň vystavovali slnku a na noc ich zaťahovali do vyhriateho interiéru. Vozíky boli pokryté tabuľkami z *lapis specularis* – selenitu (priehľadná forma sadrovca) alebo zo sludy. Materiály prepúšťali slnečné svetlo a zároveň čiastočne zadržovali teplo. *Špekuláriá* boli v porovnaní s neskoršími skleníkami jednoduché, predstavovali však prvý vedomý

Skleníky na Islande často využívajú na vykurovanie geotermálnu energiu, foto istockphoto.com/Sirbouman.



# Vedecký Humor

V apríli vám predstavujeme profil Tomáša Roška, ktorý prostredníctvom zaujímavých faktov a internetových mémov popularizuje vedu zábavnou formou.

Foto  
istockphoto.com/  
gorodenkoff

## Ako vznikol projekt Vedecký Humor?

Vždy ma bavili dve veci – veda a humor. Jedného dňa som si povedal, že by stálo za to ich spojiť a popularizovať vedu pomocou humoru. V roku 2018 som založil projekt Science Is Fun, ktorý som rok budoval. Keď som si uvedomil, že na Slovensku ani v Česku nikto intenzívne nepopularizuje vedu prostredníctvom humoru, v roku 2019 som založil slovenský projekt Vedecký Humor.

## Prečo ste si ako jazyk popularizácie vybrali práve humor?

Rád sa smejem a zabávam ľudí, život beriem s nadhľadom. Smiech sa šíri prirodzene – ľudia si radi pozrú niečo vtipné a ešte radšej to pošlú ďalej. Možno práve preto sa humor šíri najrýchlejšie. Veda je často vnímaná ako ťažká a nudná, najmä pre zlú skúsenosť zo školy. Touto formou sa snažím ukázať, že opak môže byť pravdou.

## Ako chápete internetové mémy vo všeobecnosti?

Existuje množstvo odtieňov humoru – od temného cez sarkastický až po intelektuálny. Mémy vnímam predovšetkým ako vtip doplnený vizuálnou reakciou či emóciou. Neberiem ich osobne. Myslím si, že sú prínosom pre spoločnosť, no asi najmä pre mladšiu generáciu.

## Na svojom profile uvádzate, že príspevky často prekladáte z angličtiny. Podľa čoho vyberáte, ktoré vtipy alebo témy majú šancu fungovať aj v slovenskom prostredí?

Niekedy sa inšpirujem tým, čo funguje inde, no dnes už to nie je len



## Mém alebo meme?

Internetový mém (z angl. *meme*, podľa gréc. *mimēma* – napodobenina) je kultúrny prvok (napr. myšlienka, správanie alebo štýl), ktorý sa šíri prostredníctvom internetu, najmä sociálnych médií. Má podobu obrázkov, videí (napr. GIF) či iného virálneho obsahu a vyznačuje sa paródiou, intertextualitou, rýchlym šírením a neustálym vývojom. Pojem zaviedol Richard Dawkins v knihe *Sebecký gén* (1976) ako označenie jednotky kultúrneho prenosu analogickej ku génu v biológii.

pokus-omyl. Mám za sebou tisíce príspevkov, takže viem odhadnúť potenciál tém. Neustále som však iba jeden človek a na druhej strane sú tisíce sledujúcich – preto sa stáva, že príspevok, od ktorého veľa čakám, neuspeje, a z *výplňovky* je hit.

## Vnímate Vedecký Humor aj ako formu neformálneho vzdelávania?

Áno aj nie. Dlhodobou bol projekt zameraný najmä na humor, ktorý predpokladá určité poznanie témy a oslovuje ľudí, ktorí majú k vede blízko. Postupne som však začal pridávať vedecké fakty a novinky, takže dnes má projekt aj edukačný rozmer.

## Ktoré vedecké oblasti sú podľa vás na humor najvdčačnejšie?

Pravdepodobne fyzika, lebo je všade okolo nás, aj keď si to často neuvedomujeme. Myslím si však, že každá téma sa dá podať zaujímavou.

## Ktoré témy alebo druhy humoru patria medzi vaše najobľúbenejšie?

*Plochozemci* a slovné hračky (angl. *puns*).

## Čo vás na vašej fanúšikovskej komunite najviac prekvapilo alebo potešilo?

Prekvapilo ma, že je taká veľká. A to ma zároveň aj potešilo.

REDAKČNÝ  
CLÁNOK



## Tomáš Roško

je zakladateľ projektu Vedecký Humor, ktorý od roku 2019 popularizuje vedu prostredníctvom internetových mémov a zaujímavých faktov. Vyštudoval matematiku, no nie je vedec. Práve odstup a pohľad zvonka považuje za výhodu. Verí, že ak niečo pobaví jeho, má to šancu oslovit aj širšie publikum.

## Vedecký Humor v číslach

149 000+

sledujúcich na Instagrame

3 300+

sledujúcich na Facebooku

# Biodiverzita stojí za pohľad

Koncom apríla prebieha každoročne v stovkách miest na celom svete podujatie City Nature Challenge, ktoré si kladie za cieľ upriamiť v tomto jarnom čase pozornosť obyvateľov miest na rozmanitosť prírody v ich okolí.

**P**rírodovedci, výletníci, žiaci s učiteľmi či rodiny s deťmi vyrážajú počas štyroch dní 24. až 27. apríla 2026 do ulíc, parkov, záhrad alebo prímestských lesov. Keď natrafia na zaujímavé druhy voľne žijúcich rastlín, húb či živočíchov (nie rastliny vysadené človekom alebo chované živočíchov, domáce mačky, psy a pod.), zaznamenajú fotografiu a lokalitu svojho pozorovania pomocou bezplatnej mobilnej aplikácie iNaturalist. Zapojiť sa je ľahké – pozorovania uskutočnené v určenom termíne na území konkrétneho mesta iNaturalist automaticky zaradí do projektu City Nature Challenge 2026 daného mesta.

## Aplikácie iNaturalist a Seek

Neprekáža, ak ľudia nespoznávajú všetko, čo vidia – skupinu či druh im pomôže z fotografie upresniť umelá inteligencia v aplikácii. Posledné slovo má komunita odborníkov, ktorí sa venujú konkrétnym taxonomickým skupinám. V čase od 28. apríla do 10. mája 2026 overia, či je pozorovanie určené správne a môže sa posunúť na výskumnú úroveň. Takéto overené pozorovania prechádzajú do medzinárodnej databázy biodiverzity GBIF, kde ich môžu použiť vedci z celého sveta. Celkové výsledky City Nature Challenge 2026 vyhlásia 13. mája.

Deti mladšie ako 13 rokov alebo začínajúci pozorovatelia, ktorí by prácu s platformou iNaturalist ešte nemuseli zvládnuť, môžu použiť aj aplikáciu Seek, ktorá tiež pomáha určovať druhy pomocou umelej inteligencie, ale nevyžaduje registráciu, nezverejňuje lokalitu a fotografie používateľa. Seek má prvky hry – používateľ môže hľadaním a určovaním rôznych skupín organizmov v prírode získavať odznaky.

## Na Slovensku aj Hlohovec

Hlavnými organizátormi City Nature Challenge sú Kalifornská akadémia vied a Prírodovedné múzeum Los Angeles, ku ktorým sa pridávajú lokálni koordinátori z každého mesta. Po Bratislave sa zo slovenských miest do City Nature Challenge tento rok vďaka občianskemu združeniu Čas pre rodinu zapája aj Hlohovec.

City Nature Challenge vznikla v roku 2016 ako priateľská súťaž medzi Los Angeles a San Franciscom. V priebehu dvoch rokov sa rozrástla do podoby medzinárodného podujatia. Počas pandémie kovidu-19 sa však zriekla prvku súťaživosti a kladie dôraz na spoluprácu, vzdelávanie, získavanie kvalitných dát pre vedu, rešpekt a budovanie vzťahu ľudí k prírode v ich okolí.



## Krajší život

Prírodu v meste ľudia často vnímajú len ako šum v pozadí a pritom nám poskytuje nedoceniteľné služby. Pacienti s výhľadom na prírodnú scenériu sa rýchlejšie liečia. Kontakt s prírodou vplýva pozitívne na imunitný systém aj duševné zdravie ľudí. Zeleň mierni horúčavy v lete, zachytáva vlhkosť, pohlcuje prach a tlmí hluk. Keď jej doprajeme priestor a čas, robí mestský život krajším a príjemnejším.

Platformy ako iNaturalist umožňujú lásku k mestskej prírode podložiť dátami, ktoré vo svete už bežne slúžia ako základ pre rozhodovanie samospráv a orgánov ochrany prírody pri správe území, pre monitoring invázií druhov, ale aj pri výskume trendov výskytu konkrétnych skupín organizmov.

Na platforme iNaturalist si môže ktokoľvek založiť projekt zameraný na vybrané územie či skupinu. Aj po uplynutí termínu City Nature Challenge uplatnia pozorovatelia svoju zručnosť s iNaturalist v rastúcom počte projektov, ako napríklad Slovenská Flóra, Lišajníky Slovenska, Vážky Slovenska, Opeľovače Slovenska alebo Živá Bratislava.



Text a foto  
**VEDECKÁ  
KNIŽNICA  
CVTI SR**



# Príbeh memristorov

## Keď elektronika dostane pamäť

Rozmýšľali ste niekedy nad tým, ako funguje elektronika? Počuli ste o fyzikálnych veličinách ako odpor, prúd a napätie? Viete, ktoré elektrotechnické súčiastky zaradíme medzi základné?

Memristor,  
foto wikipédia/  
U.S. Department  
of Energy, public  
domain

**A**k ste na poslednú otázku odpovedali *rezistor*, *cievka* a *kondenzátor*, nemýlite sa. No existuje ešte štvrtá elementárna súčiastka s názvom memristor. Výraz *memristor* pozostáva z dvoch anglických slov: *memory* a *resistor*. Memristor je súčiastka, ktorej odpor dokážeme zmeniť v závislosti od veľkosti prúdu alebo napätia, ktoré naň pôsobí, na rozdiel od klasického rezistora, ktorý má pevne danú hodnotu odporu. Je jedinečný v porovnaní s inými súčiastkami, pretože memristor si *pamätá*, na aký odporový stav bol nastavený aj po odpojení zo zdroja napätia. Vďaka tejto vlastnosti je nevolatilný, čo znamená, že nepotrebuje energiu na zachovanie informácií.

### Ako funguje memristor?

Memristor si môžeme predstaviť ako dvojkrídlovú bránu, ktorá mení priechodnosť podľa toho, koľko ľudí cez ňu prešlo. Množstvo ľudí reprezentuje veľkosť prúdu. Ak bránou prúdi dav jedným smerom, začne sa postupne otvárať a klesá odpor. Čím väčšie množstvo ľudí prechádza, tým viac sa brána otvorí. Ak prúd davu otočíme, brána sa začne zatvárať a odpor stúpa. Keď pohyb zastavíme, brána zostane presne v tejto polohe. Podobne, ak zmeníme smer prúdu v memristore – odpor začne narastať, a keď vypneme napájanie – memristor zostane v danom odporovom stave.

Zmena odporového stavu memristora je dôsledkom zmien jeho vnútornej štruktúry. Základná štruktúra

memristora pozostáva z dvoch elektród a tenkej dielektrickej vrstvy medzi nimi. Keď aplikujeme napätie, cez dielektrikum sa začnú pohybovať ióny alebo defekty (kyslíkové vakancie). Týmto spôsobom sa vytvára alebo zaniká vodivá cesta medzi elektródami, čo vedie k zmene odporu, a teda aj zmene vodivosti. Takáto zmena je možná vďaka malým rozmerom vrstiev memristorov, dielektrická vrstva memristorov je totiž hrubá iba niekoľko nanometrov.

### Filamentárne a analógové

Existujú dva základné mechanizmy, ktorými sa mení odpor memristora. Buď plynulo migrujú ióny alebo defekty od jednej elektródy k druhej cez celú plochu memristora, vtedy ide o analógové memristory, alebo medzi elektródami vznikajú filameny, ktoré si môžeme predstaviť ako vetvy vodivých ciest, a vtedy hovoríme o filamentárnych memristoroch. Spôsob migrácie iónov a defektov ovplyvní aj správanie samotného memristora.

V analógových memristoroch prebieha zmena odporu kontinuálne. Vo filamentárnych memristoroch prebehne zmena odporu náhle po dosiahnutí nejakého prahového napätia. Vďaka rozdielnym vlastnostiam budú mať analógové a filamentárne memristory rozdielne využitie.

### Mnohoraké využitie

Memristory nachádzajú uplatnenie najmä v oblastiach, kde je potrebné spájať pamäť a spracovanie

informácií do jedného prvku. V tradičných zariadeniach sú tieto jednotky oddelené, čo zvyšuje energetickú spotrebu a obmedzuje rýchlosť prenosu dát. Architektúry s memristormi tieto funkcie kombinujú, čím zvyšujú účinnosť systému a umožňujú rozsiahle paralelné spracovanie dát. Vďaka nanometrovým rozmerom memristorov sú tieto architektúry zároveň vhodné pre vysoko integrované mikroelektronické riešenia.

Filamentárne memristory nachádzajú uplatnenie najmä v pamäťových technológiách novej generácie (ReRAM), kde ponúkajú vysokú hustotu záznamov a rýchle prepínanie stavov. Vďaka ich binárnemu správaniu sú vhodné aj na realizáciu logických operácií, napríklad v rýchlych pamätiach pre počítače a mobility alebo v inteligentných senzoch, ktoré šetria energiu.

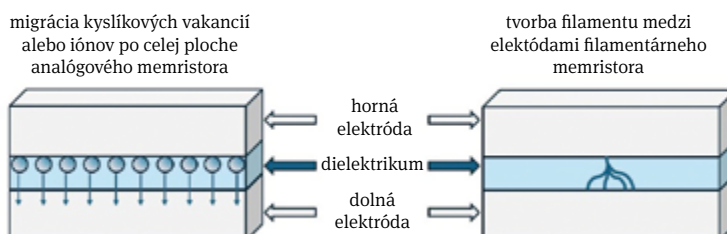
Analógové memristory sú zaujímavé pre neuromorfne výpočty, pretože sa môžu správať ako synapsie v mozgu. Ich plynulá zmena vodivosti umožňuje napodobňovať učenie a adaptáciu. Môžu sa používať v systémoch, kde sa pracuje s hladkými alebo postupnými hodnotami, napríklad pri rozpoznávaní obrazu, predpovedaní dát alebo riadení robotov.

### Aktuálny výskum

Memristory zatiaľ nepredstavujú hotovú technológiu. Ide o úplne nový spôsob ukladania a spracovania informácie, ktorý naďalej prechádza intenzívnym výskumom. Ich vlastnosti otvárajú dvere k novým architektúram elektronických systémov. Aj keď existujú technologické výzvy, ako je spoľahlivosť, variabilita či dlhodobá stabilita, memristory ponúkajú príležitosť na vývoj energeticky efektívnych pamätí, neuromorfnych systémov a inteligentných senzorov. Práve preto sú považované za perspektívnu súčiastku budúcnosti.



Text a schéma  
**Ing. NATALIA  
KAMILA CALVO**  
Elektrotechnický  
ústav SAV, v. v. i.,  
v Bratislave



# Elektrostatické kyvadlo

Kope vás všetko naokolo? Rámy dverí či elektrospotrebiče? Lepia sa vám vlasy na hrebeň pri česaní? Vstávajú vám vlasy dupkom? Ak to nie je od strachu, máme vinníka. Je ním elektrostatika. Jarné suché a ešte relatívne chladné počasie je na pokusy s ňou ako stvorené. Rozhýbeme sa pomocou náboja.

**E**lektrostatické pokusy dobre fungujú za suchého a bezveterného počasia vo vyvetranej miestnosti. Videonávod tohto experimentu, ako aj všetkých predchádzajúcich, nájdete na stránke [video.matfyzjein.sk/experimenty](https://video.matfyzjein.sk/experimenty).

## Pomôcky

Alobal, nitka, balón, nožnice, dve plechovky, polystyrén, merino (jemná vlna)

## Postup

Z polystyrénu vytvoríme guľôčku a tú obalíme alobalom. Vytvoríme tak akúsi alobalovú guľôčku. Guľôčka je ľahká a na povrchu vďaka alobalu vodivá, takže bude dobre prenášať náboj. Balón nabitý trením o merino (prípadne iný materiál) bude guľôčku priťahovať.

Guľôčku zavesíme na nitku a upevníme ju niekde tak, aby voľne visela nad povrchom. Potom uložíme obe plechovky asi jeden centimeter od guľôčky, každú na inú stranu. Jednu plechovku podložíme polystyrénom a druhú necháme položenú priamo na stole. Teraz by sme mali mať guľôčku zavesenú vo vzduchu medzi dvomi plechovkami. Mala by tam byť bez pohybu, aspoň pri prvom teste pokusu.

## Realizácia

Plechovku na polystyréne nabijeme pomocou balónu tak, že nabitý balón priložíme k plechovke, ktorej sa dotýkame druhou rukou. Ruku odtiahneme skôr ako balón. Ak sa nám na plechovku okrem guľôčky nalepila aj nitka, je dobré jej pomôcť a rukou ju odlepiť, pričom sa vyhýbame kontaktu s guľôčkou.

## Pozorovanie

Guľôčka začne poskakovať a kmitať medzi plechovkou na polystyréne



a plechovkou na stole. Vytvorí akési dočasné kyvadlo, ktoré funguje len niekoľko kmitov. Ak chceme pokus zopakovať, môžeme znova nabiť plechovku na polystyréne už opísaným spôsobom. Po viacerých opakovaniach však klesá počet kmitov. Plechovku, ktorá je na stole, uchopíme do ruky a uzemníme, zbavíme ju náboja. Takto môžeme pokus znova opakovat.

## Vysvetlenie

Keď trieme balón o vlnu, týmto mechanickým trením presúvame elektróny z vlny na balón. Priložením balónu k plechovke sa plechovka

na polystyréne nabije. Balón nie je vodivý materiál, tak ako je možné, že nabije plechovku? Práve preto prikladáme k plechovke našu druhú ruku. Balón je nabitý záporne, a teda všetky záporne nabité častice vo vodivej plechovke sa snažia od neho utiecť. Ak k plechovke priložíme ruku, časť nábojov prejde do nášho tela a plechovka zostane nabitá kladne. Preto musíme najskôr odtiahnuť ruku, až potom balón. Keby sme to spravili opačne, náboje sa stihnú vrátiť späť na plechovku.

Teraz však máme jednu plechovku nabitú kladne, guľôčku a nenabitú plechovku na druhej strane. Keďže povrch guľôčky je vodivý, časť záporných nábojov na jej povrchu sa presunie smerom ku kladne nabitej plechovke a guľôčka sa k nej pritiahne. Tam odovzdá časť svojich elektrónov plechovke a stane sa z nej kladne nabitá guľôčka, ktorá sa od kladne nabitej plechovky odtiahne. Naopak, pritiahne sa k plechovke na stole. Tá jej odovzdá časť svojich elektrónov, takže guľôčka opäť získa elektróny, ktoré následne odovzdá kladne nabitej plechovke. Takto sa to zopakuje niekoľkokrát, kým nie je náboj na plechovke taký slabý, že nedokáže pritiahnuť ani ľahkú guľôčku z polystyrénu.

## Bonus

Balón trieme o vlnený sveter a potom ho dáme na strop miestnosti. Balón tam prekvapivo zostane ako prilepený. Za ideálnych podmienok tam takto môže vydržať aj niekoľko hodín. Pohladajte ideálnu kombináciu balónu a materiálu, o ktorý ho budete trieť, aby vám na strope vydržal čo najdlhšie.



Text a foto  
**PaedDr. SOŇA  
 GAŽÁKOVÁ,  
 PhD.**  
 Fakulta  
 matematiky, fyziky  
 a informatiky  
 Univerzita  
 Komenského  
 v Bratislave



## Videonávod experimentu

Ak experiment vyskúšate, svoje realizácie môžete posilať na adresu [sona.gazakova@fmph.uniba.sk](mailto:sona.gazakova@fmph.uniba.sk).

# Ostrov mramoru

Thasos, najsevernejší grécky ostrov v Tráckom mori v severnej časti Egejského mora, má takmer kruhový tvar. Pobrežie s dĺžkou asi 100 km lemujú rozmanité pláže ostro kontrastujúce so smaragdovozeleným morom. Patrí medzi najzelenšie ostrovy Grécka. Jeho hornatý povrch pokrývajú borovicové lesy a háje olivovníkov.



Foto  
istockphoto.com/  
Kisa\_Markiza

**N**apriek tomu, že značnú časť ostrova budujú pararuly a iné metamorfované horniny, je pomenovanie ostrov mramoru prilihovité. Historické kameňolomy, v ktorých sa oddávna ťažil mramor, horské dedinky s ich kamennými obydliami a mramorové pláže sú stopami po mnohých generáciách. Niektoré z nich sa stali miestom príjemného stretnutia s thasoským mramorom.

## Trochu geológie

Thasos je napriek geografickej izolácii geologickou súčasťou Rilsko-rodopského masívu v Bulharsku a Grécku. Pôvodné paleozoické a mezozoické horniny boli niekoľkokrát prográdne metamorfované z nižšieho na vyšší stupeň, ako aj retrográdne (spätne) metamorfované. Koncom paleogénu (pred 25 miliónmi rokov) prebiehala metamorfóza pri teplote vyše 500 °C. V miocéne, asi pred 15 miliónmi rokov, mala premena nízkoteplotný charakter (asi 300 °C) a prejavila sa aj krehkou deformáciou hornín.

Vrstvy mramoru miestami hrubé viac ako 500 metrov sa na ostrove striedajú s inými metamorfity, ako sú svory, pararuly, migmatity, amfibolity a ortoruly. Alpínske tektonické procesy zlomového

charakteru sa podieľali na vzniku hrastí a priekopových prepadlín.

## O mramore

Každý kus tohto jedinečného kameňa nesie v sebe pečať meniacej sa histórie zemskej kôry. Jeho geologický príbeh je fascinujúcou, milióny rokov trvajúcou premenou, pri ktorej sa v hĺbkach zemskeho telesa morské vápence a dolomity vplyvom vysokej teploty a tlaku pretvorili na mramor.

Rekryštalizáciou vznikla nová hornina pripomínajúca kryštálový cukor, často so šmuhami alebo rôznofarebným žilkovaním. Hlavnými minerálmi sú kalcit alebo dolomit. Prímеси ako grafit, minerály železa

a skupín chloritu a serpentínu sa podieľajú na farebných odtieňoch od čiernej, sivej, hnedastej, zelenkastej, žltkastej až po červenú, ružovú a zlatistú.

## Iný ako ostatné

Hlavnou zložkou thasoského mramoru je dolomit (86 %). Obsah kalcitu je len 12 % a kremeňa 2 %. Vnútrotnú štruktúru horniny tvoria izometrické, mozaikovito až chaoticky usporiadané zrná rôznej veľkosti. Farebné variety majú podobne ako biely mramor vysokú tvrdosť, pevnosť a odolnosť proti vlhkosti, ale najmä výrazný odraz slnečného žiarenia, až 98 %.



Staroveký lom na  
polostrove Aliki, foto  
istockphoto.com/  
FilkovPhotography

Vynikajúca kvalita predurčila thasoský mramor, aby dominoval rozmanitým architektonickým aplikáciám a od dávnych čias si ho ľudia cenia pre jeho nádherný vzhľad a pokoj, ktorý okolo seba šíri.

## Pamäť antiky

Polostrov Aliki na juhovýchodnom pobreží Thasosu je ideálnym prepojením medzi krásou prírody a históriou. Práve tu sa v 7. storočí pred n. l. (podľa niektorých zdrojov v 6. storočí pred n. l.) začal ťažiť mramor, nakladal sa na lode a prepravoval do krajín pri Stredozemnom mori aj do vzdialených oblastí Ázie. Príčinou ukončenia ťažby koncom 7. storočia pravdepodobne bolo silné zemetrasenie.

Obrovské, akoby nasekané biele a bielosivé bloky mramoru lemujúce pobrežie polostrova sú čiastočne ponorené v mori. Predstavujú zatopenú časť starovekého kameňolomu. Zvyšky lomových sien, strážnych veží či stĺpy a sochy v rôznom stupni zachovania v okolí sú dôkazom dávnej ťažby. Prechádzka náčným chodníkom s ruinami dvoch starokresťanských bazilik je cestou časom, kde je každý krok nielen stretnutím s mramorom, ale aj ozvenou antických čias.

## Koruna Limenarie

Stretnutie s thasoským mramorom neďaleko letoviska Limenaria je priam magické. Dvanásť platní snehobieleho mramoru usporiadaných do kruhu podľa jednotlivých znamení pripomína korunu. Monolity obdĺžnikového tvaru majú výšku približne tri metre. Na každom z nich je vytesaný symbol určitého znamenia zverokruhu. Neďaleko sa nachádza, žiaľ, v dosť zanedbanom stave tabuľa s nákresem jednotlivých znamení a s vysvetľujúcim textom.

Monumentálne dielo vytvoril v roku 2005 architekt Johannes Mathiassen spolu s 30 študentmi a tromi pedagógmi waldorfskej školy v Stuttgarte, ako aj s miestnymi umelcami, napríklad Kostasom Louvoulosom.

## Strecha Thasosu

Najvyšší vrch Thasosu Ypsarion s výškou 1 206 m n. m. je akousi symbolickou strechou ostrova. Hrást, zdvihnutá kryha zemskej kôry, má viac-menej severozápadno-juhovýchodný smer. Dôkazom stupňovitých

pohybov pozdĺž zlomov sú na svahoch trojuholníkové facety.

Vrchol Ypsaria je z mramoru. Na naklonenej geologickej štruktúre so sklonom 7 až 40° tu vznikol pomerne zložitý kvestový georeliéf. Okrem mramoru je častou horninou pararula s typickou bridličnatosťou. Činnosťou mrazu počas pleistocénu na nej vznikli mrazové zrubu. Vrchy Dias Kefales (1 031 m n. m.) a Profitis Ilias (1 100 m n. m.), ktoré sú pokračovaním Ypsaria, tvoria mohutnú kulisu horskej obce Panagia.

## Prameň lásky

Panagia ponúka krásne a veľmi príjemné stretnutia s thasoským mramorom. Zástavba využíva náplavový kužeľ potoka, ktorý vznikol spojením viacerých krasových prameňov vyvierajúcich na zlomoch či puklinách a ich križovatkách. Genius loci tvoria úzke krivolaké uličky dláždené mramorom, biele domčeky s blankytno modrými okenicami, pramene, vodné kanály a kostol Panagias z roku 1832, ktorého časť vonkajších múrov dekoruje mramor. Priam symbolické je spojenie Prameňa lásky s otvorom v tvare srdca v jednom z veľkých platanov na Námestí troch prameňov. Z pramenných výverov v kamenných stenách sa vyzrážaním  $\text{CaCO}_3$  tvorí penovec. Krása snehobieleho mramoru sa osobitne vyníma na náhrobných kameňoch miestneho cintorína.

## Je všade

Theologos, historická horská obec, je jedna z najkrajších na ostrove. Nachádza sa vo vnútrozemí ostrova pod svahmi Ypsaria. Typické biele kamenné domy majú strechy zo šedočiernej pararuly lesknúcej sa od slúd muskovitu a biotitu.

Najväčšiu pozornosť však púta biely mramor. Je z neho napríklad socha Metaxasa Chatzigeorgisa, ktorý v roku 1821 viedol povstanie proti Turkom. Z bieleho mramorizovaného vápenca je chodník, ktorý vedie ku klenbovému mostu z roku 1917 nad zúženým mramorovým korytom potoka. Aj vodopády Kefalogourna koncentrujúce vody z vyšších častí pohoria, najmä z prameňa Agia Vasiliki, ktorý je na Thasose najbohatší, padajú cez stupeň z mramoru.

## Mramorové iskričky

Evreokastro je najsevernejší výbežok Thasosu neďaleko Limenasu,



hlavného mesta ostrova. Malú pláž tvoria drobné snehobiele ostré úlomky mramoru, ktoré doslova iskria na slnku. Pobrežné zrubu obklopené magickou aurou Egejského mora pripomínajú Sandberg či Slovinci na svahu Devínskej Kobyly. Vznikli morskou abráziou, rozrušovaním pobrežia príbojom, vlnením a pobrežnými prúdmi. Karnagio Beach Bar ponúka pohľad na skalnú stenu z rozpukaného mramoru sfarbeného od železa do bledohneda. Kostolík dvanástich apoštolov (Ekklisia Dodeka Apostoli), symbol Thasosu, a ruiny antického divadla na útese oproti sa stali posledným miestom stretnutia s thasoským mramorom.

Thasoský mramor už dlhé obdobia krásli mnohé staroveké chrámy. Akropola v Aténach je síce z mramoru pochádzajúceho z gréckeho mesta Pendeli, no vzácné dekoratívne prvky sú z thasoského mramoru. Ten je aj ozdobou Svätyne veľkých bohov na ostrove Samothraké, Artemidinho chrámu v Efeze a Apolónovho chrámu v Delfách. Mramor z ostrova Thasos zostáva špičkovou voľbou v architektúre a dizajne. Jeho žiarivo biela farba svieti v dubajských hoteloch aj v newyorských obchodoch. No to sú už iné stretnutia s týmto nádherným dekoračným kameňom.

■  
Vodopády Kefalogourna v obci Theologos, foto istockphoto.com/Roman Bjuty

■  
Evreokastro, najsevernejší výbežok Thasosu, foto istockphoto.com/porojnicu

RNDr. MÁRIA  
BIZUBOVÁ



VEDÁTOR

# Keď sa elektrón hrá na Trójana

V predchádzajúcich článkoch tohto miniseriálu sme spomenuli, kto je náš najbližší vesmírny sused a že vďaka súhre gravitácie a odstredivej sily existujú medzi planétami akési *parkovacie miesta* – Lagrangeove body.



Joseph-Louis Lagrange (1736 – 1813), foto wikipédia, public domain

**T**ieto neviditeľné gravitačné pasce však nie sú výsadou obrovských telies. Rovnaký princíp, aký používa Jupiter na uväznenie svojich asteroidov, využíva príroda aj v srdci samotnej hmoty.

## Atóm ako malá slnečná sústava?

Keď Niels Bohr pred viac ako storočím predstavil svoj model atómu, prirovnal ho k miniatúrnej slnečnej sústave, kde elektróny obiehajú okolo jadra ako planéty okolo Slnka. Neskôr sme zistili, že realita je omnoho komplikovanejšia – elektróny nie sú malé guľôčky, ale skôr rozmazané kvantové oblaky *elektrónovosti*. Existuje však stav, kedy sa tieto dva svety, makroskopický a mikroskopický, stretnú v prekvapivom súlade.

Hovoríme o Rydbergových atómoch. Sú to atómy, v ktorých bol jeden elektrón vybudovaný do takého vysokého energetického stavu, že obieha jadro v obrovskej vzdialenosti. V porovnaní s bežnými atómami sú tieto stavy gigantické a môžu byť až tisíckrát väčšie. Vzdialený elektrón sa začína správať takmer ako klasická častica a práve tu začína spojenie s Lagrangeovými bodmi.

## Ako vyrobiť atómové Lagrangeove body

Lagrangeove body vznikajú v sústave dvoch telies (napr. Slnko a planéta), ktoré okolo seba rotujú. Aby sme niečo podobné vytvorili vnútri atómu, potrebujeme elektrónu pripraviť podobné prostredie. Využíva sa na to kombinácia dvoch síl: elektrickej sily jadra (analogia s gravitáciou Slnka) a vonkajšieho mikrovlnného poľa, ktoré rotuje so zladenou frekvenciou. Ak sa na tento systém pozrieme z *rotujúcej sústavy* (teda akoby sme sa točili spolu s tým poľom), stane sa niečo fascinujúce.

Matematický opis potenciálnej energie elektrónu začne vyzeráť takmer identicky ako gravitačné pole sústavy Slnko – Jupiter a vnútri atómu sa zrazu objavujú tie isté Lagrangeove body, ktoré poznáme z vesmíru.

## Trójan uväznený v mikrosвете

Najzaujímavejšie sú opäť body L4 a L5. Pripomeňme si, že to sú tie, ktoré neležia na spojnici Slnka a planéty, ale nachádzajú sa na obežnej dráhe posunutú pred planétu a za ňu. Vo vesmíre v nich Jupiter drží svoje skupiny asteroidov, známe ako

Trójan. V atómovom svete sa podarilo niečo podobné vo forme trójskeho vlnového balíka. Ide o stav, keď sa elektrón v podobe lokalizovaného mraku pravdepodobnosti výskytu *zaparkuje* v Lagrangeovom bode.

Namiesto toho, aby sa rozplynul po celom obale atómu, zostáva uväznený v tejto stabilnej pasci. Trójsky elektrón tak obieha okolo jadra atómu podobne ako asteroidy okolo Slnka. Jeho pohyb však neurčuje obiehanie planéty, ale rotovanie vonkajšieho elektromagnetického poľa.

## Prečo na tom záleží?

Aj keď je existencia trójskych elektrónov fascinujúca sama osebe, pochovenie ich stability a schopnosť vytvoriť ich nám otvára dvere k novým technológiám. Rydbergove atómy sú dnes kľúčovými kandidátmi na stavbu kvantových počítačov a extrémne citlivých senzorov elektrických polí. V bežnom kvantovom počítači sú qubity veľmi náchylné na šum. Stačí drobná zmena teploty alebo magnetického poľa a informácia sa stratí.

Tu prichádzajú na scénu atómové Lagrangeove body. Trójsky vlnový balík sa na rozdiel od bežných kvantových stavov v čase nerozteká. Drží si svoj tvar a polohu, takmer ako klasická častica. Takto *zaparkovaný* elektrón je tiež oveľa odolnejší proti vonkajšiemu šumu. To znamená, že kvantová informácia, ktorú nesie, by mohla prežiť dlhšie.

Navyše nám to pripomína hlbokú krásu nášho sveta. Či už ide o Jupiter obiehajúci okolo Slnka, alebo o elektrón kmitajúci vnútri excitovaného atómu, v pozadí stoja tie isté princípy. Rovnice stability, ktoré popísal Joseph-Louis Lagrange v 18. storočí, tak platia rovnako pre milióny kilometrov prázdnoty ako pre zlomky nanometrov vnútri hmoty.

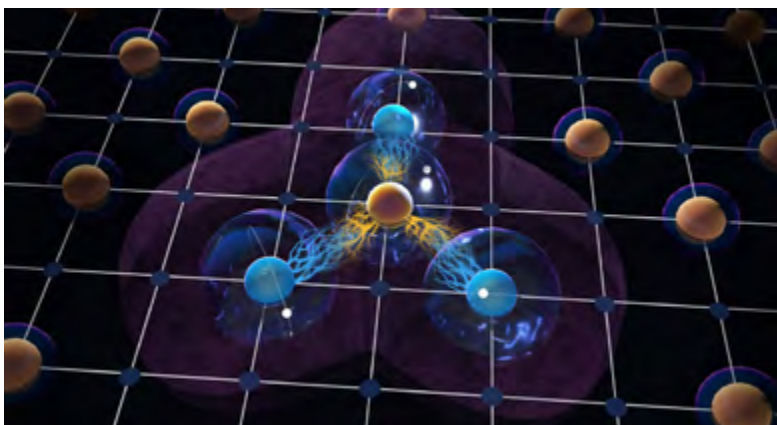
Rydbergove atómy v úlohe qubitov. Qubit v strede riadi stav susedných qubitov prostredníctvom silnej interakcie medzi Rydbergovými atómami, ilustrácia Celina Brandes, University of Stuttgart.

Foto Stanislav Griguš



## JURAJ TEKEL

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
Univerzita Komenského v Bratislave



# Fúzia je ľahšia, než si myslíte

Keď sa plyn stlačí, ohreje sa – možno to poznáte z dofukovania bicyklovej duše. Keď sa William Thompson, známejší pod menom lord Kelvin, zamyslel nad tým, odkiaľ berie Slnko energiu, objavil sa logický nápad: čo ak sa Slnko jednoducho stláča?

**P**ekný nápad, ale nesedel. Vieme zmerať, koľko energie k nám prichádza zo Slnka a aký musí mať výkon. Takto získaná energia by sa minula asi za 20 miliónoch rokov. Rýchlo sme však našli iné vysvetlenie. Dva protóny a dva neutróny vážia dokopy viac než hélium, a to podľa vzorca  $E = mc^2$  znamená, že sa pri vzniku hélia energia uvoľní.

## Slnko na Zemi

Pomerne rýchlo prišla aj otázka: Nevieme to zreprodukovat' na Zemi? Vieme. Treba na to veľký tlak a teplotu ako na Slnku. Protóny totiž majú rovnaký náboj a odpudzujú sa, takže ich musíte poriadne natlačiť do seba. Ruku k dielu priloží kvantové tunelovanie a *voilà*, získavate energiu spájaním vodíka.

Takéto podmienky možno dosiahnuť napríklad pri výbuchu bomby alebo lepšie, pod kontrolou v reaktore. Ak chcete dosiahnuť vysoké teploty aj tlaky a zároveň si nezničiť reaktor, musíte horúcu plazmu (všetko dostatočne horúce sa stáva plazmou – najprv sa látka vyparí, potom sa odtrhnú elektróny) izolovať, napríklad pomocou magnetických polí.

Ako palivo sa používajú izotopy vodíka: deutérium a trícium. Deutéria je v oceánoch na desiatky miliárd rokov dopredu. Trícium je zložitejšie, dá sa získať, no je to náročné. Ak však do fúzneho reaktora pridáte aj lítium, fúzna reakcia po prvej reakcii s trícium vyvolá druhú reakciu s lítium, z ktorej trícium vznikne, a tak ho môžete točiť dookola.

Ideálne funguje tento proces pri teplote približne 200 miliónov kelvinov a na zachytenie plazmy sú potrebné pomerne silné magnetické polia, ale dá sa to. Asi ste počuli ten vtíp: *Jadrová fúzia bude vždy o 30 rokov.*



## Problémom je cena

Jadrovú fúziu vieme dosiahnuť už teraz, napríklad britský reaktor JET vyrábala počas niekoľkých sekúnd fúznú energiu s výkonom niekoľkých megawattov. Vo Francúzsku budovaný ITER má podľa simulácií dosiahnuť na niekoľko minút výkon stoviek megawattov. Vyrábať fúznú energiu teda v skutočnosti nie je problém, vieme to už teraz. Problémom je cena.

Reaktor ITER stojí desiatky miliárd eur a bude prerušovane dosahovať síce enormný výkon, no menší než bežná (štiepna) jadrová elektrárňa. Znamená to, že sú fúzne elektrárne slepá cesta? Bolo lákadlo bezodpadovej jadrovej energie s bežne dostupným palivom falošné? Nie. Poďme konečne na fyziku.

## Ako udržať plazmu

Plazma držaná magnetickými poľami sa víri a správa sa podľa zložitých zákonov magnetohydrodynamiky. Víry urýchľujú prenášanie energie von z reaktora. To je dobré, keďže ju chceme postupne získavať a využívať. Ak sa to však deje príliš rýchlo, reakcia vychladne.

Dá sa spočítať, že samoudržateľnosť reakcie závisí od troch parametrov: veľkosti reaktora  $R$ , sily magnetického poľa  $B$  a faktora  $H$ , ktorý charakterizuje *vírivosť* plazmy. Platí, že reakcia sa udrží, ak  $H^3 R^3 B^4 > c$ , teda kombinácia (umocnených) faktorov musí byť väčšia než istá konštanta. Ak

napríklad vytvoríme dvakrát silnejšie magnetické pole, reakcia sa bude udržiavať  $2^4$ , teda 16-krát lepšie. To je však problém, pretože už teraz sa používajú veľmi silné magnety. Ešte je priestor na zlepšenie, no veľmi nás to už nepustí.

Druhá možnosť je zväčšovať reaktory, teda zvyšovať ich polomer  $R$ . To sa dá a robíme to (ITER bude dvakrát väčší ako JET), no stojí to peniaze, preto začne byť vyrobená energia drahšia než z iných zdrojov.

## Hľadanie ideálneho reaktora

A tak je najlepšia možnosť navrhnuť taký dizajn magnetov a magnetických polí, aby sa plazma vírila čo najvhodnejšie a udržala energiu čo najdlhšie. Ako na to? Nevieme. O tom je veľká časť výskumu jadrovej fúzie. Istý príslub prináša umelá inteligencia. Má to však háčik – dobre funguje tam, kde máme veľa dát. Ideálne by sme potrebovali obrovský katalóg dizajnov magnetov, magnetických polí a plaziem, ktoré sa v nich udržiavajú pri 200 miliónoch stupňov. Ten však nemáme.

V každom prípade nás od ľahkej fúznej energie možno delí jeden dobrý nápad. Jeden dokonalý dizajn. Jeden znie ako rozumne malé číslo, no treba si pripomenúť, že ľudstvo zápasil dlhý čas aj s problémami, ktoré vyzerali zvládnuteľne. A niektoré zdanlivo jednoduché problémy sme nevyriešili dodnes.

Viac podobných článkov nájdete na [vedator.space](http://vedator.space). Vedátora môžete sledovať aj prostredníctvom bezplatnej mobilnej aplikácie.

Interiér reaktora JET, foto EUROfusion/UKAEA

Foto NASA/GFSC/SDO



Foto Pasha Borsai

## SAMUEL KOVÁČIK

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského v Bratislave

## MIKROELEKTRONIKA

# Tajomstvo čipu v telefóne

## Neuveriteľná cesta od piesku na pláži až po čip v laboratóriu

Mobilný telefón je jeden z najkomplexnejších objektov, aké kedy ľudstvo vytvorilo. Čip v telefóne obsahuje miliardy mikroskopických súčiastok a jeho základom je kremík, druhý najrozšírenejší prvok v zemskej kôre, ktorý nájdeme aj v úplne bežnom piesku na pláži.

**Z**emská kôra obsahuje približne 28 % kremíka, takže je ho relatívne dostatok. Lenže kremík z pláže má čistotu iba asi 33 %, čo na výrobu čipov naozaj nestačí. V mikroelektronike by to bola katastrofa, pretože potrebujeme čistotu rádovo 99,999 999 999 % (až deväť deviatok za desatinnou čiarkou).

### Najčistejší materiál na svete

Aby sme dosiahli požadovanú čistotu, prvým krokom je redukcia, teda zbavenie sa kyslíka. Surový kremík sa taví v obrovských peciach spolu s uhlíkom, ktorý z neho vytiahne kyslík. Vznikne tzv. metalurgický kremík s čistotou asi 98 %. Na výrobu fotovoltaických panelov by to stačilo, no pre čipy rozhodne nie.

Preto nasleduje ďalší krok. Chemické rafinérie menia kremík na plynný trichlórsilán, ktorý sa potom destiláciou očisťuje na úroveň *deviatich deviatok* percent. A to ešte nie je všetko. V poslednom kroku sa plyn znova premení na pevný kremík v špeciálnej peci, kde pomaly rastie monokryštál, teda jediný obrovský kryštál kremíka bez akýchkoľvek nečistôt alebo defektov v štruktúre. Výsledná tyč má priemer až 300 milimetrov a váži desiatky kilogramov. Tá sa následne nareže na tenké plátky – kremíkové dosky – hrubé ako niekoľko vlasov. Zaujímavé je, že jedna takáto kremíková doska v súčasnosti stojí niekoľko stoviek eur. Pritom je to iba základná surovina pre čip.

### Kreslenie svetlom

Ako sa však na kremíkovú dosku *nakreslia* miliardy mikroskopických

tranzistorov? Proces, ktorý sa používa, má názov fotolitografia. Ide v podstate o kreslenie svetlom. Princíp je podobný ako pri starých fotografiách: na svetlocitlivú vrstvu (v tomto prípade špeciálny lak nanosený na kremík) sa cez masku zasvieti a miesta, kam dopadne svetlo, sa zmenia.

Rozdiel je v tom, že zatiaľ čo pri fotografovaní sa pracuje s rozlíšením milimetrov, v tomto prípade hovoríme o rozmeroch, ktoré sú menšie ako vlnová dĺžka viditeľného svetla. Moderné čipy sa vyrábajú s procesmi 5 nanometrov alebo 3 nanometre. Nanometer je miliardtina metra – to je taká vzdialenosť, že keby sme vzali do ruky jedného urovň mincu a túto mincu by sme zväčšili tak, aby zakryla celé Slovensko od Bratislavy až po Košice, tak jeden nanometer na tej minci by mal veľkosť čerešne.

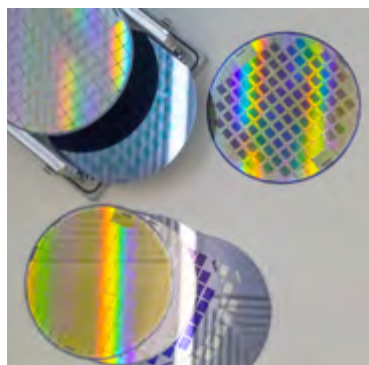
### Najpresnejší stroj

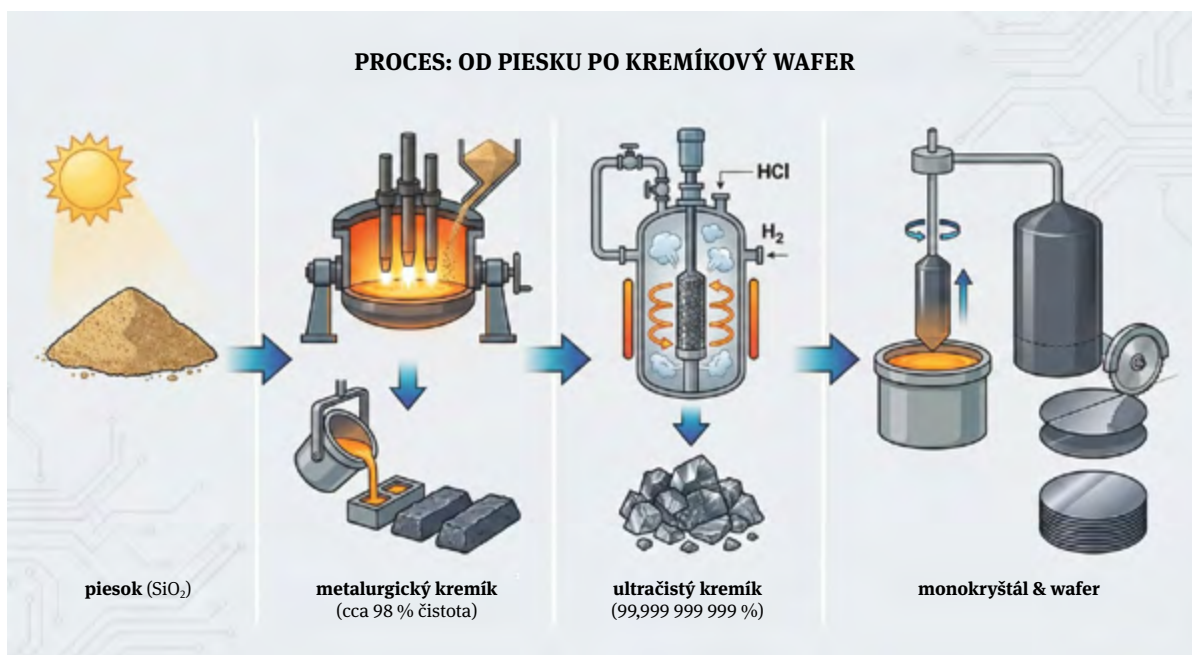
Problém je, že s bežným svetlom (vlnová dĺžka v rozsahu 400 až 700 nm) by sme také detaily nikdy nenakreslili, pretože svetlo sa nedá zaostriť na stotinu svojej vlnovej dĺžky. Preto sa dnes používa extrémne ultrafialové svetlo (*extreme ultraviolet*, EUV) s vlnovou dĺžkou len 13,5 nanometra. To je svetlo takej vysokej energie, že ho absorbuje

EUV litograf  
od holandskej firmy  
ASML

Narezaný kremík

Wafer, ktorý  
obsahuje vytvorené  
prvé vrstvy, potrebné  
pre výrobu čipov





Proces od piesku  
po čistý kremík

dokonca aj vzduch, takže celý proces musí prebiehať vo vysokom vákuu.

Jeden EUV litograf od holandskej firmy ASML váži 180 ton, stojí viac ako 150 miliónov eur a je taký zložitý, že ho dokáže vyrobiť jediná firma na svete. Využíva lasery, ktoré 50 000-krát za sekundu vystreľujú mikroskopické kvapky cínu, do ktorých naráža ešte silnejší laser a vytvorí plazmové svetlo. Celý stroj má viac ako stotisíc súčiastok a je presnejší než akékoľvek iné zariadenie, aké kedy ľudstvo postavilo. Presnosť je porovnateľná s tým, ako keby sme z Bratislavy trafili do terčika veľkosti mince na Mesiaci.

## Päťdesiat vrstiev technologického zázraku

Fotolitografia je len jeden z krokov. V skutočnosti sa celý proces opakuje 50- až 80-krát, pretože čip sa skladá z množstva vrstiev – ako mrakodrap s rôznymi poschodiami. Každá vrstva má inú funkciu: niektoré tvoria tranzistory (vlastne len mikroskopické spínače), iné sú izolačné, ďalšie kovové prepojenia medzi tranzistorami. Tranzistor je ako ventil na vodu: má prívod (emitor), odvod (kolektor) a kohútik (hradlo). Keď sa otočí kohútikom, voda začne tiecť. Tranzistor funguje podobne, len namiesto vody tečú elektróny a namiesto mechanického kohútika ho ovláda elektrické napätie. Keď je napätie na hradle, tranzistor prepúšťa prúd – to je logická jednotka. Keď nie je napätie, tranzistor je zavretý – logická nula. A to je základ všetkého: každý

obrázok, každé video, každá aplikácia v telefóne sú vlastne len nekonečný prúd jednotiek a núl.

## Ako sa tvorí tranzistor

Po nakreslení masky svetlom nasleduje séria chemických krokov. Najprv sa kremík pokryje tenkou vrstvou oxidu kremičitého – izolantu, ktorý bude fungovať ako podklad pre hradlo. Potom sa do kremíka *nastriehajú* cudzie atómy (bór alebo fosfor) pomocou urýchľovača iónov. Ten urýchli atómy na energiu desiatok tisíc elektrónvoltov a vstrelí ich do kremíka ako miniatúrne projektily. Tento proces sa volá iónová implantácia a vytvára oblasti s odlišnými elektrickými vlastnosťami. Nakoniec sa nanesú kovové vrstvy (zvyčajne meď alebo hliník), ktoré fungujú ako elektrické cesty prepájajúce miliardy tranzistorov.

Celý proces trvá tri až štyri mesiace a prebieha v čistých priestoroch, kde je ovzdušie tisíckrát čistejšie ako v operačnej sále. Aj jedno prachové zrnko veľkosti baktérie by malo katastrofálne následky, keby padlo na kremíkovú dosku. Preto pracovníci nosia skafandre a vzduch v uličkách nesmie obsahovať viac ako 353 prachových častíc na kubický meter (norma ISO 4). Vnútri samotných strojov je však čistota ešte desaťkrát väčšia.

## Čo znamenajú nanometre pri čipoch

Veľkosť tranzistora býva označená v nanometroch, hovoríme napríklad

o 5 nm procesore alebo 3 nm čipe. Dlho to tak aj platilo, no už to nie je pravda. Tie čísla sú v súčasnosti skôr marketingové označenie než skutočný fyzikálny rozmer. Napríklad v roku 2000 hodnota 130 nm pri procesore skutočne označovala šírku najmenšej čiary, ktorú dokázali vytvoriť (volali sme to kritický rozmer). Moderné tranzistory sú však komplikované 3D štruktúry, v ktorých majú rôzne časti rôzne rozmery. Hradlo v 5 nm procesore môže byť reálne široké 20 až 30 nanometrov. Tie čísla už vyjadrujú skôr výkonnostnú triedu: koľko tranzistorov sa zmestí na jednotku plochy a aké rýchle či úsporné sú.

Prečo sa teda naďalej používajú? Možno je to tradícia a možno aj preto, že veta: *druhá generácia nášho vylepšeného 3D FinFET procesora s kovovým hradlom a dielektrikom s vysokou permitivitou* nefunguje v reklame tak dobre ako *3 nm čip*.

## Od piesku k zázraku vo vrecku

Mobilný telefón, teda kúsok skla a kovu, je výsledkom desaťročí výskumu, miliárd eur investícií a procesu, ktorý je na hranici fyzikálneho možného. Čip vnútri obsahuje takmer 20 miliárd tranzistorov (v prípade najnovších Apple či Qualcomm čipov), z ktorých každý je menší ako vírus. Všetky sú prepojené stovkami metrov mikroskopických *drôtov*, ktoré vedú elektrické signály rýchlosťou svetla. A to celé vzniklo z toho istého piesku, ktorý ešte pred pár mesiacmi ležal niekde na pláži.

prof. Ing.  
MARTIN WEIS,  
DrSc.  
Fakulta  
elektrotechniky  
a informatiky STU  
v Bratislave

## ARCHEOLÓGIA

# Správy z nemeckého praveku



Na základe pribúdajúcich archeologických nálezov vedci usudzujú, že princípy písma majú oveľa staršie korene, než sa pôvodne myslelo. Mohli si už praludia prenášať informácie a zaznamenávať myšlienky a predstavy?

Figúrka mamuta  
spred približne  
40-tisíc rokov  
zhotovená  
z mamutoviny,  
ktorá sa našla  
v jaskyni Vogelherd.  
Na povrchu má  
viaceré sekvencie  
krížikov a bodov,  
kredit Universität  
Tübingen/Hildegard  
Jensen.

Figúrka adorant  
spred približne  
38-tisíc rokov.  
Na tejto doštičke  
z mamutoviny  
sa nachádzajú  
antropomorfná  
figúra a viaceré  
sekvencie zárezov  
a bodiek. Poukazuje  
to na akýsi  
notačný systém,  
najnápadnejšie  
v riadkoch bodiek  
na zadnej strane  
doštičky, kredit  
Landesmuseum  
Württemberg/  
Henrik Zwietausch.

Tabuľka  
s protoklinovým  
písmom zo  
sumerského mesta  
Uruk (obdobie V,  
približne z rokov  
3500 až 3350  
pred n. l.). Ide o tzv.  
numero-ideografickú  
tabuľku s číselnými  
znakmi na ľavej  
strane a jedným  
ideogramom  
predstavujúcim  
nádobu s neznámym  
obsahom na pravej,  
kredit Staatliche  
Museen zu Berlin,  
Vorderasiatisches  
Museum/Olaf  
M. Tesmer.

Jednou z predností a konkurenčných výhod nášho druhu *Homo sapiens* (sapiienti) a zrejme aj príbuzných ľudských druhov, prinajmenšom neandertálcov, bol a je mimogenetický prenos informácií v rámci skupiny a z generácie na generáciu. Kľúčom sú, samozrejme, článkovaná reč a symbolické myslenie. Doba vzniku oboch týchto našich vymožeností je nejasná, no vedomosti a zručnosti si z generácie na generáciu dokážu v až prekvapujúcej miere prenášať mnohé zvieratá (aj vtáky) – jednoducho názornou ukážkou. Napríklad medvedica učí mláďatá rozpoznať, ktoré byliny a bobule z pestrej rastlinnej ríše okolo nich sú jedlé alebo liečivé a ktoré toxické. V prípade nás sapientov to vyvrcholilo po zrode civilizácie založenej na produkcii potravín v poslednej medziladovej dobe vynálezom písma v rozpätí rokov 4000 až 3000 pred n. l., najprv vo forme tzv. protoklinového písma, ktoré sa zachovalo na hlinených tabuľkách zo staroveku v sumerskej oblasti Blízkeho východu.

## Pribúdajúce otázky

Pribúdajú však nálezy oveľa starších archeologických artefaktov (spred niekoľko desaťtisíc rokov), na ktorých sú vyryté obrazce a znaky zjavne nielen dekoratívne či náhodné. Súvisia najmä s našimi sapientnými predkami, ktorí v tejto predcivilizačnej

éře boli ešte všetci spôsobom obživy lovcí-zberači. Ide o celé kosti a ich fragmenty, ale predovšetkým o kostené figúrky či doštičky zhotovené zväčša z mamutieho kla. Už samy osebe dokladujú rozvoj symbolického myslenia a znázorňovania okolitého sveta. Popri obrazcoch, ktoré sú jednoznačne vysvetliteľné, ich povrch pokrývajú abstraktné obrazce a sekvencie či zoskupenia zárezov a bodových vrypov.

Vedci si už dlho kladú otázku, ktoré z týchto ďalších obrazcov a vrypov sú naozaj abstraktné či náhodné a ktoré možno prenášajú mimoobrazové informácie. Tejto otázke sa teraz v rozsiahlej štúdii venovali lingvisti Christian Bentz zo Sárskej univerzity v Saarbrückene a archeologička Ewa Dutkiewiczová z Múzea prehistórie a najstaršej histórie v Berlíne (oboje Nemecko). Výsledky uverejnili v časopise *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*.

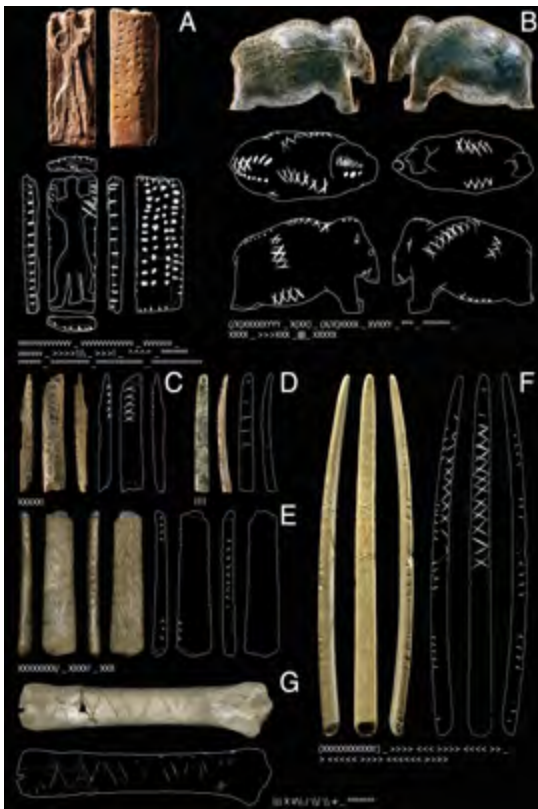


## Posolstvá na kostiach

Počítačovo analyzovali viac ako 3 000 obrazcov a znakov na 260 pravekých kostených artefaktoch zo spomenutej kategórie. Samotných výskumníkov prekvapilo, že mnohé sekvencie takých obrazcov, respektíve znakov sa vyznačujú rovnakou úrovňou zložitosti a informačnej hustoty ako najstaršie známe ukážky protoklinového písma zrodené o desaťtisíce rokov neskôr. Predmetné praveké artefakty pochádzali z doby pred 34- až 45-tisíc rokmi. Zväčša sú na nich vyryté opakované čiary, zárezy, bodky a krížiky. Mnohé z analyzovaných artefaktov sa našli v jaskyniach pohoria Švábska Jura na juhozápade Nemecka (spolková krajina Bádensko-Würtenbersko).

Azda najsuggestívnejšia je malá figúrka mamuta z jaskyne Vogelherd v tamojšom údolí Lone. Povrch tejto figúrky vyrezanej z mamutieho kla pokrývajú rady vyrytých krížikov





a bodiek. Prototypom artefaktu, na ktorom sú vyryté aj znaky, je zasa tzv. adorant, doštička z mamutoviny nájdená v jaskyni Geissenklösterle v údolí Ach, tiež vo Švábskej Jure. Zobrazuje fantazijný hybrid leva a človeka. Aj ju pokrývajú rady zárezov a bodiek. A zárezy rozložené v pravidelných odstupoch pozdĺž ramena vidno aj na ďalšom mýtickom zobrazení levočloveka z jaskyne Hohlenstein-Stadel, takisto v údolí Lone.

### Nebude to náhoda

Kľúčovým výsledkom novej analýzy je zistenie, že príslušné vrypky neboli náhodné – mali svoj účel. Praľudia pomocou nich zjavne prenášali informácie a zaznamenávali myšlienky a predstavy. *Náš výskum pomáha odkryť unikátne štatistické vlastnosti – tzv. štatistický podpis – týchto znakových systémov, ktoré sú skorým predchodcom písma, vysvetlil Ch. Bentz. Švábska Jura patrí*



*k oblastiam, kde sú najčastejšie objavy artefaktov tohto typu, no samozrejme sú aj ďalšie. Zámerne vytvorené znakové sekvencie sa nachádzajú na nespočetných nástrojoch a figúrkach z paleolitu, teda staršej kamennej doby, doplnila E. Dutkiewiczová. S kolegom ich analyzovali v múzeách a na archeologických lokalitách po celej Európe. Na týchto artefaktoch sa nachádza mnoho typov znakových sekvencií. Akoby náš výskum ešte iba kľzal po povrchu, konštatovala. V danej dobe sa v Európe prvý raz trvalo predpokladal väčší počet sapientov, ktorí sa v nej stretávali s neandertálcami.*

### Odišnosti...

Výskum nehladal konkrétny význam znakov. Ani sa dekodovať nedajú, možno len hypotetizovať, preto je cenný každý empiricky poznatok. Bádateľia sa zamerali na trendy vskytu, ďalšie merateľné zretele znakov a na rozpoznanie, čo majú predmetné znakové systémy spoločné s neskoršími a čím sa od nich líšia. *Naše analýzy preukázali, že tieto znakové sekvencie nezodpovedajú dnešným systémom písma, ktoré vychádzajú z hovorených jazykov a majú vysokú informačnú hustotu. Znaky na daných archeologických artefaktoch sa na rozdiel od hovoreného jazyka často opakujú. No pravekí lovci-zberači si vyvinuli systém symbolov s informačnou hustotou, ktorá je*

*štatisticky porovnateľná s najskoršími tabuľkami znakov protoklinového písma starovekej Mezopotámie mladšieho o 40-tisíc rokov. Sekvencie znakov sa v ňom tiež opakujú a s podobnou frekvenciou sa opakujú aj jednotlivé znaky. Čo sa týka zložitosti, tieto sekvencie znakov sú porovnateľné, povedal Ch. Bentz. Na figúrkach však majú vyššiu informačnú hustotu než na nástrojoch, dodala kolegyňa.*

### ... a podobnosti

Štatistická podobnosť protoklinového písma s paleolitickými sekvenciami znakov vedcov prekvapila. Čakali väčšiu podobnosť s dnešnými systémami písma, už pre pomernú blízkosť v čase. *To zrejme znamená, že od paleolitu po vznik prvého protoklinového písma sa v tomto ohľade u sapientov zmenilo málo. Potom sa pred približne 5 000 rokmi pomerne náhle objavil nový systém zodpovedajúci hovorenému jazyku. Preto mal úplne odlišné štatistické vlastnosti, priblížil Ch. Bentz. Hoci naďalej nevieme, čo presne sa naši paleolitickí predkovia usilovali zaznamenať takými sekvenciami znakov, štatistické vlastnosti tohto prenosu informácií ukazujú, že už sa nám blížili nielen anatomicky, ale aj poznávacími schopnosťami, zručnosťou a sociálnosťou. Predmetné artefakty sa zväčša vošli do dlane. Aj to majú spoločné s tabuľkami protoklinového písma, uzavrela E. Dutkiewiczová.*

*Prehľad artefaktov s geometrickými znakmi z aurignacienu (obdobie po príchode sapientov) v pohorí Švábska Jura, kredit Landesmuseum Württemberg/Hendrik Zwiethasch; Universität Tübingen/Juraj Lipták, Ewa Dutkiewicz*

*Príklady tabuliek s protoklinovým písmom zo sumerského mesta Uruk (obdobie V-III, približne z rokov 3500 až 3000 pred n. l.), kredit Staatliche Museen zu Berlin, Vorderasiatisches Museum/Olaf M. Tesmer.*

*Tabuľka s protoklinovým písmom zo sumerského mesta Uruk (obdobie IV, približne z rokov 3350 až 3200 pred n. l.). Aj tá je numero-ideografická, s číselnými znakmi na ľavej strane a rozmanitými ideogramami na pravej. Navyše ju delí horizontálna čiara, kredit Staatliche Museen zu Berlin, Vorderasiatisches Museum/Olaf M. Tesmer.*



ZDENĚK URBAN

# Opýtali sme sa jazykovedcov...

## ... na rozdeľovanie slov na konci riadka



Foto  
istockphoto.com/  
sergeichekman

**P**omocou slabikovania sa žiaci učia čítať, slabiky spájajú do slov a tie do viet. Rozdeľovanie slov na slabiky je neustále aktuálna téma, čomu nasvedčujú aj časté otázky do telefonickej jazykovej poradne. Používatelia sa zaujímajú o to, ako rozdeliť výrazy na konci riadka v texte, niektorí sa zasa pýtajú na slabiky v súvislosti so školskou praxou, kde sa táto otázka nezriedka ocitne v teste.

Delenie slov je praktický spôsob, ako v písanom texte vyriešiť situáciu, keď sa slovo nezmestí do riadka. V takomto prípade sa slovo rozdelí, pričom prvá časť ostane na konci riadka, druhá časť sa zaradí na začiatok ďalšieho riadka a rozdelenie sa naznačí rozdeľovacím znamienkom v podobe spojovníka (-) tesne za prvou časťou.

Rozdeľujú sa len viacslabičné slová. Jednoslabičné slová, napr. *stan*, *kľb*, *päť*, *jún*, ostávajú vcelku. Pri tomto na prvý pohľad jednoduchom úkone platí niekoľko pravidiel.

Ak sa striedajú spoluhlásky so samohláskami (či s dvojháskami,

prípadne so slabikotvornými spoluhláskami *l*, *l*, *r*, *ř*), hranicu tvoria samohlásky, napr. *ma-te-ma-ti-ka*, *ne-sie-me*, *vř-ba*. Ak sa ocitne viac spoluhlások za sebou, jedna bude v prvej slabike a ostatné v druhej, napr. *po-liev-ka*, *ves-lo*, *cit-rón*, *pol-ština*, *diop-tria*. V slovách cudzieho pôvodu môže byť vedľa seba napr. viac samohlások, ktoré budú patriť k rozličným slabikám, napr. *lý-ce-um*, *gym-ná-zi-um*, *ak-tu-ál-ny*. V cudzích výrazoch nedelíme samohláskové alebo spoluhláskové skupiny, ktorými sa označuje jedna samohláska alebo spoluhláska, napr. *Li-verpool* [liverpúl], *Bo-lo-gna* [boloňa], *Nagy* [nad]. Takto postupujeme aj pri samohláskových skupinách *au*, *eu*, *ai*, *io*, ak majú jednoslabičnú výslovnosť, napr. *flau-ta*, *leu-ké-mi-a*, *me-dai-la*, *Fio-dor*.

Pri rozdeľovaní slov na konci riadka nevyužívame vždy len slabičný princíp. Napr. sloveso *preskočiť* nerozdelíme na *pres-ko-čiť*, ako naznačuje predchádzajúce pravidlo o stretnutí viacerých spoluhlások. Na základe poznania slovenskej slovo tvorby vieme, že sloveso *preskočiť* sa utvorilo pomocou predpony *pre-* slovesa *skočiť* podobne ako *vyskočiť*, *doskočiť*, *zaskočiť*, *odskočiť* ap. Sloveso *preskočiť* preto prirodzene rozdelíme na hranici predpony a základu na *pre-skočiť*. Jednohláskové predpony neoddeľujeme, napr. *vpísať* rozdelíme *vpí-sať*. Rovnako ako pri predponách postupujeme aj pri slovo tvorných príponách, napr. *riadiť-ka*, *Francúz-sko*, *kvetinár-stvo*, ktoré sa môžu zhodovať so slabičným delením, ale v niektorých prípadoch sa líšia, napr. výraz *umývadlo* slabične delíme *umývad-lo*, ale možno oddeliť aj príponu *-dlo* – *umýva-dlo*, pričom obe možnosti sú v poriadku. Na konci riadka môžeme oddeliť aj gramatickú príponu, napr. *argument-mi*, *odpust-te*. Zložené slová zasa rozdeľujeme na rozhraní medzi časťami, napr. *šesť-uholník*, *Brati-slava*, *geo-metria*, *viac-hlasný* (tu nejde o zložku *ch*).

Pri práci s textom môže niekedy nastať situácia, keď je pôvod slova nezreteľný, používateľ nemusí vedieť, či sa v ňom nachádza nejaká predpona, nemusí registrovať príponu, v takejto chvíli neurobí chybu, ak uprednostní slabičné delenie, napr. *nás-tenka* (i *ná-stenka*), *fun-ckia* (i *funk-cia*), *mes-ťský* (i *mest-ský*), *zames-tnať* (i *zamest-nať*), *refor-mný* (i *reform-ný*).

Spomeňme aj zložené slová so spojovníkom, napr. *modro-zelený* vo význame *majúci modrú a zelenú farbu*, napr. *modré a zelené pásiky*. Ak sa na konci riadka ocitne prvá časť *modro-*, spojovníkom naznačíme rozdelenie na konci riadka, na začiatku ďalšieho riadka ho zopakujeme a tesne zaň napíšeme druhú časť *-zelený*. Keby sme spojovník nezopakovali, zložené prídavné meno *modro-zelený* by sme neodlíšili od prídavného mena *modrozelený*, ktoré má iný význam, označuje odtieň, nie kombináciu dvoch farieb.

Viac sa rozdeľovaniu slov venuje textová časť *Pravidiel slovenského pravopisu*. Medzi praktickými radami je aj vyjadrenie o prvej alebo poslednej jednohláskovej slabike. Túto na konci riadka neoddeľujeme, meno *Andrea* rozdelíme *An-drea*, nie *Andre-a*, nerozdelíme ani slovo *i-hrisko*, *i-dea* či *a-merický*. Keby sme však v školskom teste dostali za úlohu uviesť počet slabík prídavného mena *americký*, riešením by bolo číslo štyri: *a-me-ric-ký*.

Dnes už zvyčajne nepíšeme rukou alebo na písacom stroji, prostriedkom na tvorbu textov sú nám počítače. Delenie slov je viac typografická či programátorská otázka. Elektronické dokumenty môžeme prispôbiť svojim potrebám, nastaviť si automatické rozdeľovanie slov na konci riadka či slová nerozdeľovať vôbec. Záverečná kontrola textu s rozdelenými slovami sa však nezaobíde bez ľudského oka, keďže špeci-fické hláskové spojenia alebo niektoré zložené slová program nemusí správne identifikovať.

Príspevok vznikol  
v rámci grantového  
projektu VEGA  
2/0132/24.

**JUDITA  
PÁLENÍKOVÁ**  
Jazykovedný  
ústav Ľ. Štúra  
SAV, v. v. i.,  
v Bratislave

# Zvuky v hlave

Keď ľudia iba o niekoľko generácií starší ako my začuli hudbu, začali sa obzerať: kde sú muzikanti? Skúsenosť, že zvuk a jeho zdroj zvyčajne nie sú ďaleko od seba, patrila k našej základnej výbave. V súčasnosti to vyzerá, akoby sa väčšina z nás tejto výbavy rada zbavila.



riešiť komfort: penové náušníky, nastaviteľné hlavové mosty a plastové kryty odľahčili inak ťažké slúchadlá. V roku 1958 vytvoril džezový hudobník John Koss prvé stereo slúchadlá Koss SP-3. Reproduktery zabalené v mäkkej látke s rozdeľným hlavovým mostom inšpirovali zvukových inžinierov na celom svete, aby vstúpili na trh so slúchadlami. Slúchadlá sa stali spôsobom, ako čo najintímnejšie počúvať hudbu. Až do roku 1979 však boli rekvizitou patriacou do interiérov. Všetko sa zmenilo s príchodom Sony Walkmana – prenosného prehrávača s malými slúchadlami spojenými tenkou posuvnou kovovou páskou. Ľudia sa mohli pohybovať obklopení zvukmi podľa svojho vlastného výberu a svet sa začal meniť.

## Opatrnosť nezaškodí

Psychológovia opisujú slúchadlá ako nástroj na udržiavanie súkromného zvukového priestoru, v ktorom si človek sám riadi podnety a odrezáva hlučné či neprijemné časti reality. Pozitívne je, že tento pocit kontroly môže znižovať stres a subjektívne zlepšovať zvládanie každodenného chaosu. Na druhej strane však zároveň môže vytvárať závislosť: slúchadlá sa stávajú vonkajším regulátorom podobne ako cigareta či mobil. Môžu oslabovať schopnosť znášať ticho, vlastné myšlienky a sociálne interakcie. Niektoré každodenné maličkosti menia každodennosť v oveľa väčšej než len malej miere.



**P**renos zvuku najprv odrezal zvuky od zdrojov: v telefóne sme počúvali vzdialené osoby a pri počutí hudby sme sa prestali obzerať po orchestri. Slúchadlá nám umožnili zísť ešte ďalej: *zvuky v hlave* nás oddeľujú nielen od sveta okolo, ale aj od nášho vlastného vnútorného sveta.

## Plné uši, voľné ruky

Takto ďaleko však vo svojich úvahách naisto nezašli tí, čo na vývoji systémov na prenos zvukov *rovno do hlavy* pracovali. Napokon, slúchadlá nevznikli preto, aby sme sa v MHD namiesto chmúrnych úvah o hromadnej doprave oddávali hudbe, audioknihám či podcastom, ale ako pracovná pomôcka pre telefonistov. Prvé kusy z 80. rokov 19. storočia boli masívne prijímače, ktoré vážili niekoľko kilogramov a nosili sa na ramene či na hrudi. Telefónnym operátorom v ústredniach umožňovali počúvať a zároveň voľnými rukami prepájať hovory. Mali jednu veľkú cievku, železné jadro a membránu, ktorá vibrovala priamo podľa telefónneho prúdu.

Už v roku 1891 prišiel francúzsky inžinier Ernest Mercadier s dvojicou drobných prijímačov zasunutých priamo do ucha s gumovým návlakom proti treniu. Mercadierov *bi-téléphone* bol v princípe

veľmi podobný moderným in-ear slúchadlám. V tom čase už začínali aj prvé pokusy o komerčné využitie slúchadiel. V rokoch 1895 až 1926 ponúkala v Londýne služba Electrophone bohatším zákazníkom *priame prenosy* predstavení opier či bohoslužieb cez drôtovú sieť, ku ktorej bol pripojený domáci stojan s niekoľkými párnami masívnych slúchadiel na tyči.

## Z kuchyne na džoging

V roku 1910 americký vynálezca Nathaniel Baldwin (1878 – 1961) vytvoril vo svojej kuchyni prvé moderné slúchadlá: vnútri bakelitových puzdiel uchytených na kovovom hlavovom moste bol tzv. vyvážený prijímač tvorený cievkou, permanentným magnetom a kovovou páčkou, ktorá vychylovala membránu. Toto riešenie je priamym predchodcom súčasných meničov v *štuploch* do uší. N. Baldwin poslal námorníctvu dva prototypy. Po prvých testoch požiadali o ďalšie, Baldwin ich však naďalej vyrábal v kuchyni, a tak zostalo iba pri objednávke 10 kusov. Svoj dizajn dokonca ani nepatentoval, takže sa veľmi rýchlo objavili kópie iných výrobcov a moderné slúchadlá s mostíkom sa rýchlo rozšírili.

Napriek tomu takmer až do konca druhej svetovej vojny slúchadlá dominovali v rádiovkej technike. Až po vojne začali výrobcovia cielene



Foto  
istockphoto.com/  
seamartini

Sony Walkman  
z roku 1979, foto  
wikipédia/Yoshikazu  
TAKADA, CC BY 2.0

Foto  
istockphoto.com/  
МИХАИЛ РУДЕНКО

REDAKČNÝ  
ČLÁNOK

# Aerobik pre mozgové bunky

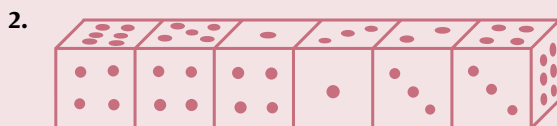
Prinášame ďalšie úlohy, ktorými si môžete trénovať svoje mozgové bunky. Správne odpovede nájdete na strane 54.

Foto  
istockphoto.com/  
Liudmila Chernetska



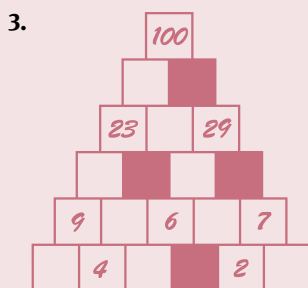
1. Janka a Danka dostali na narodeniny rovnaké množstvo peňazí. Janka si kúpila päť rovnakých čokolád a ostalo jej 15 eur. Danka si kúpila osem takých čokolád a nič jej neostalo. Koľko peňazí dostali dievčatá spolu na narodeniny?

Foto  
istockphoto.com/  
maurusasdf



2. Na obrázku je šesť hracích kociek. Všetky sú rovnaké, hoci nie sú štandardné. Aký je súčet bodiek na desiatich stenách, ktorými sa dotýkajú?

Foto  
istockphoto.com/  
gemenacom



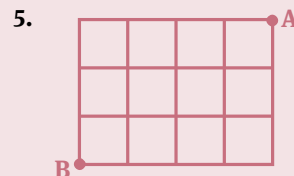
3. Na obrázku je sčítacia pyramída. Aký je súčet čísel, ktoré patria do vyfarbených štvorcov?



Text a ilustrácie  
**JAROSLAV BARIČÁK**  
Gymnázium  
Jozefa Miloslava  
Hurbana v Čadci



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



5. Koľko najkratších ciest po vyznačených čiarach existuje, ak ideme z bodu A do bodu B a následne naspäť z bodu B do bodu A?



6. Koľkými spôsobmi sa dá rozmeniť 67 eur na dvojeurovky a päteurovky?

7. Zlomok sa dá čarovne skrútiť, ak spĺňa tieto pravidlá:  
– čitateľ aj menovateľ sú dvojčiferné kladné čísla,  
– čitateľ a menovateľ sú rôzne čísla  
– obe cifry v čitateli aj v menovateli sú rôzne,  
– jednotky v čitateli a desiatky v menovateli sú vyjadrené rovnakou cifrou, ktorú keď škrtneme, hodnota zlomku sa nezmení.

Napríklad zlomok  $\frac{49}{98}$  sa dá čarovne skrútiť:

$$\frac{49}{98} = \frac{\cancel{4}9}{\cancel{9}8} = \frac{4}{8}$$

Existujú ďalšie tri zlomky, ktoré sa dajú čarovne skrútiť. Nájdete ich?



8. Ktorý symbol je dva symboly pod symbolom, ktorý je dva symboly napravo od symbolu, ktorý je medzi symbolom dva symboly naľavo od šípky vpravo a symbolom hneď napravo od šípky vľavo?

# 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. **Živica získavaná z rôznych stromov, ktorá mala veľký význam v stredoamerických kultúrach, sa nazýva**
  - a) opál
  - b) koral
  - c) kabal
  - d) kopál
2. **Teória opisujúca interakcie elektricky nabitých častíc a svetla má označenie**
  - a) teória relativity
  - b) dynamická meteorológia
  - c) kvantová elektrodynamika
  - d) kvantová chromodynamika
3. **V antropologickej expozícii Prírodovedného múzea SNM v Bratislave je vystavená kostra výnimočného šimpanza menom**
  - a) Togo
  - b) Kongo
  - c) Lesotho
  - d) Kamerun
4. **Zika a dengue patria podľa systematického zaradenia vírusov medzi**
  - a) norovírusy
  - b) flavivírusy
  - c) adenovírusy
  - d) parvovírusy
5. **Názov vírusu Zika je odvodený od ugandského**
  - a) lesa
  - b) jazera
  - c) pohoria
  - d) druhu komára
6. **Fyzikálna veličina vyjadrujúca energetický stav vody v rastline sa nazýva vodný**
  - a) status
  - b) stĺpec
  - c) príjem
  - d) potenciál
7. **Za Vtáka roka 2026 bol Slovenskou ornitologickou spoločnosťou/BirdLife Slovensko vyhlásený druh**
  - a) drop veľký
  - b) bocian biely
  - c) krakľa belasá
  - d) čajka čiernohlavá
8. **Na Slovensku bolo dodnes zaznamenaných**
  - a) 150 druhov vtákov
  - b) 240 druhov vtákov
  - c) 380 druhov vtákov
  - d) 530 druhov vtákov
9. **Veda určujúca vek hviezd podľa spomaľovania ich rotácie s pribúdajúcim vekom je**
  - a) chronometria
  - b) stelárna fyzika
  - c) astromechanika
  - d) gyrochronológia
10. **Pre močiaricu mekotavú je charakteristický mekotavý zvuk, ktorý vydáva pomocou**
  - a) plávacích blán
  - b) úzkeho zobáka
  - c) kormidlových pier
  - d) nadchvostovej žlázy
11. **Matematický proces rozloženia čísla alebo výrazu na súčin prvočísel či menších, jednoduchších častí má pomenovanie**
  - a) šifrovanie
  - b) faktorizácia
  - c) integrovanie
  - d) celočíselné delenie
12. **Sezónny presun stád medzi zimoviskami v nížinách a hornatých pastvinách sa nazýva**
  - a) transgresia
  - b) transpozícia
  - c) transliterácia
  - d) transhumácia
13. **Žiabronôžka severská žije na Slovensku iba vo Vysokých Tatrách**
  - a) v Zelenom plese
  - b) v Štrbskom plese
  - c) v Skalnatom plese
  - d) vo Furkotskom plese
14. **Súčiastku, ktorej odpor dokážeme zmeniť v závislosti od veľkosti prúdu alebo naň pôsobiaceho napätia poznáme pod pojmom**
  - a) rezistor
  - b) generátor
  - c) tranzistor
  - d) memristor
15. **Hlavnou zložkou thasoského mramoru je**
  - a) kalcit
  - b) kremeň
  - c) dolomit
  - d) sadrovec
16. **Pri jadrovej fúzii sa ako palivo využívajú izotopy vodíka**
  - a) lítium a trícium
  - b) prócium a hélium
  - c) deutérium a trícium
  - d) prócium a deutérium
17. **Extrémne ultrafialové svetlo používané pri fotolitografii má vlnovú dĺžku len**
  - a) 13,5 nanometra
  - b) 25,3 nanometra
  - c) 35,3 nanometra
  - d) 43,5 nanometra
18. **Dňa 1. apríla si každoročne pripomíname Medzinárodný deň**
  - a) vody
  - b) Zeme
  - c) vtáctva
  - d) stromov



## Medzinárodný deň vtáctva



Medzinárodný deň vtáctva si každoročne pripomíname 1. apríla na počesť podpisu Konvencie o ochrane užitočného vtáctva z roku 1906. Tento deň upozorňuje na význam vtákov v ekosystémoch a potrebu ich ochrany. Apríl je zároveň ideálnym obdobím na ich pozorovanie, keď sa vracajú mnohé stahovavé druhy.

Tento rok je výnimočný aj 100. výročím vzniku organizovanej ochrany vtáctva na našom území (pozri s. 16 – 19), na ktorú dnes nadväzuje Slovenská ornitologická spoločnosť (SOS)/BirdLife Slovensko. Pri tejto príležitosti sa po celom Slovensku uskutočnia vychádzky, prednášky, workshopy a ďalšie podujatia pre verejnosť.

### Vybrané podujatia:

**4. 4. Sĺňava (Ratnovce)** – exkurzia od 9.00 h (0,5 km) pri Centre vodných športov; pozorovanie prvých návratných druhov, ako sú rybáre riečne či krutihlavy. Sprevdáza Radovan Jambor.

**4. 4. Žitavský luh (Maňa)** – pozorovanie z veže od 9.00 do 12.00 h; vhodné pre všetky vekové kategórie, nenáročné (treba rátať so schodmi do veže). Kontakt: Ján Gúgh.

**4. 4. Vodná nádrž Bešeňová (Vláchy)** – stretnutie od 9.00 h s možnosťou odchytu a krúžkovania vtákov. Sprevdáza Michal Baláž.

**4. 4. Párnické štrkoviská (Žažkov)** – stretnutie od 9.00 h pri rieke Orava, s krátkym presunom na mŕtve rameno a štrkoviská. Kontakt: Tomáš Flajs.

**4. 4. Jakubovské rybníky** – zraz o 9.30 h na juhovýchodnom konci centrálnej hrádze. Sprevdáza Richard Paško.

**5. 4. Trnavské rybníky (Trnava)** – víťanie vtáčieho spevu od 16.00 h; pozorovanie migrujúcich vtákov a rozpoznanie ich spevu. Vhodné pre rodiny s deťmi aj začiatočníkov. Sprevdáza Zuzana Paulo Lackovičová.

**11. 4. Vodná nádrž Ronava** – pozorovanie od 10.00 do 11.30 h; stretnutie pri vtoku Ronavy. Sprevdáza Rastislav Rybanič.

Všetkých srdečne pozývame sledovať pozvánky na pripravované akcie cez naše sociálne siete: na facebookovej stránke SOS/BirdLife Slovensko a Instagrame @sos\_birdlife. Pribudnú aj v kalendári podujatí na stránke [vtaky.sk/stranka/69-Kalendar-podujati.html](http://vtaky.sk/stranka/69-Kalendar-podujati.html).

**ZUZANA PAULO LACKOVIČOVÁ**  
Foto SOS/BirdLife Slovensko

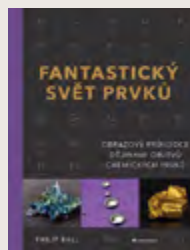
### Riešenia úloh Aerobiku zo strany 52:

1. 80 eur, 2. 32, 3. 84, 4. Žien najmenej 24, najviac 56; mužov najmenej 18, najviac 50, 5. 1 225 ciest, 6. 7, 7. 16/64, 19/95, 26/65, 8. Obálka

### Vyhodnotenie testu zo strany 53:

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

## Nové knihy



### Philip Ball: Fantastický svět prvků

Vyberte sa spolu s nami na dobrodružnú a fascinujúcu výpravu naprieč periodickou tabuľkou prvkov a oboznámte sa so všetkými – od najľahšieho vodíka až po ťažké a podivuhodné prvky na jej okrajoch. Každý z nich totiž nie je len strohou položkou v zozname látok, z ktorých sa skladá všetko okolo nás, ale predovšetkým významným aktérom našich dejín.

224 strán

23,06 €

Spoznajte, ako jednotlivé prvky formovali civilizácie, inšpirovali alchymistov, posúvali technológie a ovplyvňovali našu kultúru. Nechajte sa unášať príbehmi ich objavov, vedeckých princípov aj prekvapivých súvislostí, ktoré ukazujú, ako hlboko prvky ovplyvňujú náš každodenný život. Dozviete sa, prečo niektoré prvky zmenili chod dejín, aké mýty ich obklopujú, prečo sú niektoré kovy *ušlachtilé* a iné nebezpečné, aj ako veda neustále posúva hranice toho, čo považujeme za možné.



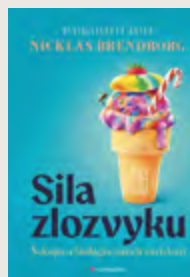
### Martin J. Eppler, Andri Hinnen: Monštrá v kancelárii

Cítite sa v práci niekedy, ako by ste sa omylom dostali do fantasy románu plného rôznych monštier a čudných bytostí s nadprirodzenými schopnosťami? Alebo je to skôr béčkový horor? Možno dystopické sci-fi? Ak áno, nemajte strach! Ako je to v takýchto príbehoch bežné, vždy sa nájde niekto, kto je vám ochotný pomôcť.

176 strán

12,74 €

Kniha *Monštrá v kancelárii* je spoľahlivým návodom na prežitie v korporátnom svete, v ktorom väčšina z nás zažíva každý deň minimálne osem hodín pochybných dobrodružstiev. Stretnete tu yetiho, čo na všetko hovorí *áno*, trolov, ktorí vám požierajú čas, alebo sirény, ktoré vo vás vzbudzujú pocit nízkeho sebavedomia. To všetko znie celkom negatívne, ale kniha nepopisuje len problémy; ponúka aj riešenia. Dostanete praktické tipy, ako sa s nástrahami na pracovisku vysporiadať, a čo viac, ako skrotiť tieto beštie a využiť ich vo váš prospech.



### Nicklas Brendborg: Sila zlovyku

Ako sme sa dostali od cukru ku kokaínu? Čo má spoločné nadmerne veľké vtácie vajce s moderným pornopriemyslom? A prečo sa všetci cítíme ako pokojemníci vlastných zlovykov, ktoré sa pomaly, ale isto menia na závislosti?

Ak máte pocit, že s našim svetom nie je niečo v poriadku, nemusíte sa báť. Nežijeme v *Matrixe*. Zatiaľ. No čoraz viac oblastí nášho života ovládajú takzvané superstimulanty – podnety, ktoré sa prirodzene vyskytujú v prírode a naplňujú naše biologické potreby, no zásahom človeka boli zveličené a prehnane zosilnené. Až natolko, že nám dnes viac škodia, než prosievajú. Sladké a šťavnaté ovocie z regálov moderných supermarketov by naši predkovia sotva spoznali – v ich časoch to boli drobné bobuľky. Zo zdanlivo nekonečnej ponuky internetových zoznamiek a aplikácií ako Tinder by sa stredovekému sedliakovi zatočila hlava. A my? V rozpoznaní superstimulantov nie sme o nič lepší než lastúrniciari.

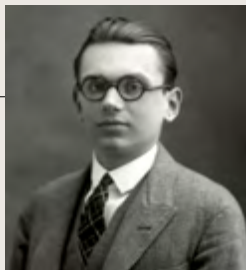
Kniha Nicklasa Brendborga ponúka unikátny pohľad do zákulisia tejto nenápadnej vojny o našu pozornosť, zdravie – a v podstate o kvalitný život. Pomenúva problémy, ktorým čelíme, a zároveň navrhuje vedecky podložené riešenia.

208 strán

16,99 €

Knihy z vydavateľstva GRADA si môžete objednať na [www.grada.sk](http://www.grada.sk).

# Historický kalendár



Kurt Gödel  
(1906 – 1978),  
foto wikipédia,  
public domain

1. 4.  
1776

sa narodila Sophie Germainová, francúzska matematicka, fyzik a filozofka. Napriek prekážkam získala matematické vzdelanie z kníh a korešpondencie s matematikmi ako J.-L. Lagrange, A.-M. Legendre a C. F. Gauss. Významne prispela k teórii pružnosti a k výskumu Veľkej Fermatovej vety. Zomrela v roku 1831.

3. 4.  
1961

sa narodil Angelo d'Arrigo, taliansky znalec vtákov a pilot rogala a padákového klzáka. Známym sa stal vďaka projektom, pri ktorých lietal spolu s vtákmi: preletel nad Mount Everestom, s kondormi nad Andami a spolu so sokolom sťahovavým Saharu aj Stredozemné more. Zomrel v roku 2006.

8. 4.  
1911

sa narodil Melvin Calvin, americký chemik, ktorý spolu s A. Bensonom objasnil dráhu fixácie uhlíka pri fotosyntéze, známu ako Calvinov-Bensonov cyklus. Za tento výskum získal Nobelovu cenu. Zomrel v roku 1997.

9. 4.  
1951

zomrel Vilhelm Bjerknes, nórsky fyzik a meteorológ, zakladateľ modernej dynamické meteorológie. Ako asistent H. R. Hertza sa podieľal aj na výskume elektromagnetickej rezonancie. Narodil sa v roku 1862.

11. 4.  
1926

zomrel Luther Burbank, americký šľachtiteľ rastlín, ktorého rozsiahla tvorba nových odrôd ovocia, kvetov, zeleniny a obilnín podporila rozvoj šľachtiteľstva rastlín ako modernej vedeckej disciplíny. Vyšľachtil približne 800 kultivarov. Tzv. Burbankov zemiak sa rozšíril aj v Írsku v snahe čeliť epidémiám plesne zemiakovej. Narodil sa v roku 1849.

## Žrebovali sme výhercov februárových súťaží

Vo februári sme pre vás pripravili dve súťaže.

V rubrike Veda v múzeu sme vám položili otázku: **Kolko druhov mäkkýšov sa vyskytuje na Slovensku?** Za správnu odpoveď, že je ich 261, posielame malú rodinnú vstupenku do Prírodovedného múzea SNM v Bratislave pre jedného dospelého a dve deti **Petrovi P. z Trenčína**.

V rubrike Čítanie z novej knihy ste dostali otázku: **Za aký objav získal Ch. Richet Nobelovu cenu za fyziológiu alebo medicínu v roku 1913?** Z tých, čo správne odpovedali, že išlo o anafylaxiu, sme vyžrebovali **Sarah K. zo Senice, Štefana M. z Humenného a Luciu Dž. z Krompách** a posielame im knihu Telma Pievaniho: *Šťastné náhody* z vydavateľstva Grada.

Všetkým, ktorí sa do súťaží zapojili, ďakujeme, výhercom blahoželáme a veríme, že ich cena poteší.

13. 4.  
1941

zomrela Annie Jump Cannonová, americká astronómka, ktorá sa zaslúžila o vytvorenie systému klasifikácie hviezd podľa spektra, neskôr známeho ako harvardská klasifikácia. Bola hlavnou autorkou *Katalógu Henryho Drapera* obsahujúceho spektrálne klasifikácie približne 225-tisíc hviezd. Zostavila aj katalógy premenných hviezd. Narodila sa v roku 1863.

17. 4.  
1976

zomrel Henrik Dam, dánsky biochemik a fyziológ, spoluobjaviteľ vitamínu K. Za tento objav získal spolu s E. A. Doysym, ktorý neskôr opísal štruktúru tohto vitamínu, Nobelovu cenu. Narodil sa v roku 1895.

27. 4.  
1791

sa narodil Samuel Morse, americký vynálezca. Podieľal sa na vývoji elektrického telegrafu a Morseovej abecedy, ktorú vytvoril spolu s A. Vailom. Kombinácie krátkych a dlhých signálov (bodiek a čiarok) v nej predstavujú písmená a číslice. Morseov telegrafný systém využíval elektromagnety a relé, čo umožnilo komunikáciu na veľké vzdialenosti. Zomrel v roku 1872.

28. 4.  
1906

sa v Brne narodil Kurt Gödel, logik, matematik a filozof matematiky. Preslávil sa najmä vetami o neúplnosti. Podľa nich je každý konzistentný formálny axiomatický systém dostatočne silný na opis aritmetiky prirodzených čísel neúplný, teda obsahuje tvrdenia, ktoré sa v rámci tohto systému nedajú ani dokázať, ani vyvrátiť. Zomrel v roku 1978.

30. 4.  
1916

sa narodil Claude Shannon, americký matematik a elektrotechnický inžinier, zakladateľ teórie informácie a jeden z tvorcov teoretických základov digitálnych obvodov. Vytvoril matematický model komunikácie a zaviedol pojmy *bit* ako základnú jednotku informácie a *informačná entropia*. Zomrel roku 2001.

## Predplatné

Objednajte si predplatné prostredníctvom stránky [www.quark.sk/predplatne](http://www.quark.sk/predplatne) alebo nás kontaktujte na [predplatne@quark.sk](mailto:predplatne@quark.sk) alebo **02/69 25 31 16**

CHCETE DAROVAŤ PREDPLATNÉ ČASOPISU QUARK?

Vyberte si z našej ponuky darčkových poukazov.

OBJEDNÁVKY DO ZAHRANIČIA vybavuje Slovenská pošta, a.s., [zahranicna.tlac@slposta.sk](mailto:zahranicna.tlac@slposta.sk).

# Quark

vydáva



CENTRUM VEDECKO-TECHNICKÝCH INFORMÁCIÍ SR

ako priamo riadená organizácia Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR.

### Šéfredaktorka

Mgr. Renata Józsová  
[renata.jozsova@quark.sk](mailto:renata.jozsova@quark.sk)

### Redakcia

Peter Javůrek  
[peter.javurek@quark.sk](mailto:peter.javurek@quark.sk)  
Mgr. Lucia Kralovičová  
[lucia.kralovicova@quark.sk](mailto:lucia.kralovicova@quark.sk)

### Grafická úprava a sadzba

Ing. Martina Vrablová

### Jazyková redaktorka

PhDr. Tatiana Žaryová

### Tlač

Valeur, s. r. o.

### Sídlo redakcie a vydavateľa

Lamačská cesta 8A, 811 04 Bratislava  
tel.: 02/69 25 31 98 | e-mail: [quark@quark.sk](mailto:quark@quark.sk)  
[www.quark.sk](http://www.quark.sk) | IČO 151882

### Číslo 4, apríl 2026/ročník XXXII.

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

### Objednávky predplatného vybavíte

online: [estore.cvtisr.sk](http://estore.cvtisr.sk)  
telefonicky: 02/69 25 31 16  
e-mailom: [predplatne@quark.sk](mailto:predplatne@quark.sk)

### Kontakt na inzerciu a spoluprácu

[martina.hrivnakova@cvtisr.sk](mailto:martina.hrivnakova@cvtisr.sk)  
EV 554/08 | ISSN1335-4000

Rozširuje Mediaprint-Kapa, Slovenská pošta, Ares a LKP Marketing s. r. o.

Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Uzbecká 4, P. O. BOX 164, 820 14 Bratislava 214, e-mail: [zahranicna.tlac@slposta.sk](mailto:zahranicna.tlac@slposta.sk)

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

Prihlásením sa do súťaže vyjadrujete súhlas so štatútom súťaže Centra vedecko-technických informácií SR. 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).



24 €



Ročné tlačené predplatné

10 €



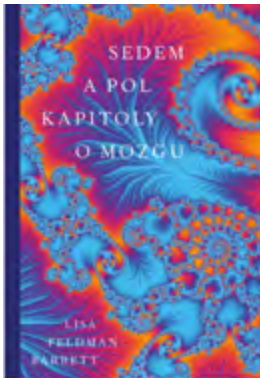
Ročné online predplatné



# Knižné tipy kníhkupectva Artforum

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

## Sedem a pol kapitoly o mozgu



Všetci si myslíme, že vieme, načo máme mozog. Myslíme si však správne? Autorkou tejto knihy je jedna z najcitovanejších neurovedkýň Lisa Feldman Barret. Vo svojej publikácii píše o najnovších vedeckých poznatkoch v oblasti neurológie tak, že kniha baví nielen odborníkov, ale aj laikov.

Ide o knihu krátkych neformálnych esejí, ako hovorí sama autorka, v ktorej môžete listovať po poradi, ale aj podľa nálady. Pri čítaní vás nezaťažujú odkazy na zdroje, tie autorka schovala na webstránke. A prečo pol kapitoly? Úvodná esej (Pol kapitoly s podtitulom *Mozog nie je určený na myslenie*) síce rozpráva príbeh o vývoji mozgu, predstavuje však iba letný pohľad na obrovské evolučné dejiny, hovorí autorka v úvode knihy. Fantastické, mozog stimulujuce čítanie.

Pripravila  
**TAMARA  
LEONTIEVÁ**  
Artforum

## Súťažná otázka

Ak nám do **30. apríla 2026** pošlete správnu odpoveď na otázku:

### Čo je cykloida?

zaradíme vás do žrebovania o nákupnú poukážku v hodnote 10 eur od vydavateľstva Artforum. Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: [odpovednik@quark.sk](mailto:odpovednik@quark.sk) alebo Quark, Lamačská cesta 8A, 811 04 Bratislava.

## Kníhkupectvo Artforum

Artforum už viac ako 35 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).

## Za devatero nulami



Sarah Hartová je matematicka, ale zároveň vášnivá čitateľka a milovníčka literatúry. Vo svojej knihe skúma prepojenie literatúry a matematiky. Ak vás zaujíma, kde v Bielej veľrybe či v Gulliverových cestách môžete objaviť cykloidu alebo ako vyzerá geometria naratívu (nielen) podľa Kurta Vonneguta, je to kniha pre vás.

Vášnivé skúmanie matematiky v literatúre je len jeden smer, autorka však skúma aj opačnú cestu – literatúru v matematike. Staví vedľa seba rytmus a vzorce, pravidelnosť a výnimky. V kapitole o rozprávkových výpočtoch sa zaoberá symbolikou čísel v krásnej literatúre, v Achabovej aritmetike rieši matematické metafory. V tretej časti knihy skúma, ako sa matematika z pomocníčky stáva hlavnou postavou, respektíve samotným príbehom.

## Keď stroje začnú myslieť



Zaujímá vás téma umelej inteligencie, ale máte pocit, že zahraničná literatúra trochu preháňa? Hostujúci profesor na Európskom univerzitnom inštitúte vo Florencii Vladimír Šucha prináša prvého slovenského komplexného sprievodcu vo svete AI.

Táto kniha však nie je o algoritmoch, ani o tom, ako stroje ovládnu svet. Teda, o tom možno trochu – autor v nej vysvetľuje, ako AI mení prácu, vzťahy, politiku či vzdelávanie. Snaží sa čitateľa previesť zmenami, ktoré sa už dejú, a ukazuje, ako ich možno formovať vo svoj prospech. Kniha má podtitul *Sprievodca novým svetom umelej inteligencie pre všetkých* a je naozaj pre každého, koho súčasné technológie zaujímajú.





# ČO UKRÝVA MÚZEUM?

Spoznajte zákulisie múzea a staňte sa malými múzejníkmi.

Zážitkovo-edukatívny a hravý program pre žiakov  
2. - 5. ročníkov ZŠ a 4. - 9. ročníkov ŠZŠ.

TERMÍN: **KAŽDÝ PONDELOK o 9.00 a 10.30 hod.**

Vstupné

**2 €/žiak**  
**45 - 60 min.**



CENTRUM  
VEDECKO-TECHNICKÝCH  
INFORMÁCIÍ SR



MINISTERSTVO  
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,  
VÝVOJA A MLÁDEŽE  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

36 | 1990  
2026

MÚZEUM ŠPECIÁLNEHO  
ŠKOLSTVA V LEVOČI



TÝŽDEŇ  
VEDY A  
TECHNIKY

# SÚŤAŽ VEDA JE UMENIE

## Podporte kreativitu žiakov a študentov

Nechajte ich kresliť, fotografovať alebo nakrúcať video na tému **Moja škola budúcnosti**.

Dielo je možné vytvoriť v jednej z 3 kategórií:

1. Kresba/výtvarné dielo
2. Fotografia
3. Video

**Stačí, keď sa žiak alebo študent zaregistruje na [www.tyzdenvedy.sk](http://www.tyzdenvedy.sk), a hrá o skvelé ceny pre seba a svoju školu.**

Zúčastniť sa môžu žiaci základných škôl a študenti stredných škôl vo veku 6 až 19 rokov.



CENTRUM  
VEDECKO-TECHNICKÝCH  
INFORMÁCIÍ SR



MINISTERSTVO  
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,  
VÝVOJA A MLÁDEŽE  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

