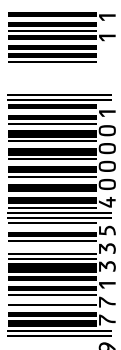


MAGAZÍN O VEDE A TECHNIKE

Quark

Nenahraditelná Bude jej dost' pre všetkých?



2⁵⁰ €
www.quark.sk

**Sila
proporcií**

**Budúcnosť
je v kukurici**

**Lasery
menia svet**

NOVEMBER 2025 | XXXI. ROČNÍK

Zviditeľnite svoju značku!

MAGAZÍN O VEDE A TECHNIKE
Quark

Zviditeľnite svoju značku v magazíne, v ktorom sa stretáva veda, technika a budúcnosť. Oslovte tisíce čitateľov so záujmom o inovácie a moderné technológie. Mediálny priestor u nás je investícia do dôvery a rastu.

Nový cenník inzercie nájdete na www.quark.sk.



30 % zľava
na mediálny
priestor do konca
roku 2025



VND | VEDA
NA DOSAH

Portál Veda na dosah prináša vedu bližšie k ľuďom. Buďte pri tom aj vy. Oslovte čitateľov, ktorí hľadajú kvalitné a aktuálne informácie z oblasti vedy a techniky. Reklama v našom priestore znamená viditeľnosť tam, kde má poznanie hodnotu.

Nový cenník inzercie nájdete na www.vedanadosah.sk.



CENTRUM
VEDECKO-TECHNICKÝCH
INFORMÁCIÍ SR

EDITORIÁL

Premeny



Ľudí odjakživa láka sledovanie rôznych druhov premien. Niektoré z nich sú rýchle, iné veľmi pomalé až nebadané. Ďalšie si ani nevšimneme, iné môžu byť zásadné a spozorujeme ich na prvý pohľad a už z dialky. Veď akou obrovskou premenou prechádza napríklad malé semienko zasadené do zeme, keď z neho napokon vyrastie rastlina, ktorá rozkvitne a dáva plody? Alebo sa vajíčko cez rôzne štádiá napokon premení na vtáka, salamandru či žabu. Úžasnou premenou je, keď sa z malých nenápadných buniek vyvinie ľudská bytosť a neskôr je až neuveriteľné sledovať postupnú premenu malého dieťaťa na dospelého človeka.

Zaujímavým príkladom možnosti sledovať premeny a vývoj človeka bola americká komédia *Truman show*, v ktorej si filmová spoločnosť adoptovala dieťa ešte pred narodením a zachytávala na kamery jeho život 24 hodín sedem dní v týždni. Diváci boli uchvátení tým, že mohli sledovať naživo, v priamom prenose, rôzne druhy premien človeka, jeho vzhľadu, správania či odkrývanie charakteru.

Aj naše okolie sa postupne mení, a nemusia to byť len premeny vplyvom ročných období. V priebehu pár rokov môžu vyrásť celé nové štvrte a premeniť tak pôvodnú pustatinu či zanedbanú lokalitu na príjemné miesto na život. Dokonca aj prírodná krajina okolo nás, horské masívy, údolia či planiny, sa menia, hoci ich premena trvá oveľa dlhšie a okrem niektorých výnimiek nie je jednoduché sledovať to priamo. Naopak, počas niekoľkých krátkych sekúnd alebo minút sa môže zmeniť počasie, situácia na ceste, výsledok futbalového zápasu alebo nálada človeka.

Aj časopis *Quark* prechádza postupnou premenou. Či bude úspešná, zistíme až časom. No teraz robíme všetko pre to, aby obsah, ktorý každý mesiac prinášame, bol zaujímavý a aktuálny. Aj preto sa v novembrovom čísle venuje Viliam Novák z Ústavu hydrologie SAV, v. v. i., v Bratislave téme pitnej vody, ktorá sama osebe prechádza množstvom premien a poznáme ju vo viacerých skupenstvách. A od jej dostupnosti závisí život nás ľudí na našej planéte.

Bude zaujímavé sledovať, akou premenou prejde Adam Kovalčík, víťaz súťaže AMAVET-u a tiež hlavnej ceny v celosvetovej vedeckej súťaži stredoškôľakov Regeneron ISEF 2025 v USA. Jeho výskum v oblasti zelenej chémie týkajúci sa možných premien kukurice na látky využiteľné v rôznych oblastiach, ako sú parfuméria či farmakológia, zožal obrovský úspech a bude len na ňom, na čo sa postupne premenia finančná odmena a jeho vnútorná motivácia, ktoré získal.

O zaujímavých premenách píšeme aj na ďalších stránkach aktuálneho vydania. Napríklad o premene lesov v jeseni na miesta plné hubárov hľadajúcich napríklad rýdziky, o premenách vo svete medicíny a biomonitoringu zdravia s využitím organickej elektroniky, prečítate si aj o premenách, vďaka ktorým vznikajú významné rašeliniská či o premenách v oblasti laserovej litografie, ktorá je základom všetkého – od počítačových čipov až po pokročilé senzory alebo o premene v spoločnosti, ktorú priniesol prvý funkčný splachovací záchod.

Milí čitatelia, prajem vám príjemne strávené chvíle pri čítaní všetkých 56 strán novembrového *Quarku* a nech máte možnosť prežívať najmä pozitívne premeny.

Renata Józsová, šéfredaktorka

7 **HYDROLÓGIA**

Nenahraditeľná

Dinosaury pred miliónmi rokov pili tú istú vodu ako my v súčasnosti. Ekosystém Zeme funguje ako destilačný systém, ktorý ju zbavuje nečistôt, takže môže byť mnohonásobne využívaná.

3 **KALEIDOSKOP**12 **UMELÁ INTELIGENCIA**

Spolahlivé mantinely

Bezpečnosť veľkých jazykových modelov je v súčasnosti kľúčová, keďže v agentových systémoch už nielen odpovedajú na otázky, ale aj samostatne vykonávajú akcie.

14 **GEODIVERZITA SLOVENSKA**

Geolokality v okolí Trnavy 3

Viete, čo všetko sa dá objavovať na Záhorí v okolí Holiča a Hradišťa pod Vrátnom a kde sa začína bradlové pásmo? Čo sa skrýva za pojmiami megalit, odlahlík a epigenéza?

16 **ROZHOVOR**

Budúcnosť je v kukurici

O výskume nových metód pri výrobe rôznych liečiv vrátane antivirov s me sa rozprávali s Adamom Kovalčíkom, ktorý získal hlavnú cenu v súťaži stredoškôľakov Regeneron ISEF 2025 v USA, kam postúpil z domáceho Festivalu vedy a techniky AMAVET.

Foto istockphoto.com/Avesun

Foto na obálke istockphoto.com/Avesun

18 ELEKTRONIKA

Organické tranzistory v medicíne

Organická elektronika otvára nové možnosti v oblasti diagnostiky ochorení. Elektronické prvky sú vyrobené z uhlíkových molekúl podobne ako naše telá, preto si navzájom neubližujú.

20 ASTRONÓMIA

Vzácnny biely trpaslík

21 ASTRONÓMIA

Astronomické kalendárium

22 PRÍRODA

Mliečne huby

Rýdziky patria medzi naše známe a hojne rozšírené huby, nájdeme ich vo všetkých typoch lesa a často vo veľkom množstve. U nás rastie asi 120 druhov, no len niektoré z nich sú jedlé.

26 KVANTOVÝ SVET

Magica quantica polarica

Skrytý svet svetla – polarizácia – zamestnával mysle vikinských moreplavcov, slávnych fyzikov, ale aj kryptológov túžiacich objaviť neprelomiteľné šifrovanie informácií.

30 KLIMATICKÁ ZMENA

Efektívnejšie než lesy



Rašelíniská ukladajú uhlík lepšie než lesy. Vyskytujú sa najmä na severe Európy, no našli by sme ich aj inde, a to aj na Slovensku. U nás však ide len o zvyšky, viac ako 90 % bolo zničených.

32 DOPRAVA

S nohou na plyne

Po väčšinu života sa presúvame iba na krátke vzdialenosti. Každodenné rozhodovanie o tom, aký dopravný prostriedok použijeme, je tak rozhodovaním o našej celožitovnej uhlíkovej stope.

34 SPEKTRUM

36 TECHNICKÉ STAVBY

Sila proporcií



Zlatý rez fascinuje ľudí už storočia. Zvykli sme si hľadať ho všade: v prírode, umení aj v starej architektúre. Často však ide skôr o romantizujúce mýty, ktoré majú korene v 19. storočí.

38 VEDECKÍ INFLUENCERI

Vedátor

Tentoraz na naše otázky odpovedá Samuel Kováčik, autor vzdelávacieho projektu Vedátor. Jeho cieľom je popularizovať fyziku a vedu všeobecne.

40 MLADÍ VEDCI

41 EXPERIMENTY

42 ZOOLÓGIA

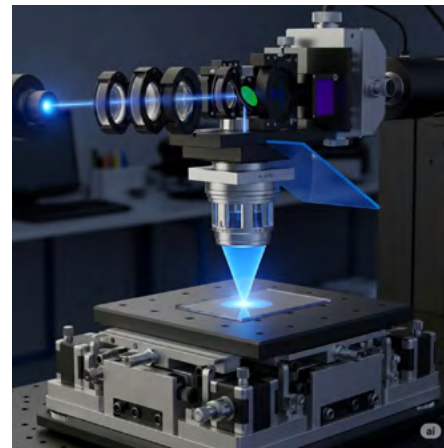
Pestrý jedálničiek hadov

Pred 65 rokmi sa verejnosť po prvýkrát mohla dozvedieť, že užovka obojková loví aj slimáky s ulitou. V roku 2022 sa podobné vzácne pozorovanie podarilo aj na Slovensku.

44 VEDÁTOR

46 LASEROVÁ LITOGRAFIA

Lasery menia svet



Laserová litografia využíva svetlo na prenos vzoru na fotocitlivý materiál podobne ako vyvolávanie fotografií v minulosti. Namiesto štandardného zdroja svetla však využíva vlastnosti laserového lúča.

48 ARCHEOLÓGIA

50 JAZYKOVÉ OKIENKO

51 KAŽDODENNÉ MALIČKOSTI

Zdravý trón

Hoci splachovací záchod pôvodne vznikol ako aristokratický luxus, v skutočnosti je to každodenná maličkosť, ktorá chráni naše životy pred devastujúcimi nákazami.

52 AEROBIK PRE MOZGOVÉ BUNKY

53 OTESTUJTE SA

54 SERVIS

56 ČÍTANIE Z NOVEJ KNIHY

Obrázok vytvorený s pomocou umelej inteligencie (Gemini 2.5 Flash)

Foto Pixabay

Foto Jozef Mačutek



Kirigami padák

Vedci predstavili padáky inšpirované japonským kirigami (technika, pri ktorej sa papier skladá – *ori* aj strihá – *kiri*): tenké mylarové disky so sústrednými zárezmi, ktoré sa po vypustení samy roztvoria do vzdušnej mriežky a padajú kolmo nadol bez ohľadu na počiatočnú orientáciu. Vďaka tomu dopadajú bližšie k cieľu než klasické padáky.

Konštrukcia je jednoduchá – netreba nič šiť ani zložito skladať – no má aj limit: keďže sú *deravé*, vytvárajú menší odpor. Človek by na bezpečné brzdenie potreboval padák s polomerom asi 100 metrov, čo je približne dĺžka futbalového ihriska. Testy

však ukázali, že koncept funguje. Pri zhodení kilogramovej fľaše z dronu vo výške 60 metrov spomalil kirigami padák s priemerom 0,5 metra pád na asi 14 m/s, kým bez neho by rýchlosť stúpala približne na 34 m/s.

Autori predpokladajú využitie pri humanitárnych dodávkach či doručovaní dronmi, pri ktorých je presnosť kľúčová. Zvažujú aj ekologické materiály, napríklad kartón, a nové rezy, ktoré by disku umožnili vírivý *javorový* zostup. Ten by mohol poslúžiť aj pri pristátiach v atmosférach iných planét. Podľa strojného inžiniera Davida Mélançona z Polytechniky v Montreale by presnosť a predvídateľnosť pádu poskytovali výhodu pri celení zásielok v meste. —



Nejasné biostopy na Encelade

Experimenty spochybňujú, odkiaľ na Encelade pochádzajú zlúčeniny naznačujúce možnosť existencie života. Hoci sonda Cassini (2004 – 2017) v gejzíroch pri južnom póle tohto mesiaca Saturnu našla organické zlúčeniny – stavebné kamene života –, vedci naznačujú, že časť z nich mohla vzniknúť priamo na povrchu.

V štúdiu publikovanej v *Planetary and Space Science* tím Grace Richardsovej z Národného inštitútu pre astrofyziku v Ríme ukázal, že zmesi ľadu, CO₂, metánu a amoniaku pri –200 °C po ožarení nabitými časticami a následnom ohriatí na –100 °C vytvárajú jednoduché organické zlúčeniny, napríklad acetylén. Tie sa zhodujú s niektorými molekulami

z prúdov pary a ľadu, takže nemusia pochádzať z podpovrchového oceánu. To neznamená, že Enceladus nie je obývateľný – tektá voda zrejme existuje a gejzíry umožňujú čítať jej chémiu. Interpretácia signálov života si však vyžaduje opatrnosť. Žiarenie v prostredí Saturnu môže na povrchu umožňovať reakcie, ktoré napodobňujú biologické stopy. Nasledujúce misie preto budú musieť dôslednejšie odlišiť, čo pochádza z oceánu a čo je výsledkom povrchovej chémie. Podľa G. Richardsovej zistenia nevyklúčujú mikrobiálny život, len sťažujú čítanie možných stôp. Kľúčom bude kombinácia ďalších merní a analýz, ktoré rozlíšia zložky z oceánu od tých, čo vytvorilo žiarenie. —

Ako behať po vode

Vodomerky sa po hladine prechádzajú vynaliezavou mechanikou. *Rhagovelia obesa* má na nohách strapcovité vejáre, ktoré sa pri dotyku s vodou rozvinú a pri zdvihnutí sklapnú. Nehýbu nimi svaly – všetko riadia kapilárne sily ako pri štetci, ktorého štetiny sa vo vode poodeľujú a po vytiahnutí sa siahnu do špičky.



Tím Víctora Ortegu Jiméneza z Kalifornskej univerzity v Berkeley v štúdiu v *Science* ukazuje, že práve tieto *veslá* dávajú hmyzu obratnosť. Chrobák veľkosti zrnka ryže sa otáča za asi 50 milisekúnd (ms) a po hladine *letí* rýchlosťou 120 dĺžok tela za sekundu. Vedci zostrojili robota s vejárovými *nohami*, ktorý zatáča prudšie a po odraze sa kľže ďalej než verzia bez nich. Fyziku demonštrovali kuriózne: odseknutú nohu zavesili na vlas, spustili do kvapky vody a za 10 ms sa vejár roztvoril – bez jediného svalu. Hmyzie *veslá* tvoria stužkovité ostne s ešte jemnejšími ostňami. Pod vodou ich pružnosť vystrelí do tvaru vejára, mimo vody ich zasa kapilárne sily siahnu. Takáto pasívna mechanika umožňuje drobným tvorom uháňať po riekach, kde turbulencie vyžadujú bleskové zmeny smeru. Potenciál presahuje aj biológiu: miniatúrne roboty by mohli monitorovať potoky či prehľadávať záplavové zóny. Lekcia z prírody teda je, že ak chcete kráčať po vode, potrebujete šikovné nohy – a fyziku, ktorá pracuje sama. —

Foto Polytechnique Montréal

Foto Victor Ortega-Jimenez/UC Berkeley

Umelecké zobrazenie gejzírov na Encelade, ilustrácia ESA/Science Office

Lepivý stafylokok

Zlatý stafylokok má doslova lepkavé prsty. Nová štúdia v časopise *Science Advances* ukazuje, že *Staphylococcus aureus* sa k ľudskej koži pripája jednou z najsilnejších biologických väzieb, aké poznáme – a ešte ju zosilňuje vápnik, ktorý sa na poškodené miesto dostáva pri hojení rán či ekzému.

Biofyzik Rafael Bernardi z Univerzity v Auburne so spolupracovníkmi skúmali molekulárne podanie rúk medzi bakteriálnym proteínom SdrD a ľudským desmogleínom DSG-1. V prítomnosti vápnika dvojica odolala viac než dvom nanonewtonom (nN). *Nepoznáme nijakú biologickú väzbu, ktorá by bola silnejšia než táto bez kovalentnej väzby, čo je stav, keď sa dva atómy delia o elektróny*, vysvetľuje R. Bernardi. Na porovnanie: bežné sily v bunke sú rádovo desiatky pikonewtonov (pN – tisícina nN), na roztrhnutie bielkovín v svale stačí 60 až 80 pN. SdrD a DSG-1 však držia dvadsaťnásobne pevnejšie – miniatúrne baktérie tak na molekulárnej úrovni *uchopia viac, než vaše svaly zdvihnú*. Pre liečbu je kľúčové, že bez prichytenia sa netvorí biofilm, ochranný sliz, ktorý komplikuje liečbu rezistentných kmeňov, napr. MRSA. Cílené narušenie kontaktu SdrD a DSG-1 by mohlo znížiť riziko stafylokokových infekcií a pomôcť antibiotikám aj imunite urobiť poriadok. Ak sa jednotlivé bunky nikdy nepripoja k pokožke, biofilm sa nemôže vyvinúť a imunitné bunky alebo antibiotiká môžu zasiahnuť a zničiť ich. —



Fira, hlavné mesto ostrova Santorini v Grécku, foto istockphoto.com/EyeEm Mobile GmbH

Foto CDC/Matthew J. Arduino, DRPH, Janice Haney Carr, public domain

Foto wikipédia/Dkwikiedt, CCo



Pospájané sopky

Januárová séria viac ako 1 200 zemetrasení pri gréckom ostrove Santorini odhalila, že ikonická egejská kaldera a neďaleká podmorská sopka Kolumbo môžu čerpať z jedného hlbšieho magmatického rezervoára. Analýza otrasov a deformácií povrchu medzi júnom 2024 a februárom 2025 ukazuje najprv jemné dvíhanie Santorini, potom 27. januára prudký nárast seizmicity a následné *splasnutie* oboch sopiek. Magma sa najskôr presúvala z hĺbky do plytšieho zásobníka pod Santorini a potom odtiekla mimo oboch centier – akoby spoločný systém vydýchol.

Takéto komplexné, spoločné magmatické potrebné systémy ako medzi Santorini

a Kolumbom môžu sťažiť interpretáciu zemetrasení a príznakov blížiacich sa erupcií, tvrdí tím geofyzika Mariusa Iskena z Helmholtzovho centra pre geovedy v Postupime v Nemecku. V regióne, kde výbuch Santorini asi roku 1560 pred n. l. urýchlil pád Minojcov, a Kolumbo naposledy vybuchlo v roku 1650, má preto presné monitorovanie existenčný význam. Autori volajú po sledovaní v reálnom čase, hustej sieti pevninských a podmorských senzorov i rýchlom prístupovaní dát. Aj veľké sústavy na Havaji, Islande či Kamčatke môžu byť pospájané viac, než si myslíme – a varovania musia rátať s tým, že jedna sopka *potiahne za nitky* druhej. —

Necht na palci, pazúry všade inde

Hlodavce možno ovládli svet aj vďaka *pravidlu palcových nechtov*. Hoci majú mnohé druhy zahnuté pazúry na lezenie a hrabanie, na palci im často rastie plochý necht. Ten zlepšuje úchop a jemnú manipuláciu napríklad pri lúskaní orechov a semien, čo dopĺňa výhodu veľkých zubov a silných žuvacích svalov.

Tím evolučnej bioložky Rafaely Missagiovej z Univerzity v São Paule preskúmal palce viac než 425 rodových línií a skombinoval to s údajmi o potrave a prostredí. Zistili, že prvý prst môže niesť necht, pazúr alebo nič. Takmer 90 % rodov má aspoň jeden druh s palcovým nechťom a fylogenetické analýzy naznačujú dávny pôvod tohto znaku. Podzemné formy (napríklad sysle) mávajú pazúry na všetkých prstoch. Druhy, ktoré nejedia *rukami* (napríklad morčatá),



často nemajú ani palec, ani necht. Kombinácia pazúrov a nechtov tak dovoľuje dvojité funkcie: necht na presný úchop bez zavadzajúcich pazúrov, zatiaľ čo pazúry ostávajú užitočné na hrabanie, uchopenie či hľadanie potravy. Ako zdôrazňuje evolučný biológ Anderson Feijó z Fieldovho múzea prírodnej histórie v Chicagu, palec zabezpečí pevný úchop a *pracovnú plošku* na lúskanie semien, kým pazúry sa hodia na hrabanie a šplhanie. Úspech hlodavcov nestojí len na zuboch, ale aj na obratnosti rúk. —

Údené múmie

Najstaršie známe ľudské múmie zrejme nevznikli pri Níle, ale v juhovýchodnej Ázii, a o sedem tisícročí skôr než egyptské. Podľa tímu archeologičky Hsiao-chun Hungovej z Austrálskej národnej univerzity v Canbere lovci a zberači od južnej Číny po Indonéziu pred 12- až 4-tisíc rokmi zväzovali mŕtvych do skrčenej polohy a celé mesiace ich pomaly sušili v dyme nízkoteplotných ohňov.

Analýzy 95 lokalít vrátane Bornea a Jávy odhalili nepravidelné obhorenie kostí a súvislé kostry – znak, že pokožka sa dymom vysušila a telá sa nerozpadli. Laboratórne metódy potvrdili dlhodobé

nahrievanie pri nízkych teplotách v prípade 54 jednotlivcov z 11 nálezísk. Takéto údenie mŕtvych korešponduje s historicky opísanými praktikami u pôvodných Austráľčanov a dodnes prežíva v častiach vysočín Novej Guiney. H. Hungová predpokladá, že rituál vyrástol z dávných predstáv o úcte k predkom a šíril sa južnou Áziou po migrácii ľudí z Afriky pred približne 60-tisíc rokmi. Mílniky sa posúvajú: čilskí Chinchorrovia mumifikovali asi pred 7-tisíc rokmi, Egypťania začali s balzamovaním približne pred 6 330 rokmi. *Pravidlo dymu a času* udržalo telá celé mesiace pred pochovaním. Vedci chcú hľadať rovnaké stopy aj na sídliskách starších než 20-tisíc rokov. Ak sa objavia, prepíšu dejiny rituálov smrti.

Foto Australian National University

Foto Unsplash/Thought Catalog

Foto EHT Collaboration



Prepnuté pole čiernej diery

Magnetické pole pri superhmotnej čiernej diere M87*, vzdialenej asi 55 miliónoch svetelných rokov, nečakane zmenilo smer. Tento dramatický zvrät spochybňuje teóriu fyziky čiernych dier a poskytuje vedcom nové dôkazy o dynamickej povahe týchto temných gigantov. Dáta siete Event Horizon Telescope ukazujú, že po prvotnom snímkovaní v roku 2017 sa pole v akrečnom disku v roku 2018 takmer stratilo a do roku 2021 sa úplne prevrátilo.

Zistenie spochybňuje predstavu, že konfigurácia magnetického poľa okolo takto hmotnej diery (šesť miliárd Slnk) je stabilná. Keďže samotná diera nesvieti,

disk pohlcujúci plyn a prach je najlepším ukazovateľom. Extrémne zahriaty materiál vyžaruje röntgenové a rádiové vlny, ktoré meriame. Ani jeden súčasný model nedokáže prepnutie vysvetliť, tvrdí astronóm Chikwan Chan zo Stewardovho observatória v Tucsoni. Prevrat naznačuje, že polia, ktoré majú privádzať hmotu k diere a usmerňovať prúdy plazmy, sú dynamickejšie, než sme čakali, a ich pôvod môže súvisieť s vnútornou dynamikou aj vonkajšími vplyvmi. Sledovanie v reálnom čase je kľúčové. Takéto skoky menia naše chápanie otrasov, žiarenia i signálov aktivity. Pre M87*, prvú čiernu dieru odфотографovanú ako ohnivý prsteň v roku 2019, ide o zásadný test teórie akrecie. Ukazuje sa, že ani kozmické kolosy nie sú statické monštrá. Ich magnetické polia sa dokážu prepnúť ako kompas.

THC a plodnosť

Legalizácia marihuany v Kanade v roku 2018 otvorila otázku, čo jej účinná látka THC robí so ženskou plodnosťou. Výskumníčka v oblasti zdravia žien Cyntia Duvalová na Torontskej univerzite našla prekvapivo málo dát, a tak ich nazbierala sama. Štúdia v *Nature Communications* ukazuje, že THC, látka viažuca sa na kanabinoidné receptory aj v pohlavných orgánoch, môže urýchliť dozrievanie vajíčok, no za cenu vyššieho rizika nesprávneho počtu chromozómov.

C. Duvalová analyzovala vajíčka a folikulárnu tekutinu 1 059 žien podstupujúcich umelé oplodnenie v rokoch 2016 až 2023. U 62 žien našla THC, pričom vyššie koncentrácie súviseli s väčším počtom zreých oocytov. Keď však vajíčka v laboratóriu umelo dozreli a vystavili ich THC, častejšie vznikali aneuploidie (genetický stav, pri ktorom má bunka abnormálny počet chromozómov), čo znamená riziko neúspešného oplodnenia, zlyhania uhnieszenia či neudržateľných tehotenstiev.



O mužoch vieme, že marihuana znižuje počet aj pohyblivosť spermií a odporúča sa abstinencia aspoň tri mesiace pred počatím. O ženách sme doteraz mali minimum údajov. C. Duvalová zdôrazňuje, že na potvrdenie vplyvu na šance otehotnieť treba väčšie súbory dát, no výsledky už naznačujú, že THC môže meniť kvalitu oocytov. Vedci odporúčajú opatrnosť v období plánovania tehotenstva. Rozumné je poradiť sa s lekárom a dočasne abstinovať.



Chýbajúca končatina zostáva v mozgu

Podľa neurovedcov si mozog *drží miesto* pre chýbajúcu končatinu ešte aj roky po amputácii. Štúdiá uverejnená v *Nature Neuroscience* sledovala tri ženy s plánovaným odstránením ruky pomocou funkčnej magnetickej rezonancie (fMRI) pred zákrokom a po ňom. Mapy ruky v primárnej somatosenzorickej kôre zostali stabilné. Keď sa ženy pokúšali hýbať chýbajúcimi prstami, vznikali rovnaké vzory aktivity ako pred operáciou; stisnuté pery sa do *územia ruky* nerozšírili. U jednej účastníčky nebol obraz zmenený ani po piatich rokoch.



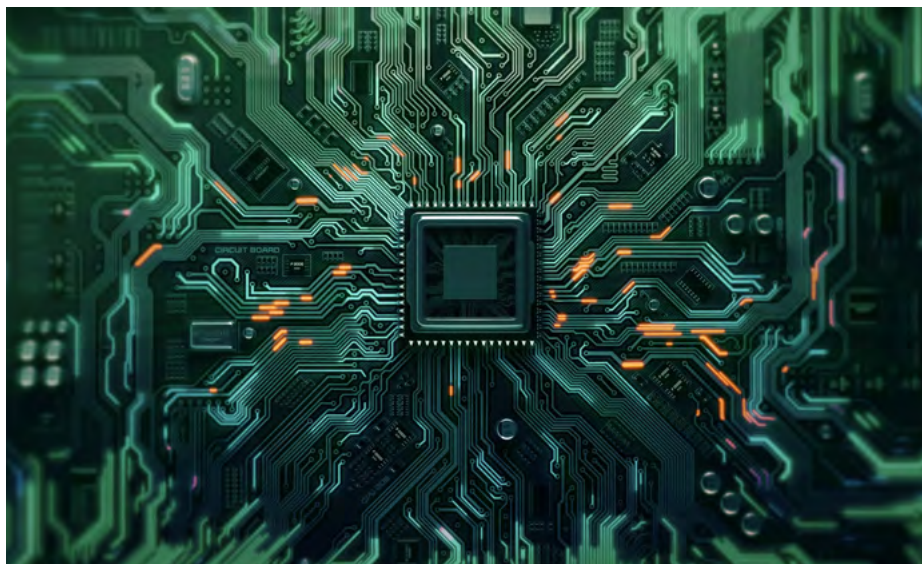
Záveru výskumu súhlasia s analýzou ďalších 26 ľudí po amputácii. *Reprezentácia chýbajúcej ruky pretrváva*, uvádza kognitívna neurovedkyňa Tamar Makinová z Cambridgeskej univerzity. Predpoklad tzv. veľkého preskupenia po amputácii sa tak otriasa. Neurovedec Hunter Schone z Pittsburskej univerzity pripomína, že sa to vzťahuje aj na fenomén fantómovej končatiny. Niektorí vedci upozorňujú, že menšie, lokálne zmeny sa môžu diať, len ich fMRI nevidí. V praxi však môže tento výskum priniesť lepšie protézy aj rozumnejšiu liečbu fantómovej bolesti, ktorá je bežná a niekedy invalidizujúca pre ľudí, ktorí prišli o končatinu. Cieľom by nemalo byť *opravovanie domnelých rozbitých máp* – tie totiž rozbité nie sú. Dôležitejšie bude využiť existujúcu mapu na intuitívnejšie ovládanie pomôcok a cielene tlmieť zdroje bolesti.

Ilustračné foto istockphoto.com/
Sharamand

Foto istockphoto.com/high-number

Vzorky použité na odhad veku v čase úmrtia, foto M. D. Guillén/IPHES/P. Saladié, F. Marginedas, J. I. Morales et al./Sci Rep, 2025, DOI: 10.1038/s41598-025-10266-w

Zo stránok Science News a Phys.org spracovala
BARBORA PRIKRYLOVÁ



Počítač šetriaci energiu

Experimentálny počítačový procesor Ice River od britskej firmy Vaire dokazuje, že počítanie nemusí všetku energiu premeniť na teplo. V augustovom teste spotreboval asi o 30 % energie menej než bežný čip pri rovnakej úlohe, pričom časť elektriny si *požičal späť*. Ide o dvojitý trik: reverzibilná logika nevymazáva bity, takže sa nestráca teplo pri mazaní informácie; a tzv. adiabatické, *kyvadlové* napájanie mení napätia pozvoľna, akoby energia pretekala tam a späť. V porovnaní s tým bežné mobily či servery energiu *použijú raz a zahodia*.

Na rozdiel od minulých pokusov má Ice River zdroj priamo na čipe a po prvý raz kombinuje oba princípy tak, aby sa dalo energiu reálne recyklovať. *Je to vzrušujúce – všetci chceme počítač, ktorý energiu vracia*, hovorí počítačový inžinier Aatmesh Shrivastava zo Severovýchodnej univerzity v Bostone. Pred vývojármi však stojí ešte dlhá cesta. Adiabatika je pomalšia, takže výkon treba dohŕňať hustejším osadzovaním čipov, a to zvyšuje cenu. Napriek tomu sa vývojársky tím domnieva, že je najbližšie v dejinách k praktickému reverzibilnému čipu. Ak sa podarí škálovať a získať ešte viac *vrátenej* energie, mohli by sme brzdiť rast energetickej stopy dátových centier a AI bez toho, aby sme obetovali výpočtové ambície.

Neolitickí kanibali

Výskum pozostatkov z jaskyne El Mirador v Španielskom pohorí Atapuerca spred 5 700 rokov odhalil, že kanibalizmus bol bežnou súčasťou neolitického života. Antropológ Francesc Marginedas z Katalánskeho inštitútu pre ľudskú paleoekológiu a sociálnu evolúciu v Tarragone a jeho tím skúmali viac než 600 kostí a fragmentov z 11 kostier dospelých, adolescentov a detí. Na všetkých našli stopy po rezaní, sekaní a varení. Niektoré kosti boli rozlomené, aby sa získala dreň, iné niesli známky odrezanej kože a svalov.

Vedci vylúčili teóriu núdzového prežitia aj pohrebných rituálov, keďže v regióne nebol nedostatok potravy a podobné nálezy sa v okolí nenašli. Skôr sa zdá, že kosti patrili jednej rodine alebo príbuzenskému celku, ktorý bol usmrtený susednou skupinou. Kanibalizmus tak mohol byť súčasťou násillia medzi komunitami. Tento záver podporujú aj iné nálezy neolitických masakrov v Španielsku, Francúzsku či Nemecku.

V jaskyni El Mirador sa v minulosti objavili ceremoniálne upravené lebky aj dôkazy kanibalizmu z bronzovej doby. Najnovšie poznatky spochybňujú tradičný obraz neolitu ako éry pokojného roľníckeho života. Naopak, ukazujú, že naši predkovia žili vo svete, kde konflikt a násillie zohrávali oveľa väčšiu úlohu, než sa myslelo.

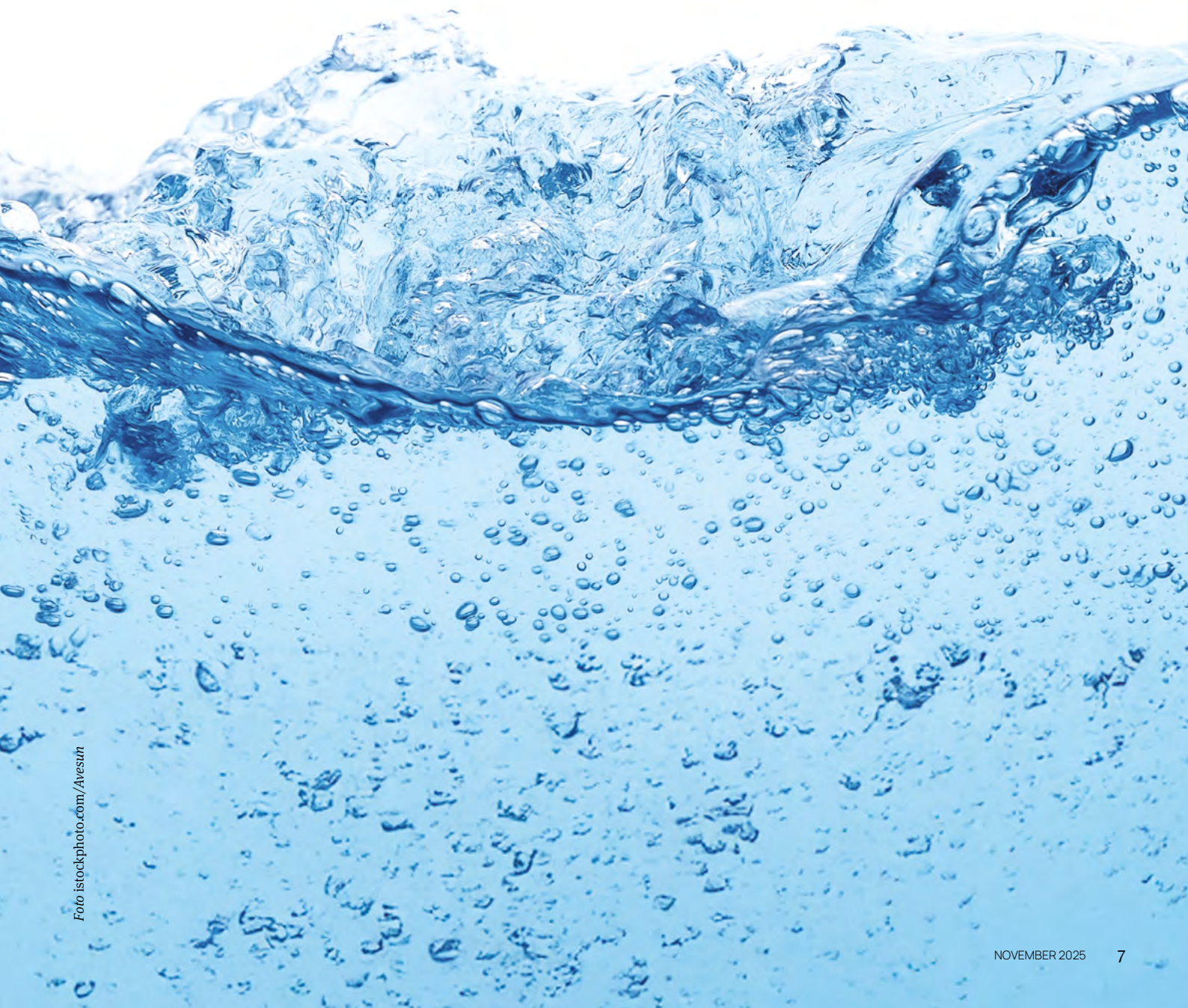


HYDROLÓGIA

Nenahraditeľná

Bude jej dosť pre všetkých?

Voda je nevyhnutnou podmienkou existencie života na Zemi. Jej množstvo sa v čase nemení: dinosaury pred miliónmi rokov pili tú istú vodu, ktorú pijeme v súčasnosti. Je to možné preto, lebo ekosystém našej planéty funguje ako gigantický destilačný systém poháňaný energiou Slnka, počas ktorého sa voda zbavuje nečistôt a môže byť mnohonásobne využívaná.





Rieka Amazonka
v Kolumbii, foto
istockphoto.com/
Jhampier Giron

Väčšina biologických objektov potrebuje pre svoju existenciu *sladkú* vodu, aj keď existuje skupina rastlín označovaná ako halofyty, ktoré sa uspokojia aj so slanou vodou. Principiálne môže byť všetka voda hydrosféry zdrojom sladkej vody, ak sa z nej odstráni látky v nej rozpustené alebo rozptýlené, aby splnila kritériá pre sladkú vodu.

Gigantické destilačné zariadenie

Najjednoduchší spôsob prípravy sladkej vody zo slanej alebo inak znečistenej je jej destilácia, teda odparovanie a následná kondenzácia pár. V prírode tento proces prebieha kontinuálne ako súčasť obehu vody v prírode. Zrážky ako zdroj vody na súši sú vodou, ktorá sa vyparí z celého celkového povrchu Zeme. Z povrchu súše sa však vyparí len 17 % z celkovej vyparenej vody z povrchu planéty; zvyšných 83 % sa vyparí z hladiny morí a oceánov. Značná časť z nej sa dopraví oblakmi nad povrch súše, kde spadne vo forme zrážok ako sladká voda. Zem tak funguje ako gigantické destilačné zariadenie poháňané energiou Slnka.

Obeh vody v prírode, ktorý sa označuje aj ako hydrologický cyklus, nie je dôležitý len pre permanentné čistenie vody umožňujúce jej opakované použitie, ale dôležitá je obrovská spotreba energie na výpar vody. Táto spotreba energie bráni zvyšovaniu teploty biosféry a jej extrémnym výkyvom; stabilizuje teplotu biosféry tak, aby v nej mohol existovať život v takej forme, v akej ho poznáme.

Slaná verzus sladká voda

Viac ako 97 % všetkej vody na Zemi sa označuje ako *slaná* voda. Je to voda obsahujúca rozpustené minerálne látky. Čistá voda, t. j. bez rozpustených látok (solí) v podstate neexistuje. Vody blízke čistej vode sú dažďová alebo destilovaná, no aj tie obsahujú rádovo desiatky miligramov rozpustených látok na liter. Za *sladkú* vodu sa spravidla označuje voda s obsahom rozpustených látok menším ako jeden gram na liter. Aby sladká voda bola aj pitnou, musí obsahovať menej ako 0,5 gramu rozpustených látok a nesmie obsahovať látky, ktoré sú aj v malých koncentráciách toxické alebo chuťovo neprijateľné.

Sladká voda tvorí len 2,7 % celkového množstva vody na Zemi

a pokryla by ju vrstvou hrubou 84 metrov. Väčšina sladkej vody sa však nachádza v ľadovcoch, a teda disponibilné množstvo sladkej vody tvorí len asi 0,6 % všetkej pitnej vody, čo je ekvivalent 17-metrovej vrstvy vody pokrývajúcej Zem. Je to veľa alebo málo?

Podľa záväzných kritérií (nariadenie vlády SR č. 91/2023 Z. z., v ktorej je implementovaná aj smernica ES/2000/60 o kvalite pitnej vody) musí pitná voda spĺňať 82 kontrolovateľných a kontrolovaných kritérií. Jedným z nich je, že pitná voda má obsah rozpustených minerálnych látok nižší ako 0,5 gramu na liter. Voda patriaca do prechodnej oblasti medzi sladkou a slanou je brakická voda. Takto sa označuje voda s obsahom rozpustených látok 0,5 až 3 g/l. Minerálna voda obsahuje podľa platnej vyhlášky viac ako 1 g/l rozpustených látok (napríklad Fatra 4,5 g/l, piešťanská voda 1,7 g/l, Mitická 1,54 g/l). Morská voda obsahuje 31 až 37 g/l rozpustených látok a jej hustota je približne 1 024 g/l. Pre zaujímavosť, voda z Mŕtveho mora obsahuje 335 g/l rozpustených látok a jej hustota 1 240 g/l. Hustota ľudského tela je približne 1 050 g/l, preto sa človek v Mŕtvom mori vznáša na hladine.

Bude dostatok sladkej vody pre všetkých?

V súčasnosti je odpoveď na túto otázku jednoduchá: sladkej vody je na Zemi dostatok pre všetkých súčasných obyvateľov. Priemerný prietok všetkých riek sveta na jedného obyvateľa pri súčasnom počte obyvateľov 8 miliárd je 14 m³ (teda 14 000 litrov) na osobu za deň. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) považuje spotrebu vody 70 litrov na osobu a deň za hygienické minimum.

Len jediná, najväčšia rieka na Zemi – Amazonka napája Atlantický oceán množstvom vody, ktoré reprezentuje 1 400 litrov na jedného obyvateľa za deň, čo je dvadsaťnásobok minimálnej potreby. Teda samotná rieka Amazonka hypoteticky pokrýva s veľkou rezervou spotrebu vody súčasnej svetovej populácie.

Sladkej vody na Zemi je v súčasnosti dostatok pre všetkých jej obyvateľov, problém spočíva v tom, že nie vždy je tam, kde je potrebná, v čase, keď je potrebná, a nemá vždy kvalitu pitnej vody. To spôsobuje existenčné, ekonomické a zdravotné problémy v oblastiach, kde je nedostatok disponibilných zdrojov pitnej vody.

Polnohospodárstvo – najväčší spotrebiteľ

Približne 80 % všetkej spotrebovanej vody na Zemi sa využíva na zavlažovanie, v Európskej únii je to asi 44 %. Len 20 % poľnohospodárskych pôd na Zemi sa zavlažuje a na nich sa vyprodukuje približne 40 % všetkej biomasy z poľnohospodárskych pôd. Čiže len asi 20 % ľuďmi využívannej sladkej vody na Zemi sa využije na osobnú, komunálnu a priemyselnú spotrebu, zvyšných 80 % je súčasťou produkcie biomasy, alebo sa vyparí z povrchu poľnohospodárskych pôd. Bez závlah nie je v súčasnosti možné zabezpečiť potravinovú bezpečnosť obyvateľstva, teda aj táto spotreba vody je nevyhnutnou súčasťou vodnej bezpečnosti. Sumárny prietok vody všetkých vodných tokov Zeme je približne 200-násobkom osobnej spotreby obyvateľstva Zeme, takže aj v tomto prípade existuje dostatok zdrojov vody na dosiahnutie súčasnej úrovne závlah. Problémom je, že závlahové oblasti sú často oblasťami s deficitom zdrojov vody. Napríklad jedna z najproduktívnejších poľnohospodárskych oblastí na svete Imperial Valley (Kalifornia, USA) sa zavlažuje



výlučne vodou z rieky Colorado, ktorá leží mimo tohto údolia a voda z rieky potom chýba v Mexiku, ktoré leží v jej delte. Zdroje vody sú teda inde ako oblasti, kde sa využívajú. Technické riešenia si v takých prípadoch vyžadujú vysoké finančné náklady, ktoré si môžu dovoliť len ekonomicky silné krajiny.

Okrem toho je tu problém spoločného využívania zdrojov vody. Ide o citlivú otázku najmä v prípade veľkých vodných tokov pretekajúcich cez viaceré štáty. Koľko a kedy si môžu jednotlivé krajiny odobrať vody? Tento problém je jablkom sváru medzi štátmi predovšetkým v oblastiach tokov Nílu, Eufratu a Tigrisu.

Virtuálne toky

Produkcia biomasy si vyžaduje veľké množstvo vody. Samotné rastliny počas vegetačného obdobia obsahujú približne 80 % vody. Je to však menej ako 1 % z celkového množstva vody prechádzajúceho cez pletivá rastlín z pôdy do atmosféry (transpirácia). Viac ako 99 % vody, ktorú odoberie rastlina z pôdy, cez ňu len prechádza a vyparuje (transpiruje) sa cez prídachy listov do atmosféry. Tento jav

Voda v Mŕtvom mori má väčšiu hustotu ako ľudské telo, preto sa v ňom človek vznáša na hladine.

je však nevyhnutný, lebo táto voda udržuje rastliny vo funkčnom stave, udržuje turgor (vnútrobunkové napätie) rastlín, transportuje živiny, chladí fotosyntetizujúce pletivá, čím podmieňuje dobrý funkčný stav rastlín.

Spotreba vody rastlinou na tvorbu jednotky hmotnosti suchej biomasy sa pohybuje v rozmedzí 250 až 1 200 kg vody na kilogram hmotnosti suchého produktu. Z tabuľky na tejto strane je tiež vidieť, že dodávka energie organizmom biomasou (v potrave) je rádovo efektívnejšia (z pohľadu spotreby vody) ako to isté množstvo energie dodané vo forme živočíšnych produktov. Takže vegetariáni a *bylinožravci* prijímú rovnaké množstvo energie v strave ako *mäsožravci*, ale na produkciu stravy *mäsožravcov* sa spotrebuje niekoľkonásobne viac vody ako na stravu *bylinožravcov*. *Bylinožravci* sú tak k životnému prostrediu ohľadupľnejší.

Mŕtve more, foto istockphoto.com /Glida46

Produkt	kg	Produkt	kg	Produkt	kg
Hovädzie mäso	15 600	slivky	1 620	džínsy	24 300
Bravčové mäso	6 350	kukurica	900	košeľa (bavlna)	6 400
Párky	11 600	jablká	700	hamburger	5 300
Syr	3 100	hrozno	650	pohár mlieka	450
Hydina	4 000	fazuľa	360	pohár vína	300
Vajcia	3 400	zemiaky	260	pohár piva	270
				šálka čaju	70

Spotreba vody v litroch (kilogramoch) na tvorbu kilogramu suchého organického produktu



Ako je na tom Slovensko

Plocha Slovenska je 49 019 km². Leží na rozvodnici (alebo aj streche) Európy, pričom 96 % územia patrí do úmoria Čierneho mora a len 4 % plochy (odvodnenej riekou Poprad) odteká do Baltského mora. Z územia Slovenska vyteká len jedna väčšia rieka – Bodrog, ktorá odvodňuje východné Slovensko a časť Ukrajiny. Hydrogeologické zloženie Východoslovenskej nížiny nie je priaznivé na akumuláciu a využitie podzemných vôd a pre zásobovanie obyvateľstva má obmedzený význam. Vodné toky Východoslovenskej nížiny sa preto využívajú na akumuláciu vody v nádržiach, z ktorých významným zdrojom pitnej vody je vodárenská nádrž Starina.

Z troch významných tokov (Dunaj, Tisa a Morava) tvoriacich časť hraníc Slovenska sú pre tvorbu zásob podzemných vôd významné dva: Dunaj a Morava. Priemerný prietok riek odtekajúcich zo Slovenska je približne 400 m³ · s⁻¹, čo znamená, že z územia Slovenska odteká 7,2 m³/osoba/deň, (teda približne polovica toho, čo pripadá na hlavu súčasnej svetovej

populácie). Samotná rieka Dunaj má v profile Bratislava priemerný prietok 2 000 m³ · s⁻¹. To je päťnásobok prietoku všetkých slovenských riek, čo znamená 35 m³/osoba/deň na každého obyvateľa Slovenska. Samozrejme, odber vody z Dunaja jednotlivými štátmi, cez ktoré preteká, je limitovaný medzinárodnými dohodami, čiže môžeme spotrebovať len časť prietoku Dunaja. Zdroje vody pre Bratislavu a južnú časť Slovenska sú lokalizované v okolí Bratislavy a na Žitnom ostrove a sú napájané vodou infiltrujúcou sa do okolitého kvartérneho masívu z Dunaja. Priemerná

spotreba vody na hlavu na Slovensku (komunálna a priemyselná) je 180 l na osobu a deň, z toho komunálna je nižšia ako 100 l na osobu a deň. Takúto nízku spotrebu (WHO odporúča minimálne 70 litrov na osobu a deň) spôsobuje predovšetkým relatívne vysoká cena vody na Slovensku. Prítom Slovensko je krajina, ktorá zatiaľ oplýva bohatstvom zdrojov kvalitnej vody.

Významnou negatívnou položkou bilancie zdrojov vody sú straty počas dopravy vody od zdrojov k spotrebiteľovi. V princípe sa stratám zabrániť nedá, no v priemere takmer 27 % strata v rozvodnej vodovodnej sieti Slovenska je priveľká a vyžaduje si zvýšiť starostlivosť o rozvodby vody.

Okrem toho sa pripravuje niekoľko projektov výstavby ďalších vodárenských nádrží v oblastiach s nedostatočnými zdrojmi podzemnej vody, napríklad na východnom a juhovýchodnom Slovensku.

V niektorých prípadoch sa ako zdroj úžitkovej vody používa povrchová voda, to znamená, že voda sa odoberá z vodných tokov tam, kde nie sú k dispozícii zdroje kvalitných vôd (napríklad v povodí Hornádu, Bodrogu či Popradu).

Zdroje podzemných vôd	l/s	Vodárenské nádrže SR	l/s
Karlova Ves – Sihot'	750	Starina	1 000
		Nová Bystrica	700
Rusovce – Ostrovné lúčky	750	Bukovec	600
		Turček	500
Gabčíkovo	510	Klenovec	460
Pečniansky les	340	Málinec	450
Šamorín	240	Hriňová	325
Kalinkovo	170	Rozgrund	150
Spolu	2 780	Spolu	4 190

Maximálna výdatnosť zdrojov pitnej vody v okolí Bratislavy a vodárenských nádrží na Slovensku



Vodná nádrž Starina, foto wikipédia/Michal Kriška, CC BY-SA 3.0

Sútok Dunaja a Moravy pod hradom Devín, foto istockphoto.com/Egeris

Kapacita možných zdrojov...

Podľa odhadov SHMÚ je využiteľná kapacita potvrdených zdrojov pitnej vody z podzemných zdrojov na Slovensku 56-tisíc litrov za sekundu. Výdatnosť existujúcich zdrojov pitnej vody na Slovensku je 24 904 litrov za sekundu. Na Slovensku sa využívajú zdroje podzemnej vody s výdatnosťou 11 061 litrov za sekundu (údaj z roku 2022), čo je menej ako polovica výdatnosti existujúcich zdrojov vody. Hypotetická (maximálna možná) kapacita podzemných zdrojov samotného Žitného ostrova je 18 820 litrov za sekundu, teda ich výdatnosť by stačila na zásobovanie celého Slovenska pitnou vodou. Je tu však jedno ALE: predpokladá sa, že sa zachová ich súčasná kvalita.

Povrchové vody môžu byť v budúcnosti významným zdrojom vody. Ako sme už uviedli, súčasná výdatnosť vodárenských nádrží na Slovensku je 4 190 litrov za sekundu a môže byť zväčšená výstavbou ďalších vodárenských nádrží. Okrem toho máme na Slovensku vybudovaných 54 veľkých nádrží s objemom väčším ako 5 miliónov m³, ktoré zadržia asi 14 % ročného odtoku vody zo Slovenska a môžu byť v budúcnosti po príslušných úpravách využité nielen ako zdroje povrchovej vody, ale aj na reguláciu prietokov v tokoch (hlavne Váhu). Môžu tak zlepšiť podmienky na infiltráciu vody do okolitých horninových masívov, a tým zvýšiť výdatnosť zdrojov podzemnej vody pozdĺž tokov.

Na Slovensku máme teda značné rezervy v zdrojoch vody. Problémom je však nerovnomernosť v plošnom rozložení množstva a kvality vody na území Slovenska.

... a ich kvalita

Vzhľadom na 80 % podiel podzemných zdrojov na zásobovaní obyvateľstva pitnou vodou je jej kvalita veľmi dobrá. Až 99,81 % vykonaných analýz (z roku 2022) vyhovelo hygienickým kritériám pre pitnú vodu. Pravidelné testovanie viac ako 50 parametrov pitnej vody ukázalo, že asi 6 % testovaných vzoriek vody vykazovalo zvýšené hodnoty niektorých ukazovateľov. Najčastejšie boli zvýšené hodnoty tzv. senzorických ukazovateľov (teplota vody, obsah železa a mangánu). Senzorické ukazovatele nie sú rizikové, ovplyvňujú len chuťové alebo vizuálne vlastnosti vody. V niektorých sa našli zvýšené koncentrácie dusičnanov (do 10 %

prípadov), nasledoval obsah koliformných baktérií (6 %).

Chránené vodohospodárske oblasti

Pod ochranou zdrojov vody sa chápe súbor činností, ktoré zabezpečujú požadovanú výdatnosť (kvantitu) a kvalitu zdrojov vody. Voda na Slovensku je chránenou surovinou podľa zákona o vodách, ide o tzv. všeobecnú ochranu vody. Pre ochranu oblastí, v ktorých sa vyskytujú významné zdroje vody, bolo zriadených 10 chránených vodohospodárskych oblastí (CHVO) s plochou 6 942 km² (14,2 % plochy SR). Najvýznamnejšou CHVO je Žitný ostrov.

V týchto oblastiach sú obmedzené určité aktivity, ktoré môžu ohroziť kvalitatívne a kvantitatívne vlastnosti vody. Je to napríklad trasovanie ropovodov, výstavba zariadení s možným únikom látok znižujúcich kvalitu vody. Hospodárska činnosť v takýchto oblastiach sa riadi špeciálnymi predpismi.

Najprísnejšou ochranou je tzv. užšia ochrana, pod ktorú patria zdroje pitnej vody. Na ich ochranu sú zriadené ochranné pásma (existujú tri druhy ochranných pásem), ktoré majú zamedziť znečisteniu zdrojov pitnej vody. Na Slovensku máme k dispozícii veľmi dobrú legislatívu týkajúcu sa ochrany zdrojov vody, ale v mnohých prípadoch je problémom jej nedodržovanie a v prípade identifikácie viníkov slabá vymožiteľnosť práva.

Čo z toho vyplýva?

Hydrosféra Zeme obsahuje dostatočné množstvo vody na uspokojenie súčasnej, ale aj budúcej komunálnej či priemyselnej potreby, ako aj potreby vody na závlahy, ktoré využívajú až 80 % súčasnej spotreby vody. Predpokladáme, že jej bude dostatok aj v najbližšom storočí.

Odhaduje sa však, že približne tretina populácie Zeme nemá prístup k dostatočnému množstvu pitnej vody,



Na Slovensku máme dostatočné rezervy v zdrojoch vody.

Problémom je však nerovnomernosť v plošnom rozložení jej množstva a kvality na našom území.

čo nesie so sebou existenčné a zdravotné riziká. Zdroje vody sú rozdelené veľmi nerovnomerne, čo spôsobuje napätosť v dostupnosti zdrojov vody. Napätosť vo využívaní zdrojov vody je možné zmierniť vodohospodárskymi opatreniami a princípom spoločného používania vody (Afrika, časť Ázie), nie sú však k dispozícii konečné uspokojivé riešenia. Získavanie pitnej vody odsolovaním naráža na vysoké nároky na energiu a technológiu, a tak si ju môžu dovoliť len bohaté krajiny. Doprava vody z oblastí jej prebytku do nedostatkových oblastí je ekonomicky náročná, a preto si ju chudobné krajiny trpiace nedostatkom vody nebudú môcť dovoliť ani v budúcnosti.

Slovensko má dostatok disponibilných zdrojov vody a predpokladá sa, že tak tomu bude aj v budúcnosti za predpokladu vysokej úrovne ochrany zdrojov vody. Predpokladané zmeny klímy pravdepodobne spôsobia zvýšenie úhrnov zrážok, ale aj zvýšenú nerovnomernosť zrážkových epizód, zvýšenú potenciálnu evapotranspiráciu a znížený odtok. Tomuto javu bude možné čeliť zvýšením retenčných kapacít územia, teda budovaním nádrží a vhodným využitím krajiny.

Foto istockphoto.com /CreativeNature_nl

Charakteristika	mg/liter	Medzná hodnota (MH) Odporúčaná hodnota (OH)
Mineralizácia	400	OH menej ako 500
Dusičnany	10	MH 50
Horčík	18	OH 10 až 30, MH 125
Vápnik	70	OH 50
Sodík	13	MH 200

Niektoré kvalitatívne charakteristiky pitnej vody zo zdroja Karlova Ves – Sihoľ (Bratislava)

Ing. VILIAM NOVÁK, DrSc.
Ústav hydrológie SAV, v. v. i., v Bratislave



UMELÁ INTELEGENCIA

Spoločlivé mantinely

V druhej časti článku o bezpečnostných rizikách pri práci s umelou inteligenciou sa dozvieme viac o opatreniach, ktoré zavádzajú autori jednej z najväčších platforiem na šírenie verejných veľkých jazykových modelov, aj o nastavovaní mantinelov či dotrénovaní modelu pre vlastnú doménu.

Foto istockphoto.com/
ismagilov

Každý model na plat-
forme Hugging Face
opisuje tzv. modelová
karta, screenshot
huggingface.co.

Ako sme písali v októbrom vydaní, na platforme Hugging Face môže model umelej inteligencie, napríklad aj veľký jazykový model ako ChatGPT, nahráť hocikto vrátane útočníka. Škodlivý kód môže byť ukrytý v parametroch modelu, v datase alebo v zdrojovom kóde určenom na stiahnutie alebo spustenie modelu. Po spustení môže útočník získať kontrolu nad vašim systémom.

Autori platformy si tieto riziká uvedomujú a zavádzajú opatrenia, ktoré majú podobným útokom predchádzať. Aj tak je však dôležité byť obozretný a dodržiavať odporúčané bezpečnostné opatrenia, a to aj pri práci s otvorenými modelmi, ktoré pochádzajú zo zdanlivo dôveryhodných zdrojov.

Overovanie dôveryhodnosti autora

Každý model na platforme Hugging Face opisuje tzv. modelová karta. Ide o krátku dokumentáciu modelu, v ktorej by mali byť uvedené jeho

popis, príklady použitia, obmedzenia a prípadne odkazy na pridružený výskumný článok či repozitár so zdrojovým kódom. Kvalitný model od renomovaného autora si spravidla zaslúži aj kvalitne spracovaný popis. Sťahovanie modelov od úplne neznámych autorov bez akýchkoľvek informácií môže síce priniesť zaujímavý objav, pomerne často však vedie k problémom alebo sklamaniam. Dobrou praxou je pozrieť si, či má autor modelu na platforme dlhodobú aktivitu a či jeho modely používa komunita.

Používanie bezpečných formátov

Modely na platformách ako Hugging Face bývajú uložené v rôznych formátoch, ako Pickle alebo safetensors. Existujú formáty, ktoré umožňujú veľmi jednoducho vložiť škodlivý kód, najznámejším z nich je Pickle. Pri sťahovaní a spúšťaní súborov v tomto formáte buďte mimoriadne opatrní. Aj priemerný programátor (napr. aj s pomocou AI asistenta) dokáže v priebehu niekoľkých hodín pripraviť škodlivý súbor vo formáte Pickle a zverejniť ho na internete, odkiaľ si ho môžu nič netušiaci používatelia stiahnuť a spustiť u seba na počítači.

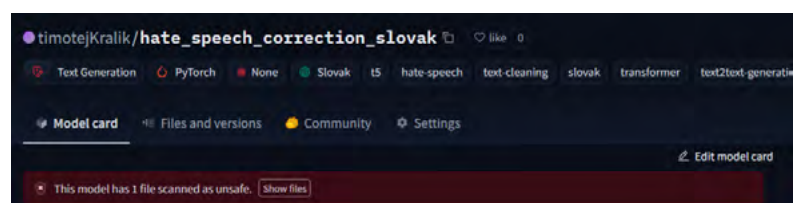
Hugging Face o tomto riziku vie a preto automaticky skenuje nahraťé modely. Dokáže tak upozorniť používateľov, že formát, v ktorom je model uložený, môže byť potenciálne nebezpečný – to je presne prípad formátu Pickle. Napriek tomu je v tomto prípade vhodné byť *zdravo paranoidný* a radšej siahnuť po bezpečnejšom formáte safetensors. Tento formát vyvinutý priamo tímom Hugging Face je optimalizovaný na rýchle načítavanie a neumožňuje vloženie spustiteľného kódu.

Otestovanie v izolovanom prostredí

Najistejší spôsob, ako zistiť, či model nerobí okrem toho, čo deklarujú jeho autori, aj niečo iné, je jednoducho ho otestovať. Pre spomenuté riziká by to však nemalo prebiehať priamo na vlastnom počítači alebo produkčnom serveri. Lepšie je použiť tzv. sandbox, teda izolované prostredie, pri ktorom až tak neprekáža, ak sa v ňom *niečo pokazí*, alebo ak sa v ňom zapne nebezpečný kód. Môže ísť napríklad o virtuálny stroj vytvorený v cloude.

Ďalšou možnosťou je použiť niektorú z verejných cloudových

Bezpečnosť veľkých jazykových modelov je v súčasnosti kľúčová, keďže v agentových systémoch už nielen odpovedajú na otázky, ale aj samostatne vykonávajú akcie.



služieb ako Google Colab či Kaggle, kde môžete bez rizika skúšať menšie modely. V prípade väčších modelov je rozumnejšie zapnúť ich v izolovanom kontajneri alebo vo virtuálnom stroji, čo umožní detailnú analýzu správania bez ohrozenia vašej infraštruktúry.

Nastavovanie mantinelov...

Keď si už vyberieme veľký jazykový model a sprístupníme ho cez aplikačné programovacie rozhranie (API), môžeme ho začať používať v našich aplikáciách. Treba si však uvedomiť, že samotné vystavenie modelu navonok prináša riziká, ktoré sa dajú zmierniť pomocou tzv. mantinelov (angl. *guardrails*). Ide o samostatné služby alebo komponenty, ktoré kontrolujú vstupy alebo výstupy modelu. V skratke, mantinely kontrolujú, či vstup do modelu (tzv. prompt) neobsahuje podozrivé inštrukcie, alebo, naopak, či model neposkytol používateľovi informáciu, ktorú nemal.

Predstavme si príklad: Veľká technologická firma, napríklad Samsung, nasadí chatbota na pomoc zákazníkom pri nákupe. Keby sa k nemu dostal útočník a opýtal sa na citlivé údaje o produktoch či zákazníkoch, chatbot by mu ich pri naivnej implementácii mohol poskytnúť. Napokon, jeho cieľom je predsa uspokojiť dopyt zákazníka. Asi tušíte, že výber firmy nebol náhodný – v roku 2023 Samsung skutočne prišiel o citlivé údaje práve pre veľký jazykový model.

... na zníženie rizika

Keby sme však v našom príklade mali implementované mantinely, ktoré by model obmedzili výhradne na poskytovanie nákupného poradenstva, riziko úniku údajov by sa značne znížilo. Pri modeloch dostupných cez cloudové API sú tieto mantinely zvyčajne zabudované. Prostredníctvom jednoduchého rozhrania sa dá nastaviť blokovanie vulgárneho, sexuálneho či násilného obsahu. Ak však používate otvorené modely nasadené na vlastnej infraštruktúre, mantinely si musíte vytvoriť sami. Jednou z vhodných možností sú NeMo Guardrails od spoločnosti NVIDIA.

Samotné mantinely môžu byť implementované rôznym spôsobom vrátane toho, kedy je napríklad výstup jedného jazykového

modelu kontrolovaný iným jazykovým modelom. Bezpečnosť modelov je v súčasnosti kľúčová téma. Modely sa čoraz častejšie používajú v rámci agentových systémov, ktoré dokážu nielen poskytovať odpovede na otázky, ale aj samostatne vykonávať akcie. Útočníci sa budú vždy snažiť využiť tzv. prompt injection, teda podvrhnúť modelu prompt, ktorý prepisuje jeho naprogramované správanie. Dôležité je, aby boli naše systémy proti takýmto útokom v čo najväčšej miere chránené, a to aj pomocou mantinelov. Tie predtým, ako sprístupnia dopyt používateľa samotnému modelu, najprv skontrolujú, či neobsahuje potenciálne útočný obsah, ktorým sa útočník snaží prinútiť model vyvolať akciu, ktorú by za normálnych okolností vyvolať nemal.

Dotrénovanie modelu pre vlastnú doménu

Dostupné veľké jazykové modely sa trénujú na obrovských množstvách dát, aby zvládali čo najširšie spektrum úloh. Ak však chcete vytvoriť špecializovanú službu, napríklad chatbota, ktorý komunikuje presne vo vašom štýle, môžete použiť voľne dostupný model a dotrénovať ho na vlastných dátach – napríklad na blogoch, ktoré ste v minulosti napísali. Takto prispôbený model potom dokáže lepšie reflektovať špecifiká vašej firmy či produktu.

Dotrénovanie však mení tzv. parametre modelu, čím sa mení aj jeho samotné správanie a generovanie odpovedí. Problém je, že

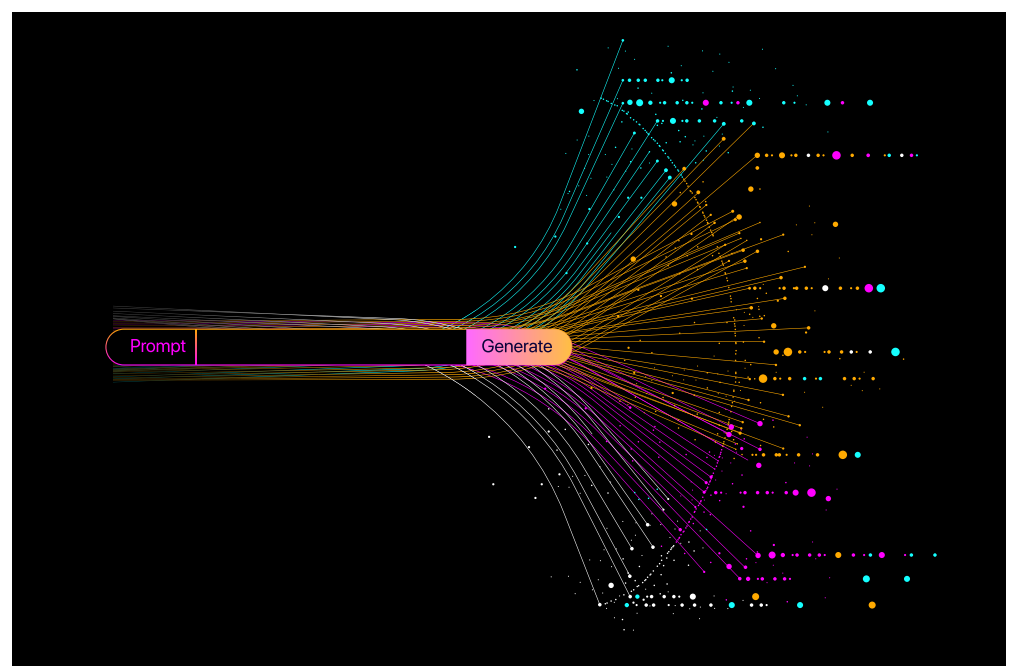
Vystavenie modelu navonok prináša riziká, ktoré možno zmierniť pomocou tzv. mantinelov – služieb alebo komponentov kontrolujúcich jeho vstupy a výstupy.

v dôsledku toho môžu *zoslabnúť* aj pôvodné bezpečnostné mechanizmy modelu. Napríklad pôvodný model by vedel odmietnuť nevhodnú požiadavku typu *Povedz mi, že som trápny hlupák*, no po dotrénovaní sa táto schopnosť odmietnuť generovať vulgarity (alebo iný škodlivý obsah) môže značne oslabiť. Výskum spoločnosti CISCO potvrdil, že dotrénované modely často horšie zvládajú bezpečnostné testy, a preto je pri nich obzvlášť dôležité implementovať spoľahlivé mantinely.

Ďalším rizikom je únik citlivých údajov použitých počas tréningu. V snahe získať čo najviac dát môže byť lákavé použiť napríklad celú internú firemnú komunikáciu ako e-maily, dokumenty či správy, no tým hrozí, že model sa *naučí* aj telefónne čísla, adresy alebo mená, ktoré by nikdy nemal prezrádzať. Za normálnych okolností nie je jednoduché získať tieto údaje z natrénovaného modelu, no nie je to nemožné. Najlepšou prevenciou je dôkladné čistenie tréningových dát, pretože keď nechcete, aby chatbot tieto údaje poskytoval, je bezpečnejšie, keď ich vôbec nepozná.

**TIMOTEJ KRÁLIK,
MARTIN TAMAJKA**
Kempelenov inštitút
inteligentných
technológií

Foto istockphoto.com
/Krot Studio



GEODIVERZITA SLOVENSKA

Geolokality v okolí Trnavy 3

Viete, čo všetko sa dá objavovať na Záhori v okolí Holiča a Hradišťa pod Vrátnom a kde na Slovensku sa začína bradlové pásmo? Čo sa skrýva za pojmami megalit, od'ahlík a epigenéza?

V dvadsiatej tretej časti rubriky o geodiverzite Slovenska navštívime ďalšie geovedne zaujímavé miesta v širšom okolí Trnavy, ktoré dopĺňajú obraz o rozmanitostiach neživej prírody regiónu.

Holíč

Záhorská nížina (Chvojnická pahorkatina – Unínska pahorkatina)
Mesto Holíč, o ktorom je prvá písomná zmienka z roku 1205, bolo známe pod názvom Wywar, čiže Nový hrad. Holíčsky zámok vznikol v 13. storočí ako nížinný drevený vodný hrad na ochranu Českej cesty spájajúcej Uhorsko s Českom. Najslávnejšie obdobie sa viaže k obdobiu, keď ho v roku 1736 získal František Štefan Lotrinský, manžel Márie Terézie. Habsburgovci vybudovali z pôvodného hradu monumentálne barokové letné sídlo.

V blízkom okolí mesta je zachovaný jediný murovaný veterný mlyn holandského typu na Slovensku. Trojpodlažný podpivničený objekt z 80. rokov 19. storočia bol do roku 1926 zastrešený otočnou kuželovitou strechou s veterným kolesom, neskôr nahradenou tehlovou kupolou.

Na kopci Hrebeň (240 m n. m.) je kamenná rozhľadňa s výškou 17 metrov. Do jej múru zabudovali časovú schránku so správou pre budúce generácie. Obsahuje informácie o súčasnosti, pôvodný nákras rozhľadne a rúško ako symbol pandémie.

Kruh z megalitov

Historicky vzácne Holíčske megality sú voľne prístupné v priestore pred bývalou hrnčiarskou manufaktúrou, neďaleko Holíčskeho zámku. Megalit je veľký neopracovaný alebo čiastočne upravený kamenný monolit

kultového, prípadne pohrebného charakteru pochádzajúci z obdobia praveku. Z väčšieho množstva blokov, ktoré objavili v roku 1988 pri výkopových prácach pod Kalváriou, sa zachovalo 22 kusov. Pochádzajú pravdepodobne z rondelu s priemerom 60 metrov datovaného do obdobia 5- až 2-tisíc rokov pred n. l.

Po prevoze z miesta nálezu ich usporiadali do kruhu v podobe slnečných hodín. Sú z pieskovca, pričom jeho pôvodná lokalita nie je známa. Viaceré sú opracované a sú na nich vyryté rôzne symboly. Nižšie a širšie bloky pravdepodobne symbolizujú ženské bytosti a vyššie a štíhle mužské. Najväčší stĺpový megalit v strede kruhu s výškou štyri metre má tvar na konci zrezaného mesačička z pomaranča. Časť sa nachádza pod zemou. Zdobia ho mytologické symboly, napríklad čakan, kladivo alebo sekera.



Pohľad dovnútra bradla, Podbranč



Holíč, najväčší megalit



Veterný mlyn pri Holíči



Rozhľadňa na vrchu Hrebeň



Podbranč

Myjavská pahorkatina (Brančské bradlá)

Kopaničiarska obec Podbranč sa prvýkrát spomína ako Berencz v roku 1394 a jej časť Podzámok ako Podharath. V súčasnosti ju tvorí 37 osád, väčších usadlostí a samôt rozptýlených po celom katastrálnom území. Na nápadne vystupujúcom bradlovom tvrdoši (475 m n. m.) je zrúcanina hradu Branč. Postavil ho magister Aba z Hlohovca v druhej polovici 13. storočia. Medzi jeho majiteľov patrili Matúš Čák Trenčiansky a Matej Korvín. V 16. storočí sa stal majetkom Františka Náriho (Nyáryho) a jeho potomkov, ktorí ho v 18. storočí opustili a presťahovali sa do kaštiela v Sobotišti.

Hrad je súčasťou historického Náučného chodníka Starý hrad – Branč. Výhľad z vonkajších hradieb na celé Záhorie, Myjavskú pahorkatinu, Malé Karpaty a Biele Karpaty je jedným z najkrajších u nás.

Vnútro bradla

Pri Podbranči sa začína bradlové pásmo, ktoré tam dosahuje najmenšiu šírku, približne 1 km. Brančské bradlá sa ako prvé na území Slovenska vynárajú z mladotretiohornej výplne Viedenskej kotliny. Charakteristický bradlový reliéf s tvrdošovými vyvýšeninami a menšími vápencovými skalkami výrazne spestruje krajinu Myjavskej pahorkatiny.

Nahliadnuť dovnútra bradla možno v kameňolome založenom v Šibeničnom vrchu. Horniny sú tam takmer kolmo vztýčené a majú prevrátený vrstevný sled. Spodnej kriede patria šedé slienité vápence s belemnitmi a amonitmi vrátane ich viečok – aptychov, ktorými si uzatvárali ústia obývacej komory. Nad nimi sú vrstvy rôznych jurských hornín, napríklad krinoidových a hluznatých vápencov oddelených slieňmi, slieňovcami a ilovcami. Bradlové pásmo je tam v kontakte s neogénnymi vápnitými pieskovecami a zlepenkami obsahujúcimi zvyšky ustríc, ulitníkov a stopy po ich vŕtavej činnosti, čím sa chránili pred morskými vlnami.

Hradište pod Vrátnom

Myjavská pahorkatina, Malé Karpaty (Brezovské Karpaty)

Hradište pod Vrátnom je obec v malebnej doline Brezovského potoka, ktorý využíva tektonicky poklesnutú depresiu na kontakte

Myjavskej pahorkatiny a Brezovských Karpát. Už od praveku slúžila ako dôležitá komunikačná tepna smerom k Brezovskému priesmyku, ktorým sa dalo prejsť zo Záhoria cez Malé Karpaty na Považie. Ako Haradicha sa obec spomína v roku 1262. Uhlíky zakonzervované v travertíne pri ceste do Brezovej pod Bradlom dokazujú paleolitické osídlenie. Najznámejšími majiteľmi boli Erdődyovci a Pálffyovci. Kostol sv. Martina z roku 1631 výrazne poškodilo silné zemetrasenie v roku 1906, ktoré malo epicentrum pri Dobrej Vode. Obec je známa výšivkárstvom a paličkovaním bielych čipiek, v súčasnosti najmä dychovou hudbou Hradištanka.

Odlahlíky

Odlahlík je relatívne izolovaný výbežok hornín oddelených od pohoria vodným tokom. V Hradišti pod Vrátnom je na ľavej strane cesty smerom na Brezovú pod Bradlom päť líniovitě usporiadaných odlahlíkov. Od pohoria ich oddelil Brezovský potok. Sú z dolomitu vrchného triasu, ktorý je tam rozpadnutý na dolomitový štrk, piesok až múčku. Ako *čiapky* ich pokrývajú karbonátové brekcie, zlepenca a pieskovce mladších tretohôr. Zalesnené vršky sa tiahnu severojužným smerom v dĺžke 2,6 km a maximálnej šírke 500 m. Od najnižšieho odlahlíka na juhu ich výška stúpa na 315 m n. m. Od seba ich oddeľujú menšie dolinky západovýchodného smeru. Z troch strán majú strmé svahy. Najväčší odlahlík, v ktorom je funkčný kameňolom, má dĺžku 900 a šírku 350 m.

Dolina Brezovského potoka má epigenetický charakter. Epigenéza je jav, pri ktorom vodný tok využívajúci zlomovú líniu najskôr tiekol v mladších horninách a postupne sa prerezal do starších hornín v podloží. Epigenéza tam však nedospela do záverečnej fázy, pretože mladotretiohorné horniny vzhľadom na vyššiu odolnosť neboli celkom odstránené a odlahlíky nie sú ešte úplne izolované.

Plavecký Mikuláš

Malé Karpaty (Pezinské Karpaty – Bukovská brázda)

Plavecký Mikuláš je obec v Bukovskej brázde, pozdĺžnej znížene s dĺžkou približne 18 km na kontakte Malých Karpát s Borskou nížinou. Počas 11. a 12. storočia ju obývali Plavci (Polovci), ktorí sa tam usadili po mongolskom vpáde na základe pozvania Bela IV., aby chránili západnú



hranicu Uhorska. Prvýkrát sa spomína v roku 1394, keď Plavecké panstvo získal od kráľa Stibor zo Stiboríc za zásluhy vo vojne proti Turkom.

Dominantou obce je neskororenesančný jednoloďový Kostol sv. Mikuláša zo 17. storočia. V krasovej kaňonovitej Mokrej doline patriacej do Plaveckého krasu sú jaskyne Tmavá skala a Deravá skala. Tmavá skala je výnimočná najmä nálezmi kostrových pozostatkov jaskynného medveďa (*Ursus spelaeus*).

Deravá skala

Deravá skala na ľavom svahu Mokrej doliny je fluviokrasová jaskyňa. Jej priestory sa vytvorili v starších štvrtohorách vodným tokom v puklinách vápencov stredného triasu, rozpúšťaním vápenca zrážkovou vodou s obsahom CO₂ a mrazovým zvetrávaním. Okrem impozantného portálu je zaujímavá archeologicky aj paleontologicky. Z paleolitu sú to hroty z mamutieho kla, nože z jaspisu a pazúrika, z neolitu fragmenty keramiky, kostené šidlá, nože a brúsené kamenné sekery. Našli sa tam tiež kosti stavovcov a detská stolička *Homo sapiens*. Jaskyňa patrí do národnej prírodnej rezervácie Kršlenica.

V nasledujúcom príspevku sa vrátíme do Bratislavy a jej okolia. Prejdeme sa časťou Devínskej brány, navštívime lom bývalej Štokeravskej vápenky, geoexpozíciu Dúbravského múzea a Hlbokú cestu v Starom meste.

Jaskyňa Deravá skala, foto Lucia Petrášová

Text a foto
**RNDr. MÁRIA
BIZUBOVÁ**

ROZHOVOR

Budúcnosť je v kukurici

Devätnásťročný Adam Kovalčík sa venuje vývoju novej metódy, ktorá by mohla nájsť uplatnenie pri výrobe rôznych liečiv vrátane antivirov. Za svoj výskum získal hlavnú cenu v prestížnej projektovej súťaži stredoškolákov Regeneron ISEF 2025 v USA, kam postúpil z domáceho Festivalu vedy a techniky AMAVET. Rozprávali sme sa s ním o jeho výskume aj úspechoch.



Adam Kovalčík

je mladý vedec, aktuálne vysokoškolák, ktorý sa už viac ako tri roky venuje výskumu v oblasti zelenej chémie. Svoje výskumy zakladá na prírodných materiáloch a pohybuje sa v mnohých oblastiach od parfumérie, katalýzy až po farmakochémiu. Svoj voľný čas rád trávi v prírode a so svojimi priateľmi a rodinou.

Doteraz sa mi podarilo použitím kukurice a iných poľnohospodárskych materiálov vyvinúť viac ako 60 nových štruktúr látok, ktoré majú potenciál na použitie v parfumérii.

Čo vás priviedlo k vede?

Povedal by som, že to bola moja zvedavosť. Už v ranom detstve som sa zaujímal, prečo a ako veci fungujú. Bol som fascinovaný vedeckými a technickými reláciami v televízii a, samozrejme, nesmiem zabudnúť na vplyv prostredia, v ktorom som vyrastal. S babkou som odmala varil a vypikal a nakoniec som sa dostal z kuchyne až do laboratória. Taktiež sme obrábali veľkú záhradu a tam sa prejavil môj záujem o botaniku.

Čo pre vás znamená chémia a prečo je podľa vás užitočná?

Chémia je pre mňa všetkým. Nebyť Haberovho-Boschovho procesu, ktorým sa vyrábajú umelé hnojivá, veľká časť z nás by tu dnes nebola, keďže by sme nevládali nakŕmiť takú veľkú populáciu bez hnojív. Takmer za každým z našich každodenných produktov existuje zaujímavá chémia a to je to, čo ma na nej fascinuje.

Ako ste si vybrali svoj výskumný cieľ vyvinúť novú metódu možnej výroby liečiv z kukurice?

Vždy som veril v potenciál furfuralu, teda látky, ktorá sa vyrába z kukuričného odpadu, ako začiatočného materiálu v syntéze komplexných molekúl. Pekným príkladom je napríklad liečivo AZD8154. V predchádzajúcich výskumoch som robil zväčša jednoduchú chémiu, preto som si aj ja chcel

dať výzvu a vyvinúť nový postup prípravy farmaceuticky zaujímavých liečivových prekurzorov z kukurice.

Prečo práve z kukurice?

Moderné chemické metódy nám s furfuralom umožňujú robiť zaujímavú chémiu a jeho nízka cena je obrovským motivátorom, aby sme ju aj robili.

V predchádzajúcom výskume sa vám podarilo z kukuričného odpadu pripraviť parfumy. Môžete nám priblížiť tento projekt?

Tento projekt je mojou hlavnou výskumnou líniou a je to problematika, ktorá ma veľmi zaujíma. Riešim v ňom problém používania neekologických a niekedy aj toxických petrochemikálií, ktoré tvoria viac ako 90 % syntetických vonných látok používaných v kozmetike. Doteraz sa mi podarilo použitím kukurice a iných poľnohospodárskych materiálov vyvinúť viac ako 60 úplne nových štruktúr látok, ktoré majú potenciál na využitie v parfumérii.

Postup na súťaž Regeneron ISEF ste získali na minuloročnom Festivale vedy a techniky AMAVET, kde ste zvíťazili ako Vedecký talent SAV. Za čo AMAVET-u najviac vďačíte?

Asociácii pre mládež, vedu a techniku som vďačný za veľkú časť mojej



výskumnej kariéry. Je to organizácia plná ľudí, ktorí sú veľmi ochotní pracovať s mládežou a rozvíjať slovenskú vedu. Sú jedinou cestou, ako sa dostať na mnohé zahraničné súťaže, a umožňujú to všetkým žiakom bez ohľadu na nutnosť financovania. To je veľká pomoc, pretože napríklad študent ako ja by si sám nikdy nemohol dovoliť vycestovať do zahraničia na súťaž.

V čom sa líšila príprava vašej prezentácie na súťaž v USA od prípravy na domácu súťaž?

Takmer v ničom. Prezentoval som úplne rovnako ako u nás doma. Treba však podotknúť, že samotná príprava na súťaž trvala výrazne dlhšie ako iné. Prípravou našich projektov sme strávili viac ako sedem mesiacov.

Ako prebiehala samotná súťaž?

Hlavným bodom súťaže boli 15-minútové prezentácie pri našich posteroch, keď sme odborníkom z našej oblasti vysvetľovali náš projekt.

Na čo využijete získanú peňažnú odmenu?

Peňažnú výhru plánujem použiť hlavne na rozvoj svojho výskumu,

študijné náklady a náklady na účasť na konferenciách.

Čo ďalšie ste si zo súťaže odniesli?

Ťažko to zhrnúť v jednej odpovedi, no táto súťaž mi otvorila oči a naučil som sa mnoho o všetkých aspektoch medzinárodnej vedy.

Okrem hlavnej ceny George D. Yancopoulos Innovator Award ste vo svojej kategórii Chémia vyhrali aj špeciálne ceny: 2. miesto American Chemical Society a 1. miesto The Drug, Chemical & Associated Technologies Association. Čo je podľa vás kľúčom k úspechu?

Kľúčom je dlhodobá práca a stanovenie jasného cieľa. Taktiež musí človek svoj projekt vedieť predat. Téma by mala byť taká, aby zaujala nielen odborníkov, ale aj laickú verejnosť.

Čím sa pri práci inšpirujete?

Mojou inšpiráciou sú vždy bez pochýb príroda a historicky používané techniky a materiály, na ktoré sa v súčasnosti už trochu pozabudlo.



Regeneron ISEF

Medzinárodný vedecký a technický veľtrh Regeneron (Regeneron ISEF) je najväčšia svetová predvysokoškolská vedecká a inžinierska súťaž. Do 75. ročníka súťaže, ktorý sa konal 10. až 16. mája 2025 v meste Columbus v americkom štáte Ohio, sa zapojilo takmer 1 700 mladých vedcov z viac než 60 krajín sveta.

Cena George D. Yancopoulos Innovator Award v hodnote 100-tisíc dolárov je pomenovaná na počesť vývojára liekov a spoluzakladateľa, prezidenta a hlavného vedeckého pracovníka spoločnosti Regeneron.

Ktoré vedecké objavy považujete za najinovatívnejšie?

Odpoveď na túto otázku je veľmi ťažká, keďže každý objav staval na základoch tých predchádzajúcich. S mojím výskumom súvisí napríklad vyšľachtenie kukurice z rastliny teosinta, ktoré robili starovekí obyvatelia Ameriky v priebehu stoviek rokov.

Kukurica tvorí približne 12 % celosvetovej produkcie primárnych plodín a naše každodenné životy od nej priamo závisia.

Celoštátne finále súťaže Festival vedy a techniky AMAVET 2025 sa uskutoční 10. až 11. novembra v priestoroch Zimnej jazdiarne Bratislavského hradu. Na verejnom podujatí stretnete desiatky žiakov základných a stredných škôl, ktorí sa vo svojom voľnom čase venovali tvorbe vedeckého projektu a postúpili z krajských kôl súťaže do Bratislavy. Tí najlepší budú mať šancu reprezentovať Slovensko na medzinárodných súťažiach v roku 2026, ako sú Regeneron ISEF v USA, európska súťaž EUCYS, Genius Olympiad a ďalšie významné prehliadky. Viac informácií nájdete na www.festivalvedy.sk.



Foto istockphoto.com/
tortoon



Foto istockphoto.com/
IKvyatkovskaya



Foto EUCYS 2024

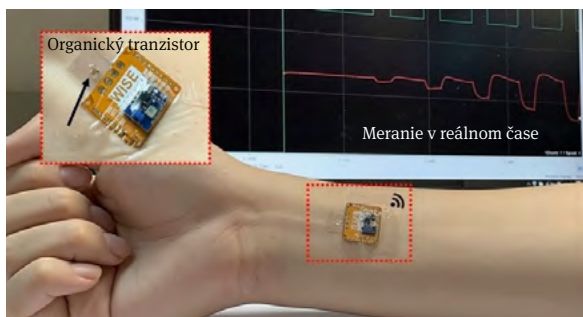


Foto AMAVET 2023

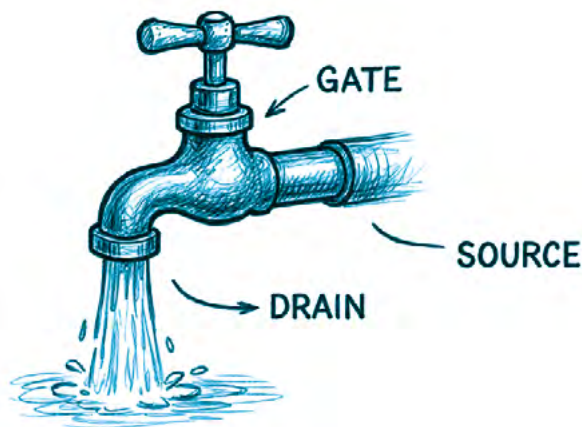
**REDAKČNÝ
ČLÁNOK**

Organické tranzistory v medicíne

Predstavte si, že by sme dokázali odhaliť rôzne ochorenia ešte predtým, ako sa objavia prvé príznaky. Alebo že by nás prenosné senzory prepojené so smartfónom upozornili na podozrivý výskyt biomarkerov súvisiacich s rakovinou v našom tele skôr, ako by ich stihol diagnostikovať lekár. Znie to trochu ako scenár zo sci-fi filmu. V blízkej budúcnosti však možno bude mať naozaj každý človek prístup k presnej a rýchlej diagnostike kedykoľvek a kdekoľvek.



Opätovne vytlačené s povolením od Tian a kol. Anal. Chem. 2022, 94, 6156–6162. Autorské práva 2022 Americká chemická spoločnosť



Medicína je už roky pevne prepojená s elektronikou. Kardiostimulátory, EKG zariadenia, patientske monitory či MRI zariadenia. To všetko pomáha lekárom k lepšej zdravotnej starostlivosti o nás. Moderné technológie však dokážu ešte oveľa viac. Vedia preniknúť až do molekulárneho sveta, kde dokážu zachytávať biologické signály v reálnom čase.

Ak v súčasnosti potrebujeme zdravotný test, musíme ísť k lekárovi, čakať na termín a po vyšetrení znova čakať na výsledky. Pýtate sa, prečo sa to nedá spraviť rýchlejšie a jednoduchšie? Problém je v tom, že väčšina testov potrebuje drahé laboratórium so špecializovanými prístrojmi na diagnostiku.

A tu prichádza na scénu biomonitoring zdravia s využitím organickej elektroniky. V tomto článku sa detailnejšie pozrieme na to, čo je organická elektronika, ako fungujú organické tranzistory, prečo sú vhodné na detekciu biomarkerov a aký potenciál skrýva ich využitie v budúcnosti – od laboratórií až po prenosné diagnostické zariadenia.

Biomonitoring zdravia

Biomonitorovanie je skúmanie zloženia rôznych biologických vzoriek, napríklad krvi, slín alebo moču. Vďaka takémuto rozboru dokážu lekári zistiť, čo sa deje v našom tele, aké látky sa v ňom nachádzajú a či sú prítomné známky nejakého ochorenia. Štandardné vyšetrenia väčšinou reagujú na príznaky choroby, ktorá sa u pacientov prejaví. Moderný biomonitoring ide oveľa ďalej a hlbšie, až na molekulárnu úroveň. To znamená, že sa sústreďuje na konkrétne molekuly v našich biologických vzorkách, tzv. biomarkery, ktoré môžu včas varovať lekárov pred začínajúcimi ochoreniami, napríklad aj rakovinou. Keď hovoríme o biomarkeroch, ide najmä o bielkoviny, fragmenty DNA, RNA, protilátky, hormóny alebo antigény, ktoré sa niekedy objavujú v krvi, moči či slinách ešte skôr, než sa choroba naplno rozvinie.

Hľadanie ihly v kope sena

Využitím organickej elektroniky sa nám otvárajú úplne nové možnosti v oblasti diagnostiky rôznych ochorení. Tieto elektronické prvky sú vyrobené z uhlíkových molekúl podobne ako naše telá. Preto si naše telo s nimi rozumie a navzájom si neubližujú. Vďaka tejto priaznivej interakcii medzi organickými molekulami sa organická elektronika považuje za sľubnú technológiu pre bioelektroniku a biokompatibilnú elektroniku. Navyše sa z nej stáva výnimočný nástroj na detekciu chorôb.

Keby sme to chceli zjednodušiť, tak kľúčovým krokom pri detekcii akejkoľvek zmeny v ľudskom tele je schopnosť vedieť identifikovať malé množstvo určitých molekúl v roztoku, v ideálnych podmienkach až na úrovni jednotlivých molekúl. Vzhľadom na komplexnosť nášho tela je to ako povestné hľadanie ihly v kope sena.

Predstavte si, že by sme do vodnej nádrže Liptovská Mara nakvapkali pár kvapiek atramentu. Tradičné diagnostické metódy by tieto kvapky nemali šancu ani zaregistrovať, pretože predstavujú zanedbateľné množstvo v porovnaní s celým objemom nádrže. No v prípade jednomolekulovej detekcie dokážeme v ideálnych podmienkach nájsť a identifikovať každú jednu kvapku atramentu v pomyselných nádrži. Keď sa vrátíme od nádrže späť k molekulám a nášmu telu, potom molekulovou analýzou ľudských biologických vzoriek dokážeme odhaliť chorobu už v jej úplne počiatočnom štádiu. Dokonca aj keď sa v našom

tele objaví doslova len prvých niekoľko *zlých* molekúl. Včasné zachytenie veľkej časti chorôb je pritom pre ich následnú liečbu mimoriadne dôležité.

Ako kocky v stavebnici

Klasická elektronika, ako ju poznáme, funguje vo väčšine prípadov na základe kremíkových technológií, teda na využití anorganických látok. Kremík ako najpoužívanejší polovodičový materiál je v súčasnosti neodmysliteľnou súčasťou všetkých elektronických zariadení v mnohých aplikačných oblastiach. Jeho využitie pre aplikácie biomonitorovania je však veľmi limitované. Bežné kremíkové súčiastky síce excelujú v presnosti, rýchlosti a integrácii, bez úprav však nie sú vhodné, aby pracovali v priamej interakcii s vodným a zložitým chemickým prostredím biologického materiálu. Navyše proces výroby kremíkových súčiastok vyžaduje vysoké teploty (nad 1 000 °C) a vákuové prostredie, čo je nezlučiteľné s našimi biomolekulami.

Organické materiály sú na rozdiel od anorganických ako kocky v stavebnici a môžeme z nich vytvoriť takmer akúkoľvek elektronickú súčiastku. Táto technológia využíva špeciálne plasty alebo malé molekuly, ktoré dokážu viesť elektrický prúd podobne ako kremík. Všetko sú to teda syntetické materiály pripravené v laboratóriu, z ktorých je možné vytvoriť elektronické prvky. Ich výroba je lacná, pretože môžeme využívať technológie, ako je napríklad aj atramentová tlač.

Organické materiály navyše splňajú nevyhnutné podmienky na biomonitorovanie: majú vysokú citlivosť, schopnosť rozlišovať medzi jednotlivými typmi molekúl a sú priateľské k ľudskému telu. Ďalšou veľkou výhodou organických materiálov je ich flexibilita. Organické senzory môžu byť ohybné, pružné, dokonca aj priehľadné. To otvára úplne nové možnosti. Môžeme tak vytvoriť senzory v náplastach, náramkoch alebo aj v tričku.

Organický tranzistor

Organický tranzistor si môžeme predstaviť ako zložitejší prepínač. Má tri časti: *source*, *drain* a *gate*. Keď sa na elektródu *gate* pripojí elektrické napätie, ovplyvní to tok elektrického prúdu medzi elektródou *source*

a elektródou *drain* cez organický polovodič. Je ako vodovodná batéria, v ktorej elektróda *gate* je kohútik, ktorý ovplyvňuje, koľko elektrického prúdu preteká kanálom.

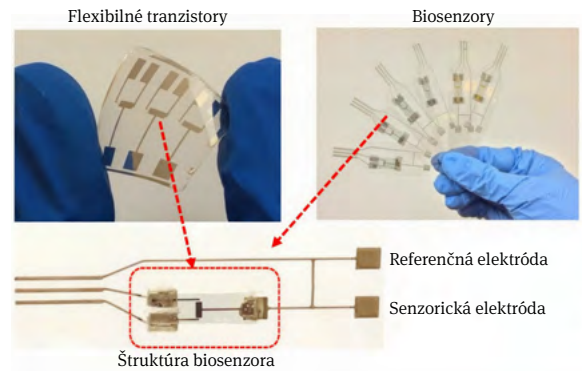
Organické materiály pritom dokážu nielen viesť elektrický prúd, ale aj poskytnúť ideálne prostredie na uchytenie iných biomolekúl. Ide najmä o DNA alebo RNA aptaméry, ktoré vedú rozoznať konkrétne biomarkery – proteíny, antigény alebo fragmenty DNA súvisiace s konkrétnym ochorením.

Keď sa na kohútiku zachytia molekuly z našej krvi alebo slín, zmení sa tok elektrického prúdu. Túto zmenu dokážeme zmerať a zistiť tak, aké molekuly sa tam nachádzajú. Na rozdiel od mechanickej vodovodnej batérie však elektronický tranzistor dokáže reagovať na zmeny tisíckrát rýchlejšie a tisíckrát citlivejšie. Najväčšou výhodou organických tranzistorov v porovnaní s bežným aktuálne používaným elektronickým sensorom je zosilnenie meraného signálu. Pri použití bežných elektronických sensorov musíme signál dodatočne zosilňovať, a to znamená viac šumu a chýb. Naopak organické tranzistory sa správajú, ako keby sme mali v jednej súčiastke senzor aj zosilňovač.

Praktické využitie

Veľmi zaujímavé sú rôzne typy medicínskych aplikácií organických tranzistorov, ktoré boli v posledných rokoch testované viacerými výskumnými skupinami po celom svete. Organické tranzistory využili pri vývoji senzorov glukózy, ktoré by mohli diabetikom sledovať hladinu glukózy bez pravidelného pichania ihly do prsta. Experimentálne už takéto prototypy dokázali vyhodnocovať glukózu z potu alebo slín, no ich presnosť a spoľahlivosť sa, samozrejme, musí ďalej overovať.

Ďalšou fascinujúcou aplikáciou organických tranzistorov, ktorá má pre budúcnosť medicíny veľký potenciál, je detekcia rakovinových markerov, a tým aj včasná diagnostika rakoviny. Vedci už dokázali odhaliť markery spojené s rakovinou prostaty, prsníka a pľúc v oveľa nižších koncentráciách molekúl, ako je požadovaný limit súčasne používaných metód. Organické tranzistory vedú identifikovať zvýšené markery v priebehu sekúnd, zatiaľ čo na výsledky tradičných laboratórnych testov sa čaká hodiny alebo dni.



Osobný strážca zdravia

Viac ako pol miliardy ľudí na svete nosí inteligentné hodinky alebo náramky, pričom až 90 % z nich ich využíva na sledovanie svojho zdravia a kondície. Už teraz vám dokážu zmerať EKG, fibriláciu predsiení, oxysličenie krvi, kvalitu spánku a množstvo ďalších dôležitých hodnôt. V budúcnosti by organické senzory mohli byť integrované práve do takýchto náramkov alebo hodínok. Tým by sa ešte zvýšili možnosti sledovania rôznych typov zdravotných parametrov počas celého dňa. Zlepšenie kvality zdravia a zvýšenie priemernej dĺžky života sú pritom najvyššou prioritou ľudskej spoločnosti. Vďaka organickým tranzistorom už možno čoskoro nebudú medicínske technológie len nástrojom špecializovaných lekárov, ale aj naším osobným strážcom zdravia, ktorého budeme nosiť priamo na našom tele.

Prevzaté z Tang a kol. npj Flex Electron, 6, 18 (2022).

Práca s organickými tranzistorami v laboratóriu

Tento výskum sa realizuje vďaka podpore financovanej EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09103-03-V04-00178.

Organické tranzistory sa už testovali aj na detekciu vírusov, podobne ako už známe PCR testy na covid-19, ešte však neboli certifikované na komerčné využitie. V blízkej budúcnosti môžu ponúknuť výhodu rýchlejšieho, lacnejšieho a jednoduchšieho použitia, opäť bez nutnosti využitia špecializovaných laboratórií.

**MICHAL MIČJAN,
MARTIN WEIS**
Ústav elektroniky
a fotoniky
FEI STU v Bratislave

ASTRONÓMIA

Vzácnny biely trpaslík

Astronómovia objavili kozmickú vzácnosť – veľmi hmotného bieleho trpaslíka, ktorý vznikol ako výsledok splynutia menšieho bieleho trpaslíka s ďalšou hviezdou a nie ako výsledok vývoja jednej hmotnejšej hviezdy.

Ilustrácia ukazuje bieleho trpaslíka splyvajúceho s červenou obrou hviezdou. Ako sa biely trpaslík ponára do vonkajšej atmosféry hviezdy, vzniká rázová vlna. Prechod bieleho trpaslíka vnútro obrej hviezdy strháva jeho vonkajšie vrstvy atmosféry, pričom sa odhaľuje vnútorné uhlíkové jadro, ilustrácia NASA, ESA, STScI, Ralf Crawford (STScI).

Objav uskutočnený vďaka ultrafialovým pozorovaniam Hubblovho kozmického ďalekohľadu (HST) poukazuje na to, že tieto vzácne hviezdy môžu byť vo vesmíre oveľa rozšírenejšie, než si odborníci mysleli.

UV identifikácia

Biely trpaslík je veľmi hustý objekt s priemerom podobným Zemi a predstavuje záverečné štádium hviezd, ktoré nie sú dosť hmotné na to, aby explodovali ako tzv. supernovy s kolapsom jadra, teda supernovy typu II. Aj naše Slnko sa stane bielym trpaslíkom za približne päť miliárd rokov. Teoreticky môže mať biely trpaslík hmotnosť do 1,4 hmotnosti Slnka, ale biele trpaslíky s hmotnosťou väčšou ako Slnko sú vzácne. Tieto objekty, ktoré astronómovia nazývajú ultrahmotné biele trpaslíky, môžu vzniknúť z jednej hmotnej hviezdy alebo splynutím bieleho trpaslíka s ďalšou hviezdou v dvojhviezdnom systéme.

Vedcom sa teraz podarilo po prvý raz identifikovať takýto objekt pomocou ultrafialového spektra. *Tento objekt sa nám javil ako obyčajný biely trpaslík, ale ultrafialové pozorovania odhalili, že mal veľmi odlišnú históriu od toho, čo sme si mysleli*, uviedol hlavný výskumník Hubblovho programu Boris Gaensicke z Warwickej univerzity vo Veľkej Británii. Pred touto

štúdiou objavili šesť produktov splynutia bielych trpaslíkov s hviezdami, ale pomocou spektrálnych čiar uhlíka vo vizuálnej oblasti. Všetky sú súčasťou väčšej skupiny, pri ktorej sa zistilo, že sú modrejšie, než by to zodpovedalo ich hmotnosti a veku.

Uhlík v atmosfére

Astronómovia využili prístroj Cosmic Origins Spectrograph na HST na výskum bieleho trpaslíka označeného WD 0525+526. Je od nás vzdialený 128 svetelných rokov a jeho hmotnosť je 1,2 hmotnosti Slnka. Vo vizuálnej oblasti jeho spektrum pripomína spektrum typického bieleho trpaslíka. No spektrum v ultrafialovej oblasti získané pomocou Hubblovho teleskopu ukázalo niečo nezvyčajné: dôkaz uhlíka v atmosfére.

Bežné biele trpaslíky majú atmosféry zložené výhradne z vodíka a hélia, pretože hrubá atmosféra zabraňuje ťažším prvkom z jadra prejavíť sa v spektre bieleho trpaslíka. Keď sa objaví uhlík, môže to znamenať, že objekt vznikol inak než typický biely trpaslík sformovaný z jednej hviezdy – zrážkou a splynutím dvoch bielych trpaslíkov alebo bieleho trpaslíka a obyčajnej hviezdy. Kolízia môže spáliť atmosféru zrážajúcich sa hviezd a zanechať len skromnú vrstvu vodíka a hélia okolo novovzniknutého objektu, čo dovoľí

uhlíku *vyplávať* hore z jadra bieleho trpaslíka, kde môže byť potom detegovaný.

Teplejší a hmotnejší

WD 0525+526 sa vymyká aj vo svojej skupine. S teplotou temer 21 000 K a hmotnosťou 1,2 hmotnosti Slnka je teplejší a hmotnejší než iné biele trpaslíky sformované po splynutí dvoch hviezd. Pre chladnejšie biele trpaslíky môže konvekcia látky (prúdenie) vmiešavať uhlík do ich tenkej atmosféry. WD 0525+526 je však na to príliš horúci. Podľa vedcov sa tam odohráva jemnejší proces nazývaný semikonvekcia, ktorý vynáša do atmosféry iba malé množstvo uhlíka (až 100 000-krát menej ako majú ostatné známe biele trpaslíky vzniknuté splynutím dvoch hviezd).

Keďže pôvod WD 0525+526 zistili len pri jedinom pohľade na jeho ultrafialové spektrum, je pravdepodobné, že aj iné *normálne* biele trpaslíky sú v skutočnosti produktmi kozmických kolízií – a to je možnosť, ktorá ženie vedcov do ďalších výskumov. *Radi by sme pokračovali prehliadkou toho, ako sú zastúpené biele trpaslíky s obsahom uhlíka, a koľko stelárnych objektov vytvorených splynutím sa skrýva medzi normálnymi bielymi trpaslíkmi*, dodal Antoine Bedrad z Warwickej univerzity.



RNDr. ZDENĚK
KOMÁREK

Astronomické kalendárium

Predposledný mesiac v roku je z hľadiska pravidelných astronomických udalostí väčšinou pokojný. Prevláda zväčša zamračené počasie a jasných nocí je ako šafranu.

Začiatkom novembra očakávajú meteorický roj Tauridy, ktorý má dve hlavné vetvy. V stredu 5. novembra nastane spln Mesiaca. Približne v polovici mesiaca vrcholí meteorický roj Leonidy a čakajú nás aj dve konjunkcie Mesiaca a planét.

Tauridy s dvoma vetvami

Hoci meteorický roj Tauridy nie je príliš aktívny, je zaujímavý delením sa na dve vetvy – Severné a Južné Tauridy. Spôsobujú ich odlišné materské telesá. Pri Južných Tauridách je to krátko-periodická kométa 2P/Encke, ktorá sa vracia k Slnku raz za viac ako tri roky. Severné Tauridy má pravdepodobne na svedomí rozpadajúci sa asteroid 2004 TG10, ktorý sa považuje za veľký fragment Enckeho kométy.

Tauridy zvyknú produkovať aj jasnejšie meteory či bolidy, nazývané aj *Halloween fireballs*. Keďže ide o dve rozdielne materské telesá, udáva sa pri nich tzv. spoločné maximum meteorického roja, ktoré vychádza na noc splnu 5. novembra s očakávanou frekvenciou 5 až 10 meteorov za hodinu.

Leonidy v strede mesiaca

Druhým meteorickým rojom, ktorý je možné v novembri pozorovať, sú

Leonidy. Ide o každoročný meteorický roj, ktorý vrcholí v polovici novembra a je pomenovaný podľa súhvezdia Lev, kde sa nachádza ich radiant. Tento roj je tvorený prachom a úlomkami z kométy 55P/Tempel-Tuttle, ktorá ich pri každom obehu okolo Slnka (každých 33 rokov) zanecháva.

Prúd meteoroidov, ktorý spôsobuje meteorický roj, sa rozprestiera pozdĺž dráhy kométy Tempel-Tuttle, ale nemá všade rovnakú hustotu. Najhustejší je neďaleko kométy a kedykoľvek Zem prechádza zhrusteným oblakom častíc, pozorujeme tzv. meteorický dážď. Najpozuropodnejší bol takýto dážď Leoníd v novembri roku 1833, keď bolo pozorovaných viac ako 46-tisíc meteorov za jedinú hodinu. V roku 2025 pripadá maximum na noc zo 16. na 17. novembra.

Najväčší spln v roku

Názov *Bobří mesiac* pochádza zo starého farmárskeho almanachu a odkazuje na to, že v tomto období sa bobry v Severnej Amerike pripravujú na zimu. My sa však môžeme pripraviť na niečo, čo je často označované za *supermesiac* či *superspln*. Dajte si však na tieto zavádzajúce názvy pozor, pretože v skutočnosti nespôsobujú až takú senzáciu a nejde ani o skutočný astronomický termín.

● Slnko	1. 11. 2025	15. 11. 2025	30. 11. 2025
Východ	6:30	6:52	7:14
Západ	16:23	16:03	15:50

☾ Mesiac		
Spln	5. 11. 2025	14:19
Posledná štvrt'	12. 11. 2025	6:28
Nov	20. 11. 2025	7:47
Prvá štvrt'	28. 11. 2025	7:59

Supermesiac je ľudový pojem a zväčša označuje najväčší spln Mesiaca v roku, ktorý pripadá práve na 5. novembra. Vtedy sa Mesiac na svojej dráhe nachádza v tzv. perigeu či prízemí, v tomto prípade 356 832 km od Zeme. Na oblohe sa naozaj môže javiť o čosi väčší. Problém však je, že si to pri pohľade voľným okom príliš nevšimnete. Rozdiel vo veľkosti najväčšieho a najmenšieho splnu v roku predstavuje iba približne 15 %. Jeho svit však bude až o 30 % jasnejší, čo znamená, že sa v noci môžete vydať na nočnú turistiku a nebudete na nej potrebovať umelé svetlo.



Text a foto
TOMÁŠ SLOVINSKÝ
riaditeľ OZ
Astronómia pre
všetkých

Dve konjunkcie

Za zmienku stoja hneď dve konjunkcie – 10. novembra nastane konjunkcia Mesiaca a Jupitera a 29. novembra konjunkcia Mesiaca a Saturna.

Astronomické úkazy

NOVEMBER 2025



meteorické roje

Tauridy a Leonidy



spln Mesiaca

5. novembra



konjunkcia Mesiaca a Jupitera

10. novembra



konjunkcia Mesiaca a Saturna

29. novembra

Mliečne huby

Patria medzi naše známe a hojne rozšírené huby, nájdeme ich vo všetkých typoch lesa a často vo veľkom množstve. U nás rastie asi 120 druhov, no len niektoré z nich sú jedlé. Od ostatných húb ich rozoznáme pomerne ľahko – pri poranení alebo rozlomení plodnice roní biele, oranžové alebo vínovočervené *mlieko*. Oboznámte sa s rýdzikmi.



Foto istockphoto.com
/Björn Forenius

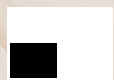
Rýdziky sú medzi hubármi obľúbenými a často zbieranými druhmi húb. Najčastejšie rastú v jesenných mesiacoch, niektoré druhy aj na jar a v lete. Ako rozoznáme jedlé druhy rýdzikov? Ich určenie je pomerne jednoduché a dá sa ľahko zistiť už na mieste zberu. Spravidla platí, že jedlé rýdziky po poranení roní oranžové alebo vínovočervené mlieko. Takéto druhy nachádzame najmä v ihličnatých

alebo zmiešaných lesoch, kde vždy rastú v okolí borovíc alebo smrekov. Rýdziky sú totiž mykorrhízne huby úzko naviazané na určité druhy dreív. Existujú však aj výnimky. Najznámejším jedlým druhom rýdzika, ktorému po poranení vyteká z dužiny biele mlieko, je rýdzik surovičkový.

Rýdzik smrekový

Medzi naše najznámejšie a najčastejšie zbierané rýdziky patrí rýdzik

smrekový (*Lactarius deterrimus*). Vyskytuje sa veľmi hojne v ihličnatých alebo zmiešaných lesoch, kde rastie výlučne len v okolí smrekov. Jeho plodnice sú najčastejšie svetlooranžové alebo hnedooranžové, niekedy so zelenkastým odtieňom. Po rozlomení plodnica roní oranžové mlieko, ktoré sa časom mení do oranžovočervena až vínovočervena. Rýdzik smrekový patrí medzi veľmi obľúbené a často zbierané druhy. Pre svoju nezameniteľnú chuť ho mnohí hubári vyhľadávajú.



Rýdzik smrekový





Rýdzik pravý, kravský a sosnový

Veľmi podobné sú aj ďalšie jedlé druhy rýdzikov. Najznámejší z nich je rýdzik pravý (*Lactarius deliciosus*). Najčastejšie ho nájdeme pod borovicami alebo borievkami, kde rastie jednotlivo alebo v skupinách na suchých alebo vlhkých pôdach. Niektorí neskúsení hubári si ho často zamieňajú s nejedlým rýdzikom kravským (*Lactarius torminosus*), na ktorý sa dosť podobá. Lahko ho však spoznáme najmä podľa toho, že tento druh rastie prevažne pod brezami a roní biele mlieko. Aj keď takáto zámena nie je nebezpečná, pre ostro pálivú chuť je rýdzik kravský nejedlý. Veľmi podobným druhom je aj rýdzik sosnový (*Lactarius pinicola*), ktorý sa vyskytuje na podobných biotopoch ako rýdzik pravý. Podľa posledných

Rýdziky nie sú vhodné na sušenie, pretože sušením strácajú svoju charakteristickú vôňu a chuť.

vedeckých výskumov sa však tento rýdzik už neuznáva ako samostatný druh, ale len ako varieta rýdzika pravého.

Rýdzik krvavý, hrdzavohnedý a oranžovokrvavý

Zaujímavým a pomerne vzácnym druhom je rýdzik krvavý (*Lactarius sanguifluus*). Vyskytuje sa najčastejšie na vápenatých pôdach, kde rastie pod borovicami. Spoznáme ho najmä podľa toho, že po poranení plodnice roní vínovočervené mlieko. Vzhľadovo podobným druhom je rýdzik hrdzavohnedý (*Lactarius quieticolor*), ktorý sa vyskytuje na kyslejších

a piesočnatých pôdach, kde rastie pod borovicami. Bežný hubár ho od predchádzajúceho druhu vie len ťažko odlišiť. Jeho mlieko je najprv oranžové, no po čase sa mení na vínovočervené. Podobným, no oveľa zriedkavejším druhom je rýdzik oranžovokrvavý (*Lactarius semisanguifluus*), ktorý len vzácné nájdeme v borovicových lesoch s vápencovým podkladom.

Z uvedeného prehľadu vyplýva, že všetky tieto druhy rýdzikov nájdeme iba v blízkosti ihličnatých stromov. Ich najbezpečnejším poznávacím znakom je skutočnosť, že po poranení dužiny roní oranžové alebo vínovočervené mlieko. Podľa toho ich vieme ľahko spoznať.



Rýdzik klamný sa vyskytuje najmä v starších dubových lesoch.



Nejedlý rýdzik sivozelený najčastejšie nájdeme v listnatých lesoch, kde rastie pod bukmí.



Rýdzik surovičkový



Rýdzik hrdzavohnedý



V ihličnatých lesoch, najmä v okolí smrekov, môžeme nájsť rýdzik gáľový.





Rýdzik krvavý



Rýdzik kravský

Rýdziky listnatých lesov

Mnoho druhov rýdzikov nájdeme aj v listnatých lesoch. Väčšina z nich je však nejedlá, pretože ich chuť je štiplavá alebo horká. No aj tu existujú výnimky. Jedným z najznámejších jedlých druhov rýdzikov, ktorý sa vyskytuje aj v listnatých lesoch, je rýdzik surovičkový (*Lactarius volemus*). Mnohí hubári ho často zbierajú a veľmi im chutí. V prírode ho nájdeme od júna do októbra. Rastie väčšinou jednotlivo pod bukmi, dubmi, hrabmi alebo osikami. Zriedkavo sa vyskytuje aj v ihličnatých lesoch, kde rastie pod smrekmi. Jeho dužina po poranení pomerne intenzívne roní biele mlieko. Chuť má sladkastú a ako jeden z mála druhov našich húb sa dá konzumovať aj v surovom stave. Veľmi chutný je vypražený na masle a posypaný rascou.

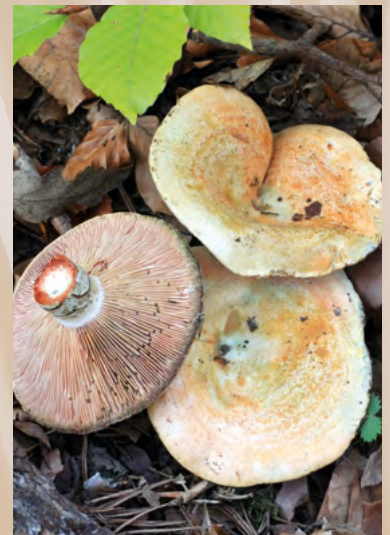
Medzi naše najznámejšie rýdziky listnatých lesov patrí aj rýdzik

korenistý (*Lactarius piperatus*), ľudovo nazývaný mlieč. Rastie veľmi hojne, často aj v skupinách, v listnatých alebo zmiešaných lesoch. Je to jeden z našich prvých rýdzikov v roku. Jeho plodnice sa začínajú objavovať už začiatkom leta a dorastajú do úctyhodných rozmerov. Priemer klobúka môžu mať až 16 cm. Rýdzik korenistý patrí medzi jedlé druhy húb, jeho chuť je však veľmi korenistá, čo nie každému vyhovuje. Niektorí hubári ho však s obľubou konzumujú.

Vzhľadovo podobný je aj rýdzik plstnatý (*Lactarius vellereus*), ktorý rastie najmä v okolí bukov a dubov. V listnatých lesoch rastie celý rad ďalších druhov rýdzikov, ale ako už bolo spomínané, takmer všetky patria medzi nejedlé druhy.

Kulinárske využitie

Rýdziky sú medzi hubármi veľmi obľúbené a vyhľadávané huby. Mimo-riadne obľúbené sú najmä rýdziky



Rýdzik plstnatý

Rýdzik pravý



smrekové a rýdziky sosnové, ktoré sa z jedlých druhov rýdzikov aj najčastejšie vyskytujú. Patria medzi typické jesenné druhy. Rastú od septembra do novembra, často vo veľkých množstvách. Oblúbené sú najmä pre jemne korenistú chuť a príjemnú vôňu. Mnohí ich zavárajú v sladkokyslom náleve a podávajú ako prílohu k hlavným jedlám. Veľmi vhodné sú aj do polievok alebo omáčok, najlepšie v zmesi

Rýdziky sú medzi hubármi veľmi obľúbené a vyhľadávané huby a patria medzi typické jesenné druhy.

s inými druhmi húb. Mnohí hubári z nich však vedia pripraviť rôzne chutné špeciality. Veľmi obľúbené sú aj rýdziky opečené na platni a posypané

rascou. Jedinou nevýhodou rýdzikov je skutočnosť, že nie sú vhodné na sušenie. Sušením totiž strácajú svoju charakteristickú vôňu a chuť. —



Rýdziky od ostatných druhov húb rozoznáme pomerne ľahko. Pri porovnaní alebo rozložení plodnice pomerne intenzívne roní biele, oranžové alebo vínovo-červené mlieko.



Hojným druhom dubových lesov je rýdzik dubový. Aj keď patrí medzi jedlé huby, pre jeho nepríjemnú vôňu a horkastú chuť ho len málokto konzumuje.



Rýdzik sosnový

Text a foto
**Ing. LUBOR
ČAČKO**



KVANTOVÝ SVET

Magica quantica polarica

Písal sa rok 1001. Husto snežilo a posádka drakaru váhala ako d'alej. Vikinský kráľ nechal priniesť slnečný kameň a určil smer plavby. Nevediac o tom, využil skrytý svet svetla – polarizáciu.

Zatiaľ sa nenašli priame dôkazy, že by Vikingovia naozaj používali pri navigácii slnečné kamene. Určite sa však zaslúžili o objavenie Islandu, na ktorom sa vyskytuje islandský kalcit – kryštál, ktorý nám umožnil objaviť svet polarizácie svetla. História sa začala v roku 1669 v Kodani, keď dánsky vedec a lekár Erasmus Bartholinus ako prvý popísal dvojlom svetla na islandskom kalcite – jav, pri ktorom sa dopadajúci lúč rozdeľuje. Dvojlom víťal v hlavách Isaaca Newtona aj Christiaana Huygensa a obaja si ho vysvetľovali po svojom. Ani jeden z nich však naozaj nehovoril o rôznych polarizáciách svetla.

Magica polarica

V roku 1808 si francúzsky fyzik Étienne-Louis Malus všimol, že pri pohľade cez kryštál islandského kalcitu sa intenzita svetla odrazeného od okien Luxemburského paláca v Paríži mení

v závislosti od jeho natočenia. Experimentovaním É.-L. Malus usúdil, že odrazené svetlo (od rôznych povrchov) môže byť vnútorne akosi usporiadané podľa určitého smeru, teda polarizované. Mal predstavu, že častice svetla sú ako magnetky, ktoré sa pri odraze zarovnajú do istého smeru. Začal hovoriť o polarizácii svetla a sformuloval Malusov zákon, ktorý hovorí o vzťahu medzi intenzitami dopadajúceho a prechádzajúceho svetla v závislosti od ich relatívnej polarizácie.

V súvislosti s Malusovým zákonom v súčasnosti namiesto islandského kryštálu používame polarizačné filtre (polarizátory) a svetlo popisujeme ako elektromagnetické vlnenie. V rámci tejto predstavy polarizácia vyjadruje spôsob kmitania elektromagnetického poľa, ktoré vždy kmitá v rovine kolmej na smer šírenia sa. Ak kmitá hore a dolu v jednom konkrétnom smere, tak hovoríme o lineárne polarizovanom svetle. Rozlišujeme napríklad horizontálnu

polarizáciu (H), keď kmitanie prebieha rovnobežne s horizontom. Ak je kmitanie na horizont kolmé, tak hovoríme o vertikálnej polarizácii (V). Kmitanie v smere presne medzi horizontálnym a vertikálnym označujeme ako diagonálne polarizované svetlo (D). A polarizáciu kolmú na tú diagonálnu nazývame antidiagonálna (A).

Cosinus quadratus

Malusov zákon nám hovorí, že vzájomným otáčaním dvoch polarizátorov vieme kontrolovať intenzitu prechádzajúceho svetla. Svetlo po prechode polarizátorom nezmení frekvenciu ani smer šírenia sa, ale jeho polarizácia získa orientáciu polarizátora. Polarizátor prepustí svetlo spolarizuje na *svoj obraz*, nech už bola jeho pôvodná polarizácia akákoľvek. Intenzita svetla prepusteného polarizátorom závisí od druhej mocniny kosínusu uhla medzi jeho pôvodnou polarizáciou a natočením polarizátora. Čím viac sa tento uhol približuje ku kolmému, tým menej svetla prejde. Natočením dvoch polarizátorov kolmo na seba prechodu svetla zabránime úplne.

Malusov zákon v kontexte vlnového popisu svetla nám umožňuje vypočítať intenzity svetla pri prechode cez polarizátory. Nás však zaujíma polarizácia v kontexte kvantovej fyziky, a teda na úrovni jednotlivých fotónov.

Polarica photonica

Fotón, najmenšie možné kvantum energie svetla, so sebou prináša elektromagnetické silové pôsobenie. Svetlo ním pôsobí na elektricky nabitú časticu, ktoré na svetlo reagujú ako na silu, ktorá ich rozhýbe a rozkmitá podľa toho, ako je fotón polarizovaný. Polarizačný filter je relatívne tenká fólia tvorená dlhými molekulami,



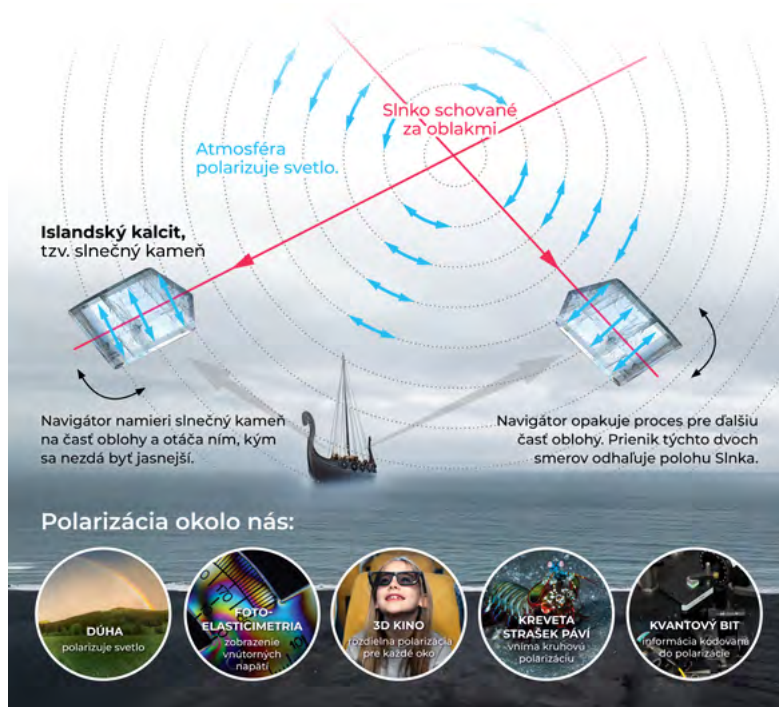
ALEXANDRA BUTAŠOVÁ

študentka
Gymnázia
Metodova,
Bratislava

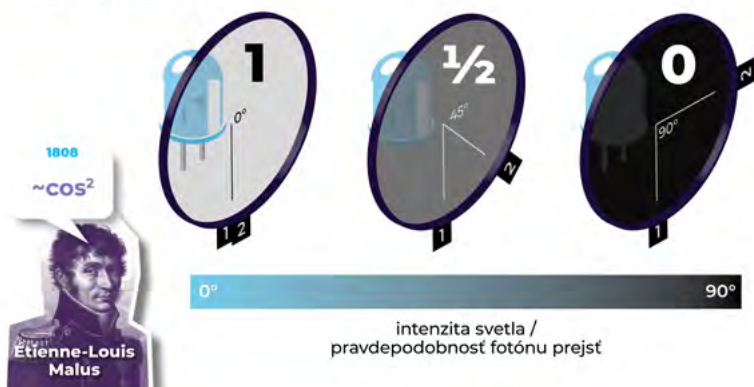


MÁRIO ZIMAN

Fyzikálny ústav
SAV, v. v. i.,
v Bratislave



Malusov zákon



polymérmi, usporiadanými do rovnobežných línií. Polyméry obmedzujú pohyb elektrónov do smeru pozdĺž molekuly. Ak je fotón pri dopade na filter polarizovaný v tomto smere, jeho elektrické pole rozkmitá elektróny v polyméri a fotón sa pohltí. Ak je však polarizácia kolmá, tak sa elektróny nerozkmitajú a fotón prejde ďalej bez prekážky.

Čo sa stane, ak je polarizácia fotónu napríklad diagonálna? Malusov zákon nám hovorí, že polovica energie fotónu prejde a druhá polovica bude pohltená. Fotón je však najmenším možným kvantom energie, a preto nemôže prejsť len *napoly*. Mohol by sa rozdeliť na dva fotóny s polovičnou energiou, ale to by znamenalo zmenu frekvencie a farby. Nič také nepozorujeme. Čo sa s fotónom v skutočnosti deje?

Transitus probabilitae

Odpoveď kvantovej fyziky je, že ide o náhodný proces, ktorého výsledok nevieme určiť, ale iba predpokladať v zmysle, že poznáme pravdepodobnosť toho, že fotón polarizátorom prejde. Táto pravdepodobnosť je kompatibilná s Malusovým zákonom, ktorý chápeme ako štatistický prejav kvantových vlastností jednotlivých fotónov tvoriacich svetlo. Intenzita svetla vyjadruje energiu, ktorú svetlo prenáša. Je súčtom energie jednotlivých fotónov, z ktorých každý nesie energiu podľa Planckovho vzťahu $E = h \cdot f$, kde h je Planckova konštanta a f je frekvencia fotónu. V prípade diagonálne polarizovaných fotónov má každý z nich polovičnú šancu, že polarizátorom prejde. V priemere teda polovica fotónov prejde, a tým sa aj intenzita svetla zníži na polovicu, čo je presne v súlade s Malusovým zákonom. Kým v optike opisuje Malusov zákon znižovanie intenzity lúča,

na úrovni jedného fotónu vyjadruje pravdepodobnosť jeho prechodu polarizátorom.

Photonica cryptica

Polarizácia fotónu je etalónovým príkladom najjednoduchšieho kvantového systému – kvantového bitu. Logické hodnoty nula a jedna sú zakódované do navzájom kolmých polarizácií, napríklad do horizontálnej a vertikálnej polarizácie. Navzájom kolmým dvojiciam polarizácie hovoríme bázy. Vertikálne orientovaný polarizátor je zariadenie, ktoré vyhodnocuje logické hodnoty zakódované do jednotlivých fotónov v báze H a V. Horizontálne polarizovaný fotón takýto polarizátor nikdy nepustí a zaznamená hodnotu 0, kdežto vertikálne polarizovaný fotón naopak vždy s istotou prejde a výsledkom je hodnota 1. Pre akokoľvek inak polarizovaný fotón nevieme prisúdiť nijakú logickú hodnotu a hovoríme o superpozícii hodnôt. Keby sme ju zisťovali, zistili by sme, že táto hodnota je náhodná.

Svätým grálom kryptografie je vytvorenie systému, ktorý by bezpečne vytvoril identickú náhodnosť na dvoch vzdialených miestach

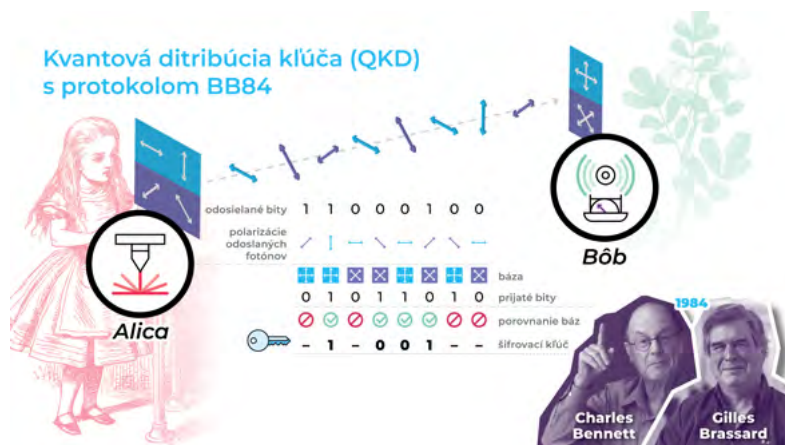
– šifrovací kľúč, ktorý umožní matematicky bezpečný prenos informácie. Vytvorenie takéhoto kľúča je však problém. Náhodnosť spojená so superpozíciou a kvantová neurčitost polarizácií fotónu ponúkajú vcelku jednoduché riešenie. Prvý protokol pre kvantovú distribúciu šifrovacieho kľúča (QKD) predstavili v roku 1984 Charles Bennett a Gilles Brassard. Tento protokol má označenie BB84 a existujú komerčne dostupné zariadenia, ktoré zabezpečia spojenie takýmto spôsobom.

Clavis quantica

V BB84 si účastníci komunikácie vytvoria spoločný šifrovací kľúč, teda postupnosť núl a jednotiek, ktorý následne využijú na bezpečné šifrovanie správ. Bitové hodnoty tohto kľúča sú reprezentované polarizáciami fotónov typu H, V, D, A – dvoch báz navzájom pootočených o 45°. Ak sa fotón zmeria v inej báze, než v akej bol pôvodne nastavený, jeho stav sa zmení a výsledok merania bude náhodný. To umožňuje odhaliť akékoľvek pokusy o odpočúvanie. Ak sa odpočúvateľ snaží zachytiť posielané fotóny a odmerať ich polarizáciu, pri meraní v nesprávnej báze sa polarizácia fotónu zmení. Účastníci komunikácie si tieto zmeny následne všimnú.

Kvantová kryptografia ponúka spôsob vytvárania šifrovacieho kľúča, ktorého bezpečnosť je založená na platnosti kvantových princípov namiesto predpokladanej výpočtovej zložitosti, ktorá garantuje bezpečnosť súčasnej kryptografie a je predmetom útoku kvantových počítačov. S ich rozvojom narastá význam kvantovo zabezpečenej komunikácie. Slovensko je aktívnou súčasťou európskej iniciatívy EuroQCI, ktorej cieľom je vytvoriť nosnú kvantovo zabezpečenú komunikačnú sieť v Európe.

Zdroje obrázkov
wikipédia,
Adobe Stock, AI



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



Hlasujte za najkrajšiu titulku magazínu Quark a hrajte o predplatné!

Prinášame vám kompletnú galériu vybraných 30 najkrajších tituliek z 30-ročnej histórie nášho magazínu Quark.

SÚŤAŽ

Quark oslavuje 30 rokov a vy môžete oslavovať s nami!

- ✓ Vyberte titulku, ktorá sa vám najviac páči, a ste automaticky v hre o jedno z 30 online predplatných na celý rok.
- 👉 Stačí pár klikov – navštívte našu stránku, zahlasujte, zanechajte nám email a máte šancu vyhrať.
- 📅 Hlasovať môžete do 16. novembra 2025.

Ďakujeme, že s nami tvoríte príbeh Quarku.

www.quark.sk



1/2025



8/2021



8/2020



5/2025



5/2021



11/2024



7/2024



5/2024



1/2018



11/2022



10/2016



2/2008



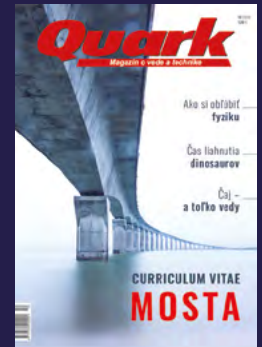
7/2017



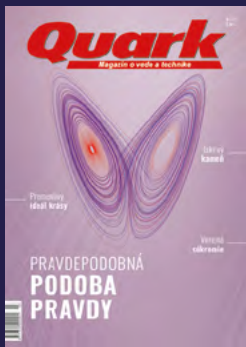
9/1995



10/2018



3/2025



1/2016



2/2023



1/2017



12/2017



6/2020



5/2018



2/2025



5/2023



3/2019



6/2022



9/2024



6/2019



10/1995



12/2024



CENTRUM VEDECKO-TECHNICKÝCH INFORMÁCIÍ SR

3Quark ROKOV

KLIMATICKÁ ZMENA

Efektívnejšie než lesy

Rašeliniská sa vyskytujú najmä na severe Európy, no našli by sme ich aj inde, a to aj na Slovensku. U nás však ide len o zvyšky, viac ako 90 % bolo zničených napríklad pri odvodňovaní na poľnohospodárske účely či pre ťažbu rašeliny. Aj to, čo sa zachovalo, je v mnohých prípadoch narušené zásahmi človeka.



Dva typy rašelinísk

Vrchoviská sú sýtené prevažne vodou z atmosférických zrážok, ktorá má len veľmi nízky obsah živín a minerálnych látok. V našej prírode predstavujú vzácne ostrovy severskej prírody, ktoré sú pripomienkou poslednej ľadovej doby. Vyznačujú sa niekoľko metrov hlbokou vrstvou rašeliny, vďaka ktorej sú vyvýšené nad okolitú krajinu. Vzniká tak extrémne prostredie odlišujúce sa od okolitej krajiny. Je pre ne typický členitý povrch s kopčekmi, zníženinami a jazierkami.

Slatiny sú sýtené podzemnou alebo povrchovou vodou s rôznym obsahom minerálnych látok, ktoré sú dôležitými živinami pre rastliny. Na živiny bohaté časti rašelinísk sú ideálnym prostredím pre rôzne druhy orchideí, jednou z najbežnejších je vstavačovec májový (*Dactylorhiza majalis*).

Zdroj Keď sa povie rašelinisko, Daphne – IAE

Inštitút aplikovanej ekológie Daphne s ďalšími partnermi minulý rok preto dokončili obnovu 11 takýchto lokalít. Projekt získal prestížnu envirocenu Atlas. Spolupracovali na ňom aj s Nórskej inštitútom pre výskum prírody a Magni Olsen Kyrkjeeideovou.

Od detských hier k vede

V Nórsku pokrývajú tieto biotopy 9 % územia. Kým mnohí Slováci rašelinisko v živote nevideli, pre Nórov je to niečo samozrejmé. Pre M. O. Kyrkjeeideovú boli kulisou detských hier. Jej rodina totiž kúpila chatu medzi dvomi veľkými rašeliniskami. Ako dieťa tam strávila veľa času. V zime bežkovali, v lete zbierali oranžové plody ostružiníka morušky (*Rubus chamaemorus*), prísadu do typického nórskeho vianočného dezertu.

V jazierku rovno pod chatou aj plávali. Rodičia nám dali záchranné

vesty, lebo sa tam nedalo postaviť na rašelininné dno, opisuje vedkyňa. Potom sa zasa vyšplhali na breh a na mäkkom povrchu skákali hore-dole.

Keď dospela, rašeliniská sa z kulisy pre jej detské hry stali stredbodom jej vedeckého bádania.

Zásobárne uhlíka

Čím ju fascinujú? Tamojšie rastliny a machy rašelinníky pri svojom raste využívajú oxid uhličitý – skleníkový plyn. Uhlík zabudujú do svojich tiel a kyslík uvoľňujú. Keď odumrú, ich rozklad prebieha veľmi pomaly. Tieto biotopy sú totiž nasýtené vodou a v pôde je veľmi málo kyslíka. Telá rastlín sa teda ukladajú pod zem a tvorí sa z nich rašelina. Objem pôdy neustále pomaly pribúda.

Na rašeliniskách prebieha aj anaeróbny rozklad, pri ktorom vzniká metán. No celkovo sú rašeliniská – pokiaľ sú zdravé a nenarušené – lapačmi uhlíka. Rast rastlín prevyšuje nad rozkladom, pohlcovanie oxidu



Rašelinisko
Trstinné lúky pri
Spišskej Belej, foto
Jozef Mačutek

V hrubých
vrstvách rašeliny
býva uložené
veľké množstvo
uhlíka. Snímka
pochádza
z Nórska, foto
Magni Olsen
Kyrkjeeide.

Tisovnica, foto Ivan
Šustr, CHKO Horná
Orava

Ochrana a obnova

Inštitút aplikovanej ekológie Daphne sa takmer 30 rokov venuje ochrane a obnove rašelinísk, v minulosti sme ich na Slovensku aj zmapovali. Zrevitalizovali sme niekoľko lokalít ako Belianske lúky pod Tatrami, Abrod na Záhorí, Kláštorské lúky vo Veľkej Fatre či rašelinisko Mútnianska Píla na Orave. Často sme spolupracovali so štátnymi ochranármi, ale aj s medzinárodnými výskumnými inštitúciami, napríklad s Univerzitou v Groningene. Naše skúsenosti, ako aj výsledky výskumu vo svete ukazujú, že pre záchranu týchto biotopov je v prvom rade kľúčové vrátiť tam vodu, aby sa mohol obnoviť proces tvorby rašeliny.

S postupujúcou zmenou klímy sa zároveň rašeliniskám venuje viac pozornosti, keďže zohrávajú úlohu v kolobehu vody a uhlíka. Aj preto sa nám spolu so Štátnou ochranou prírody a ďalšími partnermi podarilo získať grant z Programu SK-Klíma. Vytypovali sme 12 lokalít narušených rašelinísk, ktoré sa dajú ešte zachrániť, a zároveň bola šanca, že majetkovoprávne problémy nebudú brániť revitalizáciám rašelinísk. Vykonal sme obnovné opatrenia na 11 rašeliniskách, spolu ide o plochu 294 hektárov (na jednom sme predsa len nakoniec narazili na nesúhlas vlastníkov). Za tento projekt sme v roku 2025 získali envirocenu Atlas v kategórii Ochrana prírody Slovenska.



uhličitého je významnejšie než emisie metánu. Vzniká rovnováha, keď rašelinisko viaže uhlík z atmosféry a uskladňuje ho. Viac uhlíka ide do rašeliny, než ho z nej uniká, vysvetľuje vedkyňa.

Podľa nej dokonca niektoré štúdie ukazujú, že machy rašelinníky dobre spolupracujú s metanotrofnými organizmami, ktoré konzumujú metán. Pravdepodobne teda pomáhajú sťahovať metán a meniť ho na oxid uhličitý, ktorý rastliny vedia využiť.

Keď rašelinisko narušíme

Zásoby uhlíka v rašeliniskách sú podľa M. O. Kyrkjeideovej oveľa vyššie než zásoby uhlíka v lesoch. Všetok uhlík je totiž v prípade rašelinísk uložený pod zemou a časom sa zvyšuje. V lese máte väčší obrat, dosť veľa uhlíka sa stráca. Nenarušený les zároveň funguje ako sklad uhlíka, ale nie taký veľký ako rašelinisko. Veľká časť uhlíka totiž po odumretí stromov unikne späť do atmosféry. Rašelina síce pribúda v našich podmienkach len o 1 až 2 mm za rok, ale uhlík sa v nej kumuluje po tisícročia.

Ak sa rašelinisko odvodní alebo sa tam začne ťažba, situácia sa

dramaticky zmení. Do pôdy začne prenikať kyslík, začne sa rozklad a do atmosféry sa uvoľňuje oxid uhličitý. Vysušené rašeliniská tak prestávajú uhlík ukladať a, naopak, stávajú sa zdrojom emisií CO₂.

Pri pokusoch o obnovu sa môže v prvých rokoch objaviť zvýšené množstvo metánu, no z dlhodobého hľadiska sa funkcia ekosystému obnoví. Výskumy podľa M. O. Kyrkjeideovej ukazujú, že už po niekoľkých desaťročiach sa revitalizované plochy stávajú opäť čistými pohlcovačmi uhlíka.

Zachytávanie uhlíka nie je jedinou dôležitou úlohou rašelinísk v prírode. Ako výskumníčka vysvetľuje, zadržiavajú vodu v krajine, filtrujú ju a v niektorých častiach sveta sú dôležitým zdrojom pitnej vody. V čase zmeny klímy je to o dôvod navyše, aby sme sa nimi zaoberali. Sú tiež domovom vzácnych rastlín a živočíchov.

Slovenské bohatstvo

V ostatnom projekte záchranu rašelinísk Inštitútu aplikovanej ekológie Daphne bolo úlohou Nórskeho inštitútu pre výskum prírody okrem iného aj zmapovať zásoby uhlíka

Súťažná otázka

Ak nám do **30. novembra 2025** pošlete správnu odpoveď na otázku:

Ako sa nazývajú rašeliniská, ktoré majú aj niekoľko metrov hlbokú vrstvu rašeliny a sú vďaka nej vyvýšené nad okolitú krajinu?

zarádime vás do žrebovania o brožúrku *Keď sa povie rašelinisko* od Daphne – IAE.

Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: odpovednik@quark.sk alebo Quark, Lamačská cesta 8A, 811 04 Bratislava.

v 12 skúmaných lokalitách. Zistili, že sa rovnajú ročným emisiám takmer 44-tisíc Slovákov (za rok 2023).

Klinské rašelinisko a Tisovnica na Orave vyčnievali obrovským množstvom uskladneného uhlíka v absolútnych číslach, ako aj veľmi priaznivým pomerom množstva uhlíka na jednotku plochy. Preto sú také bohaté na rašelinu? Podľa vedkyne najmä preto, že sú tam vrchoviská. Vrchoviská sú zvyčajne najhlbším typom rašelinísk, hovorí výskumníčka a dodáva, že v prípade Tisovnice ukazuje výpočet minimum. Keďže ide o lesné rašelinisko, rastú tam aj stromy, ktoré do výpočtu zaradené neboli. Veľa uhlíka je tam uložené aj nad zemou v stromoch.

Vedkyňa zdôrazňuje, že ochrana slovenských rašelinísk je o to dôležitejšia, že sa nám z nich zachovali už len fragmenty. No práve na tieto zvyšky kedysi rozšírenejších rašelinísk sa viažu mnohé vzácne mokradové druhy. Zachovanie a obnova rašelinísk sú veľmi potrebné, ak chceme zabrániť vyhynutiu druhov, uzatvára.

Súčasťou revitalizácií bolo v mnohých prípadoch aj odstránenie náletových drevín či trstiny, foto Jozef Mačutek.

M. O. Kyrkjeideová pri odoberaní vzorky rašeliny na Belianskych lúkach pod Tatrami, foto Jozef Mačutek



PAVLA LÉNYIOVÁ
Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie

Rašeliniská ukladajú uhlík lepšie než lesy, veľa je ho v zemi pri Námestove či Oravskej Polhore, hovorí vedkyňa Magni Olsen Kyrkjeideová z Nórskeho inštitútu pre výskum prírody.

S nohou na plyne

Svet je vraj globálna dedina, lenže ľudia sa aj tak po väčšinu života presúvajú iba na krátke vzdialenosti. Každodenné banálne rozhodovanie sa, aký dopravný prostriedok použijeme, je tak rozhodovaním o našej celoživotnej uhlíkovej stope.

Rýchlosť nie je jediné kritérium dopravy. Na preplnených cestách a s nekonečnými letiskovými rituálmi silný motor aj tak často nezaváži. Motorová píla je nepochybne mocnejšie *rezadlo* ako nožik; málokto ju však bude odporúčať na krájanie mrkvy.

Studený motor v rannej zápche

V našich mestách už niekoľko rokov funguje *bikesharing* – spoločné využívanie bicyklov. V Bratislave je takto k dispozícii asi 850 bicyklov na desiatkach stanovišť. Novinka má aj svojich kritikov. Šoféri si sťažujú na nedisciplinovaných cyklistov, iných vyrušujú neupratané bicykle. Lenže kým v Bratislave pripadá jeden verejný bicykel približne na 700 ľudí, v Paríži je to 112 ľudí a v čínskom Chang-čou už v roku 2016 pripadal jeden verejný bicykel na 46 ľudí. O tom, že by v týchto a iných mestách, kde sú bicykle – verejné či

súkromné – v uliciach oveľa dominantnejšie ako u nás, kolabovala doprava, nie sú žiadne správy.

Žarty nabok. Podľa agentúry World Resources Institute (WRI) tvorí cestná doprava 12,2 % globálnych emisií skleníkových plynov. Jej nevýhody sa pri jazdách na krátke trate pritom ešte stupňujú. Studený motor spotrebuje až o 50 % viac paliva a mestské jazdy s častým brzdením a rozjazdmi zvyšujú spotrebu o ďalších 20 až 30 %. Aj preto produkuje doprava približne 9 miliárd ton CO₂ ročne, pričom tri štvrtiny patria práve cestnej doprave. Zbytočné krátke jazdy sú neekonomické a čistý vzduch si s toxickými exhalátmi obyčajne nepomýlia ani zarytí odporcovia vedeckého konsenzu o klimatickej zmene. Autá potrebujú mnoho miesta, vytvárajú hluk a zápchy, ktoré ďalej zvyšujú emisie.

Ekologická stopa

Ekologická stopa rôznych druhov dopravy sa vyjadruje v CO₂e

na osobu a kilometer (najčastejšie v gramoch). Malé *e* za vzorcom oxidu uhličitého znamená ekvivalent. Každé vozidlo vytvára inú zmes plynov a tie sa preratávajú na spoločnú jednotku podľa schopnosti zadržiavať teplo: napríklad metán CH₄ sa násobí koeficientom 28, pretože viaže 28-krát viac tepla ako CO₂. Pri letectve sa uplatňuje aj faktor kondenzačných sŕp a chemických reakcií vo veľkých výškach, pretože tie zvyšujú oteplovací účinok (multiplikátor ~1,9).

Údaje o emisiách sa delia počtom pasažierov a dĺžkou cesty. Výsledok ukazuje, koľko gramov CO₂e sa vyprodukuje, keď sa jeden cestujúci odvezie jeden kilometer. Údaj CO₂e na osobu a kilometer (pkm) potom umožňuje porovnávať autá s vlakmi či lietadlami na rovnakej trase. Čím vyššia je hodnota tohto ukazovateľa, tým viac skleníkových plynov daný druh dopravy vyprodukuje a má tým väčší environmentálny vplyv.

Pohľad do tabuľky

Chôdza a mikromobilita vytvárajú najnižšie emisie – od nuly po malé množstvá pri výrobe a údržbe bicyklov, ktoré sa spoločným využitím ďalej znižujú. Elektrifikácia automobilov znižuje ich emisie (zo 166 až na 79 g CO₂e/pkm), lenže aj výroba batérií je energeticky náročná a závisí od dodávateľských reťazcov.

Autobusy a vlaky dosahujú nízke emisie na osobu najmä svojou kapacitou. Dialkové autobusy emitujú 31 g CO₂e/pkm, kým vlaky majú podľa ourworldindata.org emisie približne 35 g CO₂e/pkm. Presné údaje závisia od podielu obnoviteľnej energie v palivovom mixe: napríklad

Foto
istockphoto.com/
maximkabb

Foto
istockphoto.com/
deberarr



v Nemecku podľa údajov nemeckej vládnej agentúry pre životné prostredie UBA bežné mestské vlaky emitujú asi 58 až 63 g CO₂e/pkm. Elektrické vlaky a rýchlovlaky však môžu vyprodukovať ešte 10-krát menej emisií. Trajekty a lode na krátkych vzdialenostiach premávajú menej často (aspoň v Európe), no UBA pri nich uvádza hodnotu 123 g CO₂e/pkm.

Lietaf krátko – lietaf draho

Z hľadiska emisií je na tom najhoršie letecká doprava na krátke vzdialenosti. Ani na dlhých trasách to nie je ideálne, no tam aspoň zaväzujú aspekt rýchlosti. Lietadlo spáli najviac paliva pri vzlete, stúpaní aj pristávaní a práve tieto fázy sú v pomere k celkovej vzdialenosti pri krátkych letoch väčšie. Podľa rôznych zdrojov môže pri krátkych letoch iba štart a stúpanie tvoriť viac než 25 až 30 % celkovej spotreby; pri veľmi dlhých letoch je to len 5 až 10 %.

Pri krátkych letoch lietadlo nedosiahne optimálnu výšku, kde je spotreba najnižšia. Okrem toho sú lietadlá často menej zaplnené, takže prepočet emisií na jedného pasažiera vyjde ešte horšie. Kým pre krátke lety (do 700 km) vychádza asi 251 g CO₂e na osobu a kilometer, pri dlhých letoch nad 3 700 km je to asi 195 g CO₂e/pkm. V praxi to znamená, že let z Viedne do Košíc (360 km) vyprodukuje podstatne viac CO₂e na osobu a kilometer než let z Londýna do New Yorku (5 600 km). Ak let Londýn – New York zanechá celkovo 986 kg CO₂e na osobu, let na šesťkrát menšiu vzdialenosť z Viedne do Osla vyprodukuje iba asi trikrát menej CO₂e.

Obrana a budúcnosť

Krátke lety sú jednoducho neefektívne a štáty sa bránia. Francúzsko pred niekoľkými rokmi zakázalo lety okrem prestupných tam, kde je vlakové spojenie do 2,5 hodiny jazdy – na trase Paríž – Lyon vyprodukuje vlak TGV približne 70- až 120-krát nižšie emisie na osobu a kilometer ako let. V Rakúsku sú lety okrem prestupných zakázané tam, kde je dostupná jazda vlakom do 3 h (napríklad Viedeň – Graz či Viedeň – Salzburg) a pre všetky lety do 350 km platia až dvojnásobné poplatky za pasažiera v porovnaní s dlhšími letmi. Vyššími poplatkami pri letoch do 500 km

Druh dopravy	Emisie CO ₂ e (g/pkm)	Poznámka
Chôdza	0 – 4	najnižšia uhlíková stopa
Bicykel	15 – 32	iba výroba a údržba
E-bicykel, e-kolobežka	26 – 46	
Autobus – diaľkový	31	obsadenosť 50 ľudí
Vlak – vnútroštátny	35	podľa obsadenosti
Metro/električka	58 – 63	vysoká kapacita
Auto – batériové	79	
Autobus – mestský elektrický	79	
Autobus – mestský dieselový	93	
Auto – plug-in hybrid	121	podľa podielu e-jazdy
Trajekty/lode	123	podľa typu lode a paliva
Auto – benzínové	≈166	
Krátke lety	238 – 250	

Podľa údajov Eurostat, UBA, UK Department of Business, Energy & International Strategy, Journal of Transport Geography, ourworldindata.org

sa bráni aj Belgicko a niektoré ďalšie krajiny.

Je pravda, že letecký priemysel podporuje vývoj a testovanie udržateľných leteckých palív a vodíkových technológií. Napríklad Airbus v súčasnosti navrhuje lietadlo so štyrmi 2 MW palivovými článkami, pričom podobný 1,2 MW systém otestoval už v roku 2023. Samotný výrobca však očakáva úspešné komerčné využitie takéhoto vodíkového lietadla až koncom budúceho desaťročia.

Technológie a zvyky

Elektromobilita pomáha, no nevyrieši všetko. Významný je nielen druh pohonu, ale aj organizácia: nie každý môže presadnúť na bicykel a hromadná doprava s prednostnými pruhmi v mestách dokáže za zlomok ceny prepraviť tisíce cestujúcich. Podľa WRI môžu autobusy a vlaky produkovať až o dve tretiny

menej emisií než autá. Mestá sa snažia obmedzovať počet áut pomocou parkovacej politiky, budujú pruhy pre hromadnú dopravu a elektrifikujú ju. V roku 2024 bolo na svete približne 780 000 elektrických autobusov, z toho väčšina v Číne; EÚ evidovala asi 17 000 ebusov. Železnice sú drahé na výstavbu, no veľmi lacné v prevádzke s nízkymi ekologickými vplyvmi.

Existuje množstvo fascinujúcich projektov (vodíkové vlaky, lietadlá...), veľa sa však dá zmeniť jednoduchou úpravou priorít a každodenných návykov. Vozíť sa niekoľko mestských blokov autom a letecké spojenie na 300 km považovať za pokrok nie je ekonomické, ani udržateľné, práve tak, ako štartovať motorovú pílu pre každú zeleninovú polievku. Aby sme sa nerútili do klimatického pekla s *nohou na plyne*, ako to nedávno zaznelo na pôde OSN, budeme aj tak musieť skôr či neskôr presadnúť.

REDAKČNÝ ČLÁNOK

Lietadlo Airbus ZEROe poháňané vodíkom, vizualizácia Airbus SAS



Foto Aurora

Autonómny bod zlomu

Po rokoch odkladov sa autonómne kamióny vracajú na cestu – bez vodiča. Spoločnosť Aurora začala komerčné jazdy medzi Dallasom a Houstonom a tvrdí, že ide o prvú bezpečnú prevádzku bezvodičskej kamiónovej prepravy na verejných cestách.

Iahače triedy 8 počas úvodných jžd prešli približne 1 931 kilometrov (1 200 míľ) bez človeka za volantom. Prvými zákazníkmi sú Uber Freight, nákladná platforma Uberu, a prepravca Hirschbach. Generálny riaditeľ Chris Urmson sedel pri premiérovej jazde na zadnom sedadle a hovorí o *životnej cti*.

Aurora plánuje do konca roku 2025 rozšíriť službu na El Paso a Phoenix. Vsádza na opatrný, konzervatívny nábeh, čo kontrastuje s ambicióznymi termínmi odvetvia spreď rokov. Vtedy narážali projekty na technické limity aj reguláciu a viaceré firmy – Embark, TuSimple či Locomotion – medzičasom zanikli alebo svoje plány zastavili. Zhoršená verejná mienka po prešlapoch iných značiek vyžaduje o to dôkladnejšie dokazovanie bezpečnosti. *Spoločnosť Aurora sme založili s cieľom bezpečne a rýchlo využívať výhody technológie autonómneho riadenia*, uviedol Ch. Urmson vo vyhlásení. *Teraz sme prvou spoločnosťou,*



ktorá úspešne a bezpečne prevádzkuje komerčnú autonómnú nákladnú dopravu na verejných komunikáciách.

Aurora vznikla v roku 2017 z veteránov Uberu, Tesly a Wayma. Pôvodne chcela plnú autonómiu zaviesť v roku 2024, napokon však termín posunula a ďalej ladila správanie sa vozidiel na povrchových komunikáciách a v zónach výstavby. V Texase s bezpečnostnými vodičmi absolvovala štyri roky kontrolných pilotných jžd: previezla pritom viac ako 10 000 zásielok na celkovú vzdialenosť tri milióny míľ (4,8 milióna km). Firma tvrdí, že jej systém dokáže predvídať prebehnutie na červenú, vyhnúť sa kolíziám a rozpoznáť chodcov v tme na stovky metrov.

Za rok 2024 vykázala Aurora čistú stratu 748 miliónov dolárov, hoci medziročne zlepšenie, a odhadované tržby klesli. Prechod zo skúšobného režimu k platenej prevádzke má ukázať, či autonómna logistika naozaj zníži pracovné náklady, zmierni nedostatok vodičov a zlepši bezpečnosť. Ak sa firme podarí škálovať pravidelnú prevádzku a udržať dôveru úradov aj verejnosti, rok 2025 môže pre autonómne nákladné vozidlá znamenať dlho očakávaný bod zlomu. Zatiaľ ide aj o symbolický, no prelomový kus cesty. —

Ilustrácia James
Dyson Award/Project
REBIRTH

Airbagy pre lietadlo

Projekty zamerané na bezpečnosť lietania sa obvyčajne sústreďujú na prevenciu porúch, ktoré by mohli viesť k pádom lietadiel. Projekt REBIRTH Birlvho inštitútu technológií a vied v indickom Pilani sa zaoberá tým, čo sa stane, keď prevencia zlyhá a havária je neodvratná.

Systém monitoruje stav motora, smer, rýchlosť, výšku, teplotu a činnosť pilota. Využíva umelú inteligenciu a senzory na zistenie, kedy hrozí havária, a automaticky sa aktivuje, ak je lietadlo vo výške menej ako 900 metrov. Piloti ho môžu v prípade potreby ručne vypnúť.

Keď systém vyhodnotí, že havária je neodvratiteľná, v priebehu dvoch sekúnd sa z prednej, brušnej a zadnej časti lietadla vysunú obrie externé airbagy vyrobené z vrstiev kevlaru, TPU, zylonu a neneutonových inteligentných kvapalín. TPU (termoplastický polyuretán) je pružný technický plast, ktorý sa dá opakovane roztaviť a spracovať, zylon (PBO) je vysokopevnostné vlákno s jednou z najvyšších ťahových pevností medzi organickými vláknami. Neneutonovské kvapaliny *neposlúchajú* Newtonov zákon viskozity – ich viskozita nie je stála, ale mení sa podľa podmienok. Inteligentné sa im hovorí, pretože pri náraze v zlomku sekundy stuhnú a keď zaťaženie zmizne, opäť zmäknú. Všetky tieto materiály dohromady vytvárajú



lahký, ale mimoriadne odolný *sendvič*, ktorý má absorbovať náraz a znižovať poškodenie lietadla a cestujúcich.

Okrem vysunutia airbagov systém REBIRTH dohliada na to, aby spätný ťah spomalil lietadlo v prípade, že motory ešte vždy fungujú. Ak motory zlyhajú, aktivujú sa plynové dýzy, ktoré znižujú rýchlosť a stabilizujú lietadlo. Po pristátí pomáha záchranným tímom lokalizovať miesto pristátia oranžová farba, infračervené majáky, GPS a blikajúce svetlá. Počítačové simulácie a testovanie zmenšených prototypov naznačujú, že systém dokáže znížiť náraz o viac ako 60 %. Autori projektu sa teraz pripravujú na spoluprácu s výrobcami lietadiel a laboratóriami na testovanie modelov v plnej veľkosti v aerodynamických tuneloch a simuláciách nárazov. Systém by mal byť kompatibilný s novými aj existujúcimi lietadlami. —

Aerotaxi s kolmým vzletom

Americká spoločnosť Joby Aviation vyvíja plne elektrické letecké taxíky pre komerčnú osobnú dopravu. Pilotovaný let, ktorý uskutočnila medzi verejnými letiskami Marina a Monterey v Kalifornii, zahŕňal vertikálny vzlet, prechod na let s krídlami, integráciu do riadeného vzdušného priestoru okolo Monterey a vertikálne pristátie.

Čas letu lietadla Joby z Mariny do Monterey bol približne 12 minút na vzdialenosť 10 námorných míľ (18,5 kilometra) vrátane 5 minút v čakacom režime na Monterey pre hustotu letovej prevádzky.

Electric Vertical Take-Off and Landing (eVTOL) je označenie elektrických aerotaxi, ktoré vzlietajú a pristávajú zvisle ako vrtuľníky, no horizontálne lietajú ako bežné lietadlá. Zvyčajne je ich pohon distribuovaný na viac malých elektromotorov a vrtúľ na rozdiel od vrtuľníkov, ktoré majú najčastejšie jednu veľkú nosnú vrtuľu. Vzlietajú a pristávajú kolmo, bez potreby dráhy a na cestovný let sa vrtule prekonfigurujú (napríklad preklápanie rotory). V porovnaní s bežnými vrtuľníkmi sú tichšie, jednoduchšie na údržbu a pracujú takmer bez lokálnych emisií vďaka elektromotorom a menšiemu množstvu



Foto Joby Aviation

pohyblivých častí. Na druhej strane dolet a nosnosť eVTOL limituje kapacita batérií; zatiaľ sú tieto lietadlá vhodné na lety skôr na vzdialenosti desiatok než stoviek kilometrov. Na vertikálny vzlet a pristávanie nepotrebnú dráhu, vďaka čomu sa môžu stať novým typom elektrického mestského lietadla, hoci si vyžadujú vytváranie *vertiportov* s dostupným nabíjaním.

Demonštračný let stroja Joby bol míľnikom v leteckej doprave. V júli 2025 letel britský VX4 spoločnosti Vertical Aerospace z Cotswold Airport na vojenskú základňu RAF Fairford. V roku 2023 začal čínsky výrobca EHang so svojím autonómnym EH216-S krátke komerčné vyhlídkové lety a ešte v roku 2019 lietal nemecký Volocopter v priestore medzinárodného letiska Helsinki (ATC integrácia). Tentoraz však letel pilotovaný eVTOL medzi dvoma verejnými letiskami v riadenom priestore, čím potvrdil pripravenosť tohto druhu prepravy zapojiť sa do normálnej leteckej prevádzky na krátkych tratiach ako mestské či regionálne spojenie, prípadne zásahové a zdravotnícke lety. —

Auto, ktoré načúva

Súčasná vozidlá bývajú vybavené rôznymi asistenčnými systémami vrátane kamier, lidarů a radarů, ktoré pomáhajú pri parkovaní a udržiavaní sa v jazdnom pruhu. Fungujú ako oči auta, čo však vozidlám doteraz chýbalo, boli uši.

Schopnosť vnímať vonkajšie zvuky a presne ich priradiť je kľúčovou súčasťou sledovania dopravného prostredia. Mnohým situáciám na ceste predchádza akustický signál. Napríklad blížiacie sa záchranné vozidlo upozorňuje na svoju prítomnosť pomocou sirény, vysvetľuje Moritz Brandes, vedúci projektu The Hearing Car vo Fraunhoferovom inštitúte pre technológie digitálnych médií IDMT.

Brandesov tím vytvoril špeciálne demonštračné vozidlo, ktoré umožňuje zhromažďovať tréningové údaje pre AI *počujúceho auta*. Jeho akustický systém bude schopný detegovať nielen sanitky, ale napríklad aj ľudské hlasy alebo zvuky hrajúcich sa detí, keď vozidlo zabočí do oblasti pokojnej premávky. Akustika si nevyžaduje jasnú viditeľnosť, ako je to v prípade optických systémov, takže vozidlo doslova počuje, čo sa blíži za rohom. Užitočné to bude najmä pre automatizované jazdné systémy, zvuky z exteriéru sa však budú môcť prenášať aj cez opierku hlavy, aby upozornili ľudského vodiča na dôležité zvuky v okolí.



Foto Fraunhofer IDMT/Leona Hofmann

Demonštračné vozidlo sme použili na testovanie na viacerých miestach medzi Portugalskom a polárnym kruhom, aby sme vyskúšali technológie v rôznych podmienkach. Výsledky ukazujú potenciál pre budúcnosť autonómneho riadenia, uviedol M. Brandes. Inovácie sa akustikou nekončia. Radarový snímač zbiera informácie o životných funkciách vodiča, monitoruje pohyb končatín a frekvencie dýchania a srdcovej činnosti. Mobilný systém senzorov EEG vyvinutý spoločnosťou Fraunhofer IDMT-HSA meria elektrickú aktivitu v mozgu vodiča s cieľom zistiť zmeny úrovne pozornosti počas monotónnych jazd. Funkcia, ktorá analyzuje hlasy cestujúcich, zisťuje stres a vzrušenie.

Výskumníci sa zhodujú, že ani jeden zmysel sám osebe nestačí. Kamery, radary, lidary – a teraz aj mikrofóny – musia spolupracovať. *Autonómne vozidlá, ktoré sa spoliehajú len na videnie, sú obmedzené na priamu viditeľnosť, hovorí Eoin King z Univerzity v Galwayi v Írsku. Pridaním akustiky sa zvýši ďalší stupeň bezpečnosti.* —

REDAKČNÝ
ČLÁNOK

Sila proporcií

Na názvoch záleží – niekedy aj v matematike. Ktorému bežnému smrteľníkovi sa fantázia rozbehne pri definícii $\phi = (1 + \sqrt{5})/2 \approx 1,618$? Ak však spomeniete *zlatý rez* či *božskú proporciu*, pozornosť laikov máte zaručenú.



Zlatý rez definoval okolo roku 300 pred n. l. Euklides na základe úlohy ako rozdeliť úsečku na dve časti tak, aby pomer dĺžky dlhšej časti ku kratšej časti bol rovnaký ako pomer celej úsečky k dlhšej časti. Výsledok nazval *krajný a stredný pomer*, a tým sa mohol celý príbeh aj skončiť. Nebyť stredovekého matematika Leonarda z Pisy, ktorý ho oprášil o 1 500 rokov neskôr.

Od králikov po Vergília

Leonardo z Pisy, známy pod prezývkou Fibonacci (asi 1170 – 1240), bol veľkým popularizátorom indoarabských číselných zápisov (v Európe sa naďalej používali rímske číslice). Vo svojom diele *Liber Abaci* z roku 1202 propagoval nový systém pomocou rôznych príkladov: medzi nimi číselný rad 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13... Fibonacci popisoval idealizovaný chov králikov; tento rad však poznali indickí matematici už v 6. storočí. Pokračuje donekonečna a čím vyššie ideme, tým viac sa pomer dvoch po sebe idúcich členov blíži k hodnote ϕ ($\approx 1,618$).

Fibonacci pre ϕ ešte nijaký názov nemal. O tristo rokov neskôr ho však matematik Luca Pacioli v diele, ktoré ilustroval Leonardo da Vinci, nazval *božská proporcia* (divina

proportione) a zahrnul ho do teórie proporcií a polymetrickej geometrie (zobrazenia platónskych telies). Autorom názvu *zlatý rez* sa stal o ďalších tristo rokov Martin Ohm, nemecký matematik a mladší brat fyzika Georga Ohma, ktorý ho použil vo svojej učebnici matematiky v roku 1835.

Tam, kde renesanční umelci hľadali miery ľudských postáv či ideálnych telies, racionalisti 19. storočia nachádzali dokonalosť prírody: zlatý rez sa začal hľadať v rastlinách, ľudoch, kameňoch aj vo vesmíre. A, samozrejme, aj v umení a architektúre (od Vergíliovej *Eneidy* po Veľkú pyramídu v Gíze). Mnoho mýtov o všadeprítomnosti zlatého rezu má korene práve v 19. storočí.

Všadeprítomný mýtus

Ak sa nové listy či semienka ukládajú okolo stonky pod *zlatým uhlom* ($\approx 137,508^\circ$), vznikne najrovnomernejšie pokrytie bez opakujúcich sa línií (tzv. optimálne balenie). Je pravda, že slnečnice (často 34/55, 55/89...), šišky, ananásy, artičoky aj niektoré aloy majú opačne orientované špirálové *lúče*, ktorých počty sú podľa Fibonacciho čísel. V mineráloch sa ϕ objavuje v mierke kvázikryštálov (pätnásobné/ikosa-hedrické symetrie).

Listy však nerastú pod zlatým uhlom vždy: pre konkrétnu geometriu listov môžu iné uhly zachytiť viac svetla – preto v prírode existujú prechody a výnimky. Nesprávne interpretované sú aj tvrdenia o zlatých proporciách v lastúrach nautila, ideálnej ľudskej tvári, galaxiách či hurikánoch: ide skôr o všeobecné logaritmické špirály s rôznymi parametrami, nie špeciálne *zlaté*. Veľká pyramída v Gíze má pomer polovičnej základne k výške približne 1,57, čo je blízke $\pi/2$, nie ϕ . A pomer dĺžky stylobatu (vrchnej časti základne) k výške fasády

Partenónu je asi 1 : 2,25, ďaleko od 1 : 1,618. Antickí Gréci používali racionálne pomery (1 : 2, 2 : 3, 3 : 4) a systém, ktorý umožňoval opakovať rozmery bez iracionálnych čísel. Hoci *krajný a stredný pomer* poznali, neexistuje dôkaz, že by ho vedome používali v stavitelstve.

Vedľajší efekt

Plány stavitelov gotických katedrál v 12. až 15. storočí často vychádzali zo štvorcov a trojuholníkov, prípadne z *koreňových* obdĺžnikov – napr. pomer 1 : $\sqrt{2}$. Islamskí architekti používali súbor piatich rovnostranných polygónov (desaťuholník, päťuholník, kosoštvorec, *motýlik* a šesťuholník), aby dosiahli kvázikryštalickú dekadonálnu (desaťuholníkovú) geometriu (napr. komplex Darb-i Imám v Isfaháne z roku 1453). Dekagonálna sústava obsahuje zlaté rezy, ale remeselníci priamo ϕ neoznačovali. Benátsky architekt Andrea Palladio (1508 – 1580) vo svojich *Štyroch knihách o architektúre* pracoval s jednoduchými pomermi (1 : 2, 2 : 3, 3 : 4...).

Stavitelia používali rôzne techniky, prednosť však dávali racionálnym pomermom a ak im vyšiel zlatý pomer, bol to skôr vedľajší efekt. Napríklad veža bratislavského Kostola a kláštora klarisiek, ktorá bola pristavaná v 15. storočí, má na gotický sloh nezvyklú podobu päťbokého hranola. Tento tvar obsahuje zlaté rezy (pomery uhlopriečok a strán), nie je však známe, že by implicitné *božské proporcie* boli zámerom stavitelov. Ešte začiatkom 20. storočia teoretik Jay Hambidge propagoval *dynamickú symetriu* s pomermi 1 : $\sqrt{2}$ (tzv. strieborný rez).

Ani Einstein nestačil

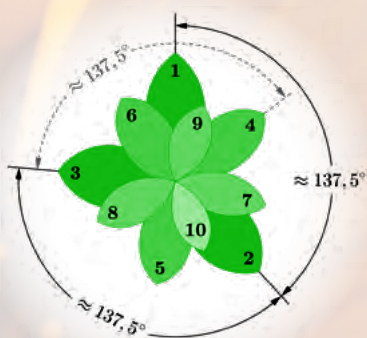
Antika priniesla definíciu krajného a stredného pomeru (Euklides), ale nie ako kánon. Stredovek



Päťuholníkový a desaťuholníkový vzor dlaždíc zo svätyne Darb-i Imám v Isfaháne, foto wikipédia, public domain



Foto Pixabay



uprednostňoval štvorce, trojuholníky a obdĺžniky; výnimkou je islamská dekadonálna geometria, kde je pomer φ skryto prítomný. Renesancia vrátila proporcie do centra teórie, no zároveň zostávala verná racionálnym pomerom. Na systematické uplatnenie v architektonickej praxi si musel zlatý rez počkať do 20. storočia.

V rokoch 1943 až 1948 vytvoril švajčiarsko-francúzsky architekt Le Corbusier Modulor – systém odvodený od výšky človeka (183 cm) a dvoch Fibonacciho radov viazaných zlatým rezom. Pomer výšky *Modulor Mana* k vzdialenosti od zeme po pupok sa rovnal zlatému rezu. Architekt ho aplikoval na rôzne prvky – výšky parapetov, rozostupy stĺpov, rozmery schodísk – a použil ho v *Unité d'Habitation* v Marseille (1947 – 1952), vo vládnom komplexe



v Čandigarhe či vo vlastnej chate Le Cabanon. Hoci systém získal podporu niektorých architektov a Alberta Einsteina (ktorý povedal, že Modulor *zjednodušuje dobré a sťažuje zlé*), všeobecne sa neujal. Kritici upozorňovali na jeho arbitrárnosť a ignorovanie odlišností ľudských postáv.

Listy a dlaždice

V súčasnosti prenikajú do architektúry algoritmy inšpirované fylotaxiou. Model VOGEL umiestňuje body podľa usporiadania listov na stonke ($137,5^\circ$), čo sa využíva pri plánovaní svetlíkov, perforácií fasád či fotovoltaických panelov. Návrh Phyllotactic Towers

Fibonacciho postupnosť: (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13...) každé číslo je súčtom dvoch predchádzajúcich. Čím ďalej v rade, tým bližšie sa pomer po sebe idúcich čísel blíži k číslu φ .

Zlatý rez: $\varphi = (1 + \sqrt{5})/2 \approx 1,618$: delenie úsečky v *krajnom a strednom pomere*. Odvodzuje sa z neho zlatý obdĺžnik a zlatá špirála (špeciálny prípad logaritmickéj špirály).

Logaritmická špirála: krivka $r = a \cdot e^{k\theta}$. Pri *zlatej verzii* sa po otočení o 90° polomer zväčší $\times \varphi$. Nie je to to isté ako špirála schodiska (závitnica na valci alebo kuželi).

Fylotaxia: rozloženie prvkov po kruhovej ploche *zlatým uhlom* ($\approx 137,5^\circ$). Poskytuje rovnomerné, neperiodické rozmiestnenie bodov.

(štúdio VERK, 2012) opisuje dom, v ktorom sú byty usporiadané okolo jadra podľa listového vzoru. Každý byt získa miesto pod otvoreným nebom a rozstupy možno meniť podľa podmienok. Usporiadanie maximalizuje prístup k svetlu a vzduchu.

Britský matematik Roger Penrose v 70. rokoch objavil, že plochu možno pokryť dvoma druhmi dlaždíc bez opakovania vzoru. Čím väčšiu plochu pokryjeme, tým viac sa pomer počtu oboch druhov blíži k zlatému rezu. Táto vlastnosť však slúži skôr ako zaujímavosť; pre architektov je dôležitejšia rovnomerná, neperiodická textúra. Penrosova dlažba zdobí vchodový priestor Matematického inštitútu Oxfordskej univerzity.

Slničnice

Fibonacciho postupnosť sa využíva v teórii čísel a informatike od algoritmov až po teóriu kvantových počítačov. K Fibonacciho číslam vedú počty dláždění, binárne slová bez dvoch po sebe idúcich jednotiek, cesty v grafoch. Každé prirodzené číslo má rozloženie na nesusediace Fibonacciho čísla. V prírode ukazuje, ako jednoduché pravidlá vedú k bohatým vzorom. V architektúre je však iba jedným z nástrojov. Na prvom mieste je funkčnosť povýšená na estetiku. Spojením geometrie s fyzikou vznikajú tvary, ktoré sú krásne práve preto, že fungujú.

Medzinárodný Fibonacciho deň pripadá na 23. novembra. Ak ho napíšeme v poradí mesiac (11) a deň (23), je jasné, že je to *jeho* deň, pretože práve tak sa začína jeho číselný rad. Viac sa oplatí hľadať ho v slnečníciach než v príbytkoch pre múmie.



Zlatý uhol vo vzdialenosti medzi listami rastliny, ilustrácia wikipédia/Wolfgangbeyer, Petrus3743, CC BY-SA 4.0



Penrosova dlažba pred budovou, v ktorej sídli Matematický inštitút Oxfordskej univerzity, foto wikipédia/Alain Goriely, CC BY-SA 3.0



Phyllotactic Towers, vizualizácia wikipédia/Saleh Masoumi, CC BY-SA 3.0

REDAKČNÝ ČLÁNOK





Vedátor

Foto Mestská knižnica v Bratislave

Tentoraz na naše otázky odpovedá Samuel Kováčik, autor vzdelávacieho projektu Vedátor. Jeho cieľom je prostredníctvom článkov, videí, podcastov či prednášok popularizovať fyziku a vedu všeobecne.

Na sociálne siete tvoríte obsah takmer každý deň. Prečo je pre vás dôležitá pravidelnosť a odkiaľ k vám prichádzajú námety?

Z troch dôvodov. Po prvé, aby na mňa ľudia nezabudli – to bola moja obava pri písaní kníh, to mám najradšej. Keby o mne počuli len raz za niekoľko rokov, vždy by som s nimi začínal nanovo. Po druhé, žiadajú si to algoritmy, žiaľ, je to tak. Aj keď je to dobrý tréning. No a po tretie, inak by sa mi preplnil dokument s nápadmi. Je milión zaujímavých vecí na tomto svete, každý deň je o čom tvoriť.

Prispôbujete obsah a formu príspevkov rôznym sociálnym sieťam a ich publiku? Ak áno, ako?

Samozrejme. Na Facebook hlavne píšem a na Instagram dávam videá, čiže to je úplne iná štruktúra. Takže skôr obsah prispôbujem rozdielnej forme, nemením ho podľa publika.

S kým spolupracujete pri tvorbe obsahu?

Väčšinu vecí robím sám, no podcast nahrávam s Jozefom Klebercom a produkciu má na starosti Veronika Nedecská. Keď som však teraz písal knihu, konzultoval som ju s viac ako desiatkou ľudí. Takže ak rátame rozhovory, konzultácie, rady, tak tých ľudí je veľa. A zároveň sa pri tvorbe inšpirujem aj inými, ktorých obsah sledujem.

Často sa vo svojich príspevkoch venujete kritickému mysleniu. Čo pre znamená vás tento pojem?

Rozmýšľať tak, aby som minimalizoval počet chýb, ktoré robí mozog pre svoje obmedzenia, a získavať tak čo najpresnejší obraz reality.

Kedy sa zaoberáte aj hoaxami a dezinformáciami?

Vždy, keď je príležitosť, a teda v ostatnom čase je to často. Bežne to nerobím tak, že si poviem *dnes je ten deň*, skôr príde impulz z médií, niekto šíri

nezmysel. Alebo naopak, niekde nájdem nejaké pekné vysvetlenie, ktoré prerozprávam.

Tento mesiac uvádzate svoju novú knihu s názvom *Limity poznania* (pozri súťaž na s. 44). Aký význam majú knihy vo vašom živote a ktoré by ste momentálne odporučili našim čitateľom?

Ja si neviem a ani nechcem predstaviť, čo by som bol za človeka, keby som nečítal. Knihy ma učia vidieť svet inými očami, umožňujú mi prenikať do hĺbky a pomáhajú mi formovať si vlastné myšlienky. Odporúčim tri úplne rozdielne: *Black Holes and Time Warps* od Kipa Thorna, *Moruša* od Iboje Wandall-Holmovej a sériu *Úžasná zeměplocha* od Terryho Pratchetta.

Čo by ste poradili niekomu, kto by chcel popularizovať vedu na sociálnych sieťach, ale necíti sa isto vo svojom prejave alebo si nie je istý svojimi schopnosťami?

Ani ja som sa necítil. Treba byť trpezlivý a robiť krok po kroku aj veci, ktoré nám nie sú pohodlné. Ja som sa dosť trápil s prvými videami, výslovnosťou, obsahom a podobne. Ale povedal som si, že ich nahrám každý jeden deň, pokojne iba na dve minúty. A dnes viem na prvú nahráť fajn video, čo si pozrú niekedy aj státisíce ľudí. Stačí len začať a neprestať.

Vybrané milníky podcastu Vedátor pravidelne oslavujete špeciálnou epizódou, v ktorej odpovedáte na otázky poslucháčov. Nad ktorými otázkami ste sa museli najviac zamýšľať?

Posledný mílnik sme oslávili ešte mimoriadnejšie, nahrali sme špeciálnu epizódu na opekačke s poslucháčmi. Najťažšie sú otázky zo života, napríklad, prečo sa parí z hrnca, až keď vypneme plyn. Tie nás však bavia najviac!

REDAKČNÝ ČLÁNOK

Vedátor v číslach

90 000+ sledujúcich na Instagrame

55 000+ sledujúcich na Facebooku

9 900+ odberateľov na YouTube



900+ článkov na webe

300+ dielov podcastu



Foto Pasha Borsai

Doc. Mgr. Samuel Kováčik, PhD.,

pôsobí na Katedre teoretickej fyziky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave. Zaoberá sa modifikáciami kvantovej mechaniky, numerickými simuláciami a maticovými modelmi. V roku 2016 založil projekt Vedátor zameraný na popularizáciu vedy a rozvoj kritického myslenia. Je autorom kníh *Obyčajné zázraky* (2021), *Kúsky reality* (2023), *Limity poznania* (2025) a spoluautorom knihy *Rozhovory o vesmíre* (2024).

Komu patria naše vedomosti?

Týždeň otvoreného prístupu Open Access Week sa koná na celom svete vždy posledný októbrový týždeň a poskytuje príležitosť predstaviť prínosy otvorenej vedy pre vedcov aj pre spoločnosť.

Tohoročnou témou Týždňa otvoreného prístupu bola otázka *Komu patria naše vedomosti?* s dôrazom na to, ako môžu v súčasnosti komunity v čase krízy znovu získať kontrolu nad vedomosťami, ktoré tvoria. Vyzýva nás zamyslieť sa nielen nad tým, kto má prístup k vzdelaniu a výskumu, ale aj nad tým, ako sa vedomosti vytvárajú a vymieňajú, odkiaľ pochádzajú a ktoré hlasy sa uznávajú a cenia.

Riziká a otázky

Napriek pokroku v oblasti otvoreného prístupu v súčasnosti hrozí, že nové riziká povedú k uprednostneniu obchodných záujmov pred záujmami komunity. Horúčkovitá snaha extrahovať akademické poznatky na tréningovanie technológie generatívnej umelej inteligencie (AI) vrátane veľkých jazykových modelov (*large language models*, LLM) a integrácia AI do akademických procesov – často bez riadnej konzultácie alebo súhlasu autora – ohrozujú naše vedomostné systémy.

Hoci technológie generatívnej AI sľubujú nové cesty k vedeckým objavom, novým poznatkom a urýchlenému učeniu sa, vyvolávajú naliehavé otázky týkajúce sa čestného a primeraného využívania publikovaného

obsahu. V stávke sú aj práva autorov a dlhodobá integrita našich ekosystémov tvorby poznatkov. Toto napätie pôsobí na pozadí neustálych politických útokov na vedu a vysokoškolské vzdelávanie, klesajúcej dôvery verejnosti v inštitúcie, nekontrolovateľného šírenia dezinformácií a falošných informácií a rastúcich snáh o privatizáciu vedomostí. Ako môžeme práve v tomto čase signalizovať dôveru a overovať fakticitu tvrdení vrátane vedeckých tvrdení?

Prieskum a opatrenia MIT Press

Jedno z riešení poskytuje napríklad vydavateľstvo MIT Press. V roku 2024 uskutočnilo prieskum medzi približne 6 000 svojimi autormi zameraný na postoje k postupom tréningovania LLM. Na základe prieskumu vypracovali návrh opatrení, ktoré by mali aktéri vo svete vedy a výskumu (vydavatelia, knižnice, univerzity) zvážiť, aby sa vyhli neúmyselným škodám a zachovali základné vedecké a akademické hodnoty.

Ide napríklad o podporu licencovania na základe súhlasu autora; vzdelávanie autorov o ich autorských právach; krátkodobé dohody s partnermi v oblasti umelej inteligencie. Dôležitým opatrením je aj požiadavka atribúcie (uvedenia autora/zdroja)



vo výstupoch LLM, teda požadovať od partnerov v oblasti AI, aby prijali sledovateľné systémy citácií a investovali do infraštruktúry na sledovanie pôvodu, ako je napríklad označovanie metadát.

Projekt Signály CC

Iný prístup predstavuje iniciatíva neziskovej organizácie Creative Commons (CC). V júni 2025 ohlásila odštartovanie nového projektu, Signálov CC (CC Signals), ktoré umožnia vlastníkom dátových súborov špecifikovať, ako stroje môžu alebo nemôžu opätovne využiť ich obsah.

Podľa CC môže pokračujúca neriadená extrakcia dát narušiť otvorenosť internetu a viesť k tomu, že subjekty svoje stránky uzatvoria alebo ich budú chrániť platobnými bránami namiesto poskytnutia prístupu k svojim dátam.

Projekt Signály CC poskytuje právne a technické riešenie rámca na vymieňanie dátových súborov medzi správcami dát a tými, ktorí ich používajú na tréningovanie AI.

Riešenie môžu predstavovať aj systémy na manažment práv súvisiacich s AI (AI-RM, AI Rights Management). Na rozdiel od tradičného manažmentu digitálnych práv (DRM, Digital Rights Management) sa AI-RM nezameriava len na ochranu autorských práv, ale aj na autentickosť, pôvod, právne a etické aspekty diel generovaných umelou inteligenciou, čím zabezpečuje, že nedochádza k neúmyselnému porušeniu autorských práv. Pomocou manažmentu práv súvisiacich s AI sa vedia prijať opatrenia, ktoré môžu zmierniť riziká vyplývajúce z modelov generatívnej umelej inteligencie.

Open Access Week
2025. Resources.

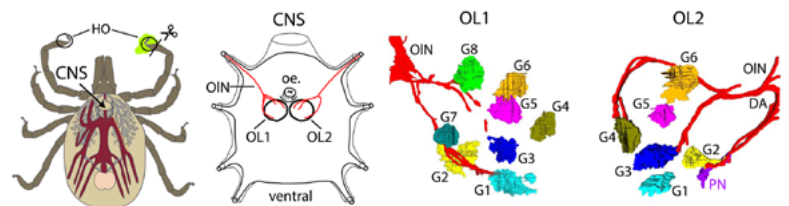
CC Signals © 2025 by
Creative Commons
is licensed under
CC BY 4.0

VEDECKÁ
KNIŽNICA
CVTI SR



Malí experti na pachy a vône

Je ráno, babka na stôl vyloží čerstvo napečenú bublaninu a keď prídeme do kuchyne, vypukne ohňostroj zmyslov. Najprv nastupuje zrak, ktorý v nás spustí Pavlovov reflex, potom hmat, keď sa dotýkame toho vláčného cesta a berieme si do každej ruky aspoň jeden kúsok, čuch a chuť sú veľké finále celého *divadla*. Ale čo keby sme mali oči zaviazané – vedeli by sme aj naslepo povedať, či jeme bublaninu alebo bábovku? A čo keby sme so zviazanými očami museli vložiť ruku do zatvorenej škatule s neznámym obsahom (tzv. blind box challenge) – dokázali by sme rozoznať, čo držíme?



CNS – centrálna nervová sústava; HO – Hallerov orgán; OIN – olfaktorické neuróny; OL1–2 – olfaktorické laloky; oe. – pažerák; G1–8 – glomeruly; PN – projekčný neurón (časť); DA – rozvetvenie dendritov (časť neurónov)

Samec kliešta obyčajného (*Ixodes ricinus*) pri prenose spermatofoóru do samice počas oploďňovania

Schéma olfaktorických neurónov kliešta obyčajného

My ľudia nie vždy dôverujeme svojim zmyslom – a v zásade robíme aj dobre. V porovnaní so zástupcami z ríše zvierat je náš *ohňostroj zmyslov* iba prskavka, zatiaľ čo napríklad pri motýloch, moliach, komároch a kliešťoch ide o *dronovú šou*. Prečo to tak je? Vysvetlíme si to na veľmi jednoduchšej simulácii. Keď doma cítime, že sa niečo *pripaluje*, a po vkročení do kuchyne vidíme, že v rúre, kde sa pečie bublanina, horí plameň, zakričíme *horí*, aby sme upozornili ostatných na nebezpečenstvo. V tomto jednoduchom akte je zapojených hneď niekoľko zmyslov, pričom každý hrá svoju rolu – a zároveň nie je iba jeden, ktorý by rozhodol o našom prežití. Pri hmyze a kliešťoch je to však úplne inak – pre tieto drobné tvory je schopnosť zachytiť pachy a feromóny absolútne životne dôležitá. Určuje im, kde nájsť potravu, partnera či bezpečné miesto, a často rozhoduje o ich prežití.

Pachy ako kompas

Hmyz aj kliešte majú podobne ako ľudia orgán čuchu – niečo ako extra výkonný *čuchoskop* (pre fanúšikov seriálu *Futurama*). Vďaka nemu sú napríklad samce motýlov druhu mniška veľkohlavá (*Lymantria dispar*) schopné zacítiť feromón samičky – bombykol – až na vzdialenosť dva kilometre. Komáre nás vyhľadávajú podľa CO₂, kyseliny mliečnej a ďalších

telesných pachov, zatiaľ čo kliešte len cítia prítomnosť hostiteľa a vedia odhadnúť presný moment, kedy sa prichytiť a kde presne začať cicať.

Hmyz používa na zber týchto signálov pohyblivé antény umiestnené na hlave so stovkami špecializovaných receptorov, kliešte zasa Hallerov orgán na prvom páre končatín. Ten poskytuje kliešťom aj informácie o počasí (teplota, vlhkosť). Zatiaľ čo človek má v nose približne 400 typov čuchových receptorov, pri niektorých druhoch hmyzu prevažuje skôr kvalita nad kvantitou. Spomenutý druh motýľa alebo aj priadka morušová majú asi 60 až 70 typov receptorov, no ich citlivosť je 10- až 100-tisíkrát vyššia. Pre nás by to bolo asi ako zacítiť parfém niekoho na druhom konci mesta.

Pachová mapa okolia

Pre ľudí nie je funkcia čuchu otázkou života a smrti. No hmyz a kliešte sa naň musia spoliehať na 100 % pri rozoznávaní feromónov a iných podnetov na to, aby prežili a – ideálne – si zachovali budúcu generáciu. Našťastie ako vedci vieme tieto procesy študovať. Keď včela, motýľ, komár alebo kliešť zachytia pachovú stopu vo vzduchu pomocou špecializovaných receptorov na anténach, resp. Hallerovom orgáne, tá sa prenáša ako impulz cez olfaktorické neuróny do špecializovaných lalokov centrálny nervovej sústavy.

Vzhľadom na to, že vysoké percento (takmer 100 %) týchto receptorov

patrí medzi receptory spojené s G-proteínmi, po naviazaní ligandu (napr. feromón) dochádza k uvoľneniu iónov vápnika (Ca²⁺) vo funkčných jednotkách olfaktorických lalokov, v tzv. glomeruloch. Tam sa signály kombinujú a prenášajú na projekčné neuróny, kde sa signál dostáva ďalej do riadiacich centier, čím tvor dostáva presnú *pachovú mapu* svojho okolia – životne dôležitú pre orientáciu, hľadanie potravy a partnera.

Feromóny pod mikroskopom

Dynamiku iónov vápnika vieme sledovať pod špeciálnym mikroskopom na úrovni jednotlivých glomerulov pomocou metódy *calcium imaging*. Každý nárast alebo pokles iónov, ktorý vyvoláme aplikovaním pachového podnetu priamo počas experimentu, nám vytvára akýsi vzorec toho, ako hmyz a kliešte reagujú na tieto pachové stimuly zo svojho okolia. Na základe týchto dát dokážeme vyvíjať cieľené stratégie proti parazitom, ako sú komáre a kliešte, ale aj proti škodcom našej úrody, akým je mniška veľkohlavá. Rovnako tieto poznatky umožňujú lepšie chrániť opelovače – včely, muchy a iný hmyz – a podporiť ich prežitie. Nakoniec nám takéto experimenty ukazujú, že sledovanie olfaktorických signálov spája základný výskum s praktickými riešeniami pre zdravie ľudí, ochranu úrody aj biodiverzitu.



Text a foto
**Mgr. MATEJ
MEDLA, PhD.**
Ústav zoológie,
SAV, v. v. i.,
v Bratislave

Záhada troch sviečok

Tri sviečky rôznych výšok umiestnené v uzavretej nádobe zhasínajú v dvoch prípadoch v opačnom poradí – raz od najvyššej po najnižšiu a inokedy naopak. V oboch prípadoch pritom zohráva hlavnú úlohu ten istý plyn. Čo teda spôsobuje rozdiel?

Videonávod týchto experimentov, ako aj všetkých predchádzajúcich, nájdete na webovej stránke video.matfyzjein.sk/experimenty.

V uzavretej nádobe

Pomôcky: tri sviečky troch rôznych výšok, zápalky, sklenená nádoba dostatočne veľká na umiestnenie všetkých troch sviečok a s rovným horným okrajom (bez zobáčika na vylievanie tekutiny)

Postup: Tri sviečky umiestnime na vodorovnú podložku, pripevníme ich do stojanov alebo prilepíme o podklad. Všetky tri zapálime a necháme chvíľku horieť, aby sa ich plamene ustálili a boli približne rovnako vysoké. Sviečky prikryjeme sklenenou nádobou s rovným okrajom tak, aby sme zabránili prístupu vzduchu.

Pozorovanie: Sviečky budú spočiatku horieť rovnako, no postupne sa ich plamene začnú zmenšovať, až napokon zhasnú. Najskôr zhasne najvyššia, potom prostredná a nakoniec najnižšia sviečka.

Alternatíva

Pomôcky: rovnaké pomôcky ako v predchádzajúcom pokuse doplnené o sódu bikarbónu, ocot, sklenenú karafu so zobáčikom a špajdlu

Postup: Tri rôzne vysoké sviečky umiestnime na dno sklenej nádoby a upevníme ich. Sviečky zapálime pomocou špajdle. Do karafy nalejeme ocot a pridáme sódu bikarbónu. Zmes nemiešame, len necháme v pokoji prebehnúť reakciu. Vzniknutý plyn pomaly *nalievame* do nádoby so sviečkami.

Pozorovanie: Pomalým prelievaním oxidu uhličitého postupne zhasnú všetky tri sviečky, tentoraz v opačnom poradí ako v prvom pokuse. Najskôr zhasne najnižšia, potom prostredná a nakoniec najvyššia sviečka.

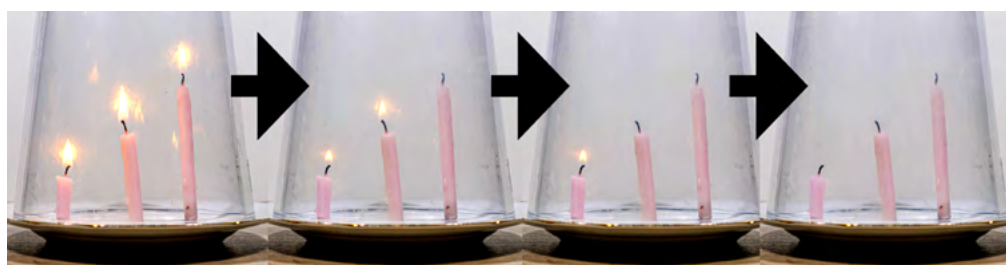


Foto
**STANISLAV
 GRIGUŠ**

Vysvetlenie

Sviečka pri horení potrebuje kňôt, vosk a prívod vzduchu, teda kyslík. Pri jej horení vznikajú oxid uhličitý, vodná para, teplo a svetlo. Pre naše pokusy je zaujímavý práve oxid uhličitý.

V druhom pokuse vzniká CO_2 ako produkt reakcie sódy bikarbóny a octu. Keď tento plyn opatrne nalejeme do nádoby s horiacimi sviečkami, klesá ku dnu, postupne vytláča vzduch a zhasína plamene. Preto najskôr zhasne najnižšia sviečka a až potom ostatné.

V prvom pokuse umiestnime horiace sviečky do nádoby bez prístupu vzduchu. Počas horenia sa kyslík vnútri premieňa na oxid uhličitý, ktorý je však zohriaty procesom horenia. Preto neklesá ku dnu nádoby, ale pomaly ju zaplní odhora. Z tohto dôvodu zhasne ako prvá najvyššia sviečka.

V oboch prípadoch je príčinou zhasnutia sviečok oxid uhličitý, no rozhodujúca je jeho teplota, presnejšie jeho hustota, ktorá závisí od teploty. Čím je plyn teplejší, tým má menšiu hustotu.

Prax

V prípade požiaru je potrebné unikáť z horiacej budovy tak, že držíme tvár čo najnižšie pri zemi, kde je vyššia koncentrácia kyslíka. Všetky produkty horenia, ako aj CO_2 , sú totiž zohriate a plnia miestnosť odhora.

Naopak, ak sa nachádzame v pivnici, kde kvasí burčiak, je potrebné držať tvár čo najvyššie nad zemou. Na zistenie prítomnosti oxidu uhličitého v pivniciach sa doteraz používa horiaca sviečka, ktorú treba umiestniť na podlahu. Ak sviečka zhasne, je nutné pivnicu opustiť a dôkladne ju vyvetrať, pretože oxid uhličitý s rovnakou teplotou ako okolitý vzduch zaplní miestnosť odspodu.



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



Videonávod experimentu

Ak experiment vyskúšate, svoje realizácie môžete poslať na adresu sona.gazakova@fmph.uniba.sk.

Pestrý jedálničiek hadov

Pred 65 rokmi sa verejnosť po prvýkrát mohla dozvedieť, že užovka obojková loví aj slimáky s ulitou. V roku 2022 sa podobné vzácne pozorovanie podarilo aj na Slovensku.

Niektorí ľudia sú zaničení chovatelia hadov, zatiaľ čo iní majú z týchto živočíchov chorobný strach. Odborne tomu hovoríme ofidiofóbia. Nezávisle od nášho postoja či vzťahu k týmto plazom však nie je možné sa týmto tvorom v živote úplne vyhnúť. Hada omaného na palici máme možnosť vidieť napríklad po príchode k lekárovi alebo keď minieme nemocnicu či lekárňu. Tento symbol sa nazýva Asklepiova palica. Možností vidieť hada vo voľnej prírode na Slovensku je o poznanie menej. V našich končinách sa vyskytuje iba päť druhov.

Správanie sa hadov

Napriek malému počtu druhov kontakt s týmito plazmi v sebe skrýva príslub zaujímavého pozorovania. Napríklad užovky stromové (*Zamenis longissimus*) často umožnia, aby sa k nim človek tesne priblížil. Keď sa však cítia v ohrození, dávajú sa na útek alebo zaujímajú obrannú pozíciu, počas ktorej je ich predná časť tela esovito zložená. V obrannej pozícii rozširujú a splošťujú svoju hlavu, vďaka čomu sú žlté škvrny za hlavou mladých jedincov veľmi nápadné. Počas pobytu v prírode môžete byť svedkom aj tzv. thanatózy. Užovky obojkové (*Natrix natrix*) sa v prípade ohrozenia môžu prevrátiť bruchom nahor, otvoriť ústa a uvoľniť páchnuci sekret. Snahou tohto správania je vzbudiť dojem, že užovka je mŕtva, a tým odradiť predátora.

Správanie sa hadov zrejme zaujalo aj rímskeho polyhistora Plínia Staršieho, ktorý sa o nich zmienil vo svojom diele *História prírody*. Ide o najstaršiu v celistvosti zachovanú antickú encyklopédiu, v ktorej nájdeme aj faktograficky nesprávne, za to

však zaujímavé tvrdenia. Tento rímsky polyhistor okrem iného napísal, že niektoré hady sú schopné svojím dychom lapať vtáky. Tiež uvádza, že v Indii sa vyskytujú hady, ktoré sa spočiatku živia kravským mliekom.

Zmienku o potravnom správaní hadov nájdeme aj v diele, ktoré je súčasťou maturitnej skúšky, a to v *Epose o Gilgamešovi*. Toto dielo vzniklo v starovekej Mezopotámii a považuje sa za najstarší zachovaný literárny epos. Hlavný hrdina Gilgameš získal rastlinu, vďaka ktorej mohol byť nesmrteľný. Rastlinu však zožral had a následne sa zvliekol. Táto zmienka o hadovi je však symbolická a prispôbena zmyslu. Hady sú totiž bez výnimky predátory.

Napríklad potravu užovky frkanej (*Natrix tessellata*) tvoria predovšetkým ryby a žaby, zatiaľ čo užovka stromová loví okrem myši a jašteríc aj vtáčie mláďatá z hniezd, za ktorými

vylieza vysoko na stromy. Veľmi pestrý jedálničiek má už spomínaná užovka obojková. Tento druh sa živí napríklad hlodavcami, ako aj hmyzom. Za normálnych okolností sa však tieto hady živia predovšetkým rybami a obožživníkmi.

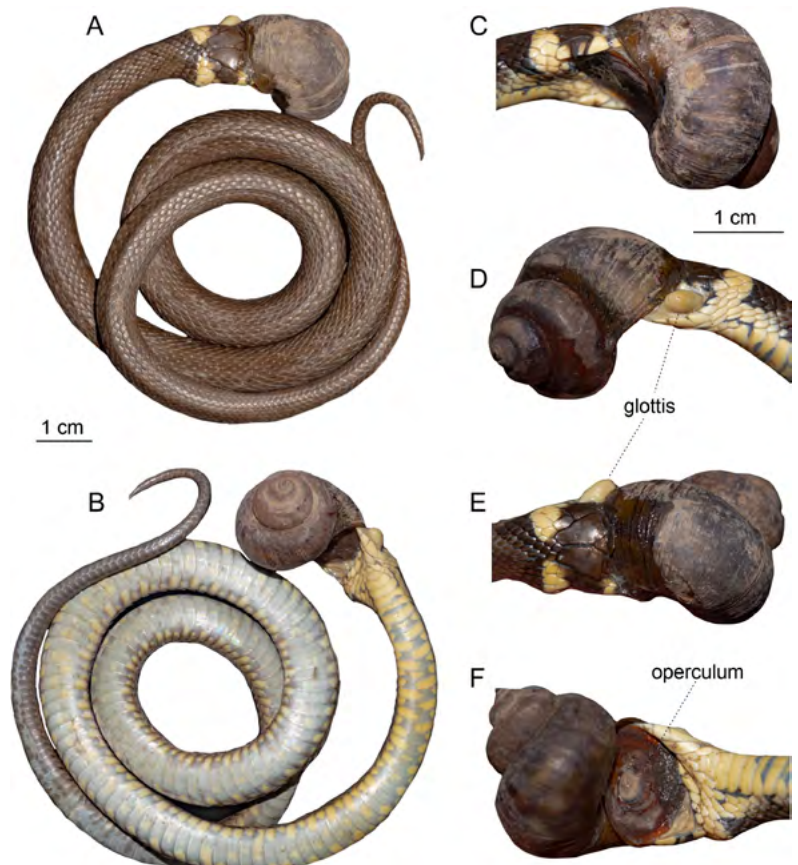
(Ne)bezpečná potrava?

Presne pred 65 rokmi sa verejnosť mohla dozvedieť, že na jedálnom lístku užovky obojkovej sa nachádzajú aj slimáky s ulitou. Táto potrava je však ťažko dostupná a na základe viacerých pozorovaní môže byť pre užovky smrteľná. Nemým svedkom tejto skutočnosti je preparát nachádzajúci sa v zbierke Karlovej univerzity. Súčasťou zoologickej zbierky je preparovaná užovka obojková, ktorá má zakliesnenú hornú čeľusť v ulite vodného slimáka kotúľky veľkej (*Planorbarius*

Foto Daniel Jablonski

Užovka obojková na brehu Rudavy s uloveným slimákom, foto Attila Balogh

Foto Attila Balogh



Predácia užovky obojkovej na slimáky s ulitami bola doposiaľ zaznamenaná celkom päťkrát.

corneus). Ulita slimáka pritom pokrýva aj oči hada. Ďalšie údaje, napríklad o pôvode tohto preparátu, však chýbajú. Autor, ktorý o náleze publikoval článok v roku 1960, sa domnieval, že užovka sa mohla utopiť.

Ďalšie pozorovania užovky obojkovej iba potvrdili, že konzumáciu slimákov s ulitami sa tieto hady vystavujú nebezpečenstvu. Lov užovky obojkovej na kotúľku veľkú pozorovali najskôr v Nemecku a potom na území Bosny a Hercegoviny. Prírodovedci sledovali užovky obojkové, ktoré dokázali skonzumovať časť tela týchto vodných slimákov. Počas toho mali tieto jedince oči prekryté ulitou, čím sa obmedzilo ich videnie a stali sa zraniteľnými pre predátory. Najnovšie pozorovanie sa uskutočnilo v Maďarsku. Na hladine jazera sa našla nehybná užovka, ktorá mala hornú čelusť, čiže väčšinu hlavy zakliesnenú v ulite slimáka. Táto užovka mala tiež prekryté oči.

Uvedené pozorovania sa uskutočnili v rokoch 2007 až 2024. Medzitým k podobnému vzácnemu pozorovaniu došlo aj na Slovensku. Na Záhorí bol prvýkrát pozorovaný lov užovky obojkovej na slimáka s operkulom. Aby sme mohli byť naplno fascinovaní neočakávanosťou tohto pozorovania, je nutné si definovať operkulum a zmieniť sa o náležitých súvislostiach.

Dôležitý detail

Operkulum je rohovinové alebo vápenaté viečko, ktorým slimák zatvára vchod do schránky. Svojím tvarom zodpovedá obrysu ústia ulity. Existuje aj dočasné viečko, tzv. epifragma. Slimáky si tento typ viečka vytvárajú, aby prečkali nepriaznivé obdobie. Ďalším rozdielom je to, že operkulum nemajú nijaké suchozemské druhy slimákov. Nestretávame sa s ním ani v prípade niektorých vodných druhov.

Operkulum nemá napríklad ani už spomínaná kotúľka veľká či vodniak vysoký (*Lymnaea stagnalis*). Tieto slimáky dýchajú pľúcnymi vakmi. Vysvetlením je, že ich predkovia žili určitý čas v suchozemskom prostredí, neskôr sa počas svojej evolučnej minulosti spätne vrátili do vody. Tieto druhy môžeme nazvať *delfínmi* či *velrybami* medzi slimákmi, pretože niektorí predkovia týchto morských cicavcov boli taktiež suchozemské živočíchy, konkrétne kopytníky.

V porovnaní s tým bola evolučná minulosť slimákov s operkulom vždy

úzko spätá s vodným prostredím. Tieto slimáky dýchajú žiabrami, ktoré sú umiestnené pred srdcom, čo je dôležitým znakom pre malakológov (odborníkov na mäkkýše) skúmajúcich napríklad fylogénu či anatómiu mäkkýšov.

Pozorovanie na Slovensku...

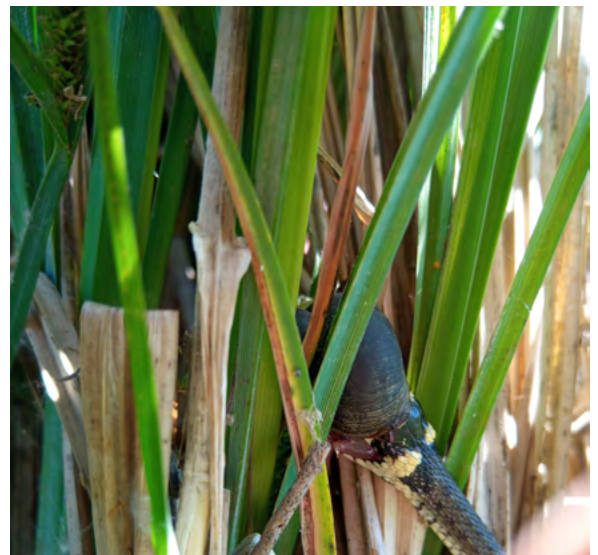
V máji roku 2022 bol pozorovaný lov užovky obojkovej na močiariku nafúknutú (*Viviparus contectus*), ktorá má operkulum. Subadultný (nedospelý) samec užovky obojkovej s uloveným slimákom sa našiel na pobrežnej vegetácii, pričom koniec chvosta hada trčal do rieky Rudava. Tento lov sa ukázal ako fatálny nielen pre slimáka, ale aj pre užovku. Hlava hada bola zakliesnená v ulite, pričom operkulum uzavrelo ulitu tak, že tlačilo na dolnú čelusť. Zakliesnená časť hlavy zahŕňala aj oči, had však nezahynul okamžite. Napriek neúspešnému lovu dokázala užovka dýchať, pretože cez ľavú stranu čelustí prestrčila glotis, teda otvor hrtana. Glotis hadov je zväčšený a počas prehĺtania koristi ho vystrčia dopredu ako rúrku, aby dokázali dýchať.

Predácia užovky obojkovej na slimáky s ulitami bola teda doposiaľ zaznamenaná celkom päťkrát. V prvej publikovanej práci o love vodného slimáka z roku 1960 sa uvádza, že užovka obojková mala strednú veľkosť. Na Slovensku, ako aj v ďalších troch krajinách boli pri love pozorované subadultné jedince.

... a vo svete

O neúspešnom love existujú záznamy aj z iných kontinentov. Napríklad v Indii zaznamenali jedinca hada *Amphiesma stolatum*, ktorého spodná čelusť bola zakliesnená medzi operkulom a ulitou slimáka z rodu *Pila*. Poznáme však aj prípady, keď sa hady počas lovu na slimáky nedostali do nebezpečenstva. Týka sa to však slimákov bez ulít. Vedci sa na základe týchto pozorovaní domnievajú, že napríklad stredomorská užovka leopardovitá (*Zamenis situla*), ktorá často vyhľadáva vlhšie prostredie, je častým lovcem slimákov bez ulít, ako sú napríklad slizniaky.

Naša príroda nachádzajúca sa v srdci Európy je síce pestrá a plná divov, no tzv. malakofágne hady špecializované na lov slimákov sa v našich končinách nevyskytujú. Takéto hady sú rozšírené naprieč



Napriek malému počtu druhov hadov na našom území kontakt s týmito plazmi v sebe skrýva príslub zaujímavého pozorovania.

kontinentmi s výnimkou Európy, Austrálie a Antarktídy. Vyznačujú sa špecifickými morfológickými adaptáciami hlavy. Na prijímanie slimákov ako potravy je usposobený aj ich chrup. Okrem niektorých druhov hadov sa na lov slimákov špecializoval aj vták hákozobec družný (*Rostrhamus sociabilis*) z čeľade jastrabovitých.

Tieto súvislosti a poznatky nesú v sebe príslub ďalších, doposiaľ nevidaných pozorovaní, ktoré môže zaznamenať ktokoľvek z nás.



ATTILA BALOGH
Katedra biológie
Pedagogická
fakulta
Trnavská
univerzita
v Trnave



Foto istockphoto.com/
Dilok Klaisataporn

VEDÁTOR

Trikrát o limitoch: Informatika

Jeden z nich bol plachý a druhý, aspoň vtedy, odmeraný a aj keď sa stretli naživo, nebola z toho vášnivá diskusia. Škoda, kým Kurt Gödel spravil diery do sveta odhalením neúplnosti matematiky, Alan Turing objavil diery v informatike.

Loading . . .

0%

100%

Súťažná otázka

Ak nám do **30. novembra 2025** pošlete správnu odpoveď na otázku:

Ako sa volal šifrovací stroj používaný nemeckou armádou počas druhej svetovej vojny?

zaradíme vás do žrebovania o novú knihu Samuela Kováčika: *Limity poznania* z Vydavateľstva Slovart. Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: odpovednik@quark.sk alebo Quark, Lamačská cesta 8A, 811 04 Bratislava.



Foto Pasha Borsai



**SAMUEL
KOVÁČIK**

Fakulta matematiky,
fyziky a informatiky
Univerzita
Komenského
v Bratislave

Kurt Gödel mal v niečom ľahšiu prácu: matematika už v tom čase existovala ako veda v podstate tisícročia, informatika v čase Turingovho objavu ešte neexistovala. Ako rozumný odhad jej začiatku môže slúžiť rok 1937, vtedy Claude Shannon napísal svoju prácu, aj keď prvé úvahy o limitoch výpočtových strojov siahajú až do polovice 19. storočia.

Dešifrovanie a inteligencia strojov

Široká verejnosť si A. Turinga spája hlavne s dvomi úspechmi. Po prvé, pomohol rozlúštiť nemecký systém

šifrovania Enigma počas druhej svetovej vojny, čím ju podľa odhadov odborníkov pomohol výrazne skrátiť a zachránil množstvo životov. Okrem geniálneho vhladu do šifrovania (ktorému sa mimochodom venoval aj C. Shannon) mu pomáhal aj stroj Bombe, ktorý v niektorých aspektoch pripomínal počítač. Na dnešné pomery však bol ešte vždy prevažne mechanický, elektrina mu slúžila len na pohyb. Digitalizácia informácie nastala až vďaka Shannonovej práci, ktorá prepojila svet informácií s elektrinou.

Druhý známy Turingov výsledok v súčasnosti voláme Turingov test. Zamýšľal sa nad tým, či by sa mohli zamýšľať stroje. Navrhol test, ktorý si v modernej adaptácii môžete predstaviť tak, že si s niekým píšete cez internet a ak neviete určiť, či si píšete s človekom, alebo so strojom, tak stroj prešiel Turingovým testom. V 19. storočí o mysliacich strojoch premýšľala Ada Lovelaceová a jej záver bol taký, že stroje nie sú schopné originality, *chrúmu a trávia* len to, čím sme ich nakrmili. Ak sledujete súčasné diskusie o umelej inteligencii a o tom, či naozaj myslí, alebo nie, tak viete, že A. Turing aj A. Lovelaceová trafili kliniec po hlavíčke a prebehli dobu.

Nezostrojiteľný program

Fascinujúci Turingov výsledok, ktorým mal tak blízko Gödelovmu dielu, sa týkal limitov programov. Vieme si predstaviť nejaký program, ktorý sa nedá zostrojiť? A. Turing našiel veľmi jednoduchý príklad – program, ktorý vám o inom programe povie, či úspešne *zbehne* do konca, alebo nie. Ukončenie programu sa označuje slovom Halt a tak sa takýto program nazýva Halting program. Ako dokázal A. Turing jeho neexistenciu? Ukázal, že keby existoval, viedol by k paradoxom.

Tento výsledok má presah aj do matematiky. David Hilbert dal výzvu ukázať, či existuje algoritmus, ktorý pre dané matematické tvrdenie dokáže zistiť, či je pravdivé, alebo nie. *Program zbehne do konca v konečnom počte krokov* je však tiež matematické tvrdenie a A. Turing ukázal, že program, čo by takéto niečo dokázal, neexistuje.

Informatike sa tak podarilo niečo, čo máloktovej inej vednej disciplíne. Ešte ani neexistovala a už bola hlboko prepojená s matematikou – v dobrom aj zlom. Samozrejme, to nie je prekvapivé, lebo na základnej úrovni je informatika vetvou matematiky.

Film nočnej oblohy

Popularizovať astronómiu je v niečom ľahké. Poskytuje krásne snímky, detailné zábery vesmíru, sem-tam farebne upravené tak, aby zachytili rôzne teploty či chemické zloženie objektov.

Galaxie, hmloviny, čierne diery – ich snímky obleteli svet a sú vzácnym príkladom niečoho, z čoho sú nadšení profesionáli aj laici. Základom tohto prístupu je, že si vyberieme nejaký objekt a ten sa snažíme rozlíšiť čo najlepšie, analyzovať spektrum jeho žiarenia a pod. Existuje však aj opačný prístup – nesústreďiť sa na konkrétne prípady, ale pokúsiť sa zanalyzovať čo najviac objektov.

Príkladom je reliktové žiarenie. Pár stotisíc rokov po veľkom tresku sa vesmírom začalo šíriť žiarenie, ktoré v súčasnosti vidíme prichádzať zo všetkých smerov. Keď si vyberiete jeden bod na oblohe a spravíte jeho snímku, nenaučí vás to veľa. Keď však zmapujete celú oblohu a pozriete sa na súvislosti v žiarení, ktoré prichádza z rôznych smerov, dozviete sa o tomto vesmíre množstvo vecí, napríklad jeho geometriu či zloženie.



Observatórium Very C. Rubinovej je umiestnené vysoko v púšti v Čile. Má trojzrkadlové teleskop s veľkým detekčným čipom a dokáže robiť presné, širokouhlé snímky vesmíru – naraz pokryje plochu približne 40 Mesiacov. Vo výsledku tak získame veľmi detailné snímky (takmer) celej južnej oblohy. A čo viac – robí to rýchlo, takže to o niekoľko dní môže zopakovať. Poskladaním týchto snímkov vznikne film nočnej oblohy.

Na čo nám bude? Napríklad zmapuje drobné telesá, ktoré sa pohybujú našou Slnecnou sústavou – očakávame, že nájde milióny asteroidov. K tomu detailne nasníma asi 20 miliárd galaxií a poskytne tak základy pre veľkodátovú astronómiu. Ani netušíme, čo všetko nám pomôže odhaliť. Observatórium začalo fungovať pred niekoľkými mesiacmi, máme prvé snímky a je v zahrievacej fáze. Bude fascinujúce sledovať, čo nám najbližšie roky prinesú.

Foto RubinObs/
NOIRLab/SLAC/NSF/
DOE/AURA/B. Quint



Foto Pasha Borsari

SAMUEL KOVÁČIK

Fakulta matematiky,
fyziky a informatiky
Univerzita
Komenského
v Bratislave

Šachový antitalent

Šach sa často považuje za lakmusový papierik geniality a ľudia zvyknú predpokladať, že napríklad dobrí matematici sú aj dobrí šachisti a naopak. Samozrejme, nemusí to tak byť.

Príkladom je Alan Turing, ktorý vyriešil jeden z najťažších matematicko-logických problémov svojej doby – problém rozhodnuteľnosti. Ten sa pýta, či možno pri zadanej sade pravidiel (axióm) a zadanom tvrdení rozhodnúť, či je toto tvrdenie platné v rámci zadaných axióm. Odpoveď je: *nie*. Ako pomôcku na získanie tejto odpovede vymyslel A. Turing svoj univerzálny stroj, ktorý je doteraz dôležitý v teoretickej informatike ako jednoduchý a pritom všeobecný model počítača. Vo svojich prvých úvahách o inteligentných strojoch sa zaoberal šachovými automatmi, no napriek tomu bol legendárny šachový antitalent.

Počas druhej svetovej vojny pracoval A. Turing v Bletchley Parku na dešifrovaní Enigmy. Strela sa tam rôznorodá skupina ľudí vrátane šachových majstrov – ľah motivovaný práve predpokladom, že budú zároveň majstri v lúštení šifier. Neznamenalo to vždy zásah vedľa. Šachový majster Hugh Alexander zostal kryptológom aj po vojne a bol v tom dobrý a aj ostatní prispeli svojím dielom k víťazstvu vo vojne. Práve vo voľnočasových partiách v Bletchley mohli Turingove schopnosti naozaj zažiariť. Veľmajster Harry Golombek ho napríklad dokázal poraziť, aj keď hral bez dámy, alebo inokedy, potom ako A. Turing vzdal hru, dokázal otočiť šachovnicu

a vyhrať z pozície, ktorú Turing považoval za beznádejnú.

P. S.: Lúštenie rekreačných šifier bolo Turingovou záľubou ešte pred vojnou a pred tým, ako sa stal asi najslávnejším kryptológom. Ani v tom však podľa vlastných slov nevynikal. V liste, ktorý poslal svojej matke zo stáže v americkom Princetone, napísal: *Maurice a Francis Price zorganizovali minulú nedeľu párty s hľadaním pokladu. Bolo tam 13 stôp rôzneho typu, kryptogramy, anagramy a iné, pre mňa úplne obskurné. Všetky boli veľmi dômyselné, ale som v nich nepoužiteľný.* Našťastie, keď išlo o veľa, bol použiteľný.

Foto istockphoto.com/
Andy Cossins

Viac podobných článkov nájdete na vedator.space. Vedátora môžete sledovať aj prostredníctvom bezplatnej mobilnej aplikácie.



LUKÁŠ KONEČNÝ

Prírodovedecká
fakulta
Univerzita
Komenského
v Bratislave



LASEROVÁ LITOGRAFIA

Lasery menia svet

Ked' počujete slovo *laser*, možno si spomeniete na sci-fi filmy alebo high-tech chirurgiu. No vo svete súčasnej vedy a technológií sú lasery majstrovskými sochármi mikroskopického sveta a vytvárajú zložité vzory, ktoré poháňajú náš moderný svet. Toto je oblasť laserovej litografie, výkonnej a presnej výrobnéj techniky, ktorá je základom všetkého – od počítačových čipov až po pokročilé senzory.

Obrázok vytvorený pomocou umelej inteligencie (Gemini 2.5 Flash) zobrazujúci princípy laserovej litografie

Vjadre je laserová litografia formou fotolitografie, teda procesu, ktorý využíva svetlo na prenos vzoru na fotocitlivý materiál nazývaný fotorezist. Dá sa predstaviť veľmi podobne ako vyvolávanie fotografií v minulosti, namiesto štandardného zdroja svetla vo *zväčšováku* však laserová litografia využíva bezkonkurenčné vlastnosti laserového lúča.

Kreslenie v nanorozmeroch

Kúzlo laserovej litografie spočíva v jej schopnosti vytvárať neuveriteľne detailné vzory, často v mierke niekoľko nanometrov. Proces sa začína nanosením svetlocitlivej vrstvy fotorezistu na substrát, ktorým je zvyčajne kremiková doštička. Požadovaný vzor sa vytvorí v súbore digitálneho návrhu (CAD). Následne vysoko zaostrený laserový lúč vedený počítačom *zapíše* vzor priamo na fotorezist. Pri niektorých metódach sa na

premietanie vzoru používa maska, ale kľúčovou výhodou laserových litografických techník je to, že pracujú bez masky, čo znamená, že laser dokáže nakresliť vzor priamo bez potreby fyzickej šablóny.

Oblasti fotorezistu vystavené laserovému svetlu prechádzajú chemickou zmenou. Túto zmenu treba zafixovať vyvolaním, ktoré podľa typu litografie rozpustí exponované alebo neexponované časti a na substráte zostane vzorovaná vrstva fotorezistu.

Posledným krokom procesu je leptanie. Vzorovaný fotorezist funguje ako ochranná vrstva. Následný proces odstráni podkladový materiál, ktorý nie je chránený rezistom. Tým sa vzor preniesie z fotorezistu na samotný substrát. Tento viacstupňový proces sa opakuje vrstva po vrstve, aby sa vytvorili zložité štruktúry.

Výhoda presnosti

Prečo na litografiu použiť laser namiesto UV lampy? Výhodou je

bezkonkurenčné rozlíšenie: lasery je možné zaostriť na extrémne malú veľkosť bodu, čo im umožňuje vytvárať vzory s neuveriteľnými detailmi – oveľa menšími, ako je možné s konvenčnými svetelnými zdrojmi.

Ďalšou výhodou je všestrannosť. Táto technológia sa dá použiť na vytváranie vzorov na rôznych substrátoch vrátane plochých, zakrivených alebo dokonca 3D povrchoch. Pokročilejšie formy laserovej litografie, napríklad multifotónová litografia, dokážu dokonca vytvárať skutočné trojrozmerné nanoštruktúry, pričom budujú zložité objekty voxel po voxel (3D ekvivalent pixelu).

Projekt OPTIMAL – nová generácia 3D mikrolitografie

V laboratóriách Medzinárodného laserového centra (MLC) CVTI SR používame techniky laserovej litografie už dve desaťročia. Najpokročilejšou formou je momentálne multifotónová 3D litografia využívaná v rámci Európskeho projektu OPTIMAL (optimal-project.eu). Táto metóda využíva nelineárnu interakciu svetla a hmoty na výrobu 3D štruktúr. Použitie ultrarýchlych pulzných laserov umožňuje rýchlu optickú 3D tlač rôznych materiálov, od čistých organických prírodných živíc až po anorganickú amorfnú a kryštalickú keramiku. Umožňuje priamy zápis vzorov s rozlíšením rádovo 100 nm a dovoľuje vyrábať objekty s rozmermi do niekoľkých centimetrov.

Využitie za hranicami elektroniky

Zatiaľ čo najznámejšie využitie laserovej litografie spočíva vo výrobe mikročipov, ktoré poháňajú naše počítače, telefóny, ale aj ďalšie elektronické zariadenia, ako sú motory alebo súčiastky na výrobu a prenos energie (tzv. výkonová elektronika), jej vplyv siaha ďaleko za hranice elektroniky. Používa sa napríklad na vytváranie drobných, zložitých komponentov pre lekárske senzory a implantovateľné zariadenia. Laserová litografia je tiež nevyhnutná pre výrobu difrakčných mriežok, optických čipov a iných optických prvkov, ktoré manipulujú so svetlom a hrajú veľkú úlohu v prenose informácií. Výskumníci ju používajú na vytváranie matric pre bunkovú kultúru a iné štruktúry pre biomedicínske inžinierstvo.

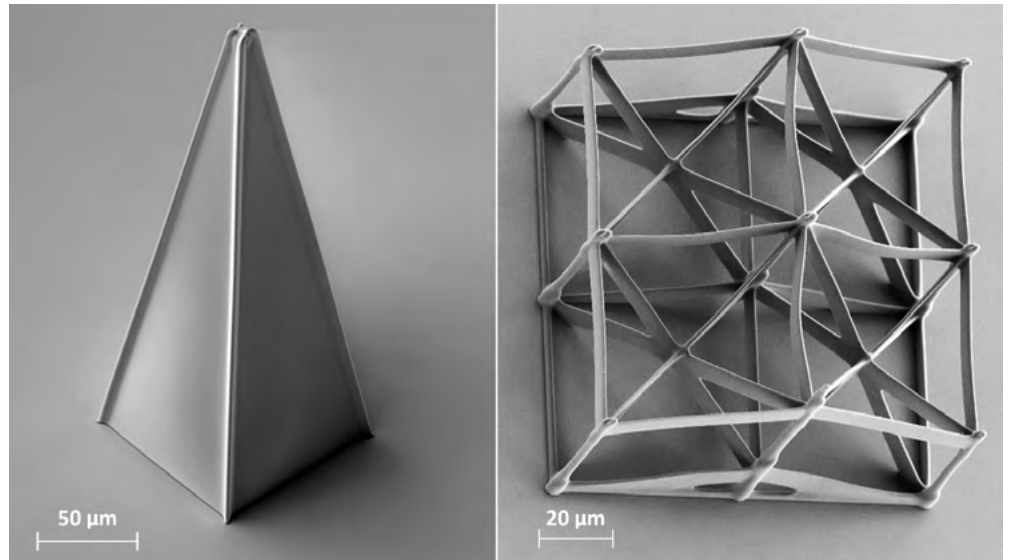
Projekt OPTIMAL si kladie za cieľ revolúciu vo výrobe štruktúr známych ako matrice (mastery), ktoré sú kľúčové pre replikačné techniky v rôznych oblastiach, ako sú optika, priemysel a výroba zdravotníckych pomôcok. Partneri zo siedmich krajín, ktorí sú lídrami vo svojich príslušných sektoroch, priniesli do projektu všetky potrebné zručnosti a odborné vedomosti potrebné na splnenie náročných cieľov stanovených v rámci projektu OPTIMAL financovaného z prostriedkov programu Horizont Europe. Projekt kombinuje viacero rôznych laserových litografických techník, využíva samoučiaci sa algoritmy na optimalizáciu virtuálnej fotomasky a integruje metódy na kontrolu procesu laserovej litografie v reálnom čase.

Laserová litografia v bezmaskovej forme umožňuje rýchle prototypovanie a zmeny dizajnu. Nemusíte mýňať čas a peniaze na vytváranie fyzickej masky vždy, keď chcete upraviť návrh čipu či iného produktu, čo zvyšuje rýchlosť aj efektívnosť produkcie. Projekt OPTIMAL po prvýkrát spája rôzne technológie laserovej litografie a systémy monitorovania kvality do jednej platformy, čo umožní výrobu štruktúr, ktoré predtým s touto technológiou neboli možné. Tým sa zvýši efektívnosť procesu, minimalizuje sa spotreba energie, znižia sa náklady a skráti sa dodacia lehota v širokej škále aplikácií.

Revolúcia vo výrobe

Predstavte si, že vytvárate zložitý kovový diel, vrstvu po vrstve, z jemného prášku pomocou výkonného laseru. Nie je to sci-fi; je to laserová aditívna výroba (Laser Additive Manufacturing, LAM), technológia, ktorá mení zaužívaný spôsob, akým navrhujeme a vyrábame všetko od lekárskeho implantátu až po raketové motory. Na rozdiel od tradičnej výroby, ktorá často zahŕňa odrezávanie materiálu z väčšieho bloku (subtraktívna výroba), je LAM aditívny proces. Vytvára objekty priamo z digitálneho modelu. Podobne ako v prípade výroby čipov sa všetko začína 3D modelom vytvoreným pomocou softvéru pre počítačom podporované navrhovanie (CAD).

Tento model je rozdelený na tisíce tenkých dvojrozmerných vrstiev a tie sa následne kreslia na povrch prášku alebo kompozitu vysokovýkonným laserom. Intenzívne teplo laseru roztaví a spojí častice prášku



alebo vytvrdí kompozit z tekutej formy do pevnej. Pracovný stôl sa po každej vrstve mierne zníži, nanesie sa nová vrstva prášku a laser vytvrdí ďalšiu vrstvu. Tento proces sa opakuje, až kým nie je vymodelovaný celý 3D objekt.

Šetrná k prírode aj financiám

Táto metóda dokáže vytvoriť neuvieriteľne zložitú tvary a vnútorné štruktúry, ktoré nie je možné vyrobiť tradičnými metódami. To umožňuje inžinierom navrhovať diely, ktoré sú ľahšie, pevnejšie a efektívnejšie. Aditívna povaha procesu znamená, že vzniká veľmi málo materiálového odpadu. To je nielen šetrné k životnému prostrediu, ale aj nákladovo efektívne, najmä pri práci s drahými materiálmi.

LAM je jednou zo základných techník vytvárania fyzického objektu z digitálneho modelu (rýchle prototypovanie), čo výrazne urýchľuje proces návrhu a testovania. Keďže každý diel je vyrobený z jedinečného digitálneho súboru, je to ideálna metóda na výrobu prispôbovaných predmetov, ako sú na mieru vyrobené lekárske implantáty alebo personalizovaný spotrebný tovar.

Environmentálne aplikácie

Výhodou laserovej litografie a aditívnej výroby je, že s ich pomocou vieme rýchlo navrhovať a testovať napríklad špeciálne senzory, ktoré môžu byť využité na biomedicínske, ale aj environmentálne aplikácie. Takéto senzory sa dajú použiť pri detekcii environmentálneho znečistenia

pochádzajúceho napríklad z mikro- a nanoplastov alebo ťažkých kovov.

Súčasná veda už dlhšie hľadá vhodné spôsoby, ako monitorovať prítomnosť malých kusov plastov, ktoré pre svoje množstvá predstavujú veľké problémy pre životné prostredie. Mikro- a nanoplasty detegujeme pomocou optických (spektroskopických) metód, no tie sú ťažko použiteľné, ak sú tieto plastové kusy veľmi malé, alebo ak sú mikroplasty vo vodnom prostredí. V rámci nášho ďalšieho projektu – ENVIROBIOM – sa snažíme navrhovať nové biofotonické postupy a vyvinúť nové senzory, ktoré by takéto sledovanie umožnili aj v prostredí, kde je veľa organickej hmoty, ako napríklad riasy či machy. Práve laserová litografia nám otvára nové cesty, ako takéto detektory úspešne navrhnuť.

Obrázok štruktúr vytvorených s pomocou laserovej 3D mikrolitografie v rámci projektu OPTIMAL, ilustrácie MLC CVTI SR, Tomáš Mitura

**DUŠAN CHORVÁT,
TOMÁŠ MITURA,
ALŽBETA MARČEK
CHORVÁTOVÁ**
Medzinárodné
laserové centrum
CVTI SR

Pozvánka

Laserová litografia je dôkazom sily svetla pracujúceho s maximálnou presnosťou, precízne vyrezávajúceho drobné detaily umožňujúce veľké inovácie. Ak sa chcete dozvedieť viac o biomedicínskych aplikáciách laserov a fotoniky, prídte počas Týždňa vedy a techniky v utorok 11. novembra 2025 do CVTI SR na Lamačskej ceste 8A v Bratislave, kde organizujeme populárno-vedecké sympóziu 360 CARLA. Predstavíme vám študentov, vedcov a technológov, ktorí rozvíjajú biofotonické technológie a ich aplikácie v praxi.

Podakovanie

Projekt OPTIMAL (Financované schémou Horizon Europe, projekt č. 101057029).

Projekt ENVIROBIOM (Financované prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR, projekt č. 09I03-03-V04-00689)

Projekt 360 CARLA (Financované schémou Horizon Europe, projekt č. 101135838)



ARCHEOLÓGIA

Pôvod chrámov v Karnaku

Podľa najnovších výskumov bol svetoznámy chrámový komplex ležiaci na juhu Egypta kedysi súčasťou ostrova v rieke Níl.

Ruiny chrámov v Karnaku pri juhoegyptskom Luxore, súčasť Svetového dedičstva UNESCO, patria k najznámejším pamiatkam staroegyptskej civilizácie. Predstavujú jeden z celosvetovo najväčších historických chrámových komplexov, ktorý každoročne navštívia milióny turistov.

Staroveká metropola

Súčasnú stredne veľké mesto Luxor-Uksúr (hoci v porovnaní so súmestím Káhira-Gíza ide o mestčko) a jeho najbližšie okolie boli v staroveku metropolou Horného Egypta



Dnešnú situáciu na značnom úseku celkovej plochy chrámového okrsku zreaľňuje pohľad cez posvätné jazero opačným smerom, kredit Zdeněk Urban.



Odber jednej zo stĺpcových vzoriek sedimentov spod chrámového komplexu v Karnaku, kredit Ben Pennington

a celej krajiny. Vtedy sa nazývalo Téby a najväčší význam dosiahlo počas Novej ríše v rokoch 1552 až 1070 pred n. l., keď v Hornom Egypte a potom v celej krajine vládli faraóni z 18. až 20. dynastie.

Celoegyptským vládnym sídlom sa Téby stali po oslobodení Dolného Egypta spod nadvlády Hyksósov, votrelcov pravdepodobne sýrskeho pôvodu, prvými panovníkmi 18. dynastie. Hlavná časť mesta aj karnacký chrámový komplex sa nachádzali a naďalej nachádzajú na východnom brehu Nílu, palácový komplex faraónov, ďalšie chrámy a kráľovské hrobky na západnom. Z nových, dosiaľ najdôkladnejších geoarcheologických výskumov však vyplynulo, že pri prvom osídlení to tam z hľadiska usporiadania krajiny vyzeralo úplne inak.

Svedectvo z podzemia

V časopise *Antiquity* to oznámil 11-členný medzinárodný tím na čele s Benjaminom Penningtonom zo Southamptonskej univerzity vo Veľkej Británii a Angusom Grahamom z Uppsalskej univerzity vo Švédsku. Analyzovali sedimenty z rôznych miest karnackého komplexu a na ich základe určili krajinný vývoj lokality a dobu jej osídlenia.

Chrámy v Karnaku sa nachádzajú približne 500 metrov východne od súčasného toku Nílu. Príslušné vzorky odobrali z podzemia 61 miest v komplexe. Preskúmali tiež desaťtisíce úlomkov keramiky, ktoré pri tom našli. Zistili, že približne pred rokom 2520 pred n. l. podmienky na lokalite nedovoľovali jej trvalé osídlenie.

Pravidelne sa tam totiž vyskytovali záplavy rýchlo tečúcou vodou Nílu.

K prvému osídleniu Karnaku určite došlo až počas Starej ríše (približne 2591 až 2152 pred n. l.). Datovanie úlomkov keramiky spresňuje dobu úvodného trvalého karnackého osídlenia dokonca až na rozpätie rokov 2305 až 1980 pred n. l.

Vyvýšenina v chaose vôd

Karnacká lokalita sa utvorila zarezaním ramien Nílu do skalného podlažia západne a východne od nej. Vznikla tak vyvýšenina, dnes tvoriaca východ a juhovýchod chrámového okrsku. Po jej osídlení tam boli vybudované prvé chrámy. Vedcov prekvapilo, že východné rameno (dosiaľ sa jeho existencia len predpokladala) bolo výraznejšie než západné. Celé to muselo vyvolávať dojem, že z níljských vôd povstala súš. Nuž a práve to zodpovedalo mytologickým predstavám starých Egypťanov o stvorení sveta.

Podľa textov zo Starej ríše sa totiž boh-stvoriteľ Ra-Amun mal prejavíť súšou, ktorá sa vynorila z jazera. Miesto pre prvý chrám teda očividne vybrali podľa toho na vtedajšom karnackom ostrove, v tom období jedinej vyvýšenine obklopenej vodou v tejto oblasti. V komplexe to dodnes pripomína posvätné jazero. Podobne aj texty zo Strednej ríše (približne 1980 až 1760 pred n. l.) hovoria o prvotnej vyvýšenine či pahorku vynárajúcom sa z *chaosu vôd*. Počas pravidelných níljských záplav sa musela pri ústupe vody karnacká vyvýšenina objavovať nad klesajúcou hladinou.

Základ rozmachu civilizácií

Nová analýza starších nálezov z Gruzínska naznačuje, že železo zrejme naozaj začali vyťažovať taviči medi.



V mladšom praveku a staroveku sa obdobia delia podľa základného materiálu využívaného na výrobu nástrojov, zbraní a ďalších artefaktov – na staršiu a mladšiu kamennú, medenú, bronzovú a napokon železnú dobu. V každej ďalšej ľudia hojne využívali aj základné materiály všetkých predchádzajúcich, no keby sme chceli stotožniť jeden z nich s nástupom najvšestrannejšie rozvinutých starých civilizácií, zrejme by sme sa zhodli na železe.

Používať sa začalo na rôznych miestach sveta v rôznych časoch, čo záviselo od miestnej dostupnosti hornín s obsahom železných rúd a dôvtipnosti miestnych obyvateľov dospieť k tomu buď vlastným úsilím, alebo šikovným prevzatím potrebných vedomostí od bližších či vzdialenejších susedov. Najpravdepodobnejšie sa to v našom západoeurázijsko-severoafrikanom kultúrnom okruhu dialo v závere druhého a naplno až v úvode posledného tisícročia pred n. l. obomi spôsobmi. Ako presne, zostávalo nejasné. Viac svetla do toho teraz vnesla opätovná analýza starších zistení z Gruzínska.

Hematit ako tavidlo

V časopise *Journal of Archaeological Sciences* ju predložili Nathaniel Erb-Satullo a Bobbi Klymchuk z Cranfieldskej univerzity vo Veľkej Británii. Dospeli v nej k záveru, že dávni taviči medi už pred približne 3 000 rokmi experimentovaním s horninami obsahujúcimi veľa železa objavili spôsoby,

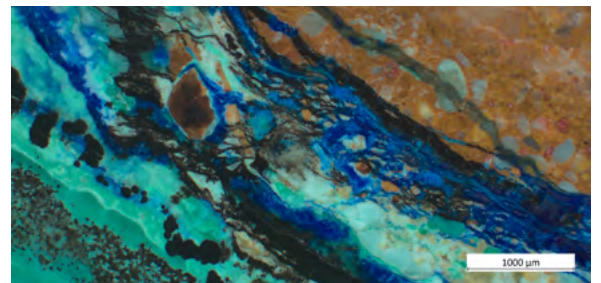
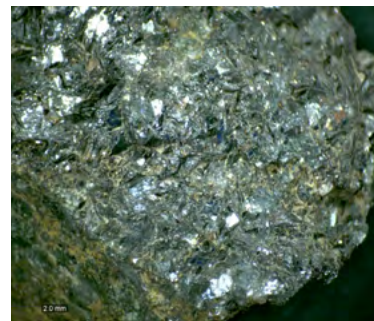
ako vyrobiť tento doteraz najvyužívanejší kov. Nanovo zanalyzovali metalurgické zvyšky, ktoré sa našli ešte v 50. rokoch minulého storočia na archeologickej lokalite Kvemo Bolnisi pred približne 3 000 rokov v južnom Gruzínsku.

Išlo na jednej strane o kôpky hematitu čiže krveľa (minerálu, ktorý sa takmer výlučne skladá z oxidu železitého), na druhej strane o trosku (odpad pri vyťažovaní kovov z rúd). Pôvodní výskumníci si preto dokonca mysleli, že našli dielňu dávnych železiarov. Nová analýza preukázala, že to tak nebolo, účelom bolo získanie medi. Súbežne však ukázala, že z hľadiska prínosu Kvemo Bolnisi k histórii železiarstva nie je všetko stratené. Tamajší výrobcovia medi totiž hematit zjavne zámerne využívali ako tavidlo, prísadu do taviaceho kotla, ktorého účelom bolo zvýšiť výťažok medi z rudy. Podporila tak staršiu, často diskutovanú teóriu o vzniku železiarstva.

Vysoká cena železa

Ojedinelé železné predmety sú známe už z bronzovej doby. Azda najslávnejšia je železná dýka s rukoväťou zo zlata a z minerálnych kryštálov, ktorá sa našla v hrobke známeho faraóna Tutanchamóna. Podobne ako niektoré podobné artefakty však bola zhotovená z prirodzene sa vyskytujúceho meteorického železa. Spory sa vedú o skorom vyťažovaní železa napríklad u maloázijských Chetitov, čo im však poskytlo veľkú vojenskú výhodu. (Zhodou okolností mali väzby na kaukazskú oblasť, kam patrí aj Kvemo Bolnisi a celé Gruzínsko.)

Železo bolo vtedy veľmi vzácne a vysoko cenené. No aj keď sa v čistej forme v prírode vyskytuje zriedkavo, v horninách je hojné. Vyvinutím postupov jeho vyťažovania z rúd, či už priamo, alebo ako vedľajší výsledok vyťažovania medi, sa to významne zmenilo. Následný rozvoj jeho mnohorakého spracovávaní patril k najvýznamnejším pokrokom v histórii ľudstva.



Taviči medi na lokalite využívali ako hlavnú surovinu medenú rudy, ktoré neobsahovali železo. Železo v hematite, ktorý pridávali do taviacej zmesi, uľahčovalo separovanie medi od nečistôt v rude, kredit Nathaniel Erb-Satullo.

Iskrivý minerál hematit slúžil tavičom medi ako taviaca pomôcka. Jej účinnosť ich azda primala, aby venovali väčšiu pozornosť železným rudám ako takým, a napokon mohli dospieť až k samotnému vyťažovaniu železa, kredit Nathaniel Erb-Satullo.

Pôvodné vykopávky na juhgruzínskej archeologickej lokalite Kvemo Bolnisi prebehli ešte v ére Sovietskeho zväzu, kredit Nathaniel Erb-Satullo.



Dvojstranu pripravil
ZDENĚK URBAN

Opýtali sme sa jazykovedcov...

... kde sa píše bodka



Foto istockphoto.com/
marchmeena29

Hoci je bodka najmenším interpunkčným znamienkom, používatelia s ňou majú nemalé starosti. V našom príspevku sa budeme venovať jej rozličným funkciám v texte, ako aj tomu, v akých pozíciách sa najčastejšie vyskytuje. Ukážeme si tiež, čo sa v súčasnosti v súvislosti s bodkou používateľom javí ako problémové.

V slovenskom texte sa bodka píše priamo za slovo alebo číslicu a za ňou nasleduje medzera. Existujú však situácie, v ktorých je to inak, napr. pri matematickom zápise násobenia sa znamienko *krát* označované bodkou ohraničuje medzerami (5 · 8), ale v zápise webovej stránky alebo e-mailovej adresy figuruje bodka bez medzier (www.juls.savba.sk) a rovnakým spôsobom sa zaznamenáva aj čas (20.00 hod.) alebo číslovanie podkapitol (1.2.).

Predpokladáme, že na otázku, kde sa píše bodka, by ľudia najčastejšie odpovedali, že na konci vety. Signalizovanie konca vetného úseku a zároveň jeho klesavej intonácie (tónu rečového prehovoru) je základnou funkciou bodky. Spravidla sa ňou naznačuje koniec oznamovacej vety (*Slnko vychádza na východe.*), prípadne želacej vety (*Bodaj by už zasvietilo slnko.*) alebo pokynov, ktoré síce obsahujú sloveso v rozkazovacom spôsobe, ale nemajú zvolací charakter (*Prineste si dáždník.*). Ak by boli zvolaním, písal by sa za nimi výkričník.

Bodka sa píše aj za niektorými typmi skratiek. V bežnom texte ju nájdeme za administratívnymi skratkami. To sú ustálené, všeobecne používané skrátene výrazy, ktoré sa

používajú najmä v úradných listoch alebo v odborných textoch z ekonomických dôvodov, napr. *atď.* (a tak ďalej), *napr.* (napríklad), *resp.* (respektíve), *zn.* (to znamená), *tzv.* (takzvaný). Pripomíname, že za iniciálovými skratkami sa bodka nedáva (napr. SAV, SR). Ďalšími skratkami s bodkou sú skratky právnych foriem organizácií, napr. *s. r. o.* alebo *spol. s r. o.* (spoločnosť s ručením obmedzeným), *o. z.* (občianske združenie), *v. v. i.* (verejná výskumná inštitúcia) alebo skratky akademických, vedcko-pedagogických či vojenských titulov, napr. *Mgr.* (magister), *Ing.* (inžinier), *prof.* (profesor), *kpt.* (kapitán), *gen.* (generál). V bežných textoch sa s bodkou píšu aj skratky časových jednotiek *min.* (minúta) a *hod.* (hodina). Pozor, fyzikálne značky jednotiek času, ale aj ďalších veličín sú bez bodky (*s* /sekunda/, *h* /hodina/, *km* /kilometer/, *ml* /mililitr/), podobne ako matematické, hudobné či chemické značky (*sin* /sínus/, *NaCl* /chlorid sodný/, *ff* /fortissimo/). Ani kódy peňažných mien sa nepíšu s bodkou (*EUR* /euro/, *CZK* /česká koruna/).

Ďalším miestom, kde sa dáva bodka, je zápis radovej číslovky číslicou, napr. *Jozef II.* (Jozef Druhý), *12. strana* (dvanásť strana), k tomuto typu zaraďujeme aj uvádzanie dátumu v texte, napr. *1. 11. 2025*. Za číslicou označujúcou počet sa bodka nekladie (*strana 12*).

Problémovými bývajú kombinácie bodky s ďalšími znamienkami, napr. so zátvorkami. Keď je text v zátvorkách súčasťou vety, píše sa bodka až za pravou zátvorkou, napr. *Do divadla prídte včas (aspoň 15 minút pred začiatkom predstavenia)*. Ak má text v zátvorkách charakter

samostatnej vety dopĺňajúcej informácie z predchádzajúcej vety, začína sa veľkým začiatčným písmenom a je ukončený bodkou pred pravou zátvorkou, napr. *Do divadla prídte včas. (Odporúča sa príchod 15 minút pred začiatkom predstavenia.)*

V archíve webovej jazykovej poradne (na stránke jazykovaporadna.sme.sk) sme sa pozreli na to, aké boli najčastejšie otázky súvisiace s písaním bodky. Viackrát sa opakovalo, či treba písať bodku za vetou, ak sa končí skratkou. Ak je na konci oznamovacej vety skratka s bodkou, za vetou sa dáva len jedna bodka, napr. *Naposledy sa nám ozval v máji t. r.*

Ďalšia otázka sa týkala písania bodky za nadpisom zloženým z viacerých viet. Odpoveďou bolo konštatovanie, že za nadpisom sa bodka nepíše, a odporúčanie, že aj keď jednotlivé vety nadpisu je potrebné ukončiť bodkou, za poslednou vetou sa bodka nedáva (na rozdiel od výkričníka a otáznika).

Medzi najnovšími otázkami je aj táto: Ak sa veta končí internetovým odkazom, uvádza sa za ním bodka? Niektorí bodku nepíšu a odôvodňujú to tým, že by mohlo dôjsť k problému so správnym prepojením. Na konci vety končiacej sa internetovým odkazom alebo e-mailovou adresou sa ako za každou oznamovacou vetou píše vždy bodka. Používateľom by nemalo robiť problém odlišiť webový odkaz či e-mailovú adresu od interpunkčného znamienka.

Podrobnejšie informácie o písaní bodky sa dočítate v kodifikačnej príručke *Pravidlá slovenského pravopisu* (2013) a v technickej norme STN 01 6910 *Pravidlá písania a úpravy písomností* (2023).

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

JUDITA
PÁLENÍKOVÁ

Jazykovedný ústav
Ľ. Štúra SAV,
v. v. i., v Bratislave

Zdravý trón

Takmer polovica ľudí žije ešte vždy bez bezpečne spravovaných hygienických služieb. Nebezpečná voda, chýbajúca sanitácia a hygiena sú podľa Svetovej zdravotníckej organizácie každý deň príčinou úmrtí približne 1 000 detí mladších ako 5 rokov.

Mrazivé údaje by nám mali pomôcť pochopiť, že keď OSN vyhlásila 19. november za Svetový deň toaliet, nebolo v tom ani trocha recesie či namyslenosti rozvinutejšej časti sveta. Hoci splachovací záchod pôvodne vznikol ako aristokratický luxus, v skutočnosti je to každodenná maličkosť, ktorá chráni naše životy pred devastujúcimi nákazami.

Útok na monarchiu

Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie budú ešte v roku 2030 na svete žiť najmenej tri miliardy ľudí bez bezpečných záchodov, ak sa tempo pokroku v zavádzaní hygieny nezrýchli aspoň šesťnásobne. Prvý funkčný a relatívne moderný splachovací záchod sa pritom objavil dosť dávno na to, aby bol v súčasnosti prirodzenou súčasťou života všade na svete. Prečo to trvá tak dlho?

Prvý funkčný splachovací záchod vytvoril už v roku 1596 anglický šľachtic John Harington (1561 – 1612) pre svoju kmotru, kráľovnú Alžbetu I. v Richmond Palace. Svoj výtvar, ktorý obsahoval jeden splachovací ventil na vypúšťanie vody z nádrže zhora a druhý, *wash-down*, na vyprázdnenie misy zdola, popísal v pojednaní *A New Discourse of a Stale Subject, Called the Metamorphosis of Ajax*. Jej veličenstvo si však sťažovalo na prílišný hluk zariadenia a záchod nebol pripojený na kanalizáciu, takže kým

niektoré problémy vyriešil, iné vytvoril. Predovšetkým však spomenuté dielo obsahovalo alegorický, zakódovaný útok na monarchiu, takže Harington upadol do nemilosti a záchod do zabudnutia.

Veľká stoka a veľký smrad

Latríny s kanálmi mali už v sumerskom Uruku pred 5 000 rokmi, žľaby s vodou používali Minójci na Kréte a pod antickým Rímom tiekla Veľká stoka – Cloaca Maxima. Toaletu, ktorá by ctíla hygienu aj súkromie, však priniesol až novovek v Anglicku. Samotné Haringtonovo *vodné kreslo* bolo inováciou toalety Thomasa Brightfielda, splachovanej prostým prúdom z cisterny umiestnenej nad zariadením. V roku 1775 Alexander Cummings patentoval odtok v tvare písmena S, ktorý udržiava vodnú bariéru brániacu prenikaniu zápachu z kanalizácie. O tri roky neskôr Joseph Bramah prišiel s plavákovým ventilom, ktorý umožnil spláchnutie bez manuálneho dolievania vody.

Technický pokrok síce postupoval, no išlo skôr o experimenty. Väčšina ľudí žila v podmienkach, ktoré by sa optikou modernej hygieny nedali označiť inak ako nevyhovujúce. O širšom prijatí splachovacích toaliet rozhodla až séria epidémií cholery v prvej polovici 19. storočia, ktoré v Londýne zabili desiatky tisíc ľudí. Všetko urýchlilo horúce leto 1858, keď sa rieka Temža zmenila na

neznositelnú žumpu – obdobie prezývané *Veľký smrad*. Mesto vybudovalo nový systém, splachovacie toalety sa začali rozširovať a epidémie ustupovať.

Čo je smart

Žijeme v dobe, keď je všetko *smart*: od hodínok cez domácnosti po celé mestá. Akoby mohol záchod zostať bokom? *Chytrosť* toalety, ktorú v roku 2020 vyvinuli na Stanfordskej univerzite, nespočíva v tom, že sama zdvihne poklop – tento záchod hľadá v ľudskom odpade markery mnohých ochorení vrátane najťažších. Deteguje biele krvinky, bielkoviny či krv, výsledky odosiela do cloudu a môže sa integrovať s lekáskymi záznamami. Aby boli výsledky bezpečne spracované s konkrétnym človekom, systém sníma odtlačok prsta a kamera rozpoznáva análny odtlačok, ktorý je vraj rovnako jedinečný.

Na výrobu toaletných mís sa časom vyskúšalo množstvo materiálov vrátane rôznych kovov a plastov. Naďalej však prevládajú porcelán a glazovaná kamenina. Ľudia si niekedy zo záchodov vyrábajú *obývačky* s televízormi či príručnou knižničkou... Na čom naozaj záleží, sú hygiena a zdravie. Prudérnejší ľudia možno pri téme záchodov krčia nosom; 19. novembra im možno pripomenúť, že skutočne nechutnými sú skôr cholera, dyzentéria a brušný týfus. V porovnaní s nimi je každý splachovací záchod *smart*.



Foto istockphoto.com/
Rawf8



Foto istockphoto.com/
Nestea06

REDAKČNÝ
ČLÁNOK

Aerobik pre mozgové bunky

Sychravé a krátke novembrové dni si môžete spríjemniť pri čaji a zaujímavých úlohách. Správne riešenia nájdete na strane 54.



Foto istockphoto.com/
Liudmila Chemetska



1. V stánku na hodovom jarmoku predávali čokolády po dve a tri eurá. Keďže všetci zvyknú platiť kartou, predavačka mi nemala vydať z 20-eurovej bankovky. Koľko čokolád som si mohol kúpiť, keď som chcel ochutnať obidva druhy a minúť peniaze presne?

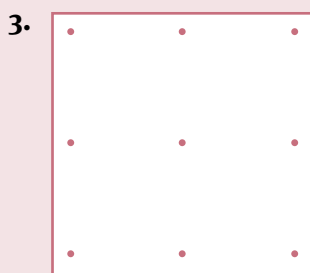


Ilustrácia
istockphoto.com/
Sandra Milena
Valero Orjuela

2. **+200%** Ktoré kladné číslo sa po vynásobení sebou samým zväčší o 200 %?



Foto wikipédia/
Patmat film s.r.o., CC
BY-SA 3.0



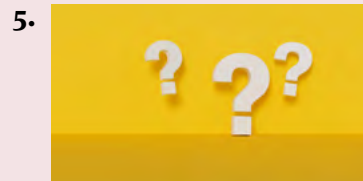
3. Koľko rôznych trojuholníkov viete nakresliť tak, aby mali vrcholy vo vyznačených bodoch? (Dva trojuholníky s rovnakými veľkosťami strán nepovažujeme za rôzne.)



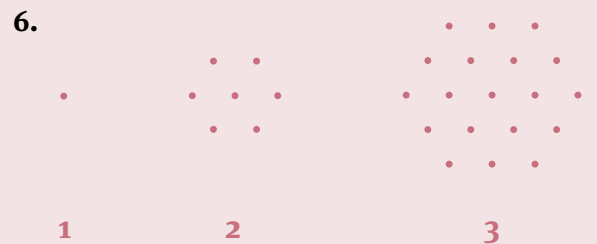
Text a ilustrácie
**JAROSLAV
BARIČÁK**
Gymnázium
Jozefa Miloslava
Hurbana v Čadci

4. **1,**
•••,
•••,
•••,
•••,
123

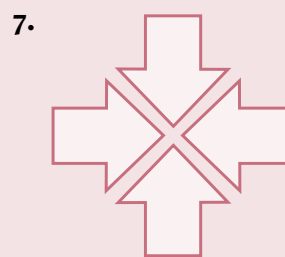
Doplňte chýbajúce členy v postupnosti, v ktorej každý člen (okrem prvých dvoch) je súčtom predchádzajúcich dvoch.



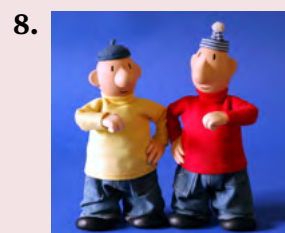
5. Počas sna som sa opäť ocitol v rozprávkovej krajine, kde každý buď vždy hovorí pravdu, alebo vždy klame. Poprosil som Snehulienku, aby sa opýtala každej z troch hláv draka zvlášť, či je pravdovravná, alebo klame. Snehulienka to urobila a oznámila mi, že dostala rovnaké odpovede. Zo sna som sa prebudil s otázkou: *Povedala Snehulienka pravdu, klamala alebo sa to nedá určiť?*



Z koľkých bodiek by sa skladal 10. obrázok?



7. Uložte štyri šípky tak, aby vzniklo päť šípok.



8. Mat je o sedem rokov starší ako Pat. O rok bude vek Pata a Mata v pomere 4 : 5. Aký bude vekový rozdiel Pata a Mata o štyri roky?

Novembrový test pozornosti

Test vám ukáže, ako pozorne ste čítali novembrový *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. Prvá snímka čiernej diery v galaxii M87, zobrazujúca ju ako *ohnivý prsteň*, vznikla v roku
 - a) 2009
 - b) 2014
 - c) 2019
 - d) 2024
2. Viac ako 1 200 zemetrasení zaznamenali v januári tohto roku v okolí ostrova
 - a) Bali
 - b) Kréta
 - c) Santorini
 - d) Hokkaido
3. Voda patriaca do prechodnej oblasti medzi sladkou a slanou sa nazýva
 - a) brakická voda
 - b) prechodná voda
 - c) kyselka
 - d) mediteránna voda
4. Najvýznamnejšou chránenou vodohospodárskou oblasťou na Slovensku je/sú
 - a) Veľká Fatra
 - b) Nízke Tatry
 - c) Žitný ostrov
 - d) Beskydy a Javorníky
5. Izolované prostredie, v ktorom sa dá bezpečne zapínať kód alebo programy bez toho, aby ovplyvnili zvyšok systému, nazývame
 - a) glassbox
 - b) whitebox
 - c) blackbox
 - d) sandbox
6. Jediný murovaný veterný mlyn holandského typu na Slovensku je zachovaný v blízkom okolí
 - a) Holíča
 - b) Tomášikova
 - c) Pezinka
 - d) Dunajského Klátova
7. Výskumným cieľom devätnásťročného Adama Kovalčíka je vyvinúť novú metódu možnej výroby rôznych liečiv vrátane antivirov
 - a) z húb
 - b) z vŕby
 - c) z medu
 - d) z kukurice
8. Konkrétne molekuly v našich biologických vzorkách, ktoré môžu včas varovať lekárov pred začínajúcim ochorením, sú
 - a) protilátky
 - b) biomarkery
 - c) hormóny
 - d) nukleotidy
9. Rozdiel vo veľkosti najväčšieho a najmenšieho splnu Mesiaca v roku predstavuje približne
 - a) 5 %
 - b) 15 %
 - c) 30 %
 - d) 45 %
10. Huby, ktoré pri poranení alebo rozlomení plodnice roní biele, oranžové alebo vínovočervené mlieko, sa volajú
 - a) bedle
 - b) hlivy
 - c) rýdziky
 - d) kuriatka
11. O tom, že vzájomným otáčaním dvoch polarizátorov vieme kontrolovať intenzitu prechádzajúceho svetla, hovorí
 - a) zákon lomu
 - b) Huygensov princíp
 - c) zákon odrazu
 - d) Malusov zákon
12. Rašelina v našich podmienkach pribúda rýchlosťou
 - a) o 1 až 2 mm za rok
 - b) o 1 až 2 cm za rok
 - c) o 10 až 20 cm za rok
 - d) o 1 až 2 m za rok
13. Najvyššie emisie z dopravy vytvárajú
 - a) vlaky
 - b) trajekty/lode
 - c) benzínové autá
 - d) krátke lety
14. Matematická postupnosť, v ktorej každé ďalšie číslo je súčtom dvoch predchádzajúcich, má názov
 - a) Euklidova postupnosť
 - b) geometrická postupnosť
 - c) aritmetická postupnosť
 - d) Fibonacciho postupnosť
15. Rohovinové alebo vápenaté viečko, ktorým niektoré druhy slimákov zatvárajú vchod do svojej ulity, sa volá
 - a) glotis
 - b) radula
 - c) ostium
 - d) operkulum
16. Nové observatórium v Čile, ktoré umožní získať detailné snímky a časozber južnej oblohy, nesie meno po astronómke
 - a) Vere C. Rubinovej
 - b) Annie J. Cannonovej
 - c) Henriette S. Leavittovej
 - d) Caroline L. Herschelovej
17. 3D ekvivalent pixelu je
 - a) voxel
 - b) axel
 - c) dexel
 - d) texel
18. Prvý funkčný splachovací záchod vytvoril anglický šľachtic John Harington koncom
 - a) 15. storočia
 - b) 16. storočia
 - c) 17. storočia
 - d) 18. storočia



Ako funguje vývoj nových liekov, existujú fyzikálne pravidlá prírody, ktoré zatiaľ nepoznáme, a prečo nás evolúcia naprogramovala *neprakticky* pre 21. storočie? Vďaka vede rozumieme svetu o niečo viac a vo vedeckom podcaste s názvom *Zveda v o s t* rozprávajú slovenskí vedci a vedkyne o tom, čo sa v ňom vlastne deje.

Nový diel *Zveda vosti* nájdete každé dva týždne na stránke *Denníka N*. Podcast sa toto leto premenoval, keďže predtým vychádzal niekoľko rokov pod názvom *N₂*. Formát však zostáva zachovaný. Moderátorka Zuzana Vitková sa rozpráva s hosťami o ich výskume, aktuálnom dianí vo vede, ale aj o tom, na čo si treba dávať pozor, keď chcete dať na tučniaka mikročip.

Hosťom jedného z minulých dielov bol napríklad astrofyzik Norbert Werner, ktorý porozprával o tom, ako sa hľadá mimozemský život, aj o výrazných škrtoch v rozpočte NASA, ktoré ohrozujú dlhodobé výskumy.

Geofyzik Jozef Müller sa do štúdia pripojil priamo z nemeckej antarktiskej stanice, kde trávi vyše roka. Na mieste, o ktorom sa hovorí, že je ťažšie dostupné než orbita Zeme, má na starosti viaceré dlhodobé merania.

Matematička Hana Krakovská poslucháčom opísala výskum teórie hier, to, ako ju využíva evolúcia, ako sa dá využiť v medicíne a prečo sa nám oplatí správať sa altruisticky.

Podcast nie je zameraný na konkrétnu vedeckú oblasť a jednotlivé diely spája hlavne *zveda v o s t* – vedcov, moderátorky aj poslucháčov. Ako bonus prináša aj ukážky z najnovších kníh vydavateľstva *Denníka N*, ktoré sú zamerané na literatúru faktu, aby si každý *zveda v o s t* našiel to svoje.

Podcast nájdete v podcastových aplikáciách, ako aj v službách Spotify či Amazon Music.

ZUZANA VITKOVÁ

Riešenia úloh Aerobiku zo strany 52:

1. 7, 8 alebo 9 2. 3 3. 8 4. 24, 25, 49, 74 5. Povedala pravdu. 6. 271 bodiek 7. 8. Nadalej to bude sedem rokov.



Vyhodnotenie testu zo strany 53:

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

Nové knihy



Kolektív autorov:
Velké myšlenky – Astronómia

Dá sa vesmír zmerať? Kde sa nachádza horizont udalostí? Čo je temná hmota? Kniha *Velké myšlenky – Astronómia* je napísaná jednoduchým, prístupným jazykom a zrozumiteľne približuje problematiku tohto vedného odboru. Ponúka výstižné vysvetlenia a je obohatená o prehľadné diagramy, citáty či zábavné ilustrácie, ktoré hravým spôsobom pomôžu čitateľom pochopiť tajuplný svet hviezd.

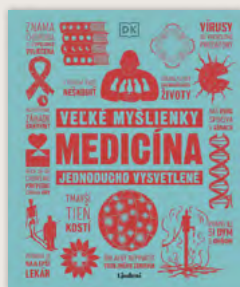
352 strán
32,90 €



Kolektív autorov:
Velké myšlenky – Veda

Kniha *Velké myšlenky – Veda* zrozumiteľne a výstižne približuje najvýznamnejšie míľniky v dejinách vedy, slávne osobnosti fyziky, biológie, matematiky a chémie, priekopnícke vedecké myšlienky a vynálezy, ktoré sú základom nášho moderného sveta. Ponúka prehľadné schémy a tipné ilustrácie, ktoré jednoducho vysvetľujú zložité teórie. Či už ste úplný laik, pokročilý študent alebo erudovaný odborník, táto kniha vás určite má čím zaujať.

352 strán
29,90 €



Kolektív autorov:
Velké myšlenky – Medicína

Ako sa diagnostikujú choroby? Čo je rakovina? Prečo si niektoré pandémie vyžadujú toľko obetí? V knihe nájdete odpovede na tieto aj veľa iných otázok, dozviete sa o zásadných pokrokoch a objavoch, ktoré formujú naše súčasné poznatky o medicíne a pomáhajú nám chrániť a podporovať naše zdravie. Či už študujete medicínu, prírodné vedy, pracujete v zdravotníctve, alebo ste úplný laik, čítanie tejto knihy vás bude určite baviť.

336 strán
29,90 €

Knihy z vydavateľstva Albatros Media Slovakia nájdete pod značkou Lindeni na www.albatrosmedia.sk.

Historický kalendár



Alfred Wegener
(1880 – 1930), foto
wikipédia, public
domain

1. 11. 1880 sa narodil Alfred Wegener, nemecký meteorológ, autor teórie kontinentálneho driftu čiže pohybu kontinentov. Predpokladal, že súčasné kontinenty boli kedysi spojené do jedného celku, ktorý sa rozlámala a pevninské masy sa od seba vzdialili. Ako dôkaz uvádzal zhodu tvarov pobreží Ameriky s Afrikou a Európou, ako aj nálezy podobných fosílií a postupnosti vrstiev hornín. Zomrel 2. 11. 1930 počas expedície v Grónsku predtým, než bola jeho teória prijatá ako súčasť platňovej tektoniky.

9. 11. 1880 sa narodil Giles Gilbert Scott, anglický architekt, ktorý spájala tradíciu s modernou a prenášal industriálne formy do sakrálnych architektúry. Medzi jeho najvýznamnejšie diela patria Liverpoolská katedrála, elektrárňu Battersea, elektrárňu Bankside (terajšia galéria Tate Modern), univerzitné knižnice v Cambridgei aj Oxforde a dizajn londýnskej červenej telefónnej budovy. Zomrel v roku 1960.

11. 11. 1875 sa narodil Vesto Slipher, americký astronóm, ktorý predostrel myšlienku, že vesmír je väčší ako naša Galaxia. V roku 1912 v Lowellovom observatóriu vo Flagstaffe v Arizone identifikoval v spektre galaxie M104 čiary posunuté v dôsledku červeného posunu. Vyplynulo mu, že galaxia sa od Zeme vzdaluje rýchlosťou 1 000 km/s, čo je rýchlo na to, aby bola súčasťou Mliečnej cesty. Zomrel v roku 1969.

15. 11. 1630 zomrel Johannes Kepler, nemecký astronóm, objaviteľ troch základných zákonov pohybu planét. Prvý zákon hovorí, že planéty obiehajú okolo Slnka po eliptických dráhach. Druhý hovorí, že čím je planéta bližšie pri Slnku, tým rýchlejšie sa

pohybuje. Tretí opisuje vzťah medzi vzdialenosťou planéty od Slnka a jej obežnou periódou. Keplerove zákony použil I. Newton na formulovanie gravitačnej teórie. Narodil sa v roku 1571.

17. 11. 1790 sa narodil August Ferdinand Möbius, nemecký matematik, priekopník topológie, známy svojím objavom Möbiovej pásky, dvojrozmerného povrchu bez orientácie, ktorý má iba jednu stranu pri zobrazení v trojrozmernom euklidovskom priestore. Zomrel v roku 1868.

21. 11. 1970 zomrel Chandrasekhara Venkata Raman, indický fyzik, nositeľ Nobelovej ceny, ktorý vykonal priekopnícky výskum v oblasti optiky a rozptylu svetla (Ramanov rozptyl). Narodil sa v roku 1888.

23. 11. 1870 sa v Smoleniciach narodil slovenský vynálezca Štefan Banič. Jeho padák, na ktorý získal americký patent, bol kombináciou *záračného pláštá* a kupoly: teleskopická konštrukcia s tkanivovým krytím sa dala zložiť ako dáždík a upevniť pomocou popruhov na telo letca na hrudi pod ramenami. Okrem toho navrhol prototyp motorových saní a stal sa spoluobjaviteľom jaskyne Driny v Malých Karpatoch. Zomrel v roku 1941.

24. 11. 1925 sa narodil Simon van der Meer, holandský fyzik, nositeľ Nobelovej ceny, ktorý vynášiel koncept stochastického chladenia v urýchľovačoch častíc, čo umožnilo objav bozónov W a Z. Zomrel v roku 2011.

25. 11. 1955 zomrel Arthur Tansley, anglický botanik a priekopník rastlinnej ekológie, ktorý v roku 1935 vypracoval koncepciu ekosystému opisujúcu, ako organizmy ucelenej komunity interagujú s neživým prostredím v rámci jednotného systému. Narodil sa v roku 1871.

Žrebovali sme výhercov septembrovej súťaže

V septembri sme si pre vás pripravili dve súťaže. V rubrike Klimatická zmena sme vám dali úlohu: **Uvedte názov aspoň jedného druhu čmeľa, ktorý sa vďaka zmene klímy rozšíril do nových oblastí.** Z tých, čo nám správne napísali, že sú to napríklad čmeľ balkánsky alebo čmeľ tmavý, sme vyžrebovali **Eliáša L. z Topoľčian, Zuzanu L. z Bratislavy a Jozefa S. zo Senice** a posielame im brožúrku *Pestré lúky pre opeľovače* od Daphne – IAE.

V rubrike Čítanie z novej knihy sme sa vás pýtali: **Ako sa volá odbor vedy študujúci lišajníky?** Za správnu odpoveď, že je to lichenológia, posielame nákupnú poukážku v hodnote 10 eur od vydavateľstva Artforum **Lubíci K. z Bratislavy, Marte S. zo Spišskej Novej Vsi a Ivane K. z Banskej Bystrice.**

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

Predplatné

Objednajte si predplatné prostredníctvom stránky www.quark.sk/predplatne alebo nás kontaktujte na predplatne@quark.sk alebo **02/69 25 31 16**

CHCETE DAROVAŤ PREDPLATNÉ ČASOPISU QUARK?

Vyberte si z našej ponuky darčkových poukazov.

OBJEDNÁVKY DO ZAHRAŇAČIA vybavuje Slovenská pošta a.s., zahranicna.tlac@slposta.sk.

Quark

vydáva



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,
VÝVOJA A MLÁDEŽE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Šéfredaktorka

Mgr. Renata Józsová
renata.jozsova@quark.sk

Redakcia

Peter Javůrek
peter.javurek@quark.sk
Mgr. Lucia Kralovičová
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
www.quark.sk | IČO 151882

Číslo 11, november 2025/ročník XXXI.

Vychádza začiatkom mesiaca.

Počas roka vyjde 12 čísel.

Cena jedného výtlačku je 2,50 €.

**Objednávky predplatného
vybavíte v sídle vydavateľa alebo**

telefonicke: 02/69 25 31 16
e-mailom: predplatne@quark.sk

Kontakt na inzerciu a spoluprácu

martina.hrivnakova@cvtisr.sk

EV 554/08 | ISSN1335-4000

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

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

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

Prihlásením sa do súťaže vyjadrujete 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 a na www.quark.sk/statutsutaze.



24 €



Ročné
tlačené
predplatné

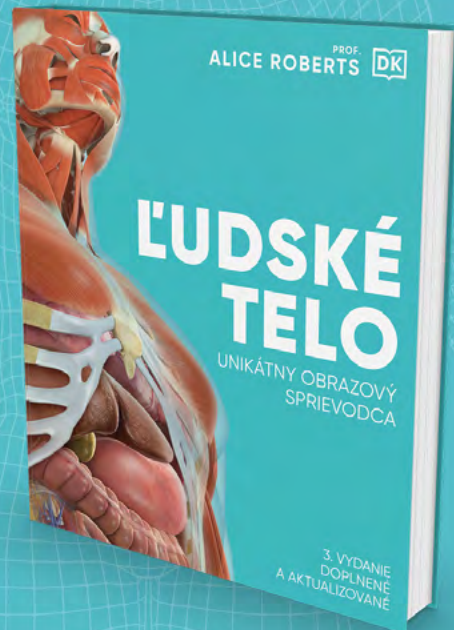
10 €



Ročné
online
predplatné



AKO FUNGUJE SUPERSTROJ PLNÝ ŽIVOTA?



Linden

Ked' sa podrobne pozerám na ľudskú anatómiu, vždy ma zaplavia dve úplne protichodné myšlienky: naše telá sú nádherné a vypracované majstrovské diela. A zároveň sú to tak trochu zlepené, nevyvážené, miestami neefektívne stroje, hovorí renomovaná britská akademička a televízna moderátorka Alice Robertsová, ktorá so svojim tímom vytvorila unikátneho obrazového sprievodcu Ľudské telo.

Výpravná a komplexná publikácia je určená širokému publiku, no nadchne aj profesionálov. Vďaka knihe čitatelia a čitatelky spoznajú ľudské telo od najmenších súčastí bunky až po zložité orgánové sústavy. Prostredníctvom prehľadných trojrozmerných ilustrácií a obrazov prakticky v skutočnej veľkosti môžu preskúmať anatómiu človeka vrátane detailov a podrobností o povrchovej anatómii a zložitých anatomických oblastiach, ako sú napríklad pazuchy či zápästia. Je to kniha, ktorá dokonale ukazuje, ako funguje ľudské telo, ako sa postupne mení od útleho detstva do staroby, aké poruchy ho môžu postihnúť a prečo.

Publikácia bola vyhlásená za knihu roka popredným odborným časopisom *The American Journal of Nursing*, ktorý propaguje to najlepšie v zdravotníctve a ošetrovatelstve. Skvelé hodnotenia dostala aj od ďalších renomovaných inštitúcií. Podľa vedeckého časopisu pre učiteľov *Science Teacher Magazine* tento ambiciózný zväzok skúma ľudskú evolúciu, anatómiu, funkcie, reprodukciu a choroby v prehľadnom, modernom vizuálnom formáte. Ďalší odborný časopis *School Library Journal* doplnil: *Mimoriadne detailné ilustrácie poskytujú študentom jednoznačné pochopenie štruktúry a usporiadania tela.*

Tomuto jedinečnému dielu sa v tejto kategórii nič nevyrovná.

Kniha očarila nielen vedcov, učiteľov či študentov. Nadšene o nej hovorí aj laická verejnosť. *Jednoducho nádherna! Kniha je plná veľkých, dobre označených, spektakulárnych ilustrácií, MRI snímok, CT skenov a fotografií a takisto obsahuje množstvo fascinujúcich informácií o ľudskom tele, napísali na blogu Daisy's Book Journal. Obzvlášť fascinujúca je sekcia Ako funguje telo... Naskenované telo od hlavy po päty... Úžasné!*

O autorke

Profesorka Alice Robertsová pracuje na Univerzite v Birminghame. Pôsobila ako prezidentka viacerých prestížnych organizácií, ako napríklad Association of Science Education alebo British Science Association. Za svoju prácu získala od Kráľovskej spoločnosti cenu Davida Attenborougha a udelili jej osem čestných doktorátov. A. Robertsová pôsobila aj ako televízna moderátorka a propagátorka, odprezentovala viac ako sto televíznych dokumentov o ľudskej biológii, histórii a archeológii. Okrem toho napísala štrnásť populárno-vedeckých kníh. Medzi najúspešnejšie patrí práve *Ľudské telo*.

Tento projekt bol pre mňa ako anatómku splneným snom. Chcela som ukázať štruktúru živého ľudského tela v celej jeho úžasnej zložitosti a kráse, a na tomto základe ďalej vysvetliť jeho fungovanie aj poruchy, hovorí A. Robertsová. Som veľmi rada, že sa nám podarilo všetko – štruktúru, funkciu aj problémy – spojiť do jednej knihy. Tieto veci sa možno učia pri štúdiu biológie alebo medicíny, no ja som chcela sprístupniť poznanie o ľudskom tele oveľa širšiemu publiku.

Kniha vyšla vo vydavateľstve Albatros Media Slovakia pod značkou Lindeni v roku 2025.

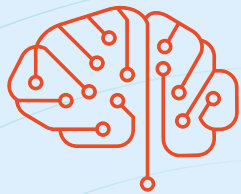
Súťažná otázka

Ak nám do **30. novembra 2025** pošlete odpoveď na otázku:

Koľko kostí má dospelý človek?

zaradíme vás do žrebovania o jednu z kníh z vydavateľstva Albatros Media Slovakia.

Svoje odpovede posielajte na adresu redakcie: odpovednik@quark.sk alebo Quark, Lamačská cesta 8A, 811 04 Bratislava.



TÝŽDEŇ
VEDY A
TECHNIKY



CVTI SR spolu s MŠVVaM SR pripravuje 22. ročník podujatia **Týždeň vedy a techniky na Slovensku, ktorý sa uskutoční v období 10. až 16. 11. 2025.**

V Bratislave sa na všetkých tešíme v Zážitkovom centre vedy Aurelium na Bojníckej 3.

Viac informácií nájdete na webe **www.tyzdenvedy.sk**



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,
VÝVOJA A MLÁDEŽE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Vianoce plné objavov

Urobte na Vianoce radosť tým,
ktorí radi objavujú.

Predplaťte magazín Quark sebe
alebo svojim blízkym, darujte vedecké
poznatky a inšpirácie každý mesiac.

Viac informácií
na www.quark.sk.



MAGAZÍN O VEDE A TECHNIKE
Quark



Zážitkový darček pre celú rodinu

Svet plný experimentov a viac ako
100 interaktívnych exponátov vás čaká
v Zážitkovom centre vedy Aurelium
v Bratislave.

Teraz so zvýhodneným rodinným
vstupom – jedno dieťa zadarmo.

📍 Bojnická 3, Bratislava
Viac informácií
na www.aurelium.sk.



Výhodné
rodinné vstupné
1 dieťa
zadarmo



Aurelium
ZÁŽITKOVÉ
CENTRUM VEDY



CENTRUM
VEDECKO-TECHNICKÝCH
INFORMÁCIÍ SR