



HMYZ

Dlouhověcí termiti, invazní sršně a vzácní motýli

Hledání archeologických pokladů z letadla

Zlato a diamanty zpřesňují mikroskopii

Kovové slitiny s tvarovou pamětí

GENIÁLNÍ MATERIÁL

5. 3. – 14. 6. 2025

Galerie Věda a umění

Akademie věd ČR, Národní 3, Praha 1

VSTUP VOLNÝ / PO – PÁ 10.00 – 18.00

Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

dnešní úvodník bych ráda využila k příležitosti se s vámi rozloučit. Ve funkci předsedkyně Akademie věd ČR po dvou funkčních obdobích, tedy po osmi letech, končím. V závěru března mě v čele naší nejvýznamnější vědecké instituce vystřídá Radomír Pánek, kterému přeji hodně štěstí a energie pro náročnou službu Akademii věd ČR i české vědě.

Čtvrtletník *A / Magazín* – tehdy ještě pod názvem *A / Věda a výzkum* – začal vycházet v březnu 2017. Shodou okolností právě v době, kdy jsem přebírala otěže vedení Akademie věd ČR po Jiřím Drahošovi. S výjimkou prvního čísla jsem tak měla možnost promlouvat k vám prostřednictvím úvodníků všech vydání tohoto časopisu. Za tu dobu jsme vám přinesli mnoho zajímavého čtení o nejrůznějších tématech. Vyberu jen namátkou některá z hlavních hesel na obálkách: létání, čas, gender, evoluce, asteroidy, konspirace, světlo nebo vůně. Aktuální číslo se zaměřuje na hmyz. Malé potvůrky, které okolo nás běhají či poletují, sice nejspíše nepatří k našim nejoblíbenějším souputníkům, pro udržení ekologické rovnováhy ve světě jsou ale nepostradatelné. A mnohdy jsou také fascinující. Věděli jste, že třeba takoví termiti jsou evolučně neúspěšnějším společenským hmyzem?

Přeji vám inspirativní čtení.



Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR



20

A / Magazín 01 2025



V OBRAZE

[6 Ukrytá laboratoř](#)

SPOLEČNOST

[8 Jak nejlépe obnovit přírodu po těžbě](#)

Z AKADEMIE

[10 Nové vědecké objevy AV ČR](#)

ZE SVĚTA

[14 Komentáře expertů AV ČR](#)

TÉMA

[20 Hmyz](#)

[22 Ať žijí král a královna](#)

[Příběh nesmrtelných termitů](#)

[30 Nechtěná návštěvnice z Asie](#)

[32 Třepotání motýlích křídel](#)

[38 Hmyzí tváře](#)

HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

[42 Škola hrou – v laboratoři historie](#)

ROZHOVOR

[48 Hrátky se šperky](#)

[Vladimíra Petráková](#)

FYZIKA

[56 Kovové iluzionisté a ultrazvukové hromobití](#)

FOTOSTORY

[62 Archeologie z letadla](#)

DĚNÍ V AKADEMII

[68 Krátké zprávy z AV ČR](#)



PODCAST AKADEMIE VĚD
Inspirativní rozhovory s vědci a vědkyněmi



 YouTube Music



 Spotify



 Apple Podcast

UKRYTÁ LABORATOŘ

Přímo pod vrchem Vítkov v Praze leží unikátní výzkumné zařízení

Malou nápovědu, že se v Žižkovském tunelu nalézá „cosi vědeckého“, poskytuje popelnice u jeho karlínského vstupu, označená „Ústav jaderné fyziky AV ČR“. Právě pod něj spadá laboratoř Mikrotron MT25, která se nachází za nenápadnými dveřmi jen kousek od ústí tunelu. „Jde o část krytu civilní obrany z roku 1942, který se nevyužíval. Prostor naši kolegové získali od města a ve druhé polovině sedmdesátých let začali pod vedením profesora Čestmíra Šimáněho v podstatě na koleni budovat laboratoř, jež funguje od roku 1981,“ říká vedoucí zdejšího pracoviště David Chvátíl. Proč právě pod Vítkovem? Místní kruhový urychlovač elektronů vyžaduje dostatečně výkonný napájecí zdroj a zároveň při plném výkonu potřebuje 2,5 metru betonového stínění. Obě podmínky prostor splňuje. Výzkumníci spolupracují i s ostatními pracovišti Akademie věd ČR, univerzitami, muzei, ale také firmami – od medicíny přes potravinářství až po analýzy hornin. Využívají především metodu fotonové aktivační analýzy. Díky ní lze přesně určit, jaké prvky a v jakém množství se v ozařovaném vzorku nalézají, a to až na úroveň jednotek ppm, tedy jedné částice z milionu.





Jak nejlépe obnovit přírodu po těžbě

Když se uzavře těžba v dole či lomu, musí se plocha rekultivovat. Krajinu lze obnovit ale i s využitím zcela přirozených procesů a za zlomek nákladů. Ušetřené peníze mohou jít například obcím v okolí, konstatují experti z Akademie věd ČR.

Akademie věd ČR vydává několikrát do roka expertní stanovisko pro zákonodárce – AVex. K dispozici je online následně i veřejnosti. První AVex roku 2025 se věnuje právě rekultivaci dolů a lomů. Více informací na webu avcr.cz (v sekci Věda a výzkum / AVex) nebo pod QR odkazem.



- V Česku se těží zejména hnědé uhlí – to ze sokolovské a mostecké pánve je zdrojem asi dvou pětin elektrické energie vyrobené v tuzemsku. Na severu Čech se nachází i jedno z největších nalezišť lithia na světě, třebaže se těžit ještě nezačalo.
- Získávání nerostných surovin bezesporu výrazně poškozují přírodu. Těžební společnosti proto musejí podle zákona po ukončení prací plochu rekultivovat, ozelenit.
- Umělé a rychlé vytváření nových ekosystémů je ale drahé a technicky náročné. Druhou možností je ponechat krajinu svému osudu. Taková přirozená regenerace je nejen levnější, ale v mnoha ohledech pro přírodu výhodnější.
- Takzvané výsypky sice zpočátku nevypadají, že by zrovna bujely zelení, přitom bez života rozhodně nejsou. Kvůli nedostatečnému množství živin se na nich daří vzácným a ohroženým druhům, které se jinak v přehnojených půdách nevyskytují.
- Každá plocha ponechaná vlastnímu osudu jednou zaroste. Pouze to déle trvá, znatelný rozdíl pro laika je ovšem jen zhruba prvních 15 let.
- Z dlouhodobého hlediska je užitečné dát krajině alespoň zčásti šanci na přirozený vývoj. Takto obnovené porosty jsou totiž kvalitnější, rozmanitější a odolnější vůči suchu než zeleň vzešlá z řízené rekultivace.
- Částečně se takový přístup uplatňuje třeba u Lomu Československé armády pod úpatím Krušných hor. Část prostředků, které se ušetří, dle dohody Ministerstva životního prostředí ČR a těžební společnosti Severní energetická popouje na rozvoj okolních obcí zasažených těžbou.
- Aby se přirozená obnova dolů i lomů prosadila šířeji, je ovšem potřeba změnit některé české zastaralé a vzájemně nekompatibilní právní předpisy.





V hloubi vesmíru v systému TOI-4504 dochází k zajímavému chování dvou obřích planet, podobných našemu Jupiteru. Vědci z Astronomického ústavu AV ČR zaznamenali neuvěřitelně výrazné kolísání v geometrii a parametrech jejich dráhy, jež vedou ke zdánlivé změně periody, tj. obkroužení mateřské hvězdy, a to dokonce v řádu dní. Zjistili to z dat satelitu TESS, který pomocí čtyř vestavěných kamer pátrá po tranzitech – poklesech jasnosti hvězd v důsledku clonění obíhající exoplanety. Jev pozorovaný v soustavě TOI-4504 popsali v časopise *Astrophysical Journal Letters*.

Zdá se, že má kořeny dávno v minulosti a souvisí s formováním těles z prachu a plynu rotujících okolo mateřské hvězdy, případně s migrací již vzniklých protoplanet.

Jak dlouho trvá „rok“ na exoplanetách?

Astronomický ústav AV ČR

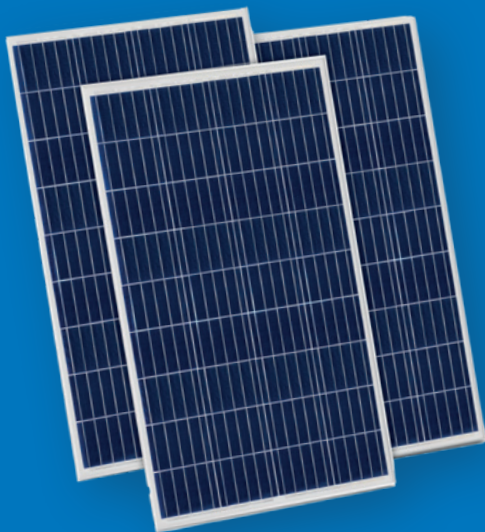


Elektronický nos pomůže s diagnostikou kožních infekcí

Mikrobiologický ústav AV ČR



Klasický příběh z ordinace dermatologa: odběr vzorku, následná zdlouhavá kultivace v laboratoři a pacient čeká a čeká na vhodný lék. Stanovení diagnózy by však v budoucnu mohlo být daleko rychlejší. Pokud by nemocného trápila kožní infekce způsobená plísněmi, lékař by pouze k ložisku přiblížil tzv. elektronický nos, zařízení známé z letištních kontrol, které dokáže zachytit i stopová množství chemických látek, a diagnóza by byla na světě. Během infekce se na hostiteli totiž do ovzduší uvolňují volatily, těžké organické látky, což přispívá k charakteristickému zápachu. Novou metodu založenou na analýze volatilů představil tým vědců z Mikrobiologického ústavu AV ČR v časopise *Mycopathologia*.



Vědci vyvinuli ekologické a levné solární články

Ústav makromolekulární chemie AV ČR



Ušetřit za energie a ohleduplněji se chovat k životnímu prostředí. Takovými klady láká stále atraktivnější fotovoltaika. Významného pokroku ve vývoji ekologických solárních článků nyní dosáhli vědci z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR spolu se švédskými kolegy. V nových organických článcích se nevyskytují

těžké kovy a k jejich výrobě nejsou potřeba toxická rozpouštědla. Díky nižší hmotnosti je lze navíc využít i v místech, kde tradiční křemíkové

panely nejsou vhodné – třeba jako průhledné fólie na okna nebo jako střešní krytinu, u které by se jednotlivé články mohly snadno zaklapnout do sebe podobně jako tašky na střeše. Výsledky výzkumu publikoval časopis *Nature Energy*.



Reaktivní kyslík ve slinivce upozorňuje na poruchy metabolismu

Fyziologický ústav AV ČR

Slinivka je orgán uložený v břišní dutině, vyrábí trávicí enzymy a také hormony důležité pro regulaci hladiny cukru v krvi. Badatelé z Fyziologického ústavu AV ČR se uvnitř slinivky zaměřili na tzv. beta buňky, které produkují inzulín a pomáhají udržovat metabolickou rovnováhu. Dokázali, že reaktivní formy kyslíku – dříve považované za škodlivé vedlejší produkty metabolismu – zde fungují jako významné signální molekuly. Tato zjištění by mohla napomoci například k vývoji nových léčiv zaměřených na poruchy funkce slinivky břišní. Účinnější léčby by se tak mohli dočkat pacienti s cukrovkou.



Oprava proteinů je nadějí pro léčbu genetických chorob

Mikrobiologický ústav AV ČR

Přenos genetické výbavy mezi buňkami je přísně regulovaný. I tak se ale „buněčný tesář někdy utne“ a udělá fatální chybu, jež vede ke vzniku genetických onemocnění. Takovým omylem je například vytvoření signálu pro předčasné ukončení syntézy životně důležitého proteinu – jako by se nechtěně vloudila tečka doprostřed věty. Odborníci z Mikrobiologického ústavu AV ČR pronikli do jádra molekulárního procesu, který by se dal v budoucnu využít k léčbě nemocí způsobených tzv. nesmyslnými kodony. Výsledky publikoval prestižní časopis *Nature Structural & Molecular Biology*.



Když vědec na vlastní oči spatří to, o čem roky teoreticky bádá, je nadšen. Vidět totiž znamená věřit. Průlom ve výzkumu nové magnetické fáze zvané altermagnetismus dosáhl mezinárodní tým vědců v čele s Tomášem Jungwirthem z Fyzikálního ústavu AV ČR. V časopise *Nature* uveřejnil první přímé mikroskopické

Čeští fyzici pořídili první mikroskopické snímky altermagnetu

Fyzikální ústav AV ČR

snímky altermagnetického uspořádání v krystalu teluridu manganatého (vlevo snímek modelu). Postupným zkoumáním se ukázalo, že tento materiál nepatří mezi anti feromagnetny ani feromagnetny – dva donedávna známé druhy magnetické fáze. Čeští fyzici v roce 2022 popsali třetí druh: altermagnet. Jejich výzkum by mohl přispět k vývoji informačních technologií budoucnosti.



Odstartoval covid-19 nový přístup k práci z domova?

Ekonomický ústav AV ČR



Předpandemická data think-tanku IDEA při CERGE-EI ukazují, že home office využíval jen každý dvacátý Čech. Všeobecné uzávěry v letech 2020 a 2021 u některých profesí nedávaly mnoho jiných možností než otevřít pracovní notebook v obýváku či si zřídit kancelář v ložnici. A zdá se, že šlo o změnu trvalou – v roce 2023 pracoval z domova už každý desátý zaměstnanec. Zásadní roli přitom hraje vzdělání. Lidé bez maturity pracují z domova zřídka, zato z vysokoškolsky vzdělaných zhruba čtvrtina. Nejvíce se společenská změna týká matek dětí ve věku do dvou let – home office využívá téměř třetina z nich.

Na první pohled vypadá jako mech, přitom by mohla pomoci zodpovědět zásadní otázky evolučního výzkumu, především jak se rostliny dostaly z vody na souš. Řeč je o mnohobuněčné zelené řase s názvem *Draparnaldia erecta*, jejíž význam potvrdila i Německá botanická společnost, když ji vyhlásila řasou roku 2025. „Jde

Tajemství evoluce rostlin poodhalí řasa roku

Biologické centrum AV ČR

o jedinou chlorofytní řasu, která se vyvinula do morfologické složitosti srovnatelné s ranými suchozemskými rostlinami.

Má rozvětvený horní buněčný systém, který vypadá jako malá suchozemská rostlina, a dlouhé buňky, které připomínají kořenový systém,“ popisuje Lenka Caisová z Ústavu molekulární biologie rostlin Biologického centra AV ČR. Navíc má tato řasa pro výzkum velmi praktické vlastnosti: snadno se kultivuje, rychle roste a rozmnožuje se ve velkém. Vědkyně očekává zajímavé výzkumné výsledky už do dvou let.



SVĚTLO OVLÁDANÉ SVĚTLEM UMOŽNÍ PŘESNÉ ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU

Stín světla. Kdepak, nejde o oxymóron. Vědci nyní zjistili, že za určitých podmínek se laserový paprsek může chovat jako neprůhledný předmět a vrhat stín. V experimentu použili zelený laser, kterým prosvětlili rubínový krystal, a z boku umístili modrý laser. Ten ve výsledku fungoval coby osvětlení, zatímco zelený paprsek se v tomto nastavení jevil jako objekt. Jeho stín byl viditelný pouhým okem. Objev otevírá nové možnosti pro technologie založené na ovládání laserového paprsku jiným paprskem.

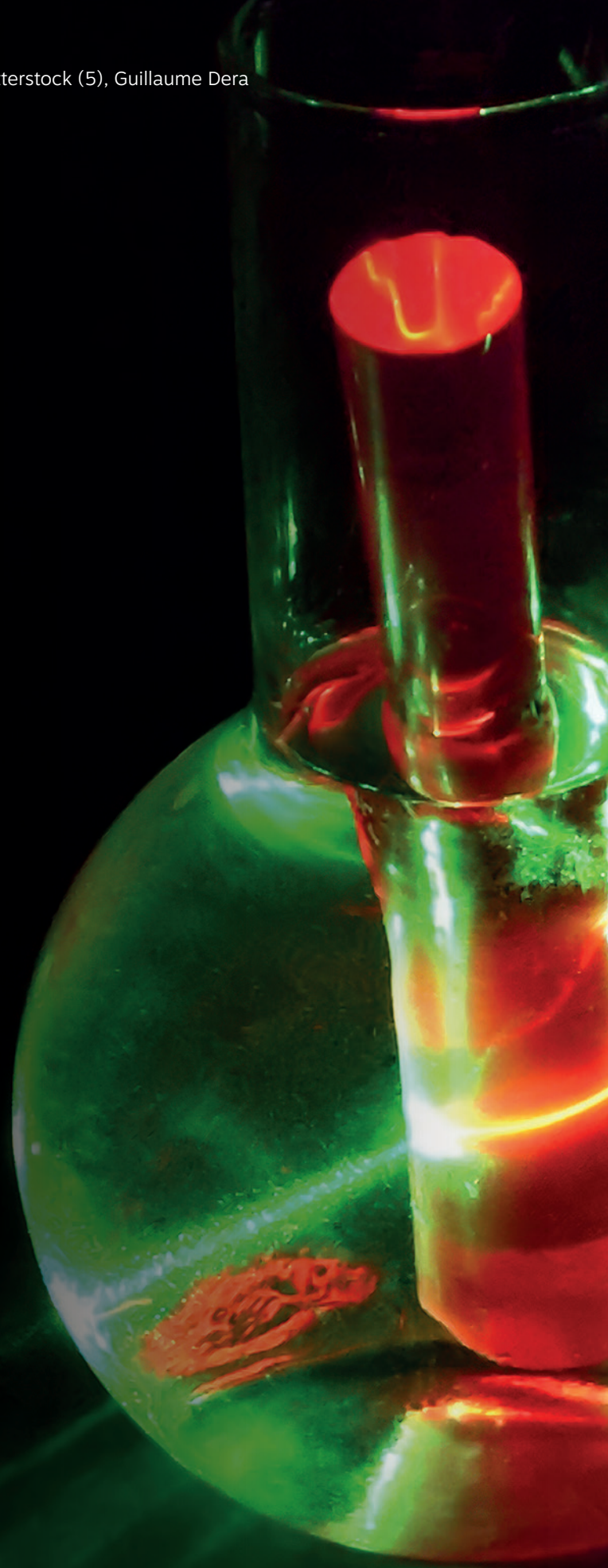
KOMENTUJE: PETR HAUSCHWITZ

Fyzikální ústav AV ČR, Centrum HiLASE

Nápad, že by světlo mohlo samo stínit, zní na první pohled neuvěřitelně. Běžně předpokládáme, že fotony si vzájemně nevadí, a světlo proto nemůže stínit samo sebe. Když se ale ponoříme do nelineární optiky, může to vypadat jinak – silný laserový paprsek v určitých materiálech skutečně dokáže zvýšit absorpci druhého paprsku a tím vytvořit stín. A právě tenhle trik výzkumníci nedávno využili v rubínovém krystalu. Pro optiku je to cenná připomínka, že v určitých materiálech a za určitých podmínek mohou vznikat překvapivé úkazy. V tuzemsku se podobnými nelineárními jevy zabývají mimo jiné týmy v centru HiLASE nebo v ústavech Akademie věd ČR, které vyvíjejí lasery pro průmyslové i vědecké účely. Ačkoli se zde laserovým stínům pozornost příliš nevěnuje, pro další výzkum je to nesmírně zajímavé. Nabízejí se totiž nové způsoby, jak řídit světlo světlem. Příkladem mohou být optické spínače či modulátory, které by umožnily rychlé a přesné zpracování signálu bez nutnosti převodu na elektrickou formu. Představit si lze i užití při kontaktní litografii nebo ve specializovaných zobrazovacích systémech, kde by pevnou masku mohl nahradit pružně tvarovatelný světelný objekt. Výzkum tak otevírá dveře řadě nových aplikací, které ještě před pár lety zněly jako sci-fi. A i když je k reálnému nasazení stále kus cesty, tato práce připomíná, že světlo je mnohem tvárnější nástroj, než si obvykle myslíme.



DOI: 10.1364/OPTICA.534596



AUSTRALŠTÍ VĚDCI POPSALI NOVÝ DRUH PAVOUKA

Atrax christenseni. Tak nyní výzkumníci pojmenovali nový druh sklípkance, který byl objeven již před dvaceti lety v Austrálii. Až letos se totiž podařilo jeho existenci vědecky potvrdit. Zástupci tohoto druhu jsou jedovatější a větší než všichni dosud známí sklípkanec. Dorůstají délky až devíti centimetrů, čímž si mezi akademiky vysloužili přízvisko big boys neboli velcí chlapi. Jde o noční živočichy, kteří jsou aktivní zejména od listopadu do dubna.

KOMENTUJE: JAKUB PAWLIK

Biologické centrum AV ČR

Molekulární fylogenetika nám s pomocí analýz genetické informace umožňuje lépe nahlédnout do evolučních vztahů studovaných organismů a mimo jiné i rozpoznat nové druhy. Konkrétně u pavouků se jich takto každoročně objeví až stovky. Sklípkanec jedovatý (*Atrax robustus*), od kterého se nyní *Atrax christenseni* „odštěpil“, byl dosud považován za dobře probádaný, pro Austrálii až ikonický druh, jehož atraktivitu lze připisovat především jeho jedovatosti. Právě odhalení „štěpení“ takto notorického druhu je to, co objev činí výjimečným. Jed sklípkanců je mezi pavouky jedním z nejúčinnějších a vedle syntézy protijedu (od jehož zavedení v roce 1981 nedošlo ke ztrátám na životech) ho potenciálně lze využít i pro výrobu léčiv či insekticidů. Jedové žlázy druhu *A. christenseni* jsou ještě objemnější než žlázy příbuzných, a mohl by tak představovat ideální druh pro odběr jedu. Zpráva o objevu a atraktivita v souvislosti s velikostí přirozeně povede k jeho popularitě a odchytu soukromníky. Prozatímní opatření v podobě utajení konkrétních oblastí jeho už tak omezeného výskytu jsou tedy na místě. Je dobré zmínit, že intenzita jedu druhu *A. robustus* se vyznačovala značnou variabilitou, takže jemu dříve připisované vyšší hodnoty mohly pocházet právě od nového druhu *A. christenseni*, v té době ještě nerozlišovaného. Zavedený protijed by každopádně měl spolehlivě neutralizovat i jeho jed. Těšíme se, co odhalí podrobnější výzkum v následujících letech.



DOI: 10.1186/s12862-024-02332-0



KARIÉRNÍ KRIZE STŘEDNÍHO VĚKU NENÍ UNIVERZÁLNÍ

Po čtyřicítce náhlý úbytek sil a pracovního elánu, pak nádech a hledání nové motivace. Člověk se ve své kariéře odrazí ode dna a jede dál. Tak by se volně dala parafrázovat krize středního věku – fenomén, který se skloňuje v různých pádech a různých souvislostech. Všeobecně se věří, že krize popisující trajektorii písmene U potká každého bez ohledu na jeho profesi. Sociologové z Univerzity v Surrey oslovili na sto tisíc pracovníků z různých odvětví a zjistili, že tato představa je mylná a sedí pouze na manažerské či vysoce kvalifikované pozice.

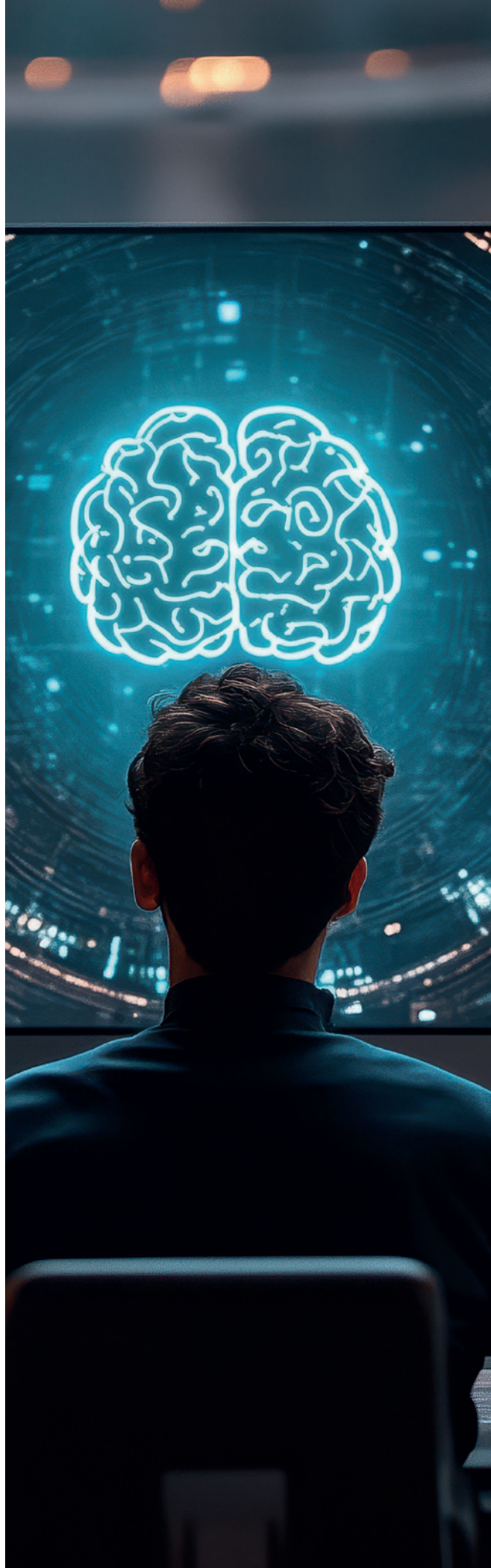
KOMENTUJE: KATEŘINA ZÁBRODSKÁ

Psychologický ústav AV ČR

Vztah věku a pracovní spokojenosti je oblíbené téma psychologie práce. Řada studií skutečně indikuje tzv. kariérní krizi středního věku, způsobenou přetížením nebo stagnací ve střední fázi života. Obecně jsem ale obezřetná, pokud se na tomto poli prezentují nějaké univerzální tendence, protože jednotlivé typy profesí se mezi sebou významně liší, ať již svou náročností, nebo věkem, kdy výkon kulminuje. Tyto rozdíly se pak propisují do křivky pracovní spokojenosti. Roli hraje také pozice jedince v organizaci: jinak se v čase vyvíjí kariérní dráha vrcholového manažera a jinak řadového pracovníka. Zvážíme-li tedy diverzitu profesí a rychlé tempo změn typické pro současnou dobu, lze těžko očekávat, že bude existovat univerzální křivka pracovní spokojenosti. Například naše studie zaměřené na akademickou profesi ukazují, že spokojenost u akademiků a akademiček má stoupající trajektorii. Nejspokojenější jsou tedy v seniorní fázi, zhruba po šedesátém roku věku. Odpovídá to struktuře akademické dráhy: se senioritou typicky roste jistota zaměstnání, finanční příjem, prestiž a míra vlivu, což jsou faktory, které významně přispívají k pracovní spokojenosti. Pokud se ale podíváme na jiné typy povolání, například na fyzicky náročné profese, jež vykonávají třeba manuální pracovníci, jejich spokojenost mívá naopak klesající tendenci, protože s věkem a délkou zaměstnání vzrůstá celkové vyčerpání. Tato variabilita ukazuje, že pro porozumění pracovní spokojenosti potřebujeme využívat komplexnější modely zohledňující specifika jednotlivých povolání, jak to přesvědčivě demonstruje citovaný článek.



DOI: 10.1093/ser/mwae072



VÝZKUMNÍCI NAVRHUJÍ NOVÝ MODEL SLEDOVÁNÍ MYSLI

Pro úspěšnou komunikaci je potřeba sledovat i myšlenky a záměry jiných lidí, zkrátka vnímat všechno, co zůstalo nevyřčeno. Pokud jste například na návštěvě a hostitel řekne „Venku se stmívá“, možná chce naznačit, že už je čas odejít. V tradičním pojetí se sociální kognice odehrávají hlavně na úrovni věty. Vědci z německého Institutu Maxe Plancka navrhují nový model komunikace, ve kterém hrají zásadní roli také mikroprocesy na úrovni slov.

KOMENTUJÍ: PETR KADERKA A TAMAH SHERMAN

Ústav pro jazyk český AV ČR

Pokroky v modelování mysli a komunikace nejvíc ocení ti, kdo by chtěli model využít ve vlastním výzkumu nebo ho chtěli dále rozvíjet. Badatelům, kteří neholdují experimentálnímu výzkumu či teoretickým modelům, však studie mnoho nového nepřináší. Naopak, připomene jim, jak vzdálené jsou podmínky psychologických experimentů od reálné komunikace a kolik by jich kognitivní věda ještě musela vykonat, aby se alespoň přiblížila úrovni poznatků, jež máme díky etnografickému pozorování komunikačních procesů v „divočině“ sociální praxe. Autoři studie si to sami uvědomují, poukazují na nerealističnost předchozích modelů a pokoušejí se podmínky nových experimentů přiblížit běžné komunikaci. Modely sociální kognice stavějí na myšlence, že lidé musejí umět „číst mysl“ toho druhého, aby byli schopni si porozumět. Tento předpoklad tzv. teorie mysli byl opakovaně kritizován. Lidé v komunikaci nečtou v mysli druhého, ale monitorují nuance lidského jednání, všimají si souhry tělesných, jazykových a materiálních prostředků, orientují se na sekvenčnost komunikačních aktů, projektují a predikují dokončení či pokračování promluvy atd. Nedosahují toho však čtením mysli druhého, ale orientací na znaky vytvářené ve veřejném prostoru. Proud těchto vzájemně provázaných znaků je přístupný pozorování, není ukryt v mysli druhých. Chceme-li poznávat primární fenomén, mezilidskou komunikaci, nesmíme dopustit, aby ho vytlačil konstrukt druhého řádu, model.



DOI: 10.1016/j.tics.2024.11.005



NA MĚSÍCÍCH URANU JE MOŽNÁ ŽIVOT

Je jednou z nejchladnějších planet Sluneční soustavy a patří mezi tzv. ledové obry. Přesto zřejmě na Uranu a jeho pěti hlavních měsících není tak „mrtvo“, jak se doposud na základě dat, která v roce 1986 získala mise agentury NASA jménem Voyager 2, předpokládalo. Vědci totiž měření podrobili nové analýze a ukázalo se, že tehdejší výsledky ovlivnila sluneční bouře, která mohla zamaskovat aktivitu Uranových měsíců. Výzkumníci nyní věří, že některé z nich by mohly mít pod povrchem oceány vhodné pro výskyt života. Jejich studie vyšla v časopisu *Journal Nature Astronomy*.

KOMENTUJE: PAVEL SUCHAN

Astronomický ústav AV ČR

Doposud se v souvislosti s mimozemským životem o Uranu nemluvilo. Ale příliš překvapivé to není. V přehledu možných míst pro život ve Sluneční soustavě už totiž mnoho desítek roků zmiňovaný Mars tak trochu předběhly měsíce u obřích planet – Jupitera, Saturnu a teď i Uranu. Jde o měsíce, které mají pod zamrzlým povrchem oceán slané vody. A tak vedle měsíců Europa, Ganymedes a možná i Callisto obíhajících kolem Jupiteru (mimořádně, právě k nim míří evropská sonda JUICE s českou účastí) a měsíců Enceladus a Titan obíhajících Saturn se teď přidalo okolí planety Uran. V jistém podezření jsou největší Uranovy měsíce Titania a Oberon. Pokud se zde život prokáže – a to nebude hned, je třeba ještě mnoho měření –, nečekejme zde vysoké formy života, spíše mikroorganismy. Astronomové se snaží hledat život na exoplanetách daleko od naší planetární soustavy, ale je docela možné, že bude mnohem blíž. A zajímavost na závěr: podpovrchový oceán na Ganymedu, největším měsíci ve Sluneční soustavě, může obsahovat více vody než všechny oceány na Zemi dohromady.



DOI: 10.1038/s41550-024-02389-3

CHYTRÁ HOUBA ROZPOZNÁ TVARY A UMÍ SE ROZHODOVAT

Houby nemají mozek, a přesto disponují pamětí a zvládnou se učit i rozhodovat. K tomuto závěru dospěli japonští vědci v nové studii publikované v časopise *Fungal Ecology*. Konkrétně zkoumali houbu jménem kůrovka sametová (*Phanerochaete velutina*), která napadá dřevo zejména ovocných stromů. Z něj výzkumníci vyrobili bloky naočkované houbou, jež rozmístili do různých tvarů, a čekali, jakým směrem kůrovka poroste. Pomocí těchto experimentů zjistili, že houba dokáže rozpoznávat prostorové uspořádání bloků, a dokonce o něm informovat zbytek podhoubí.

KOMENTUJE: MIROSLAV KOLAŘÍK

Mikrobiologický ústav AV ČR

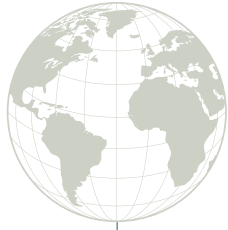
Jde o fascinující objev ukazující, jak málo toho o přírodě víme.

Tento průkazný, a přitom jednoduchý pokus si navíc leckterý pěstitel hub zvládne za použití dostupné kůrovky sametové zopakovat doma. Pro lepší přiblížení si jej popíšeme tak, jak by probíhal přímo v lese. Vezmeme bukové špalky naočkované jedním jedincem choroše, který se živí mrtvým dřevem. Tyto špalky poskládáme do kruhu, přímo na holou lesní půdu bez mrtvého dřeva. Mycelium, tedy síť houbových vláken, bude prorůstat a rozkládat špalek a také se bude šířit do okolní půdy, a to rovnoměrně na všechny strany. Vnější mycelium slouží ke hledání nových zdrojů, živiny získává z domovského špalku. Překvapení nastane, když dojde ke spojení mycelií ze sousedních špalků a celý kruh se propojí. Souměrný růst houbových vláken ustane a nové mycelium překvapivě roste již jen směrem ven z kruhu. To ukazuje, že mycelia jsou schopna zpracovávat informace o prostorových polohách v jejich síti a adaptivně měnit své chování. Víme, že hyfy (jednotlivá vlákna) dokážou reagovat na řadu podnětů. Důležitá je třeba jejich schopnost růst ve směru větší koncentrace živin. Víme také, že kompatibilní mycelia umějí splynout a vzájemně přenášet informace v podobně elektrických pulzů či různých molekul. Nic z toho nevysvětluje pozorovaný jev prostorové „inteligence“ a netušíme, jak k němu dochází. Víme ale proč. Pro houbu není výhodné hledat živiny uvnitř kruhu, kde je velká šance, že narazí jen na osídlené špalky. Těším se, až tento experiment někdo nezávisle zopakuje na dalších druzích hub.



DOI: 10.1016/j.funeco.2024.101387





V ČÍSLECH

VÍCE NEŽ

1 200 000

DOSUD POPSANÝCH DRUHŮ

AŽ

30 000 000

ODHADOVANÝ SKUTEČNÝ
POČET DRUHŮ

2,5 %

Z CELKOVÉHO OBJEMU HMYZU
NA SVĚTĚ ZMIZÍ KAŽDÝ ROK



Pyšní se titulem nejrozmanitější skupiny živočichů na Zemi. Zároveň patří mezi nejvíce ohrožené. Vítejte v říši hmyzu.

Mizející

Odhaduje se, že třetině druhů hmyzu hrozí vyhynutí a skoro polovina druhů se potýká se značným úbytkem jedinců. Podle některých studií mizí hmyz osmkrát rychleji než savci, ptáci nebo plazi. Nejohroženější jsou motýlí a blanokřídlí (třeba včely), ale také brouci. Jiní odborníci nicméně uklidňují, že apokalyptické vize nejsou na místě.

Mimořádní

Až dvacet procent všech popsaných živočišných druhů jsou brouci. Jejich typickým znakem jsou tvrdé krovky, tedy vyztužená přední křídla. Najdeme mezi nimi nejednoho rekordmana. Třeba silák lejnožrout býčí pohne s nákladem, který je tisíckrát těžší než on sám. Je to podobné, jako kdyby sedmdesátakilový člověk dokázal odstrčit šest plně naložených autobusů.

Organizovaní

Hemžení v lesním mraveništi nebo pilná práce včel fascinuje člověka od pradávna. Zdánlivě chaotické pobíhání a poletování se řídí podle přesně daných pravidel. Společenský hmyz funguje jako skvěle namazaný stroj, a to už po desítky až stovky milionů let. Díky analýzám genomu se vědcům daří mnohem lépe rozumět evoluční úspěšnosti termitů, mravenců a včel, jejich komunikačním schopnostem i kolektivní inteligenci.

MMYZZ

AŽ ŽIJÍ KRÁL Příběh nesmrtelných termitů A KRÁLOVNA

Ne každý hmyz má jepičí život. Královské páry termitů se dožívají i několika desítek let. Rekordy v dlouhověkosti drží také z evolučního hlediska – jejich vyspělé kolonie existovaly už v éře dinosaurů.

Zvyšující se dostupnost genových sekvencí rozmanitých druhů hmyzu umožňuje vysledovat vznik a historii klíčových genů hluboko do minulosti, a rekonstruovat tak jejich dávnou evoluční minulost.



ong live the Queen! Ať žije královna! Provolávali ještě nedávno Britové, když chtěli vzdát hold Alžbětě II. Zdá se, že jejich přání byla vyslyšena, vždyť panovnice se dožila 96 let a její předchůdkyně, královna matka, zesnula dokonce ve věku 101 let a 238 dní.

Díky lepším životním podmínkám a vyspělé medicíně dnes na stovku dosahuje stále více lidí, a to nejen z královských paláců. Jsou ale světy, kde je úctyhodný věk výsadou právě jen královen a králů – a sice světy skrývající se v termitištích. U některých druhů se odhaduje, že královský pár, tedy hlavní rodinná jednotka termitího společenství, se může dožít až dvou (a možná i více) desítek let. Na hmyz nevidané stáří!

ČESKÁ TERMITÍ ŠKOLA

Dlouhověkost termitích královen a králů je jedním z témat, kterým se zabývají vědci v Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. Mají k tomu unikátní podmínky, protože v suterénu svého sídla v Praze-Dejvicích už několik dekád chovají laboratorní kolonie termitů.

Na počátku šedesátých let 20. století sem první exempláře tohoto tropického hmyzu přivezl vědec Ivan Hrdý, na kterého entomologové a organičtí chemici dodnes vzpomínají jako na zakladatele „české termití školy“. Hmyz tehdy nasbíral především v terénu v Číně, Vietnamu a na Kubě, tedy v zemích, kam se za socialismu bylo možné vydat.

Jak o l i může vypadat spojení chemie a šestinohých potvůrek překvapivě, smysl dává. Ve druhé půlce minulého století byla velká společenská poptávka po postřících na hubení hmyzu, který škodil tehdejší čím dál intenzivnější zemědělské

produkcí – vzpomeňme třeba na kampaň proti „americkému broukovi“, tedy mandelince bramborové.

V té době byl trendem vývoj umělých hmyzích hormonů a výzkum feromonů – přírodních chemických látek, jimiž spolu komunikují jedinci daného druhu. Vědci věřili, že kdyby odhalili chemickou podstatu těchto substancí, mohli by je použít k odpuzování hmyzu.

I díky tomu se v Praze podařilo rozjet nesmírně zajímavé vědecké projekty, zpočátku s výrazným aplikačním potenciálem, které ale postupně přinášely také zásadní poznatky v základním výzkumu komunikace hmyzu.

POKLAD V SUTERÉNU

Posledních skoro pětadvacet let se v termití laboratoři v dejvickém ústavu pohybuje Robert Hanus, současný vedoucí výzkumné skupiny Chemie společenského hmyzu. Začátkem tisíciletí se k tématu dostal při studiu Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, a právě tehdy se začal psát příběh některých konkrétních dlouhověkých královen a králů termitích hnízd.

„Jednoho dne jsem ještě coby magisterský student přišel do práce a zjistil, že se jedna z našich kolonií, původem z Kuby, rojí. Jako řádný hospodář jsem tedy okřídlené krále a královny roztrídil a umístil do skleněných nádobek, v nichž si postupně vytvořili nové kolonie, které rostly a rostly,“ vzpomíná dnes Robert Hanus.

Pravidelně nové kolonie kontroloval a sledoval kondici královského páru, později po něm štafetu sledování termitích paláců převzali jeho studenti. Výsledkem byla nepřetržitá řada unikátních dat o termitích „rodinách“ a dlouhověkosti jejich členů.

„V době zakládání kolonií se nám mohlo jen zdát o pokročilých technikách typu sekvenování genomu. Až o mnoho let později jsem si uvědomil, jaký poklad máme vlastně k dispozici,“ dodává vědec. Spolehlivě vedené zápisky o stavu termitišt a stáří králů a královen dejvických výzkumníků zkombinovali s moderními genetickými metodami,

a otevřeli tím možnosti pozoruhodných zjištění.

ŽIVOT V KOMUNITÁCH

Entomologové, ale i laičtí pozorovatelé z řad včelařů si už dříve povšimli daru dlouhověkosti a plodnosti, jemuž se těšily královny včely medonosné. Dnes už víme, že ještě větší rekordmanky – a také rekordmani – se skrývají v termitištích.

V čem jsou si včely, mravenci a termiti vlastně podobní a čím se tyto zástupci společenského hmyzu naopak liší? Spojuje je podobný styl života v koloniích – velkých rodinných jednotkách. Jednotliví příslušníci hnízda spolupracují na jeho výstavbě a údržbě, při krmení a péči o potomstvo i při obraně komunity. Dohromady tvoří superorganismus, který funguje podle jasně daných a po desítky až stovky milionů let fungujících pravidel.

Velmi podobně řízené společenské chování přitom vzniklo nezávisle na sobě. Zatímco včely a mravenci patří mezi blanokřídlý hmyz a jsou si relativně příbuzní, termiti jsou jim oběma velmi vzdáleni. Je to trochu paradox, protože právě termiti a mravence si hodně lidí plete (např. v angličtině se termitům říkávalo white ants, tedy bílí mravenci). Ve skutečnosti termiti od mravenců dělí desítky milionů let samostatného vývoje. Nejenže tedy nejsou „jedna rodina“, jsou dokonce úhlavními nepřáteli. Termiti se živí rozkladem dřevní nebo půdní hmoty a mravenci jsou predátoři, kteří termity ohrožují.

Nejbližšími žijícími „bratřenci“ termitů jsou švábi. Samostatná linie termitů se od svých švábičích příbuzných oddělila někdy před 150 miliony let. Nejstarší fosilní nález termita se datuje do období před 130 miliony let, což z něj činí nejstarobylějšího zástupce společenského hmyzu. Do dnešní doby vědci popsali zhruba tři tisícovky druhů termitů, kteří obývají všechny kontinenty světa (kromě Antarktidy).

K rozdílu mezi termiti a blanokřídlým společenským hmyzem patří ještě odlišná role pohlaví. Jedinci termitů si udržují dvě sady chromozomů, podobně jako obratlovci, v termitištích tak

najdeme dělnice a dělníky, vojáky i vojačky a také krále a královnu. U včel a mravenců to funguje jinak. Většina osazenstva úlů a mravenišť jsou samičky. Role samců se omezuje v podstatě jen na oplodnění královny. Jakmile ji splní, zahynou.

SEZNAMTE SE S KRÁLOVNOU

O dlouhověkosti mravenčích nebo včelích samců tak nemůže být řeč. Proto se odborné studie věnující se tomuto tématu zaměřují výhradně na královny. Pouze u termitů do terminologie vstupují také králové.

Hlavní plodící pár kolonie je v každém termitišti zpravidla jeden (jsou druhy, které fungují trochu jinak). „Král zůstává s královnou po celý život a pravidelně ji oplodňuje. Výsledkem je fakticky jedna velká rodina: maminka, tatínek a někdy až miliony potomků,“ říká Robert Hanus.

Z prvních vajíček zakladatelského páru nového termitiště se lihnou miniaturní jedinci – larvy, zpočátku zcela závislé na péči svých rodičů. V pokročilých koloniích pak péči o termit mládež přebírají starší generace sourozenců. Larvy se během vývoje rozrůžňují na



Druhá diverzita je v tropech obrovská. „Už víme, kam se dívat, některé druhy hledáme na stromě, jiné pod zemí, za den můžeme najít i desítky druhů. Některá hnízda jsou velká jako tenisák, jiná dosahují velikosti ovce a můžou vážit i sedmdesát kilogramů. Když je hnízdo příliš veliké, uděláme do něj mačetou nebo sekyrou otvor a odebereme si pár zvířátek, oni si to hnízdo jednoduše spraví. V případě, že potřebujeme královnu, je to složitější, protože musíme vzít hnízdo celé. To je pak fyzicky hodně náročná práce a my se z lesa vracíme jako pašeráci s pytlém na zádech,“ vypráví Robert Hanus.

„U termitů funguje poměrně nehumánní metoda řešení konfliktů, a tou je kanibalismus. Jejich hlavní potravu tvoří celulóza, a chybí jim proto dusík. Aby jej doplnili, požírají své kolegy – ať už ty, kteří jsou v důsledku nadbytečnosti odsouzeni k smrti, nebo ty, již uhynou stářím.“

Robert Hanus

dělníky a vojáky. Každá z těchto kast má svou jasně danou funkci a přesně ví, co a kdy má dělat. Kolonie roste a začíná fungovat jako stroj na výrobu vajíček.

Královna-matka naklade denně v rekordních případech až několik tisíc vajíček, takže za dvacet let svého panování může přivést na svět kolem dvaceti milionů potomků. Takový způsob bytí dá jistě zabrat a na vzhledu panovnice se brzy projeví. Spíše než důstojnou slič-

nou dámu si tak termiti královnu představme jako tlustou matronu, jež svou velikostí několikanásobně převyšuje partnera. Zatímco běžný obyvatel termiti hnízda včetně „pana krále“ měří obvykle pár milimetrů, královna-matka, jež se mění v továrnu na vajíčka, může dosahovat délky lidské dlaně. Vypadá jako pořádně vypasená housenka, která rozhodně nepřipomíná hbitého šestinohého jedince.



hbitost ostatně není schopnost, kterou by královna potřebovala. Prakticky se nehýbe, je spolu s partnerem „zazděná“ v královské komoře, kterou po celý dlouhý život neopustí. Přístup k ní umožňují otvůrky, jimiž přicházejí pečující dělníci a také královská stráž, tedy vojáci. Ti panovnický pár chrání, zatímco dělníci je čistí, krmí a odnášejí královnou nakladená vajíčka.

Ponurý osud prvního páru vyvolává pochyby, zda je pro ně dlouhověkost výhodou, nebo prokletím. Jedním dechem pak vyvstává otázka, kdo vlastně v kolonii vládne: skutečně král a královna? Nejsou daleko spíše rukojmími svých potomků, kteří se z nich snaží vytěžit maximum vajíček? „Evoluce si ovšem takové citlivé otázky neklade a zajímá se především o to, nakolik jsou její projekty úspěšné v prostoru a čase, a u termitů



je tento úspěch nepochybný,“ podotýká Robert Hanus. Termiti se řadí mezi nejpčetnější živočichy tropů a subtropů a jejich kolonie tam fungují po desítky milionů let.

ELIXÍR MLÁDÍ

Za tu dobu se u termitů vyvinula celá řada mechanismů, které dohromady utvářejí pomyslný elixír mládí a zodpovídají za obdivuhodnou dlouhověkost králů a královen. Vědecké studie se věnují například roli enzymů, které odbourávají oxidativní stres, nebo úloze hormonů jako regulátorů vývoje, metabolismu a stárnutí.

Tým Roberta Hanuse se na problematiku podíval z jiného úhlu. Svou pozornost zaměřil na telomerázu, což je enzym, který v buněčných jádrech eukaryotních organismů funguje jako biologický opravář telomer – speciálních struktur na koncích chromozomů. Telomery se dají přirovnat k plastovým koncům na tkaničkách, které zabraňují třepení vláken. Podobně telomery chrání genetickou informaci v chromozomech před poškozováním během buněčného dělení.

Když je opravář málo aktivní, buňky rychleji stárnou a můžou se rozvinout různé degenerativní procesy. Pokud je naopak nezdravě hyperaktivní, podporuje růst nádorových buněk (proto je jeho poznání tak důležité u člověka).

Inspirací pro Roberta Hanuse byla pozorování kolegů z Biologického centra AV ČR u královen včely medonosné. U nich telomeráza vykazuje mnohem vyšší aktivitu než u dělnic a trubců. Zatímco u obratlovců včetně člověka se její funkce studuje poměrně hodně, u hmyzu se dosud jednalo spíše o výjimky. „K našemu překvapení byla souvislost telomerázy a dlouhověkosti u hmyzu téměř neprobádaná. Odpověď na otázku proč je jednoduchá. Octomilka, která je nejčastějším hmyzím studijním modelem, tento enzym zcela postrádá a pečuje o zdraví svých chromozomů jiným způsobem,“ připomíná Robert Hanus.

„Oslovili jsme kolegy z Biologického centra, kteří učinili zmíněný objev u včel, a začali jsme společně bádát. >



Mgr. ROBERT HANUS, Ph.D. ÚSTAV ORGANICKÉ CHEMIE A BIOCHEMIE AV ČR

Vystudoval zoologii na Přírodovědecké fakultě UK a zároveň se věnoval sociologii na Filozofické fakultě UK. Neobvyklá studijní kombinace ho přivedla k zájmu o termity jako klíčové zástupce společenského hmyzu. Zkoumá jejich chemickou komunikaci, originální kastovní systém, rozmnožovací strategie a dlouhověkost králů a královen. Zabývá se rovněž evolučními adaptacemi, jež z termitů učinily jednu z neúspěšnějších skupin pevninských živočichů. Od roku 2014 vede skupinu Chemie společenského hmyzu v Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. Jeho nejčastější cesty za termity vedou do terénu ve Francouzské Guyaně, zámořském území Francie v Jižní Americe.

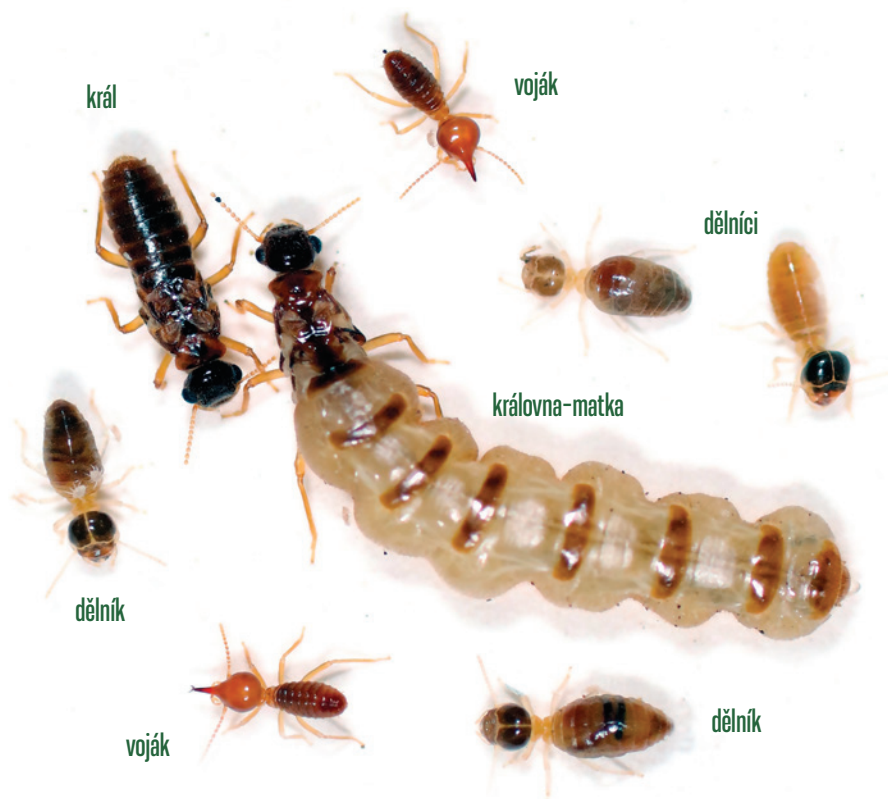
Nevycházeli jsme z údivu. Enzym se ukázal u králů a královen všech zkoumaných druhů termitů vysoce aktivní ve srovnání s dělníky a vojáky,“ říká Robert Hanus.

Zjistili také, že telomeráza je u termítího plodného páru činná nejen tam, kde se dalo čekat, ale i v orgánech, ve kterých je její aktivita na první pohled zbytečná. „Vykazuje vysokou činnost v tkáních, jejichž buňky už se nedělí, a nepotřebují tak prodlužovat žádné chromozomy, například v nervové pásce, což je analogie míchy a mozku,“ dodává vědec.

Při pohledu hlouběji do buněk pak badatelé odhalili, že telomeráza u králů a královen pracuje i mimo jádro. A to v mnohem větší míře, než u krátkověkých dělníků a vojáků. Její funkce vně jádra může souviset s ochranou před stresem v mitochondriích (buněčných „elektrárnách“), ale zřejmě i s dalšími aspekty, přičemž všechny nějakým způsobem prodlužují život buňky.

VARIABILITA ŽIVOTA V TERMITIŠTI

V jediném termitišti můžou žít stovky tisíc i miliony obyvatel. Najdeme mezi nimi dělníky i vojáky různého stáří a vývojových stadií a samozřejmě královský plodící pár. Příslušníci daných kast se svým vzhledem liší.



AŽ ŽIJE KRÁLOVNA!

K opotřeбенí organismu pochopitelně postupně dochází také u dlouhověkých králů a královen. Opravné mechanismy se oslabují a klíčové biomolekuly stárnou. A vidět je to i pouhým okem. „Hmyz, který žije dvacet let, má někdy třeba ulomené chodidlo na nožičce či další šrámy. U královny se stárnutí pozná také podle barvy zásobárny tuků, která je v mládí krásně bílá a během času žlutne,“ doplňuje Robert Hanus.

Bližící se konec panování královského páru osazenstvo hnízda cítí a spouští se boj o moc. Někteří nedospělí jedinci (nymfy) se začnou přetvářet v náhradní pohlavní jedince (říká se jim neotenic). Vyvinou se jim pohlavní orgány, spáří se a samičky začnou klást vajíčka. U některých druhů se neotenicé královny vyskytují v hnízdě spolu s původní královnou, většinou však matka svou přítomností vzniku konkurence brání.



Regulovat počet náhradníků v hnízdě není pouze v zájmu královny, ale také dělníků a vojáků, protože starat se o nadbytečné množství králů a královen je přítěží.

Zdravá, aktivně plodící královna vylučuje feromon, kterým ostatním dává na vědomí, že si každý má hledět svého a nemusí zbytečně vynakládat energii na rozmnožování. A naopak. Když královna chybí, neplodí nebo umírá, nepřítomnost královského feromonu její dcery upozorní, že by se měly snažit proměnit a vyvinout v náhradnice.

„Význam královského feromonu je obrovský, přesto jej vědci až donedávna neuměli chemicky popsat. Zatímco u včely medonosné jsou tyto látky známé už od šedesátých let dvacátého století, u mravenců, vos a čmeláků se na ně přišlo mnohem později, stejně jako u termitů,“ říká Robert Hanus.

První identifikaci královského feromonu zveřejnili japonští badatelé zhruba před patnácti lety u jednoho japonského druhu nižších termitů. Ve stejnou dobu jako oni na tématu začal se svými studenty pracovat také Robert Hanus.

KRÁLOVSKÝ PARFÉM

Termiti se rozlišují na nižší (méně než třetina ze tří tisíc druhů) a vyšší, kteří tvoří většinu. Rozluštění chemické podstaty královského feromonu vyšších termitů se podařilo právě až českým vědcům. V roce 2022 vydali studii, v níž popsali substanci vylučovanou královnou druhu *Embriatermes neotenicus*.

Tento druh, který obývá amazonské tropické pralesy, je výjimečný propracovaným systémem náhradních královen, jež funguje trochu jinak než ten popsaný výše. Královnou zakladatelku totiž už v rané fázi vývojového cyklu hnízda nahrazuje skupina desítek až stovek náhradních královen, jež vznikají z neoplozených vajíček (jde o partenogenetické množení, jehož výsledkem jsou v podstatě matčiny klony).

Vzniklé samičí nymfy pak trpělivě čekají na vhodné načasování, kdy bude možné královnou-matku nahradit, tedy na její smrt. Jakmile se transformují



v královny, vytváří se jakýsi harém, v němž se jediný král rozmnožuje s desítkami až stovkami malých královen, čímž vznikají dělníci a vojáci, ale také okřídlení králové a královny, kteří opouštějí hnízdo a zakládají nové kolonie. Zároveň však také královny v harému příležitostně kladou neoplozená vajíčka, jež se vyvíjejí v nově klonální královny a doplňují harém.

Regulace množství náhradnic a signalizace upozorňující, že je potřeba plodit, se děje právě prostřednictvím královského feromonu, který vědci identifikovali jako látku ze skupiny seskviterpenů, konkrétně (3R,6E)-nerolidol. „Je to voňavá terpenická látka, která bývá běžnou součástí parfémů. Je jasné, že termiti královny svým poddaným musejí nějak vonět. My lidé samozřejmě tuto látku u termitů necítíme, protože se vyskytuje ve velmi malých koncentracích,“ podotýká Robert Hanus.

Vědci zjistili, kde a jak královský feromon vzniká. Má ho na svědomí jeden speciální enzym, který je vysoce aktivní v kůži královny, zatímco u jiných členů termitiště vůbec přítomný není.

Působení královského feromonu na osazenstvo termitiště výzkumníci vyzkoušeli také experimentálně. Odebrali z kolonie princezny (nymfy, které se mohou stát náhradnicemi královnami)

ne citlivý nosík. Ve skutečnosti ale mají čichové receptory hlavně na tykadlech.

OD TYKADEL K EVOLUCI

Tykadla jsou vůbec zajímavým předmětem zkoumání. Zásobu tykadélek k analýzám si pražští vědci nedávno přivezli přímo z terénu z jihoamerické Francouzské Guyany. Přestože si v dejvickém suterénu desítky let udržují životaschopné kolonie určitých druhů termitů, pro širší záběr výsledků výzkumu potřebují pravidelně vyjíždět do tropů, sledovat termity v jejich přirozeném prostředí a odebrat vzorky na místě.

Robert Hanus se nejčastěji a zároveň nejraději vrací právě do Francouzské Guyany. Jednak hovoří plynně francouzsky, takže se domluví s místními, ale především je tato jihoamerická země součástí Francie, a tudíž také Evropské unie. Platí tam tedy evropská legislativa a vědci se nepotýkají se zbytečnými byrokratickými překážkami, jakým čelí kupříkladu v Africe.

Čeští badatelé navázali spolupráci s univerzitním kampusem v Kouru, kde mimochodem stojí kosmodrom, z něž startují evropské vesmírné mise. „V Kouru máme k dispozici malý tropický domeček, kde jsme si zřídili laboratoř s mikroskopem. Díky tamnímu zázemí přímo na místě připravujeme vzorky

připřadit enzymy zodpovědné za jejich vznik a také receptory v tykadlech, které umožňují jejich příjem.

Takových kandidátních receptorových proteinů má každý termít druh zhruba padesát. Proteiny a jejich geny lze stopovat hluboko do jejich evoluční minulosti. Ví se, kdy zhruba který protein a jeho gen vznikly, a podle toho je možné identifikovat, kdy se vyvinul určitý typ komunikace. „Otevírá nám to příležitost podívat se na evoluci. Definovat, kdy a jak se z předka švábů a termitů, kteří ještě čile komunikují pomocí mnoha rozmanitých látek,“ dodává Robert Hanus a předepisuje tak blízkou budoucnost, do které se chce ve svém výzkumu vydat.

POHLED VPŘED

Zároveň ale má i jiné větší či menší badatelské sny. Jedním z nich je rozluštit chemickou podstatu stavebního feromonu, který termitům usnadňuje konstrukci hnízd. Skládají cihličku po cihličce, řadu po řadě, přesně vědí, kdy mají přidat další patro, kdy zazdit komůrku nebo udělat strop. Podle voňavé signalizace poznají, že určitý úsek už stojí nějakou dobu a je tedy třeba pokračovat jiným směrem. Chemický základ této signalizační látky je však zatím neznámý.

Ne zcela uzavřenou kapitolou je samozřejmě také dlouhověkost královen a králů. Kolonie termitů v pražském suterénu stále prosperují. Nejstarším královnám a králům je nyní třídadvacet let a mají se k světu. Naposledy loni na podzim úspěšně obhájila s tímto tématem doktorát studentka z dejvického týmu Marie Pangrácová a na výzkum spjatý s pomyslným elixírem mládí u termitů navazují i kolegové z jiných badatelských skupin, takže se dají očekávat další pozoruhodné výsledky.

Zajímavou otázkou je také pátrání po příčinách evoluční úspěšnosti termitů. Disponují schopností trávit celulózu, s čímž jim pomáhají speciální střevní bakterie a bičíkovci, které si v sobě hýčkají. Tým Roberta Hanuse ale přišel ještě na jinou vychytávku a tou je schopnost vyrábět si kyselinu linolovou, jednu ze

Vedle mnoha jiných feromonů používají termiti i stavební. Díky němu poznají, kdy a kde přidat při stavbě hnízda další patro cihliček, jak velká má být komůrka pro královnu a kdy hnízdo zastropovat. Chemickou podstatu stavebního feromonu na rozdíl od toho královského zatím vědci nerozluštili.

a vystavili je vůni parfému hlavní panovnice. Jeho přítomnost jim dala jasné najevo, ať se vůbec nepokoušejí měnit v královnu. Naopak, když se vonná látka odstranila, spustila se přeměna nymfy v náhradní matky.

Pokusy dále prokázaly, že královský parfém funguje i na dálku. Princezny jej cítily, i když byly v prostoru za kovovou mřížkou, a reagovaly přesně tak, jak jim komunikační signál od královny velel. Chtělo by se říct, že termiti mají pořad-

stejně, jako bychom byli v Praze. Takto jsme si právě nachystali tykadélka, která v současné době zkoumáme u nás v laboratoři,“ vysvětluje vědec.

A z tykadél se toho dá vyčíst skutečně hodně – například identifikovat kandidátní receptory (přijímače) konkrétních feromonů. Vedle královského parfému, který reguluje plození v termitišti, existují feromony obranné, bojové, populační, potravní, stavební, stopovací a mnohé další. Ke každému z nich se dají



ZAJÍMAVOSTI

Termitům se dříve říkalo všekazi, protože jejich schopnost sežrat knihy, dřevěné sloupy i celé domy lidí děsila a mnohde děsí dodnes.

V angličtině se pro termity hlavně dříve užíval název bílí mravenci – označovali je tak britští kolonisté v tropických oblastech.



Většina lidí u nás považuje termity za tropické příbuzné našich mravenců, což je velký omyl. Termity a mravence dělí miliony let odděleného vývoje.

Dodnes vědci popsali přibližně 3000 druhů termitů obývajících nejrůznější lokality. Nejvíce se jich vyskytuje v tropech kolem rovníku, najdeme je ale i v Severní Americe, kolem Kaspického moře, na Balkáně a ve Středozeří.

Nejstarší fosilní nález termity pochází z období před 130 miliony let, což z něj činí jednu z nejstarobylějších společensky žijících bytostí na Zemi.



Hnízda nižších termitů jsou menší a jejich obyvatelé se živí mrtvým dřevem, které jim pomáhají trávit střevní bičíkovci. Symbionty vyšších termitů jsou střevní bakterie a také houby, jež si pěstují v termitištích.

Hlavní příčinou evoluční úspěšnosti termitů je jejich schopnost strávit celulózu – stavební materiál rostlinných buněk, kterého je všude nadbytek, ale žádné vyšší organismy ho samy nedokážou zpracovat.

základních mastných kyselin. „Na rozdíl od jiných živočichů tak termity nejsou závislí na potravním přísunu těchto látek a mohli se stát experty na požívání mrtvého dřeva, čímž doslova ovládli tropické oblasti,“ doplňuje vědec.

Tuhle konkurenční výhodu si termity vštípili velmi dávno. Gen pro enzym, jenž dokáže vyrábět kyselinu linolovou, totiž zdědili od svých předků asi před 160 miliony let.

Podobně fascinující pohledy na evoluci hmyzu umožňují momentálně se rozvíjející pokročilé genetické metody. V případě termitů to znamená ohlédnout se pěkně hluboko do historie. Vždyť pevninu si podmanili daleko předtím, než se objevily první kolonie včel a mravenců a než jsme přišli my, lidé. Lepší poznání strategií přežití těchto hmyzích metuzalémů tak bude určitě stát za to. ●

„Význam královského feromonu u termitů je obrovský, přesto jej vědci až donedávna neuměli chemicky popsat.“

Robert Hanus

TERMITI S MODRÝMI „BATŮŽKY“

Některé druhy termitů posílají do boje proti vnějšímu nepříteli kamikadze bojovníky s výbušným systémem na zádech. Nejde přitom o jedince z kasty vojáků, ale o starší dělníky, kteří už jsou pro budování hnízda a sběr potravy méně užiteční, než když byli mladí. Během života si v kapsách na zádech ukládají pozoruhodný protein – enzym lakázu – který má díky iontům mědi modravé zbarvení. Čím je dělník starší, tím větší modrá tělíska, připomínající krystaly, na zádech nosí. V případě ohrožení hnízda vykoná poslední službu své kolonii – obětuje se. Roztrhne obal batůžku, ze kterého vystříkne jedovatá látka, která znehybní a otráví protivníka. Spolu s nepřitelem umírá i obětavý starý dělník. Strukturu enzymu nedávno metodou rentgenové krystalografie odhalily Jana Škerlová a Pavlína Maloy Řezáčová z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR.





SPOLUBYDLENÍ V TERMITIŠTI

Vedle stovek tisíc až milionů termitů obývají termiti „paneláky“ i jiní živočichové. Svou garsonku si v nich mohou pronajmout parazitické vosy, pavouci a ještěrky, a dokonce i papoušci. Na podnájmu u termitů nejsou závislí, mnoho organismů se však v průběhu evoluce adaptovalo na život v termitištích do té míry, že bez svých sousedů nedokážou přežít. Týká se to například brouků z čeledi drabčikovitých, na jejichž soužití s termity se ve svém výzkumu zaměřuje Aleš Buček z Entomologického ústavu Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích.

„Téměř všude na světě, kde žijí termiti, se spolu s nimi vyskytují také drabčici. Stejná parazitická strategie přitom vznikla u různých druhů drabčiků a různých druhů termitů na mnoha místech nezávisle na sobě,“ říká vědec. Tomuto fenoménu se říká konvergentní evoluce, a právě studium podob a průběhu evoluce na modelu parazitických drabčiků Aleše Bučka obzvláště zajímá.

„Někteří drabčici se začali postupem milionů let termitům podobat, aby mezi ně lépe zapadli. Termiti se totiž orientují pomocí tykadel, jimiž ohmatávají jedince, které potkávají v hnízdě,“ vysvětluje vědec. „Tvarové mimikry jsou ale jen jednou ze strategií, další je chemické maskování, kdy jde o to, mít na povrchu stejné látky – uhlovodíky –, jako mají termiti,“ dodává Aleš Buček.

K výzkumu společné evoluce drabčiků a termitů využije genetické metody, pomocí sekvenace DNA například sestaví rodokmeny a příbuzenské stromy jednotlivých druhů. Bude také srovnávat brouky, u nichž se vyvinul parazitický způsob života, s těmi, kteří žijí nezávisle na termitech. Vzorky k analýzám sbírá spolu s kolegy přímo v terénu v Africe, Asii i Jižní Americe.

„Někdy je to horší než hledat jehlu v kupce sena, protože v milionovém termitišti se můžou vyskytovat pouhé jednotky brouků,“ dodává badatel.

Na projekt obdržel prestižní grant Junior Star od Grantové agentury ČR, jenž mu umožnil návrat z delšího studijního pobytu v Japonsku zpět do vlasti a vybudovat vlastní mezinárodní tým v Bio-

logickém centru AV ČR. Výzkum může pomoci odhalit nejen zajímavé souvislosti ze života drabčiků a termitů, ale především poskytnout odpovědi na obecnější otázky evoluce. ●



Na společné fotografii pózuje termit z rodu *Hospitalitermes* (spodní část) společně s drabčikem z rodu *Hospitaliptochus*. Podoba jmen není náhodná – brouk byl pojmenován po vzoru svého hostitele, na kterém je životně závislý (Malajsie 2023).



Aleš Buček stojí napravo od starosty kamerunské vesnice Nguinda (v zeleném tričku). „Jde o poměrně vzácnou fotografii, protože většinu času trávím analýzou genetických dat u klávesnice anebo stojím s fotoaparátom na druhé straně objektivu,“ říká vědec, který do průzkumu diversity termitů a brouků zapojil podstatnou část vesnice.

NECHTĚNÁ NÁVŠTĚVNICE Z ASIE

Je o trochu menší než naše sršeň obecná, ale zejména mezi včelaři vzbuzuje strach. Hovoříme o sršni asijské – nebezpečném invazním druhu původem z jihovýchodní Asie.

Z ČÍNY AŽ DO ČECH

Rozlišujeme 13 různých barevných forem. Jedna z nich – *Vespa velutina nigrithorax* – byla v roce 2003 zavlečena z Číny i do jiných částí světa. Do Evropy, konkrétně Francie, se dostala již o rok později a během dalších let postupovala kontinentem až do České republiky, kde se její výskyt potvrdil v říjnu 2023.

KOLIK JEDINCŮ OBÝVÁ HNÍZDO?

V Evropě obvykle
1500 až 2000

JAK VELKÁ BUDUJÍ HNÍZDA?

80 až 100 cm

JAK ROZPOZNAT „NAŠÍ“ A TU „CIZÍ“

Sršeň obecná (*Vespa crabro*) patří mezi původní druhy obývající českou krajinu. Proti nepůvodní sršni asijské je větší a má rovněž odlišné zbarvení. Vyznačuje se černým tělem s červenooranžovou kresbou, žlutě pruhovaným zadečkem, jehož první článek může být také červenooranžový, a hlavou se žlutým obličejem a červenooranžovými spánky. Nohy jsou téměř celé červenooranžové až hnědé. Asijská zástupkyně je černá včetně hrudi a nohou, které ovšem mají výrazně žluté chodidlové články. Jen v zadní části zadečku se vyskytuje výraznější žluté až oranžové páskování.



JAK DLOUHO ŽIJÍ DĚLNICE?

4 až 5 týdnů

PROČ JE PROBLEMATICKÁ

Sršeň asijská je predátor. Zejména v okolí lidských sídel často loví včelu medonosnou (a další opylovače), a je tedy hrozbou nejen pro včelařství, ale i pěstování plodin. Navíc pochopitelně ohrožuje místní biologickou rozmanitost, protože snižuje stavy domácích druhů.

JAKÁ JE PRŮMĚRNÁ RYCHLOST LETU?

5,5 km/h

JAK DLOUHO ŽIJÍ KRÁLOVNY?

8 až 9 měsíců

JAKÁ JE TEPLOTA UVNITŘ HNÍZDA?

30 °C

TŘETÍ SRŠEŇ STARÉHO KONTINENTU

Vedle původní sršně obecné a invazní sršně asijské žije v Evropě ještě jeden původní druh – sršeň východní (*Vespa orientalis*). „Těžiště jejího rozšíření se nachází v severovýchodní Africe a střední Asii, ale zasahuje i do jihovýchodní Evropy. V posledních letech se přirozenou cestou úspěšně šíří směrem na sever. V současné době se již vyskytuje na celém Balkánském poloostrově, v Itálii, na jihu Rakouska i Španělska,“ říká entomolog Michal Perlík z Biologického centra AV ČR.

MEDIÁLNÍ MÝLKA

Jihovýchodní Asie je domovem mnoha druhů sršní, *Vespa velutina* patří k těm nejmenším. Dokonce slouží jako potrava jinému druhu – například sršni mandarínské (*Vespa mandarinia*). Ta je mnohem větší, královna může mít i více než pět centimetrů (viz porovnání velikostí královen vpravo). Mezi veřejností a v médiích ovšem došlo k záměně těchto dvou druhů. V angličtině mají totiž podobný název. Asian hornet označuje sršeň asijskou, zatímco asian giant hornet sršeň mandarínskou. Ta se ale v Česku nevyskytuje.

KOLIK VAJÍČEK NAKLADE KRÁLOVNA?

Přibližně
15 000 ročně

Sršeň mandarínská

Vespa mandarinia
50 mm



Sršeň obecná

Vespa crabro
35 mm



Sršeň východní

Vespa orientalis
30 mm



Sršeň asijská

Vespa velutina
25 mm



Vosa obecná

Vespula vulgaris
20 mm





TŘEPOTÁNÍ MOTÝLÍCH KŘÍDEL

Některé druhy motýlů zmizely úplně, jiné jsou na pokraji vyhynutí.
Dokážou se přizpůsobit měnícím se podmínkám a přežít?



Kdo by neznal populární píseň Heleny Vondráčkové ze šedesátých let: „Chytila jsem na pa-sece motýlka, protože má ble-děmodrá křídýlka, zůstane se mnou a já s ním, pomalu se od něj líbat naučím...“ Mimocho-dem ano, opravdu se v ní zpívá „líbat“, ačkoli v původním tex-tu Jiřího Štáidla stálo „lítat“. Traduje se, že chyba vznikla při přepisu, kdy autor text diktoval po telefonu sekretářce, ta jej ručně zapsala, ovšem její „t“ při na-hrávání písně ve studiu mylně pokládali za „b“. Když Jiří Štáidl chybu v nahrávce odhalil, mávl nad ní rukou a řekl: „Tak to tam nechte.“

Líbání v písni tedy zůstalo a motýl s bleděmodrými křídly ovládl českou pop music. Podívejme se však na situaci očí-ma vědy. Jaký druh blanokřídlého hmy-zu by zpěvačka v tehdejší české krajině mohla chytit? Možná nějakého z mod-rásků, jichž se u nás vyskytuje několik desítek druhů. Některé z nich patří ke kriticky ohroženým a hrozí jim vyhynutí. Ne všichni však navzdory svému jménu mají modrou barvu. Modrásek obecný, modrásek tolicový či modrásek lesní ano. Ale pozor, jen samci. Zbarvení kří-del se totiž mezi pohlavími liší – samičky bývají méně nápadné.

Motýli nejsou jediní, kdo tuto vlast-nost mají. Barevné rozdíly mezi samci a samicemi najdeme i u jiných živo-čišných druhů. Přesto je tato skupina hmyzu velmi výjimečná a zaslouží si pozornost. Hned po broucích jde o dru-hý nejrozmanitější řád hmyzu na naší planetě, známe přibližně 180 tisíc dru-hů. Zároveň jsou motýli hned po včelách nejčastějšími opylovači. A zajímavosti najdeme mnohem víc.

„Motýli patří k vizuálně nejúchvat-nějším živočichům. Rozmanitost jejich barev, velikostí a tvarů nám přináší fas-cinující příběhy o jejich ekologii a evolu-ci,“ říká Pável Matos Maraví z Entomo-logického ústavu Biologického centra AV ČR. Výzkum mu umožňuje ocenit ne-jen jejich vnější krásu, ale také pochopit, jak ekologické interakce, geny a abio-tické faktory v životním prostředí, jako jsou například podnebí, teplota, vlhkost



RNDr. PÁVEL MATOS MARAVÍ, Ph.D. BIOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR

Narodil se v Limě, hlavním městě Peru. Do Evropy přicestoval v roce 2008 díky stipendiu. Nejprve studoval ve Finsku, následně v roce 2012 pokračoval v doktorském studiu v Biologickém centru AV ČR – zaměřil se na testování biogeografických hypotéz, proč mají některé ostrovy v Melanésii větší diverzitu mravenců než jiné. V současné době působí jako vedoucí laboratoře molekulární ekologie a fylogenetiky v Entomologickém ústavu. Je odborníkem na fylogenetické analýzy, molekulární metody v ekologii, makroevoluci a biogeografii. Na České republice obdivuje úchvatnou přírodu a krásnou krajinu, kam se dá uniknout z každodenní rutiny, jako jsou třeba Šumava, Podyjí či Český ráj. V roce 2021 získal od Akademie věd ČR Prémii Otto Wichterleho určenou pro mladé vědecké pracovníky.

a světlo ovlivňují jejich pozoruhodnou pestrost.

ODPOVĚDI VEPSANÉ V GENECH

Rozmanitost života v přírodě neboli biodiverzita. Právě ta badatele zajímá. A protože právě lidé ji svou činností ohrožují nejvíc, je určité fér, že se snaží přírodě „dluh splatit“ a hledají cesty, jak ji účinně chránit. „Čím dále budeme oddalovat obnovu stanovišť a ekosystémů, tím více času, úsilí a zdrojů bude třeba k řešení důsledků ztráty biodiverzity. Pokud chceme pro budoucí generace zachovat krásu přírody i přínosy, které z ní plynou, musíme jednat rychle a rozhodně,“ upozorňuje vědec. Jaké přístupy tedy výzkumníci volí, aby ochránili druhovou rozmanitost? Jak pomáhají vzácnému hmyzu přežít, aby i naši potomci mohli na pasece chytit (nebo raději jen obdivovat) motýla s bleděmodrými křídly?

Jednou z možných cest je zapojení genomiky. Proč je tato disciplína studující genomy organismů pro ochranu hmyzu důležitá? „Vzhledem k rostoucím hrozbám, jako jsou změna klimatu a ubývání biotopů, zvyšuje genomika naši schopnost řešit některé související zásadní otázky, například které genetické varianty potřebuje určitý druh, aby se adaptoval na změny prostředí,“ vysvětluje Pável Matos Maraví.

V ochraně přírody slouží hmyz jako důležitý ukazatel zdraví ekosystémů a změn v prostředí. Díky genomickým datům mohou vědci zhodnotit, jak procesy jako management biotopů a fragmentace přirozeného prostředí, způsobená přírodními procesy i lidskou činností, ovlivňují genetickou diverzitu druhů, genový tok (plynulý přesun genů mezi populacemi), velikost populací či schopnost adaptace.

Vedle toho může genomika přispět také k ochraně „deštníkových druhů“ hmyzu, tedy takových, jejichž ochrana nepřímou prospívá i dalším organismům (živočišným a rostlinným) vyskytujícím se v jejich biotopu – zastřešují tak zdraví celého ekosystému. Jak konkrétně tuto disciplínu biologové využívají, vysvětlují



Okáči (*Erebia*) neoplývají jasnými barvami, zato však mají na křídlech nepřehlédnutelné skvrny ve tvaru ok, které daly jméno i celému rodu.

„Největší hrozby pro ekosystémy, druhy a populace po celém světě pramení z lidských aktivit vykonávaných po dlouhé generace. Ochrana biodiverzity proto vyžaduje dlouhodobý závazek a mezinárodní spolupráci.“

Pável Matos Maraví

je Pável Matos Maraví: „K udržení ohrožené populace je někdy nutné přemístit jedince určitého druhu. V takových případech pomáhají genomické analýzy určit zdrojové populace, které minimalizují rizika. Například zavlečení maladaptivních genetických variant nebo ohrožení unikátních genetických rysů lokálních populací.“

U vzácných druhů hmyzu je genomika obzvláště cenná především při identifikaci ztráty genetické diverzity. U těch běžných zase pomáhá odhalit genetic-



ký základ vlastností, které přispívají k hojnému rozšíření daného druhu. Geny tak hrají zásadní roli v mnoha ohledech, jako jsou odolnost vůči nemocem a parazitům, tolerance k extrémním podmínkám prostředí či



PROČ MAJÍ MOTÝLI OCÁSKY?

Do deštných pralesů Jižní Ameriky zaměřili výzkumníci za motýly z čeledi soumráčekovitých, podčeledi *Eudaminae*. Ti jsou unikátní zejména díky svým zadním křídélům – mají na nich totiž „ocásky“. Podle badatelů plní několik funkcí. Jednak odklání útoky predátorů od životně důležitých částí těla a zároveň fungují jako signalizace, která útočníkovi říká: „Pozor, nejsem k jídlu!“ Tato zjištění vedla vědce k dalším otázkám. V současné době studují, jak ocásky ovlivňují letové chování. „V jiné studii zase kvantifikujeme rychlost evoluce ocásků, protože u mnoha druhů prošly tyto struktury křídel vývojem několikrát nezávisle na sobě. Pomůže nám to pochopit, jak selekční tlaky působící na lokální a ekologické úrovni dlouhodobě ovlivňují evoluci jednotlivých druhů,“ doplňuje Pável Matos Maraví.

rozšíření zdrojů potravy, například hostitelských rostlin. „Chceme pochopit, proč jsou některé druhy běžné, zatímco jiné vzácné. Pomůže nám to při navrhování ochrannářských strategií, kde by genetické varianty spojené s vlastnostmi, které zvyšují populační zdatnost, mohly být klíčem k záchraně ohrožených druhů,“ dodává entomolog.

NENÍ OKÁČ JAKO OKÁČ

Pável Matos Maraví a jeho kolegové se například věnují rodu okáčů (*Erebia*). Ten zahrnuje více než 90 druhů z čeledi babočekovitých (*Nymphalidae*). Nejsou to žádní nápadní krasavci. Obvykle mají tmavě hnědou barvu s oranžovými, červenohnědými nebo žlutými skvrnami či

pásky na křídlech s černými oky uvnitř. Odtud pramení i jejich české pojmenování. Umějí se dobře přizpůsobit chladu, vyskytují se v centrální Asii, Alpách, Karpatech a několik druhů žije i v Česku.

V jedné ze studií vědci zkoumali, jak holarktické druhy okáčů žijící v chladných oblastech reagují na své životní prostředí. Zjistili, že je ovlivňuje, jak si dlouhodobě zvykly na některé podmínky, třeba na určité klima. Toto přizpůsobení – klimatická nika – se u blízkých příbuzných druhů překrývá. Zjednodušeně řečeno, podobné druhy mají na své místo k životu podobné nároky.

„Jedním z benefitů této práce je možnost cestovat za výzkumem do odlehlých částí planety. Třeba do deštných pralesů v Peru a Brazílii, ale také na krásná místa v Česku, kde se stále vyskytují ohrožení motýli, jako je například modrásek hořcový.“

Pável Matos Maraví

VĚDĚLI JSTE, ŽE...?

Motýli mají chuťové pohárky umístěné na spodní straně končetin.

Největším druhem Evropy i Česka je martináč hrušňový s rozpětím křídel až 16 centimetrů.

Motýli žili již v době dinosaurů.

Motýly můžeme obecně dělit na denní a noční, lidově – ovšem nesprávně – označované jako můry.

Dospělí jedinci mají čtyři křídla, tedy dva páry.

Motýli obývají všechny kontinenty vyjma Antarktidy.

Dospělci se průměrně dožívají jen několika týdnů.

Životní cyklus motýlů má čtyři stadia: vajíčko, housenku, kuklu a dospělé.

Motýli vidí ultrafialové záření, ale nevidí červenou část spektra.

Převážnou část hlavy motýla tvoří složené neboli fasetové oči.

Odborné označení řádu motýlů – *Lepidoptera* – znamená šupinokřídlý hmyz.

Ukázalo se, že na rozdíl od evropských okáčů dokážou druhy ze střední Asie žít v širším rozmezí podmínek, protože počasí je zde proměnlivější než v Evropě. Odlišnosti mezi evropskými a asijskými okáči tedy podle vědců pravděpodobně způsobily markantnější rozdíly mezi ročními obdobími v Asii, které tamní druhy „donutily“ přizpůsobit se i výraznějším změnám. Prostředí, ve kterém motýli žijí, tedy ovlivňuje jejich vývoj i schopnost adaptace.

U okáčů ještě chvíli zůstaneme. Další z výzkumů se zabýval vlivem velikosti těla na zahřívání organismu u alpských druhů *Erebia*. Účinná termoregulace je totiž pro živočichy žijící v proměnlivých klimatických a povětrnostních podmínkách pro přežití zásadní. V laboratorním experimentu s umělým světlem a zdroji tepla použili vědci k měření zahřívání těla termokameru.

Přišli na to, že větší motýli se zahřívají pomaleji než ti menší, bez ohledu na to, ke kterému druhu patří. Rychlost zahřívání tedy více závisí na velikosti těla než na druhové příslušnosti. Tento poznatek pomůže k pochopení, jak funguje termoregulace motýlů –

jak se přizpůsobují teplotním podmínkám, aby přežili.

ENTOMOLOGŮV FAVORIT

Oblíbeným druhem Pávla Matose Maravího je motýl z tropické Ameriky z čeledi soumarčnickovitých *Telegonus fulgerator*. Jak sám říká, jeho ekologie a morfologické charakteristiky jsou fascinující. „Je to nádherný tvor s tmavě hnědými křídly s modrými skvrnami a bílými pruhy. Zajímavé je, že toto zbarvení má i mnoho nepříbuzných druhů motýlů. Ukazuje to na možný ekologický přínos, jako je například signalizace predátorům, že je pro ně nepoživatelný.“

Stejně pozoruhodné jsou také jeho housenky. Vyznačují se velkou variabilitou ve výběru hostitelských rostlin a mají červené a žluté výstraž-



Denní motýl *Telegonus fulgerator* náleží do čeledi soumarčnickovitých. Vyskytuje se od jihu Spojených států až k severní Argentině.

ně zbarvení, kterým odrazují predátory. Motýl *Telegonus fulgerator* je tak skvělým příkladem toho, jak ekologické interakce působí na evoluci fenotypů a pohánějí vznik nových druhů.

Povídání o hmyzu, konkrétně motýlech jsme začali s písní na rtech. Jak jinak tedy skončit než opět písničkou? „Chytila jsem na pasece motýlka... Ne, přece žízalu!“ Ale to už je Dagmar Patrasová, žízala Julie, jiná píseň a odlišný živočišný druh. Jazyková perlička na závěr: ačkoli má „žízala“ etymologický původ ve slově „žuž“, které označuje hmyz či brouka, ve skutečnosti do třídy hmyzu nespadá. ●

MALÉ FASCINUJÍCÍ VĚCI

Co konkrétně Pávla Matose Maravího na hmyzu fascinuje? „Slovy známého amerického biologa a entomologa Edwarda Osborna Wilsona: hmyz jsou malé věci, které řídí svět. V druhové rozmanitosti převyšuje všechny ostatní skupiny živočichů. V přírodě hraje zásadní ekologické role, jako je třeba opylování, a je rovněž důležitým potravním zdrojem pro predátory a parazity.“ Odborníkům tedy slouží jako vynikající model pro pochopení, jak evoluce pohání přizpůsobování se podmínkám, funkční diverzitu a proces vzniku nových druhů.

HMYZÍ TVÁŘE

Setkáváme se s nimi denně, ale nikdy jsme je vlastně neviděli. Výstavu detailních snímků hlav hmyzu z nejmodernějších mikroskopů od vědců z Biologického centra AV ČR je možné navštívit v Českých Budějovicích.

CESTA DO TAJŮ HMYZÍHO MIKROSVĚTA

Výstava Hmyzí tváře návštěvníky provází cestou od zástupců evolučně nejstarších skupin hmyzu, jejichž předci žili už v prvohorách, až po ty vývojově nejmladší. Snímky pořízené pomocí elektronových a optických mikroskopů pocházejí od badatelů a badatelek z Biologického centra AV ČR a v nejmenších detailech představují tvory, které dobře známe – ovšem nikoli tak zblízka. Expozice je k vidění vždy od úterý do neděle až do konce srpna 2025 v Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích.



KRTONOŽKA OBEČNÁ

Gryllotalpa gryllotalpa

Má zavalité, k životu pod zemí uzpůsobené tělo. Její nápadné přední končetiny připomínají lopatky a krtonožka je používá k hloubení chodbiček v půdě. Preferuje vlhká stanoviště, jako jsou zahrady, pole nebo louky. Podzemí opouští jen při páření v květnu a červnu, kdy také po setmění létá. Umí dokonce i plavat. Živí se dravě – loví hlavně hmyz, kroužkovce nebo měkkýše.





VEŠ DĚTSKÁ

Pediculus humanus capitis

Drobný parazitický hmyz se žíví lidskou krví. Ačkoli jeho kousnutí může svědit a dráždit, nepřenáší nemoci. Neoblíbená veš dětská je běžným problémem ve všech socioekonomických vrstvách, zejména u dětí ve školách a školkách. V poslední době dochází k celosvětovému nárůstu výskytu vší, což se částečně přičítá jejich rezistenci na běžné insekticidy.

MŠICE BROSKVOŇOVÁ

Myzus persicae

Malá mšice je postrachem broskvoň. Způsobuje poruchy růstu, deformace listů a odumírání různých rostlinných pletiv. Velmi rychle se množí a může vyprodukovat až 80 potomků týdně. Dokáže měnit svou morfologii v závislosti na podmínkách prostředí: v případě přemnožení nebo vysokého stresu se jí vyvinou křídla, která slouží k přesunu na další hostitelské rostliny.



DLOUHOŠÍJKA ŽLUTONOHÁ

Dichrostigma flavipes

V České republice se dlouhošíjka vyskytuje od nížin do středních poloh. Obývá světlé lesy, paseky, křovinaté stráně, lesostepi, okraje cest či polní remízky. Žije na křovinách a větvích stromů, kde loví drobný hmyz, především mšice. Aktivní je zejména během dne. Není příliš zdatným letcem, ale po listech se dokáže pohybovat velmi hbitě.



LUPENITKA DVOUOKÁ

Phyllium bioculatum

Obývá tropické horské lesy přední Indie, žije na ostrovech Jáva, Borneo, Sumatra, Cejlon, Madagaskar či na Seychelském souostroví. Patří do řádu pakobylek a obvykle dorůstá délky pět až deset centimetrů. Je primárně býložravá – živí se rostlinami, jako jsou mango, kvajáva a rambutan. Lupenitka je expert na maskování, její zploštělé, nepravidelně tvarované tělo, křídla a nohy věrně napodobují listy.



ČMELÁK ZEMNÍ

Bombus terrestris

Jeden z nejrozšířenějších druhů čmeláků v Evropě vyniká schopností tzv. vibračního opylování, kdy kmitání jeho křídel uvolňuje pyl z květů. Tato technika je mimořádně účinná při opylování rajčat a paprik, proto komerční pěstitelé často využívají kolonie čmeláků ve sklenicích. Díky dlouhému jazyku se navíc dostane i k nektaru rostlin s hlubokými květy.



ŠKVOR OBECNÝ

Forficula auricularia

Patří mezi nejvíce nepochopené tvory. Původ anglického názvu „earwig“ sahá do počátku prvního tisíciletí, pojmenování má kořeny v pověřivých představách, že škvorí lezou spícím lidem do uší. Navzdory tomu, že mohou létat, tráví většinu času lezením. Nesnášejí světlo a přes den se schovávají, aby se vyhnuli slunečnímu záření. V chladném období si vyhrabávají podzemní úkryty, kde přezimují.



V ŠKOLA HROU V LABORA



TOŘI HISTORIE

Frontální výuka už dávno není trendy a učitelé hledají efektivnější nástroje, jak žáky zaujmout. Jedním z nich je badatelská webová aplikace HistoryLab.



Vernobilá fotografie ukazuje partu kluků se štětcem, kteří obklopují staromódní poštovní schránku a něco na ni čmárají. Vandalové? Když si všimneme data pořízení snímku v dolním rohu – 28. října 1918 –, napadne nás, že chlapci zřejmě nebudou obyčejní nezbední uličníci, jak by se mohlo zdát.

Možná jde spíš o nadšené mladé lidi, kteří stejně jako jejich rodiče a prarodiče v obrovské euforii z konce první světové války, porážky Rakouska-Uherska a vzniku Československé republiky přemalovávají všude možné monarchistické znaky, a zbavují se tak symbolů skončených časů.

Následuje další snímek. Sken zažloutlých *Kolínských listů* z 31. října 1918 s tučnými titulky typu: „Vítězství! Finis Austriae!“ nebo „Pryč s hnusnými ptáky“ (míněno s císařskými orlicemi). V článku se píše: „Po polední rázem zaplnily se ulice zástupy. Pojednou padlo heslo: dolů s orly! A již valil se lid k reálnému gymnasiu a za krátko letěl z budovy obrovský orel na zem a ležel v prachu dravý ten pták, který tolik století kvoval nás svým zobanem.“

Fotografie i text jsou součástí aplikace HistoryLab, která už od roku 2018

„HistoryLab je dílnou nebo také laboratoří, ve které žáci nejsou pasivními účastníky výuky, ale zúčastněně ji spoluvytvářejí. Chceme, aby zaujali mnohem aktivnější úlohu, aby pracovali s fotografiemi, filmovými záznamy a dobovými doklady, skládali střípky minulosti a za doprovodu pedagogů objevovali minulost.“

Vojtěch Ripka

nabízí učitelům dějepisu atraktivní prvek výuky. V tomto konkrétním úkolu nazvaném „Co kluci provedli?“ mají studenti za úkol zhodnotit na první pohled zvláštní, nepochopitelné jednání chlapců se štětcem. Můžou si ověřit svou intuici a lépe pochopit, co a proč se dělo v ulicích po pádu habsburské monarchie. Možná se do svých dávných vrstevníků dokážou i vcítit a na chvíli se téměř dotknout historie na vlastní kůži.

VÍTEJTE V DÍLNĚ

„HistoryLab je dílnou nebo také laboratoří, ve které žáci nejsou pasivními účastníky výuky, ale zúčastněně ji spoluvytvářejí. Chceme, aby zaujali mnohem

aktivnější úlohu, aby pracovali s fotografiemi, filmovými záznamy a dobovými doklady, skládali střípky minulosti a za doprovodu pedagogů objevovali minulost,“ říká Vojtěch Ripka z Filozofické fakulty UK, jeden z hlavních autorů aplikace.

HistoryLab se velmi osvědčil v době, kdy vypukla pandemie covidu-19 a s ní přišla povinná distanční výuka. „Hodně pedagogů tehdy učilo přes videohovory a zjišťovalo, že tradiční forma vyučování, kdy moudrá hlava něco povídá a ostatní poslouchají, nefunguje,“ objasňuje Vojtěch Ripka s tím, že zájem o online aplikaci nezatratili učitelé ani po skončení lockdownů.



Vznik Československa lidé slavili i ničením symbolů monarchie, v tomto případě přemalováním císařské orlice na poštovní schránce. Událost zachytil v říjnu 1918 fotograf František Krátký.

„Velice často spěcháme s nějakým závěrečným zhodnocením, jak se něco odehrálo, kdo je hrdina a kdo naopak padouch. Tady děti vedeme k tomu, aby si po velice malých, jednotlivě dosažitelných krocích nejprve osahaly střípky, pak je analyzovaly, dávaly dohromady proti sobě a teprve na konci došly k nějakému syntetickému názoru,“ říká Vojtěch Ripka v loňské listopadové epizodě Podcastu Akademie věd.



Za sedm let fungování se HistoryLab stal důležitou součástí výuky dějepisu na základních, středních i vysokých školách. Jako zdroj při výuce moderních dějin jej v roce 2023 doporučila Česká školní inspekce a je v souladu se směřováním současných reforem rámcových vzdělávacích programů. V jejich aktuální, revidované verzi je dokonce HistoryLab pilířem řady tzv. očekávaných výstupů učení.

Odhadem aplikaci používá více než 1500 učitelů po celé České republice. Do konce roku 2024 studenti a další zájemci vyplnili přes 215 tisíc cvičení.

Aby byla pomůcka pro pedagogy dobře využitelná a pro žáky srozumitelná a lákavá, musí tým neustále pracovat na její údržbě a dalším vývoji. Na ty získal v minulém roce podporu z Programu rozvoje aplikací a komercializace AV ČR (PRAK).

„Oblast vzdělávání je přirozenou součástí našeho zájmu. Úkolem odborníků na moderní historii není pouze bádát a v uvozovkách odhalovat pravdy, které budeme dál zvěstovat,“ vysvětluje Martin Štefek, specialista transferu a vedoucí projektu zajišťujícího další rozvoj HistoryLabu z Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR.

Specifikem moderní historie je její aktuálnost. Události, k nimž se vztahuje, si ještě mnozí pamatují, ať už přímo, nebo z vyprávění rodičů a prarodičů. Ozývají se tak i kritické hlasy k její výuce. Jenže možná právě o to důležitější je školám nabídnout takové materiály, nad nimiž mohou studenti přemýšlet a zaujmout k nim vlastní stanovisko.

„Konfliktní povaha pluralitní společnosti vytváří složité pole pro to, jak pedagogicky uchopit určité problémy, které jsou velmi čerstvé a o něž se třeba i vedou spory. Soudobé dějiny nevyhnutelně vyžadují citlivější uvažování o využitelných metodách,“ dodává Martin Štefek.

UMĚNÍ OTÁZEK

Jednotlivá témata a úkoly mohou učitelé v katalogu HistoryLabu vyhledávat tradičně podle období, ale třeba i podle toho, jaké dovednosti chtějí u svých studentů trénovat. Některé úlohy jsou vhodné k procvičení porovnávání historických



Mgr. MARTIN ŠTEFEK, Ph.D., a Mgr. VOJTĚCH RIPKA, Ph.D. ÚSTAV PRO SOUDOBÉ DĚJINY AV ČR

Martin Štefek vystudoval politologii na Filozofické fakultě UK a od roku 2022 je výzkumným pracovníkem Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR. Zaměřuje se na dějiny Komunistické strany Československa v letech 1948–1989 a na fenomén normalizace v Československu. Vede aplikační projekt Akademie věd, díky kterému se HistoryLab dále rozvíjí. Vojtěch Ripka vystudoval politologii na Fakultě sociálních studií Masarykovy univerzity. V letech 2008–2023 vedl vzdělávací aktivity Ústavu pro studium totalitních režimů. Nyní působí na Filozofické fakultě UK a Anglo-American College v Praze, externě také v Ústavu pro soudobé dějiny. Je jedním z hlavních autorů výukové aplikace HistoryLab.

„Oblast vzdělávání je přirozenou součástí našeho zájmu. Úkolem historiků, kteří se zabývají soudobými dějinami, není pouze bádát a v uvozovkách odhalovat pravdy, které je třeba dál zvěstovat.“

Martin Štefek

pramenů, jiné k formulování a ověřování hypotézy anebo hledání detailů.

Každou úlohu doprovází úvodní fotografie a její název je zpravidla formulovaný otázkou. Měli udat cyklistu? Co přinese mír? Proč seděli ve škole? Jaký příběh vyprávějí kufry? Jak vnímali božský zápas?

„Cílem je zaujmout studenty, nalákat je nejlépe nějakou záhadou, kterou by měli řešit a která by se mohla potenciálně dotýkat i jejich životů. Záhadu můžou řešit buď samostatně, ale ideálně ve skupince se spolužáky,“ vysvětluje Vojtěch Ripka. Variant řešení přitom může být víc. Do odpovědi se promítají zkušenosti daného studenta, stejně jako jeho osobnost.

Důležitým aspektem badatelské metody výuky dějin je odbourání strachu z chyby. Nejde o to, aby děti biflovaly data a jména, která stejně záhy zapomenou. Cílem je u nich spíše podpořit kritické přemýšlení, schopnost analýzy, interpretace



Fotografie znázorňuje korejského žáka v československé škole v padesátých letech. Žáci při její analýze můžou přemýšlet o otázkách migrace, studené války i propagandy a roli médií v komunismu.

a vzájemné diskuze. To jsou dovednosti, které studujícím pomohou snáze se orientovat v současném složitém světě.

Práce na jednotlivém úkolu může žákům zabrat deset patnáct minut, někdy déle. Nejde ale jen o zodpovězení otázky, tím by se končit nemělo. Podstatná je také následná debata v hodině, konzultace s pedagogem, případně doplnění tématu dalšími materiály. A snad nejdůležitější je probuzení zájmu dále poznávat minulost.

KOREJCI V ČECHÁCH

„Proč je v československé škole?“ píše se u jedné z úloh. K ní je připojena černobí-

lá fotografie chlapce s asijskými rysy ve tváři, jak stojí před tabulí s nápisem začínajícím slovy: „Jsme v Československu. Máme tady druhý domov...“ Jakou situaci asi snímek zachycuje? V jaké době se odehrála? Co se díky jedné fotografii dozvíme o naší nedávné historii?

Žáci, kteří mají za úkol tuto záhadu rozluštit, můžou z obrázku vyčíst jednu větší nápovědu. Vedle tabule visí dva portréty – prezidenta Klementa Gottwalda a sovětského vůdce Josifa Stalina. K určení doby, ze které snímek pochází, může napovědět, že druhý z portrétů je opatřen černou smuteční páskou. Asi většina studentů dobře tipne padesátá léta minulého století. Zajímavým detailem je, že je možné fotografii datovat s několikadenní přesností. Stalin umřel 5. března 1953 a Gottwald 14. března téhož roku, takže jen pár dní po něm. U portrétu československého prezidenta nicméně smuteční páska není.

Data úmrtí samozřejmě nejsou tím hlavním, co by si měl student z úkolu odnést, i když si je možná díky němu mnohem lépe zapamatuje, než kdyby je jen tak četl v učebnici. Ještě pořad ale zbývá vysvětlit, kdo je záhadným malým

KAM DÁL S LABORATOŘÍ HISTORIE?

Historici a vývojáři pracují na výukové aplikaci HistoryLab od roku 2016, spustili ji v roce 2018. V roce 2024 získal projekt názavnou finanční podporu z Programu rozvoje aplikací a komercializace AV ČR (PRAK). „Díky ní jsme se pustili do průzkumu vzdělávacího trhu a dopadů užívání HistoryLabu a odhalili jsme jeho technické bariéry a obsahové slabiny. Vypracujeme také návod pro učitele, jak hodnotit práci žáků s aplikací,“ vysvětluje Vojtěch Ripka. V aktuálním projektu PRAK, který stejný tým získal pro rok 2025, se bude připravovat pravidelná podpora začínajících i pokročilých učitelů a archivářů. Na vývoji aplikace se podílejí nebo podílely Ústav pro soudobé dějiny AV ČR, Ústav pro studium totalitních režimů, Masarykův ústav a Archiv AV ČR, Židovské muzeum Praha, Fakulta elektrotechnická ČVUT, Národní pedagogický institut a Matematicko-fyzikální fakulta UK.

Asiatem na obrázku. To student zjistí v dalším kroku, kde si může přečíst popis snímku pořízeného 12. března 1953 fotografem agentury ČTK. Vyplývá z něj, že chlapec je jedním ze dvou set severokorejských dětí, jež našly útočiště v komunistickém Československu v době korejské války. Nakonec jsou studenti připraveni pustit se do úvahy o tom, za jakým účelem asi fotografie byla pořízena a jakou mohla mít úlohu v tehdejších médiích.

„Tohle je zrovna příklad velmi důležitého cvičení, které dobře funguje. S kolegyní jsme analyzovali stovky odpovědí studentů a jejich reakce jsme pak probírali i s pedagogy,“ říká Vojtěch Rípka.

„Ze zpětné vazby od žáků i učitelů vyplynulo, že tahle na první pohled zdánlivě nudná fotka hocha před tabulí vyvolala zájem a následně vedla k lepším a udržitel-

nějším znalostem studentů o tématech, jakými jsou studená válka, korejský konflikt, stalinismus v Československu i fungování médií,“ dodává historik.

To je ostatně srovnatelné i s příběhem popsaným na začátku. Obvyčejná černobílá fotka trojice kluků, kteří přemalovávají poštovní schránku, se rázem stává zajímavým učebním materiálem, z nějž se studenti dozvídají, co se u nás dělo před několika desítkami let.

TRANSFER HUMANITNÍCH VĚD

Převedení nebo také transfer výzkumu do praxe je trendem poslední doby. Přestože si asi většina lidí pod těmito pojmy představí hlavně technologické inovace a patenty, „transferovat“ se dají i výsledky humanitního a společenskovedního bádání. Příkladem může být právě výuková aplikace HistoryLab, již dnes používá více než 1500 učitelů dějepisu po celé republice. K upřesnění pojmů a vyjasnění cílů přenosu znalostí do praxe připravila Akademie věd ČR *Koncepci transferu a zhodnocování znalostí AV ČR s důrazem na potenciál společenských a humanitních věd*. O jaké principy se koncepce opírá a jaké příležitosti přináší akademickým pracovištím? A co (ne)mají společného transfer znalostí a popularizace vědy? Přečtěte si v rozhovoru s místopředsedou AV ČR Ondřejem Beránkem a Martinem Smekalem a Janem Marešem z Centra transferu AV ČR.



Specifikem moderní historie je její aktuálnost. Události, k nimž se vztahuje, si mnozí pamatují, ať už přímo, nebo z vyprávění rodičů a prarodičů. Ozývají se tak i kritické hlasy k výuce soudobých dějin. O to důležitější je školám nabídnout výukové materiály, nad nimiž mohou studenti přemýšlet a zaujímat k nim vlastní stanovisko.

JEDU VĚDU
PŘEDNÁŠKY VĚDCŮ VE ŠKOLÁCH

Jste středoškolským učitelem či učitelkou a přemýšlíte o tom, jak oživit svou zaběhnutou výuku? Hledáte způsoby, jak svým studentům a studentkám ve výuce představit nová témata a rozšířit jim obzory?

Právě pro Vás je zde nový popularizační projekt Jedu vědu, který si klade za cíl propojit středoškolskou školní výuku a práci vědců a vědkyň AV ČR, a to prostřednictvím přednášek vědců a vědkyň na předem dané téma.

témata vybírejte na www.jedu-vedu.cz

Akademie věd České republiky



Vladimíra Petráková

HRÁTKY SE ŠPERKY

Za pomoci zlata a diamantů se snaží zpřesnit optickou mikroskopií a objevuje přitom skryté zákonitosti nanosvěta. Se stejnou vervou čeří vody české vědy a boří v ní stereotypy – třeba ten, že si žena musí volit mezi dětmi a prací.

! **Nosíte ráda šperky ze zlata?**

Mám z něj náušnice i snubní prstýnek, ale na první pohled to poznat není, protože jde o bílé zlato. Jiné šperky ani nosit nemůžu, mám na některé kovy alergii.

! **A co třeba diamantový náhrdelník?**

Na ten ještě čekám. *(smích)*

! **Zlato a diamanty jsou přitom tak trochu váš denní chleba...**

Ano, ale o šperky při práci rozhodně nezavadím. Pro mě jsou jak zlato, tak diamant fascinující materiály z úplně jiných důvodů. Zajímá mě, jak se chovají, když jsou hodně maličké.

! **O jakých rozměrech se bavíme?**

Pohybujeme se v nanosvětě, ve velikosti částicek tisíckrát tenčích než lidský vlas a kratších než vlnová délka světla. Protože právě v tomhle trpasličím světě se zlato nebo diamanty, ale i jiné látky chovají jinak než v tom našem velkém.

! **V něm zlato relativně snadno poznáme podle barvy – pokud tedy zrovna nejde o to bílé jako u vašeho prstýnku. Vypadá zlato u trpaslíků podobně?**

Právě že ne! Může být krvavě červené, ale také modré nebo zelené či fialové. Jeho podoba se odvíjí od toho, jaký má tvar a velikost. To určuje, s jakou vlnovou délkou světla reaguje nejvíce. Co se týče tvaru, nejčastěji jde o kuličky nebo tyčinky, ale mohou to být i trojúhelníčky nebo hvězdičky.

! **Takže v nanosvětě cihličky zlata čekat nemůžeme. Nanodiamant si tedy taky nemám představovat jako miniaturní vybroušený šperk?**

Vybroušený není, ale miniaturní kousek diamantu to vlastně je – jedná se o extrémně malé krystalky nepravidelného tvaru. I diamant může mít různé barvy, může být růžový, modrý nebo

„Zlato a diamant jsou pro mě fascinující materiály. V nanosvětě mají úplně jiné vlastnosti než v naší realitě.“

Vladimíra Petráková

žlutý, podle toho, jaké defekty v něm jsou. Za modrou barvu jsou zodpovědné atomy boru v mřížce, za žlutou atomy dusíku. Růžové nebo fialové diamanty obsahují také dusík, ten je ale spojený s vakancí – chybějícím uhlíkem v mřížce. Je to právě tento defekt, nazývaný dusík-vakance, který má extrémně zajímavé vlastnosti, jež se mění podle vnějšího prostředí.

! **Nanodiamanty vás provázejí už od doktorského studia. Čím si vás získaly?**

Na začátku byla náhoda. Ve dvaceti letech se mi narodila dcera, a když jsem v pátém ročníku hledala práci, která by šla skloubit

s péčí o ni, zjistila jsem, že doktorát mi umožňuje dostatečnou míru flexibility. Takhle jsem se dostala k výzkumu využitelnosti nanodiamantů v biomedicině a hodně mě to chytlo.

! **K tématu kloubení rodinného života a vědecké práce se dostaneme. Ještě mi ale řekněte, jak mohou být nanodiamanty přínosné v medicíně.**

Nanodiamant může například fungovat jako poslíček léčiva při cílené terapii. Je netoxický, na jeho povrch lze navázat biomolekuly a umí proniknout do buněk. V nanodiamantu je taky možné vytvořit defekty dusík-vakance, které fluoreskují – tedy svítí. Chovají se jako luminiscenční centra, která neblíkají a jsou extrémně stálá. Díky tomu je možné sledovat jeho cestu buňkami.

! **Dnes se věnujete spíše nanozlato. Od diamantů jste ale úplně neutekla, že?**

Neutekla. Stále s nimi pracujeme, i když jinak než původně. K našemu výzkumu jsme potřebovali najít molekuly, které svítí určitým způsobem, a zrovna defekty dusík-vakance tomu odpovídají. Chceme díky nim popsat mechanismus, jak nanozlato ovlivňuje svícení molekul ve svém okolí.

! **Počkejte. Zlato, nebo diamant? O čem teď mluvíme?**

Právě že o obojím najednou. Dáme vedle sebe nanozlato a nanodiamant a zkoumáme, jak zlatá částice ovlivňuje světélkování diamantu. V nadsázce říkáme, že se věnujeme nanošperkařství. *(úsměv)*

! **Prozradte, k čemu je vlastně dobrá miniaturní zlatá částice?**

Má fascinující vlastnosti zejména při interakci se světlem. Díky nim pomáhá zesílit optickou odezvu molekul, umožňuje manipulovat se světlem, měnit jeho barvu nebo směr. Někdy ho připodobňuju k jakési nanolupě, která zvětší obrázek molekuly „zevnitř“, a mikroskopem se tak díváme už na jednu zvětšený obraz. To umožní vidět větší detail.

! **Zlato je symbolem bohatství a přepychu. Je i jeho nanoverze drahá**

a hodnotná, nebo jde o běžnou laboratorní záležitost?

Hodnota nanočástic zlata pro nás spočívá spíš v tom, kolik času a energie jsme do práce s nimi investovali. Jinak moc drahé není. Klidně vám flaštičku nanozlata dám. *(smích)*

! **Flaštičku? Takže ono teče?**

Jsou to pevné krystalky, ale natolik malé, že když je dáme do roztoku, stále v něm plavou, stanou se jeho součástí. Říká se tomu koloidní roztok. Dá se přirovnat třeba k mléku – to jsou kapičky tuku ve vodě. V laboratoři pracujeme s nanočásticemi zlata i diamantů v roztoku.

doc. Ing. VLADIMÍRA PETRÁKOVÁ, Ph.D.

ÚSTAV FYZIKÁLNÍ CHEMIE

J. HEYROVSKÉHO AV ČR

Vystudovala biomedicínské inženýrství na Českém vysokém učení technickém v Praze. Při doktorátu, který částečně absolvovala ve Fyzikálním ústavu AV ČR, zkoumala luminiscenční centra v diamantu. V letech 2016–2019 působila na Svobodné univerzitě v Berlíně, kde začala více pracovat s částicemi nanozlata. Jejím cílem je popsat, co se děje, když se nanozlato setká se světlem, a jak toho využít k přesnější optické mikroskopii. V roce 2021 získala grant Junior Star od Grantové agentury ČR a o rok později přemii Lumina quaeruntur od Akademie věd ČR. Je spoluzakladatelkou organizace Czexpats in Science, jež propojuje české badatele za hranicemi a snaží se o funkční změny tuzemského vědního systému.

Říkala jste, že nanozlato je unikátní v kombinaci se světlem. Co se děje při jejich setkání?

Zlato je kov, a tak má v mřížce volné elektrony. Když kolem zlaté nanočástice prochází světlo, elektrony začnou všechny najednou kmitat a vychylují se dokonce kousek mimo částici samotnou. Tím tvoří takový hustý elektronový obláček u jejího povrchu – říká se tomu povrchový plazmon. Elektrony kmitají frekvencí světla a tím se světlu podobají.

A k čemu je takový plazmon dobrý?

Funguje jako zesilovač. Fokusuje energii procházejícího světla do malinkého prostoru u povrchu nanočástice. To zase zpětně ovlivňuje světlo, které okolo prochází, a díky tomu jsou pro nás nanočástice zlata tak intenzivně barevné.

Ve velkém světě, tedy mimo nanorozměry, asi stejné efekty nepozorujeme, že?

Elektrony ve velkém kusu zlata nevytvoří ten kmitající obláček. V nanosvětě to jde proto, že velikost částic je menší než vlnová délka světla.

Nanozlato pak funguje jako osvětlovač, díky kterému lépe vidíme, co se děje ve vzorku?

Ano, dá se to tak říct. Ale děje se to jen hodně blízko povrchu nanočástice. Zároveň se tam dějí další pozoruhodné věci, které ještě nejsou prostudované. Před několika lety jsme si například všimli, že molekulu, jež je v blízkosti nanozlata, nevidíme tam, kde ve skutečnosti je. Připomíná to trochu legendární fata morganu, při které taky vidíme objekty jinde, než kde jsou. >



MÁMA ČTYŘ DĚTÍ

Dělat špičkovou vědu na mezinárodní úrovni, a přitom vychovávat čtyři potomky?

Pro Vladku Petrákovou, ze které při osobním setkání sálá nekonečný přísun energie, je to úplně normální. Dcera se jí narodila už ve dvaceti letech, postupně pak do rodiny přibyli tři synové, jimž je dnes třináct, jedenáct a pět roků. Jestli děti půjdou v jejich šlépějích, zatím není jisté: „Tady platí, že doma není nikdo prorokem – co dělá maminka, není tak cool jako to, co dělají druzí. Nejstarší dcera je prvním rokem na vysoké škole a studuje informační technologie. Možná nejbližší má k vědě nejmladší syn. K Vánocům dostal dětskou badatelskou sadu se zkumavkami a byl z ní úplně nadšený,“ říká výzkumnice.

V trpasličím světě evidentně není nuda.

Dá se ale efektu fata morgany nějak využít?

To je právě otázka, kterou se teď zabýváme. Zkoušíme s oním zdánlivým pohybem molekuly pracovat. Chceme se ho naučit kontrolovat a využít ho jako přesnější nanolupu. Ta by nám měla pomoci určit, co se ve sledovaném vzorku děje. Detailnější informace o struktuře a pohybu molekul by mohly usnadnit pochopení enzymatických reakcí včetně dění v DNA, které může vést k poškození buněk. Uplatnění tedy lze hledat v medicíně. Zároveň se dá uvažovat i o úplně jiných oblastech, třeba energetice.

Ta je medicíně poměrně vzdálená. Jak v ní můžou být nanočástice zlata nápomocné?

Aplikace vzdálené sice jsou, ale základní principy setkání materiálu se světlem jsou stejné. I u některých typů solárních článků jsou nanomateriály uspořádané blízko u sebe a je potřeba vědět, co ovlivňuje efektivitu jejich interakce se světlem. Pochopení základních principů tak může ve výsledku pomoci k vývoji efektivnějších solárních článků.

„V Německu jsem nikdy neměla problém s tím, že jsem vědkyně a mám čtyři děti. Návrat do Česka byl velký náraz.“

Vladimíra Petráková

Ptají se vás lidé často, k čemu je vaše bádání dobré?

Samozřejmě a pro mě není úplně jednoduché jim odpovídat, protože hledáme základní principy. Připodobňuju to k objevování neznámého pralesa. Člověk se dostává někam, kde nikdo jiný nebyl. Je dobré mít otevřené oči a zkoušet co nejlépe pochopit a popsat, jak nový svět funguje. Zároveň je ale důležité myslet na to, k čemu by dosažené poznatky mohly sloužit. My sice nepřipravujeme nové mikroskopy nebo solární články, ale i při naší práci vznikají produkty, které lze v praxi použít – vyvíjíme třeba vlastní počítačové algoritmy, po nichž můžou sáhnout i lidé z jiných oborů.

Když už jsme u objevování nových světů, nějakou dobu jste žila a bádala v Německu. Co vám to dalo?

Bylo to úžasné po všech stránkách. Naučila jsem se o vědě přemýšlet úplně jinak než do té doby.

Tak nějak svobodněji. Měla jsem pocit, že mám mnohem více času a energie klást si nové i velmi odvážné vědecké otázky. Tady v Česku jsem se cítila vždy víc zahlcená a rozptylovaná. Možná je to tím, že Němci jsou organizovanější, více plánují a nezdržují je pak věci, které vyplouvají nečekaně na povrch.

Můžete uvést příklad?

Stává se, že mi přijde e-mail s úkolem, který je potřeba



udělat obratem nebo do několika dnů. Děje se to tady na můj vkus docela často. V Německu jsou proti tomu všechny kroky velice dobře rozplánované, a když už někdo něco nečekaně potřebuje, nechá na to dotyčnému dostatek času. Zdá se mi, že ten český, spontánní a trochu chaotický systém může vést k určité pasivitě, kdy lidé především reagují na vnější podněty. Po návratu z Německa na tohle opakovaně narážím a opravdu cíleně si musím vydobýt svůj prostor, kdy můžu přemýšlet a být kreativní.

U vlastního prostoru to ale nekončí, vaší ambicí je změnit českou vědu. Jak na to jdete?

Přes inspiraci zahraničím. Chci využít potenciál české vědecké diaspory. Založily jsme k tomu se dvěma kamarádkami, spolužačkami z ČVUT, v roce 2018 platformu Czexpats in Science. S naší organizací dáváme výzkumníkům v zahraničí možnost využít jejich zkušenosti, aby mohli pomoci zlepšit vědecké prostředí u nás. Velká část z nich by se totiž ráda vrátila domů, ale některé věci je odrazují.

Víte, o kolik lidí jde a jakým bariérám čelí?

Počet českých vědců a vědkyň za hranicemi odhadujeme na několik tisíc. Víme, že mají velký zájem udržovat kontakty s tuzemskými institucemi i o návrat domů. Rádi by přispěli k rozvoji svých oborů a motivací vrátit se jsou i osobní důvody. Když jsme se jich ptali na překážky návratu, zmiňovali hlavně netransparentní postupy ve výběrových řízeních, platových podmínkách a kariérním postupu a taky akademický inbreeding, tedy obsazování pracovních a vedoucích pozic vlastními absolventy. Máme to zmapované v analýze, kterou jsme letos vydali.

Ta nese název Kdo jsou čeští vědci v zahraničí? Analýza české vědecké diaspory a jejího vztahu k vědě v Česku. Je to opravdu zajímavé čtení. Co je cílem dokumentu?

Ukázat, jak naše vědecké prostředí vidí lidé zvenčí, a identifikovat místa, která je potřeba zlepšit. Jsem moc ráda, že vyšla. Data jsme sbírali prostřednictvím online dotazníků, ale i hloubkových rozhovorů. Zpovídání působil v době průzkumu ve třiceti různých zemích celého světa, tři čtvrtiny z nich se pohybovaly v přírodovědných a technických oblastech, čtvrtina pak ve společenských a humanitních oborech.

Jako jeden z nejpálčivějších problémů zmiňovaly zejména respondentky, ale i respondenti přístup české společnosti k ženám. Jaké zkušenosti s ním máte vy?

Tahle problematika se mě osobně dotýká velmi silně. V Německu jsem nikdy neměla problém s tím, že jsem vědkyně a mám čtyři děti. Děti tam byly brané jako naprosto přirozená součást života, a tedy i kariéry. Instituce na to byly připravené. V Česku to

máme úplně jinak, jde celkově o klima ve společnosti.

Co přesně máte na mysli?

Zkusím to ukázat na příkladu. Už v prvním ročníku univerzity se mi narodila dcera: neměla jsem nárok na mateřskou, neexistovalo žádné sociální stipendium a školka byla až od tří let. Musela jsem strašně bojovat jen o to, abych mohla chodit dál do školy a zároveň zabezpečit dceru. Když jsem na problémy upozornila, byla jsem za ufnukanou a slabou. Taky se zásadně změnil pohled okolí na mě. Už se mě málokdo zeptal na to, co mě baví a co chci dělat po studiích. Byla jsem máma a všichni měli jasnou představu, jak se mám cítit, co mám dělat nebo co pro mě má být důležité. Tohle všechno vytváří prostředí, v němž ženy radši zůstanou doma s dětmi a pak vezmou práci na částečný úvazek, než aby se pouštěly do ambiciózních projektů – jako třeba mít vlastní vědeckou skupinu.

Co by se tedy mělo změnit, aby byla česká věda otevřená všem včetně žen?

Dobrý začátek je uvědomit si, že ten problém existuje, pojmenovat ho. Pak je potřeba upravit granty i podmínky v institucích tak, aby počítaly s životními situacemi, které se týkají třeba

„Ve dvaceti letech se mi narodila dcera, a když jsem pak hledala práci, která by šla skloubit s péčí o ni, doktorát mi poskytl určitou míru flexibility.“

Vladimíra Petráková

narození dětí. Některé instituce nebo grantové agentury to již dělají, ale český vědecký systém je roztržštěný a nekoordinovaný. S Czexpats se snažíme na tyhle věci poukazovat. Za posledních několik let jsme se zprofesionalizovali – máme první zaměstnance a jasnou vizi s plánem, jak ji naplnit.

Co je součástí plánu a jak se vám daří jej realizovat?

Chceme, aby byla věda v Česku světová, otevřená a ambiciózní. Věříme, že české univerzity patří do první světové stovky a chceme je tam pomoci dostat. Důležitý milník je právě zmiňovaná analýza, která jasně identifikuje problémy a navrhuje řešení. Součástí úsilí našeho týmu v Czexpats jsou setkávání

s těmi, kdo můžou ovlivnit vědní politiku. Za důležitou ale považujeme i práci zezdola, tedy podporu vědců samotných. S Univerzitou Karlovou jsme vytvořili platformu setkávání vedoucích vědeckých skupin, které říkáme PI fórum (podle anglického Principal Investigator). Vzájemně se od sebe učí, jak vést tým a motivovat ostatní, předávají si zkušenosti, včetně těch zahraničních.

❗ Při povídání o Czeppats jste se úplně rozzářila. Takové nadšení vidám u vědců, kteří vyprávějí o terénních výjezdech třeba do tropického pralesa. Zažíváte něco podobného i ve své výzkumné práci?

Přestože jsem výzkum, kterému se věnuju, k objevování pralesa připodobňovala, musím přiznat, že až tak dobrodružná moje práce není. (smích) I tak mě ale hodně baví a naplňuje. Oceňuju její různorodost, která umožňuje kreativní přístup. Mám dynamickou výzkumnou skupinu, která pořád přichází s něčím novým. Každý jsme trochu jiný, a tak se toho pořád hodně učím.

❗ Jaký máte recept na stmelování týmu složeného ze zástupců různých oborů a kultur?

Snažím se na to myslet už při výběru lidí do laboratoře, všechno pak jde snáz. Máme chemiky, materiálové inženýry, biofyziky, vědce z Německa, Velké Británie i z Nigérie. Důležité je dobře komunikovat a rozumět si navzájem. K tomu nám pomáhají

„Počet českých vědců a vědkyň za hranicemi odhadujeme na několik tisíc. Mají velký zájem udržovat kontakty s tuzemskými vědeckými institucemi i o návrat domů.“

Vladimíra Petráková

i mimopracovní aktivity. Loni jsme třeba všichni vyrazili na cyklovýlet do Lidic. Chtěla jsem, aby poznali něco z české historie.

❗ To jste jim dala na začátek docela zabrat. Zrovna příběh Lidic vypálených nacisty je dost smutný.

O to víc bychom si ho měli připomínat. Pocházím z Kladna, v gymnáziu, kam jsem chodila, byly umístěné lidické ženy, tam jim odebrali děti. Je to pro mě hodně silné a chtěla jsem tento kousek sebe i místní historie sdílet se svou skupinou. Krajina okolo Lidic je ale i velmi krásná, taková jemná, takže to byl zajímavý kontrast s tragickou minulostí toho místa. Perličkou je, že pro našeho nigerijského kolegu to byla velká premiéra. Do té doby na kole seděl jen párkrát a výlet tohoto typu absolvoval úplně poprvé.

❗ Vy na kole jezdíte často a ráda. Pokud ale vím, tak z Kladna do Prahy přímá cyklostezka nevede, takže k cestě do laboratoře volíte jiný dopravní prostředek?

Cyklostezka tam bohužel není, i tak na kole do práce jezdím, ačkoli ne denně. Někdy je to celkem drsné. Přestože si vybírám

menší silnice, i na nich je provoz. Kolo miluju a považuju ho nejen za skvělý nástroj přesunu do práce, ale i na delší vzdálenosti při našich rodinných dovolených.

❗ Kam s rodinou na kolech cestujete a je správná moje představa pelotonu kol vybavených zavazadly, spacáky a stanem?

Je nás hodně, to je pravda, ale nejsme žádní závodníci. Užíváme si jízdu krajinou. Naší nejoblíbenější destinací je Francie, kde jsou skvělé cyklostezky a kempy. Projeli jsme trasu podél Atlantského oceánu od Bretaně až po Bordeaux nebo jsme prokřičovali Provence a Alsasko. Chtěli bychom také na sever Evropy, ale tam je to trochu náročnější s počasím.

❗ Cestování s dětmi má své výzvy. Máte nějaké dobrodružné příhody?

Dříve se hodně historek točilo okolo drobností, třeba kam na nočník, teď jde spíš o to, motivovat je, aby překonaly únavu, vyšláply kopec a pak si užily ten pocit vítězství. Nejvíc vzpomínáme na úplně první cyklovýpravu před deseti lety. Tehdy nám ve Francii pořád přšelo. Měli jsme všechno mokré, už i stan byl promočený a poslední kapkou bylo, když si to synek v jediných suchých kalhotách namířil přímo do jezera. Úplně si pamatuju moment, jak mu přes okraj holinek začala téct voda dovnitř.

V tu chvíli se mi chtělo už jen brečet. On si to ale moc užíval a teď máme na co vzpomínat. (smích)

❗ Zkoumat nanosvět musí být fuška, takže chápu, že kolo je skvělým prostředkem k pročištění hlavy. Jak ještě odpočíváte?

Taky docela ráda běhám. Mám sen zvládnout závod na Novém Zélandu, který se běží přes celý ostrov, od jednoho pobřeží ke druhému.

Je to kombinace běhu, kola a kajaku. Ve třiceti letech jsem si řekla, že ve čtyřiceti do toho půjdu. Čtyřicet mi bude ale už letos a na tenhle závod pořád natrénováno nemám. Budu muset víc zabrat. (smích) Třeba to klapne příští rok. Zatím je to trochu ve hvězdách.

❗ Když už jsme u hvězd – letos v lednu vyšla vašemu týmu studie v časopise *Nature Communications*, která s nimi překvapivě tak trochu souvisí...

Ano. Pro vizualizaci molekul používáme fluorescenci, takže obrázek, který vidíme pod mikroskopem, se podobá hvězdnému nebi. Je to černý podklad a spousta svítících bodů. Nechali jsme se inspirovat jednou z metod, které používá astronomie, a uzpůsobili jsme ji k rozpoznání molekul v mikroskopickém obrázku.

❗ Jak vás to napadlo?

V oblasti astronomie a radarů se takhle metoda používá již dlouho, ale v mikroskopii kupodivu vůbec. Nápad přišel od



kolegy Miroslava Hekrdly, který dříve působil právě v radarovém výzkumu. Považuju to za skvělý příklad toho, jak inspirace jedním oborem může pomoci k rozvoji úplně jiné disciplíny. V rozmanitosti je síla.

▮ Pestrost také provází celou vaši dosavadní vědeckou cestu. Do jakého oboru bychom vás vlastně mohli zařadit? Fyzikální chemie? Biofyzika? Materiálové inženýrství?

Původně jsem vystudovala biomedicínské inženýrství na ČVUT, které se zabývá třeba nemocniční technikou, ultrazvuky, magnetickou rezonancí a podobně. Dalo mi to skvělou průpravu napříč obory – naučila jsem se fyziku, chemii, elektro, zpracování signálů, ale také biologii nebo základy medicínských předmětů. Celý náš tým je různorodý, což nám poskytuje schopnost dívat se na předmět našeho výzkumu z netradičních úhlů.

ZAOSTŘENÉ SUPERBRÝLE NA BLÍZKO

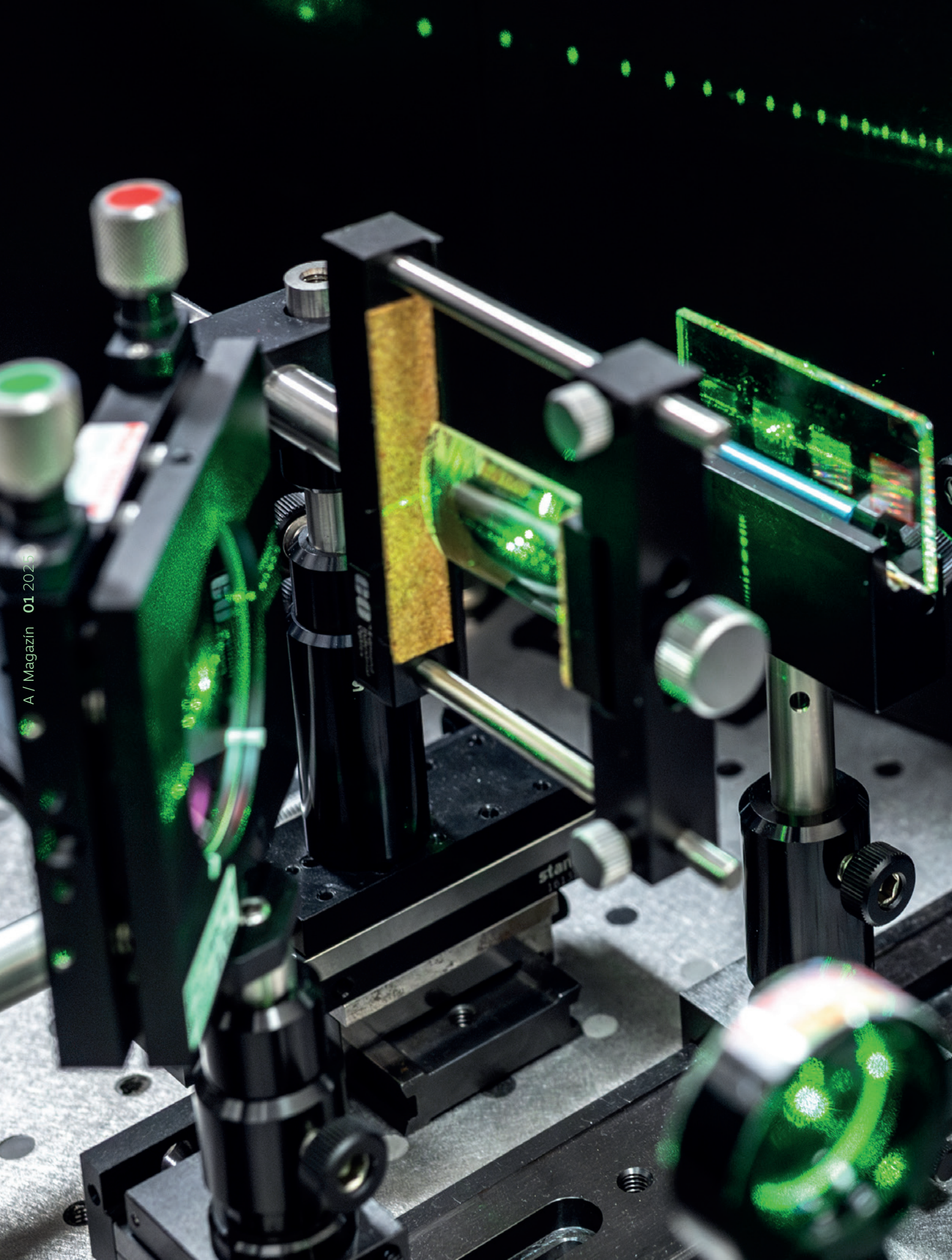
Ve vědeckém světě dlouho platilo, že použití optických mikroskopů má své hranice dané fyzikálními vlastnostmi světla (tzv. Abbeho difrakční limit). Tyto bariéry se podařilo zbořit teprve nedávno. V roce 2014 za objevy, které vedly k rozvoji superrozlišovací optické mikroskopie, získali Nobelovu cenu za chemii Američané Eric Betzig a William E. Moerner a německý vědec Stefan W. Hell. O rozvoji nových mikroskopických technik jsme psali v čísle A / Magazínu 3/2024 v hlavním tématu věnovaném světlu.



▮ Proto i v nanočásticích zlata a diamantu vidíte potenciál, který nemusí být jiným na první dojem zjevný...

Je tam ještě hodně co objevovat, většina nanosvětla je neznámá, jako ty pomyslné pralesy, o kterých jsme mluvily. ●





KOVOVÍ ILUZIONISTÉ A ULTRAZVUKOVÉ HROMOBITÍ

Budoucnost může patřit slitinám s tvarovou pamětí.
Pokud ovšem lépe pochopíme, jak zapomínají.

Nikdo z nás nechce, aby s ním spadlo letadlo. Stejně jako každý jiný dopravní prostředek je třeba jej nějak ovládat. Jedním ze zásadních prvků, jenž k tomu slouží, je hydraulika: pojem, který zazní ve fyzice již v sedmé třídě na základní škole, ale stejně mu neporozumějí všichni. Zjednodušeně řečeno, hydraulická zařízení s něčím pohybují a místo pák, táhel či lan k tomu používají trubky s kapalinou. Kapalina je v soustavě trubek při tom pod velkým tlakem, ale protože je v podstatě nestlačitelná, prostě jej přenáší dál až do cílového místa, kde je potřeba vykonat práci. Dá se tak manipulovat s extrémně těžkými břemeny nebo součástkami, na něž působí ohromný protitlak – například s klápkami křídél dopravních letadel.

Právě u nich se hydraulika používá opakovaně, s velkým zatížením, velkými změnami teplot a za silných vibrací. Vždyť v letové hladině je až minus 60 stupňů Celsia, zatímco v cílové destinaci klidně plus 40. Během letu dochází k vibracím, což zná každý, kdo někdy letadlem cestoval – k hladkému přesunu to má daleko. Pořád je to takový „drncající autobus ve vzduchu“. Také podvozek se řídí pomocí soustavy hydraulických trubek, ale nejen ten. Zkrátka to poslední, co by cestující chtěl, je, aby spoje těchto trubek netěsnily nebo selhaly.

Při konstrukci letadla se proto spoje na hydraulice často nesvařují. Klasické metody – objímky nebo právě svařování – jsou pracné, těžkopádné a mohly by vést k netěsnostem. Musí se na to jinak. Používají se slitiny s tvarovou pamětí.

PAMĚTNÍK Z ŠEDESÁTEK

Takzvaný nitinol je známý od šedesátých let minulého století. Jde o speciální slitinu niklu a titanu. Při výrobě součástky se tento materiál dokáže při vysoké teplotě „naučit“, jaký tvar má zaujmout, a po zchladnutí lze kov vytvarovat do odlišné podoby. Jakmile se součástce dodá správný impuls, zase se navrátí do zapamatovaného tvaru. Této vlastnosti využívají kroužky ze slitiny na bázi nitinolu, kterými se spojují trubky v hydraulice letadel.

Podobně jako lidská paměť ani ta materiálová není věčná. Jak moc speciální slitiny zapomínají? „Hodně,“ usmívá se Hanuš Seiner. „Pro některé aplikace je ale výhodné, aby materiál trochu zapomínal. Někdy se hodí, aby zapomněl úplně, a někdy, aby nezapomněl nic. Ovlivnit to může řada technologických parametrů při výrobě a zpracování.“

Snadno se s nimi pracuje, jsou lehčí, odolnější, mají větší životnost, nekorodují a na rozdíl od svařování nemění mechanické okolí svaru. Na trubky se snadno nasadí, když jsou v deformovaném stavu. Zahřátím (například horkým vzduchem) se aktivují a pevně obě trubky sevřou, čímž vytvoří těsné a pevné spojení, které odolá vibracím, teplotním výkyvům i vysokým tlakům.

Množnosti využití podobných slitin jsou ale mnohem širší než jen v leteckém průmyslu, leč nevyužívá se jich v široké praxi. Jednak jsou drahé, jednak je náročné je vyrobit. A pak... nevydrží vždy to, co je potřeba. Proto je nutné jim lépe porozumět, pochopit, co se děje v krystalové mřížce kovu při „učení“, návratu, ale i „zapomínání“.

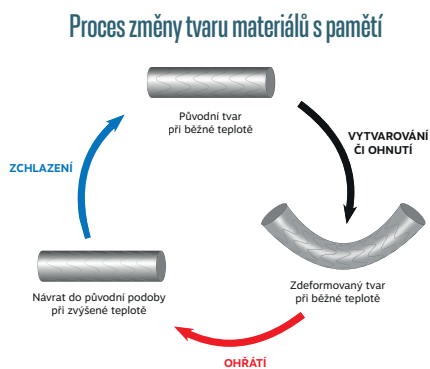
JAK TO VLASTNĚ FUNGUJE?

Tvarovou paměť nemají pouze některé kovy, touto vlastností disponují i bílkoviny nebo obyčejný papír. Můžete ho zmuchlat nebo poskládat jako origami, a když ho vložíte do vody, vlákna nabobtnají a papír se narovná. „U kovů takovým impulzem pro změnu tvaru může být tlak nebo magnetické pole, ale především je to teplota,“ říká Hanuš Seiner z Ústavu termomechaniky AV ČR. Za materiálovou paměť slitin může změ-

na ve struktuře krystalické mřížky. Za nízkých teplot zaujímá jinou konfiguraci (tzv. martenzit) než za teploty vyšší (austenit). Co se v takovém okamžiku děje? „Můžeme si to představit trochu jako stojící řadu dominových kostek. Při správném štouchnutí popadají daným směrem a mění se výška i délka celé řady. Navíc je můžete překlápět zpět nebo opačným směrem,“ vysvětluje Hanuš Seiner.

Deformace u klasických materiálů při velkém zatížení činí přibližně jedno procento. „Dominový“ efekt ale pomůže slitině s tvarovou pamětí změnit délku třeba o pětinu. Záleží na mikrostruktuře. Pak přichází na řadu zapomínání.

Někdy se pro aplikaci hodí i materiál, který se sice dokáže změnit jen



BEZ PENĚZ DO PROJEKTU NELEZ

Zakoupení 3D tomografu s atomární sondou umožní jedinečný vědecký projekt s názvem FerrMion, který uspěl ve výzvě Špičkový výzkum Operačního programu J. A. Komenského, spolufinancované Evropskou unií. Ústav termomechaniky AV ČR, potažmo oddělení

Hanuše Seibera, který projekt vede, bude v rámci něj spolupracovat s dalšími institucemi – Fyzikálním ústavem AV ČR, Ústavem jaderné fyziky AV ČR, Českým vysokým učením technickým a Univerzitou Karlovou. A rozpočet? Půl miliardy korun. I to dokazuje, jak moc se týmu daří a že je skutečně na světové úrovni.

jednou, ale deformuje se ve velkém rozsahu. Ústav termomechaniky AV ČR spolupracoval například s Izraelským technologickým institutem Technion, kde probíhal vývoj bezpečnostních pásů pro automobilový průmysl. Při nárazu automobilu systém využíval velkou vratnou deformaci slitiny s tvarovou pamětí a tlumil energii nárazu. Součástka za fungovala v pravou chvíli jednou a pak „zapomněla“. Následně by se musela v servisu nastavit pro nové použití, tedy znovu „naprogramovat“.

Opačným příkladem jsou výtuhy v cévách, v nichž stenty potřebují vydržet statisíce, spíše miliony cyklů. Jde o další z používaných aplikací již zmíněného nitinolu. Složený stent lze užšími cévami dopravit na místo a teprve tam jej roztáhnout do podoby, kterou si kov pamatuje, čímž vyztuží cévu či tepnu v požadované tloušťce.

Pro různé aplikace se tak hodí různě připravené slitiny s odlišnými vlastnostmi. Jejich vývoji se věnuje mnoho výzkumných institucí a univerzit po celém světě. Když o nich ale potřebují zjistit více, často narazí na vlastní technické možnosti a obracejí se na pražské kolegy. Právě v české metropoli se totiž umějí podívat zmíněným materiálům na „zoubek“ lépe než kdokoli jiný.

LASER A (ULTRA)ZVUK

„Když to hodně zjednodušíme, zkoumáme především elasticitu kovů,“ popisuje Hanuš Seiner. Že jsou kovy elastické, může laikovi znít trochu podivně, ale zase tak zvláštní to není – příkladem je třeba kmitání struny na kytáře, jemné ohyby křídel dopravních letadel za letu, odpružení nákladních aut listovými pružinami nebo odraz kladiva od kovadliny. Způsob, jakým vlastnosti slitin zkoumají právě v Ústavu termomechaniky AV ČR, je ale unikátní. Především tím, že mechanické vlastnosti vzorků studují, aniž by se jich vůbec dotkli.

Běžně by si člověk představil nějakou aparaturu, kde se do jednoho konce kovu udeří a na druhém se pozoruje či měří vzniklé kmitání. Jako kdybyste praštili do kusu plechu a ten se tím



prof. Ing. HANUŠ SEINER, Ph.D., DSc. ÚSTAV TERMOMECHANIKY AV ČR

Pochází z Pardubic. V roce 2016 obdržel Prémii Otto Wichterleho pro vynikající mladé vědce. V roce 2021 získal vědecký titul doktor věd a o rok později se stal profesorem. Během kariéry pracoval například v Leibnizově ústavu fyziky pevných látek v Drážďanech či na Univerzitě v Minnesotě. Loni získal Cenu předsedy Grantové agentury ČR. V Ústavu termomechaniky AV ČR působí od roku 2003, vede oddělení ultrazvukových metod, pod nějž spadá laboratoř charakterizace materiálů a opto-akustická laboratoř.

„Rozeznáním zvonu vyvoláte vlny a slyšíte, jaký tón vydává. My děláme v podstatě to samé v objektech, které jsou stokrát menší, a v časech, jež jsou desettisíckrát kratší.“

Hanuš Seiner

rozvlnil. „Místo mechanického impulsu používáme laser,“ upřesňuje Hanuš Seiner. Připodobňuje to k blesku za letní bouře. Hrom, který slyšíme, totiž není nic jiného než tlaková vlna, již spustil bleskový výboj tím, že šokově ohřál vzduch kolem sebe. Analogicky fungují i experimenty v laboratoři. Na vzorek vědci nasměrují velice krátký laserový impulz, trvající jen několik nanosekund. Kov se tak v daném místě ohřeje, v důsledku toho se roztáhne a začne se šířit vlna, rozruch.

Podobně, jako když udeříme do zvonu, kov se rozechvěje a vlna se následně šíří vzduchem k našim uším coby zvuk.

Uvnitř kovového materiálu se ovšem nejedná jen o akustickou vlnu, může se v něm odehrávat mnoho různých typů vlnění, a navíc najednou. „Objevují se vlny, které zhušťují prostředí nebo materiál smýkají proti sobě. Existují takové, které vytvářejí vlnku na povrchu a mizejí dovnitř. Vznikají i podél rozhraní, pokud je vzorek složený z více prostředí, a tak dále,“ vyjmenovává Hanuš Seiner.

Vlny v materiálech jsou pestřejší a složitější než v běžné akustice. Ale se zvukem mají stále něco společného – jen „rozeznělý“ zkoumaný vzorek neslyšíme, protože je velmi malý, a tak se pohybujeme už v oblasti ultrazvuku (nehledě na

to, že by byl zvuk příliš slabý a krátký, než aby ho naše ucho zachytilo).

V ten okamžik nastupuje otázka, jak tedy ultrazvukové vlny měřit. „Když je vyvoláváme bezdotykově laserem, byla by škoda detekovat je nějak hloupě mechanicky, proto to děláme rovněž za pomoci laserů,“ podotýká Hanuš Seiner. Detekce funguje zjednodušeně řečeno asi jako policejní radar, a sice na základě tzv. Dopplerova jevu. A fofr je to obrovský. Jelikož vybuzení vlny se odehrává v řádu nanosekund, i odezva se musí měřit v extrémně rychlém sledu.

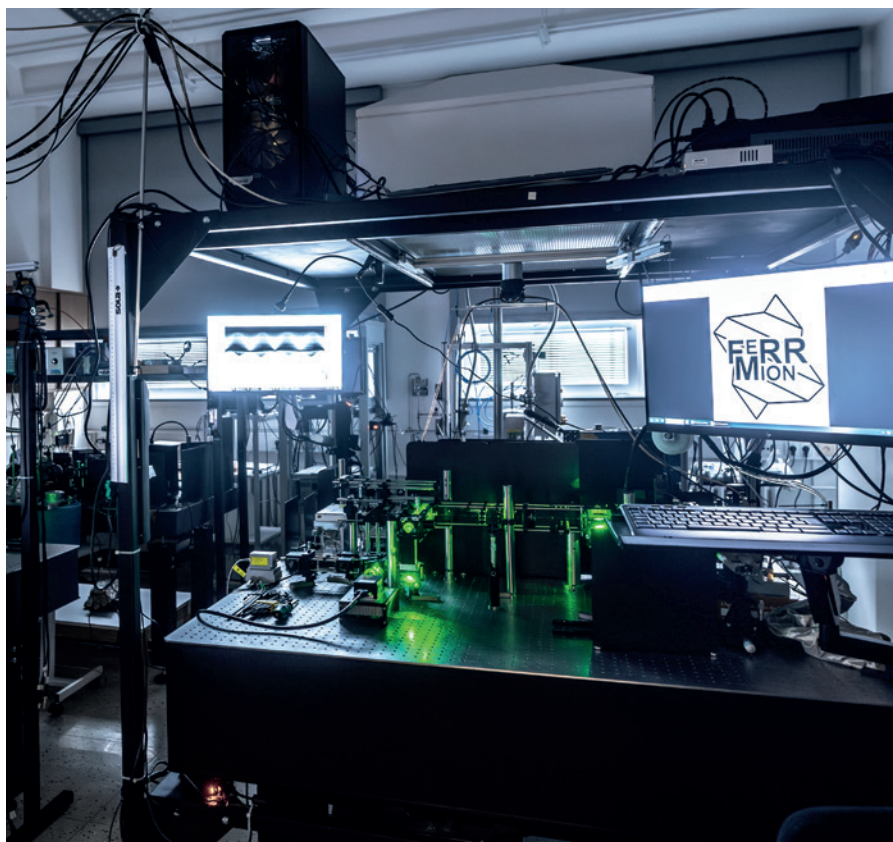
Z naměřených dat pak lze pomocí výpočtů vyvozovat různé závěry. Většinou měření ale předchází teorie. Jde o hypotézy založené na fyzice pevných látek a realizované numerickou simulací. „A ve chvíli, kdy pomocí našich laserových metod naměříme hodnoty, které jsou v příkrém rozporu s tím, co teorie predikuje – což se nám pohříchu stává docela často –, vynořují se zpětně nové otázky pro samotnou teorii. Musí se přestavět – a to jsou nejzajímavější okamžiky naší práce,“ usmívá se Hanuš Seiner.

NOVÝ PŘÍSTROJ, NOVÉ VIZE

Krystalovou mřížku lze popsat jedenadvaceti elastickými konstantami – elastické chování má tedy přes dvě desítky na sobě nezávislých parametrů. Oddělení ultrazvukových metod, které vede Hanuš Seiner, je jediné na světě, jež dokáže změřit všechny konstanty v tom nejobecnějším smyslu. A navíc, jelikož se dlouhodobě zaměřuje na materiály s tvarovou pamětí, dokáže se podívat do okamžiků těsně před tím, než řada „dominových kostek“ spadne, nebo zjistit, co se děje hned poté.

Přesto vědci neusínají na vavřínech a své metody dále rozvíjejí. „Aktuálně se snažíme zvýšit rozsah teplot, za kterých můžeme vzorky měřit. A chceme je studovat i při změně tlaku nebo magnetického pole při co největším rozsahu,“ přibližuje plány vedoucí opto-akustické laboratoře Pavla Stoklasová.

Brzy jí do výbavy přibude i jeden klenot – 3D tomograf s atomární sondou, přístroj za 150 milionů korun. Zjedno-



Opto-akustická laboratoř Ústavu termomechaniky AV ČR, ve které vědci vyvinuli metodu spektroskopie s ultraprůchodovou mřížkou pro bezkontaktní analýzu elastického chování slitin

dušeně řečeno funguje tak, že se do něj vloží velice tenká jehla (se špičkou o rozměrech v řádu nanometrů) ze zkoumaného materiálu. Ze špičky se pomocí laseru nebo elektrického pole odprašují jednotlivé atomy, které následně zachycuje detektor. „Z toho lze zpětně zrekonstruovat, kde přesně se atomy v původním krystalu nacházely. Jde o metodu, která nám dokáže přiblížit krystalovou mřížku nejdetailněji,“ popisuje vědkyně.

Příležitost zakoupit tak nákladný přístroj se v Česku objeví jednou za dekádu a v tomto případě pomohl velký projekt FerrMion. Bude prvním zařízením svého druhu ve střední a východní Evropě. Sloužit tak bude nejen skupině Hanuše Seiner a řešitelskému týmu projektu FerrMion, počítá se s tím, že jej budou využívat i další (nejen české) výzkumné instituce v rámci otevřené infrastruktury, aby se posílil význam českého materiálového výzkumu.

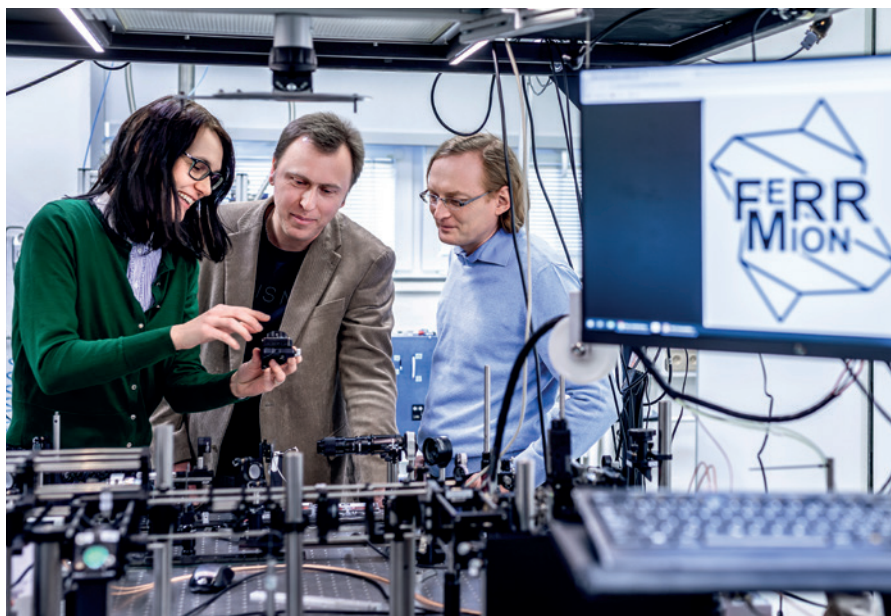
BUDOUCNOST NEJEN MATERIÁLŮ

Nové zařízení doplní už tak unikátní vybavení laboratoře o další pohled do nitra kovů a pomůže odhalit nové detaily, zánitosti nebo chování na nejdetailnější úrovni. Ve vědě totiž lze najít spoustu jevů, které výzkumníci pozorují při ex-

Při rozvlnění se materiál hýbe na mikroskopické úrovni. Atomární roviny se smýkají, kloužou, posouvají vůči sobě nebo se vzdalují a přibližují.

perimentech, ale úplně jim nerozumějí na teoretické úrovni. „Pokud chceme, aby něco mohli v praxi používat inženýři, musíme my i oni chápat, jak to funguje,“ vysvětluje vedoucí laboratoře charakterizace materiálů Petr Sedlák.

„Základní myšlenkou je pomocí pokročilých experimentálních metod a matematického modelování vytvořit nástroje, které bude moci jednou převzít průmysl,“ dodává. Jedním z cílů projektu tedy bude vytvořit popisy chování materiálů s tvarovou pamětí, které budou srozumitelné pro inženýrské aplikace. Jelikož jde ale o složité chování, i popisy



Pavla Stoklasová, Hanuš Seiner a Petr Sedlák vedou tým, který se zabývá laserově-ultrazvukovou charakterizací materiálů. Jejich pracoviště vyvinulo několik světově unikátních aparatur.

a možné aplikace budou pravděpodobně poměrně komplikované. Těžko odhadnout, zda se dočkáme výsledku za pět, deset nebo pětadvacet let. Cíl je to ambiciózní. Aktuálně se totiž do opravdu široké praxe dostaly v podstatě jen poměrně jednoduché aplikace slitin na bázi nitinolu – například již zmíněné spoje trubek namísto sváření a stenty neboli výtuhy cév.

„Při pohledu na to, jak bohatě se tyto materiály chovají, se zatím využívají úplně tím nejprimitivnějším způsobem. Možnosti jsou mnohonásobně větší,“ vyzdvihuje potenciál slitin Hanuš Seiner. A má pravdu, představme si třeba

stavební konstrukce odolné vůči zemětřesení, roboty s pohyblivými součástmi podobnými svalům, pružné nárazníky aut, ještě chytřejší chytré telefony...

Vedle dokonalejšího porozumění ale hraje roli v širším využití i cena. Konec konců právě proto je nezbytné poznání rozvíjet, aby se daly paměťové materiály více využívat v praxi. Rozsáhlejší použití samozřejmě produkty zlevňuje. Snad k tomu přispěje i FerrMion pod vedením Hanuše Seiner – nákladný projekt, který českou vědu zvýrazní na mapě světa – a budou sem proudit další a další vzorky kovových materiálů z různých kontinentů. Třeba letadlem, jehož trubky mají namísto svarů kroužky ze slitin s tvarovou pamětí. ●



PRESTIŽNÍ PUBLIKACE

Za jakousi metu špičkového výzkumu v přírodních vědách se někdy považuje publikace v nejprestižnějších časopisech, jako jsou *Science* nebo *Nature*. V tomto ohledu nejsou ve skupině Hanuše Seiner žádná „ořezávátka“. Petr Sedlák a Miroslav Frost se podíleli na článku z roku 2016, který uveřejnil právě časopis *Science*. Hanuš Seiner v roce 2022 publikoval se svou doktorandkou Kristýnou Repčec v *Nature Communications* a v roce 2024 se celý tým prosadil v prestižním časopise *Advanced Materials* (článek o tomto výzkumu naleznete pod QR odkazem). Pavla Stoklasová zase s postdoktorandem Tomášem Grabcem spolupracovala na článku, který vyšel letos na konci února v *Nature*.

Archeologie

ZEITRAUM



SHLÉDNOUT Z NEBES

Krajinu pozorují z výšky okolo tři set metrů. A právě díky tomu dokážou letečtí archeologové vyčíst, co se v ní dělo třeba před tisícovkami let, a hledat ukryté objekty. Stačí si všimnout zdánlivých drobností, jako jsou třeba jiný odstín či výška obilí. Metoda se v České republice využívá zhruba tři desítky let. Její výhodou je, že při ní nedochází k zásahům do země, tudíž ani k porušení zkoumané lokality. Je tedy nedestruktivní. Poznatky získané prostřednictvím letecké archeologie slouží jednak k významnému obohacení databáze archeologických nalezišť, ale také k jejich ochraně. Neboť víme-li o jejich existenci na konkrétním místě v krajině, můžeme je do budoucna účinně chránit.





STOPY NAŠICH PRAPŘEDKŮ

Mezi nejvýraznější osobnosti letecké archeologie v České republice patří Martin Gajda z pražského Archeologického ústavu AV ČR (na snímku vpravo), nalétáno má přes tisíc hodin: „Z mého pohledu jde nejen o velice užitečnou, ale i vzrušující metodu. Díky ní odhalujeme a evidujeme stopy po našich prapředcích, kteří zde žili v prehistorických časech, ve středověku, v novověku i v dobách nedávných. Zanechali po sobě velké množství památek, které jsou ale z naprosté většiny ukryty pod zemí a obvykle se na ně narazí během různých stavebních akcí.“ Právě leteckoarcheologický průzkum přispívá k objevování „neviditelných“ pradávných venkovských sídlišť, opevněných sídel, pohřebišť, zaniklých kultovních/ceremoniálních areálů a dalších objektů.



UŽITEČNÍ POMOČNÍCI

Nezbytným vybavením letecko-archeologických průzkumných letů je samozřejmě fototechnika. Dříve, ještě před nástupem digitálního věku, to byly tři fotoaparáty (barevný a černobílý negativ, barevná inverze), dnes stačí jeden digitální. Výzkumník využívá také kameru s co nejlepší stabilizací při pořizování videozáběrů a příruční stanici globálního navigačního satelitního systému (GPS). „Než byl tento systém uvolněn pro civilní sektor, používaly se k letecké navigaci papírové mapy v měřítku jedna ku padesáti tisícům. Součástí výbavy bývá také takzvaná kolenní podložka s formulářem, do kterého se během letu zapisují důležité informace o objevených a fotograficky dokumentovaných lokalitách,“ doplňuje Martin Gojda seznam potřeb, které si s sebou bere do letadla.



S VĚDCEM V AEROPLÁNU

V letošním roce se uskuteční již šestý ročník Archeologického léta, popularizační akce pro veřejnost, kterou společně pořádají dvě pracoviště Akademie věd ČR – pražský a brněnský Archeologický ústav. Letecká archeologie byla v loňské sezoně na programu poprvé. Zájemci se mohli zúčastnit letu s odborným výkladem Martina Gajdy, startovalo a přistávalo se na letišti v Roudnici nad Labem. Pasažéři ze vzduchu zahlédli několik zaniklých polních opevnění, která byla součástí obranné linie vybudované proti hrozbě vpádu Napoleonovy armády v létě roku 1813. Jejich půdorysy se díky relativně suchému jarnímu počasí velmi dobře zviditelnily odlišnou výškou a barvou zemědělských plodin na dozrávajících polích, a to v okolí obcí Budyně nad Ohří, Poplze a Písty, tedy v krajině na dohled od legendárního Řípu (snímek zcela vpravo).





ZRAJÍCÍ OBILÍ NAPOVÍ

Pohřbené památky většinou archeologům pomůže odhalit vegetace. Zviditelní se hlavně v době růstu a dozrávání zemědělských plodin. Obilí rostoucí nad ukrytými objekty má totiž jinou barvu a je vyšší. „Ideální je proto časový interval od května do konce července, kdy probíhá sklizeň jarního obilí. Důležitý je také druh oseté plodiny. Nejlépe fungují obiloviny, zejména ječmen, ale máme i naleziště, kde se prostřednictvím zviditelnění staly slunečnice, kukuřice, řepka či vojtěška,“ vysvětluje Martin Gojda. Velmi dobře se projevila paměť krajiny i v případě pravěkého sídliště u obce Ctiněves (snímky vlevo), kde šlo spatřit několik půdorysů zahluobených obytných staveb, takzvaných polozemnic, řadu zásobních či odpadních jam a dvojitý obloukovitě vedený příkop, který pravděpodobně zhruba před dvěma tisíci lety ohraničoval část této pravěké vsi.





DO ČELA AKADEMIE VĚD ČR SE POSTAVÍ RADOMÍR PÁNEK

Nejvýznamnější českou vědeckou institucí od 24. března 2025 povede Radomír Pánek z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR. Po osmi letech tak vystřídá Evu Zažimalovou. Volba kandidáta na nového předsedu Akademie věd ČR pro roky 2025–2029 byla hlavním bodem na programu LXIV. zasedání Akademického sněmu AV ČR, které se konalo 10. prosince 2024 v pražském Národním domě na Vinohradech. V prvním kole tajného hlasování zvolili přítomní akademici Radomíra Pánka 128 hlasy z 242. „Nabízelo by se, abych hovořil o svých zkušenostech a vlastnostech, které bych uplatnil ve funkci předsedy. Především chci ale říct, že od doby, kdy jsem se rozhodl kandidovat, jsem mluvil s mnohými z vás a odnesl si jeden důležitý dojem – všechny nás spojuje zájem o silnou a sebevědomou Akademii věd,“ řekl v kandidátském projevu Radomír Pánek. Kandidaturu projednala vláda a nového předsedu jmenuje prezident České republiky.



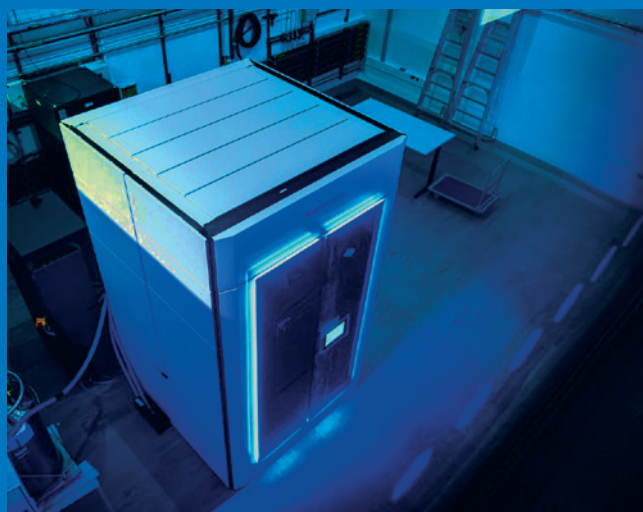


ODEŠEL FRANTIŠEK ŠMAHEL, JEDEN Z NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH HISTORIKŮ

Zřejmě jako jediný český historik se orientoval ve všech oblastech středověku, od intelektuálních po hospodářské dějiny. František Šmahel zemřel 5. ledna 2025 ve věku 90 let. V letech 1990–1998 vedl Historický ústav AV ČR, v roce 1998 založil respektované Centrum mediévistických studií. Mezi roky 1993 a 1994 působil jako místopředseda Vědecké rady AV ČR, v období 2001–2009 jako její předseda. František Šmahel získal mnohá ocenění, například státní vyznamenání Za zásluhy, Národní cenu vlády Česká hlava a Cenu Neuron za přínos světové vědě. Byl autorem více než šedesáti publikací, mezi nimiž vyniká jeho životní dílo – dvousvazková *Husitská revoluce*.

SLOVENSKÁ AKADEMIE VĚD OCENILA EVU ZAŽÍMALOVOU

Předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová převzala na novoročním koncertě 9. ledna 2025 v Bratislavě z rukou svého slovenského protějšku Pavola Šajgalíka Zlatou medaili Slovenské akademie věd. Ocenění jí udělil jako výraz poděkování za budování výjimečných vztahů mezi institucemi. „V paní předsedkyni Slovenská akademie věd získala velkou podporovatelku, která nám vždy poskytla cenné rady a morální oporu,“ řekl místopředseda SAV pro vědu, výzkum a inovace Peter Samuely a dodal, že dlouholetá spolupráce se projevuje i v praktické rovině, například ve společném grantovém schématu podpory interdisciplinárního výzkumu.



KRYOGENNÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE MÁ NOVOU BUDOVU

Zázemí pro dva špičkové přístroje – v českém prostředí stále vzácný 300 kV kryogenní transmisní elektronový mikroskop Krios G4 a 200 kV Glacios – poskytne nově otevřená budova v areálu Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. „Kryogenní elektronová mikroskopie umožňuje zkoumat biomolekuly jako například bílkoviny, nukleové kyseliny a jejich komplexy v téměř atomárním rozlišení a vytvářet 3D modely těchto molekul,“ vysvětluje Tomáš Kouba, šéf skupiny kryogenní elektronové mikroskopie. Vedle prostor pro přístrojové vybavení vznikly v nové budově i laboratoř pro mikroskopii skenovací sondou či zásobník na kapalným dusíkem.

V KRČI VZNIKLO NOVÉ ZAŘÍZENÍ PRO CHOV LABORATORNÍCH ZVÍŘAT

Jsou tichými hrdiny vědeckého výzkumu. Jejich přínos pro pochopení nemocí, vývoj léčebných postupů a zlepšení kvality lidského života je neocenitelný. Řeč je o laboratorních zvířatech, bez nichž se věda ani přes vyspělé technologie a moderní přístupy neobejde. Ústav experimentální medicíny AV ČR vybudoval nové zařízení splňující nejvyšší standardy péče o laboratorní zvířata a poskytující optimální podmínky pro vědecký výzkum v oblasti biomedicíny. Slavnostního otevření nové budovy se zúčastnili významní hosté, mezi nimi předsedkyně AV ČR Eva Zažimalová, místopředseda AV ČR Zdeněk Havlas či ředitelé biomedicínských ústavů AV ČR.



NEJVYŠŠÍ VĚDECKÁ OHODNOCENÍ PRO BRATRY JUNGWIRTHOVY

Jeden se věnuje slané vodě a iontům, druhý antiferomagnetické spintronice. A oba byli nedávno oceněni za svou celoživotní práci. Fyzikální chemik Pavel Jungwirth z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR převzal v lednu 2025 Cenu Neuron a jeho bratr Tomáš Jungwirth z Fyzikálního ústavu AV ČR o dva měsíce dříve Národní cenu vlády Česká hlava. O tom, že oba badatelé patří ke světové vědecké špičce, svědčí i prestižní granty Evropské výzkumné rady, jež předloni získali, Tomáš Jungwirth je navíc prvním českým vědcem, který svým projektem na ERC Advanced grant dosáhl podruhé.



ČESKÝ ROSTLINNÝ GENETIK ZASTÁVÁ PRESTIŽNÍ FUNKCI

V nejužším vedení Evropské asociace pro výzkum a šlechtění rostlin (EUCARPIA) od letošního roku působí David Kopecký z Ústavu experimentální botaniky AV ČR. Významnou funkci v asociaci zastává jako první Čech v historii. EUCARPIA sdružuje na tisíc vědců a šlechtitelů z celého světa. Jejím hlavním cílem je přispívat ke šlechtění odolnějších rostlin a podporovat vědeckou a technickou spolupráci v této oblasti. „V dnešní době je klíčové vyšlechtit zemědělské plodiny, které si lépe poradí se změnou klimatu, aniž by se snižovaly výnosy,“ říká David Kopecký, který se ve své vědecké práci zabývá především studiem mezidruhových kříženců trav a obilovin.





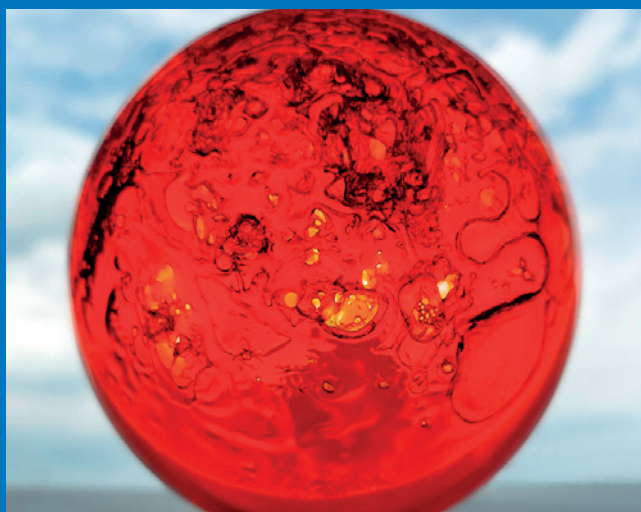
PŘEDSEDKYŇÍ ČSMS

SE STALA KAMILA HRUBANOVÁ

„Je důležité zábavně seznamovat děti s vědou a mikroskopickými přístroji, protože studentů na přírodovědných a technických oborech všeobecně ubývá, a přitom jsou potřeba,“ upozorňuje Kamila Hrubanová z Ústavu přístrojové techniky AV ČR, jež od začátku roku 2025 vede Československou mikroskopickou společností. Držitelka Prémie Otto Wichterleho z roku 2023 působí ve skupině mikroskopie pro biomedicínu a na svém kontě má už například úspěšný rozvoj techniky mrazového lámání, která přispěla k výzkumu vnitřní struktury mikrobiálních biofilmů či termomechanických vlastností polymerních granulí nacházejících se uvnitř živých organismů.

ČTVEŘICE ERC GRANTŮ PODPOŘÍ NEJNADĚJNĚJŠÍ PROJEKTY

Vývoj nových enzymů, posouvání limitů optiky, výzkum romských zkušeností s válkou či zlodějské mořské řasy. Čtyři unikátní projekty vědců z Akademie věd ČR získaly granty Evropské výzkumné rady v tzv. consolidator úrovni, které se pojí s částkou dva miliony eur. Z finanční podpory určené na pětileté bádání se radují Karel Židek z Ústavu fyziky plazmatu, Tomáš Pluskal z Ústavu organické chemie a biochemie, Martin Fotta z Etnologického ústavu a Elisabeth Hehenberger z Parazitologického ústavu Biologického centra. Vedle nich grant obdrželo pět řešitelů z Univerzity Karlovy a jeden z Masarykovy univerzity, což pro Česko znamená mimořádný úspěch.

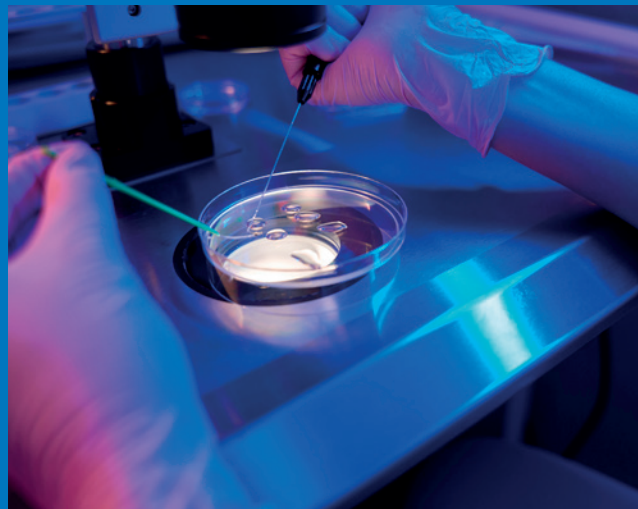


SNÍMEK PROTINÁDOROVÉHO LÉČIVA VYHRÁL VE VĚDĚ FOTOGENICKÉ

Látka doxorubicin se využívá při léčbě různých typů rakoviny. Objektivem fotoaparátu ji zachytila Alena Braunová z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR a její snímek zaujal odbornou porotu natolik, že v hlavní kategorii soutěže Věda fotogenická zvítězil. Zároveň získal i Cenu Akademické rady AV ČR. Fotografie ukazuje silný film polymerem modifikovaného protinádorového léčiva doxorubicinu na dně kulovité baňky těsně před izolací vysrážením. „Baňku jsem fotila na krabičce na okně. Snažila jsem se, abych za ní měla modré nebe, které je optimistické – na rozdíl od pekelné barvy látky,“ vysvětlila vědkyně.

STARTUJE PĚT NOVÝCH PROGRAMŮ STRATEGIE AV21

Složité okruhy problémů, jejichž řešení vyžaduje široce založený interdisciplinární výzkum, a to jak základní, tak aplikovaný, pomáhá uchopit a prozkoumat platforma Strategie AV21. Její vizi naplňuje patnáct programů, které koordinují pracoviště Akademie věd ČR. Spolupracují na nich s univerzitami, partnery ze státní sféry i podnikatelskými subjekty. Letos odstartovala pětice nových programů – Moc předmětů: Materialita mezi minulostí a budoucností, AI: Umělá inteligence pro vědu a společnost, Udržitelná produkce a spotřeba potravin, Budoucnost asistované reprodukce a Epicentra civilizace: inteligentní domácnosti, technologie a společnost.



PRÉMIEMI OVĚČENÍ BADATELÉ PREZENTOVALI SVŮJ VÝZKUM

V minulosti získali finanční podporu pro svůj excelentní výzkum a nyní představili jeho výsledky. Čtyřicet držitelů Akademické prémie a prémie Lumina quaeruntur z let 2013–2019 ve třech dnech mezi 10. a 12. únorem 2025 vystoupilo se svými přednáškami na půdě Akademie věd ČR. Program zahrnoval jak témata z přírodních věd, tak i z oborů společenských věd a posluchači v sále i ti, kteří konferenci sledovali online, se dozvěděli například, k jakým posunům došlo ve studiu retrovirů, jak pokračuje vývoj perspektivních systémů pro molekulární elektroniku, ale třeba také jaká archeologická dědictví nabízí Sahara.



PROBĚHL PRVNÍ ROČNÍK KONFERENCE O KOMUNIKACI VĚDY

Jak dobře prezentovat vědecké výsledky veřejnosti a zaujmout nejen fanoušky poznání, ale i ty, kteří se o vědu běžně nestarají? Podobné otázky si pokládá stále více vědců, vědeckých novinářů, ale i youtuberů či pedagogů. Pilotní ročník konference Komunikace vědy 360°, kterou 6. února 2025 spolupřádala Akademie věd ČR, nabídla platformu pro vzájemnou inspiraci. Pozvání přijal skotský geolog Iain Stewart, z domácích popularizátorů se setkání zúčastnili například Paulína Tabery ze Sociologického ústavu AV ČR, Michael Londesborough z Ústavu anorganické chemie AV ČR nebo Tomáš Slanina z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR.



Vyvinuto v České republice. Implementováno globálně. Dostupné jako open standard.

Bezdrátová mesh technologie IQRF[®] nabízí spolehlivou, bezpečnou a efektivní komunikaci pro průmyslové aplikace, chytré budovy, smart cities a monitorování prostředí.

- **Bezpečnost na úrovni průmyslových norem:** Data jsou šifrována a chráněna proti útokům.
- **Bezdrátové pokrytí rozsáhlých areálů:** 200+ prvků v jedné síti, každý s dosahem 500+ metrů.
- **Nízká spotřeba a dlouhá životnost:** Zařízení na baterii vydrží v provozu i desítky let.
- **Interoperabilita produktů:** Kompatibilita mezi různými výrobci díky certifikovaným produktům.

Objevte více:



www.iqrf.org



iqrfalliance.org



**VYSTAVUJTE
NA NEJVĚTŠÍM
VĚDECKÉM
VELETRHU!**

**VELETRH
VĚDY**

PVA EXPO Praha

5. – 7. 6.

www.veletrhvedy.cz



Akademie věd
České republiky

A MAGAZÍN

A / Magazín (nástupce A / *Věda a výzkum*)
 Číslo 1/2025, vychází čtvrtletně, ročník 9
 Vyšlo 13. března 2025
 ISSN 2788-2918
 Cena: zdarma
 Objednávejte na predplatne@ssc.cas.cz
 Evidenční číslo MK ČR E 22759

Vydává

Středisko společných činností AV ČR, v. v. i.,
 Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
 IČO 60457856

Adresa redakce

Odbor akademických médií DVV SSČ AV ČR,
 Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
 tel.: 221 403 513
 e-mail: wernerova@ssc.cas.cz

Šéfredaktor

Viktor Černoch
Zástupkyně šéfredaktora
 Leona Matušková

Redaktorky

Radka Římanová
 Markéta Wernerová
 Jana Bečvářová

Fotografka

Jana Plavec

Produkční

Markéta Wernerová

Korektorka

Irena Vítková

Specialistka sociálních sítí

Anna Jaklová

Grafič

Pavína Jáchimová, Josef Landergott,
 Nikola Jansová

Redakční rada

Markéta Pravdová (předsedkyně),
 Ondřej Beránek (místopředseda),
 Martin Bilej, Eva Doležalová, Zdeněk Havlas,
 Jiří Chýla, Jiří Ludvík, Ilona Müllerová,
 Kateřina Sobotková

Tisk

Triangl, a. s.

Distribuce

SEND Předplatné spol. s r. o.

Nevyžádané materiály se nevracejí.
 Za obsah inzerce redakce neodpovídá.
 Změny vyhrazeny. Veškeré texty a dále
 fotografie na str. str. 3, 6–7, 25, 34, 45,
 48–68 jsou uvolněny pod svobodnou licencí
Creative commons CC BY-SA 3.0 CZ.

Informace o zpracování osobních údajů
 naleznete na www.avcr.cz/casopisy.
www.avcr.cz



FOUKEJ, FOUKEJ, VĚTRÍČKU

Ovlivňuje počasí, formuje krajinu, přenáší pyl rostlin, je důležitým zdrojem energie... Vítr je bezesporu užitečný, umí však lidi i pořádně potrápít. Jak tato fascinující energie přírody vlastně vzniká? Fouká v posledních letech více než dřív? Jak vítr ovlivňuje historické stavby, mosty a jiné důležité konstrukce? Jak rychle a účinně dokáže tato neviditelná síla „vyčistit“ vzduch od škodlivin? Co je to sluneční a hvězdný vítr? A jak se tohle všechno zkoumá?



ZLATÝ
STŘEDNÍK
2019

2. místo



Top rated



3. místo



2023
1. místo
 firemní časopisy pro
 zákazníky

KDYŽ HOUBY UBLIŽUJÍ

Podle některých odhadů existuje na světě více než šest milionů druhů hub. Většinu z nich však pouhým okem nespátíme. Hlavně ty zajímaví Víta Hubku z Mikrobiologického ústavu AV ČR, který se zabývá zejména původci kožních mykóz, jež se přenášejí ze zvířat na člověka. Kteří domácí mazlíčci nás jimi mohou nakazit? A jak častá tato onemocnění jsou?

TAJEMSTVÍ HRADU ŠTAMBERK

Nedaleko Telče se nacházejí zbytky středověkého hradu Štamberk. Jakou historii skrývá a jak jej zpřístupnit turistům? Interdisciplinární průzkum zříceniny je příkladem úspěšné regionální spolupráce AV ČR, realizované telčským detašovaným pracovištěm Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR.

PRAGUE BIO

Conference

THURSDAY, SEPTEMBER 25, 2025

PRAGUE, CZECH REPUBLIC

PRAGUE.BIO CONFERENCE 2025

We warmly invite you to the **3rd edition** of our successful conference for start-ups, R&D teams, investors, and experts in the biotech industry. Join us to connect with key biotech players from across Central Europe.

WHAT CAN YOU LOOK FORWARD TO?



Pitch session
featuring
promising
start-ups and
R&D teams



Globally
renowned
industrial
**keynote
speakers**



**400+ relevant
participants**
from the
biotech
industry



Partnering
system for
scheduling
**one-on-one
meetings**



**Friendly and
welcoming
atmosphere**
in the historic
city of Prague

All available information about Prague.bio Conference 2025 (including ticketing or registration form for projects and start-ups) can be found on our website www.conference.prague.bio.



IOCB TEC-H





Akademie věd
České republiky



Časopis **ZDARMA**
objednávejte na predplatne@ssc.cas.cz

biologie \ humanitní vědy \ medicína
vědy o Zemi \ fyzika \ ekologie \ matematika
chemie \ historie \ astronomie \ informatika
společenské vědy

