

# A

# VĚDA A VÝZKUM



Akademie věd  
České republiky

magazín AV ČR | 1/2020



# Mozek

## Bolest, paměť, sluch a epilepsie

Složitě návraty po  
druhé světové válce

Umělecký odkaz  
falešných rukopisů

Neutrína: jak zvažít  
nepolapitelnou částici

# VELETRH VĚDY

4.–6. 6. 2020  
PVA EXPO PRAHA

**VSTUP ZDARMA**

---

# EDITORIAL



## Vážení čtenáři,

svár citu a rozumu, který se tak často stává předmětem románů a básní, se obrazně připodobňuje k souboji srdce a mozku. Dnes už víme, že jak rozum, tak cit mají jednoho režiséra, a tím je mozek. Nejsložitější orgán lidského těla.

Centrální nervová soustava řídí vše, co se v nás a s námi děje: naše uvažování, pohyby i emoce. Mozek zpracovává signály bolesti, ale i chutě, vůně či slast. Badatelské týmy po celém světě se snaží pochopit podrobnosti fungování mozku také s cílem léčit nemoci, které jsou s ním spojené. Snad se tak v nejbližších letech nebo desítkách let dočkáme účinných a zdravotně nezávadných léků na epilepsii, Alzheimerovu chorobu či schizofrenii.

Co naopak potrvá zřejmě mnohem déle, je pochopení toho, jak funguje lidské vědomí, emoce a představitost. Jak ze souhry miliard biofyzikálních a biochemických pochodů v našem mozku vyvstávají tyto výsostně lidské fenomény naší mysli.

Výzkumu mozku se věnují také vědci a vědkyně hned na několika pracovištích Akademie věd ČR. Studují mechanismy na úrovni molekul, jednotlivých buněk, ale i komplexní funkce mozku, jako je třeba paměť. I o ní si můžete přečíst v tomto čísle časopisu *A / Věda a výzkum*.

Nemálo zajímavostí o centrální nervové soustavě, ale třeba také bolesti nebo sluchu zaznívá každoročně na popularizační akci s názvem Týden mozku. Jde o festival nejnovějších objevů a trendů ve výzkumu mozku a neurovědách, který je součástí celosvětové kampaně Brain Awareness Week.

Aktuální informace jsou k dispozici na webových stránkách [www.tydenmozku.cz](http://www.tydenmozku.cz). Tam lze také nalézt záznamy přednášek z minulých ročníků.

Milí čtenáři, přeji vám inspirativní čtení.

*Eva Zažímalová*  
předsedkyně Akademie věd ČR



# 50 POZORUHODNÉ materiály dvou dimenzí

Dvojdimenzionální materiály, např. grafen, slibují převrat v kvalitě senzorů, tranzistorů, mikroprocesorů, ohebných displejů, průhledných dotykových obrazovek a světelných panelů.

# OBSAH

## V OBRAZE

6 Od důlkatce po terčník

## Z AKADEMIE

8 Nové vědecké objevy AV ČR

## ZE SVĚTA

12 Komentáře expertů AV ČR

## TÉMA

18 Mozek: tajemný H. M. a jeho odkaz

## HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

36 Rukopisy jako živý symbol

## ROZHOVOR

40 Divočáci za časů moru

## GEOLOGIE A CHEMIE

46 Pozor, nebezpečí radiace

## GEOLOGIE A CHEMIE

50 Pozoruhodné materiály dvou dimenzí

## HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

54 Složitě návraty

## GEOLOGIE A CHEMIE

60 Velký přesun

## ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA

64 Neutrino: částice opředené záhadami

## ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA

68 Jak neucpat potrubí

## STRATEGIE AV21

72 Vesmírné pátrání bohyně Atheny

## TÉMA PRO...

78 Genetické banky

## DĚNÍ V AKADEMII

82 Krátké zprávy z AV ČR



## 40 Divočáci za časů moru

Sociální antropolog Luděk Brož z Etnologického ústavu AV ČR získal prestižní ERC grant na výzkum vztahů mezi myslivci, veterináři a divočáky. Hrozí Evropě epidemie afrického moru prasat?



## 54 Složitě návraty

Přeživší českoslovenští Židé se po skončení války vraceli z koncentračních táborů s podlomeným zdravím, bez rodiny i majetku. Tragédie tím ale pro ně nekončily. Čemu museli zejména německy mluvící Židé čelit?



## 68 Jak neucpat potrubí

Odpadní kaly, vytěžené píský či nerostné suroviny se dají přepravit na dálku potrubím. Zajistit, aby se to nejen bezpečně podařilo, ale navíc i vyplatilo, však vyžaduje mnoho experimentů, výpočtů a matematického modelování.



## 78 Genetické banky

Uchovávání genetického materiálu hraje významnou roli v ochraně druhové rozmanitosti. Národní genetická banka živočichů čítá téměř 10 tisíc vzorků tkání volně žijících obratlovců. Jak biobanking funguje?

---

# V OBRAZE

V obraze | A / Věda a výzkum 1/2020



## OD DŮLKATCE PO TERČNÍK

Botanici zmapovali tuzemské lišejníky a mechorosty

Říká se mu důlkatec prostranný (*Lobaria amplissima*) a v Česku je tento extrémně vzácný lišejník k vidění jen na několika málo stromech v okolí šumavské Modravy. Zato žlutavým terčníkem zedním (*Xanthoria parietina*, na snímku) se kůra tuzemských dřevin jenom hemží. I tyto dva druhy lišejníků monitoruje databáze výskytových dat DaLiBor (Database of Lichens and Bryophytes), kterou vytvořili vědci z Botanického ústavu AV ČR. Aktuálně obsahuje téměř půl milionu záznamů mechorostů a více než 90 tisíc záznamů lišejníků, a jde tak o nejucelenější databázi výskytu těchto složených organismů v Česku. Vědci ji využívají hlavně pro monitorování změn lišejníkové a mechové flóry v průběhu

času a vytváření map potenciálních nových lokalit pro výskyt vzácných druhů. „Databáze nám mimo jiné umožňuje podrobně sledovat, které druhy na našem území ubývají nebo přibývají, které jsou běžné, které naopak vzácné a zasluhující si naši pozornost i ochranu,“ vysvětluje jeden z autorů databáze Jiří Malíček z oddělení taxonomie Botanického ústavu AV ČR. „Ukázala nám například, že nejvíce druhů epifytických lišejníků, tedy těch, které rostou na borce stromů, se v Česku vyskytuje na bucích,“ dodává. DaLiBor je sice určen především potřebám odborníků, o registraci do něj však mohou požádat i amatérští pozorovatelé přírody. Databáze je přístupná na adrese <https://dalibor.ibot.cas.cz>.

# Z AKADEMIE

## KRAJINA JAKO SYMBOL JAPONSKÉ HISTORIE A IDENTITY

Orientální ústav AV ČR

Krajina vždy hrála zásadní roli při utváření kulturní identity Japonska. Tématu se věnuje Nobuko Toyosawa z Orientálního ústavu AV ČR. Nakladatelství Harvard University Press vydalo její monografii *Imaginative mapping*, ve které zpochybňuje zavedenou periodizaci japonských dějin. Zaměřuje se na období Tokugawa (1603–1868) a Meidži (1868–1912). Nástup modernity se dosud spojoval především s prolomením izolacionistické politiky země, kdy se Japonsko otevřelo světu. K tomu ho donutil tlak Západu ve druhé polovině 19. století. Učenci období Tokugawa přejali čínskou učenost založenou na neokonfuciánských metafyzických představách. Zatímco Čínu považovali za zemi konfuciánských světců, Japonsko se v jejich dílech oslavuje jako země bohů. Intelektuální období Meidži následně přizpůsobili systém vědění poznatkům západní vědy. Proměna byla možná díky původnímu japonskému chápání krajiny – konceptualizaci prostoru (tzv. fúdo, doslova vítr a půda, přeneseně podnebí) a víře v nadřazenost fúdo japonských ostrovů. Vzdělanci období Tokugawa a Meidži vnímali krajinu jako úložiště místní historie a identity, přičemž zdůrazňovali rozdíly mezi pojetím japonským od čínského či západního.





## SLOUPY ELEKTRICKÉHO NAPĚTÍ – ÚTOČIŠTĚ NEBO HROZBA?

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Jaký vliv má intenzivní hospodaření na biodiverzitu? Tomu se věnuje Martin Šálek z Ústavu biologie obratlovců AV ČR. V nové studii zkoumá neobdělávané plochy pod sloupy vysokého napětí. Kvůli nárazům do drátů či elektrickým výbojům uhynou ročně desítky tisíc ptáků. Co je však pro jednoho hrozbou, může být pro jiného vítaným útočištěm. Místa pod sloupy totiž představují důležitý biotop pro mnoho různých živočichů včetně ohrožených druhů, například ptáky, hmyz či drobné savce. „Zjistili jsme, že hojnost a druhová bohatost malých savců byla během zimy výrazně vyšší na stanovištích právě pod těmito sloupy, ve srovnání s okolní zemědělskou půdou,“ uvádí Martin Šálek. Infrastruktura elektrického vedení v zemědělské krajině tak představuje klíčové, byť přehlížené útočiště pro malé savce. Poskytuje jim trvalé stanoviště pro zimování a následně i jejich jarní šíření do okolní krajiny.



## NOVÝ MATERIÁL PRO MOBILNÍ SÍŤ PÁTÉ GENERACE

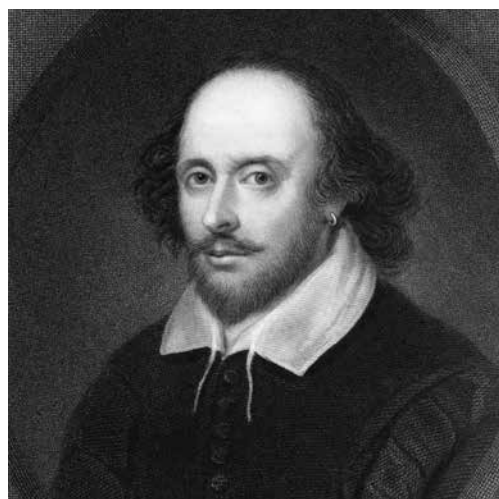
Fyzikální ústav AV ČR

Dosavadní mobilní sítě využívají frekvencí do 2,5 GHz, budoucí síť páté generace (5G) budou pracovat ve frekvenčním oboru 24 až 72 GHz. To umožní přenosovou rychlost dat až 20 gbps (miliardy bitů za sekundu). Součástky používané pro takovou technologii ovšem vykazují vysoké elektrické ztráty, a proto se fyzici zaměřují na vývoj nových materiálů s lepšími parametry – s nízkými dielektrickými ztrátami a vysokou elektrickou ladičností permitivity (nebo kapacity). Výzkumnému týmu Stanislava Kamby z Fyzikálního ústavu AV ČR se podařilo vytvořit látku s novou krystalovou strukturou, která dosud v přírodě neexistovala. Materiál může pracovat až do 125 GHz, tedy výše, než požadují mobilní síť 5G.

## SHAKESPEAROVY HRY NEJSOU ÚPLNĚ SHAKESPEAROVY

Ústav pro českou literaturu AV ČR

O tom, že některé slavné hry Williama Shakespeara pocházejí ve skutečnosti od jiného autora, případně autorů, se ve vědecké komunitě spekuluje již delší dobu. Literární vědci pro svá tvrzení předkládají různé důkazy. Nyní se k nim připojil také lingvista a versolog Petr Plecháč z Ústavu pro českou literaturu AV ČR. Zaměřil se na historické drama *Jindřich VIII.*, které se inspirovalo životem skutečného anglického krále. Díky strojové analýze využívající algoritmy určil, které části hry opravdu napsal slavný dramatik alžbětinské éry a které pocházejí z pera jeho současníka Johna Fletchera, jednoho z nejplodnějších autorů přelomu 16. a 17. století. Ukázal, že na některých částech hry se oba autoři střídali, jiné psali společně. Nevyloučil také možnost, že čtvrté dějství hry napsal jiný, dosud neznámý autor.





## VĚDCI POČÍTÁJÍ BROUKY ANEB JAK ČELIT KŮROVCOVÉ KALAMITĚ

Ústav experimentální botaniky AV ČR

Kolik brouků lýkožrouta smrkového se nachází v kůře napadených stromů? Odpověď na otázku hledal entomolog Petr Doležal z Biologického centra AV ČR, který ve spolupráci s Lesy ČR přichystal zajímavý experiment. Oloupanou kůru ze dvou vzrostlých smrků umístili do fotoeklektoru, zařízení, které asi měsíc simulovalo broukům jaro. Vylétávající lýkožrouty vědci odchytili a počítali. Zjistili, že v jednom smrku může zimovat zhruba 75 tisíc škůdců. Výsledky bohužel potvrzují, že ponechání kůrovcových stromů bez asanace povede k jejich rychlejšímu šíření v následujícím roce. Nebezpečí totiž představuje i spadaná kůra, protože i v ní lýkožrouti úspěšně přezimují. Návod, jak s kalamitou bojovat, přináší projekt [nekrmbrouka.cz](http://nekrmbrouka.cz).

## JAK VODA TEČE CÉVAMI ROSTLIN

Botanický ústav AV ČR

Martin Bouda z Botanického ústavu AV ČR a jeho zahraniční kolegové zkoumali závislost průtoku vody na průměru cév xylému, specializovaného pletiva, kterým ji rostlina vede do listů. Průtoky měřili na stonku živé vinné révy pomocí magnetické rezonance a rentgenové mikrotomografie, díky níž získali 3D rekonstrukci stonku. Naměřené hodnoty porovnali s výpočty klasickou rovnicí. Ukázalo se, že známý vztah mezi průměrem cévy a průtokem vůbec neplatí. „Sílu toků totiž neurčují vlastnosti jednotlivých cév, ale komplexní trojrozměrná struktura pletiva jako celku,“ říká Martin Bouda. Nové poznatky například pomáhají vysvětlit, proč dřeviny nejčastěji své široké cévy shlukují dohromady, případně tvoří cévy v malém rozpětí průměrů. Oba způsoby totiž zamezují celkovému zhoršování prostupnosti dřeva vodou, které by pro rostlinu bylo nevýhodné (při suchu by např. dříve vadly listy).



## NADĚJE PRO PÁRY, KTERÉ NEMOHOU POČÍT PŘIROZENOU CESTOU

Ústav experimentální medicíny AV ČR

Přibližně každý desátý pár na světě nedokáže počít dítě přirozenou cestou. Řešení by v budoucnu mohl přinést nový směr výzkumu, při němž se odborníci z japonské prestižní vědecké instituce RIKEN zaměřili na enzym akrosin. Potvrdili, že jeho role je při průniku spermie do vajíčka klíčová. Součástí zahraničního týmu byla také bioložka Helena Fulková z Ústavu experimentální medicíny AV ČR. Spolupracovala na vývoji vhodného, geneticky upraveného zvířecího modelu – křečka, který nahradil dosud využívaný myš model. Nové poznatky by mohly posunout vývoj asistované reprodukce. Článek o akrosinu a využití křeččího modelu publikoval prestižní časopis *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Úspěchem skončilo testování nové operačně-aplikační metody, která by v budoucnu ve spojení s genovou terapií mohla zpomalit postup závažného degenerativního onemocnění nervů a svalů – amyotrofické laterální sklerózy. Tým vědců z Ústavu živočišné fyziologie a genetiky AV ČR v Liběchově ve spolupráci s Martinem Maršalou z Kalifornské univerzity v San Diegu vyvinul a vyzkoušel speciální jehlu umožňující tzv. subpiální aplikaci léčebných látek. Jehla velice přesně proniká pod měkkou plenu míšni a bezpečně zavádí do míchy vektor s léčebným prostředkem. Jeho úkolem je potlačit aktivitu zmutovaného genu, který nemoc vyvolává. K pokusům si badatelé vybrali unikátní biomedicínský model – miniaturní prasata, která v Liběchově úspěšně chovají pro studium různých onemocnění, včetně Huntingtonovy choroby, poranění míchy nebo právě amyotrofické laterální sklerózy.

## NOVÁ METODA KE ZMÍRNĚNÍ NEURODEGENERATIVNÍCH CHOROB

Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR



# ZE SVĚTA

## OBČANSKÁ VĚDA NA VZESTUPU

Občanská věda (citizen science) se definuje jako výzkumná spolupráce vědců a dobrovolníků, tedy amatérů. Při některých projektech, často z oblasti biologie, ale například i astronomie, je pomoc veřejnosti neocenitelná. Česká společnost ornitologická např. letos vyhlásila druhý ročník sčítání ptáků na krmítkách. Zapojilo se přes 21 tisíc účastníků z řad veřejnosti. Magazín *Trends in Ecology and Evolution* uveřejnil článek, ve kterém se výzkumníci zamýšlejí nad jejími přínosy pro vědeckou práci. Navrhují, aby se při publikování vědeckých článků uváděli jako spoluautoři i amatérští dobrovolníci, kteří k výzkumu přispěli poskytnutím různých vzorků či zasláním dat. Současné předpisy pro vědecké publikování to totiž neumožňují.

### KOMENTUJE JAKUB TROJAN

Ústav geoniky AV ČR

Občanská věda jako nový pojem představuje dlouholetou tradici zapojování veřejnosti do výzkumu. S měnícími se životními styly (smysluplné trávení volného času) a všudypřítomnými technologiemi se do vědeckého bádání zapojuje stále větší množství dobrovolníků. Předsudky, které vůči tomuto jevu dříve panovaly, jako například despekt ke kvalitě získaných dat, již vědecká komunita nepovažuje za relevantní. Při rozsáhlých výzkumech (typicky s rozlehlým geografickým areálem, vysokým počtem pozorování nebo objemným datovým souborem) hrají občanští vědci důležitou roli a výzkum výrazně akcelerují. Ačkoli se aktivity občanské vědy dříve spojovaly především s přírodními vědami, zasahují dnes do všech oborů lidského poznání, tedy i do společenskovo-vědního výzkumu.

Množství občanskovědních aktivit v současnosti zaštiťuje několik nadnárodních společenství. Evropská asociace občanské vědy (ECSA – European Citizen Science Association) publikovala „Deset principů občanské vědy“. Toto převážně etické desatero zahrnuje i bod týkající se uvádění účasti občanských vědců na výzkumu, který preferuje odkaz formou poděkování (acknowledgementu) jak u výsledků, tak v publikacích. Existují ale výzkumné projekty převážně řízené samotnou komunitou, v nichž jsou občanští vědci uváděni jako hlavní autoři – příkladem může být iniciativa za svobodnou mapu OpenStreetMap. V takových rozsáhlých projektech je uvedení autorství zobecňováno, například formou „© Příspěvatelé OpenStreetMap“. Jmenovité uvádění autorství je z praktického hlediska nerealistickým požadavkem, nicméně odkaz na participaci občanských vědců je legitimní a nepostradatelnou součástí každého vědeckého výstupu s účastí veřejnosti.





## KOFEIN NÁM KOLUJE V ŽILÁCH

Vědcům z Oregonské státní univerzity se možná podařilo prokázat, jak moc milujeme kávu, čaj, čokoládu, limonády nebo energetické nápoje. Využili k tomu novou metodu, jejímž prostřednictvím zkoumali, jak různé stimulanty jako například kofein působí v lidském těle. Studii zveřejnil na sklonku loňského roku *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. Pro výzkum získali 18 šarží lidského krevního séra, které pocházelo od různých dárců a mělo být „čisté“ – tedy nemělo obsahovat žádné stimulační látky. Všechny šarže ale byly pozitivní na kofein, mnohé navíc obsahovaly stopy léků proti kašli nebo snižujících úzkost a deprese. Získané informace poukázaly na možnou kontaminaci krevních transfuzí a také na skutečnost, že krev používaná ve výzkumu nemusí být nutně „čistá“.

### KOMENTUJE TOMÁŠ ČAJKA

Fyziologický ústav AV ČR

Dalo by se parafrázovat pořekadlo: „Jste to, co jíte!“ – tedy: „Jste to, co pijete!“ Skutečnost, že lze detekovat kofein ve vzorcích lidské plazmy nebo séra, není nová. Kofein, který je nedílnou součástí mnoha potravin, přechází do krevního řečiště. Studie poukazuje na skutečnost, že dostupné komerční šarže lidského séra od různých dárců obsahovaly nejen kofein, ale v některých případech stopy léčiv. Problém to představuje spíše při vývoji analytických metod pro stanovení léčiv, kdy je nutné pracovat s materiálem, který dané cílové analyty neobsahuje. Pro zajímavost – na servisním oddělení metaboliky Fyziologického ústavu AV ČR jsme analyzovali více než 1000 vzorků lidské plazmy a séra v rámci různých studií. Za vyloužen „čisté“ z hlediska obsahu kofeinu šlo považovat pouze 8 % vzorků. Navíc šlo detekovat desítky různých léčiv a jejich metabolitů s různou četností. Komerčně dostupné šarže krevní plazmy či séra pro vývoj analytických metod se připravují buď z individuálních zdrojů, nebo smícháním plazmy či séra od desítek až stovky dárců. Je tudíž vysoce pravděpodobné, že se v těchto produktech budou vyskytovat nejen exogenní sloučeniny pocházející z potravin, ale také stopové koncentrace léčiv. Dodávané šarže jsou v případě metabolitů obvykle charakterizovány obsahem glukózy, triacylglycerolů či cholesterolu, nikoli však z pohledu možných léčiv. V případě krevních transfuzí je důležitější, zda produkt vyhovuje z hlediska krevní skupiny, protilátek či nepřítomnosti patogenů, než zda dárcé v den odběru pil kávu či čaj. Hudbou budoucnosti by se ale mohla stát personalizovaná medicína, kdy se transfuze bude kontrolovat na exogenní látky s ohledem na případné alergie příjemce.

## POTKANI V AUTÍČKU

Potkani se naučili řídit! Podle studie v časopise *Behavioural Brain Research* vědci z University of Richmond vyrobili autíčka se třemi řídicími páčkami. Když potkan tlapkou jednu stiskl, vozítko se rozjelo – přímo, doleva nebo doprava. Potkani jezdili v aréně o velikosti 4 m<sup>2</sup>, přičemž pamlskek dostali vždy, když autíčko popojelo. Dobrotu jim vědci umísťovali stále dál a dál – a potkani se postupně naučili řídit tak dobře, že nakonec bez problémů dojeli až do největší vzdálenosti. Navíc měření stresových hormonů před testem a po něm ukázalo, že se při jízdě dokonce uklidní.

### KOMENTUJE DAVID LEVČÍK

Fyziologický ústav AV ČR

I když jsou potkani učenlivá a zvědavá zvířata, trénink v podobně náročných úloh trvá často i několik týdnů či měsíců a má mnoho fází s postupně se zvyšující náročností. Výsledky jsou však mnohdy ohromující. V laboratoři neurofyzologie paměti provádíme experiment, v němž potkany trénujeme mačkat páčku v momentě, kdy se na vzdáleném monitoru zobrazí objekt v určité pozici. Za správnou odpověď potkani dostávají jako odměnu čokoládové pelety. Výhodou takového designu experimentu je prezentování objektů, jejichž pozice potkani rozeznávají, v prostoru, který je pro potkany nepřístupný. (Podobně jako my musíme v každodenním životě vyhodnocovat pozici některých vzdálených objektů v prostoru – např. vzdálený automobil na křižovatce). Tím se také liší od standardních behaviorálních úloh. Právě unikátní a komplexní experimentální design nám v kombinaci s dalšími metodami umožňuje studium neurálních mechanismů kódujících specifické schopnosti.

## PLANETA SE VYPAŘUJE

Astronomové objevili první obří plynnou planetu, která obíhá ve vzdálenosti pouhých 10 milionů kilometrů kolem tzv. bílého trpaslíka. Bílý trpaslík je závěrečné stadium života hvězdy slunečního typu – tento má hmotnost více než polovinu Slunce, ale poloměr pouze o 60 % větší než Země. Obří planeta podobná našemu Neptunu, která kolem něho obíhá, se však jeho působením postupně vypařuje, uvádí studie v týdeníku *Nature*.

### KOMENTUJE JIŘÍ GRYGAR

Fyzikální ústav AV ČR

Planetu obklopuje rozsáhlá, převážně vodíková atmosféra, která se vinou extrémního ultrafialového záření blízkého trpaslíka odpařuje, takže její hmotnost klesá tempem 3300 tun za sekundu. Takovou ztrátu planeta ustojí. Trpaslík ovšem zvolna chladne, takže zhruba za 250 milionů let jeho teplota klesne ze současných téměř 28 tisíc na 12 tisíc kelvinů a odpařování planety se výrazně zpomalí. Autoři odhadli, že planeta do té doby ztratí jen 4 % své původní hmoty. V naší sluneční soustavě se Neptun nachází velmi daleko od Slunce, 30× dále než Země, takže mu v budoucnu zdánlivě vypařování nehrozí. Jenže autoři práce zjistili, že u starších soustav mohou vzdálené planety migrovat směrem k mateřské hvězdě do velmi těsné blízkosti, takže něco podobného se může za nějakých 6,5 miliardy let přihodit i našemu Neptunu.





## KDYŽ STAROVĚKÝ ŘÍM ČELIL MIGRACI

Domnívali jste se, že se fenomén masové migrace týká výhradně moderního světa? Starověcí Římané by vás vyvedli z omylu. Nedávný výzkum, jehož výsledky na konci loňského roku zveřejnil časopis *Science*, totiž ukazuje, že obyvatelé Věčného města zažili v minulosti nejméně dvě velké přistěhovalecké vlny. Doslýchají to jednak historické prameny, ale nově také genetické studie, které popisují genofond obyvatel a jeho proměny v průběhu staletí. Badatelský tým ze Stanfordovy univerzity ve spolupráci s kolegy ve Vídni a Římě pro tento účel shromáždil DNA 127 jedinců z 29 archeologických nalezišť v okolí Říma pokrývajících období od doby kamenné až po středověk – tedy asi 12 tisíc let. S využitím pokročilých počítačových programů se vědcům podařilo vymodelovat, jak se genetické složení obyvatel střední části Apeninského poloostrova mohlo vyvíjet a odkud vlastně noví obyvatelé do okolí Říma přicházeli.

### KOMENTUJE VIKTOR ČERNÝ

Archeologický ústav AV ČR, Praha

Jak studie ukazuje, nejvýznamnější migrací byla hned ta první, jež mezi evropské lovce-sběrače přivedla zemědělce z Předního východu. Z výsledků vyplývá, že ji můžeme označit téměř za kolonizaci, byť jisté procento původní komponenty lovců-sběračů zůstalo po celou dobu sledovaných populačních dějin zhruba stejné. U nově přichozích zemědělců bychom si mohli všimnout také výrazného vzrůstu heterozygotity (podíl jedinců v populaci, kteří mají rozdílné alely u určitého genu), jež obvykle následuje po rozpadu reprodukčně malých skupinek – populace zemědělců byla tedy méně strukturovaná, otevřenější, efektivně větší, a tudíž i evolučně stabilnější. Podobně jako jiné studie i tato ukazuje na skutečnost, že genetická diverzita lidských populací je silně závislá na životním stylu – dobu, od které naši předkové začali vyrábět potraviny, lze tedy považovat za přelomovou. Žádná další migrace nezměnila genetickou architekturu předků dnešních Italů tak radikálním způsobem. Je zajímavé, že pokud bychom hledali současnou populaci, která má k tehdejším pravěkým předovýchodním zemědělcům nejbližší, našli bychom ji na Sardinii a v Baskicku a nikoli v Turecku nebo Íránu. Není divu, lidské populace nejsou statickou veličinou, nýbrž dynamicky se měnícím systémem, podobně jako jejich materiální kultura.

## STRESUJE MUŽE VÝŠE PŘÍJMU JEJICH MANŽELEK?

Muž jako živitel a hlava rodiny? A co když je to jinak? Joanna Syrda, ekonomka z Univerzity v Bathu, zjišťovala, jak se rozložení příjmu domácnosti odráží na duševním zdraví mužské části populace. Do studie, kterou otiskl *Personality and Social Psychology Bulletin*, zahrnula více než šest tisíc heterosexuálních párů ze Spojených států amerických. Její výsledky ukazují, že duševní zdraví a pohoda mužů je ohrožena, pokud výše příjmu manželky činí více než 40 % celkových příjmů domácnosti. Ještě vyšší míru stresu vykazují muži, kteří jsou na svých ženách zcela finančně závislí, a rovněž ti, na nichž naopak leží tíha finančního zajištění celé domácnosti.

### KOMENTUJE HANA MAŘÍKOVÁ

Sociologický ústav AV ČR

Zjištění z uvedeného výzkumu odkazují k tradičnímu chápání genderových rolí v rodině, ať tomu faktické uspořádání odpovídá, či nikoli. Živitelská role je ve společnosti totiž stále často konstruována jako nedílná součást mužské identity. Český kvalitativní výzkum Živitelé a živitelky z roku 2012 potvrdil, že očekávání, kdy muž by měl být schopný rodinu finančně zabezpečit, pro něj může být v situaci, kdy je výhradním či hlavním živitelem rodiny, vysoce stresující. Obdobně jako pro ženu, když je zde jen či převážně pečovatelkou a hospodyní. Tato situace může vést k vnitřním tensím s různým dopadem na život muže – od zdravotních a psychických problémů až po sociální. Ostatně názorně to ukazuje již Kafkova povídka *Proměna*.

Nebýt hlavním živitelem rodiny pak pro muže představuje nutnost vyrovnat se s tím, že nenaplňují společností očekávanou normu „tradičního mužství“. Na individuální úrovni žitelství představuje pro muže přesvědčení, že se o svou rodinu postará. Jestliže naplnění žitelství je v osobnostní rovině důležité pro sebehodnocení konkrétního muže, důraz na mužské žitelství na kolektivní úrovni je zase důležitý z hlediska udržení tradičního genderového a ve svém důsledku mocenského uspořádání společnosti. Nicméně, jak v minulosti, tak v současnosti se ženy na finančním a materiálním zabezpečení rodiny podílely či podílejí nemalou měrou, jako samoživitelky pak tou zásadní, což se obvykle nikde nezdůrazňuje, ani neproblematizuje obdobným způsobem jako u mužů.





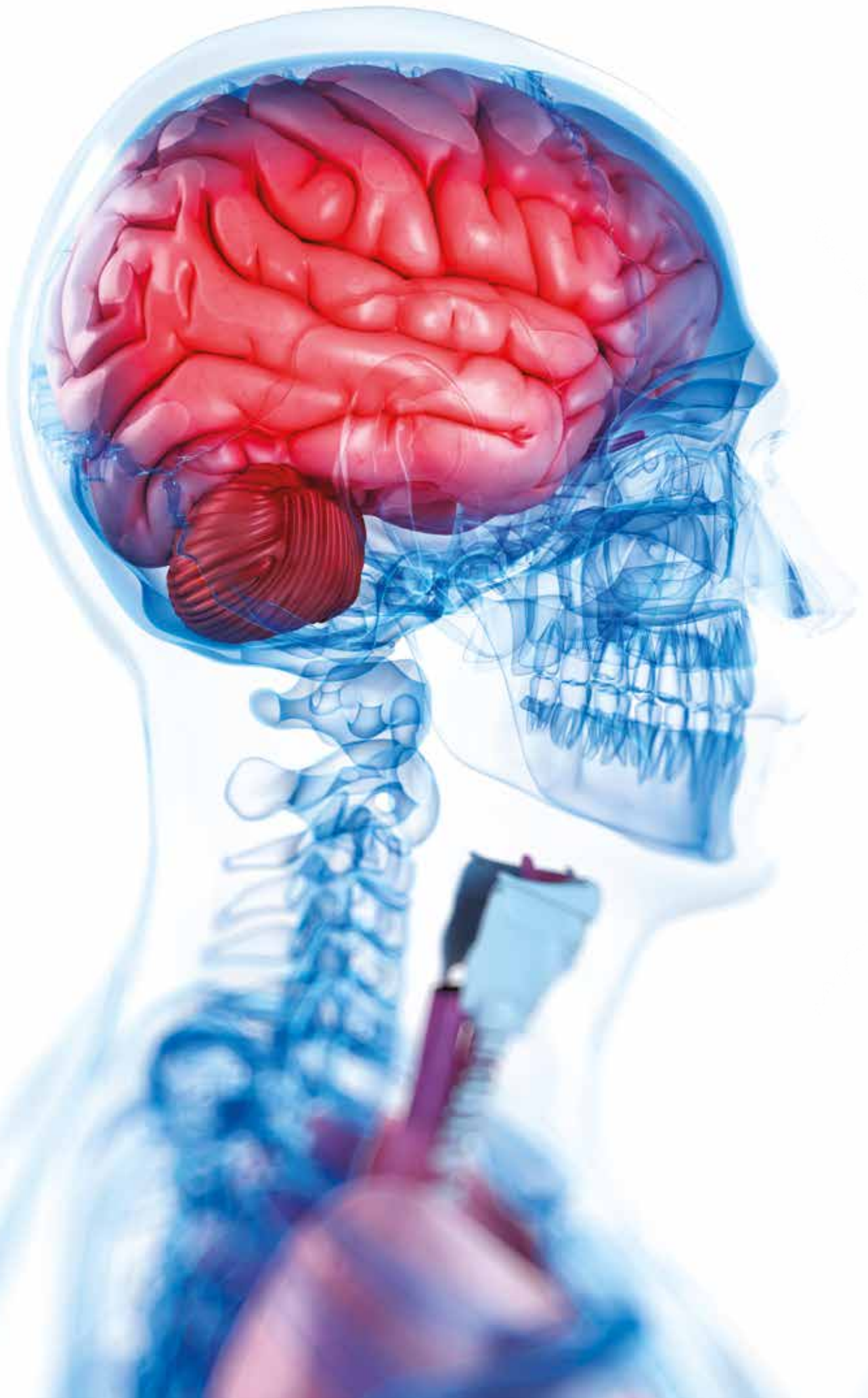
## EKOLOGICKÉ DOPADY TĚŽBY BITCOINŮ

Kryptoměny včetně bitcoinů vznikají tzv. těžbou. Ta je finančně nákladná, protože těžbaí potřebují speciální software i hardware, především se však spotřebovává hodně elektrické energie. Z toho důvodu se všeobecně soudí, že má těžba bitcoinů negativní dopady na životní prostředí. V magazínu *Environmental Science & Technology* však vyšel článek odborníků z Aalborgské univerzity v Dánsku, kteří tvrdí, že ekologické dopady nejsou tak velké, jak se předpokládalo. Vědci odhadli spotřebu elektřiny a emise oxidu uhličitého pro každou fázi těžby bitcoinů a vypočetili, že se za rok 2018 spotřebovalo 31,3 terawatthodiny elektřiny a vyprodukovalo 17,3 megatuny oxidu uhličitého. Velký vliv má lokalita, kde se těží. Oblasti, které využívají k výrobě elektřiny převážně fosilní paliva, přispívají k uhlíkové stopě více než regiony využívající obnovitelné zdroje.

### KOMENTUJE JAN HLADKÝ

Matematický ústav AV ČR

Základním principem bitcoinů je decentralizace: nejsou vydávány nebo regulovány žádnou centrální autoritou (jako v případech centrálních bank). Kdokoli má stejnou možnost je vytěžit. Elektronická těžba je v principu zdarma, nejsou nutné žádné vstupní poplatky a podobně. Vzhledem k velké hodnotě těžených „mincí“ (denně se jich vytěží přibližně 2000 a současný kurz je přibližně 200 tisíc korun/bitcoin) se proto do těžařských soutěží investují obrovské prostředky. Lze říci, že z principu ekonomické rovnováhy vychází, že do těžby bitcoinů se denně investuje zhruba 400 milionů korun. Většinu těchto nákladů představují právě výdaje za elektřinu. Pro srovnání: 31,3 terawatthodiny elektřiny uváděné ve studii odpovídá dvojnásobku roční spotřeby Prahy a uhlíková stopa přibližně deseti procentům uhlíkové stopy celé České republiky. Přitom těžba bitcoinů nemá žádný jiný, pro společnost užitečný účel – je to záležitost sama pro sebe.



# MOZEK: TAJEMNÝ H. M. a jeho odkaz

**Moderní neurovědy zatím nedokážou zodpovědět „velké“ otázky – třeba jak přesně vznikají myšlenky nebo emoce. Každým dnem se ale o nejsložitějším lidském orgánu objevují nové vědecké studie a většina míří nejen k pochopení dílčích procesů v mozku, ale i k budoucí léčbě jeho nemocí či poruch.**

**K**dyž se v roce 1926 narodil, nikdo nemohl tušit, že tenhle obyčejný kluk z Connecticutu v USA výrazně posune světový výzkum v oblasti neurověd. Řeč není o věhlasném vizionáři, vědci či lékaři, nýbrž o muži, který byl až do své smrti v roce 2008 známý světu jen jako „H. M.“. Jeho pravé jméno – Henry Molaison – tajili sami vědci, aby jej chránili. Šlo totiž o pacienta.

Jeho prokletím byl mozek, kvůli němu se stal živoucím pokusným králikem. A zatímco se říká, že každý si prožije svých pět minut slávy, H. M. byl nejslavnějším pacientem neurovědních disciplín celých 55 let. Henryho tragický osud ale postrčil medicínu kupředu. Jeho příběh dobře ilustruje, jaký pokrok za několik desetiletí věda udělala a co vše už o fungování lidského mozku víme (a také nevíme). Ale pojďme na začátek... ▶

## EPIZODA PRVNÍ:

# BOLEST



Sedmiletý Henry se coudal po Colt Parku v Hartfordu. Chtěl si zkrátit cestu domů, a tak se rozhodl přejít silnicí. Sice neměl na nose své brýle, takže špatně viděl, nicméně slyšel dobře a rozhodně žádné auto nebylo v doslechu. Z prudkého kopce se však k jeho smůle řítit cyklista a dítě zpozoroval, až když už bylo pozdě. Henry přistál hlavou na vozovce. Později se ukázalo, že pravděpodobně tato událost stála na počátku příběhu, který měl bez nadsázky světový dopad.

Co se ale děje v lidském těle, když do něj narazí cyklista? První, co člověk ucítí, je samozřejmě bolest. Fenomén, který vědci zkoumají dlouhá léta, a přesto mnohým jeho aspektům nemohou přijít úplně na kloub. Mimo jiné proto, že se nedá objektivně měřit.

„Bolest je subjektivní vjem, který se odehrává zejména v kortikálních strukturách mozku a ve většině případů je důležitým mechanismem sloužícím k ochraně organismu,“ vysvětluje Jiří Paleček z Fyziologického ústavu AV ČR, předseda České společnosti pro neurovědy. U akutní události, jako je třeba srážka s cyklistou, se celý proces signalizace vedoucí k bolesti nazývá nocicepce. Podnět o poškození tkáně (kůže, sval atd.) zaznamenají receptory na nervových zakončeních a vzniklý signál se pak šíří nervovými (tzv. nociceptivními) vlákny do míchy (uložené v páteři), kde dojde k jeho prvnímu ovlivnění, synaptickému přenosu a odkud se následně šíří nervovými drahami do mozku. Teprve v něm se podnět zpracuje a člověk jej vnímá jako bolest.

Na zpracování a vyhodnocení takové informace v mozku se podílí řada jeho center včetně mozkové kůry. Pomocí funkční magnetické rezonance vědci objasnili, že při zpracování bolestivých podnětů hrají roli různá místa mozku, která vyhodnocují, odkud podnět přišel

a jak byl intenzivní. Emoční oblast spouští další vjem (úzkost, strach, deprese), jiná část zase moduluje vnímání bolesti a rozhoduje o reakci na ni...

„**Mechanismy bolesti můžeme studovat v laboratoři na buněčných kulturách nebo potkanech, ale přenositelnost výsledků není snadná, protože vnímání bolesti je záležitostí především mozkové kůry.**“

Jiří Paleček

Existují však i jednodušší ochranné mechanismy. Například na poškození podnět reaguje tělo reflexem. Když se člověk spálí o horký hrnec, ucukne. „Tento reflex mohou mít například i lidé s poškozením míchy, přestože nic necítí,“ říká Jiří Paleček. Stejně tak nižší organismy, které nemají vyvinuté složité struktury mozku,

bolest necítí. V jejich případě je obrana proti poškozujícímu podnětu jen reflexní odpověď ve snaze přežít. Jednoduše řečeno: nic je nebolí.

Naopak většina lidí asi zakusila bolest vyvolanou něčím, co bolestivé být nemá. Říznete se do prstu, druhý den (kdy už akutní bolest odezněla) se ho jen lehce dotknete a poraněné místo opět zabolí. Nebolestivý podnět – pouhý dotyk – vyvolá bolest! Přitom informace, kterou nervová vlákna vedou do mozku, je správná: došlo jen k dotyku, nikoli „útok na prst“. Něco se ale změnilo. Proč člověk někdy cítí větší bolest, jindy menší? Proč někdy vyhodnotí, co bolet nemá, jako bolestivé a jindy naopak bolest potlačí a zvládne ji?

### KDE SE ROZHODUJE

To, co vnímáme jako bolest, neurčuje vždy děj na povrchu těla. Rozhoduje centrální nervová soustava. Vědci už zjistili, že přitom klíčovou úlohu hraje také mícha. Přesněji řečeno první synaptické spojení mezi nervovými vlákny z periferie těla a jejich napojením na neurony v míše. Právě na tomto místě se může signál změnit, zesílit a mozek jej pak vyhodnotí jako podstatně bolestivější na rozdíl od informace, kterou nervová vlákna nesla původně.

Problém nastává zejména při chronické bolesti nebo u tzv. neuropatic-



MUDr. JIŘÍ PALEČEK, csc.

Fyziologický ústav AV ČR

Je vedoucím oddělení výzkumu bolesti Fyziologického ústavu AV ČR. Věnuje se především výzkumu modulace bolesti na míšní úrovni. Cílem je objasnění mechanismů a možnost zlepšení léčby patologických bolestivých stavů, jako jsou hyperalgesie, allodynie, bolesti při neuropatických stavech a nádorových onemocněních. Je také předsedou České společnosti pro neurovědy.

podněty, jako jsou třeba pálivé papírky (zažíváme pocit pálení, i když teplota těla zůstává fyzikálně stejná). „Jenže se ukázalo, že když lidem látku blokující tyto receptory podáme, uleví se jim sice od bolesti, ale zhorší se jejich citlivost pro vnímání horka – to není praktické, mohli by se snadno opařit či popálit,“ uvádí Jiří Paleček, proč ani tato cesta zatím nevedla k úspěchu.

V každém případě je to především mozek, který rozhoduje o bolesti. Fakt, že významný vliv na naše zdraví má nervová soustava, známe i z léčebného účinku neaktivních látek, tzv. placebo. Právě placebo efekt je totiž u bolesti poměrně hodně účinný.

Pokud se intenzivně soustředíte na něco jiného, tělo bolest výrazně potlačí. Když se třeba při sportu škrábnete, ani to nemusíte postřehnout. Teprve když skončíte, všimnete si, že vás něco bolí či pálí. A dost možná ani nebudete vědět, jak jste k tomu přišli.

Tato reakce je historicky zakódovaná v genech – ve chvíli ohrožení musel člověk bojovat, nebo utéct, v každém případě ale vyvinul velkou fyzickou aktivitu. Když organismus řeší boj o přežití, není praktické se zabývat každým malým šrámem. Šlo by tohoto fenoménu využít k léčbě bolesti? Jak vlastně funguje?

Aktivuje se takzvaný endogenní opioidní systém – tělo samo vyprodukuje látky účinné proti bolesti, například endorfiny, které aktivují opioidní receptory. Částečně na tomto principu funguje i placebo efekt – vědci kupříkladu potvrdili, že když podají pacientům látky ▶

kých stavů. Chronickou bolest zažívají třeba pacienti s diabetem. U nich jde o zcela jiný typ signálu – nikoli o bolest navozenou poškozením tkáně, ale vyvolanou poškozením samotných periferních nervů nebo centrálního nervového systému. Léčba neuropatické bolesti je mnohem obtížnější. „Nezabírají na ni běžná analgetika – a to proto, že mechanismy vedoucí k bolestivému vjemu jsou odlišné,“ říká Jiří Paleček. U chronických stavů, kdy bolest přetrvává měsíce či roky, dochází ke změnám v míše a také v mozku – v thalamu nebo prefrontálním kortexu. Co s tím?

## BEZ BOLESTI

V literatuře či filmech se někdy vyskytují postavy, které necítí bolest vůbec. Třeba v bondovce *Jeden svět nestačí* či v sérii Stiega Larssona *Milénium*. Takové poruchy opravdu existují – jde zpravidla o vrozenou vadu. (Stejně tak existují i poruchy, v jejichž důsledku je člověk k bolesti naopak extrémně vnímavý.) Proč lidé s vrozenou anomálií necítí žádnou bolest, zjišťovaly rozsáhlé studie. Mohly by takové poznatky vést k léčbě pacientů s chronickými bolestmi?

„Ukázalo se, že tito lidé mají změny v sodíkových kanálech Nav1.7, které se v nervové soustavě podílejí na přenosu nervových vzruchů,“ vysvětluje Jiří Paleček. Vyvinuly se dokonce látky, které tyto receptory blokují, ale v klinických studiích bohužel neobstály. Jako mnoho dalších – za posledních 30 let se de facto žádné nové analgetikum na trhu neobjevilo.

Nezafungovalo ani farmakologické blokování kapsaicinových receptorů TRPV1 – ty reagují na teplo a chemické

## OPIOIDY A ZÁVISLOST

Opioidy jsou nejúčinnějšími analgetiky, bohužel tlumí nejen odezvu na bolest, ale celý organismus. A co hůře, jsou návykové. Masivní nárůst předepisování těchto léčiv v USA na přelomu 20. a 21. století vedl k nárůstu závislých na těchto léčivách (např. OxyContin). Příležitosti se chopily i drogové kartely, které vyrábějí syntetické opioidní látky (především fentanyl, ale patří sem i heroin či morfin). Na předávkování opioidy tak v současnosti v USA umírá denně asi 130 lidí.

Často se udává, že práh bolesti mají vyšší muži než ženy. Na druhou stranu ženy snášejí lépe bolest chronickou. Zdá se, že pohlavní hormony ovlivňují nejen vývoj mozku, ale i vnímání bolesti. Záleží i na tom, s jakým prožitkem se událost pojí, zda s negativním (např. terminální stadium nemoci) nebo pozitivním (např. porod).



Funkci neuronů a synaptického přenosu je možné studovat na buněčných kulturách a mozkových řezech za pomoci elektrofyziologických a optických metod.

blokuující tyto receptory, efekt placebo se sníží.

Opioidy jsou velmi silná analgetika a bohužel také velmi návyková. Jedna studie zjišťovala, jak účinné léky proti bolesti ve skutečnosti jsou, následujícím testem. Hospitalizovaní pacienti měli subjektivně ohodnotit, jak silnou prožívají bolest. Sestra jim poté zavedla infuzi a po chvíli se zeptala, zda se bolest snížila. Ukázalo se, že u prakticky všech takto zkoumaných analgetik hrál ve snížení bolesti daleko větší roli lékař než lék. Když přišel lék (do infuze) aplikovat lékař osobně, většině lidí se od bolesti ulevilo (přestože třeba dostali jen placebo). Pokud lék aplikovala sestra, výsledky byly horší. Pokud naopak vůbec nikdo pacientům neřekl, že dostávají lék na bolest, většina léčiv nebyla o mnoho účinnější než placebo! Jedinou výjimku tvořily opioidy – ty zabraly i bez

lékaře a „hlava“ rozhodovala o bolesti minimálně.

Je ale třeba rozlišovat mezi různými typy bolesti. Akutní bolesti jsou důležitým signálem o poškození chránící organismus. Většinou samy odezní a máme na ně docela efektivní léčiva. Horší je to s chronickou bolestí, v extrémních případech totiž dokáže pacienta v podstatě vyřadit z normálního života. Přitom jí trpí až třetina Čechů. A právě studiem mechanismů těchto stavů se zabývají ve Fyziologickém ústavu AV ČR. Mimo jiné i neuropatickými bolestivými stavy po chemoterapii. Bývají velmi silné a často pacienti přerušují (nebo nenastoupí další) léčbu právě kvůli nesnesitelné bolesti.

Ukazuje se, že podstatnou úlohu pro rozvoj chronické bolesti hraje hned první napojení periferních nervových vláken v míše. Dochází tam k tzv. modulaci

nociceptivní signalizace, zjednodušeně řečeno k úpravě signálu, který přichází z nervů do míchy. Právě na tohle místo zaměřili vědci svou pozornost. „Zjistili jsme, že důležité jsou mimo jiné takzvané kapsaicinové TRPV1 presynaptické receptory. Zkoumáme také vliv zánětlivých změn v míše a interakce mezi nervovými a gliovými buňkami,“ říká Jiří Paleček.

Dlouho se myslelo, že gliové buňky plní jen jakousi podpůrnou roli nervového systému. Zdá se ale, že u patologických bolestivých stavů se tyto buňky aktivují a začnou vylučovat celou řadu látek, které ovlivňují synaptický přenos. Signál z nervových vláken pak mícha patologicky zesílí a mozek jej vyhodnotí jako bolest. Jestli budoucí výsledky výzkumu nabídnou klíč k nalezení nového analgetika, ale ukáže až čas.

## HENRY MOLAISON – PACIENT H. M.

Životní osudy lidí jsou někdy zvláště propletené. Operace, při které William Scoville odoperoval Henrymu (foto) část mozku, byla de facto hodně podobná tehdy populární lobotomii. Pomocí dvou kovových „brček“ vsunutých přední částí lebky do mozku lékař jeho část „odsál“. Nemohl přitom vůbec vědět, zda „řeže“ do oblasti, která způsobuje epileptické záchvaty; ložisko nebylo možné identifikovat. William Scoville byl prominentní lékař a druhý největší propagátor (a realizátor) lobotomií hned po nechvalně známém Walteru Freemanovi. Po nepovedené operaci s pacientem H. M. pracovala výzkumnice Suzanne Corkinová, která ho chránila nejen před veřejností, ale (údajně) také před některými dalšími vědci, a tak trochu si na něj „udělala monopol“. Alespoň tak to popisuje ve své knize *Patient H.M.: A Story of Memory, Madness, and Family Secrets* novinář a spisovatel Luke Dittrich. Suzanne Corkinovou nešetřil, přestože byla kamarádkou jeho matky. A nešetřil ani Williama Scovilleho, který osudnou operaci provedl – přestože to byl jeho vlastní dědeček.



EPIZODA DRUHÁ:

# EPILEPSIE



Když malý Henry Molaison záhy po nehodě s cyklistou přišel k sobě, cítil se relativně dobře. Nad obočím na čele měl sice třicentimetrový šrám, ale jinak se zdál v pořádku. V 10 letech však zažil první záchvat. V 16 letech už zakoušel záchvaty velké. Pěna u úst, kousání se do jazyka, rytmické pohyby končetin. Vše neovladatelné a přicházející bez varování. Diagnóza: epilepsie.

Nikdo nemohl tehdy a nemůže ani dnes potvrdit, že nemoc se u něj rozvinula právě v důsledku nešťastného úrazu z dětství, ale většina vědců se k tomu přiklání. Koneckonců existuje více různých typů epilepsie a nejběžnější příčinou není vrozená vada, ale porucha získaná během života – ať už jako důsledek úrazu nebo

třeba infekce mozku či hypoxie (nedostatečného oxykysličení). Jde o nejčastější chronické onemocnění nervové soustavy, jen v Česku žije s touto diagnózou asi 80 tisíc pacientů.

„**Epilepsie je jedno z nejčastějších chronických onemocnění mozku v Česku, trpí jí desetitisíce pacientů. Je to významný fenomén nejen zdravotní, ale i socio-ekonomický.**

Jakub Otáhal

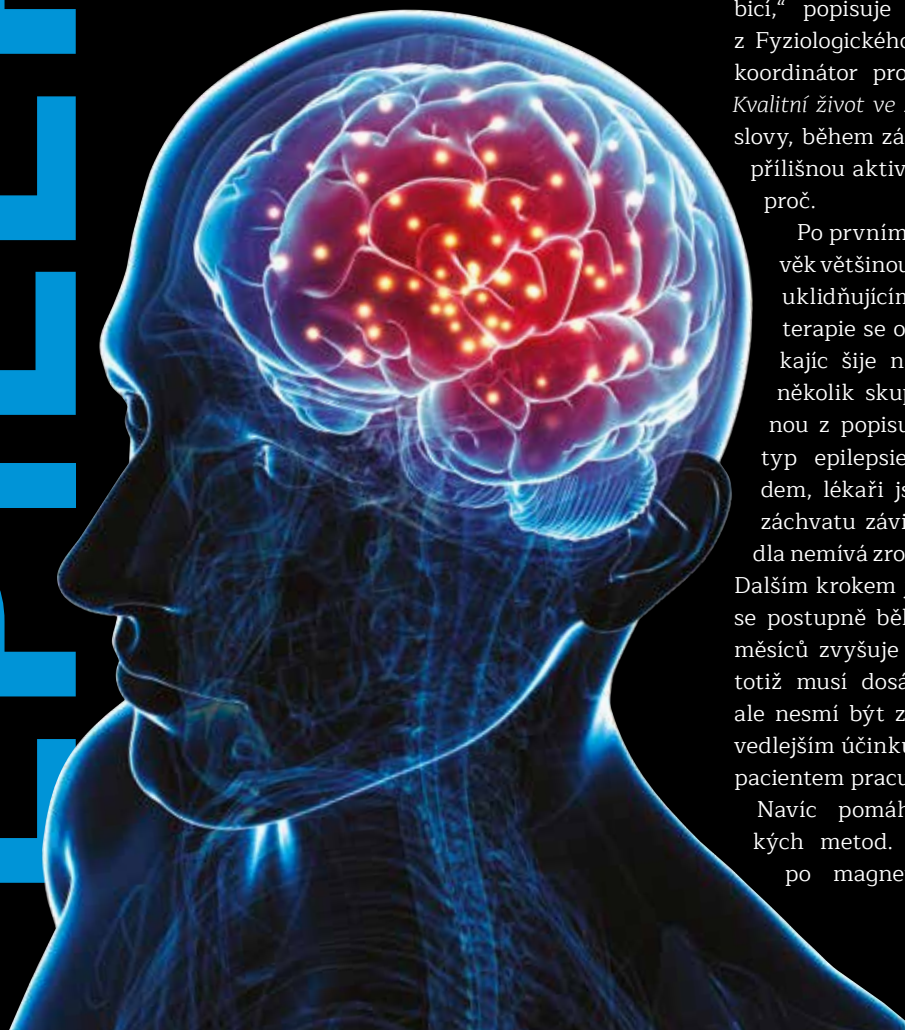
Jako když na fotbalovém zápase někdo vstane a spustí tím mexickou vlnu.

## OSTRÁ LÉČBA

„Základním fenoménem u epilepsie je, že v mozku převládá excitace nad inhibicí,“ popisuje záchvat Jakub Otáhal z Fyziologického ústavu AV ČR a také koordinátor programu Strategie AV21 *Kvalitní život ve zdraví a nemoci*. Jinými slovy, během záchvatu vykazuje mozek přílišnou aktivitu a nikdo přesně neví proč.

Po prvním takovém zážitku je člověk většinou vyděšený. Do jisté míry uklidňujícím faktem může být, že terapie se osobám s epilepsií takřka šije na míru. Existuje hned několik skupin léků a lékaři většinou z popisu události určí, o který typ epilepsie se jedná. Mimochoodem, lékaři jsou na popisu průběhu záchvatu závislí – pacient jej zpravidla nemívá zrovna při návštěvě lékaře. Dalším krokem je nasazení léků. Dávka se postupně během několika týdnů až měsíců zvyšuje – jejich hladina v krvi totiž musí dosáhnout účinné úrovně, ale nesmí být zase příliš vysoká kvůli vedlejším účinkům. I proto se s každým pacientem pracuje individuálně.

Navíc pomáhá mnoho diagnostických metod. Od EEG, přes CT až po magnetickou rezonanci. Asi ▶



u 70–80 % pacientů nakonec některý lék zabere a jsou takzvaně kompenzováni. Což znamená, že se záchvaty omezí, nebo dokonce zcela vymizí. Pacient se tím ale většinou nezbaví samotné příčiny nemoci.

U nemocných, kterým medikace nezabere, se přistupuje k neurochirurgickému zákroku. Za předpokladu, že se lékařům podaří zásadní věc – přesně lokalizovat ložisko epilepsie. Tedy ohnisko, odkud záchvaty vznikají. (Onoho vstávajícího člověka na fotbalovém zápase spouštějího mexickou vlnu.) Samozřejmě, pokud by ložisko bylo třeba v centru řeči nebo jiné důležité oblasti mozkové kůry, operační řešení jsou omezená. To se však stává zcela výjimečně. „Odstraněním samotné spouštěčové oblasti většinou ke vzniku hendikepu nedochází, naopak, pacienti mají naději na vyléčení,“ upřesňuje Jakub Otáhal.

Lokalizovat centrum potíží se ale nedaří vždy. A i když se to podaří, bývá problém s tím, jak velkou část tkáně vlastně odebrat. U nádorových onemocnění některých tkání si chirurg může dovolit odebrat větší část, aby měl jistotu, že nádor odstraní celý. U mozku to tak snadné není. Každé sáhnutí vedle pocítí pacient jako celoživotní hendikep. Proto se vše několikrát měří a někdy se operace musí opakovat vícekrát.

Přibližně 70 % pacientů neurochirurgický zákrok výrazně pomůže. Jsou ale i výjimky – ložisek v mozku totiž může být více, přičemž jen jedno je nejaktivnější. Jeho funkci pak přebere jiné.

Jako kdyby nadšených fanoušků bylo na zápase více, jeden byl ale nejvíce vidět. Když jej pořadatelé vyvedou, funkci „iniciátora mexických vln“ prostě převezme jiný.

## METODY BUDOUCNOSTI

Pomohla by přesnější diagnostika vyhledávající ony „spouštěče mexických vln“. Na té pracuje třeba právě Jakub Otáhal. Ve spolupráci s Fakultní nemocnicí v Motole se snaží zlepšovat tzv. výtěžnost zobrazovacích metod. Jak? Většina epilepsií vykazuje abnormální metabolismus glukózy v mozku. Tento jednoduchý sacharid neboli krevní cukr je „potravinou“ pro mozek. Bere si z něj energii. Kde a jak moc se zpracovává,

lze zobrazit pomocí pozitivní emisní tomografie (PET). „Ukázalo se, že epileptogenní oblast vykazuje sníženou akumulaci glukózy, pokud ji měříme mezi záchvaty. Naopak při záchvatu je to obráceně. Nikdo úplně neví, proč k tomu dochází. Snažíme se to objasnit a zjistit, zda by se toho nedalo využít i pro léčbu,“ říká Jakub Otáhal.

Jeho tým se zabývá také epilepsií, která vzniká po cévní mozkové příhodě (mrtvici). „Měřili jsme, jak se mění propustnost cév – jedna z teorií říká, že po prodělaných cévních mozkových příhodách, infektech či nádorech se propustnost zvýší a do mozku se dostanou látky, které by v něm normálně nebyly. Mozek pak na ně reaguje – mohou záchvaty



### doc. MUDr. JAKUB OTÁHAL, Ph.D.

#### Fyziologický ústav AV ČR

Je zástupcem vedoucí oddělení vývojové epileptologie Fyziologického ústavu AV ČR. Zaměřuje se mj. na studium důsledků časného poškození mozku a vzniku získané epilepsie, metabolických odlišností epileptogenní tkáně a na rozvoj zobrazovacích metod s cílem detekce epileptogenní tkáně. Působí také jako koordinátor programu Strategie AV21 *Kvalitní život ve zdraví a nemoci*.



## Co dělat, když se stanete svědkem záchvatu

První rada: postiženému nebraňte v ničem násilím, neperte se s ním (žádné předměty se nevkládají do úst, nesnažíme se mu bránit v pohybech apod.). Základem je odstranit nebezpečné předměty z jeho blízkosti, aby si sám neublížil. Pokud to vyžaduje situace (po záchvatu zůstane v bezvědomí), uložíme ho do stabilizované polohy a zajistíme, aby spontánně dýchal. Důležité je sledovat čas, záchvat by neměl trvat déle než pět minut. Teprve pokud se po odeznění záchvatu postižený sám neprobere, voláme záchranku. Tu také voláme vždy, jestliže člověk prodělal záchvat poprvé, nebo se rychle opakuje. Nebezpečný je totiž stav, kdy záchvaty rychle navazují na sebe, mozek může přejít do tzv. status epilepticus, kdy je už těžké jej „restartovat“, a může končit i smrtí. Proto lékaři v takovém případě zastavují záchvat „za každou cenu“.

přímo vyvolat, nebo dokonce spustit nežádoucí dlouhodobou přestavbu mozkové tkáně,“ vysvětluje Jakub Otáhal.

Většinou ale záchvaty nevyvolává žádný spouštěč. To je na nemoci podle vyjádření samotných pacientů to nejhorší. Nevědí doslova dne ani hodiny, kdy nemoc udeří. Žádný způsob, jak člověka upozornit na blížící se záchvat, totiž neexistuje. Snahy najít řešení tu



Zobrazení cév mozkové kůry laboratorní myši v reálném čase. Při cévní mozkové příhodě se mohou cévy poškodit a látky z krve přecházet do mozku, kde mohou způsobit i epilepsii.

ale jsou. Tématu se věnuje skupina Přemysla Jirušky rovněž z Fyziologického ústavu AV ČR a 2. lékařské fakulty UK. Ve spolupráci s Ústavem informatiky AV ČR např. pracují na rozluštění zákonitostí vzniku záchvatů. Takové informace by mohly umožnit budoucí vývoj počítačového programu, který by dovedl předpovědět pravděpodobnost blížícího se záchvatu. Podobně jako funguje předpověď počasí – nikdo s jistotou neví, zda bude na konkrétním místě v konkrétní čas zítra pršet, ale lze to s jistou mírou pravděpodobnosti určit.

U určitých typů epilepsie tak čeští vědci například potvrdili tzv. princip kritického zpomalování. Doba, kterou aktivované neurony potřebují k tomu, aby se „uklidnily“, se neustále prodlužuje, až se navrhne čas přespříliš a přijde záchvat. Jako by byli původně pokojní diváci v hledišti během zápasu stále neklidnější a vrtěli se na svých sedačkách více a více, až nakonec přijde

ona mexická vlna. Aplikace, která pacienty na blížící se záchvat upozorní, je ovšem ještě daleko.

Z oblasti sci-fi je pro laika také metoda, kterou ve Fyziologickém ústavu AV ČR při výzkumech již používají. Z lidských buněk, které lze odebrat třeba z kůže, dokážou vypěstovat kulturu a vývojově ji nasměrovat. Z kožního „štěpu“ se tak v laboratoři začínou vytvářet buňky nervové! Pokud je příčinou epilepsie porucha genu, budou vědci testovat a cílit léčebné postupy přímo na konkrétního pacienta *in vitro*, aniž by člověk musel zakoušet vedlejší účinky léčiv. „Ukazuje se, že některé léky, které se primárně nepoužívají na epilepsii – dokonce je v experimentu používáme k vyvolání záchvatu – u některých typů mutací fungují jako protizáchvátový lék. Pokud bychom konkrétní léky dokázali otestovat pro konkrétního pacienta v laboratoři, lékařům by to velice pomohlo,“ říká Jakub Otáhal.

„**Pravidelně pořádáme setkání s pacienty. Kdybych od nich neměl informace, zaměřoval bych se třeba na věci, které jsou už vymyšlené nebo pro pacienty nepodstatné.**“

Jakub Otáhal

sii – dokonce je v experimentu používáme k vyvolání záchvatu – u některých typů mutací fungují jako protizáchvátový lék. Pokud bychom konkrétní léky dokázali otestovat pro konkrétního pacienta v laboratoři, lékařům by to velice pomohlo,“ říká Jakub Otáhal.

# ANATOMIE NEURONU

Téma | A / Věda a výzkum 1/2020



MEMBRÁNA

ZAKONČENÍ (SYNAPSE)  
Z AXONU JINÉHO  
NEURONU

ZAKONČENÍ (SYNAPSE)  
Z DENDRITU JINÉHO  
NEURONU

MITOCHONDRIE

GOLGIHO APARÁT

JADÉRKO

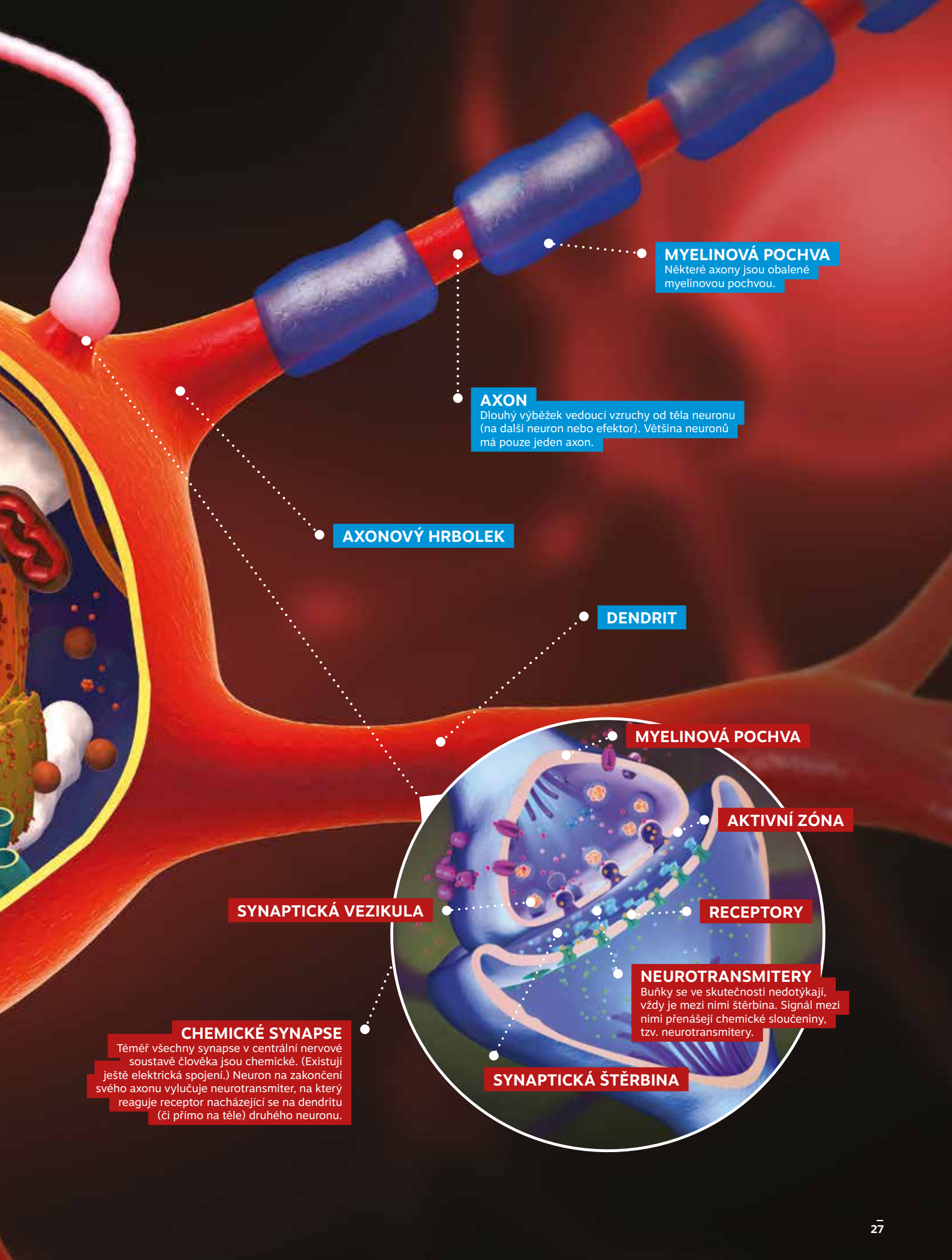
JÁDRO

NEURONOVÁ SÍŤ

Snímek z elektronového mikroskopu ukazuje, jak vypadají neurony a jejich spojení ve skutečné tkáni.

DENDRIT

Dendritů mají neurony několik. Pomocí nich přijímají signál.



**MYELINOVÁ POCHVA**  
Některé axony jsou obalené myelinovou pochvou.

**AXON**  
Dlouhý výběžek vedoucí vzruchy od těla neuronu (na další neuron nebo efektor). Většina neuronů má pouze jeden axon.

**AXONOVÝ HRBOLEK**

**DENDRIT**

**MYELINOVÁ POCHVA**

**AKTIVNÍ ZÓNA**

**SYNAPTICKÁ VEZIKULA**

**RECEPTORY**

**NEUROTRANSMITERY**  
Buňky se ve skutečnosti nedotýkají, vždy je mezi nimi štěrbin. Signál mezi nimi přenášejí chemické sloučeniny, tzv. neurotransmitery.

**CHEMICKÉ SYNAPSE**  
Téměř všechny synapse v centrální nervové soustavě člověka jsou chemické. (Existují ještě elektrická spojení.) Neuron na zakončení svého axonu vylučuje neurotransmiter, na který reaguje receptor nacházející se na dendritu (či přímo na těle) druhého neuronu.

**SYNAPTICKÁ ŠTĚRBINA**

## EPIZODA TŘETÍ:

# PAMĚŤ



Epileptické záchvaty Henryho Molaisona se stále zhoršovaly a znemožnily mu vést normální život – chodit do zaměstnání, založit rodinu... Když se mu nabídla možnost experimentální léčby, souhlasil on i jeho rodiče. Ve věku 27 let mu tak lékař William Scoville odoperoval z obou hemisfér část mozku velkou asi jako pěst. Tu, o které soudil, že může být ložiskem epilepsie.

Henry Molaison přišel o část tkáně z obou spánkových laloků, především o oblast, kterou známe jako hipokampus. Operace byla úspěšná jen částečně – záchvaty se zmírnily, snížila se i jejich četnost, ale nemoci jej zcela nezbavila. Zato se dostavilo něco, co nikdo nečekal – anterográdní amnézie. Neschopnost ukládat nové vzpomínky.

Henry si vybavoval události z dětství a mládí, víceméně až do operace. Ale od té chvíle jeho mozek nebyl schopen si nic uložit do dlouhodobé paměti. Když třeba lékař opustil místnost a za chvíli se vrátil, Henry si jej nepamatoval – bylo to, jako by jej viděl poprvé v životě. Operaci přitom nijak neutrpěly jeho ostatní schopnosti – například IQ. Nedokázal si ale zapamatovat, že jeho otec už nežije,

**Podle současných teorií je proces vzpomínání zároveň procesem zapomínání. Když si mozek nějakou vzpomínku vybaví, prozkoumá ji a pak znovu celou vytvoří a uloží. Jako by z kartotéky vytáhl list, přečetl si jej, zahodil a na čistý papír znovu zapsal a vložil zpět. Každá událost se tak v naší paměti může přetvořit v mírně odlišnou pokaždé, kdy si ji vybavíme.**

co jedl před chvílí k obědu, nebo kde a proč vlastně je.

Právě odstranění hipokampu a následné studium „pacienta H. M.“ naučilo vědce mnohé o fungování lidského mozku, a paměti především. Například se soudí, že paměťová stopa vzniká tak, že nejprve projde hipokampem, tam se zpracuje v krátkodobé paměti, a teprve poté se uloží do mozkové kůry – konkrétně do oblasti, kde sídlí dlouhodobá



paměť. A protože hipokampus Henry neměl, nemohl si pamatovat více než jen pár minut a nic z toho se v jeho dlouhodobé paměti neuložilo.

## TYPY PAMĚTI

Časem se ukázalo, že tomu tak nemusí být nezbytně vždy. Jedna japonská studie třeba ukázala, že některé vzpomínky se mohou uložit zároveň do hipokampu i do mozkové kůry, a zatímco v hipokampu pak slábnou, v kůře zůstanou a zesilují. Jinými slovy, „přestupní stanici“ nepoužívá mozek pro paměť vždy. „Úplně jiná forma je třeba motorické učení – dejme tomu schopnost jízdy na kole,“ upozorňuje Aleš Stuchlík z Fyziologického ústavu AV ČR.

Henry Molaison tak byl schopen naučit se třeba kreslit podle odrazu v zrcadle. Načrtnout obstojný půdorys bytu, v němž bydlel, přestože se do něj nastěhoval až pět let po operaci. Pro orientaci v prostoru je přitom hipokampus zásadní. Právě prostorovou paměť zkoumá Aleš Stuchlík především. Třeba jak myš, která vyběhne ze svého úkrytu mezi vysoká stěbla, najde rychle cestu zpět, když si všimne predátora. Jde o určitou

formu vektorové paměti, která se vrývá zcela automaticky do mozku, jakmile se pohybujeme v prostředí bez orientačních bodů. Například při houbaření. „S každou změnou směru se ale kumuluje chyba,“ upozorňuje Aleš Stuchlík.

Hipokampus je důležitý i pro epizodickou paměť – právě pro tu formu, kterou si pod pojmem paměť vybavíme jako první. Co, kdy, kde a jak se stalo. Většinou ji máme spojenou s emocemi, ale i s dalšími vjemy. Třeba čichovými, což se často podceňuje, ale také prostorovými. Paměť je hodně prostorově orientovaná. Okolí totiž dotváří kontext a na něm je epizodická paměť založená. Ne nadarmo, když nějakou myšlenku vzápětí zapomenete, se máte podle babské rady vrátit na místo, kde vás napadla. Většinou se rozpomenete. Právě proto, že v té chvíli jste vnímali kontext, okolí.

Na naši paměť se spoléháme úplně běžně a denně. Na druhou stranu ve sku-

tečnosti si nikdy nepamatujeme úplně všechno a úplně přesně. Náš mozek vzpomínky dotváří, dokonce je upravuje, modifikuje. „Mozek na to má speciální proces, který na základě neúplného vzorce podnětu doplní celou vzpomínku,“ objasňuje Aleš Stuchlík. Existuje dokonce fenomén falešných vzpomínek, kdy si lidé pamatují něco, co se vůbec nestalo.

Vzpomínky ale nemají nekonečnou trvanlivost – zapomínáme. To je normální a zdravý proces. Buď přirozeně vymizí (to si asi pod pojmem zapominání představujeme), nebo se naučíme, že už pro nás není podstatná a vyhasne (víme, kudy vede cesta ke dveřím

i potmě, ale když se přestěhujeme do jiného bytu, naučíme se, že tato informace už je bezcenná a zapomeneme ji).

„Existují studie, které v zobrazovacích technikách ukazují, že zapominání je aktivní proces,“ upozorňuje Aleš Stuchlík. Mozek při zapominání není ▶

” To, že si naše paměť uchovává přesný odraz reality, je rozšířený mýtus. Mozek si totiž zapamatuje jen klíčové rysy a ten zbytek si zkrátka dotvoří.

Aleš Stuchlík

## JAK SE UKLÁDAJÍ VZPOMÍNKY?

Mozek si dokáže pamatovat spoustu věcí. Jak ale taková vzpomínka vypadá? Není to ani soustava jedniček a nul jako na harddisku v počítači, ani „kapka“ jako v Harry Potterovi. Vjem se uloží v jedné nebo několika z různých forem: 1. jako neustále kroužící elektrické obvody (signál „teče“ konkrétní soustavou/okruhem neuronů), 2. zvýšené či snížené vylučování neurotransmiterů (přenašečů vzruchů) na některých spojích mezi neurony, tzv. synapsích, 3. rychlé zvýšení plochy synapsí a nárůst počtu molekul receptorů, zejména citlivých na neurotransmiter glutamát. Mimořádně, pokud chcete podpořit zapamatování v některém okamžiku, pomáhá žvýkání (nejspíše kvůli prokrvení mozku).

prof. RNDr. **ALEŠ STUHLÍK, DSc.**

Fyziologický ústav AV ČR

Je vedoucím oddělení neurofyziologie paměti Fyziologického ústavu AV ČR. Věnuje se tématu učení, paměti a kognitivním funkcím. Především schopnosti orientace v prostoru, která se považuje za typ tzv. deklarativní paměti (tedy schopnosti si pamatovat fakta a události). Věnuje se souvislostem s Alzheimerovou chorobou, obsedantně-kompulzivní poruchou či schizofrenií.

neaktivní, vzpomínka nevymizí sama od sebe. V jedné studii se lidé měli sami soustředit na to, aby něco zapomněli (šlo o zapamatování a pak zapominání karty z balíčku). Ukázalo se, že i záměrná koncentrace na zapomenutí opravdu funguje lépe než jen svévolné vyhasínání.

### NEZBYTNÝ HIPOKAMPUS

Paměť někdy mohou poškodit nemoci jako třeba Alzheimerova choroba. Paměť ale dostává zabrat i u schizofrenie, posttraumatické stresové poruchy nebo obsedantně-kompulzivní poruchy, kterou studovali ve Fyziologickém ústavu AV ČR ve spolupráci s Národním ústavem duševního zdraví. „Zkoumali jsme mozkové struktury u zvířat a u lidí. Chtěli bychom najít biomarkery, pomocí nichž by se nemoc dala lépe diagnostikovat, nebo dokonce léčit,“ říká Aleš Stuchlík. Se svým týmem řešil také projekt, ve kterém u lidí se schizofrenií zkoumal, jakým způsobem je narušena prostorová orientace (sídlí v hipokampu), oproti zdravým lidem výrazně zhoršená.

Hipokampus, součást spánkového laloku, je vůbec zvláštní částí mozku. Vypadá jako malý rohliček, a přitom hraje významnou úlohu nejen v procesu paměti a učení. Již před časem se například zjistilo, že v mozku vznikají během života nové neurony. Dříve panovala představa, že do určitého věku mozek roste a utváří se a zhruba od počátku

dospělosti člověka nervové buňky v mozku jen zanikají. Není tomu ale tak. Takzvaná neurogeneze je proces potvrzený u zvířat i u lidí.

Třeba v potkaním mozku vznikají nové buňky v určité části hipokampu takřka neustále. Také u člověka se tvoří nové neurony právě tam (ale nejen tam). K čemu slouží, se ale neví. „Mluví se o tom, že by mohly mít souvislost s depresí,“ říká Aleš Stuchlík. Rizikovým faktorem vzniku deprese je chronický stres. A stres způsobuje nižší neurogenezi, tedy zpomaluje vznik nových nervových

buněk v mozku. „Některá antidepresiva neurogenezi naopak zvyšují, možná fungují právě proto,“ uvažuje Aleš Stuchlík.

U lidí se nové neurony tvoří také v oblasti bazálních ganglií, která se podílí na řízení hybnosti a zároveň na některých formách motorického učení. Možná i proto byl Henry Molaison schop naučit se některým novým věcem. Žádný lék už mu nemohl ale pomoci v tom, aby získal dlouhodobou paměť zpět. Pro zdravé jedince však cesta je. „Na paměť je nejlepší trénink,“ podotýká Aleš Stuchlík.



# SLUCH

Ke konci života trápily Henryho Molaisona potíže, které starší lidé mívají. Demence a potíže se sluchem. Konkrétně tinitus, což je stav, kdy člověk neustále slyší pískání či šum, které ovšem nemají žádný fyzikální základ, neexistují. Jenže bez ustání poslouchat takový zvuk, který navíc nikdo jiný neregistruje, je extrémně obtěžující. Nikoli však výjimečné – potíže se sluchem v populaci přibývají. Není to však tím, že by současná generace měla horší sluch než předchozí, ale tím, že se lidé dožívají vyššího věku – ve společnosti žije zkrátka více starších lidí. A každý slyší ve stáří hůře než v mládí. S přibývajícím věkem zaniká zejména schopnost slyšet vysoké tóny. (Ve skutečnosti postupné zhoršování začíná přibližně kolem 30. roku života.) To samo o sobě ještě není žádná katastrofa, pro člověka je nejdůležitější lidská řeč a ta se odehrává spíše v nižších polohách. Přesto právě s porozuměním řeči mívají starší lidé potíže. Proč?

Na audiologických vyšetřeních se většinou ukáže, že slyší docela dobře. Sice jsou ochuzeni o nejvyšší tóny a frekvenční rozsah tak rozeznávají o něco menší než mladí lidé, ale sluchový práh (jak tichý tón člověk slyší) se tak dramaticky nehorší. Přesto subjektivně (i objektivně) „slyší špatně“ – obtížně rozumějí lidské řeči. Přesněji řečeno mají problém rozumět ostatním, pokud se na pozadí ozývá nějaký šum, hluk, hraje hudba nebo mluví další osoby. Proč ale staří lidé mají

problém rozumět, co druzí říkají – pokud je na pozadí další zvuk – když přitom izolované zvuky či řeč slyší vcelku bez potíží?

„  
Snažíme se najít příčinu hlavních patologických změn stárnutí lidského sluchu. Zajímá nás také otázka jeho plasticity, sluch se totiž dá v mládí významně ovlivnit.“

Josef Syka

Ve vnitřním uchu existuje určitý typ buněk podílejících se na přenosu zvukového signálu. Říká se jim vláskové buňky. Vážou se na ně dva typy synapsí, které nesou signál dále do mozku. U zvířat už vědci prokázali, že s přibývajícím věkem (a také působením hluku) jeden typ těchto synapsí odumírá. Jinými slovy, signál pak z vláskových buněk putuje jen jednou cestou, místo oběma. Jestli je tomu stejně i u člověka, a právě to zapříčiňuje špatné porozumění řeči, pokud je na pozadí nějaký další zvuk, vědci ještě nepotvrdili.

Nicméně nemusí jít jen o poruchu jednoho z typů synapsí na vláskových buňkách. „Myslíme si, že to souvisí s poruchami v centrální části mozku, že to není problém jen vnitřního ucha,“ říká Josef Syka z Ústavu experimentální medicíny AV ČR, který se výzkumem sluchu dlouhodobě zabývá. „Konec konců ucho hraje při vnímání řeči jen částečnou roli. Za zpracováním sluchové informace a řeči stojí mozek.“

Každý sluchový podnět, jenž přejde přes systém vnitřního ucha, prochází neurony po určité dráze v mozku, až doputuje do korové oblasti, která vjem zpracuje. S věkem se ale výrazně zhoršuje funkce inhibičních mediátorů v této sluchové dráze. Jde o jakési tlumiče v mozkové kůře, které izolují určité okruhy neuronů. Když se jejich schopnost izolace zhorší, některé okruhy v mozkové kůře už nedokážou dostatečně odfiltrovat informaci, a tedy ani šum. Mozek ale za běžných okolností a v reálném čase dovede nějaké to chybějící slovo či hlásku doplnit. Člověk pak rozumí, co druhý říká, i když některé slovo neslyší. „Mozková kompenzace je ale s věkem čím dál slabší,“ upozorňuje ▶

## TÝDEN MOZKU

Festival nejnovějších objevů a trendů ve výzkumu mozku a neurovědách pořádá každoročně Akademie věd ČR. Týden mozku je součástí tzv. Brain Awareness Week (BAW) – celosvětové kampaně na zvýšení povědomí veřejnosti o úspěších a přínosech výzkumu mozku. Tradici této akce v České republice inicioval a založil český neurovědec Josef Syka v roce 1998. Na přednáškách vystupují odborníci v oboru teoretických i klinických neurověd. Součástí je doprovodný interaktivní program v podobě workshopů a dalších akcí. Festival je určen pro zvědavé studenty, rodiče s dětmi i širokou veřejnost. Na všechny festivalové akce je vstup tradičně zdarma. Aktuální informace a záznamy přednášek z minulých ročníků naleznete na [www.tydenmozku.cz](http://www.tydenmozku.cz).

## NEJOTRAVNĚJŠÍ ZVUKY

- Skřipání nože o láhev
- Skřipání vidličky o sklenici
- Skřipání křídý o tabuli
- Skřipání pravítka o láhev
- Skřipání nehtů o tabuli
- Ženský vřiskot
- Zvuk brusky
- Kvílení brzd jízdního kola
- Dětský pláč
- Elektrická vrtačka

Zdroj: *Journal of Neuroscience*

Josef Syka. Starší lidé tak nejenže hůře rozumějí řeči druhého, ale mají i větší potíže si chybějící části doplnit. V obou případech není na vině ucho jako sluchový orgán, ale mozek.

Řešení zatím neexistuje. Jednotlivé okruhy tvoří velké množství neuronů, což věc pochopitelně komplikuje. Výzkumníci se ale nevzdávají. „Kdyby se přišlo na to, která oblast nejvíce strádá, mohl by nějaký specifický lék přinést určité zlepšení,“ věří Josef Syka.

### SLUCH JAKO PREVENCE

Výzkumy také potvrzují souvislost poškození či ztráty sluchu s demencí. I tou trpěl Henry Molaison a nebyl samozřejmě sám. Některá z forem demence postihuje v Česku pět procent lidí starších 60 let. (Ve věkové

skupině nad 90 let trpí demencí už každý druhý.) Výzkumy potvrdily, že u starších lidí s neléčenou ztrátou sluchu se podstatně zvyšuje riziko rozvoje demence a také celkové apatie.

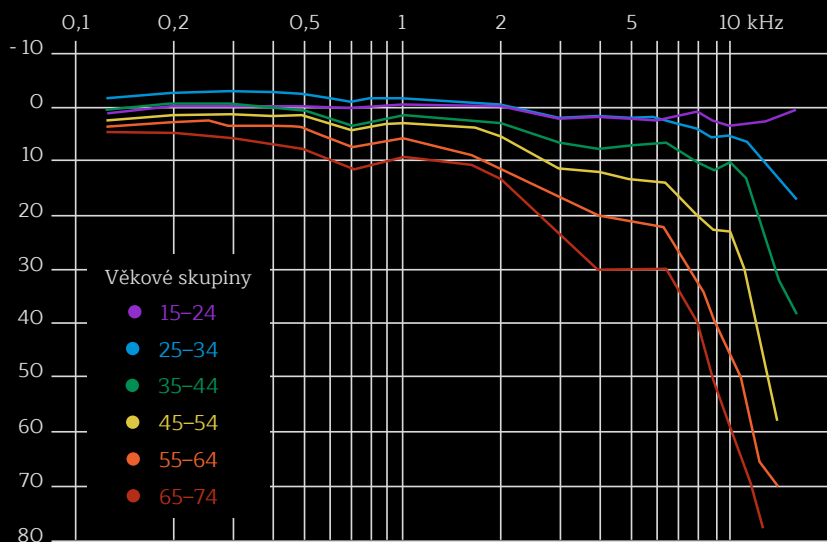
Prevenčí demence je tedy (mimo jiné) udržovat si zdravý sluch. Jenže zejména ve městech jsme hluku vystaveni pořád. Dokonce i v noci. Stačí mít trochu pootevřené okno. Vadí to? „V podstatě ne. Sluchu vadí příliš intenzivní podněty – třeba velmi hlasitá hudba do sluchátek nebo hlučný koncert. Jakmile se překročí určitá intenzita zvuku, můžete si i v dospělosti sluch výrazně poškodit,“ varuje Josef Syka. Pokud je ono překročení občasné (několikrát do roka) a nepřesáhne hranici řekněme 110 decibelů, sice po koncertu uslyšíte třeba i den dva hůře, ale sluch dokáže

zregenerovat. Opakované vystavení hlučnému prostředí jej však poškodí nenávratně.

Jenže ztráta sluchu nepřijde najednou. K tomu by byl třeba podnět přesahující 150–160 decibelů (třeba výstřel z pistole přímo u ucha.) Jde tak trochu o plíživou změnu a člověk si jí nemusí být vědom, dokud už není pozdě. Nejhorší je, že silnému hluku vystavujeme i své děti. „Začal jsem bojovat proti tomu, že některá multikina vystavují návštěvníky příliš intenzivnímu zvuku,“ dodává Josef Syka. Na toto téma dokonce chystá odborný výzkum. Kina samozřejmě hladinu zvuku povolenou normami nepřekračují. Nicméně v určitých scénách filmů hlasitost krátkodobě přesahuje i 110–120 decibelů, a to už může být pro děti nebezpečné, tím spíše, pokud kina navštěvují často.

Že hlasité zvuky dětem sluch nenávratně poškozuje, je fakt. Důkazem jsou třeba případy nedonošených dětí. Inkubátory byly ještě na konci minulého století velmi hlučné přístroje. Děti, které v nich strávily delší čas, mohou mít nenávratně poškozený sluch i v dospělosti.

Ale izolovat děti od různých zvuků by také nebylo dobře. V Ústavu experimentální medicíny AV ČR například prokázali, že když je mládě potkana vystaveno v útlém věku komplexu zvuků nejrůznějších frekvencí, v dospělosti má sluch kvalitnější. Mohou za to nervové buňky sluchové dráhy v mozku. Nejčastěji se u nich měří tzv. frekvenční prahová křivka. Nervová buňka totiž není uzpůsobená k tomu, aby vnímala celý rozsah frekvencí, každá je nastá-



Změna sluchového prahu (svíslá osa ukazuje hlasitost v dB; vodorovná výška tónu) v závislosti na věku (u mužů). S přibývajícím věkem se sluch zhoršuje, u nižších a středních tónů však jen nevýznamně. Staří lidé mají problém zaznamenat tiché vysoké tóny (aby je slyšeli, potřebují větší hlasitost), a frekvence přibližně nad 12 kHz dokonce neslyší vůbec.



**Pomocí testů na myších se zkoumá, jakou roli hrají které geny při procesu vývoje sluchového orgánu. Vědci možná budou jednou schopni pomocí zapínání a vypínání genů vytvořit nové vnitřní ucho. Je to naděje pro děti příštích generací, ale zároveň hodně vzdálený cíl.**

vená tak, aby vnímala jen určitou část. Čím užší rozsah každá buňka vnímá, tím lépe. Zvířata, která vědci vystaví specifickému komplexu zvuků v mládí, vykazují křivky užší – mají jakoby přesněji naladěné neurony. „Zjistili jsme, že takto lze ovlivnit i dospělého potkana – 14denním pobytem za přítomnosti

příjemného komplexního zvuku. Bohužel, pozitivní efekt trvá velmi krátkou dobu,“ říká Josef Syka a připojuje jednoduché rady: pokud člověk chce pečovat o svůj sluch a vlastně i o mozek celkově, měl by se vyhýbat stresu. Naopak pozitivně působí spánek.

### **PÍSKÁNÍ V UŠÍCH**

Ale oklikou zpět k tinitu – neustálému pískání v uších. Ten si může člověk přivodit už po jedné příliš hlasité události, třeba koncertu. Nebo také dlouhodobou medikací či úrazem. Velmi často však vzniká spontánně bez evidentních příčin. Žádný lék dosud neexistuje. Především proto, že biologická příčina není známá. Vědci pouze vědí, že problém není v uchu jako takovém. Sluchový orgán neslyší zvuk, který neexistuje. Ten musí vzniknout až v mozku.

Hledání řešení se věnují právě v Ústavu experimentální medicíny AV ČR. „Ve

většině případů zřejmě jde o poškození některých mozkových center – kterých, to se právě snažíme zjistit,“ dodává Josef Syka.

Na jednoho člověka toho zažil Henry Molaison hodně. Vážný úraz v dětství, epilepsii, operaci mozku, při které přišel o dlouhodobou paměť, 55 let jako testovaný objekt intenzivního zájmu vědců a problémy stáří včetně zhoršeného sluchu a demence. Těšit by jej mohl alespoň fakt, že jeho smutný osud pomohl neurovědcům v pochopení mnoha aspektů fungování mozku. Že jeho strasti vedly také k debatám o etickém výzkumu, že kvůli jeho neštěstí se podařilo posunout znalosti o našem nejsložitějším orgánu na vyšší úroveň a vylepšit život mnoha pacientům. A mohlo by jej těšit, že jeho příběh koluje nejen mezi vědci z celého světa. Že i když on sám zapomněl po pár minutách vždy úplně všechno, jeho životní příběh si naopak zapamatují všichni. □

**prof. MUDr. JOSEF SYKA, DrSc.**

**Ústav experimentální medicíny AV ČR**

Je vědeckým pracovníkem oddělení neurofyzologie sluchu Ústavu experimentální medicíny AV ČR. Působil rovněž jako ředitel téhož ústavu, byl předsedou České společnosti pro neurovědy a je zakladatelem Týdne mozku v ČR. Odborně se zabýval mj. vývojem kochleárních implantátů v Česku, v poslední době se věnuje především tématu poškození sluchu v souvislosti s věkem.



## ZOBRAZOVACÍ METODY

Současná věda využívá několik zobrazovacích metod a jejich kombinací, aby se „dívala do mozku“. Kromě rentgenu je to např. angiografie (MRA), zobrazující cévy, (funkční) magnetická rezonance (MRI, resp. fMRI), pozitronová emisní tomografie (PET) či vypočetní tomografie (CT).



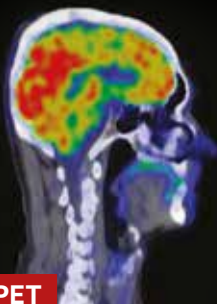
RTG



MRA



MRI



PET



CT

## MOZKY V AKADEMII VĚD ČR

Výzkumu mozku se věnuje více pracovišť. Kromě již zmíněných se funkcí neuronů na buněčné úrovni zabývá také tým Ladislava Vyklického z oddělení buněčné neurofyzologie Fyziologického ústavu AV ČR, stejný název nese oddělení v Ústavu experimentální medicíny AV ČR, které vede Miroslava Anděrová, na témže ústavu se věnují i neurochemii a regeneraci nervové tkáně, například při Alzheimerově chorobě (tu zkoumají i v Ústavu živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, více v časopise *A / Věda a výzkum* 3/2018). Diagnostickými a zobrazovacími metodami u epilepsie se zabývá tým Pavla Juráka v Ústavu přístrojové techniky AV ČR (o jejich práci více v čísle 3/2019).

# 1200

PŘIBLIŽNÝ PRŮMĚRNÝ POČET SYNAPSÍ  
NA KAždÉ NERVOVÉ BUŇCE

# 85 miliard

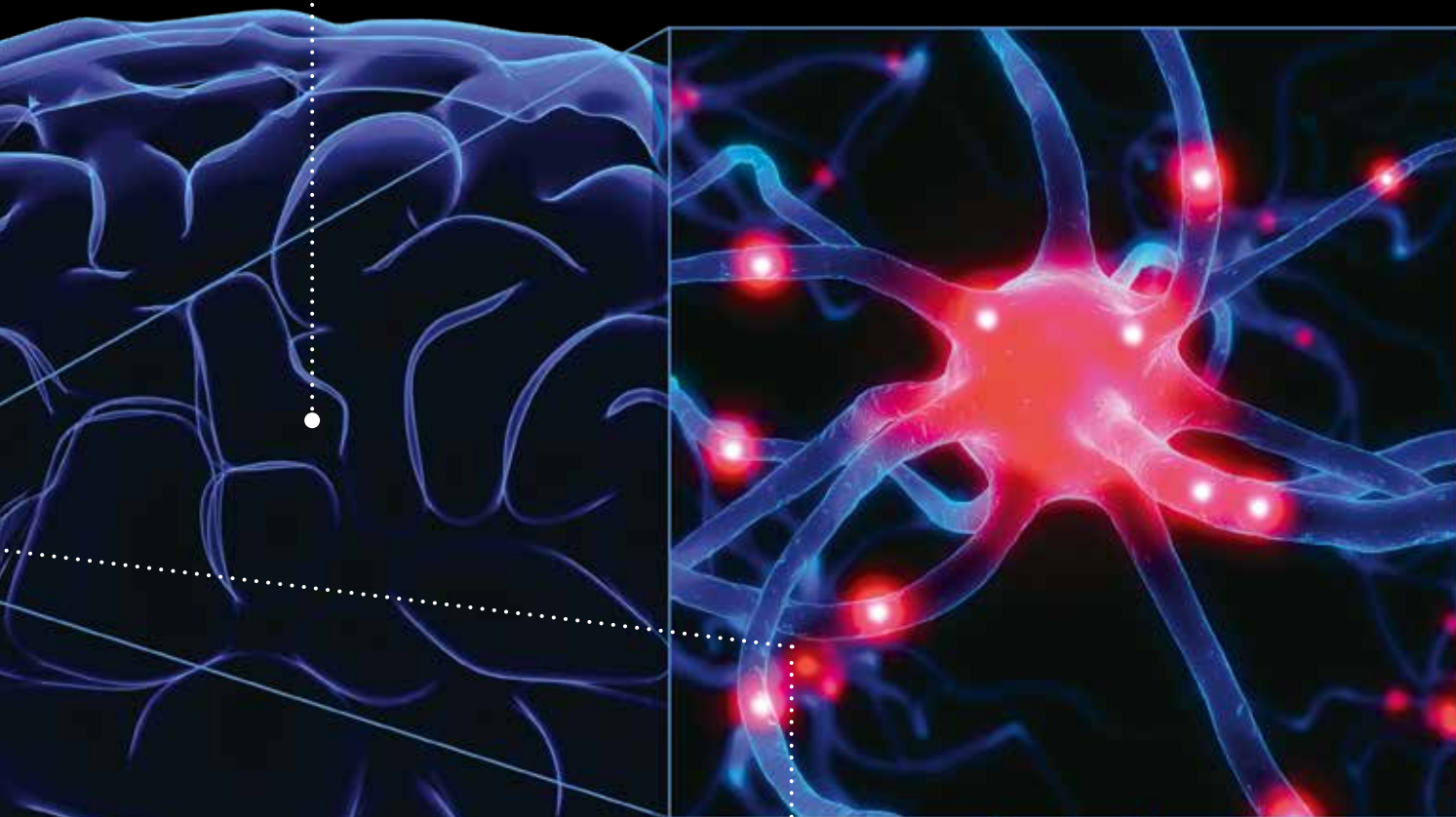
PŘIBLIŽNÝ POČET OSTATNÍCH  
(NENEURONÁLNÍCH) BUNĚK V MOZKU  
(PŘEDEVŠÍM TZV. GLIOVÉ BUŇKY)

## CO O MOZKU NEVÍME A CO SE DOZVÍME?

V současnosti věda dokáže poměrně dobře studovat jednotlivé neurony. „U zvířecího výzkumu je hodně na vzestupu optogenetika, která umožňuje světlem zapínat a vypínat právě individuální neurony a studovat jejich funkce,“ vysvětluje Aleš Stuchlík. Teď neurovědce čeká etapa, ve které se budou snažit pochopit, jak neurony mezi sebou komunikují a spolupracují. „Hodně vzdálené našemu poznání jsou ale informace, jak ze souhry miliard elektrických a biochemických pochodů povstávají fenomény, jako je naše vědomí či představitost,“ upozorňuje Aleš Stuchlík. Jiří Paleček dodává, proč není snadné tyto věci odhalit, i když „vidíme“ až na úroveň jednotlivých neuronů: „Problémem je především obrovské množství dat.“ Ale velké otázky samozřejmě jsou motivací a cílem vědců. „Myslím, že nalézt odpovědi potrvá ještě několik století,“ říká Josef Syka. A dodává, že mnohem blíže je třeba nalezení léčby na některé poruchy – schizofrenii nebo Alzheimerovu chorobu. „Myslím, že tam se blížíme horizontu několika desítek let.“

# 100 bilionů

PŘIBLIŽNÝ CELKOVÝ POČET VŠECH  
SYNAPSÍ (PROPOJENÍ) V MOZKU



# 86 miliard

PŘIBLIŽNÝ POČET NEURONŮ

# 16 miliard

PŘIBLIŽNÝ POČET NEURONŮ V MOZKOVÉ KŮŘE

ludē uderichu rani lubni hromae uirazi  
chuzniki orubi hlucne choruhui cu stori  
namolt wrazi uelamolt otrysalauē pod ucy  
Dauē kch udera uolie upolani alpolene  
oruzie chuatani auoladiki hieyne rani se  
ku polene cu kaciem hie motamo danem or  
ciu kubrane prysieki daledale prysied  
udatan hieciu amucelnie ieli holhem da  
no wltane iedno slunce powliem nebi wlt  
ane farmur nad wliu zemiu oples rozn  
licie radolt powliem pze roznohlie nado  
st folkol p̄hi rozletniue radolt powliem ze  
mi powliem zemi o radoltnei p̄hi **Pocina**  
**lie kapitulie sestmerciezna trysietich knih opo**

**biu kalitow**

**S**iti slunce allunegto tiluē ralohtuo de  
ti swietis namy nabiedne ludi idie ielt ka  
niez fone lud nas brani fone daleto zaiel ko  
ny wraho uicze lina waltice dluhua tahem  
niema tahu alu niema alie otchorsielkha  
drysiewuch hor wraie kraiu **Dauē** nebo za  
da dauē wryebro zlaso ztozice paki wany wi  
zehau duori chizice awliectonam uizchadstis  
iebro zlaso pobrachu hrowda wotchachu dale fow  
kang idu neuzte kuetie neuzte uiz uany tani  
eska wltana tulo dluhostupana cuziem kopiety  
uice uence zpolkich kuetow hie uiz hiecliu  
olenielie zelena pmienuelie wlie **Budielie**  
pmienuelie dita **Beneshermanow** tano lud w  
romadu zue p̄ciu kalitow hluciechulie kuetu  
lude wlele podhrubu klatu wlat zaornizie hie  
cep p̄ciu wihō beneshenesh wpryiedu iede  
zaniem mes lud drazliu pomitu pomitu uola

# RUKOPISY

## jako živý symbol

Ve své době vycházely *Rukopisy královédvorský* a *zelenohorský* častěji než Máchův *Máj* a *Babička* Boženy Němcové a po mnoho let byly nejpřekládanějšími českými díly. **Inspirovaly básníky, sochaře i hudební skladatele. Jako fascinující příběh mystifikace mají sílu inspirovat dodnes.**

**Z**ačíná schůze české nebeské komise v úctyhodném složení: svatý Václav, Jan Amos Komenský, praotec Čech, Jan Hus, Karel Havlíček Borovský a babička z románu Boženy Němcové. Komise má nelehký úkol: rozhodnout, zda do nebe z očiště vpustí Hanku a Lindu, domnělé padělatele *Rukopisů královédvorského a zelenohorského*. „Hus: ‚Vy je pořad nazýváte jen křestními jmény. Jak se ta Hanka a Linda jmenovaly dál?‘ Havlíček (vejde a směje se): ‚Hanka se jmenovala Václav a Linda se jmenovala Josef‘.“

Znalci Cimrmana jistě poznali úryvek z hry *České nebe*. Zdeněk Svěrák a Ladislav Smoljak se v ní po bezmála dvou stech letech vrátili k velkému tématu tajuplného nálezu domnělých vzácných staročeských rukopisů, jejich přitažlivosti a rozpaků, jak s nimi vlastně naložit. Za objevitele, respektive padělatele se dnes v učebnicích dějin české literatury označují právě Václav Hanka a Josef Linda. Hra měla premiéru symbolicky na státní svátek 28. října 2008.

### NÁLEZY NEZNÁMÝCH RUKOPISŮ

Také symbolicky – na svátek sv. Ludmily – 16. září 1817 měl mladý básník Václav Hanka ve sklepení kostela sv. Jana Křtitele ve Dvoře Králové nalézt drobný pergamenový sešitek. Obsahoval sedm dvojlístů popsaných rezavě hnědým písmem

se zlatými, zeleně ozdobenými iniciálami. Podle místa nálezu se rukopisu začalo říkat královédvorský.

O obsahu domnělého nálezu informoval Václav Hanka dopisem jazykovědce Josefa Dobrovského s tím, že mělo jít o staročesky psanou lyriku a epiku ze 13. až 14. století pojednávající o nejstarších slovanských kořenech znovu se probouzejícího národa. U tehdejších vlastenců vzbudil dosud neznámý rukopis velké nadšení. „Jako by Češi znovu spatřili své starožité básnictví, studnici původního ducha a síly, a vyrovnali se tak klasické tradici i Němcům s jejich zpod vrstev prachu vytaženými Nibelungy,“ přibližuje Dalibor Dobiáš z Ústavu pro českou literaturu AV ČR.

Václava Hanku nález proslavil, na doporučení Josefa Dobrovského získal místo v nově založeném Vlastenském muzeu (dnes Národním). *Rukopis* upoutal i za hranicemi. Mezi jinými také Johanna Wolfganga Goetha, který se zajímal o starou národní literaturu a sám byl autorem drobných mystifikací. Václav Hanka obdržel řád sv. Vladimíra a dovedně upevňoval postavení své i *Rukopisu* mezi svými souputníky.

Na úspěchu *Rukopisu královédvorského* mohl stavět další nález, později označovaný jako zelenohorský (za místo nálezu se udávala Zelená Hora u Nepomuku).

Byl méně obsáhlý než první rukopis, skládal se pouze ze dvou pergamenových dvojlístů popsaných zeleným písmem. Obsahoval oslavnou báseň o Libuši jakožto vládkyňni státního útvaru starých Čechů a o vyspělém slovanském právu a kultuře na jejím dvoře (v konkurenci k jiným pramenům, např. *Kosmově kronice*, které

o Libuši referovaly jako o věštkyni). Josef Dobrovský tento nález obratem označil za podvrh.

### NÁRODNÍ SYMBOL

Václav Hanka po smrti Josefa Dobrovského vydal oba rukopisy s dalšími menšími nálezy jako jeden celek, spolu s historickým vysvětlením. To se stalo základem pozdějších teorií o potlačené české národní škole, o literatuře, která přímo komunikovala s národem v jeho vlastním jazyce. Podobný postoj sdíleli i další vlastenečtí básníci, hudební skladatelé, malíři a sochaři; důkazem jejich hlubšího ztotožňování se s národním programem bylo

”  
Pokud by se  
bylo prokázalo,  
že jsou *Rukopisy*  
falešné, znamenalo  
by to pro Čechy  
a jejich program  
národní emancipace  
velkou potupou.

Dalibor Dobiáš



**PhDr. DALIBOR DOBIÁŠ, Ph.D.**

**Ústav pro českou literaturu AV ČR**

Je vedoucím oddělení pro literaturu 19. století Ústavu pro českou literaturu AV ČR. Vystudoval bohemistiku, slavistiku a komparatistiku na Filozofické fakultě UK. Působil na univerzitách v německém Řezně, Moskvě a italské Pise a jako hostující profesor v Benátkách a Padově v Itálii, kde získal i vědeckou habilitaci pro obor slavistika. Zabývá se především českou literaturou od konce 18. až do 20. století ve středoevropských souvislostech.

přebírání vlasteneckých jmen z *Rukopisů*: Václav Bolemír Nebeský, Karel Slavoj Amerling apod.

„Stejně jako dnes potřebovala společnost na počátku 19. století pro svou

soudržnost symboly. Ty starší, jako vazba k humanistickému dědictví, se sice významně uplatnily v osvícenském účtování s ‚temnou‘ barokní minulostí, ale době, která vzývala duch národa a jeho obraznost, už nestačily. *Rukopisy* nabízely ukotvení ve slavné minulosti, možnost aktualizace pro přeskupující se společenství za účasti umění a navíc byly srozumitelné a přitažlivé i pro Hankovy současníky v Evropě,“ říká Dalibor Dobiáš.

*Rukopisy* se záhy staly pro Čechy, Němce a další Evropany viditelným symbolem; zvláště od vyostření národnostních sporů v habsburské monarchii na přelo-

mu padesátých a šedesátých let 19. století však i politickým problémem. Pokud by se prokázalo, že *Rukopis zelenohorský* (možná ale i celek nálezů) je falzum, znamenalo by to pro Čechy a jejich program národní emancipace velkou potupu. Zároveň by to nabídlo vítaný argument pro kritiky, kteří tvrdili, že česká kultura je neautentická a závislá na kultuře německé.

### OSLAVA A OBRANA

O *Rukopisech* a jejich pravosti či nepravosti už vznikly stohy článků, statí a knih, pamfletů i vě-

zvláště ve druhé polovině 19. století. Ať už se jednalo o národnostní sebeuvědomování Čechů, výuku ve školách s národnostně smíšeným žactvem, spolkový život nebo formování národního umění a vědy. „Na tématech jako školská výuka nebo hledání identity v memoárech jsme se rovněž pokusili ukázat, jaký problém pro velkou část české společnosti znamenal pád *Rukopisů* způsobený kritikou T. G. Masaryka a jeho spolupracovníků v roce 1886,“ dodává Dalibor Dobiáš.

### UKOPISY NA FINSKÝ ZPŮSOB

Další důležitou, dosud málo známou výzkumnou dimenzi představoval evropský kontext vzniku a přijetí *Rukopisů*. Autoři monografie se zabývali tím, jak české nálezy přijali Francouzi a Angličané, ale i Lužičtí Srbové či Ukrajinci, jak se příběhy popsané v *Rukopisech* promítly do německojazyčné beletrie z českých zemí nebo jaké jsou paralely výtvarného zpodobňování motivů z českých *Rukopisů* a finské *Kalevaly*.

Finský národní epos *Kalevala* se objevil nedlouho po Hankově nálezů a vyvolal podobnou senzaci, i když okolnosti jeho vzniku se od *Rukopisů* liší. Nešlo o podvrh starých literárních památek, ale o autorsky upravený sběr autentických lidových zpěvů. Z jiného úhlu než *Rukopisy* tak *Kalevala* odkazovala k nejznámějšímu z pravzorů podobných děl, skotským *Ossianovým zpěvům*, které v šedesátých letech 18. století vydal básník James Macpherson. Tvrdil přitom, že jde o zlomky středověké gaelské poezie přeložené do angličtiny, které sesbíral na skotské vysočině.

„Každý případ zakládající národní epiky je trochu jiný. Jednou se staré dílo skutečně dochovalo a bylo pro něj jen potřeba vytvořit nový rámec, jinde byl k dispozici bohatý folklor anebo přesvědčivý historický rámec. Co je spojovalo, bylo jejich moderní uplatnění a vymezení navzájem,“ vysvětluje Dalibor Dobiáš. „U českých *Rukopisů* záráží jejich materiálová a technická dokonalost. Dokládá vynikající úroveň naší tehdejší slavistiky i schopnost restaurovat starobylé pergamenové rukopisy.“

deckých prací. „Od poloviny 19. století jde o tisíce a tisíce položek, autoři v nich ovšem vesměs řešili autenticitu rukopisů a historii sporu o pravost. My jsme si chtěli položit jiné otázky,“ zdůrazňuje Dalibor Dobiáš a obrací pozornost k loni vydané, téměř 1800 stran objemné dvousvazkové monografii *Rukopisy královédvorský a zelenohorský v kultuře a umění*, kterou uspořádal a editoval. Autoři jednotlivých kapitol se zabývali mimo jiné rolí *Rukopisů* v umění a kultuře v českých zemích a evropským kontextem jejich přijetí i kritiky.

Pohled do obou svazků dokládá, jaký vliv měly *Rukopisy* na českou společnost

Jedním z momentů, který podobná díla spojuje, je jejich význam pro rozvoj národních umění. Nabízela alternativu k doznívajícímu klasicistnímu umění, důkaz, že i jednotlivé národní tradice mu mohou konkurovat a stát se zdrojem inovace. „Všimněte si, jaké úsilí si dali autoři *Rukopisu královédvorského*, aby ve svých Lumírech a Zábójích předvedli, jak by moderní umění mohlo po starém vzoru vypadat. Ne náhodou nám zdobí pěvci *Rukopisů* Národní divadlo,“ zdůrazňuje literární historik.

## SMETANOVA LIBUŠE I MYSLBEKOVY SOCHY

Národní divadlo, dokončené v roce 1881, představovalo pět let před Masarykovou kritikou vrchol rukopisného mýtu a zároveň prostor, v němž se mohla prvně prolnout všechna *Rukopisy* inspirovaná umění. „Výzdoba se měla stát manifestem umělecké i historické suverenity českého národa a *Rukopisy* se přitom staly zákla-

dem, na němž stavba národního svato- stánku bezprostředně spočívala,“ píše Markéta Dlábková v monografii *Rukopisy královédvorský v kultuře a umění* a i ona poukazuje na evropský kontext podobného přístupu, totiž vídeňskou Operu.

Provoz Národního divadla slavnostně uvedla korunovační opera *Libuše* od Bedřicha Smetany složená na libreto Josefa Wenziga, jehož děj vychází z *Rukopisu zelenohorského*. Kněžna Libuše opěvovaná *Rukopisem* inspirovala i Josefa Václava Myslbeka při tvorbě vyšehradských soch a básníka Julia Zeyera při psaní cyklu *Vyšehrad*. Autoři studií v monografii Ladislav Futtera, Michal Fránek a Jiří Kopecký se zabývají právě tím, jak se vlivem *Rukopisu zelenohorského* změnil obraz Libuše – od věštkyně zmiňované v *Kosmově kronice* až k moudré ikonické vládkyni státu Čechů.

Monumentální a mnohdy politicky zatížená díla ustavila hranici dalšímu uplatnění rukopisných témat v umění. Zejména po Masarykově kritice ustoupily *Rukopisy* jako stigmatizované „podvrhy“ do pozadí, jejich další umělecké ozvuky byly spíše nepřímé, vyhnula se jim už Muchova *Slovanská epopej*. O znovuorození jejich odkazu můžeme hovořit až v závěru

20. a začátku 21. století. V době, která se zdá otevřenější nejen historickým fikcím, ale především novým mystifikacím. Znovu se tak připomínají v současné beletrii (např. mystifikační román *Poslední tečka za Rukopisy*), hudbě, výtvarném umění i v divadle.

Například v Žižkovském divadle Jára Cimrmana, které si na mystifikaci přímo zakládá. *Rukopis hry České nebe* byl podle cimrmanologů nalezen v cukrováru v Dymokurech, tedy ani ve Dvoře Králové, ani na Zelené Hoře. To jí ale samozřejmě neubírá na genialitě, na niž jsme u Cimrmana zvyklí. Jára Cimrman prý patřil mezi význačné kritiky pravosti *Rukopisů*, a připojil se tak k osobnostem jako Antonín Vašek, Jan Gebauer nebo T. G. Masaryk. Cimrman napsal: „Básničky jsou to pěkné a muselo jim to dát, pacholkům, práci, ale podvádět se nemá.“ A jak se na morální aspekt literární mystifikace dívají cimrmanologové? „My dobré úmysly falzifikátorů do jisté míry chápeme. A dovedeme dokonce i pochopit, že je taková práce těšila. Ale vymýšlet si události, které se nikdy nestaly, a postavy, které nikdy nežily, a po léta mystifikovat celý národ, to se nám opravdu, ale opravdu přičí.“



## Ukázka lyrické básně z *Rukopisu královédvorského*

Transkripce  
*Rukopisu královédvorského*

Přebásnění  
Kamila Bednáře z roku 1961

Ach vy lesi, tmaví lesi,  
lesi miletínští!  
Čemu vy se zelenáte  
v zimě, létě rovno?

Ach, vy lesy, tmavé lesy,  
lesy miletínské!  
Proč jen vy se zelenáte  
v zimě jako v létě?

Ráda bych jáz neplakala,  
nemůtila srdce;  
a řekněte, dobří lidé,  
kto by neplakal zdě?

Ráda bych já neplakala,  
nermoutila srdce,  
řekněte však, dobří lidé,  
kdo by nezaplakal?

Kdě můj očik, očik milý?  
zahřeben v rove[č]ce.  
Kdě moje máti, dobrá máti?  
Travka na niej roste.

Kde můj otec, otec milý?  
Pohřben je v hrobečku.  
Kde má máti, dobrá máti?  
Tráva nad ní roste.

Ni mi bratra, ni mi sestry,  
junošu mi vzechu!

Nemám bratra, nemám sestru,  
mládence mi vzali.





# Divočáci ZA ČASŮ MORU

Původně chtěl být Luděk Brož chemikem, ale cesta na sibiřský Altaj jeho plány změnila. Stal se sociálním antropologem. Fascinující témata si ho nacházejí i v Evropě, aktuálně začíná odhalovat nečekané souvislosti vztahů mezi myslivci, veterináři a divočáky.

**Mgr. LUDĚK BROŽ, M.Phil., Ph.D.**

**Etnologický ústav AV ČR**

Je vedoucím oddělení ekologické antropologie Etnologického ústavu AV ČR. Studia etnologie a sociální antropologie absolvoval na Filozofické fakultě UK a University of Cambridge. V letech 2008–2011 byl postdoktorandem v Ústavu Maxe Plancka pro sociální antropologii v německém Halle. Jako školitel magisterských a doktorských studentů působí na katedře obecné antropologie Fakulty humanitních studií UK a externě přednáší v Ústavu jižní a centrální Asie Filozofické fakulty UK. V roce 2018 se stal prvním českým stipendistou nového výzkumného programu TANDEM, jenž propojuje badatele z AV ČR a francouzského Národního centra pro vědecký výzkum CNRS na platformě CEFRES.

**V průběhu následujících let budete díky evropskému grantu ERC zkoumat trojúhelník vztahů myslivci-zvěrolékaři-divočáci v kontextu epidemie afrického moru prasat. Jak se k takovému tématu dostane odborník na sibiřskou republiku Altaj?**

Zas až tak vzdálené to není. Na Altaji je lov velmi důležitou součástí života místních komunit a jako takový je fenomén lovu i typickým antropologickým tématem. Jenže zpravidla antropologové lov zkoumají v mimoevropských společnostech, v Evropě se mu zatím věnovali spíše sporadicky. Asi největším impulzem ke změně tématu u mě ovšem byly rodinné důvody. Hlavní antropologickou metodou je takzvané zúčastněné pozorování, které mimo jiné předpokládá, že ve studovaném prostředí dlouhodobě žijete. Když jsem se usadil a narodilo se nám dítě, začal být dlouhodobý pobyt pět tisíc kilometrů od domova komplikací.

**Hledat náhradu za sibiřská témata asi nebylo snadné. Měl jste nějaký vzor? Někoho, kdo vás v další cestě inspiroval?**

Ještě když byl syn malinký, byli jsme s ním na Sibiři dvakrát, jakmile dosáhl školního věku, naše rodinná mobilita se dost zkomplikovala. Přemýšlel jsem, co dál. Inspirovala mě přítom profesní dráha Marilyn Strathernové, jedné z mých profesorek z Cambridge, která podle mne patří k nejvlivnějším osobnostem sociální antropologie druhé poloviny 20. století. Byla uznávanou odbornicí na Papuu-Novou Guineu, a když se stala matkou, velmi úspěšně se přeorientovala na témata v domovské Velké Británii. Mezi oběma přítom udržela zajímavou komparativní linku. Když jsem se rozhlížel po tématech já, věděl jsem, že budu začínat od nuly, ale že by zároveň bylo moudré zaměřit se na něco, co mi alespoň v sibiřském kontextu nebylo výzkumně cizí. Napsal jsem malý projekt zaměřující se na vztah lidí a divokých prasat s důrazem na roli myslivosti. V červnu 2017 se na Zlínsku objevil africký mor prasat. Najednou bylo jasné, že jde o věc, která má potenciál zásadně ovlivnit vztahy ve společnosti. Do hledáčku se mi tak krom divočáků a myslivců dostali i veterináři.

**Na webových stránkách vašeho týmu se lze dočíst o podoboru veterinární antropologie, který se vyvíjí v posledních zhruba pěti letech.**

Ano, světem lidské medicíny se antropologie zabírá už mnoho let, tzv. medicínská antropologie dokonce patří k velmi významným subdisciplinám – studuje sociokulturně zakotvené repertoáry představ a praxí týkajících se zdraví a nemoci včetně těch, které nazýváme západní medicinou. Veterinární medicína byla naproti tomu sociálními vědci dosud spíše upozaděná. Když už se jí někdo z antropologů zabýval, pak jen v kontextu zoonotických chorob, tedy přenosných na člověka. Zaměření na africký mor prasat, který není na člověka přenosný, lépe ukáže další klíčové role veterinární medicíny v současných společnostech.

”

Klíčem k úspěchu při žádostech o ERC granty je, aby naše věda sama sebe nepovažovala za českou, ale za světovou vědu provozovanou v Česku, jinými slovy, aby byla více kosmopolitní.

**Podstatou antropologického výzkumu je dostat se co nejlíže ke studovanému objektu, například určitou dobu žít se zkoumanou komunitou, a poznávat tak její způsob života. Znamená to, že v následujících pěti letech budete chodit s myslivci na lov divokých prasat nebo s veterináři do laboratoří a do terénu?**

O lidech, které zkoumáme, v současné antropologii nepřemýšlíme jako o pouhém studovaném objektu, přistupujeme k nim jako k partnerům při vytváření znalostí. Nejdůležitějším nástrojem antropologického výzkumu je přítom sám výzkumník a jeho subjektivita. I proto je přínosné pracovat v týmu a zároveň zachovávat jeho vnitřní diverzitu. V mém týmu jsou vegani, stejně jako praktikující lovci, nehodláme se přiklánět k žádné z předem daných pozic. Vrátil jsem k vaší otázce, ano, budeme co nejlíže jak lovcům, tak veterinářům a určitě i divokým prasatům. Ostatně některé základní kompetence, abych toho byl schopen, jsem se v rámci navazování kontaktů a mapování prostředí snažil vybudovat. Absolvoval jsem například kurz veterinární epidemiologie v Ústavu Friedricha Loefflera v německém Greifswaldu a vektorové analýzy modelace šíření chorob v Berlíně. Také jsem složil lovecké zkoušky.



## HROZÍ V ČR OPĚT AFRICKÝ PRASEČÍ MOR?

V březnu 2019 česká Státní veterinární správa oznámila, že se africký mor prasat podařilo ze země vymýtit, o rok později už je ale situace opět vážná. Aktuální informace zveřejňují stránky <http://www.africkymorprasat.cz> zpracovávané redakcí časopisu *Svět myslivosti*. Letos v březnu si na nich mohli čtenáři přečíst mimo jiné články s těmito titulky: „Německo pokračuje ve stavbě plotu proti migraci divočáků z Polska“, „Recko: První případ afrického moru byl odhalen v chovu prasat domácích“, „Ceny prasat jsou letos rekordně vysoké, příčinou je africký mor“ nebo „Dánsko drží africký mor za plotem“.

## Jsou kurzy v německých veterinárních institucích využitelné v českých podmínkách?

Určitě. Na německém případě je navíc velmi zajímavé sledovat, jak funguje jejich příprava na budoucnost. Africký mor prasat je velkým problémem v Polsku, Pobaltí, Bělorusku i na Ukrajině, v Německu se zatím neobjevil. Ale riziko, že se tak stane, je velké. Proto vždy, když se v některé ze sousedních zemí objeví nové ohnisko nákazy, Ústav Friedricha Loefflera tam vyšle tým svých expertů. Pomáhají s virem bojovat a zároveň se připravují na variantu, že by se mohl rozšířit k nim.

## Africký mor prasat se u nás poprvé objevil v polovině roku 2017 na Zlínsku. V březnu 2019 Státní veterinární správa oznámila, že se podařilo nákazu na našem území vymýtit. Tehdy jste se vlivem nemoci na trojúhelník vztahů myslivci-veterináři-divočáci teprve začal zabývat. Otázka zní možná drsně, ale nemrzí vás, že už je „po tom“?

Nemrzí. Dojel bych si za nemocí jinam. Ostatně náš projekt je mezinárodní. Sledujeme situaci ve Španělsku, Francii, Polsku... Obávám se nicméně, že terénního materiálu budu mít ještě dostatek. Minule se jednalo o specifické izolované ohnisko nákazy pouze na Zlínsku. Epidemie, která se aktuálně blíží z Polska, připomíná frontální posun. Veterinární správa i myslivci se připravují na situaci, že nemoc může znovu propuknout. A musejí počítat i s tím, že stejný recept nemusí podruhé zabrat stejně efektivně.

## Říkáte, že budete zkoumat situaci nejen u nás, ale i v zahraničí. Kolik lidí tvoří váš tým?

V týmu nás bude devět včetně postdoktorandů a doktorandů. Tak trochu mimo náš evropský kontext pak stojí další postdoktorand Paul G. Keil z Austrálie, jenž se zabývá výzkumem lovu tamních zdivočelých prasat (v zemi jich bylo před nedávným suchem a požáry až 23 milionů). Jde o zcela specifický místní druh lovu, kterému se říká pigdogging. Věnuje se mu podle odhadů až sto tisíc lidí, většinou mužů, často celé generace. Lov probíhá bez palných zbraní, s noží a psy. Jeden nebo dva psi chytanou divočáka za uši, lovec na něj pak skočí a zapichne ho.

## Mají v Austrálii také problém s africkým morem prasat?

Zatím tam není. Ale Austrálie se nachází jen kousek od jihovýchodní Asie, kde je naopak nemoc obrovskou katastrofou, rozšířila se totiž do domácích malochovů i velkokapacitních vepřinů napříč oblastí. V řadě zemí v regionu uhynula nebo byla kvůli chorobě utracena až polovina chovných prasat, ceny vepřového vzrostly v roce 2019 o 70 procent a jejich výkyvy zůstávají obrovské. Australané nastavili velmi přísné kontroly na hranicích, dokonce zřídili funkci národního koordinátora pro ferální (zdivočelá) prasata. Panují obavy, že pokud by se virus do Austrálie dostal, v kombinaci s pigdoggingem hrozí velmi rychlé šíření nemoci a ohrožení chovů prasat. Je potřeba dodat, že pigdoggeri velmi často ulovená zvířata prostě nechávají ležet, trofejí je pouze fotografie a případné šrámy lovců a jejich psů. Právě těla prasat, takzvané kadávery, by mohla sehrát negativní roli při šíření viru, pokud by se do Austrálie dostal.

## VÝSKYT NEMOCI V EU

Na konci února 2020 se africký mor prasat vyskytoval v Pobaltí, Polsku, Bulharsku, Rumunsku, Maďarsku, na Slovensku a v Belgii. Nově se nákaza objevila také u chovných prasat na malé farmě v severní části Řecka. Poprvé byla nemoc identifikována na africkém kontinentu ve dvacátých letech 20. století. Postihuje domácí i divoká prasata a může infikovat také specifického hmyzího přenašeče – klišťáky rodu *Ornithodoros*.



## Epidemické rozšíření viru v Evropě by mohlo mít vážné ekonomické důsledky, ale má i symbolické významy. Například se znovu mluví o nutnosti stavět na hranicích ploty.

K tomuto kroku přistoupilo Dánsko, které je důležitým producentem vepřového masa. Podél své jižní hranice s Německem vybudovalo 70 kilometrů dlouhý plot, který má zabránit migraci divokých prasat. Je to dost diskutabilní opatření, protože o divočácích se ví, že jsou neuvěřitelně přizpůsobiví, dokážou překonat různé překážky, jsou rychlí běžci a zdatní plavci. Je tedy otázka, zda plot skutečně zabráni migraci divokých prasat, což je navíc úplně jiná otázka, než jestli může zabránit rozšíření virové nákazy. V přenosu afrického moru prasat na velké vzdálenosti hraje hlavní roli člověk, protože jinak mnohasetkilometrové skoky nákazy, například do Belgie, vysvětlit nelze. V českém případě se nejčastěji hovoří o možnosti, že virus nevědomky mohli přivést řidiči kamionů z východní Evropy v masných výrobcích, třeba nedostatečně tepelně upravených klobásách. To jsou ale jen spekulace a od nich je někdy co by kamenem dohodil ke ▶

## Obojky pro divočáky

„Lovů se zatím moc neúčastním, výzkum začne teprve v červenci letošního roku. V rámci příprav ale spolupracuji s kolegy z Mendelovy univerzity, kteří mne vzali na odběry vzorků z odlovených prasat, a s kolegy z České zemědělské univerzity, se kterými jsem měl možnost dávat divočákům obojky s GPS, které zaznamenávají jejich aktivitu. Takzvané telemetrické sledování je velmi důležité, protože nám ukazuje, jak prasata žijí a po jakých trasách se pohybují. Víme tak, že samice s mláďaty se zdržují na několika stovkách hektarů, zatímco někteří samci jsou tuláci a můžou ujít i velké vzdálenosti,“ říká Luděk Brož.



konspiračním teoriím. Když byla u nás potvrzena nákaza, ozývaly se na sociálních sítích i absurdní názory, že k nám virus poslali úředníci z Bruselu, aby naši zem zbavili prasat, a udělali ji tak lákavější pro muslimské migranty. Specificky na Zlínsku pak kolovaly legendy, že chorobu přivezl majitel tamního golfového hřiště, které mu rozrývali divočáci.

**Ke konspiračním teoriím přispívá i nešťastný a zavádějící název nemoci – africký mor prasat. Myslíte si, že je v dohledné době možné, aby se název změnil?**

Taková otázka dává smysl, představme si, že by se AIDS oficiálně jmenoval africká nemoc homosexuálů. Samozřejmě by to mělo jasné antiimigrační a homofobní konotace a provokovalo by to velmi specifické reakce ve společnosti. S africkým morem prasat je to podobné. Automaticky mnohé napadne, jestli nemoc nepřináší afričtí migranti. Takovou hypotézu dokonce přednesli poslanci v maďarském parlamentu v roce 2018. Název je matoucí i proto, že v Eurasii se nemoc šíří v rámci jiného epidemiologického cyklu a na rezervoáru viru v populaci afrického prasete bradavičnatého nijak nezávisí. Přesto se domnívám, že by případná změna názvu neprošla. Ostatně, odborníci zpravidla používají zkratky, jako jsou ASF (African Swine Fever) nebo AMP (africký mor prasat).

**Na pětiletý mezinárodní výzkum souvislostí a vztahů lovců, veterinářů a divočáků v kontextu prasečího moru jste loni získal ERC konsolidační grant ve výši dvou milionů eur (tj. přes 50 milionů korun), v médiích se zdůrazňuje, že jako jediný Čech v tom roce. Čím si vysvětlujete relativně malou úspěšnost českých vědců a vědkyň v této prestižní soutěži?**

Ve skutečnosti získal ERC konsolidační grant také Marek Basler z University of Basel, o němž ale média píší výrazně méně. Tady je možná zakopaný pes, v představě nějaké české vědy, kterou

pěstují Češi v Čechách. Klíčem k úspěchu v podobných soutěžích je, aby naše věda sama sebe nepovažovala za českou, ale světovou vědu provozovanou v Česku, jinými slovy, aby byla více kosmopolitní. Podstatná je otevřenost a mobilita, tedy ne praxe, že na jedné instituci vystudujete, pracujete v ní a zůstanete do důchodu. Pro moji profesní dráhu je naprosto zásadní, že jsem absolvoval magisterské a doktorské studium sociální antropologie v Cambridge a poté jsem působil jako postdoktorand na Ústavu Maxe Plancka pro sociální antropologii v Německu. Pohled do statistik ERC grantů je vypovídající. Mnohem úspěšnější než Česko jsou i menší země. Zhruba devětkrát více úspěšných žadatelů o konsolidační ERC grant mají v Dánsku nebo Rakousku. Pozoruhodné jsou i další detaily. Do druhého kola se nás dostalo z České republiky pět mužů, bílých Čechů, zhruba mého věku. Neznám přesné statistiky, ale zajímalo by mě, kolik se od nás vůbec hlásí žen či badatelů a badatelek, kteří jsou původem odjinud. Domnívám se, že máme velký problém s diverzitou, a to mě velmi znepokojuje. Právě diverzita a mobilita vytváří stimulační prostředí, které je klíčem k úspěchu. Příčinou i důsledkem nízké diverzity a mobility pak často bývá také nedostatečná úroveň angličtiny – především na úrovni institucí, které jsou bezradné při jednání s vědci, kteří nehovoří česky.

**Musel jste se na soutěž o ERC grant hodně připravovat?**

Rozhodně. V mém případě pomohl projekt TANDEM, což je společný program Akademie věd ČR a Francouzského ústavu pro výzkum ve společenských vědách CEFRES/CRNS (program spočívá v propojení dvou badatelů – jednoho z AV ČR, druhého z CNRS – ve společném výzkumném projektu, jenž vyústí v předložení žádosti o ERC grant, pozn. redakce). Díky tomuto programu jsem neřešil základní existenční potíže a mohl jsem se plně soustředit na vědeckou práci, umožnilo mi to utřídit si myšlenky a utvořit tým ve stimulačním prostředí. Nutno dodat, že obecně máme při

”  
Komunita  
myslivců rychle  
stárne a mladi  
zájemci se nehrnou.  
Situace se právě teď  
láme demograficky  
i společensky.

podpoře žadatelů o ERC granty v ČR ještě co dohánět. V rámci možnosti se o to snaží Technologické centrum AV ČR a osobně bych ještě velmi rád vyzdvihl až heroické iniciativy pana profesora Zdeňka Strakoše, což je mimořádný promotér ERC grantů u nás.

**Původně jste se nezaměřoval na kontext afrického moru prasat, ale vliv přemnožených divokých a zdivočelých prasat na lov v Evropě a mimo ni. Zajímá mě, proč vlastně prasata, a ne třeba důstojně vypadající jeleni. Jaký vlastně vztah máme my, lidé, k prasatům? Říká se hanlivě: ty jsi ale prase! Přitom na vepřovém mase a uzeninách si většina lidí v našem kulturním okruhu velmi ráda pochutná.**

Přesně tak, náš vztah k praseti je velice ambivalentní. Krásně to ilustruje scéna z amerického seriálu Simpsonovi. V ní Líza odmítá jíst z etických důvodů vepřové maso a Homer na to: „Nevadí, tak si dáme slaninu“. „No jo, ale tati, slanina je taky vepřové,“ namítá Líza. Načež Homer vyjmenuje desítky dalších druhů uzených a masných výrobků, aby od Lízy zjistil, že všechny jsou z vepřového. „A to všechno je z prasete? To je magické zvíře!“, uzavírá Homer. Prase bylo odjakživa zajímavé tím, že dokázalo efektivně přeměnit odpad na kvalitní bílkovinu. Hodně toho vydrží, umí se přizpůsobit téměř všemu včetně průmyslového velkochovu. Druhé takové zvíře, které leccos vydrží, je kuře, respektive slepice. Přesto k drůbeži mají lidé jiný vztah. Kuře je většinou přijatelné napříč kulturami, zatímco prase považují třeba muslimové nebo židé za nečisté.

**Vysvětlují nějak tyto kulturní ambivalence ve vztahu k prasatům antropologové?**

Ano, některé klasické antropologické práce se negativním vztahem lidí k vepřům zabývají, i když většinou se zaměřují na kontext Blízkého východu. Jedním z vysvětlení může být, že prase se těžko „škatulkuje“: je sudokopytník, ale není přežvýkavý, není ani takový, ani makový – podobné bytosti podle antropoložky Mary Douglasové člověk často považuje buď za svaté, anebo nečisté. Jiné vysvětlení se přiklání k biologickým důvodům. V poušti se hůř udržuje hygiena a zabítá prasata se bez možnosti chlazení rychle kazí. Proto prý vepřové maso některé kultury prohlásily za nečisté. Já osobně bych měl větší strach z patogenů na drůbežím mase.

**K jaké teorii se přikláníte?**

Obecně myslím, že je uvěřitelnější vysvětlení, které zohledňuje ekonomickou praxi prvních státních útvarů. Ve snaze o centralizaci, která se děla mimo jiné výběrem daní, včetně naturálních, se konfiskovala zvířata. Taková zvířata se pak přemísťovala i na dlouhé vzdálenosti. Zatímco ovce můžete hnát i v sušších oblastech, s prasaty to jde při nedostatku vody mnohem hůř. Státním zájmem tak byl chov skotu, ovcí a koz, zatímco prase mohlo přerozdělování v podobě daní komplikovat. Další aspekt spočívá v tom, že prasata jsou všežravci a zejména v minulosti se běžně krmila odpadem z domácností včetně exkrementů. Proto je mnohdy chovali chudší lidé, a elity se tak k prasatům vztahovaly jako k něčemu nečistému. Prasata zkrátka sdílela nízký status svých majitelů.

**Téma vztahu k prasatům může být vskutku hodně zajímavé.**

To určitě, zajímá nás ovšem nejen symbolická úloha prasat, ale i prasata z masa a kostí, včetně těch, která pobíhají v Praze po Černém Mostě a nahánějí lidem hrůzu. Musím uznat, že mě toto téma opravdu pohltilo. Například když jsem byl nedávno v Berlíně, schválně jsem si prodlužoval cestu procházkami po tamních parcích, hledal jsem rozrytý terén a doufal, že divočáky potkám. Berlín je jedno z hlavních měst divočáků v Evropě, vyskytuje se jich na jeho okrajích až dvacet tisíc, i když přesná čísla pochopitelně neexistují. Další podobnou metropolí divokých prasat je Barcelona, která je jednou z našich výzkumných lokací.

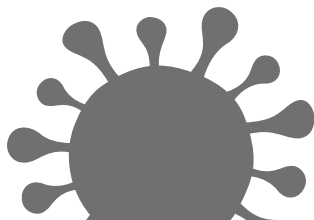
**Výzkum trojúhelníku vztahů myslivců, veterinářů a divočáků v kontextu afrického moru prasat je teprve na začátku. Můžete říci, s jakými výstupy na konci projektu vašeho týmu počítáte?**

Součástí výsledků budou samozřejmě publikace, jak to bývá u společenskovědních oborů běžné. Naším cílem ale bude s výsledky výzkumu proniknout i mimo uzavřené akademické prostředí. Rádi bychom předali zpětnou vazbu myslivcům a veterinářům, s nimiž budeme spolupracovat, ale obecně i dalším zapojeným subjektům, zemědělcům nebo zástupcům obcí, kteří se aktivně zapojují do procesu zvládnání epidemie afrického moru prasat.

## VIRUS AFRICKÉHO MORU PRASAT

### VIRUS

Virus afrického moru prasat patří mezi DNA viry a je jediným zástupcem čeledi Asfarviridae. Je vysoce odolný, životaschopný zůstává po dlouhou dobu v trusu, krvi i tělesných tkáních.



### PRASE

Klinické příznaky akutní formy nemoci: vysoká horečka 40–42 °C, ztráta chuti přijímat potravu, zažívací a dýchací potíže, krvácení v kůži a vnitřních orgánech. Zvíře hyne během čtyř až 10 dnů.

### ČLOVĚK

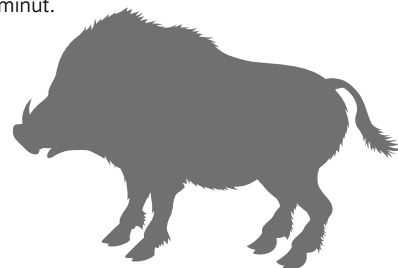
Člověku nebezpečná nákaza není, může ale nechtěně přispět k jejímu šíření. Pokud se rizikové výrobky či jejich zbytky objeví pohozené někde v přírodě, typicky u dálničních odpočívadel, může se rozšířit na volně žijící divoká prasata a od nich pak do velkochovu vepřů.

### MRÁZ

V chlazeném mase přežívá virus týdny i měsíce, v mraženém několik let. Naopak vysoké teploty virus ničí, při 56 °C je inaktivován za 70 minut, při 60 °C za 20 minut.

### KLOBÁSA

V nedostatečně tepelně upravených klobásách a salámech vydrží virus aktivní celé měsíce, v sušené slunce až 140 dnů.





# Pozor, nebezpečí **RADIACE**

Vojenské mise, radiologie, ukládání jaderného odpadu, ale třeba i lety do vesmíru – spojuje je životu a zdraví nebezpečné ionizující záření. **Nové cesty, jak se před ním ochránit, hledají čeští vědci.**



**Ing. ZBYNĚK ČERNÝ, csc.**

**Ústav anorganické chemie AV ČR**

Zbyněk Černý (na snímku vlevo) vystudoval obor výroba polymerů na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze. V roce 1989 získal titul kandidáta věd a začal pracovat v Ústavu anorganické chemie AV ČR, kde v současné době vede oddělení materiálové chemie. Věnuje se výzkumu nových materiálů pro technologii 3D tisku a materiálů pro stínění neutronového záření. Na této problematice spolupracuje s Ing. Karlem Emingerem ze společnosti Prago-Anorg, s. r. o. (na snímku vpravo).

**M**ívá dvě tváře. Dobrá pomáhá a léčí. Zlá škodí a ubližuje. Bez rentgenu nebo radioterapie si současnou zdravotní péči snad ani neumíme představit. Ale to, co pacientovi může zachránit život, může zároveň ohrozit lékaře. Řeč je o ionizujícím záření. Rozlišujeme několik typů – vysokoenergetická fotonová záření (rentgenové a gama), dále typická alfa a beta záření. Specifickým druhem ionizujícího záření je neutronové, s fatálními následky pro zasaženého člověka. Praktický způsob, jak jej odstínit, hledá chemik Zbyněk Černý z Ústavu anorganické chemie AV ČR.

Ačkoli doménou Akademie věd ČR je především základní výzkum, přesahy do aplikovaného jsou velmi vítané. Často vyústí do patentů, užitečných vzorů nebo ideálně do výrobků nabízených na trhu. Podobně je tomu i s materiálem Anorgan, který vznikl v rámci kolaboračního výzkumu Ústavu anorganické chemie AV ČR a společnosti Prago-Anorg.

S vizí využití anorganického materiálu, který by dokázal stínit nežádoucí neutronové ionizující záření a současně využíval výhod své anorganické podstaty, přišli

zakladatelé firmy Karel Eminger a Ladislav Klíma, oba bývalí vojenští specialisté na oblast výzkumu a vývoje. Mezi společností Prago-Anorg a řežským pracovištěm se podařilo dohodnout směr vývoje speciálních anorganických materiálů, které by byly zároveň homogenní, nehořlavé, netoxické a teplotně i radiačně stabilní a dokázaly by neutronové záření efektivně odstínit.

### TŘI KROKY OCHRANY

Jelikož je vývoj stínícího materiálu Anorgan chráněn obchodním tajemstvím, podrobnosti jeho složení nebo přípravy tvůrci neprozradí. Tajemství, z čeho je vyroben, vychází z jaderné a radiační teorie, jež napovídá, které prvky je vhodné použít k dosažení požadovaných stínících efektů. Nízkoenergetické (tzv. tepelné) neutrony dobře pohlcují materiály obsahující vodík a jádra lehkých prvků – příkladem nejběžnějších látek s vysokým obsahem protonů jsou voda, parafín nebo voda v betonu. Existují normy předepisující hodnoty radiační úrovně, za kterých je materiál považován za bezpečně stínící

a vyhovující v požadovaných aplikacích. Aby proces „stínění“ neutronového záření správně probíhal, musí se vysokoenergetické (tzv. rychlé) neutrony zpomalit, moderovat, aby se pak mohly v materiálu Anorgan zachytit. „Současně je ale nutné se postarat i o sekundární gama záření, které se generuje procesem tohoto neutronového zachytu,“ upozorňuje Karel Eminger. Jak vše poskládat do jednoho funkčního celku vysvětluje Zbyněk Černý: „Ideální soustavy pro stínění zdrojů neutronů se skládají ze tří vrstev, první dvě – moderační a absorbanční – slouží k odstínění neutronů, třetí stínící vrstva zachycuje sekundární gama fotony.“

Vývoj nového materiálu probíhal na etapy. Původně se tvůrci zaměřili na přípravu materiálů stínících pouze „teplé“ neutrony. „Praxe si ale rychle vyžádala i nezbytnou moderaci těch rychlých, a tak jsme připravili stínící systémy, které by v první vrstvě neutrony moderovaly a ty by se pak absorbovaly ve druhé samostat-



né vrstvě,“ vzpomíná na druhou etapu vývoje Karel Eminger. Ve třetí etapě se zaměřili na řešení vznikajícího sekundárního gama záření. Stínicí systémy byly tvořeny třemi druhy materiálů ve třech samostatných vrstvách. Úspěšnost řešení inspirovala přípravu materiálu smíšeného, univerzálního, který propojoval vlastnosti všech tří původně samostatných vrstev. Účinnost připravených stínicích materiálů a systémů otestovali v radiačních laboratořích a porovnávali s matematickými modely jejich teoretické účinnosti. „Cílem tohoto postupu byla i lákavá možnost predikce složení stínicích materiálů a jejich sestav pro požadavky stínění specifických zdrojů,“ podotýká Karel Eminger. Momentálně se vývoj nachází na počátku čtvrté etapy: dosud se vzorky vyráběly suspenzním litím do speciálně vyrobených forem. Takto připravené materiály ale mají obecně vyšší pórovitost, kterou by tvůrci rádi snížili. Rozhodli se proto, že další generace materiálů budou připravovat lisováním.

Nehledě na technologii přípravy, nejdůležitější stále zůstávají vlastnosti výsledného produktu a jeho efektivita. Cílem je vyvinout produkty, které se uplatní na trhu a budou mít lepší vlastnosti než materiály používané dosud. „Dominantním příspěvkem pro stínění neutronového záření je ten, že naše anorganické materiály by měly vydržet teploty až tisíc stupňů Celsia,“ vyzdvihuje Zbyněk Černý. Anorganické materiály jsou vůči ionizující-

címu záření obecně stabilnější než organické, navíc jsou stabilnější než hydráty, tedy látky obsahující ve své struktuře molekuly vody, jako například cement. Na rozdíl od nich při expozici ionizačním zářením neztrácejí své fyzikální vlastnosti. Jsou tedy odolnější i trvanlivější. Když do služby, měla by být přiměřeně ekologická i jejich likvidace. „Měl by to být běžný komunální odpad, a proto se snažíme vybrat k jejich přípravě ty nejvhodnější dostupné suroviny,“ doplňuje.

## PRAKTICKÉ VYUŽITÍ

Začneme ve zdravotnických zařízeních. Do doby, než je odpad odvezen, odkládají jej oddělení pracující se zářiči do speciálních boxů (místnosti). A zde se nabízí možná aplikace: stínění místnosti by šlo materiálem Anorgan zajistit – i dodatečně – velice jednoduchým způsobem. Podobně je tomu i s ukládáním jaderného odpadu. „Je to jedna z cest, se kterou počítáme,“ přikyvuje Karel Eminger a dodává, že materiál by šel využít jak pro samotná úložiště, tak i přepravní kontejnery. Výpočty porovnávající náhradu betonu, klasického materiálu využívaného pro stínění jaderných reaktorů, za Anorgan vyšly příznivě ve prospěch Anorganu, a to nejen rozměrově, ale i cenově.

A co třeba výzkum vesmíru? Nebezpečí plynoucí z dlouhodobých vysokých dávek

je jedním z důvodů, proč se lidstvo zatím nevydalo k Marsu. Karel Eminger upozorňuje, že pro příklady není třeba chodit tak daleko. Radiační problémy se totiž týkají i letecké přepravy: „Pohybujete-li se ve výšce deseti kilometrů, dostáváte dávky, které mohou nepříznivě působit na váš organismus.“ Také toto je výzva,

”  
Cílem je vytvořit produkt, který se uplatní na trhu.

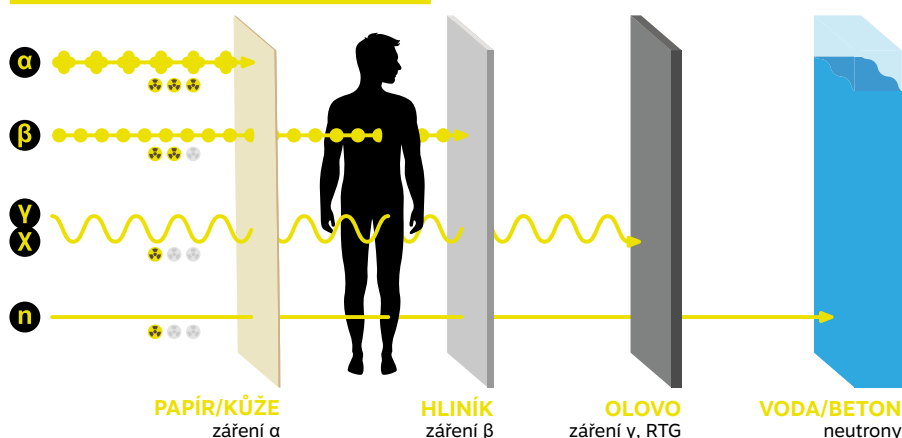
Karel Eminger

byť zatím vzdálená, mírní nadšení Zbyněk Černý a připomíná, že zatím jsou na pořadu dne zejména stavební konstrukční materiály. Uvažuje se především o kontejnerových pracovištích. Podle platných nařízení mají být všechna armádní pracoviště a bojová technika určená pro nasazení v poli chráněna proti radiaci. A to je jeden z prvotních cílů. A další? „Přenosné stínicí stěny – potřebujete udělat nějaké práce v radiačním pásmu a musíte se ochránit. Ze stěn vytvoříte chráněný prostor a po skončení je zase odnesete,“ vysvětluje další praktické využití.

Anorgan lze díky jeho vlastnostem a technologii výroby využít při výrobě sendvičových konstrukcí pevných staveb, ale i různých mobilních prvků a zařízení, jako jsou chráněné nástavby techniky a vozidel či úložné boxy – pro ukládání a přepravu jaderného materiálu, radioaktivních látek a jiného kontaminovaného materiálu, přístrojů a zařízení. Uplatnění tedy nalezne u obranných a záchranných složek, ale také v jaderné energetice, zdravotnictví, chemickém průmyslu, zkrátka všude, kde je třeba chránit lidské životy před následky nebezpečného ionizujícího záření.

Možných aplikací je nepřeborné množství a tvůrci Anorganu mají za sebou řadu úspěšných kroků – a také mnoho výzev před sebou. Dlouhodobou spoluprací se svými kolegy si Zbyněk Černý pochvaluje a oceňuje především skutečnost, že je výzkum financován ze soukromých zdrojů: „Děláme typický kolaboratorní výzkum, který stojí na smlouvě o spolupráci, ale jsou to oni, kdo má vizi, stojí si za ní a prosazují ji. Oni jsou hlava a já jejich ruce, ač kvalifikované.“ Jedno bez druhého by nemohlo fungovat. □

## DRUHY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ



Nejpronikavějším typem záření je neutronové (proud volných neutronů). Odstínit jej dokáže silná vrstva vody, betonu nebo nově také materiál Anorgan.

# Pozoruhodné MATERIÁLY DVOU DIMENZÍ

Grafen a další 2D materiály slibují převrat v kvalitě senzorů, tranzistorů, mikroprocesorů, ohebných displejů, průhledných dotykových obrazovek a světelných panelů. Nejprve je ale třeba najít postup, jak je vyrobit ve větším množství a za přijatelnou cenu.

**K**aždý, kdo pracuje s počítačem, už asi zažil situaci, kdy ho netrpělivě pobízeli: „Tak už naběhni!“ „Dělej!“. Komu by se nelíbilo mít přístroj nejen mnohem rychlejší, ale navíc až tisíckrát méně energeticky náročný než dnes. Není to utopie, cesta k němu je známá, i když zatím hrbolatá – vede přes ekologicky šetrné tranzistory vyrobené z pozoruhodného dvojdimenzionálního (2D) materiálu zvaného grafen. Mohly by se stát jádrem procesorů, které by pracovaly velmi rychle, nezahřívaly se a navíc byly energeticky nenáročné. Dvojdimenzionální materiály včetně grafenu jsou totiž nemírně tenké, tvoří je jediná vrstva atomů, což jim dodává jedinečné vlastnosti, u makroskopických materiálů nedosažitelné.

Martin Kalbáč z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR se s grafenem

poprvé blíže seznámil za svého studijního pobytu v Maschusettském technologickém institutu v USA ve skupině Mildred Dresselhausové. Tenkrát ho nijak zvlášť neupoutal, protože se věnoval uhlíkovým nanotrubičkám. „Niméně když už jsem tam byl, zkusil jsem si grafen sám vyrobit. A po návratu na své pracoviště v Praze jsem postavil aparaturu pro jeho syntézu – tím vlastně studium dvojdimenzionálních materiálů u nás začalo.“

Grafen a další 2D materiály díky své nepatrné tloušťce získávají oproti klasickým vícerozměrným materiálům zcela nové vlastnosti. Jsou nesmírně pevné, mohou z nich být skvělé izolanty, polovodiče, vodiče a dokonce supravodiče, vyznačují se vysokou vodivostí tepla a propustností pro světlo. Očekává se od nich výrazný pokrok v elektronice a optoelektronice, v kvantových technologiích, nanotech-

nologiích, ve fotovoltaice (jako transparentní elektrody v solárních článcích), při čištění vody atd.

## JAK VYROBIT GRAFEN

Technologie výroby grafenu je už podle Martina Kalbáče do určité míry zvládnutá. Objevili ho a zdánlivě úplně jednoduchým způsobem poprvé připravili Andre Geim a Konstantin Novoselov, kteří za to získali v roce 2010 Nobelovu cenu za fyziku. Vzali lepicí pásku a grafitický uhlík. Na něj pásku přilepili a jednu vrstvu – v podstatě dvojdimenzionální materiál – z něho sloupili. Bohužel kousíček, který se takto odloupne, je extrémně malý a nehodí se pro žádné technologické účely. Proto vědci začali hledat metody, jak grafen získat jinak, aby jeho plocha byla větší.

V Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR zvolili tzv. depozici chemic-

## PRAEMIUM ACADEMIAE

Martin Kalbáč obdržel v loňském roce Akademickou prémii neboli *Praemium Academiae*. Mohou ji získat pouze vynikající vědecké osobnosti na špičkové mezinárodní úrovni, jejichž výzkumy mají perspektivu dalšího rozvoje. Je spojena s podporou ve výši až 30 milionů korun, která je rozložena na dobu šesti let, aby laureátům umožnila dlouhodoběji rozvíjet jejich výzkum.

kých par.

I když o žádné

páry vlastně nejde: „Zdrojem uhlíku je metan, který se žene do pece, v níž je katalyzátor – my používáme měděný plíšek. Na něm se metan rozkládá a vzniká uhlík, který se uspořádává ve formě grafenu,“ objasňuje Martin Kalbáč.

Měděný plíšek se používá proto, že když se pokryje jednou vrstvou grafenu, nemůže už katalyzovat další reakci. „Díky tomu nevzniká uhlíkových vrstev víc, což by mohl být pro některá uplatnění

problém.“

Navíc tato metoda umožňuje připravit tak velké monovrstvy grafenu,

že už jsou průmyslově zajímavé.

Od grafenu si odborníci slibují bezpočet aplikací, podle Martina Kalbáče se však dají rozdělit do dvou hlavních skupin: v první je potřeba grafenu hodně a připravují se transparentní a vodivé vrstvičky. „Na tom není nic složitého. V podstatě se materiál rozemele, vytvoří se vrstvička – a když to zjednoduším, jde o práci na jedno odpoledne v laboratoři.“ V těchto případech se však příliš nevyužívá speciálních vlastností grafe-

nu, takže by často stačilo použít rozdrčený grafit. Zato druhá skupina aplikací je už na unikátních vlastnostech grafenu – tedy monoatomické vrstvy uhlíku – přímo založená a postup je přirozeně složitější. „Jednak musíme grafen připravit tak, aby své speciální vlastnosti měl. Tudiž musí být poměrně dokonalý – což je výzva i pro metodu depozice chemických par.“ Ta sice dovoluje připravit větší plochy grafenu, ale vzniká přitom řada defektů, například na hranicích zrn grafenu. Jedním z nálehavých – a ne snadných – úkolů pro vědce je proto najít způsob, jak kvalitu grafenu i postup jeho získávání zlepšit. Pokud se to podaří, otevře se obrovské pole nových speciálních použití, pro některé technologie doslova převratných.

V Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR se pustili do výzkumu ▶



Vzorek zlata připravený k analýze

směřujícího k ekologicky šetrnému tranzistoru. Označuje se akronymem BiSPET z anglického Bilayer PseudoSpin Field-Effect Transistor. Nejprve se připraví dvě velmi tenké vrstvy, které se nabijí opačným nábojem. „Když se nám to povede a dokážeme k tomu ještě přiřadit hradlové napětí, vznikne tranzistor spotřebovávající asi tisíckrát méně elektrické energie než tradiční tranzistory,“ vysvětluje dál Martin Kalbáč.

To už zní bezesporu hodně zajímavě – třeba energetická náročnost počítačů by rázem mohla klesnout až tisíckrát. Další převrat by mohl grafen přinést do 5G technologií, které potřebují velmi rychlé přepínače. Ukázalo se, že se dají pomocí grafenu skutečně připravit a dokonce i určitým způsobem ladit. V tomto případě už jde o poměrně strategické užití. „Kdo 5G nebo 6G či 7G technologie zvládne jako první,

**Nejlepší vzorky grafenu, které se dají na výzkum nových aplikací získat, jsou stále ty, které se vytvářejí z grafitického uhlíku pomocí lepicí pásky. Takže je potřeba kvalitu grafenu ještě zlepšit.**

dostane do rukou velmi silnou zbraň v podobě velkého technologického náskoku.“

### NEJEN GRAFEN

Vědci o dvojdimenzionální materiály tolik usilují proto, že jde vlastně o nanomateriály. A ty, jak známo, mají zcela jiné vlastnosti než běžné trojrozměrné materiály stejného chemického složení. Pro příklad Martin Kalbáč sahá ke známým nanotrubičkám, což jsou v podstatě srolované vrstvičky grafenu. „U nich je důleži-

té, jak danou vrstvičku srolujete. Můžete ji srolovat do trubiček rozmanitých poloměrů anebo můžete rolovat různými směry – jako list papíru: na délku, na šířku, napříč...“ To vše hraje zásadní roli – poloměr trubičky i směr svinování předurčují její vlastnosti. „Při určitém poloměru je kupříkladu polovodivá, při jiném poloměru má vlastnosti kovu.“ Na poloměru totiž závisí šířka tzv. zakázaného pásu, která je rozhodující pro vodivost látky. Určuje ale současně i barvu materiálu. „Takže trubička s určitým poloměrem bude třeba zelená, s jiným poloměrem fialová a tak dále.“ Materiál je přitom stále stejný – pouze uhlík. Jediný rozdíl spočívá ve způsobu srolování – podle toho získává výsledný materiál své vlastnosti. „Když vezmete dřevěný stůl a rozříznete jej napůl, stále to bude izolant a pořád bude mít hnědou barvu. Jakmile ale podobně změníte nanotrubičku, nanorozměrový



**RNDr. Ing. MARTIN KALBÁČ, Ph.D.**

**Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR**

Působí jako vedoucí oddělení nízkodimenzionálních systémů a jako zástupce ředitele, má za sebou řadu studijních pobytů v zahraničí. Zkoumá především takzvané dvojdimenzionální materiály, které způsobily revoluci v oblasti nanotechnologií. V roce 2019 získal Akademickou prémii, kterou chce využít k vývoji dvojdimenzionálních hybridních materiálů, jejichž elektronická struktura se bude kontrolovat pomocí elektrochemických stimulů a jejich reaktivita pomocí fyzikálních polí. K tomu bude potřeba vytvořit zcela nové metodologie a postupy.

materiál, její vlastnosti se dramaticky změni,“ objasňuje Martin Kalbáč. „Najednou budete mít místo izolantu nebo polovodiče kov a z červeného materiálu se stane zelený.“ Není divu, že tyto jevy vědce fascinují, snaží se jim dostat na kloub a co nejlépe využít.

Dokonce uvažovali o elektronice založené na uhlíkových nanotrubičkách různých vlastností: z polovodivých trubiček by se vyrobily tranzistory, z kovových zase vodiče. Tak by se dal udělat elektronický čip, potažmo celá elektronika. Analogický postup se dá podle Martina Kalbáče použít i u grafenu. Ukázalo se totiž, že tenoučký proužek grafenu může mít (stejně jako nanotrubičky) v závislosti na své šířce buď kovové, nebo polovodivé vlastnosti. „Pro novou elektroniku by tedy stačilo z grafenu vyřezat proužky určité tloušťky, která by se měnila podle toho, jestli chceme, aby proužek fungoval jako polovodič, nebo jako vodič.“

## KDE TY VYTOUŽENÉ MATERIÁLY JSOU?

Opět to zní velmi lákavě a jednoduše. Proč ale nic takového zatím nemáme běžně k dispozici? V čem je zakopaný pes? „Zatím nemáme technologii, abychom dokázali proužky vyříznout dostatečně přesně, v rozměrech nebo s rozlišením několik nanometrů.“ Aby vědci potvrdili, že opravdu získali 2D materiál s požadovanými vlastnostmi, musí je změřit a otestovat. Jenže k tomu často neexistují vhodné nástroje. Metody a technologie je potřeba teprve vyvinout a upravit, aby se daly používat efektivně, práce s nimi nezabrala příliš času, nebyly drahé, ale přitom poskytly potřebné informace.

Právě tímto směrem se teď upíná hlavní pozornost Martina Kalbáče a jeho kolegů. Za úspěch by považoval, kdyby se podařilo vytvořit řadu technologií a technik, kterými by mohli tyto materiály připravit a cha-

rakterizovat. „Možná to zní banálně. Je to ale zásadní, abychom zkoumaný materiál dokázali dostat do podoby, kterou chceme, a mohli vytvořit nějaké aplikace.“

Úsilí Martina Kalbáče významně podpořila Akademická prémie, kterou v loňském roce převzal. „Do budoucna bych se rád zabýval ovlivňováním vlastností 2D materiálů pomocí externích polí nebo vnějších sil. Například pomocí světla, elektrochemických impulzů nebo magnetických polí.“ Musíme si uvědomit, že jak materiály samé, tak případné součástky z nich jsou extrémně malé. Manipulace s nimi je tedy také

extrémně obtížná. „Když chcete změnit jakékoli vlastnosti těchto materiálů nebo například zapnout nějaký vypínač, který v daném nanozařízení máte, musíte znát způsob, jak to udělat.“ Vědci v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR by k těmto účelům chtěli využít světla – a jejich první experimenty ukázaly, že by to mělo být proveditelné.

Grafen je sice první, ale nikoli jediný dvojdimenzionální materiál, který podněcuje představivost vědců. Začali už přemýšlet, co dál, až se potenciál grafenu vyčerpá. Jednou z možností je pokusit se o přípravu 2D materiálů z jiných surovin než z uhlíku. Martin Kalbáč a jeho kolegové už začali připravovat sulfid molybde-

”  
Když narazím na nějaký problém, baví mě ho řešit, vůbec ho nevnímám negativně. Myslím, že věda je o překvapeních a náhodách. Člověk na to musí být samozřejmě připravený, ale v podstatě správný objev by se neměl dát naplánovat.

Martin Kalbáč



Přístroj pro komplexní analýzu povrchů

ničitý a daří se jim dosáhnout poměrně slušné kvality vzorků. Pokoušejí se ale i o další. Prostoru pro výzkum je dost a dost. „Zdá se, že materiálů, které mohou existovat a teoreticky je lze připravit ve 2D formě, je celá řada – stovky až tisíce.“ Jenže dopracovat se k nim je hodně tvrdý oříšek. Dokresluje to i fakt, že sami vědci dělí 2D materiály na dvě skupiny – jedna je grafen, druhá ty ostatní. □

## DALŠÍ SMĚŘOVÁNÍ VÝZKUMU

Martin Kalbáč a jeho kolegové v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR se již pomalu posouvají od grafenu k dalším 2D materiálům. Připravují vzorky ze sulfidu molybdeničitého, sice velmi dobré kvality, přesto zatím ne tak dokonalé, jak by bylo potřeba pro sofistikované aplikace. Metoda depozice chemických par jejich přípravu prakticky nedovoluje. Úkol je tedy jasný: pokusit se sladit chemické, fyzikální i fyzikálně-chemické metodologie, které zatím nejsou navzájem slčitelné, a najít nové postupy. Jejich pomocí pak vytvořit nové materiály.

# Složité NÁVRATY

Druhou světovou válku přežil jen zlomek československých Židů, z koncentračních táborů se vraceli s podlomeným zdravím a bez rodiny. **Tragédie tím ale pro ně nekončily, novým represím čelili zejména německy mluvící Židé.**

Československo, zejména oblast Sudet, musely po válce opustit tři miliony Němců, ví se ale i o případech, kdy byli k odsunu povoláni také německy hovořící Židé. Tento konkrétní snímek zachycuje dění ve sběrném táboře v Liberci v červenci 1946.



**D**oris Elsnerová přežila Terezín, Osvětim i Bergen-Belsen. Do rodné Prahy se vrátila několik týdnů po válce. Tou dobou už úřady pečlivě zkoumaly její dokumenty. A narazily na problém. V kolonce národnost stálo: „německá“. Doris tak přišla o československé občanství, nárok na byt, který do války s matkou obývaly, bezplatnou zdravotní péči, jakoukoli finanční podporu. Podobný osud potkal v českých zemích zhruba dvě až tři tisícovky přeživších holokaustu.

O občanství si museli znovu zažádat dokonce i někteří vojáci židovského původu, kteří za války bojovali v československé jednotce britské armády. Příkladem může být Emanuel Goldberger. Ministerstvo obrany jeho žádost odmítlo s odůvodněním, že sice dobrovolně nastoupil do československé jednotky v Anglii v roce 1942, ale „jen proto, aby netrpěl jako Žid“.

Bez finanční podpory a nároku na dostupnou zdravotní péči se ocitli také před válkou vážení občané Československé republiky, jako např. někdejší přednosta Histologického ústavu Lékařské fakulty UK Alfred Kohn nebo filozof Emil Utitz,

vůdčí osobnost intelektuálního života v terezínském ghettu.

## ŽIDÉ, NEBO NĚMCI?

Podle sčítání lidu v roce 1930 žilo v Československu 357 tisíc lidí, kteří se přihlásili k židovskému náboženství (v českých zemích 117 tisíc, na Slovensku 137 tisíc, na Podkarpatské Rusi 103 tisíce). Československo bylo mnohonárodnostní a multikulturní zemí, kde se běžně hovořilo česky, slovensky a německy, v příhraničí navíc polsky a maďarsky (na Podkarpatské Rusi také rusínsky či jidiš). Až do mnichovské dohody v roce 1938 však neměla jazyková preference na získání občanství přímý vliv, protože jeho základem bylo směřované domovské právo.

Při sčítání lidu v roce 1930 se Židé hlásili nejčastěji k národnosti československé, německé, případně židovské. Nemohli tušit, že tehdejší rozhodnutí zásadním způsobem ovlivní osudy těch, kteří přežijí holokaust... Národnost uvedená při tomto konkrétním sčítání lidu totiž po válce určovala, jestli člověk má, nebo nemá nárok na československé občanství.

„Otázka občanství byla naprosto stěžejní. Podle prezidentského dekretu z 2. srpna 1945 ztratili československé občanství lidé německé nebo maďarské národnosti. Ze svého výzkumu ale vím, že problém znovu získat občanství měli i lidé, kteří si v roce 1930 zapsali národnost židovskou a zároveň hovořili německy,“ říká Kateřina Čapková z Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR.

## MÍSTO ŽLUTÉ HVĚZDY BÍLOU PÁSKU

O obnovení československého občanství musel člověk zažádat a měl šanci jej získat, pokud aktivně prokázal, že zůstal věrný republice, neprovinil se proti českému a slovenskému národu a buď se účastnil odboje, nebo trpěl pod fašistickým a nacistickým terorem (tyto podmínky stanovil zmiňovaný prezidentský dekret). Ke všem bodům bylo nutné dodat písemné doklady, případně svědectví. Schvalovací proces trval několik měsíců i let a do velké míry závisel na místních a okresních národních výborech, které po válce nově určovaly lokální politiku.



K žádosti o československé občanství se musela doložit svědectví o národní spolehlivosti a různé dokumenty. Na snímku je potvrzení Doris Elsnerové o trvalém pobytu ve Veverkové ulici v Praze, kde žila od narození až do transportu do Terezína v říjnu 1942.



Doris Donovalová, roz. Elsnerová (vpravo) se sestrou Ditou na snímku z roku 1946

„Žadatelé o občanství žili někdy i rok dva v legislativním vakuu. Byli opakovaně vybízeni, aby dodali další a další dokumenty. Existují desítky až stovky případů, kdy už jen to, že člověk před válkou posílal děti do německých škol nebo měl předplatné do německého divadla, místní národní výbor použil jako důkaz neloajality k československému státu. Takový člověk pak občanství nezískal,“ dodává Kateřina Čapková, která se této málo známé kapitole našich dějin věnovala v loni vydané knize *Židé, nebo Němci? Německy mluvící Židé v poválečném Československu, Polsku a Německu*.

Vedle nesnází vyplývajících z právní nejistoty čelili německy hovořící Židé po

nižování a ústrkům od okolního obyvatelstva. Bezprostředně po válce vládly velmi napjaté vztahy mezi Čechy a Němci, lidé dávali německým sousedům za vinu předchozí válečné strádání a ne vždycky rozlišovali, kdo byl aktivním nacistou, tichým podporovatelem režimu, tzv. anti-fašistou, nebo člověkem, který sám ve válce ztratil celou rodinu a přežil ji jen náhodou.

Mluvit na ulici německy se po válce rozhodně nevyplácelo, vzbuzovalo to velký hněv. „Německy hovořící Židé ze Žatce a Chomutova popsali v roce 1946 svou tristní každodennost ve společném memorandu. Zmínili v něm, že podobně jako za války nemohou chodit do kina, divadla či restaurace, protože se bojí fyzického napadení,“ dodává Kateřina Čapková. Kontinuit z válečné doby bylo ale více. Např. německy mluvící Židé po válce dostávali „německé“ potravinové lístky, které byly stejně nízké jako „židovské“ za války.

### POVÁLEČNÉ SEBEVRAŽDY

Těžká situace dohnala některé přeživší až k úvahám o sebevraždě. Jednou z nich byla lékařka Markéta Ungerová. Těsně před válkou na poslední chvíli emigrovala do Velké Británie, kde pomáhala například ošetřovat zraněné po bombardování Londýna. Na jaře 1945 se dobrovolně přihlásila do týmu lékařů vyslaných léčit nemocné v tyfem zasaženém Terezíně. V Nemocnici na Bulovce poté ošetřovala repatriované a uprchlíky. V Praze chtěla zůstat a získat trvalejší pracovní smlouvu, podmínkou ale bylo československé

O zařazení některých Židů, zejména lidí ze smíšených manželství do odsunu Němců, se vědělo už dřív. Až nyní se ale díky dokumentům z archivu OSN v New Yorku ukazuje, že pro mnohé bylo horší zůstat v Československu. Každodenní život v pohraničí byl pro ně těžký, bez občanství nemohli pracovat a neměli nárok na finanční podporu.

občanství. O ně jako absolventka německé lékařské univerzity v Praze po válce automaticky přišla a musela si podat novou žádost. Úřady ji zamítly a lékařka situaci vyhodnotila jako bezvýhodnou.

Existuje mnoho příkladů, které dokazují, že takzvanou národní spolehlivost úřady zpochybňovaly především v případech, kdy žadatel o občanství usiloval o navrácení většího bytu, obchodu nebo podniku. A doložené jsou i případy, kdy se člověku podařilo občanství získat, ale zabavený majetek mu přesto nevrátili. Majiteli továrny ze severočeského Varnsdorfu Emilu Beerovi, který válku prožil v britském exilu, se podařilo znovu získat československé občanství, a tím právo na navrácení fabriky. Před válkou zaměstnával převážně české dělníky a patřil k zastáncům českojazyčné menšiny v pohraničí, místní komunisté

## ŽÁDOSTI O OBČANSTVÍ

Po druhé světové válce žilo v českých zemích přibližně 23 tisíc lidí židovského původu nebo náboženství, z toho 8 tisíc přišlo z Podkarpatské Rusi (která připadla Sovětskému svazu). O československé občanství v roce 1945 přišli všichni ti, kteří se při předchozím sčítání lidu v roce 1930 přihlásili k německé (a v případě podkarpatoruských imigrantů i židovské) národnosti. Celkem si o československé občanství musela znovu žádat téměř polovina všech Židů v českých zemích. Mnozí tak žili několik měsíců až let v právním vakuu, bez nároku na bezplatnou zdravotní péči nebo penzi. Někteří občanství nakonec vůbec nedostali, nebo až po mnohaletém úsilí.







Mgr. KATEŘINA ČAPKOVÁ, Ph.D.

Ústav pro soudobé dějiny AV ČR

Vede pracovní skupinu pro inkluzivní dějiny, která se zaměřuje na výzkum osudů Židů, Romů a migrantů v kontextu dějin českých zemí a střední Evropy. Iničiovala vznik Pražského fóra pro romské dějiny (2016). Aktuálně pracuje na EXPRO projektu o provázanosti zkušenosti Židů a Romů během genocidy za druhé světové války a po ní. Její loňská kniha *Židé, nebo Němci? Německy mluvící Židé v poválečném Československu, Polsku a Německu* vznikla díky podpoře juniorského grantu GA ČR a programu Strategie AV21 *Globální konflikty a lokální souvislosti*.

se však proti němu postavili, vyprovokovali vlnu stávek a do jeho podniku jej nevpustili.

Varnsdorfský okresní národní výbor Beera označil za „germanizátora“ a asociálního továrníka. „Nejenže se mu nepodařilo získat zpět svůj majetek, ale vykonstruovaný obraz Beera jako nepřitele národa umožnil šíření antisemitských předsudků vůči Židům, kteří zůstali v zemi,“ napsala Kateřina Čapková v článku *Národně nespolehliví?! v časopise Soudobé dějiny* v roce 2015. Emil Beer se nakonec rozhodl pro návrat do britského exilu. Je tak jedním z těch, kteří ať už dobrovolně, nebo nedobrovolně opustili republiku, v níž do druhé světové války žily jejich rodiny po mnoho generací.

## ODSUN NĚMČŮ I ŽIDŮ

Během prvních dvou poválečných let musely Československo, nejčastěji Sudety, opustit skoro tři miliony Němců. Období od května do září 1945 je známé pod termínem „divoký odsun“, při němž

docházelo k násilí na německém obyvatelstvu. S odsunutými Němci byli vystěhováni i někteří německy hovořící Židé, zejména lidé ze smíšených manželství a jejich potomci.

O těch, kteří se sotva navrátili z koncentračních táborů, a už se museli hlásit k transportům do táborů sběrných, se zmiňuje dopis Rady židovských náboženských obcí v zemi české a moravskoslezské adresovaný primátorovi hlavního města. Odesílatel v něm žádali, aby vedení metropole zasáhlo proti takovému postupu, a zároveň vyjádřili údiv nad skutečností, že pražská městská rada zamítla žádosti o udělení občanství několika německy hovořícím Židům.

Poválečná situace se brzy ukázala pro veškeré německy hovořící obyvatelstvo velmi složitou. I mnozí z těch, kteří mohli ve svých domovech zůstat, se nakonec rozhodli republiku opustit. Šlo o tisícovky rodin, zejména německých sociálních demokratů a komunistů. V memorandu československé vlády z 20. listopadu

”  
Po válce bylo  
nebezpečné mluvit  
na ulici německy,  
násilí byli vystaveni  
nejen sudetští  
Němci, ale i Židé.

Kateřina Čapková

1945 se psalo v souhrnu o 25 tisících rodin. Vláda s jejich odjezdem souhlasila a začala vypravovat takzvané antifasis-tické transporty. Ze zhruba 150 tisíc lidí, kteří byli uznáni za antifasisty, se jich většina, asi 100 tisíc, rozhodla odejít.

Kritéria pro zařazení do takového transportu (oproti běžnému odsunu probíhal spořádaněji a lidé si s sebou mohli vzít alespoň nějaký majetek) ale nesplňovali německy mluvící Židé. Většina z nich nebyla před válkou členy německé sociálně demokratické ani komunistické strany. Neúčastnili se ani odbojové, ani antifasistické činnosti... Válku strávili v nacistických koncentračních táborech.

## CHCEME VYCESTOVAT, PROTOŽE MUSÍME

Z Československa postupně stále více z nich toužilo odejít. Svědčí o tom dokumenty v archivu OSN v New Yorku, které Kateřina Čapková nedávno objevila. „Co jsem tam našla, mi opravdu vyrazilo dech. Ukázalo se, že situace byla ještě horší, než jsme předpokládali. Každodennost v pohraničí byla tak krušná, že život v něm byl těžko k vydržení,“ říká historička. „Dříve jsme se pozastavovali nad ▶

tím, že německy mluvící Židé byli vyháňeni spolu s Němci. Dokumenty z New Yorku ale ukazují, že pro mnohé z nich bylo horší zůstat," dodává.

V archivech OSN jsou uloženy žádosti o pomoc s vystěhováním ze země. Adresované byly organizací OSN se zkratkou UNRRA (v českém překladu Správa spojených národů pro pomoc a obnovu), jejímž původním úkolem bylo koordinovat a zajišťovat materiální podporu obětem druhé světové války.

„Jsem úplně sama, ze strany zdejších úřadů narážím na obtíže, neboť jsem byla hlášena k německé národnosti a pobírám též potravinové lístky, které pobírají Němci, ačkoliv jsem se již ucházela o vydání potravinových lístků, které dostávají osoby české národnosti. Doposud mně nikdy nevyhověli a jsem zde ve velké nouzi,“ napsala 19. června 1946 Repatriacnímu oddělení UNRRA v Praze Terezie Brümmlerová z Liberce. Pětačtyřicetiletá odesílatelka uváděla, že je „plná židovka“ a její manžel „arijec“ se s ní za války nechtěl dát rozvést, proto byl nasazen na nucené práce. Domů se už nevrátil a žena zůstala sama a zcela bez prostředků. „Žá-

dám za laskavé vyrozumění, že za jakých okolností bych se mohla s Vaší pomocí vystěhovat do Německa,“ psala na závěr.

Další žádost o pomoc s vystěhováním za hranice odeslal úředníkům UNRRA Emil Glässner, syn křesťana a Židovky, který se narodil v roce 1897 v Lovosicích. Jako „míšence“ ho nacisté poslali v srpnu 1943 do vězení v Litoměřicích a později do bavorského Ambergu. Do vězení se dostal znovu 6. června 1945 – tentokrát ho internovaly české úřady.

O pár dní později putovali do vězení také jeho manželka a sedmnáctiletý syn. Všichni tři se na svobodu dostali o rok později, svou budoucnost si už s Československem nechtěli dále spojit.

## NÁDRAŽÍ BUBNY PODRUHÉ

Emigrovat individuálně byl pro mnoho lidí v té době problém. Podařit se to mohlo těm, kdo měli peníze a kontakty, což se ovšem většiny přeživších holocaustu netýkalo. Americké a britské vojenské orgány ve svých okupačních zónách v Německu navíc vyhlásily v lednu 1946 stop stav pro jednotlivce, umožňovaly pouze skupinové transporty.

Židé z Chomutova a Žatce se proto obrátili prostřednictvím memoranda na UNRRA, kterou požádali, aby pomohla jejich hromadný odjezd zastřešit. Poukazovali především na to, že německým antifašistům ze Sudet československá vláda umožnila spořádaný transport do Německa, při kterém si mohli s sebou vzít část majetku. O totéž usilovali i chomutovští a žatečtí žadatelé židovského původu a z nábožensky a národnostně smíšených rodin.

Úředník československé mise UNRRA Elfan Rees obdržel memorandum 4. dubna 1946 a začal jednat. Sešel se s ministrem zahraničí Vladimírem Clementisem a rozběhla se série schůzek na různých úrovních. Vláda byla ochotná s hromadným odjezdem lidí do Německa souhlasit, ovšem nechtěla jej financovat. Elfanu Reesovi se podařilo zajistit možné hrazení převozu lidí prostřednictvím zdrojů UNRRA.

” Ptala jsem se, proč si mám žádat o občanství, vždyť jsem se v Praze narodila.

Doris Elsnerová



Těžká situace po válce dohnala některé lidi k sebevraždě – dobrovolný odchod ze života si zvolila také lékařka židovského původu Markéta Ungerová, která neúspěšně žádala o československé občanství.

První hromadný odjezd se uskutečnil 25. června 1946 z vlakového nádraží Praha-Bubny. Někteří cestující se tak vrátili na stejné místo, z nějž za války odjížděly transporty do terezínského ghetta...

## V ČESKOSLOVENSKÉ PASTI

O zařazení do hromadných odjezdů organizovaných UNRRA žádaly přibližně tři tisícovky lidí z Československa. Většinou sudetoněmečtí, ale také němečtí a rakouští Židé, kteří k nám uprchli ve třicátých letech před Hitlerem, a objevily se i žádosti od několika polských Židů. V mnoha případech šlo o lidi, kteří nebyli členy žádné z místních židovských obcí, měli nežidovského manžela/manželku nebo byli potomky smíšených manželství.

V létě 1946 počet žádostí o vycestování z republiky rychle rostl, do září vyjely v organizovaných transportech asi dvě stovky lidí. Dalších téměř sto mělo jet 9. září, ale k tomu už nedošlo. Československá vláda veškeré výjezdy zastavila.



Knihu editovala Kateřina Čapková společně s Davidem Rechtem z Oxfordské univerzity.



Mezi květnem 1945 a zářím 1949 byly na německém území v pohybu miliony lidí, mnozí přicházeli v rámci odsunu z Polska a Československa. Na snímku nakládají obyvatelé z bývalého východního Pruska svůj majetek na nákladní vozy v Erfurtu, odkud je čekal rozvoz do jiných částí země.

V létě 1946 počet žádostí o transporty UNRRA pro sudetoněmecké Židy rychle rostl. Do září takto vycestovalo zhruba dvě stovky lidí. Další transport s téměř sto lidmi měl vyjet 9. září 1946. Vše ale nakonec dopadlo úplně jinak.

Do dalších událostí dramaticky zasáhl jediný rozhlasový rozhovor. C. J. Taylor z takzvaného výboru pro přesídlené osoby v americké okupační zóně v Německu v mnichovském rádiu 4. září 1946 zmínil, že v Bavorsku očekávají příjezd transportu Židů z Československa, kteří prchají, protože by jim jinak hrozilo vyhnání ze země. Informace z rozhovoru převzala Židovská telegrafní agentura a přetiskly ji desítky novin po celém světě. Nejpodrobnější článek vyšel v deníku *Stars and Stripes*, vydávaném americkou armádou. V titulku se psalo: „3000 německých Židů bude vyhnáno ze Sudet, hlásí UNRRA“.

Zprávy, že Češi vyhánějí vlastní Židy, vyvolaly paniku ve světě i u nás. Ministerstvo vnitra v reakci na mediální kampaň veřejně prohlásilo, že se „žádné osoby židovského původu nebo náboženství“ nesmějí zařazovat do odsunu Němců, a zároveň zrušilo veškeré plány na jejich vystěhování v rámci zvláštních transportů.

„Těm, kteří chtěli v Československu zůstat, se ulevilo. Přes tisíc dalších však

přijalo zprávu se zděšením,“ konstatuje Kateřina Čápková. Vycestování, ať už za jakýchkoli podmínek, se tím pro ně totiž stalo téměř nereálným. V březnu 1947 napsala skupina zklamaných lidí dopis plný výčitek repatriacnímu oddělení UNRRA. List uzavřeli slovy, že pro ně



Unikátní snímek zachycuje vycestování Němců – antifašistů z Oder v roce 1946. Šlo o speciální transporty, které probíhaly až po tzv. divokém odsunu. Většinou šlo o rodiny, které chtěly odjet, protože neviděly v nových poměrech v Československu budoucnost.

„válka a bída neskončily“. Vystěhování do Německa těmto lidem Československo umožnilo až v šedesátých letech. Většina žadatelů o transfer z roku 1946 této možnosti bez váhání využila.

## OSUD DORIS ELSNEROVÉ

Dívka ze začátku článku, Doris Elsnerová, v Československu zůstala. Na roky, které následovaly po návratu z koncentračního tábora, vzpomínala v rozhovoru s historikou v roce 2007 s hořkostí v hlase. „Byla jsem hodně zklamaná. Říkali mi, že si musím zažádat o občanství. Ptala jsem se, proč, vždyť jsem se tady narodila. A pak to začalo. V Bartolomějské na policii se mě ptali, jakou jsem měla mateřskou řeč. Říkám německou. A jaké školní vzdělání? Odpovídám německé. A co je na vás teda českého? Ptali se mě. Ale já jsem se tady narodila, vrátila jsem se domů, do Prahy...“

Občanství obdržela až v listopadu 1947, dlouhé měsíce po skončení války. Udělala si kurz zubní instrumentářky a provdala se za lékaře. Už jako paní Donovalová se společně s mužem přestěhovala do Slaného a později do Kladna, kde prožila celý další život. □

# VELKÝ PŘESUN



## V BEDNÁCH PŘES OCEÁN

Hlavně nic nepoškodit! Sedm kompletních laboratorních sestav, dvě velké aparatury na syntézu nanočástic a pět aparatur pro testování jejich katalytických vlastností do Prahy dorazily z USA v několika bednách – pro převoz se přístroje musely rozebrat, byly totiž tak objemné a těžké, že by se do standardního letadla nevešly. Bezpečnost jejich umístění do prostor Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR musel posvětit i statistik. Jakmile se přístroje, jejichž vývoj trval 10 let, dostaly nahoru, vědci a technici je zkontrolovali a začali sestavovat, aby je mohli co nejdříve zapojit a uvést do provozu.



## DO TŘETÍHO PATRA

Jak dostat obrovské přístroje zabalené do jedné obří bedny do třetího patra Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR v Praze? Muselo se vybourat okno a stěna jedné z laboratoří, jinak by se dovnitř nedostaly. S nastěhováním pomáhal 350tunový jeřáb. Tato nezvyklá podívaná se naskytla kolemjdoucím 7. prosince 2019 v pražském Ládvi. Navzdory své velikosti a vysoké hmotnosti bude úkolem aparatur vytvářet částice menší, než je miliontina tloušťky lidského vlasu. Vyvinul je a za svého působení v USA sestavil Štefan Vajda, jeden z průkopníků oboru zvaného nanokatalýza.





## NÁROČNÉ ÚKOLY

Částice pro nanokatalýzu sestávají fyzikální chemikové atom po atomu – některé mohou obsahovat atomy jen dva, jiné deset nebo dvacet. Vědci také mohou volit složení (např. jestli budou z atomů jednoho kovu nebo dvou) a poměr částic.

Tím se dají velice přesně kontrolovat chemické vlastnosti nanokatalyzátorů. Cílem vědců bude poznat a popsat funkce katalyzátorů v řadě procesů, včetně těch, které se uplatní v průmyslu nebo při ochraně životního prostředí, například při přeměně oxidu uhličitého z ovzduší. Ten se totiž může pomoci speciálních klastrů velice účinně přeměnit třeba na metanol nebo na metan.

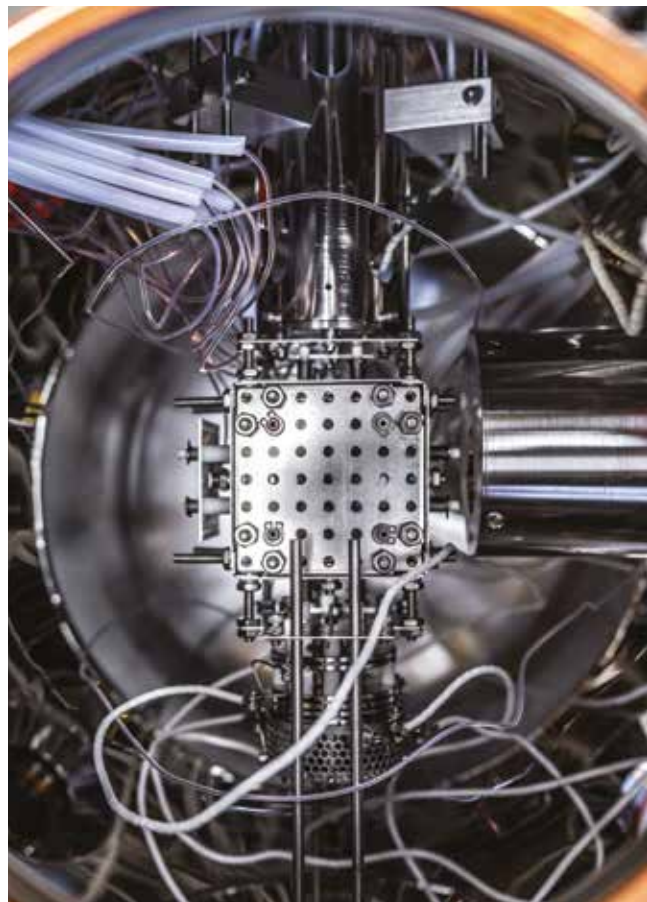
Podobně se dá odstranit i oxid uhelnatý z výfukových plynů či zjednodušit syntéza různých látek. Výsledkem mohou být mimo jiné levnější katalyzátory, ale vědci mají v plánu zkoumat rovněž interakce malých klastrů s biomolekulami. Velkou pozornost přirozeně věnují bezpečnosti. U látek, s nimiž pracují, se nanočástice vážou velice silně na svůj podklad, takže nehozí jejich přenos vzduchem.





## SVĚTOVÝ VÝZKUM

Štefan Vajda (na snímku dole) studoval během svého působení v americké Argonne National Laboratory katalytické vlastnosti souborů částic zvaných klastry. Vyvíjel nové metody jejich syntézy i postupy pro jejich testování a charakterizaci za provozních podmínek (při vysokých teplotách a tlaku). Do Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR se vrací díky významnému evropskému grantu ERA Chair.



# NEUTRINA:

## částice opředené záhadami

Pozoruhodné elementární částice zvané neutrino svá tajemství vydávají jen pomaloučku a neochotně. **Jedno by teď mohl po více než půl století odhalit experiment KATRIN** – a čeští vědci jsou u toho.

### CO JSOU NEUTRINA

Neutrino jsou po fotonech druhé nejhojnější elementární částice ve vesmíru, takže jejich poznání může významně přispět k pochopení vývoje, struktury i budoucího osudu kosmu. Jde o stabilní částice, které se samovolně nerozpadají. Nemají elektrický náboj, nepůsobí na ně ani elektromagnetická, ani silná interakce, cítí pouze slabou interakci a gravitaci. Z toho důvodu prakticky nereagují s okolním prostředím a snadno procházejí hmotou, takže se velice obtížně detekují.



**N**ejprve v jejich existenci skoro nikdo nevěřil. Pak se seice potvrdila, ale předpokládalo se, že jsou nehmotná – opět omyl. Chvilku se dokonce zdálo, že se pohybují nadsvětelnou rychlostí, což zase není pravda. Zato se prokázalo, že doveudou měnit svou podobu jako chameleon barvy. A dodnes se vědci usilovně snaží zjistit jejich hmotnost. Řeč je o neutrinách. Tajemství, kterými jsou opředená, je dost a dost a překážek kladených do cesty vědeckému poznání neméně.

## POTÍŽE S NEUTRINY A ČÁSTICE-CHAMELEON

Theoreticky je předpověděl už v roce 1930 Wolfgang Pauli, když se snažil vysvětlit, proč se při tzv.

radioaktivním

rozpadu beta

n a m ě ř í

m ě n ě

e n e r

g i e ,

než by

ji mělo být.

Nemůže se

přece jen tak ztratit – platí snad zákon

o zachování energie! Co

se tedy děje? Pauli našel

odvážné vysvětlení. Chybějící

energii a hybnost s sebou odnáší zatím neznámá elektricky neutrální částice – neutrino. Dlouho mu nikdo nevěřil – a experimentálně potvrdit jeho hypotézu se podařilo až za plných 26 let.

Ukázalo se, že neutrino jsou neuvěřitelně početná – po fotonech druhé nejhojnější částice ve vesmíru. Jenže jsou téměř nepolapitelná – dokážou naprosto nerušeně procházet běžnou hmotou. Třeba jediným čtverečním centimetrem lidského těla proletí bez problému každou sekundu kolem 60 miliard neutrin ze Slunce, aniž bychom cokoli zaznamenali. Překážkou pro ně není ani celá zeměkoule. „Proto Pauli bědoval, že provedl něco, co teoretik nikdy udělat nemá. Pokusil se nevysvětlitelné vysvětlit nepozorovatelným,“ říká Otokar Dragoun z Ústavu jaderné fyziky AV ČR v Řeži.

Ukázalo se, že neutrino jsou neuvěřitelně početná – po fotonech druhé nejhojnější částice ve vesmíru. Jenže jsou téměř nepolapitelná – dokážou naprosto nerušeně procházet běžnou hmotou. Třeba jediným čtverečním centimetrem lidského těla proletí bez problému každou sekundu kolem 60 miliard neutrin ze Slunce, aniž bychom cokoli zaznamenali. Překážkou pro ně není ani celá zeměkoule. „Proto Pauli bědoval, že provedl něco, co teoretik nikdy udělat nemá. Pokusil se nevysvětlitelné vysvětlit nepozorovatelným,“ říká Otokar Dragoun z Ústavu jaderné fyziky AV ČR v Řeži.

Nezměrnou obtížnost pozorování neutrin ještě zdůraznil výpočet jejich střední volné dráhy. To je průměrná vzdálenost, jakou částice uletí, než se srazí (interaguje) s jinou částicí. Je na úrovni světelných let. To znamená, že kdybyste vyslali ze Slunce určitý počet neutrin a chtěli polovinu z nich zachytit, potřebujete olověný absorptor padesátkrát tlustější, než je vzdálenost od Slunce k Plutu. Z toho důvodu se k zachycení neutrin musí stavět obrovské podzemní detektory. „Naštěstí je neutrin tak ohromné množství, že přece jen občas k nějaké interakci neutrina s hmotou dojde. Vznikne při tom elektron nebo jiná elektricky nabitá částice, která se dá v aparatuře detekovat,“ vysvětluje Drahošlav Věnos, rovněž z Ústavu jaderné fyziky AV ČR v Řeži.

Vědci tudíž museli vypracovat důmyslné metody, aby alespoň nějaká neutrina polapili, a ještě komplikovanější experimenty, aby odhalili alespoň některé jejich vlastnosti. Brzy nastalo zděšení. Ze Slunce těchto částic přichází třikrát méně, než předpokládají modely termojaderných reakcí v jeho nitru. Kam se neutrino ztrácí? Nebo snad nerozumíme procesům ve Slunci? Najít odpověď trvalo léta.

Až v roce 1998 oznámili japonští vědci, že v obří podzemní observatoři Super-Kamiokande objevili udivující jev. Že totiž neutrino existující ve třech podobách – jako elektronová, mionová a tauonová – dělají něco v běžných představách nevídaného: samovolně přecházejí z jednoho typu do druhého a zase zpět, podobně jako chameleon mění barvu. Nicméně zákony kvantové mechaniky popisující jevy ze světa elementárních částic takové přechody dovolují.

## MUŠÍ KŘÍDLO NA KUCHYŇSKÝCH VAHÁCH

Toto „převlékání kabátu“ dostalo název oscilace neutrin a vyřešilo hned dvě záhady. Zaprvé nedostatek slunečních neu-

trin, neboť tehdejší detektory registrovaly pouze elektronová, zbývající dva typy nikoli. Zadruhé bylo rázem jasné, že neutrina (nebo přinejmenším dva z jejich typů) mají nenulovou klidovou hmotnost, jinak by nemohla oscilovat. Je však tak nepatrná, že ji zatím ani tři generace vědců nedokázaly přesně změřit.

Vědci jsou podle Otokara Dragouna v podobné situaci, jako by měli na kuchyňských vahách určit hmotnost mušicho křídla. „To je zhruba jeden miligram, čili něco, na co ty váhy nestačí, nejsou dost přesné. Vidíme, že muší křídlo na vahách leží, ale nejsme schopni zjistit, kolik přesně váží – můžeme stanovit pouze horní hranici jeho hmotnosti.“ A stejné to je už půl století. „Čím dál dokonalejší přístroje, stále lepší horní hranice hmotnosti, ale dosud žádná číselná hodnota.“

## JAK ZVÁŽIT NEPATRNOU ČÁSTICI

Zatím nejcitlivější – a proto vzbuzující největší naděje – jsou nyní „váhy“ mezinárodního projektu KATRIN neboli Karlsruhe Tritium Neutrino experiment. Experimentální zařízení je obrovské. Celková délka činí 70 metrů, nejdůležitější část – největší speciální elektronový spektrometr na světě – je dlouhý 23 metrů, průměr má 10 metrů a váží 200 tun. Proto se také nedal přepravovat po silnici a z místa výroby

v německém Deggendorfu neputoval do zhruba 400 kilometrů vzdáleného Karlsruhe přímo, ale lodí po Dunaji do Černého a Středozemního moře, přes Gibraltar do Atlantiku, za průliv La Manche, kde vplul do Rýna – až se nakonec po 8800 kilometrech dostal na místo určení! K výzkumu neutrin bude využívat plynňého molekulárního tritia (což je radioaktivní izotop vodíku <sup>3</sup>H), jež má pro tyto účely mimořádně vhodné vlastnosti.

U zrodu projektu KATRIN stály v roce 2001 Německo, Rusko, USA, Velká Británie – a také Česká republika. Jak se mezi ▶

„ Elektronové spektrometry byly prvními přesnými přístroji jaderné fyziky. Zabýval jsem se jimi po celý svůj profesní život. Jsem rád, že jsou důležité i pro moderní neutrinovou fyziku.“

Otokar Dragoun

těmito velkými státy ocitla? Díky vynikajícím zkušenostem, které mají Otokar Dragoun a jeho kolegové z Ústavu jaderné fyziky AV ČR v elektronové spektroskopii. Jelikož je hmotnost neutrin nesmírně malá, musí mít spektrometry k jejímu měření současně vysoké energetické rozlišení a velkou světelnost.

„Tato kombinace je pro všechny spektrometry svízelná, protože zpravidla mají vynikající jen jednu z obou vlastností.“ V Řeži jich už v minulosti vytvořili několik různého typu – s jedním pak získali nejlepší energetické rozlišení na světě! A právě to jim otevřelo dveře do prestižního mezinárodního projektu.

Při budování KATRIN se musela vyřešit spousta zcela nových fyzikálních a technických úkolů. Řada součástí se musela teprve složitě vyvíjet. Ať už to byl zdroj plyného tritia, což je vlastně největší dosud vytvořený kryostat, nebo ultra vysoko vakuová komora největšího spektrometru s objemem osmkrát větším než u 27kilometrového prstence urychlovače v CERN. Nezbytná byla též unikátní tritiová laboratoř v Karlsruhe. „Komplikovaný byl i vývoj elektronových zdrojů u nás, vymrazovačky na tekutém heliu pro stopové zbytky tritia, elektronového děla, děliče vysokého napětí, čerpacích

systémů pro ultra vysoké vakuum, mozaikového detektoru elektronů a výpočetních softwarů,“ popisuje Otokar Dragoun.

## VÝVOJ RADIOAKTIVNÍCH ZDROJŮ PRO KATRIN

Popis principu, na němž KATRIN pracuje, omezme na konstatování, že se v experimentu neměří neutrina sama, ale elektrony, které vznikají při beta radioaktivním rozpadu tritia. Tritium při něm produkuje elektron a (anti)neutrino a vzniká helium  $^3\text{He}$ . KATRIN měří právě tyto elektrony, protože jejich počet a energie přímo souvisí s hmotností neutrin. Bohužel, energie elektronů přítomných není konstantní, pohybuje se od nulové hodnoty až po maximální. „Jenže aby se dala funkce aparatu-

ry dobře prověřit, je třeba mít elektrony se stále stejnou energií, takzvané mono-

energetické. Jen ty odhalí, jak se aparatura chová, jestli je v pořádku, nebo ne,“ objasňuje Drahošlav Vénos.

Velké zkušenosti českých fyziků v přípravě monoenergetických elektronů představovaly druhou významnou přednost, která jim zajistila účast v projektu KATRIN. Dostali za úkol vytvořit radioaktivní zdroj, který dodá zmíněné elektrony pro kalibraci spektrometru KATRIN a navíc bude dostatečně stabilní v čase. V Ústavu jaderné fyziky AV ČR to dokázali.

Podařilo se jim vyvinout dokonce dva různé typy: jednak pevný zdroj s vynikající stabilitou energie elektronů pro monitorovací spektrometr, jednak plyný zdroj používaný v KATRIN na místě tritia k ověřování jak celého systému, tak samotného tritiového zdroje.

Zdrojem elektronů je v obou případech radioaktivní izotop kryptonu  $^{83\text{m}}\text{Kr}$ , který vzniká z rubidia  $^{83}\text{Rb}$ . Nelze ho použít přímo, protože má poločas rozpadu pouhé 1,8 hodiny. Zmizel by tedy dříve, než by se dostal do Karlsruhe. Rubidium  $^{83}\text{Rb}$  má však poločas rozpadu celých 86 dnů, což už je pro dané účely dost dlouhá doba. A rozpadá se právě

„**Naše spolupráce na projektu KATRIN ke stanovení limitů hmotnosti neutrina se odvíjí od zkušeností, které máme v oblasti spektroskopie elektronů a záření gama, radiochemie a přípravy radionuklidů na urychlovačích.**“

Drahošlav Vénos



**Ing. OTOKAR DRAGOUN, DrSc.**  
**Mgr. DRAHOŠLAV VÉNOS, csc.**  
 Ústav jaderné fyziky AV ČR

Zabývají se elektronovou spektroskopií a experimenty spojenými s měřením hmotnosti neutrina. Na projektu KATRIN se toto pracoviště podílí vývojem unikátních radioaktivních zdrojů, účastí na měřeních v Karlsruhe a na analýze dat.

## ODKUD SE BEROU

Zdrojem neutrin jsou termonukleární reakce ve hvězdách, jako je Slunce. Vznikají i při výbuších supernov, při interakcích kosmického záření se zemskou atmosférou, při přirozeném radioaktivním rozpadu některých izotopů v horninách v nitru Země, ale také v jaderných elektrárnách a v urychlovačích částic. Známe tři typy neutrin – elektronová, mionová a tauonová. Samovolně přitom přecházejí mezi jednotlivými typy – tzv. oscilují. Z toho důvodu mají přinejmenším dva typy nenulovou klidovou hmotnost. Teoretikové nevylučují existenci tzv. sterilních neutrin, z nichž některá by mohla být i velmi těžká.

na  $^{83m}\text{Kr}$ , takže ho spolehlivě dodává v požadovaném množství po několik měsíců. Potřebný izotop rubidia  $^{83}\text{Rb}$  si fyzikové vyrábějí v Řeži ve svých cyklotronech.

A výzkumy pokračují. Chtějí-li vědci získat elektrony z radioaktivního rozpadu, musí vlastní radioaktivní látku vázat na nějaký podklad, substrát. „V případě pevného zdroje bylo naším úkolem prozkoumat a připravit vhodné substráty pro  $^{83}\text{Rb}$  a následně vznikající a v substrátu uvězněný  $^{83m}\text{Kr}$ . A to tak, aby elektrony, které z něho vylétají, měly stále stejnou energii – dnes, zítra, za dva měsíce...“ objasňuje Drahoslav Vénos. Otokar Dragoun dodává: „Obtížnost té úlohy je patrná ze skutečnosti, že nám trvalo deset let, než jsme našli a ověřili správné řešení. Teď ho máme, dokonce třikrát lepší než KATRIN požadovala, ale nebyla to jednoduchá cesta.“

Pro plynný zdroj je charakteristické, že na svém substrátu váže rubidium a přitom téměř veškerý vznikající  $^{83m}\text{Kr}$  ochotně uvolňuje do vakua. „Zařízení umožňující řízenou injekci uvolňovaného  $^{83m}\text{Kr}$  do tritiového zdroje KATRIN jsme vyvinuli v Řeži,“ připomíná dále Drahoslav Vénos.

## PRVNÍ VĚDECKÁ MĚŘENÍ

V německém Technologickém ústavu v Karlsruhe nastal 11. června 2018 slav-

nostní a dlouho očekávaný okamžik: inaugurace spektrometru KATRIN za účasti dvou nositelů Nobelovy ceny za objev neutrinových oscilací. O necelý rok později, na jaře 2019, se uskutečnilo první měsíc trvající měření s tritiem. Jeho analýzou vědci upřesnili horní hranici klidové hmotnosti neutrina na hodnotu menší než 1,1 elektronvltu.

Půl milionu neutrin tedy váží méně než jeden elektron, druhá nelehčí elementární částice. Účastníci projektu věří, že se jim během pěti let podaří dosáhnout citlivosti 0,2 elektronvltu – a tím ještě víc zúžit hranice, v nichž se může nacházet hmotnost neutrin. „Další zlepšení citlivosti bude smělou výzvou pro příští generaci fyziků. Vzhledem k důležitosti neutrin pro částicovou fyziku a kosmologii se o to určitě pokusí,“ říká Otokar Dragoun.

Klidová hmotnost ale podle jeho slov není zdaleka jediné tajemství, které neutrina stále ještě skrývají. „Například dodnes nevíme, jestli neutrina a antineutrina jsou identické částice, nebo ne. Nevíme, jak jsou uspořádané hmotnosti jejich různých typů.“ A sama KATRIN už má přichystaný další program pro období po roce 2024: hledat ještě záhadnější sterilní neutrina, interagující s běžnou hmotou jen gravitačně. Teoretikové o nich sice spekulují, ale jejich existence zatím zůstává ve sféře hypotéz. □

**Radioaktivní beta rozpady existují trojího typu: při  $\beta^-$  se neutron mění na proton a vyzařuje se přitom elektron a elektronové antineutrino. Při rozpadu  $\beta^+$  se naopak proton mění v neutron a vyzařuje se pozitron a elektronové neutrino. Do rodiny rozpadů beta patří ještě jev, při kterém se elektron atomového obalu zachytí v jádře, které následně vyzáří jedno elektronové neutrino.**

# FOSFA

## Life Science

Since 1884

Fosfor je nedílnou součástí přírody a je základním prvkem každého živého organismu. Bez něj by na naší planetě nebyl život.

## Life Science company

Fosfa byla založena v roce 1884 a jako Life Science společnost a největší zpracovatel fosforu v Evropě vyrábí esenciální přísady a funkční směsi pro potravinářské, farmaceutické a jiné sofistikované technické aplikace. Fosfa také vyvíjí a vyrábí vlastní řadu přírodních produktů nejvyšší kvality pro péči o tělo a domácnost Feel Eco a pod značkou Feel Greens pěstuje v první vertikální farmě na území České republiky zejména microgreens, jako superfood budoucnosti bez použití pesticidů, růstových regulátorů a GMO.

**FOSFA**  
Life Science



GENERÁLNÍ PARTNER  
ČESKÉHO OLYMPIJSKÉHO TÝMU  
2020 - 2024

Vítěz kategorie  
Životní prostředí  
Zemědělství  
Potravinářství



24. místo  
Czech 100 Best  
2019

Inzerce



# Jak neucpat POTRUBÍ

Odpadní kaly, vytěžené písky či nerostné suroviny se dají přepravit na dálku potrubím. Ovšem zajistit, aby se to nejen bezpečně podařilo, ale navíc i vyplatilo, **vyžaduje spoustu experimentů, výpočtů a sofistikovaných počítačových modelů.**

**P**oslední věc, kterou si člověk doma přeje, je ucpat potrubí – třeba když splachujeme to, co nemáme, např. vlhčené ubrousky. Co všechno si můžeme dovolit prohnat panelákovými trubkami? Před podobným problémem – i když přirozeně v mnohem větším měřítku – stojí provozovatelé průmyslových potrubních tras, např. řady elektráren, tepláren, výtopen nebo průmyslových kotelen na tuhá paliva, které odsouvají tuhé zbytky ze spalování ve formě suspenze, tedy jako směs pevné látky a kapaliny. Popílek a struska se shromáždí a potrubím v proudu vody dopraví na odpadové místo – složiště.

Potrubní doprava může provozovatelům ušetřit značnou sumu peněz i ochránit životní prostředí – musí ovšem být spolehlivá a ekonomická. To však není vůbec samozřejmé vzhledem k široké škále přepravovaných produktů a neméně pestré paletě jejich chování. Stanovit optimální provozní režim je tak perný úkol. Chopili se ho v Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR. A pole působnosti mají opravdu široké.

Podobně jako tuhé zbytky pomáhají kapaliny rovněž odnášet různé nerosty, zemědělské produkty nebo průmyslové odpady. Na stejných principech pracují při odtěžování dna řek, jezer nebo moří sací bagry, se kterými se na Technické univerzitě v Delfu v Nizozemsku se-

známil Václav Matoušek z Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR. V České republice se sací bagry využívají také, i když v menším měřítku, např. při odbahňování rybníků a jezer. „V Kanadě zase řeší těžbu roponosných písků povrchovou metodou, kdy se ropný substrát nachází v pórech pískového lože zemského povrchu. Písková vrstva se tudíž musí těžít, ropa z ní separovat a písek pak vrátit zpět do vytěženého dolu,“ poznamenává. Některé použité technologie, jako trubní hydrodoprava, přitom pomáhají alespoň částečně zmírnit nepříznivý vliv těžby na životní prostředí.

## ZÁDRHELE POTRUBNÍ DOPRAVY

Přepravovat se tak dá – s mírnou nadšázkou – kdeco a na nejrůznější vzdálenosti, tisíci kilometrovými ropovody a plynovody i několikametrovými potrubními systémy v průmyslových objektech. Podle délky a účelu slouží trubky či jiné uzavřené profily z nejrůznějších materiálů: ocelové, litinové, keramické, plastové atd., liší se i jejich průměr či průřez, od více než metrových pro ropovody až po velmi úzké.

Potrubím putují látky ve dvou odlišných fázích – jedna je pevná, druhou je nosná kapalina, případně může jít o kombinaci kapaliny a plynu. „Náš obor se zabývá takovýmto dvoufázovým prouděním zejména v potrubí a v uza-

vřených profilech, ale částečně přesahuje i do proudění v otevřených korytech, případně v různých reaktorových nádobách,“ vysvětluje Pavel Vlasák, rovněž z Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR.

Se svými kolegy se snaží určit, jakou by částice různých produktů měly mít ideální velikost (resp. zrnitostní složení) a koncentraci z hlediska dopravy i dalšího použití, doporučit správnou provozní rychlost proudění, zjistit energetickou náročnost atp.

## PROUDĚNÍ V PŘÍRODĚ

„Proudící směsi se chovají velmi různě v závislosti na vlastnostech jak nosných kapalin, tak rozmanitých typů dopravovaných částic. Proto jejich chování zkoumáme z teoretického hlediska i experimentálně,“ popisuje aktivity Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR Václav Matoušek.

Hlavní pozornost v současnosti patří potrubní dopravě písků, štěrků, městských komunálních odpadů apod. Získané informace lze ale částečně využít i u proudění v otevřené krajině, protože jeho mechanismy jsou podobné. Jde kupříkladu o proudění vyvolané přívalovými dešti, kdy voda splachuje ze svahů velké vrstvy hlíny i kamení a šíří se laviny vody se zeminou. Při povodních se zase výrazně proměňuje koryto řek – někde se zanášá, jinde naopak vymílá. Mnohdy dochází i k jeho úplné destrukci. „V tom případě je velice důležité ▶



popsat dvoufázové proudění při odnášení říčních sedimentů, abychom pochopili chování celého koryta. Případně ho nějakým způsobem přírodě blízkým upravili, aby bylo odolnější vůči náporům povodňových průtoků,” doplňuje Václav Matoušek.

## OPTIMÁLNÍ POHYB V POTRUBÍ

Pochopitelně prvořadým zájmem provozatelů a dopravců je bezpečně dostat na požadované místo co nejlevněji co největší množství látek. Jenže to není vůbec jednoduché. Když je přepravovaných částic pevné látky málo, do potrubí se čerpá příliš mnoho vody a přepraví se nedostatečné množství materiálu. Což je drahé. Kdyby se naopak směs zahustila maximálně, obsahovala by hodně částic a málo nosné kapaliny, což by silně zvýšilo její odpor. Výsledkem by byla obrovská energetická ztráta. Po vědcích se tak žádá, aby našli ideální složení směsi a optimální provozní rychlost pro konkrétní materiál a potrubí. Jak tedy dosáhnout efektivního provozu? To je doslova rébus.

„Čím vyšší je rychlost, tím větší jsou ztráty, ale současně tím více se jednotlivé částice dopravované látky dostávají do vznosu a tím lépe se transportují. A my musíme najít právě tu minimální provozní rychlost, při níž je ještě provoz bezpečný, potrubí se neucpe a spotřeba energie je nejnižší,” konstatuje Pavel Vlasák.

V některých případech se částice mohou pohybovat po dně nebo se zpo-



Pavel Vlasák, Zdeněk Chára a Václav Matoušek z Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR u venkovního experimentálního zařízení

čátku nemusí pohybovat vůbec. Usadí se a vznikne nehybné lože. „V některých částech potrubí, zvláště v ohybech, může opravdu dojít k ucpání,” říká Zdeněk Chára z Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR. „Jakmile se zvýší rychlost, částice se začínají postupně posouvat. Nejdříve valivým pohybem, pak jakoby přískoky (saltaci) a nakonec se dostávají všechny částice do vznosu.“

Háček je v tom, že se částice nepohybují stejně rychle jako nosná kapalina. Vždy se oproti ní nějak zpomalují nebo zpožďují. Navíc v reálných podmínkách nebývají stejně velké, mají různý tvar a také jejich hustota se může značně lišit.

v nich nejrůznější směsi pevných materiálů a nosných tekutin: „Částice mohou mít tendenci se separovat, oddělovat se od proudící kapaliny a usazovat se. Zkoumáme tudíž jak celkový průtok, ztráty tlaku a další základní parametry, tak i bodové rozdělení koncentrací částic a rychlostí proudění v různých částech potrubí,” objasňuje Václav Matoušek. V experimentálních zařízeních jsou proto i úseky, kde je potrubí průhledné, takže se dá přímo pozorovat, co se uvnitř děje. „Sledovat je potřeba zejména, jestli se částice nezastavují a neusazují na dně potrubí.“

Když vezmeme v úvahu, kolik částic, materiálů, surovin a ostatních látek se může potrubím dopravovat, musí se optimální provoz určovat vždy znovu a znovu, materiál od materiálu, směs od směsi? Nebo se přece jen dají najít nějaké společné rysy pohybujících se směsí? Naštěstí ano. Určujícím faktorem jsou přitom zejména rozměry a hustota částic: „Ty o velikosti mikrometrů nebo desítek mikrometrů tvoří jemné suspenze, jejichž chování se dost liší od chování hrubozrnných suspenzí s částicemi o průměru několik milimetrů,” upozorňuje Zdeněk Chára. Velmi jemné suspenze se chovají trochu jako pasta, odborně jako takzvané newtonské kapaliny. Kdežto na kapaliny s částicemi velikosti

## CO PROZRAZUJÍ EXPERIMENTY

Z těchto důvodů není chování částic uvnitř potrubí jednoznačné, ale složitě se v něm prolíná několik typů pohybů. Rozšířovat je není snadné. Proto si vědci postavili složité venkovní i vnitřní experimentální trasy s trubkami různých průměrů, délek a náklonu, s čerpadly i měřicími přístroji. Sledují



Část vnitřního experimentálního zařízení pro studium pohybu částic v proudící kapalině

zrn písku a většími se dá pohlížet jako na klasické newtonské tekutiny. V obou případech se dají vlastnosti nebo chování směsí alespoň částečně zevšeobecnit.

Pokusy jednak s kuličkami přesně definované velikosti a hustoty, jednak s různými přírodními materiály nakonec přece jen umožňují stanovit nejvýhodnější skladbu směsí z hlediska energetické spotřeby při dopravě. Tim ale úsilí vědců z Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR nekončí: jejich další metou je zjistit, co a jak přesně ovlivňuje vnitřní strukturu proudění jednotlivých suspenzí.

## MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ

Jelikož konkrétních směsí může být bezpočet a každá může mít velmi specifické chování, není možné všechny prozkoumat experimentálně. Je třeba si vzít na pomoc komplexní matematické modely. Jsou čím dál složitější a stále podrobněji definují chování směsí pohybujících se v potrubí. Berou v úvahu nejen celkový průtok hmoty, celkovou koncentraci pevné látky v kapalině či ztráty tlaku při proudění, ale i rychlosti jednotlivých složek a jejich koncentrace v různých místech potrubí. Typický tzv. dvouvrstvý model popisuje danou směs tak, jako by se pevná látka pohybovala po dně a sunula se kupředu jako celý blok. Kapalina proudí nad ní a předává jí svou energii, která je pak hnací silou celé suspenze. Kromě různých variant dvouvrstvých modelů vznikají podle Pavla Vlasáka

i třívrstvé. „V nich se na dně pohybuje jedna vrstva, nad ní teče hustší suspenze a nahoře se pohybuje vrstva buď kapaliny, nebo úplně řídké suspenze.“

Modely již dokážou postihnout dokonce i proudění jednotlivých částic v nosné kapalině samostatně. Každá má svou přesně definovanou polohu, tvar, rychlost a odpor vůči proudění. Modelují se jejich interakce, ať už mezi sebou navzájem, nebo mezi stěnou potrubí a částicemi. „To vyžaduje mohutný výpočetní aparát, neboť se do modelů musí zahrnout obrovské množství částic, abychom dostali relevantní výsledek,“ podotýká Zdeněk Chára.

## PRO PRAKTICKÉ VYUŽITÍ

Ani experimentální zařízení se neobejdou bez stále citlivější měřicí techniky, která umožňuje čím dál detailněji objasňovat mechaniku proudění tak, jak ve skutečnosti probíhá. Zařízení a přístroje v pražské laboratoři Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR jsou špičkové ve světovém měřítku. Díky tomu vzbuzují experimentální data tamních badatelů a výsledky jejich počítačových modelů velký zájem i v zahraničí.



Venkovní experimentální trasa s trubkami ke sledování různých směsí pevných materiálů a nosných tekutin

Cílem je, aby nově získané poznatky zároveň sloužily v běžném životě. Vědci však neradi provozovatelům, že by materiál, který chtějí dopravovat, měli tak či onak rozdrtit či rozemlít, aby měl optimální rozměry. To by bylo příliš nákladné a v některých případech doslova neuskutečnitelné, například při těžbě surovin ze dna oceánu. „Těžko můžeme čtyři či pět kilometrů pod hladinou něco upravovat,“ poznamenává Pavel Vlasák. Nejběžnější proto badatelé pro různé aplikace identifikují vlastnosti výchozích částic i nosné kapaliny a podle toho doporučují ideální hustotu směsi, rozmezí rychlostí dopravy atd. S konkrétní firmou teď kupříkladu spolupracují na vývoji matematického modelu pro čerpání a dopravu kalů v čistírnách odpadních vod – včetně těch, které přitékají z našich domácností. □

## Tekutiny a suspenze

**Suspenze** je směs kapaliny a částic rozptýlené pevné látky. Typické pro ni je (na rozdíl od roztoku) samovolné, pomalé oddělování jednotlivých složek směsi (např. usazováním).

**Newtonská tekutina** (třeba voda) se řídí Newtonovým zákonem viskozity, její odpor vůči tečení (viskozita) závisí pouze na teplotě a tlaku.

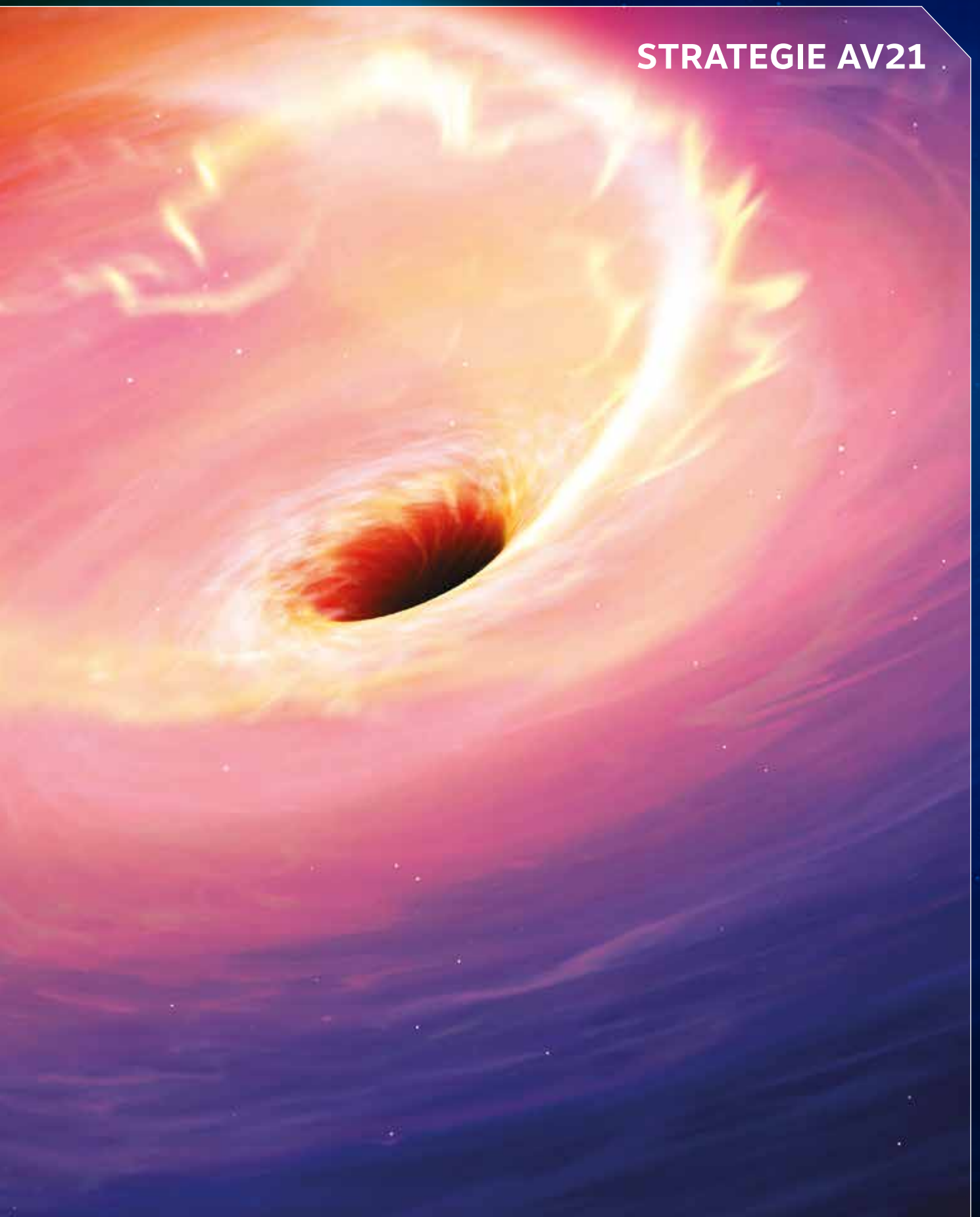
**Nonnewtonská tekutina** (kečup a jiné potravinářské výrobky, petrochemické látky jako asfalty, polymerní roztoky a taveniny ad.) se vyznačuje tím, že pro ni neplatí Newtonův zákon viskozity. Její viskozita závisí i na dalších parametrech, např. na smykové či tahové deformaci. Teče tedy jinak – proto nenalijeme kečup na talíř plynule, jako vodu do skleničky, ale často nejprve neteče vůbec a pak ho náhle z lahvičky vyklouzne velké množství.

# Vesmírné pátrání **BOHYNĚ ATHENY**

Černé díry jsou fascinující objekty. Nemusíme ale do nich rovnou padat, abychom se o nich něco dozvěděli... **Proč se je podařilo objevit až s rozvojem rentgenové astronomie?** Jak funguje kosmická laboratoř?



# STRATEGIE AV21



**P**ředstavme si vědu jako detektivní příběh se dvěma zápletkami. V první je třeba vyřešit „velké“ otázky, které by vědci rádi zodpověděli, ale není jednoduché je vyřešit. Třeba propojit kvantovou fyziku s teorií relativity, najít sjednocený model všech fyzikálních sil a elementů hmoty nebo pochopit, jak a proč došlo k velkému třesku. Nalézt na ně správné odpovědi možná potrvá mnoha generacím vědců. Na některé se ani třeba přijít nepodaří... „Pachatel“ zkrátka uniká.

Druhou skupinu tvoří menší záhady. K jejich zodpovězení můžeme uskutečnit nová pozorování, vylepšit přístroj, přijít s novou počítačovou simulací. Vědci jsou připadu na stopě a od jeho rozuzlení nejsou daleko. „Jak už to však ve vědě bývá, vyřešit jeden většinou znamená otevřít další. Z drobných objevů ale můžeme poskládat mozaiku poznání, která snad časem povede k vyřešení velkých problémů. Ve vědě zkrátka musíme být trpěliví,“ vysvětluje koordinátor programu Strategie AV21 *Vesmír pro lidstvo* Jiří Svoboda z Astronomického ústavu AV ČR.

## NA CESTĚ DO HLUBIN VESMÍRU

Do mozaiky poznání vesmíru chce přispět také mezinárodní mise Athena (Advanced Telescope for High Energy Astrophysics) s českou účastí, kterou v roce 2031 plánuje vyslat Evropská kosmická

**Athena prozkoumá objekty, které jsou blíže Zemi. Ale s větší citlivostí, než dokážeme dnes. Dozvíme se informace o černých dírách i o horkém plynu v mezihvězdné a mezigalaktické látce, neutronových a nově se rodících hvězdách nebo planetách sluneční soustavy, které rozptylují rentgenové záření od Slunce.**

agentura. Měla by putovat do vzdálenosti asi 1,5 milionu kilometrů, kde se otevře novým pohledům do vesmíru. Vědci jí na cestu připravili dva úkoly: zjistit, jak se utvářely velké struktury ve vesmíru a jak se vytvořily superhmotné černé díry v centrech galaxií. Pomohou jí velmi citlivé přístroje, jež mají zachytit rentgenové záření, které vzniklo před mnoha miliardami let. V době, kdy byl vesmír ještě mladý a první galaxie se teprve utvářely.

Družice Athena má také studovat objekty, které jsou blíže naší planetě. Ovšem s větší citlivostí, než umožňují současné rentgenové dalekohledy. Podle Jiřího Svobody se tak dozvíme informace nejen o vzdálených černých dírách, ale i o horkém plynu v mezihvězdné a mezigalaktické látce, neutronových hvězdách,

nově se rodících hvězdách nebo planetách sluneční soustavy, které rozptylují rentgenové záření od Slunce.

Jako hlavní přístroj poslouží citlivý rentgenový kalorimetr X-IFU (X-ray Integral Field Unit) pro měření teploty umístěný v ohnisku družice Athena. Skládat se bude z tisíců polovodičových detektorů chlazených na přibližně  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aby polovodiče fungovaly v supravodivém režimu.

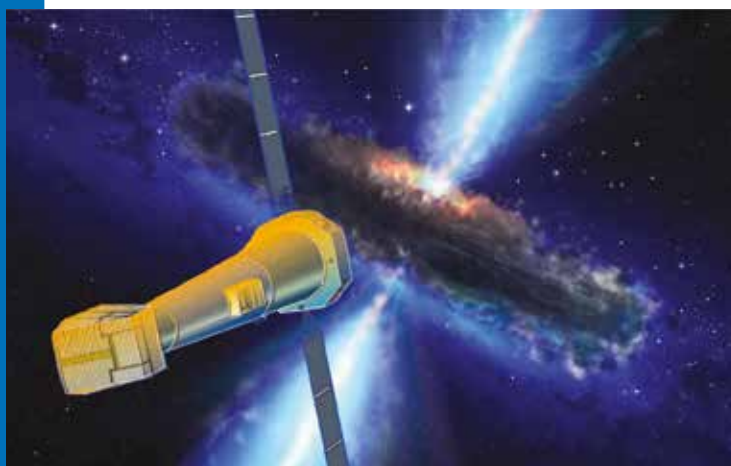
„Když na detektor dolétne rentgenový foton, zvýší se nepatrně teplota, čímž se naruší supravodivost polovodičových senzorů a skokově se navýší odpor,“ pokračuje Jiří Svoboda. Z jeho zaměření budou vědci moci o každém fotonu říct, jakou měl energii. Právě to dělá z kalorimetru X-IFU jedinečný přístroj: umožní totiž sestavit s větší citlivostí spektrum zdroje. Půjde tak určit, k jakým fyzikálním procesům v daném zdroji rentgenového záření dochází a jaké má určitý objekt vlastnosti – třeba teplotu, chemické složení, rotační pohyb apod.

## PÁD DO MALSTRÓMU NENÍ NUTNÝ

Jiří Svoboda souhlasí, že černé díry jsou stále ještě tajemné objekty. Cokoli do nich spadne, už se nikdy nedostane ven. Na jejich hranici se pro pozorovatele v nekonečno zastavuje čas, mění se intenzita i frekvence záření. Všechny tyto vlastnosti a skutečnost, že se s nimi nemůžeme setkat, pouze víme, že kdesi v dalekém vesmíru existují, dělají z čer-

## VESMÍR PRO LIDSTVO

Výzkum vesmíru s sebou nese i rozvoj technologií či materiálů, které lze využít i v každodenním životě. Může to být i případ mise Athena, na které pod hlavičkou programu Strategie AV21 *Vesmír pro lidstvo* spolupracují Astronomický ústav AV ČR a Ústav fyziky plazmatu AV ČR. Jako vedlejší produkt vědeckého bádání se může ukázat, že jsou výsledky užitečné i pro běžný život. Takovými objevy byly třeba internet, bezdrátový přenos dat, navigace atd. V kosmickém výzkumu je přenos technologií do praxe ještě rychlejší. „Když chcete dosáhnout vědeckého cíle, musíte často vylepšit stávající technologii. Ta se vyzkouší, a pokud se ukáže, že šlo o správnou cestu, může se využít dál v praxi,“ vysvětluje Jiří Svoboda. Vědecké cíle tak slouží jako hnací motor za poznáním. Proto je pro každou zemi, která se chce průmyslově rozvíjet, důležitá podpora nejvýznamnějších vědeckých projektů.





RNDr. JIŘÍ SVOBODA, Ph.D.

Astronomický ústav AV ČR

Koordinátor programu Strategie AV21 *Vesmír pro lidstvo*. Zabývá se rentgenovou astronomií, zejména pozorováním černých děr v centrech aktivních galaxií. Zajišťuje také odbornou spolupráci na mezinárodních kosmických misích určených k vědeckému výzkumu vesmíru. Vede juniorský vědecký tým zkoumající černé díry. Spolupracuje s univerzitami na výchově studentů a věnuje se popularizaci astronomie. Je držitelem ceny Bernarda Bolzana, Fričovy a Wichterleho prémie.

malovat, jestliže náhodně dopadá z různých směrů. Změřit rotaci černé díry je ale těžké. Projevuje se jen v nejbližším okolí černých děr, a to zejména tak, že určuje, jak blízko se hmota smí k černé díře dostat.

Jiří Svoboda doplňuje, že černé díry pomáhá odhalit hmota v jejich těsné blízkosti – ta narozdíl od černých děr může zářit velmi intenzivně. Jelikož ale hmota okolo černých děr bývá zahřátá na miliony stupňů, produkuje velmi energetické rentgenové záření. Proto astronomové objevili černé díry, teprve když se zrodila rentgenová astronomie.

## POHLED ATHENY

Rentgenová astronomie, jejíž příští vlnkovou misí bude Athena, umožňuje zkoumání fyzikálních dějů ve vesmíru v situaci, kdy se energie uvolňuje ve formě velmi energetického záření. „Dochází k tomu, když se hmota zahřeje na miliony stupňů, jako v případě okolí černých děr a neutronových hvězd nebo v řídkém plazmatu – ať už ve hvězdných atmosférách (tzv. koronách), mlhovinách vzniklých po velkých explozích hvězd nebo i v mezihvězdné a mezigalaktické látce,“ podotýká Jiří Svoboda.

V těsné blízkosti černých děr navíc hmota obíhá až rychlostí, jež dosahuje poloviční rychlosti světla. Rozptýlené záření na takto urychlených částicích dokáže vybudit záření k vyšším rentgenovým energiím. Ty astronomové pozorují např. u superhmotných černých děr v centrech galaxií.

ných děr ještě záhadnější objekty. Vědce pochopitelně láká, aby je poznali lépe: „Zářící hmota v jejich těsné blízkosti je svědkem fascinujícího světa a my můžeme na dálku pozorovat, co se v něm děje. Nemusíme do černých děr zrovna padat, abychom se leccos dozvěděli,“ předpokládá Jiří Svoboda. Jejich studiem poznáme podrobnosti o zákonitostech vesmíru a poodhalíme tajemství, jak funguje gravitace – základní síla vesmíru – v těchto extrémních podmínkách.

Z pohledu matematiky jsou černé díry jednoduché objekty, které lze popsat jejich hmotností a mírou rotace. Teoreticky by mohly mít i náboj, ale ve vesmíru jsou všechna tělesa neutrální. Astronomové proto neočekávají, že by existovaly černé díry s převažujícím kladným či záporným nábojem.

Podobně lze dobře měřit i hmotnost černých děr díky jejich gravitačnímu vlivu na okolní hvězdy nebo mezihvězdný

plyn – vychází totiž z toho, jak vznikly. Ty, co se utvořily výbuchem a zhrucením obřích hvězd, mají hmotnosti od tří po desítky hmot Slunci. Prostřednictvím gravitačních vln astronomové také objevili srážky černých děr; z malých tak mohou vznikat těžší.

„Otázkou zůstává, kolik černých děr se za svůj život potká, aby z nich srážkami vznikly obří. Ty přitom pozorujeme v centrech galaxií, a to i v těch, které jsou nesmírně daleko a které vidíme v daleké minulosti, v době, kdy byl vesmír mladší než miliardu let. Obří černé díry proto musely vzniknout v raných stádiích vesmíru. Jak? To stále nevíme,“ vysvětluje Jiří Svoboda.

Pozoruhodnou otázkou je i rotace černých děr, která prozrazuje, jak vznikly a jakým způsobem na ně dopadá po dobu jejich života okolní hmota. Ta totiž může černé díry urychlovat, když dopadá pořád pod stejným směrem – nebo naopak zpo-

Rentgenová astronomie tak nabízí jedinečný pohled na hmotu těsně předtím, než dopadne do černých děr, a umožňuje studovat fyzikální procesy v podmínkách, které na Zemi neumíme napodobit. Navíc pomáhá pochopit, kterak se vesmír zformoval, jak se utvořily černé veledíry v centrech galaxií či jak se chová plazma, když je zahřáté ionizujícím zářením nebo magnetickými vlnami. Jde vlastně o takovou kosmickou rentgenovou laboratoř. Jak funguje? Podle Jiřího Svobody je základem rentgenového dalekohledu rentgenová optika, která zajistí, aby fotony neboli částice světla byly nasměrovány do vědeckého přístroje – detektoru. Ten je pak samotným srdcem rentgenového dalekohledu.

Existuje samozřejmě více typů rentgenové optiky a detektorů. První detektory využívaly mlžné komory, což znamená, že událost, jak se říká zachycení rentgenového fotonu, zanechala v mlžné komoře stopu. V současnosti jsou nejrozšířenější polovodičové detektory, u nichž pohlcení rentgenového fotonu vyvolá elektrický impuls. Z něho lze určit energii fotonu. Přístroj X-IFU, na jehož vývoji se čeští vědci podílejí, zpřesní měření energie každého fotonu s pomocí tzv. metody rentgenové kalorimetrie, která využívá supravodivé vlastnosti polovodičů při jejich zchlazení na teplotu blízkou absolutní nule, tedy  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

„Černé díry jsou pro člověka stále ještě tajemné objekty. Cokoli do nich jednou spadne, už se nikdy nemůže dostat ven.“

Jiří Svoboda

Detektory i rentgenová optika se v pozemských laboratořích testují ve vakuových tunelech či komorách. Ve vakuu proto, aby vědci co nejlépe napodobili podmínky ve vesmíru. „Při chlazení přístroje na tak nízkou teplotu, jaká bude potřeba u přístroje X-IFU, je třeba simulovat, jak se detektory chovají. Pro podmínky ve vesmíru je také důležité modelovat vliv kosmického záření, zejména ze slunečního větru,“ upozorňuje Jiří Svoboda.

Modelace se dělá pomocí počítačových simulací, které budou důležité pro rozhodnutí, kde přesně ve vesmíru bude družice Athena operovat.

O tom ještě není rozhodnuto. Aktuálně se ale uvažuje o dvou tzv. libračních bodech L1 či L2, ve kterých se vyrovnávají gravitační síly Země a Slunce.

Nejmmodernější technologie rentgenového kalorimetru X-IFU jsou slibným nástrojem, který člověku umožní studovat horký a energetický vesmír s dosud nevídaným rozlišením.

Horký a energetický vesmír je světem kup galaxií, černých děr a vybuchujících hvězd. Právě tyto objekty jsou důležité

## Z ASTRONOMA HERCEM

Astronom Jiří Svoboda spolupracoval s filmaři při natáčení seriálu o Albertu Einsteinovi *Genius*, který režíroval Ron Howard, držitel Oscara za film *Čistá duše*. Vysvětloval hercům, o čem hovoří, když mluví o relativitě, kvantové fyzice či termodynamice. Mnoho scén se odehrávalo v učebnách, kde se na tabule psaly matematické vzorce. Podklady se připravovaly na základě dobových dokumentů, a aby vše bylo napsáno dobovým písmem, složité vzorce předepisoval kaligraf. Ten sice dbal na styl, ale už méně na přesnost. Jiná historika se váže k natáčení scény, kdy Albert Einstein představuje obecnou teorii relativity. Natáčela se v zimě na liberecké radnici. Když Jiří Svoboda přijel „na plac“, aby zkontroloval tabule, odchytila si ho produkce, že potřebují herce. „Namísto kontroly tabulí mě odvedli do maskérny a nalíčili a oblékli jako studenta. Posadili mě do zadu učebny, ale jakmile mě Ron Howard poznal, přesadil mě do druhé řady, a ještě mi vytvořil scénku. V seriálu jsem se tak na pár vteřin objevil jako herec.“

pro pochopení, jak se v hluboké historii utvářel a vyvíjel vesmír.

## ČESKÁ STOPA ATHENY

V Astronomickém ústavu AV ČR se fyzikou černých děr a modelováním, jak se chová hmota v jejich těsném okolí, zabývají dlouhodobě. Mezinárodní vědecký tým mise Athena jej proto přizval do skupiny, která stanovuje kritéria pro přístroje na družici. Čeští vědci navíc v roce 2019 vstoupili do instrumentálního konsorcia hlavního vědeckého přístroje X-IFU, a tak se podílejí nejen na vědecké části mise, ale i konstrukcích hardwarového vybavení. Astronomové za tímto účelem spojili síly s Ústavem fyziky atmosféry

## Horizont události

S myšlenkou cestování černou dírou často pracují sci-fi filmy jako například *Horizont události* z roku 1997. Je to možné, nebo jde o fikci? Jiří Svoboda vysvětluje, že čistě hypoteticky by mohly existovat singularity, které by neobklopoval horizont události jako černé díry: „Říká se jim nahé singularity. Z nich by uniknout šlo. Pokud by tyto singularity byly propojeny s černou dírou časoprostorovým tunelem, dalo by se jimi cestovat časem.“ Matematické výpočty ale ukázaly, že by se takový tunel zhroutil dřív, než by stačila prolétnout jediná částice. Ani astronomická pozorování nenaznačují, že by existovala taková singularita, ze které by ven proudila hmota. Červí díry, jak se takovým propojením říká, tak můžeme hledat spíše v sci-fi filmech a teoretických úvahách.

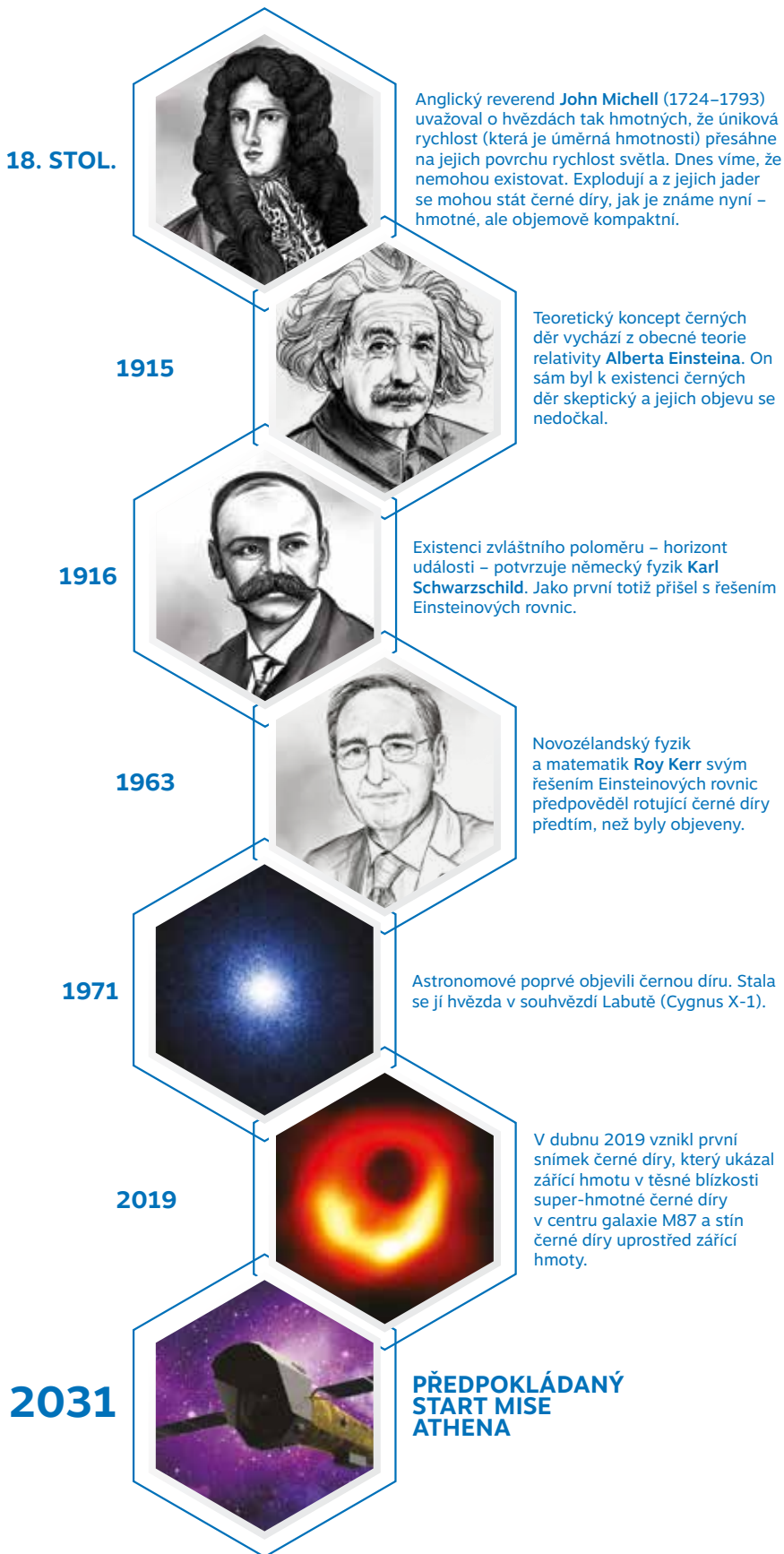
AV ČR, v němž mají dlouholeté zkušenosti s palubní elektronikou pro kosmické mise – například pro Solar Orbiter. „Kolegové do projektu přinášejí novou vědeckou tematiku týkající se výzkumu magnetosfér planet naší sluneční soustavy,“ říká Jiří Svoboda. Pro přístroj X-IFU společně vyvíjejí a vyrábějí tzv. Remote Terminal Unit, který bude součástí elektroniky sloužící ke kontrole a řízení teploty uvnitř přístroje a ovládání jeho dalších elektronických a mechanických součástí.

Projekt Athena vyžaduje také rozsáhlou administrativní agendu a dovednosti, které z vědců dělají tak trochu i manažery. Agendy je dost, přitom u nás stále není zvykem, že by vědci měli odbornou podporu. Jak však Jiří Svoboda podotýká, jde sice o práci navíc, ale má svůj smysl: „Když přijde někdo nový, může se s projektem rychle seznámit. Evropské kosmické agentuře záleží na tom, aby zajistila plynulý chod, i když klíčoví pracovníci odejdou. Účastí na velkých projektech navíc získáváme zkušenosti, které zúročíme jinde.“

Jedenáct let, které zbývají do startu družice Athena, se může zdát jako dostatečně dlouhá doba. Vědci a konstruktéři přesto musejí stihnout ledacos. Například detailnější inženýrské návrhy, prototypy detektorů i rentgenové optiky – a to vše otestovat a dokonale promyslet, protože přístroje, které družice ponese, musejí přežít nejen náročné vibrace při startu rakety, ale i vesmírné putování do vzdálenosti 1,5 milionu kilometrů.

Dobry, nebo ještě lépe dokonalý detektivní příběh většinou pomáhá čtenáři nalézt všechny důležité klíče k rozluštění záhady či dopadení „pachatele“. Sledujeme-li pozorně zápletku a všechny možné stopy, případ občas rozluštíme ještě před koncem.

Totéž možná čeká badatele při misi Athena, která příznačně nese jméno řecké bohyně moudrosti. S přispěním českých vědců se blíží rozhodný krok na cestě k pochopení tvorby a vývoje velkých struktur hmoty nebo života černých děr a jejich soužití s galaxiemi, ve kterých se nacházejí. Zatím se však tento příběh stále ještě svému vyřešení vzpírá – jsme teprve na jeho začátku. □



# TÉMA PRO...

## Genetické **BANKY**

Čas od času oznámí vědci nález nového živočišného druhu, na druhou stranu jiné vymírají a ocitly se na hranici vyhubení. **K ochraně biodiverzity přispívají i genetické banky**, v nichž se pečlivě shromažďují vzorky živočišných tkání. Není to však zdaleka jejich jediný účel.

**V**enkovní teploměr ukazuje při našem příjezdu pět stupňů pod nulou. Už to je na letošní mírnou zimu docela slušný mráz. Údaj na mrazácích umístěných na pracovišti Ústavu biologie obratlovců AV ČR ve Studenci na Třebíčsku však tuto hodnotu hravě strčí do kapsy:  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Při této teplotě se totiž skladují genetické vzorky uchovávané ve zdejších sbírkách. ▶





Správkyní sbírek Genetické banky Ústavu biologie obratlovců AV ČR je Barbora Rolečková. Zároveň se podílí i na chodu Národní genetické banky živočichů, tedy sítě, do níž banka Ústavu biologie obratlovců AV ČR spadá. Prvotní účel je jasně daný: zajistit kvalitní dlouhodobé skladování genetických vzorků. „S genetickým materiálem pracujeme běžně, vzorky tedy máme a uchováváme je. Většinou se ale sbírají pro konkrétní výzkumný projekt a potom jen leží v mrazáku, nikdo další o nich neví a dál se nepoužijí,“ vysvětluje Barbora Rolečková, proč je dobré, aby ostatní vědci věděli, kde a jaké vzorky jsou k dispozici. Když zjistí, které pro svůj výzkum potřebují, mohou si o ně požádat.

Na nadnárodní úrovni spolupracuje banka s Global Genome Biodiversity Network – sítí, která propojuje sbírky genetických vzorků biodiverzity celého světa. Svým členům poskytuje odbornou pomoc například v nadnárodních legislativních otázkách spojených se sběrem a poskytováním genetického materiálu. Provozuje také veřejně dostupný portál (databázi) s informacemi o všech uložených vzorcích, které jednotliví členové poskytnou.

V současné době se ve veřejné databázi Národní genetické banky živočichů nachází téměř 10 tisíc záznamů. „Schraňujeme vzorky obratlovců, tedy savců, ptáků, ryb, obojživelníků a plazů. Více než 6 tisíc vzorků náleží savcům, především drobným hlodavcům,“ vypočítává Barbora Rolečková. Získávají je ze dvou zdrojů, jedním jsou ukončené vědecké projekty, kdy se badatelé rozhodnou, že se o vzorky „podělí“, druhým pak vlastní sběr (např. zvířata sražená u silnice) a příspěvky od různých poskytovatelů. „Spolupracujeme se záchrannými stanicemi, přírodovědnými muzei, Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR či Českomoravskou mysliveckou jednotou,“ doplňuje.

## NÁRODNÍ GENETICKÁ BANKA ŽIVOČICHŮ

Vznikla v roce 2015. Tvoří ji síť pracovišť, která genetické vzorky buď sama uchovávají (např. vědecká pracoviště a vysoké školy), nebo s bankou jinak spolupracují, nejčastěji jako poskytovatelé vzorků. Mezi nejvýznamnější přispěvatele patří záchranné stanice, muzea, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a myslivecké spolky. U zrodu stála kromě Ústavu biologie obratlovců AV ČR také Katedra zoologie Přírodovědecké fakulty UK. Banka shromažďuje a uchovává vzorky tkání převážně volně žijících obratlovců a spravuje jejich databázi. Neomezuje se přitom jen na naši faunu; vzorky ze zahraničí pocházejí nejčastěji z ukončených vědeckých projektů. Cílem je zpřístupnit získané vzorky pro další výzkum a přispět ke kvalitnějšímu druhové ochrany.

### NEJLEPŠÍ JE SVALOVINA

Pro sběr vzorků poskytuje banka svým spolupracovníkům výbavu, takzvané pitvací sady (foto vpravo dole). Několik balíčků si můžeme prohlédnout – obsahují nůžky, skalpel, pinzetu, nůž, jednorázové rukavice, sáček a další nástroje potřebné k odebrání kousku tkáně uhynulého zvířete. „Zároveň nabízíme i krabičky se zkumavkami naplněnými lihem, který vzorek zakonzervuje,“ doplňuje Barbora Rolečková. Vysvětluje, že pokud lidé nechtějí sebrat celé zvíře a pitvat ho až později, je možné odebrat vzorek v terénu. Ale pitvací sady se hodí např. i v záchranných stanicích.



Petra Hájková odebrá v laboratoři vzorek tkáně z tělčka mrtvé vevery. Stejný postup je možné uplatnit i v terénu, všechny potřebné nástroje a materiál obsahuje takzvaná pitvací sada, kterou Ústav biologie obratlovců AV ČR svým spolupracovníkům zdarma nabízí.





Barbora Rolečková otevírá dveře mrazicího boxu. Displej ukazuje teplotu  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Aby teplota neklesla a přístroj neposlal varovnou SMS, musí být fotografování uskladněných vzorků rychlé.

„Aby byl vzorek kvalitní, je důležité, aby mrtvola nebyla stará a v rozkladu. Jinak je třeba jít hlouběji, tam, kde je maso pěkně růžové – nedegradované,“ upřesňuje správný postup. Pokud se odebírá více vzorků po sobě, je samozřejmě nezbytné sterilizovat nástroje (proto je v sadě zapalovač).

Stačí jen malý kousíček, v řádu milimetrů. Pro dobré zakončování ve zkumavce je třeba, aby byl asi desetinásobný nadbytek lihu. Pravidlo „čím více, tím lépe“ v tomto případě neplatí. Pro lepší představu nám Petra Hájková, pracovnice Ústavu biologie obratlovců AV ČR, která se na chodu banky rovněž podílí, předvádí odebrání vzorku přímo ve studenecké laboratoři. Zvládne to i poučený laik. Také proto v začátcích fungování Národní genetiké banky živočichů oslovili výzkumníci s prosbou o spolupráci rovněž širší odbornou veřejnost. Vzorky přicházely a přicházejí i nadále, někdy jen tkáň ve zkumavce, jindy celé zvířecí mrtvolky. Pro následné zpracování je však potřeba delší čas. A toho se při náročné a pečlivé práci badatelů často nedostává.

Zapojení veřejnosti do sběru vzorků poněkud komplikují různé legislativní normy a nařízení. Jedna z vyhlášek Ministerstva životního prostředí obsahuje seznam zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů. Ochrana se vztahuje i na uhynulé jedince, jejich části a výrobky z nich. „Mrtvolky takového živočicha bychom se tedy neměli dotýkat, nijak s ní nakládat či brát z přírody,“ upozorňuje Barbora Rolečková. Zaměstnanci Ústavu biologie obratlovců AV ČR si zařídili výjimku, aby při své práci neporušovali zákon. Problematická je i zvěř, která podléhá zákonu o myslivosti. Řidiči by měli vědět, že se sraženou zvěří nemají manipulovat ani ji nakládat do auta, mohlo by jim totiž hrozit obvinění z pytláctví. Existují ale i další veterinární a hygienické normy, kterými se občané musí řídit. A to i při sběru genetikých vzorků.

## PROČ JE UCHOVÁVÁNÍ VZORKŮ DŮLEŽITÉ?

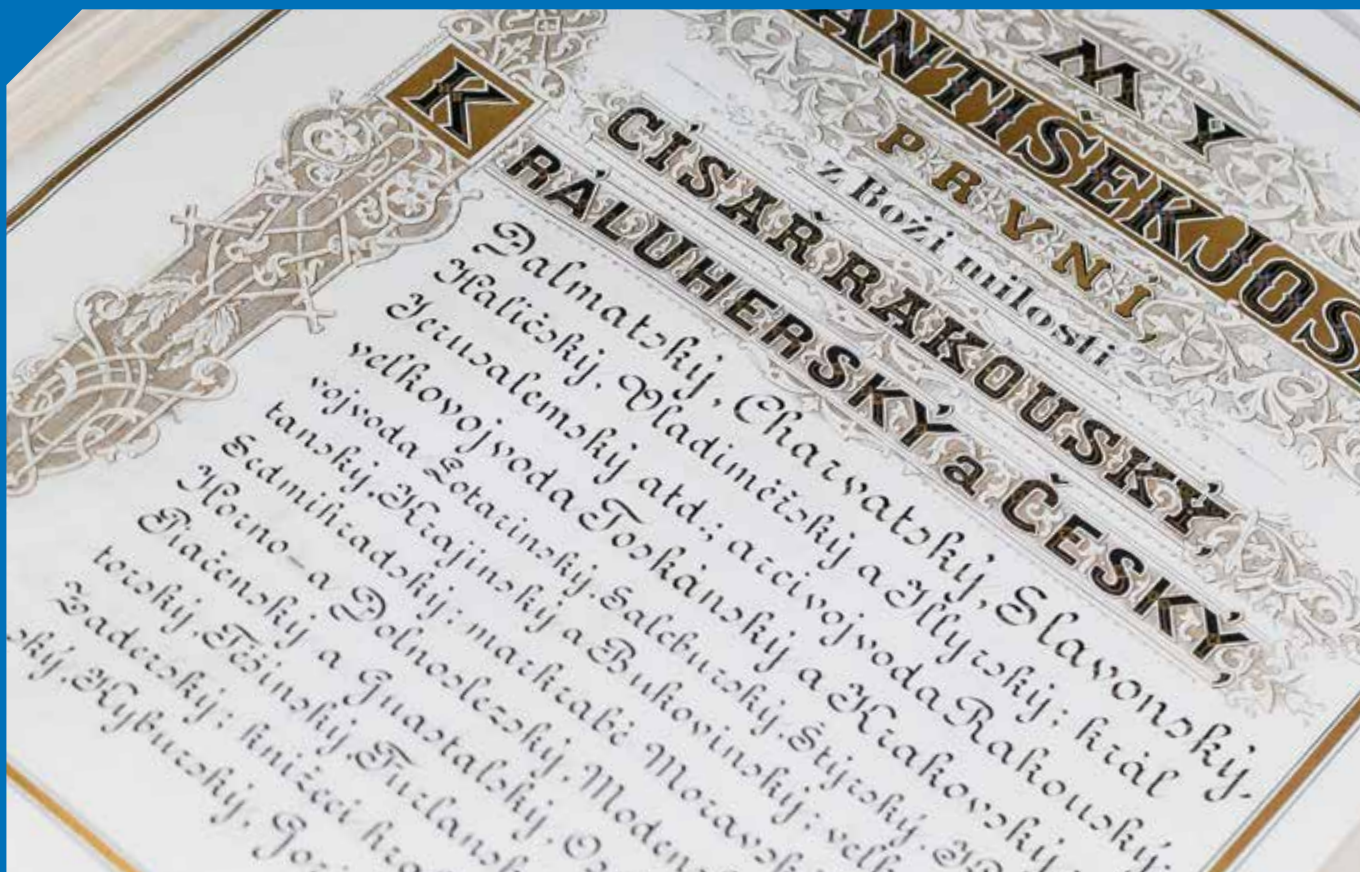
Pro zachování bohaté biodiverzity, potažmo ochranu přírody jako takovou, se v posledních desetiletích osvědčil nový obor – ochranná genetika. Využívá genetikých metod pro získávání informací o vzácných a ohrožených druzích a zaměřuje se také na studium genetiké rozmanitosti v jejich populacích. Ta může být v souvislosti s lidskou činností a zásahy do přírody významně snížena, čímž může dojít k omezení schopnosti populace přizpůsobit se změnám životního prostředí a v extrémním případě i přežít. Budoucnost vzácných a ohrožených druhů navíc komplikuje příbuzenské křížení. Může vést ke zvýšení výskytu dědičných chorob a snížení reprodukčních schopností jedinců, v konečném důsledku pak k vymírání druhů.

V České republice je z hlediska ochranné genetiky asi nejvíce probádaným živočichem sýslec obecný. Dříve hojný hlodavec, který byl masově huben, dnes patří mezi kriticky ohrožené druhy. Rozsáhlými genetikými analýzami badatelé zjistili, že populace ve střední Evropě pocházejí z jediné kolonizační vlny z panonské oblasti a genetiké rozdíly mezi populacemi tedy způsobil hlavně genetiký drift, tj. náhodné vymizení různých genetikých variant v různých populacích. Znamená to, že zdejší sýslové pravděpodobně nebudou výrazně evolučně adaptováni na lokální podmínky a je tedy možné posílit jejich populaci pomocí sýslů z jiných středoevropských zemí. Pokud by totiž genetiké analýzy ukázaly, že jsou lokálně adaptováni, mohlo by křížení s „cizinci“ naopak populaci ohrozit.

Genetiké banky se nespécializují jen na ohrožené druhy. Živočichové, kteří jsou v současnosti běžní, mohou totiž v budoucnosti patřit k vzácným. „Za 20 let budeme mít v bance třeba časovou řadu vzorků krtků, veverka nebo ježků, a kdyby jich v budoucnu významně ubylo, můžeme se podívat na vývoj genetiké variability – jak vypadala v minulosti,“ vysvětluje Barbora Rolečková. Porovnáním většího počtu vzorků pak mohou určit, jaké změny v genetiké výbavě stály za oslabením populace. Proto je dlouhodobé kontinuální fungování banky tak důležité. K tomu je potřeba dostatečné množství kvalitního genetikého materiálu od různých jedinců a z různých období. Tedy takových vzorků, jaké jsme mohli vidět v mrazících studeneckého pracoviště Ústavu biologie obratlovců AV ČR. □



# DĚNÍ V AKADEMII



## VÝROČÍ ZALOŽENÍ AKADEMIE:

### TRADICE OD ROKU 1890

Akademie věd ČR si 23. ledna 2020 připomněla 130. výročí vzniku České akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění – své přímé předchůdkyně. Nejstarší dlouhodobě činnou učenou společností u nás byla Královská česká společnost nauk (1784–1952), která zahrnovala vědy humanitní i přírodní. Na počátku šedesátých let 19. století navrhoval přírodovědec Jan Evangelista Purkyně ve svém spise *Akademia*, aby vznikla ještě další mimouniverzitní vědecká instituce, která by sdružovala ústavy reprezentující hlavní obory tehdejší vědy. Jeho myšlenka je velmi blízká koncepci a struktuře současné Akademie věd ČR.

Ve srovnání s počátkem šedesátých let 19. století byl v roce 1890 nejen dostatek tvůrců i „konzumentů“ národně vymezené vědy, ale existoval také plán, jak by podobná instituce

mohla vypadat a fungovat. V tomto kontextu bylo důležité, že se objevil movitý a zapálený mecenáš, který ideu prosadil a z velké části také zaplatil – architekt a stavitel Josef Hlávka. Cílem akademie byla společná zasedání vědců (a umělců) dělící se do čtyř oborových tříd, vzájemné seznamování se s výsledky vědeckého bádání a hlavně publikování těchto výsledků.

Přestože se setkáváme se zárodky budoucích moderních výzkumných ústavů již před první světovou válkou, prosazoval se progresivní směr pozvolna. Neurychlil jej ani vznik republiky v říjnu 1918, který zkrátil název instituce na Českou akademii věd a umění. V meziválečném období však působila anachronně a její reforma byla otázkou času. K ní ovšem nedošlo, protože po nastolení totalitního režimu v roce 1948 byly hlavní vědecké mimouniverzitní instituce i učené společnosti zrušeny. Místo nich vznikla Československá akademie věd (1953–1992), která zahrnovala jak soubor vědeckých ústavů, tak učenou společnost. Akademie věd ČR, jak ji známe dnes, funguje od 1. ledna 1993 jako její přímá nástupnická organizace.



## AKADEMICKÝ SNĚM ROKOVAL O FINANCÍCH A PŘIPOMNĚL VÝZNAMNÉ VÝROČÍ

Na úvod LV. zasedání Akademického sněmu AV ČR dne 10. prosince 2019, které se tradičně konalo v Národním domě na Vinohradech, připomněla předsedkyně Eva Zažímalová významné jubileum: „Právě dnes si připomínáme 60. výročí udělení Nobelovy ceny za chemii Jaroslavu Heyrovskému, kterou si převzal 10. prosince 1959 za objev a rozpracování analytické polarografické metody.“ Osobnost a dílo zakladatele polarografie (více v čísle 3/2017) akademikům představil ředitel Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR Martin Hof.

Účastníci sněmu projednávali zprávu o činnosti Akademické rady AV ČR a rozpočet Akademie věd ČR na období 2020 až 2022. Předsedkyně připomněla především nízký podíl zdrojů z vlastní rozpočtové kapitoly AV ČR na celkových finančních zdrojích, který v roce 2018 činil pouze 40 %. „Tato skutečnost zásadním způsobem komplikuje možnost dlouhodobé a koncepční výzkumné práce na pracovištích Akademie věd,“ uvedla Eva Zažímalová, která zároveň apelovala na výrazné posílení institucionálního financování. Ocenila však návrh prorůstové varianty rozpočtu české vlády, jehož schválení znamená pro Akademii věd navýšení o zhruba půl miliardy korun v příštím roce.

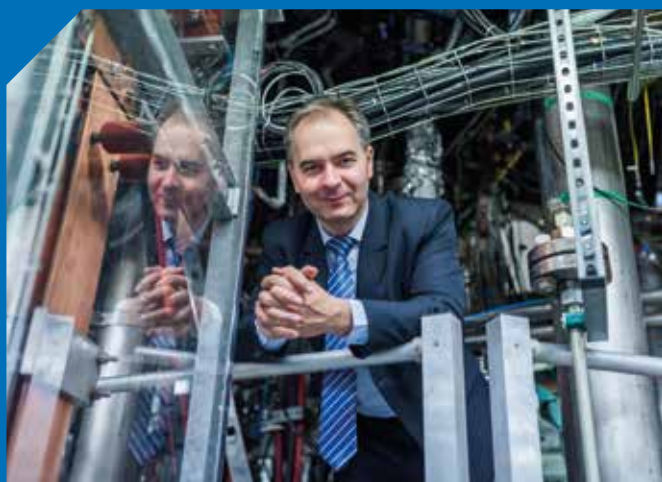
## SPOLUPRÁCE S OSTRAVSKOU TECHNICKOU UNIVERZITOU

Společně s rektorem Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava Václavem Snášelem podepsala 19. prosince 2019 předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová memorandum o spolupráci. Mělo by umožnit užší kooperaci při výzkumných projektech, školení doktorandů a častější výměnu zkušeností mezi oběma institucemi. Před slavnostním podpisem se uskutečnilo jednání obou čelných představitelů s náměstkem Ministerstva průmyslu a obchodu Petrem Očkem a členy Akademické rady AV ČR Pavlem Krejčím a Janem Řídkým o možnostech, v jakých konkrétních oblastech je možné spolupráci rozvinout.



## RADOMÍR PÁNEK VE VEDENÍ FUSION FOR ENERGY

Ředitel Ústavu fyziky plazmatu AV ČR Radomír Pánek se stal jedním ze dvou místopředsedů správní rady Evropského společného podniku Fusion for Energy, který realizuje evropskou část největšího vědeckého experimentu na světě – projektu ITER. Zařízení se buduje v jižní Francii a jeho cílem je výroba čisté a téměř nevyčerpatelné energie z termojaderné fúzní reakce. Mělo by produkovat výkon 500 MW. „Akademie věd ČR se v této oblasti výzkumu dostala na vysokou úroveň a hlavní evropští i světoví hráči ji berou velmi vážně,“ řekl ke svému zvolení Radomír Pánek.



## MEMORANDUM O PODPOŘE VĚDY

Zástupci vlády, ministerstva školství, Akademie věd ČR a vysokých škol podepsali 19. prosince 2019 Memorandum o podpoře výzkumu, vývoje a inovací v České republice. Zavázali se, že budou podporovat výzkumnou činnost na akademických pracovištích a na vysokých školách tak, aby zajistili jejich dlouhodobou stabilitu a posílili mezinárodní konkurenceschopnost. Dále se dohodli, že se budou snažit zvýšit úspěšnost vědců z ČR v soutěžích o ERC a další významné zahraniční granty a podporovat rozvoj nadějných mladých vědců. V memorandu se mimo jiné uvádí: „V návaznosti na možnosti státního rozpočtu (se budou) zasazovat o systematické navyšování výdajů státního rozpočtu na institucionální podporu na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumných organizací, každoročně nejméně o 4 %, aniž by byly nepříznivě ovlivněny ostatní výdaje státního rozpočtu na výzkum, experimentální vývoj a inovace.“

## NOVÉ MIKROSKOPICKÉ CENTRUM

Jedno z nejlépe vybavených mikroskopických pracovišť v Evropě se na konci února 2020 otevřelo v Ústavu molekulární genetiky AV ČR v pražské Krči. Nejmodernější zobrazovací technologie budou sloužit české i zahraniční vědecké komunitě pro identifikaci důležitých dějů v buňkách a tkáních. Poznatky se využijí například při léčbě virových onemocnění nebo rakoviny. Rekonstrukce laboratoře a pořízení přístrojů stály 55 milionů korun. Na projektu se podílela Evropská unie a Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Nová mikroskopická laboratoř pokrývá širokou škálu ultrastrukturálního biomedicínského zobrazování – od molekul a jejich interakcí, struktury a procesů v buňkách a tkáních až po mechanismy infekce.



## EVA ZAŽÍMALOVÁ USPĚLA

### V SOUTĚŽI TOP ŽENY ČESKA

Předsedkyně Akademie věd zvítězila v kategorii Top ženy veřejné sféry prestižní ankety Top ženy Česka. Soutěž se snaží upozornit na výrazné ženy, které se nebojí riskovat, nést odpovědnost a prosadily se ve svém oboru. Propojuje přítom

výrazné osobnosti ze soukromé i veřejné sféry, přičemž příběhy oceněných mají inspirovat další ženy. Porota složená ze zástupců českých firem i veřejných institucí hodnotila vliv, pracovní úspěchy, podnikatelský příběh a společenský přínos nominovaných. Motto letošního ročníku znělo: Ty, které mění svět. Ve videomedailonku Eva Zažímalová mimo jiné uvedla: „Chtěla bych pokračovat v nastavené koncepci a otevírat Akademii věd veřejnosti. Ráda bych více zviditelnila skvělou práci našich vědců.“



## ČESKÁ EXOPLANETA MAKROPULOS

Poprvé v historii mohli Češi vymyslet oficiální název pro planetu nacházející se mimo náš solární systém. Anketu Pojmenuj exoplanetu organizoval Astronomický ústav AV ČR ve spolupráci se Střediskem společných činností AV ČR. Výsledky oznámila Mezinárodní astronomická unie, která celosvětovou soutěž k výročí 100 let svého založení vyhlásila. „Česká“ exoplaneta se bude nazývat Makropulos, hvězda XO-5 v souhvězdí Rysa, kterou Makropulos obíhá, pak Absolutno. Planetu, jež nyní nese jméno divadelní hry Karla Čapka o touze člověka po nesmrtelnosti, objevili vědci v roce 2008. Je o málo větší než Jupiter a tvoří ji horké plyny. Svou hvězdu, Absolutno, obíhá mnohonásobně rychleji než Země Slunce – jeden rok zde trvá zhruba čtyři pozemské dny.

# PŘÍŠTĚ



## Vydává

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

## Adresa redakce

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

## Šéfredaktor

Viktor Černoč

## Zástupkyně šéfredaktora

Leona Matušková

## Redaktoři

Martin Ocknecht, Jana Olivová,  
Radka Římanová, Luděk Svoboda,  
Markéta Wernerová

## Fotografka

Jana Plavec

## Produkční

Markéta Wernerová

## Korektorka

Irena Vítková

## Sociální síť

Petr Cieslar

## Grafika

Pavína Jáchimová, Josef Landergott

## Redakční rada

Markéta Pravdová (předsedkyně),  
Josef Lazar (místopředseda),  
Petr Borovský, Jiří Chýla, Jan Kolář,  
Michael Londesborough, Jan Martinek,  
Radek Mikuláš, Jiří Padevět,  
Tatána Petrasová, Daniela Procházková,  
Michal Salaj, Kateřina Sobotková,  
Pavel Suchan, Michaela Trtíková Vojtková

## Tisk

Triangl, a. s.

## Distribuce

CASUS Direct Mail, a. s.

Číslo 1/2020, vychází čtvrtletně, ročník 4

**Vyšlo 11. března 2020**

ISSN 2533-784X

Cena: zdarma

Evidenční číslo MK ČR E 22759

Nevyžádané materiály se nevracejí. Za obsah inzerce redakce neodpovídá. Změny vyhrazeny. Veškeré texty a dále fotografie na str. 3–4, 11, 21, 24–25, 30, 33, 38, 40–41, 44, 48, 52–53, 57, 60–66, 70–71, 75, 78–83 jsou uvolněny pod svobodnou licencí **Creative commons CC BY-SA 3.0 CZ**.

Informace o zpracování osobních údajů naleznete na [www.avcr.cz/casopisy](http://www.avcr.cz/casopisy).

[www.avcr.cz](http://www.avcr.cz)

## PŮDA

Je stejně důležitá jako voda a vzduch. O jejím významu pro zajištění bytí na Zemi nemůžeme pochybovat. Bez ní by na naší planetě existoval život jen stěží – závisí na ní lidé, zvířata i rostliny. Co vlastně o půdě víme? Jak vzniká a jak se vyvíjí? Co jí škodí? Jaké složky obsahuje? Víme, že je domovem mnoha půdních organismů, většina z nich ale pro svou velikost zůstává našemu zraku skryta. Vedle sebe tu koexistují nejen bakterie, houby, řasy a sinice, ale také želvušky, roztoči či chvostokoci z mnoho druhů hmyzu. Půdu z pohledu nejruznějších disciplín zkoumají vědci z Biologického centra AV ČR.

## CO PROZRADÍ DÁVNÁ DNA

Fascinuje ho výzkum staré DNA. Zkoumá kosterní pozůstatky nalezené na pohřebištích ze starší doby bronzové. Při studiu minulosti lidstva kombinuje archeologii s přírodními vědami. Představí se držitel Akademické prémie za rok 2019 Michal Erné z pražského Archeologického ústavu AV ČR.

## MĚSTO BEZ BARIÉR

Taktický urbanismus se věnuje rozvoji a plánování měst či vesnic tak, aby bylo jejich prostředí funkční a vhodné pro obyvatele. Využívá moderní technologie, například laserové měřiče, GPS, skenery. Jak mapování fyzických bariér přispívá k bezbariérovosti měst? Tématem se zabývají v Ústavu geoniky AV ČR.

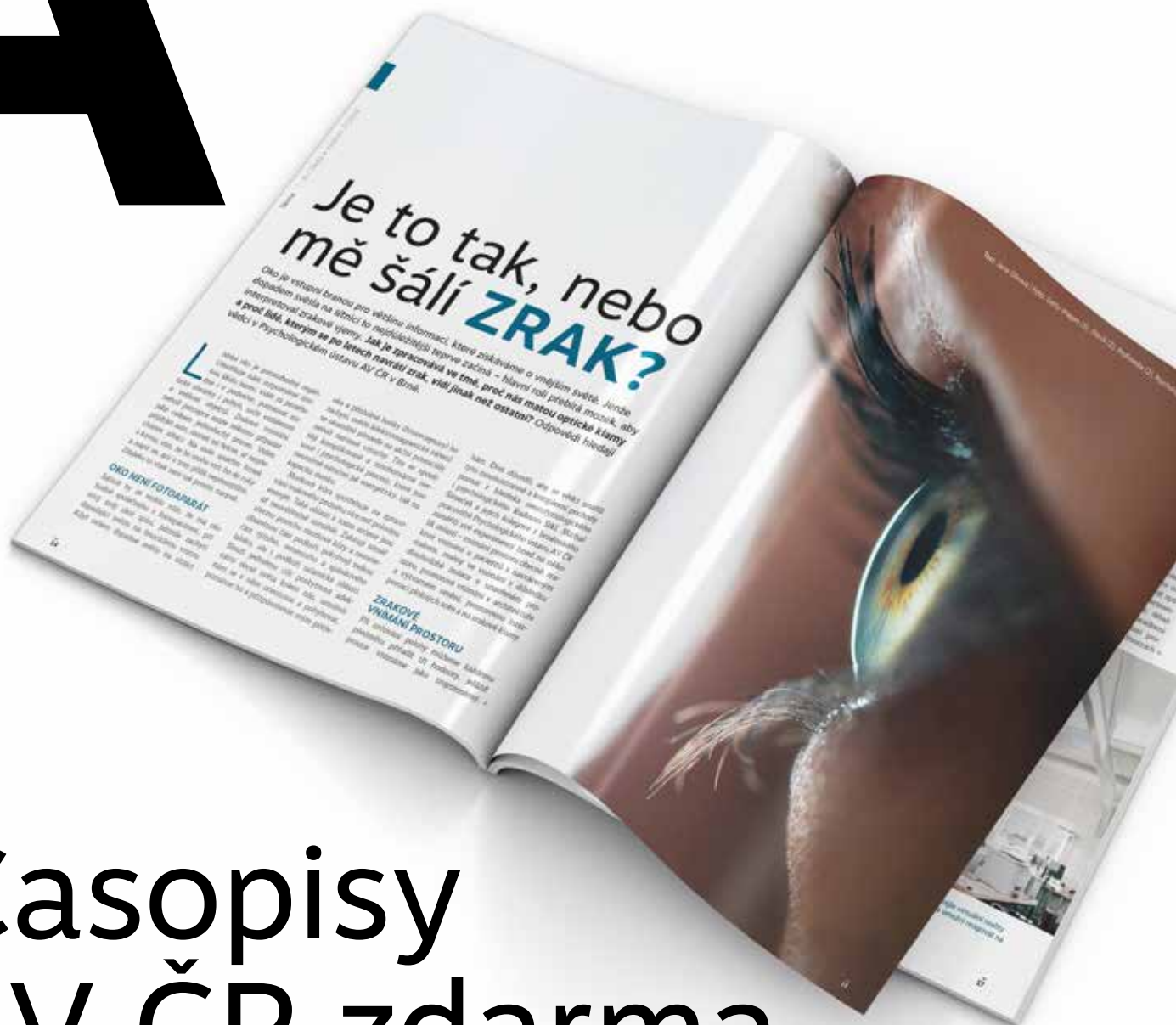
Foto: Getty Images, Shutterstock (2)

# A VĚDA A VÝZKUM



Akademie věd  
České republiky

Oficiální magazín AV ČR



## Časopisy AV ČR zdarma

Všechna periodika, která Akademie věd ČR vydává, jsou zdarma online na stránkách [www.avcr.cz](http://www.avcr.cz). Chcete tištěné „Áčko“ dostávat poštou? Napište nám na [wernerova@ssc.cas.cz](mailto:wernerova@ssc.cas.cz).



[www.avcr.cz/cs/pro-verejnost/casopisy](http://www.avcr.cz/cs/pro-verejnost/casopisy)



Akademie věd  
České republiky

Špičkový výzkum  
a tradice od roku 1890

# A VĚDA A VÝZKUM

biologie	humanitní vědy	medicína	chemie
společenské vědy	fyzika	ekologie	matematika
historie	filologie	informatika	vědy o Zemi
aplikovaná fyzika			



[www.avcr.cz](http://www.avcr.cz)



[https://cs-cz.facebook.com/  
akademieved/](https://cs-cz.facebook.com/akademieved/)



[https://www.instagram.com/  
akademievedcr/](https://www.instagram.com/akademievedcr/)



[https://twitter.com/  
akademie\\_ved\\_cr](https://twitter.com/akademie_ved_cr)