

# VĚDA A VÝZKUM



Akademie věd  
České republiky

magazín AV ČR

04 2021

# POČASÍ

**Extrémní jevy budou častější a nepředvídatelné**

Delší doba rodičovské  
nemusí být přínosná

Jak se budou zkoumat  
černé díry za 20 let

Překvapivé spojení  
matematiky a bagrů



Akademie věd  
České republiky



# KOPIE A FALZIFIKÁTY V PORTRÉTNÍ MINIATUŘE

1. 11. 2021 — 14. 1. 2022

Galerie Věda a umění

Akademie věd ČR, Národní 3, Praha 1

Po–Pá 10.00–18.00

Vstup volný

*Portrét hraběnky Potocké – falzum,  
přelom 19. a 20. století. Sběrka  
Národního muzea, inv. č. H2-31 708*

### Vážení čtenáři,

když řeč vážne, pomůže prý téma počasí – anebo už je ohraným klíše a při společenské konverzaci se konstatováním, že „venku je dnes opravdu hezky“, v dobrém světle neukážeme? Asi záleží na situaci. Případně na státě, v němž se právě nacházíme a s jehož občanem mluvíme. Někde je toto konverzační téma téměř očekávané. V každém případě platí, že když o něm někdo ví opravdu zajímavé informace, může konverzaci obohatit. I jazykově. Máme například počasí aprílové, bláznivé, ubrečené, plačtivé, smutné, pochmurné, mlhavé, dušičkové, ba i takové, že „by psa ven nevyhnal“... a někdy i příjemné a krásné. Některé z vědeckých zajímavostí o počasí nabízíme na následujících stranách časopisu *A / Věda a výzkum*, který máte právě před sebou. V textu se zaměřujeme na extrémní projevy počasí, s nimiž se v posledních letech setkáváme čím dál častěji. Klimatologové upozorňují, že jde o jeden z důsledků probíhající změny klimatu, na který si zřejmě budeme muset zvyknout. My se ale tématu věnujeme ještě z trochu jiného úhlu pohledu. Ptáme se například, nakolik lze s využitím současného vědeckého poznání extrémní počasí předpovídat. Letos v červnu zasáhlo nečekaně jižní Moravu tornádo. Dal by se v budoucnu predikovat i takto extrémní lokální jev? Co všechno musíme vědět o atmosféře a jaké výpočetní kapacity je třeba mít k dispozici, aby se předpovědní modely co nejvíce přiblížily realitě?

Přeji vám krásné počasí a inspirativní čtení.



Eva Zažímalová  
předsedkyně Akademie věd ČR



Foto na titulní straně: Shutterstock



48

## V OBRAZE

[Odložená vejce](#) 6

## Z AKADEMIE

[Nové vědecké objevy AV ČR](#) 8



## ZE SVĚTA

[Komentáře expertů AV ČR](#) 12



## TÉMA

### [Nevyzpytatelné počasí](#)

18

Je extrémních projevů počasí, jako jsou povodně, sucho, požáry, krupobití či tornáda, více než dříve? Budeme je někdy umět včas předpovědět a připravit se na ně? Jak předpověď počasí vlastně funguje?

**HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY**Déle s mámou, horší budoucnost? 40**ROZHOVOR**Talent, zkušenost a sílaHelena Fulková**36****ASTRONOMIE**Po stopách černých děr 44

Vesmírná observatoř LISA bude v kosmu hledat superhmotné černé díry. Pomůže astrofyzikům rozluštit, jak vznikají?

**FOTOSTORY**Nástěnné baroko 48

Nástrovní malby tvoří významnou, ale ohroženou součást kulturního dědictví. Co o nich historikové umění zjišťují?

**HISTORIE**Kříž ve stínu srpů a kladiva 54

Po násilném potlačení pražského jara v roce 1968 komunistický režim výrazně přitvrdil. Terčem se stala i katolická církev.

**STRATEGIE AV21**Bagry a matematika 60**TÉMA PRO...**Výměna dvou sluncí 64**DĚNÍ V AKADEMII**Krátké zprávy z AV ČR**70**

V obraze

Text: Leona Matušková | Foto: Oldřich Mikulica



## ODLOŽENÁ VEJCE

Kukačky vkládají vejce do cizích hnízd. Lze zjistit, kolik jich daná samice snese?

Nejčastějšími nedobrovolnými pěstouny kukaččích mláďat jsou u nás rákosníci, pěvci žijící skrytě v rákosí.

Kukačka při parazitaci uchopí vejce rákosníka do zobáku, snese vlastní a rákosníčci odnáší. Během jedné sezony jich takto naklade více než 10. Určit, které vejce je od jaké kukačky, lze genetickými metodami – porovnáním vzorku krve vylíhlých mláďat a matky, je to ale časově i logisticky náročné. Samice totiž svá vejce kladou na území velkém asi 14 hektarů. Jednodušší cestu nabízí umělá inteligence. Vědci nafotili 200 kukaččích vajec snesených do hnízd rákosníků, vyhodnotili je matematickým programem a pro jejich identifikaci s matkami využili metodu strojového učení.

„Určování kukaččích matek podle vzhledu vajíček skutečně funguje, přičemž program je přesnější než hodnocení lidmi,“ říká Michal Šulc z Ústavu biologie obratlovců AV ČR.



## Češi potvrdili existenci sigma-díry, jevu předpovězeného před 30 lety

Fyzikální ústav AV ČR  
Ústav organické chemie a biochemie AV ČR

Pozorování subatomární struktury bylo až dosud mimo rozlišovací schopnosti přímých zobrazovacích metod. Tým vědců z několika tuzemských institucí (Fyzikální ústav AV ČR, Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, CATRIN, centrum IT4Inovations) nyní představil postup, díky němuž jako první na světě pozoroval nesymetrické rozložení elektronové hustoty na jednotlivých atomech halogenových prvků, takzvané sigma-díry. Podařilo se mu totiž zvětšit rozlišovací schopnost jedné z nejcitlivějších mikroskopických metod, Kelvinovy sondy silové mikroskopie, a dostat se z úrovně atomů až na subatomární jevy. Přelomový objev, který se dá přirovnat k první fotografii černé díry, resp. jejího akrečního disku, se dočkal publikace v prestižním časopise *Science*.



## Virus hepatitidy B trápil už pravěké lidi

Archeologický ústav AV ČR, Praha

Ročně kvůli němu zemře asi milion lidí. Virus hepatitidy B je tu s námi už dlouho. Studie archaické DNA publikovaná v časopise *Science* naznačuje, že všechny nynější známé varianty pocházejí z linie, která se šířila mezi prvními Američany a jejich nejbližšími eurasijskými příbuznými zhruba v době, kdy se tyto populace rozdělily, a že se virus v Evropě vyskytoval už před 10 tisíci lety. Odborníci zkoumali genomy virů od 137 pravěkých obyvatel Evropy, Asie a původních Američanů, kteří žili před 10 500 až 400 lety. Se zajištěním vzorků pomáhali pracovníci z pražského Archeologického ústavu AV ČR. „Naším úkolem bylo vytipovat dobře datované lokality, zajistit vzorky, určit, které jsou ty správné, a závěry zasadit do kontextu doby a toho, co o ní víme,“ vysvětluje Michal Ernée.



Jsou to téměř dva roky, co svět ochromil nový koronavirus a s ním spojená opatření, nařízení a zákazy. Jak se k nim staví veřejnost? Studie, na které spolupracovali vědci z Psychologického ústavu AV ČR,

## Češi jsou velmi kritičtí k vládním protipandemickým opatřením

Psychologický ústav AV ČR

zjišťovala postoje občanů České republiky, Slovenska a Německa k plošným opatřením proti pandemii covidu-19. Do jaké míry občané spatřují přínos nařízení i pro ně samé? Jak hodnotí spravedlivost opatření? Jsou podle nich rozhodnutí vlády vědecky podložena? Výsledky ukazují, že Češi (i Slováci) jsou mnohem kritičtější než Němci.

Například nesouhlasí s výrokem, že vláda vždy rozhoduje na odborném, vědeckém základě a nepovažují opatření za dobře ospravedlněná.

## Kladně nabitá sloučeniny mohou pomoci při léčbě nádorů

Ústav anorganické chemie AV ČR

Borany (sloučeniny boru a vodíku) a karborany (sloučeniny boru, vodíku a uhlíku) se uplatňují při léčbě některých zhoubných nádorů pomocí protonové borové záchytové terapie (PBCT).

Tým vědců, mezi nimiž byli i odborníci z Ústavu anorganické chemie AV ČR, našel způsob, jak připravit první kladně nabitá karborany (karboranové kationty). Lze je dopravit přímo do rakovinotvorné buňky, po jejím zničení zůstane okolní tkáň nepoškozená. Dosavadní experimenty v oblasti PBCT se zakládaly na využívání záporně nabitých boranů, kladně nabitá karborany však nabízejí další

potenciál pro zvýšení efektivity slibně se rozvíjející léčebné metody. „Tyto principiálně nové materiály se mohou uplatnit tam, kde je přechod do okolního prostředí pro kationty daleko snadnější – například přes buněčnou membránu pomocí iontových kanálů,“ říká Drahomír Hnyk z Ústavu anorganické chemie AV ČR.

## Obvaz z nového nanomateriálu pomůže léčit popáleniny

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR  
Mikrobiologický ústav AV ČR

Stále více kmenů bakterií odolává běžným antibiotikům, chemici proto hledají nové antibakteriální sloučeniny. Jednou z nadějných látek jsou lipofosfonoxiny (LPPO) vyvinuté ve spolupráci Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR a Mikrobiologického ústavu AV ČR, které se mohou stát základem pro novou generaci antibiotik. Na přípravě NANO LPPO, nového typu obvazového nanomateriálu s antibiologickým účinkem, spolupracovaly i další české instituce. Zatím se osvědčil v první experimentální fázi, ověřit jej musí ještě klinické testy. Využití by mohl najít v léčbě popálenin a kožních ran s bakteriální infekcí.

Metoda expanzní mikroskopie se dosud využívala zejména ke studiu savčích buněk. Vzorky se zalijí do gelu, který se následně inkubací ve

## Expanzní mikroskopie – jako když nafoukne balonek

Ústav molekulární genetiky AV ČR


balonku. Když balonek nafoukne, obrázek se zvětší a dá se lépe rozeznat. Díky týmu Vladimíra Vargy z Ústavu molekulární genetiky AV ČR lze metodu nově aplikovat i pro výrazně menší buňky než savčí. Vědci budou například moci snadněji studovat buňky parazitických prvoků, kteří způsobují spavou nemoc nebo leishmaniózu. „Expanzní mikroskopie se tak stane mocným nástrojem k poznání biologie těchto parazitů,“ domnívá se Vladimír Varga.

vodě roztáhne. Vzorky se tak fyzicky v každém směru pětkrát zvětší. Můžeme si to představit, jako kdybychom chtěli studovat malý obrázek na povrchu

## Škvára už nemusí končit na skládce, lze ji využít při stavbě silnic

Ústav chemických procesů AV ČR

Z jedné tuny spáleného komunálního odpadu vznikne zhruba 250 kg škváry, která v Česku dosud končila na skládkách. Tým Michala Šyce z Ústavu chemických procesů AV ČR zkoumá, jak z ní separovat znovu využitelné kovy (například hliník, měď či zlato) a také jak škváru dále využít. Se svými kolegy přispěl ke vzniku vyhlášky 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, jež vstoupila v platnost v srpnu 2021 a mimo jiné definuje použití škváry ve stavebnictví. Půjde o přesně určené aplikace, konkrétně podklad pod svrchní vrstvu silnic. Škvára ze spaloven se po separaci kovů využívá jako stavební materiál v dopravě v řadě států Evropy (Německo, Francie, Velká Británie, Itálie, ad.), u nás to však dosud možné nebylo.



Migrace na sever se zvířatům nemusí vyplatit, na vině je klimatická změna i člověk

Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Poučku, že ptáci odlétají na jih do teplých krajů, znají i malé děti. Někteří živočichové ale míří opačným směrem – na sever. Každoročně tak kromě ptáků, jako jsou bahňáci, racci, husy, kachny, alky, migruje velké množství dalších zvířat – například sobi, netopýři, motýli či vážky. Oproti teplejším oblastem zde využívají přednosti v podobě sezonně bohaté a lehce dostupné potravy, nižšího výskytu parazitů a menšího nebezpečí predátorů. Tyto důležité výhody ale v současnosti výrazně narušuje klimatická změna a lidská činnost. Na sever se například šíří nebezpečné patogeny a paraziti, dále také noví predátoři, což ohrožuje mláďata i celé populace, uvádí se ve studii publikované v časopise *Trends in Ecology and Evolution*, jejímž hlavním autorem je Vojtěch Kubelka z Ústavu výzkumu globální změny AV ČR.

## ÚSKALÍ MOŘSKÝCH VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN

Hledání zdrojů energie pro příštích pár desetiletí není jednoduchou disciplínou. Od fosilních se z dobrých důvodů snažíme utéci a renesance jaderné energetiky je hudbou budoucnosti. Potenciál energie vody či biomasy je omezený, najít místo pro větrné elektrárny na pevnině není jednoduché a využívání přímé energie slunečního záření má také své limity, v našich klimatických podmínkách například silnou sezonalitu. Řešením by tedy mohla být intenzivnější výstavba větrných elektráren na moři. Studie zveřejněná v časopise *Scientific Reports* však upozorňuje, že snaha navyšovat výkon tím, že se větrné farmy budou stavět blíže u sebe, má svá úskalí. Navzájem se totiž ovlivňují, rychlost větru je pak nižší a jejich výkon klesá.

### KOMENTUJE: DAVID HANSLIAN

*Ústav fyziky atmosféry AV ČR*

Motiv pro výstavbu větrných elektráren na moři je zřejmý. Hladký povrch mořské hladiny vede k vyšším rychlostem větru a najít místo pro větrné farmy je zde jednodušší než na pevnině – zpravidla postačuje dodržet dostatečný odstup od pobřeží a plavebních koridorů. Výstavba i následný provoz větrných farem jsou sice ve srovnání se suchozemskými dražší, což je však více než vyváženo výše zmíněnými výhodami. Je zde ovšem háček – platí to pouze pro stroje umístěné v mělkých a větrných mořích v blízkosti civilizačních center. A takových míst není mnoho. V Evropě jde zejména o jižní část Severního moře, která je v tomto ohledu na Zemi unikátní. Není divu, že plány jsou smělé a v tomto prostoru se uvažuje o výstavbě větrných farem o výkonu až 200 GW. Na takové množství však ani moře nemusí být dost velké a v jižní části toho Severního tak bude poměrně těsno. Větrné farmy se budou stále více ovlivňovat a dosažení natolik vysokých cílů je s otazníkem. Ani zde se tedy jednoduché řešení energetického rébusu neskryvá a nezbývá než nadále prošlapávat všechny cesty, které máme k dispozici. V oboru větrné energie se nyní věnuje velká pozornost náročnějším technologiím plovoucích větrných elektráren, které by mohly pro využití energie větru zpřístupnit mnohem větší rozlohy hlubších moří. A podceňování si rozhodně nezaslouží ani staré dobré větrníky na suché zemi.





## ČEKÁ EVROPU ČASTĚJŠÍ KRUPOBITÍ?

Ledová nadílka z nebes může v letních měsících poškodit úrodu na polích a stromech, napáchat paseku v záhonech okrasných rostlin a občas připravit nepříjemné překvapení pro majitele aut v podobě prohlubní na kapotě. Vědci z Austrálie, Švýcarska, Německa, USA a Číny očekávají, že v důsledku klimatické změny se intenzita krupobití v budoucnu na většině míst světa ještě zvýší. Současně se s kroupovými bouřkami v Evropě či Austrálii budeme setkávat častěji, zatímco ve východní Asii a Severní Americe méně.

### KOMENTUJE: PAVEL ZAHRADNÍČEK

*Ústav výzkumu globální změny AV ČR*

Krupobití je meteorologický jev, který způsobuje prakticky nenadálé škody na majetku či úrodě. Zároveň se velice špatně předpovídá a lokalizovat, kde se přesně vyskytne, je opravdu složité. Navíc se neměří klasickými meteorologickými přístroji, jak je tomu u jiných jevů, ale zaznamenává se díky síti pozorovatelů. V České republice je hustá meteorologická síť ČHMÚ, kterou obsluhují profesionální či dobrovolní pozorovatelé, takže existuje velké množství popsaných případů krupobití, ale i tak většina z nich unikne naší pozornosti. Ze vzdálenější minulosti slouží jako zdroj informací o krupobití například kroniky nebo záznamy škodních komisí. Navzdory tomu zjistit relevantní trend je těžké. Například na území jižní Moravy máme nejvíce poznatků k dispozici po roce 1925 a ty naopak naznačují klesající trend, tedy opačný výsledek, než předpokládají vědci ve zmíněné studii. Predikce tohoto jevu do budoucna je tedy zatížena velkou nejistotou, což je ve studii několikrát jednoznačně zmíněno. Klimatické modely předpokládají, že by měl přibývat počet dnů s vyššími úhrny srážek (nad 10, 20 mm atd.), což indikuje častější bouřky, a tedy i krupobití. Určitě je proto nutné toto riziko brát na zřetel a pokračovat ve vývoji protikroupových systémů, které ochrání alespoň zemědělskou produkci. Kroupy k našemu území patří, vždy tu byly a do budoucna budou také a možná častější.



## ČAPÍ PIKNIK NA ČERSTVĚ POSEČENÉ LOUCE

Při výběru jídla je důležitá chuť, ale také čich. Platí to i u ptáků? Odborníci ze Společnosti Maxe Placka publikovali v časopise *Scientific Reports* studii založenou na přímých pozorováních a experimentech, která dokládá, že si čápi bílí vybírají potravu i na základě čichu. Láká je totiž vůně čerstvě posečené louky.

### KOMENTUJE: PETER MIKULA

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Role čichu při vyhledávání potravy byla u ptáků dlouhodobě a zřejmě nespravedlivě opomíjeným fenoménem. Schopnost „pročichat se“ k potravě byla tradičně přisuzována jenom některým vybraným skupinám ptáků, například novosvětským kondorům, kiviům nebo mořským ptákům z příbuzenství albatrosů a tučňáků. Autoři zmiňované studie ale pomocí terénních pozorování a série sofistikovaných pokusů dokládají, že evropské čápy bílé přitahuje vůně čerstvě posečené trávy. Výzkumníci tak například navezli na dřívě pokosenou louku čerstvě posečenou travu nebo takovou louku posprejovali koktejlem chemických sloučenin evokujících vůni čerstvě posečené trávy. V obou případech se na pokusnou louku slétli ze širokého okolí a vzdálenosti i několika kilometrů pouze jedinci nacházející se „po větru“. Autoři navíc vyloučili možnost, že by se tito čápi orientovali kupříkladu pozorováním pohybu traktorů anebo jiných ptáků. Práce tak přináší nejenom solidní evidenci pro fenomenální čichové schopnosti čápů, ale také naznačuje, že vyhledávání potravy pomocí čichu může být u ptáků obecně důležitější a rozšířenější, než se tradičně předpokládalo.



## BEZPEČNÁ CESTA NA MARS

Nejprve se lidstvo vydalo na oběžnou dráhu Země, poté na Měsíc. Nyní se chystá dobýt Mars. Plány na vyslání lidské posádky na rudou planetu jsou velkolepé. Co by však cesta znamenala pro zdraví astronautů? Hrozbou je především radioaktivní záření. Podle studie amerických vědců publikované v magazínu *Space Weather* má problém řešení. Za předpokladu, že má loď dostatečné stínění a celý „výlet“ by netrval déle než čtyři roky, nebude zdravotní stav pasažérů ohrožen. Podle odborníků je klíčové rovněž správné načasování – ideální pro let by byla doba, kdy je sluneční aktivita na svém maximu a nebezpečné částice ze vzdálených galaxií jsou odkloněny.

### KOMENTUJE: VLADIMÍR WAGNER

*Ústav jaderné fyziky AV ČR*

Jedním z největších rizik při cestách k Měsíci, Marsu či ještě dále, je kosmické záření. Na Zemi nás před ním chrání její atmosféra a magnetické pole. To chrání i kosmonauty na družicových stanicích, jako je například ISS. Pokud se však kosmická loď vydá dále, je třeba zajistit ochranu lidí a techniky před intenzivnější radiací. Kosmické záření je dvojího typu. První je ze Slunce. Má nižší energii a jeho intenzita silně fluktuuje v závislosti na sluneční aktivitě. Extrémně narůstá v případě slunečních erupcí a bouří. Druhou složkou je galaktické kosmické záření. Jeho energie může být i velmi vysoká. Intenzita se v tomto případě mění jen omezeně. Nejnižší je v době vysoké sluneční aktivity, kdy je galaktické kosmické záření vytlačováno magnetickým polem Slunce. Před kosmickými částicemi s nižšími energiemi chrání menší vrstvy materiálu stínění. Ochrana před protony a ionty s velmi vysokými energiemi je mnohem náročnější, nejlépe poslouží lehké prvky. Lze využít zásoby vody, různých plastových a papírových materiálů. V lodi Orion se tak pomocí zmíněných zásob vytvořil úkryt před radiací. Dalšími důležitými prvky jsou speciální ochranné vesty a také intenzivní dozimetrické monitorování kosmonautů (na sledování na stanici ISS se podílejí i pracovníci oddělení dozimetrie záření Ústavu jaderné fyziky AV ČR). První let Orionu k Měsíci pod názvem Artemis 1 se uskuteční bez lidí. Na palubě budou dva dozimetrické fantomy, které mají z hlediska interakce se zářením vlastnosti lidského těla. Jsou prošpikovány dozimetry, které změří, jakou radiční dávku by kosmonauté obdrželi. Jeden ochrannou vestu mít bude, druhý ne.



## KDO A PŘEDEVŠÍM KDY OBJEVIL AMERIKU?

Letopočet 1492 a slavné jméno Kryštof Kolumbus. Objevení Ameriky je tučným písmem vepsáno do dějin. Mnozí badatelé však přicházejí s důkazy, že dávno před janovským mořeplavcem ve španělských službách dopluli ke břehům kontinentu například Vikingové, Číňané či Polynésané. Jedna z posledních studií na toto téma poukazuje na esej z roku 1345 (objevenou v roce 2013) a naznačuje, že janovští námořníci věděli o Americe už 150 let před Kolumbem.

### KOMENTUJE: EVA DOLEŽALOVÁ

*Historický ústav AV ČR*

Objevení Ameriky Kryštofem Kolumbem je obvyklým a stále užívaným chronologickým mezníkem oddělujícím dějiny středověku a novověku. Na druhé straně lidové rčení „objevit Ameriku“ nenechává nikoho na pochybách, že bylo objeveno objevené. Za původní dobyvatele Nového světa byli považováni Vikingové – skvělí mořeplavci, jejichž přítomnost v Severní Americe je dokonce doložena i archeologickými nálezy. Podle některých teorií by snad do Ameriky mohli před Kolumbem doplout také irští misionáři či Číňané. Důkazy o jejich cestách jsou ovšem poněkud problematické. V poslední době rozčeřila ustálené vody vědeckého bádání zpráva o tom, že o Novém světě se v Evropě vědělo více i před mytickým rokem 1492. Znovuobjevená kronika (*Cronica universalis*) ze 14. století, jejímž autorem je milánský dominikán Galvaneus Flamma, totiž zmiňuje vedle Grónska a Islandu také zemi Markland, která by podle nejnovějších interpretací mohla být identifikována jako část atlantského pobřeží Severní Ameriky. Otázka, kterou si ale musíme položit, zní: vědělo se o novém kontinentu obecně, nebo byly tyto zprávy chápány jako neprokazatelná tvrzení, která mohou patřit svým způsobem do okruhu bájných cestopisů, jakým bylo například dílo Johna Mandevilla? A od koho Galvaneus vlastně čerpal své informace? Odpovědi se hledají složité. Lze snad přesto předpokládat, že se nějaké zprávy o tajemných cizích zemích mohly šířit mezi námořníky a s nimi také ke dvorům významných magnátů, jakým byl i Giovanni Visconti, na jehož dvoře Galvaneus působil jako kaplan.







## VLIV SVĚTELNÉHO ZNEČIŠTĚNÍ NA ŽIVOT HMYZU

Světelné znečištění (přemíra umělého nočního osvětlení) a teplo pocházející z lidských obydlí narušuje běžný denní režim některých zástupců hmyzu. Zjištění publikovali japonští vědci v *Royal Society Open Science*. Zaměřili se na mouchu *Sarcophaga similis*. Laboratorními experimenty uměle navozovali hibernaci za různých světelných podmínek simulujících městské prostředí. Procento much vstupujících do hibernace se snižovalo se zvyšujícím se osvětlením a teplotou. Rozšiřující se urbanizace tak může u hmyzu negativně ovlivnit diapauzu, tedy fázi, kdy je vývoj jedince pozastaven a životní pochody silně omezeny.

### KOMENTUJE: DAVID DOLEŽEL

*Biologické centrum AV ČR*

V souvislosti se světelným znečištěním si obvykle představíme problémy astronomů, ať již profesionálních či amatérských. Zmiňovaná studie ovšem ukazuje, jak výrazný vliv může mít světelné znečištění i na život hmyzu. V oblastech, kde se střídají roční období, přežívá hmyz zimu obvykle ve stadiu diapauzy, což je stav charakterizovaný výrazným poklesem metabolismu, zastavením růstu, reprodukce a je tak určitou obdobou savčí hibernace. Přípravy hmyzu na zimu nastávají obvykle s předstihem, přičemž spolehlivým signálem je zkracující se délka dne. Tým japonských fyziologů nyní doložil, že i relativně malé světelné znečištění výrazně snižuje množství diapauzy u masačky *Sarcophaga similis*, a to jak v laboratorním pokusu, tak i ve skutečném městském prostředí. O masačky se bát asi nemusíme, ale jak velký problém představuje světelné znečištění pro životní cyklus dalších druhů hmyzu, zatím jasné není. Bude také zajímavé sledovat, jestli ve městech probíhá selekce populací, které se na dané podmínky adaptují.



# NEVYZPYTATELNÉ POČASÍ

Povodně, sucho, požáry, krupobití, tornáda... Je extrémních projevů počasí více než dříve a máme si na ně zvykat? Budeme je někdy umět včas předpovědět a připravit se na ně?



**B**ouřka byla cítit ve vzduchu celý den. Nebylo sice extrémně vedro, jižní Morava poznala i mnohem teplejší dny, bylo ale dusno a vlhko. Se silnými bouřkami s možným krupobitím a nárazy větru se počítalo, ostatně varovali před nimi meteorologové. To, co ale ve skutečnosti nastalo čtrnáct minut po sedmé hodině večer ve čtvrtek 24. června 2021, nečekal vůbec nikdo.

Nebe se zatáhlo a zvedl se extrémně silný vítr. Tak silný, že zvuková vlna, která ho doprovázela, připomínala svým ostrým hvízdavým zvukem v bezprostřední blízkosti projíždějící rychlík nebo průlet stíhačky. Vichr se zabalil do temného silně rotujícího víru, který se přibližoval k lidským sídlům. Na jih Moravy se sneslo u nás do té doby nevidané ničivé tornádo.

Rvalo stromy z kořenů, ničilo stovky obytných budov, odnášelo hospodářská zvířata, likvidovalo vinohrady a pole, s auty a autobusy si pohazovalo jako s dětskými hračkami. A... zabíjelo. Dosud nejničivější tornádo popsané na našem území za sebou zanechalo šest obětí a stovky zraněných. Způsobilo obrovské škody v katastrofu deseti obcí. Nejvíce zasáhlo Hrušky, Moravskou No-

Celkové materiální škody odhadci vyčíslují na zhruba 15 miliard korun, psychická újma místních obyvatel je ale nevyčíslitelná. Dnes už vědí, že jejich domovy zasáhlo tornádo, které ničilo, co mu stálo v cestě, v pásu o délce 27,1 km a šířce od 250 m do 2,1 km. Podle mezinárodní Fujitovy stupnice pro hodnocení škod v několika místech dosáhlo stupně F4 (příčemž 0 je nejslabší, 5 nejsilnější).

**„O extrémních projevech počasí se dnes dozvídáme díky médiím a sociálním sítím víc než dřív, tornáda ale nejsou v Evropě nic nového.“**

*Petr Zacharov*

vou Ves, Mikulčice, Lužice a Hodonín, které se táhnou v řadě za sebou a kopírují linii železniční tratě mířící severně od Břeclavi.

Dalo se na tornádo nějak připravit? Bylo možné ho předpovědět alespoň s minimálním předstihem a varovat lidi? Víme, jak se na podobně ničivou bouři

## ČERVEN 2021 TORNÁDO

Tornádo, které se nečekaně vyskytlo na Břeclavsku a Hodonínsku v podvečer 24. června 2021, dosáhlo rekordní intenzity F4. S žádným podobně ničivým tornádem jsme se v novodobé historii naší země nesetkali. Celkovou délku jeho trasy odborníci spočítali na 27,1 km, šířka dráhy se zaznamenanými škodami se pohybovala od 250 m do 2,1 km. Zanechal za sebou šest obětí a stovky zraněných. Škody byly podle předběžných odhadů vyčísleny na 15 miliard korun.



## LEDEN 2007 ORKÁN KYRILL

Oproti tornádu, které je lokálním jevem, orkán zasahuje rozsáhlejší území. Největší škody v poslední době napáchal orkán Kyrill v lednu 2007. Zabíjel čtyři lidi a zlikvidoval 10 milionů m<sup>3</sup> dřeva v lesích, zejména na Šumavě.

připravit pro příště? Máme s takovými extrémny do budoucna počítat?

## TORNÁDO? NIC NOVÉHO

„O extrémních projevech počasí se dnes dozvídáme díky médiím a zejména sociálním sítím daleko víc než dřív, proto se může zdát, že je jich víc, tornáda se ale v Evropě vyskytují dlouhodobě. I u nás už jich v minulosti byla celá řada. Průšvih samozřejmě je, že tentokrát tornádo prošlo hustě obydlenou oblastí a nadělalo opravdu hodně škody,“ říká Petr Zacharov z oddělení meteorologie Ústavu fyziky atmosféry AV ČR.

Připomíná přitom o něco slabší tornádo, které zasáhlo část Litovle v Olomouckém kraji v červnu 2004. Také tehdy se obloha zatáhla a v půl páté odpoledne vypukla prudká bouře s lijákem a krupobitím, která vyvolala ničivý větrný

## JAK SE ZACHOVAT PŘI TORNÁDU

V případě, že se blíží tornádo a je vám na dohled, situaci nepodceňujte. Nesnažte se za každou cenu chránit majetek, ochraňte svůj život!

### POKUD JSTE V BUDOVĚ:

- Vyhledejte pevnou zděnou místnost, ideálně bez oken.
- Vhodným úkrytem může být sklep, přízemí nebo prostor pod schody.
- Nezůstávejte v podkroví (střechy jsou konstrukčně nejslabším místem stavby).
- Neriskujte natáčením nebo focením tornáda.
- Nikam nevycházejte, neodjíždějte autem s cílem tornádu ujet.
- K větší ochraně před střepy pomohou příkrývky.
- Pokud je to možné, dejte vědět blízkým pomocí SMS či hovoru, kde se nacházíte.

### POKUD JSTE VENKU:

- Urychleně se schovejte do zděné budovy (hostince, hotelu, obchodu, kostela).
- Pokud řídíte auto a tornádo je vzdáleno několik kilometrů, vybočte z jeho dráhy.
- Pokud jste v autě a tornádo je blízko, raději zastavte a schovejte se v nějaké budově.
- Rozhodně nezůstávejte pod mostem nebo podjezdem, kde se rychlost větru lokálně zvyšuje.

### POKUD NEMÁTE MOŽNOST SCHOVAT SE V BUDOVĚ:

- Lehněte si do výklenku nebo příkopu, schulte se do klubíčka, kryjte si hlavu.

*Zdroj: Souhrnná zpráva k vyhodnocení tornáda na jihu Moravy 24. 6. 2021, Český hydrometeorologický ústav*



SRPEN 2002

## POVODNĚ

Velká voda zaplavila v létě 2002 značnou část Česka a mimořádné škody způsobila i v hlavním městě. O život přišlo 17 lidí, nouzový stav byl vyhlášen v šesti krajích, evakuováno bylo na 225 tisíc obyvatel.

ČERVENEC 1997

## POVODNĚ

Symbolem tragických záplav v létě 1997 se stala obec Troubky na soutoku Bečvy a Moravy. Zahynulo v ní devět lidí, zborily se dvě stovky domů a další byly později zbořeny v důsledku podmáčení. Na podobnou katastrofu nebyl nikdo připraven. Výstraha přišla pozdě, navíc v noci, a záchranné práce probíhaly chaoticky. Snímek je z povodně z roku 2010. Tehdy už se vědělo jak postupovat, a následky tak byly menší navzdory tomu, že voda opět zaplavila velkou část obce. Lidé byli včas evakuováni a nikdo nezemřel.





RNDr. PETR ZACHAROV, Ph.D.  
ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY AV ČR

Působí v oddělení meteorologie jako vědecký pracovník a občasný pozorovatel v observatoři na Milešovce. Zabývá se výzkumem kvantitativní předpovědi srážek a její verifikací a fyzikou silné atmosférické konvekce. Je zapáleným popularizátorem meteorologie, pořádá exkurze na Milešovce a často a rád se účastní přednášek pro školy i dospělou veřejnost. Zájem o počasí mají v rodině. Jeho otec se také věnoval výzkumu počasí a v současnosti je pozorovatelem v observatoři v Kopistech u Mostu.

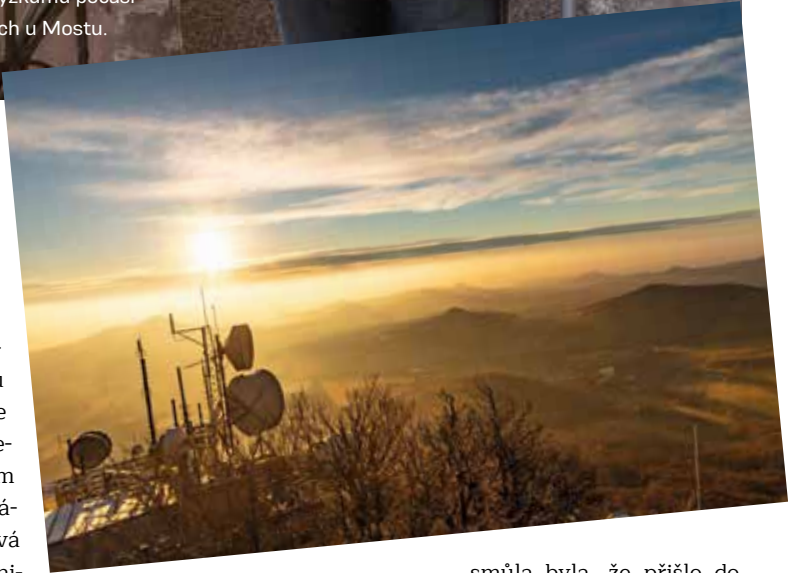
vír. Obrovský náraz větru o síle přes 200 km/h lámal stromy, vyrážel dveře a okna, odnášel střechy. Tehdy živel způsobil škody v jednotkách až nižších desítkách milionů korun a naštěstí se obešel bez ztrát lidských životů.

Nejstarší zdokumentované tornádo se na našem území událo před tisícovkou let, konkrétně v Praze v roce 1119. „Dne 30. července ve středu, když se již den chýlil k večeru, prudký víchř, ba sám satan v podobě víru, udeřiv náhle od jižní strany na knížecí palác na hradě Vyšehradě, vyvrátil od základů starou, a tedy velmi pevnou zeď, a tak – což jest ještě podivnější zjev – kdežto, obojí strana, přední i zadní, zůstala celá a neotřesená, střed paláce byl až k zemi vyvrácen a rychleji, než by člověk přelomil klas, náraz větru polámal hořejší a dolejší trámy i s domem samým na kousky a rozházel je,“ píše se v Kosmově *Kronice české*.

Dnes samozřejmě s jistotou nemůžeme říct, jak silný jev tehdy zaútočil. Vyšehradské tornádo je sice popsáno

archaickým j a z y k e m , nicméně velmi přiléhavě. Kdy jindy a kde jinde u nás k podobnému jevu došlo, už ale s určitostí nevíme. Problém nejstarších záznamů spočívá v tom, že kronikáři zapisovali jen událost, kterou sami zažili nebo se o ní doslechli, musela ale mít celospolečenský dosah, aby se o ní vůbec dozvěděli.

„Je to věc statistiky. Vědělo se, že přírodní podmínky, aby takto silné tornádo vzniklo, u nás jsou. V sousedním Německu byla silná tornáda v minulosti doložena vícekrát, naše území je ale menší, proto jich u nás bylo zaznamenáno méně. Jednou ale přijít muselo, velká



smůla byla, že přišlo do obydlené oblasti,“ potvrzuje kolega Petra Zacharova ze stejného oddělení Milošlav Müller.

## ORKÁN KYRILL

Tornádo je velice lokální jev, může zasáhnout jen velmi malé území, zničit jednu vesnici a půl lesa. V tom případě se o něm z historie vůbec nemusíme dozvědět. Tornádo je ale jen jeden z projevů silného pohybu vzduchu. „Těch me-

chanismů je mnohem víc a samozřejmě některé jsou častější. Ty úplně nejčastější, pokud to vezmeme z hlediska pravděpodobnosti, co můžeme zažít, jsou hluboké cyklony typické pro podzim a zimu,“ míní Miloslav Müller. „O takových máme hodně zpráv i z minulosti,“ dodává.

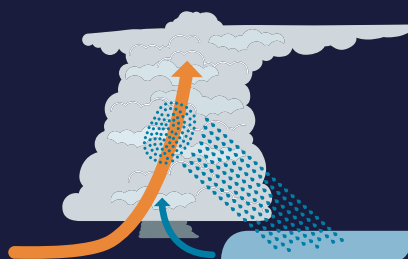
Mohutné cyklony se u nás projevují velmi silným větrem, který může přerůst v orkán (rychlost nad 118 km/h). Děje se tak celkem pravidelně. Zatím poslední – se jménem Sabine – střední Evropa zažila v únoru 2020. V historii samostatné České republiky ale největší škody napáchal orkán Kyrill v lednu 2007. Zanechal za sebou čtyři lidské oběti a zcela zlikvidoval téměř 10 milionů m<sup>3</sup> dřeva v lesích, zejména na Šumavě. Na většině našeho území přesáhly tehdy nárazy větru 70 km/h, na desetině plochy dokonce 145 km/h a na polské stanici na Sněžce dosáhl vítr rekordních 216 km/h.

Větrná bouře k nám dorazila v noci z 18. na 19. ledna, ale zrodila se o pár dní dříve nad Newfoundlandem, odkud se přesunula přes Atlantický oceán k Irsku a Velké Británii, poté zasáhla část Nizozemska, Německa, Rakouska, Česka a Polska, až doputovala do Ruska. Tehdy došlo k tomu, že se nad severozápadem Atlantického oceánu vytvořila tlaková níže, která rychle postupovala nad Britské ostrovy a prohlubovala se. Naopak nad jižní Evropou se držela výrazná tlaková výše. Výsledkem byl velký rozdíl tlaku vzduchu nad střední Evropou, který se projevil velmi silným víchem.

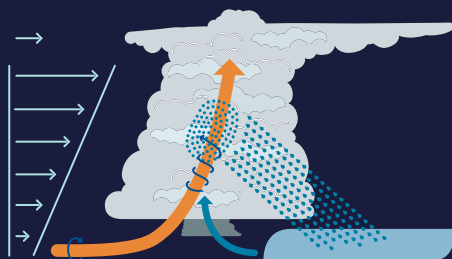
Leden 2007 byl z meteorologického hlediska mimořádný v tom, že bylo velmi teplo. Už den po Silvestru naměřili v Kuchařovicích u Znojma 14 °C a teplotní rekord padl i v pražském Klementinu – teplota tam vystoupala na 12,5 °C (o 0,1 °C více než v roce 1921). Statistika Českého hydrometeorologického ústavu dále zmiňuje, že těsně předtím, než na naše území dorazil Kyrill, se oteplilo až k 15 °C (18. ledna v Dyjácovicích v Jiho-moravském kraji dokonce na 16,2 °C). Několik dní po přechodu orkánu se ochladilo, v hlavním městě tehdy za dva dny napadlo 25 cm sněhu. ➤

## JAK VZNIKÁ TORNÁDO?

Tornádo se definuje jako silně rotující vír s vertikální osou vyskytující se pod spodní základnou konvektivní bouře. Aspoň jednou během své existence se musí dotknout zemského povrchu, kde může způsobit hmotné škody. Měření rychlosti větru v tornádech je prakticky neuskutečnitelné, škála jejich intenzity se tak určuje podle míry škod. Stupnici navrhl japonsko-americký meteorolog Tetsuya Theodore Fujita. Fujitova stupnice se řadí od FO (nejslabší) po F5 (nejsilnější).



Ve výstupném proudu se vytvářejí srážkové částice, které na zemi vypadávají ve formě deště. Mimo oblak se vypařují, čímž ochlazují vzduch. Ten se po dopadu na zemi roztéká do tzv. bazénu studeného vzduchu. Přechodu kraje tohoto bazénu se říká gust fronta. Jde o typický jev studeného rozfoukání větru před příchodem letní bouřky. V místě, ve kterém oblak přísává část vzduchu z bazénu, vzniká lokální sníženina – tzv. wall cloud. Ta může naznačovat, že z případné bouře vznikne tornádo.



S rostoucí výškou nad zemí obecně roste rychlost větru. Naznačený rozdíl mezi rychlostí větru při zemi a v 6 km (střih větru) vyvolává tendenci větru rotovat – vorticitu. Takto vzniká horizontální vorticitu, neboli tendence větru rotovat s horizontální osou rotace. Sklopením výstupného proudu se rotace mění z horizontální na vertikální. Vertikální vorticitu pak roztáčí jádro oblaku a vytváří mezocyklonu. Uprostřed rotujícího sloupce vzduchu klesá tlak, který prodlužuje trvání bouře a umožňuje její nebezpečné projevy. Takové bouře říkáme supercela.



Na okraji gust fronty se také generuje horizontální vorticitu. Pokud se oblaku podaří dostatečné množství této vorticity zdvihnout a přeměnit ji na vertikální, může pod oblakem vzniknout tornádo.

## POVODNĚ

Podobně jako se ve starých letopisech celkem pravidelně zaznamenávaly zprávy o bouřkách a vichrech, psalo se v nich také o povodních. Nejvíce informací se zachovalo díky písemným pramenům z Prahy, která je zároveň z hlediska své polohy na řece Vltavě obzvláště zranitelná. V období od 12. do 19. století se podle dostupných informací událo v Praze nejméně šest desítek takových povodní, o kterých bychom dnes řekli, že jejich kulminační průtok činil více než 2200 m<sup>3</sup>/s (pro srovnání: v roce 2002 průtok dosáhl 5160 m<sup>3</sup>/s). Nejvážnější povodně zasáhly Prahu v letech 1432, 1784, 1845 a 1890, některé dokonce pobořily pilíře Karlova mostu.

Zřejmě zatím nejextrémnější srážky, které naše území postihly (a o kterých víme), se ale vyskytly jinde – konkrétně v květnu 1872 v povodí Berounky. „V té době ještě neexistovalo mnoho meteorologických stanic, takže nemáme k dispozici měření ze srážkoměrů, máme ale nepřímé informace, které udávají, že v Mladoticích na sever od Plzně napršelo v určitý okamžik čtyřicet centimetrů vody za hodinu a půl,“ říká Miloslav Müller. „Byla to naprosto extrémní událost. Navíc zasáhla mimořádně rozsáhlou oblast zhruba od Rokycan po Beroun,“ dodává.

Toky na silné srážky reagovaly nebývalým způsobem – hladiny prudce stouply a voda se vylila z břehů. Valila se údolím Berounky takovou rychlostí, že na soutoku s Vltavou ohromnou silou její tok obrátila opačným směrem. Tehdejší povodně nepřežily minimálně tři stovky lidí.

Následující 20. století bylo mnohem klidnější, co se extrémních vícedenních srážek a velkých povodní týče. Obecné povědomí o nebezpečné vodě se vytratilo, lidé jako by zapomněli, co živel dokáže. Ve druhé polovině století se rozšiřovala města, stavěly se silnice, dokonce i v místech, kudy se přirozeně v dřívějších dobách rozlévala velká voda. Mysleli jsme si, že jsme přírodu zkontrolovali, vždyť nově postavená vodní díla si se slabšími povodněmi dokázala docela dobře

parazit. Z pocitu, že nás nemá co překvapit, jsme se probudili v létě 1997, kdy se po vícedenních deštích vylily řeky na Moravě a v části Čech.

## OSUDOVÝ ROK 1997

Tehdy povodně způsobily smrt padesátky lidí, zničily na 29 tisíc obydlí a celkové škody na majetku se vyšplhaly na zhruba 62,6 miliardy korun, což je odhadem 80krát více, než činil roční průměr povodňových škod z předcházejících let. Velké šrámy zanechala potopa na psychice lidí, během pár hodin voda zcela zničila celou obec Troubky na soutoku Moravy s Bečvou, zatopila značnou část Přerova i Olomouce, zasáhla Kroměříž, Uherské Hradiště a Otrokovice, v Čechách Hradec Králové.

Lidé přímo naživo nebo s očima upřenými na televizní obrazovky sledovali



## OBSERVATOŘ NA MILEŠOVCE

Meteorologická stanice na hoře Milešovka (837 m n. m.) je horskou stanicí s nejdélejší souvislou řadou měření na našem území. Nachází se na vrcholu kuželovitého kopce, který je výraznou dominantou Českého středohoří. Počasí se zde měří od roku 1905. Služebním autem se dá dojet jen kousek za obec Bílka, zbývající zhruba dva kilometry s převýšením tří set metrů musí meteorologové dojet pěšky. Na observatoři jsou vždy dva pozorovatelé – ve sledování a zapisování počasí se střídají pravidelně ve tři hodiny ráno a odpoledne (ve čtyři, pokud platí letní čas). Po týdnu se vymění s dalším párem pozorovatelů.

„Pozorovatelem nemusí být vědec, stačí někdo, kdo umí pracovat s počítačem a je schopen se naučit základní pojmy. Hlavně ale musí být psychicky odolný, protože se mu může stát, že týden s nikým nepromluví a za oknem bude jen mlha,“ říká Petr Zacharov z Ústavu fyziky atmosféry AV ČR, který někdy na Milešovce zaskakuje za kolegy, kteří třeba z důvodu nemoci nemohou dočasně pozorovat.

několikadenní řádění přírodního živlu, jaké nikdo z nich ve svém životě nepoznal. Zkušenost předávaná z generace na generaci nepomáhala, událost podobných rozměrů země nepamatovala.

Pršet začalo 4. července. Z hodnotící zprávy ministerstva životního prostředí z roku 1998 vyplývá, že srážky vznikly v důsledku zvlhčené studené fronty postupující od západu. Nad Alpami se studený vzduch „rhonskými dveřmi“ (údolím řeky Rhony) dostal do severozápadního Středomoří a vytvořila se



## „Povodně v roce 1997 byly takový vykřičník. Začala se věnovat pozornost extrémním srážkám i možnostem jejich předpovědí, začaly se budovat nové systémy protipovodňové ochrany.“

Miloslav Müller

tlaková níže, jež postupovala k severovýchodu. „Tím byl nastartován mechanismus, který přinesl mimořádné množství srážek ve východní části území České republiky,“ píše se ve zprávě.

Co následovalo dále, nemělo obdoby. Tlaková níže zpravidla nad Ukrajinou postupuje k severovýchodu a slábne, anebo se vrátí na západ, kde pak také zaniká. Obvykle srážky spojené s jejím přechodem trvají jeden až tři dny. Jenže v červenci 1997 silné deště neustávaly. Příčinou byl protisměrný postup tlakové

výše z Azorských ostrovů na sever, která zablokovala zpětný postup níže z Ukrajiny, a ta setrvala nad jižním Polskem. Výsledkem byl silný víchr ze severu a zvýšený úhrn srážek na svazích Krkonoš, Orlických hor, Jeseníků a Beskyd.

Tolik tedy trochu složitý popis dějů v atmosféře nad Českou republikou v době bezprecedentních povodní v červenci 1997. Ty samy by ale k celkovému vysvětlení toho, co se stalo, nestačily. Odborníci dále museli vzít v úvahu orografii území (hory, údolí...) a hydrologic-

ké faktory (nasycenost řek a půdy). V návaznosti na povodně roku 1997 vzniklo množství expertiz a výzkumných zpráv, které vedly i ke změnám legislativy. Zdokonalily se například systémy, jež následně vedly ke zřízení Integrovaného záchranného systému. Zlepšila se výměna informací mezi meteorology a záchrannými složkami.

„Povodně v roce 1997 byly pro všechny takový vykřičník. Začala se věnovat větší pozornost extrémním srážkám i možnostem jejich předpovědí. Začaly se budovat nové systémy protipovodňové ochrany,“ říká Miloslav Müller. To vše se velmi hodilo o pár let později, když v roce 2002 podobně extrémní srážky spadly na Čechy a povodeň zasáhla i naše hlavní město. Druhá podobná událost za několik let jen zesílila vědomí nutnosti, že je třeba věnovat další pozornost výzkumu extrémních projevů počasí. >

### RNDr. MILOSLAV MÜLLER, Ph.D. ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY AV ČR

Působí v oddělení meteorologie Ústavu fyziky atmosféry AV ČR a na katedře fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty UK. Jeho hlavním výzkumným tématem jsou silné srážky a další extrémní meteorologické jevy. Zajíímají ho historické hydrometeorologické události, zejména povodně. Od roku 2018 vede terminologickou skupinu České meteorologické společnosti a pracuje na vylepšení elektronického meteorologického slovníku.



# METEOROLOGICKÝ SLOVNÍČEK

## ATMOSFÉRA

Atmosféra Země neboli ovzduší je plynný obal naší planety. Její fyzikální zákonitosti jsou předmětem studia meteorologie.

## CUMULONIMBUS

Jeden z 10 druhů oblaků: mohutný a hustý oblaček, který může mít na výšku přes 10 km. Lidově se mu říká bouřkový mrak.

## HYDROMETEORY

Vodní částice v kapalném nebo pevném skupenství, např. oblačné a dešťové kapky, ledové krystalky, sníh, krupky a kroupy.

## HURIKÁN

Regionální označení pro tropickou cyklonu, např. v oblastech USA. Stejný jev se v Asii označuje jako tajfun.

## KONVEKCE

Výstupný konvektivní proud je pohyb vzduchu vyvolaný instabilitou prostředí. Vyvolává vznik oblaků cumulus a cumulonimbus.

## ORKÁN

Vítr s desetiminutovým průměrem rychlosti minimálně 118 km/h. Je důsledkem hlubokých cyklon (tlakových níží). Orkánům se dávají jména, např. Kyrill.

## TAJFUN

Regionální označení pro tropickou cyklonu v oblasti severozápadního Tichého oceánu, např. kolem Filipín, Číny, Japonska.

## TORNÁDO

Rotující vzdušný vír, který se může vyskytnout pod oblakem druhu cumulonimbus. Tornádo se dotýká země, kde může způsobit materiální škody.

„Původně jsem studoval geografii a historii, ale začala mě hodně zajímat meteorologie. Když jsem odevzdával v srpnu 2002 diplomku, zrovna řádily povodně v Praze, na Albertov jsem se dostával dost krkolomně,“ vzpomíná Miloslav Müller, který se možná i díky prožité zkušenosti z let 1997 a 2002 specializuje právě na výzkum extrémních srážek.

## JAK FUNGUJE PŘEDPOVĚĎ POČASÍ

Od povodní v roce 1997 se výrazně posunuly možnosti, které mají meteorologové k dispozici. Zvětšilo se pochopitelně zejména množství dat, která se dají použít v předpovědním modelu (například jsou k dispozici dokonalejší družice, které snímají planetu z vesmíru), zlepšil se matematicko-fyzikální popis atmosféry a také výpočetní možnosti (jsou výkonnější počítače). Povodně tak už dnes do určité míry předpovědět umíme.

„Jedna věc jsou ale samozřejmě povodně, které jsou velkoprostorové a následují po deštích trvajících až několik dnů. Jiná věc jsou srážky, které vznikají náhle při konvektivních bouřích a způsobují enormně rychlé přívalové povodně – jejich předpověditelnost je horší,“ vysvětluje Petr Zacharov. Jak uvidíme dále, ještě horší jsou možnosti předpovědi tak extrémního jevu, jakým je tornádo.

Jak vlastně předpověď počasí funguje? Na jakých principech je vystavěná? Jak dlouho dopředu je možné nabídnout přesnou předpověď počasí a můžou se ještě předpovědní modely v budoucnu zlepšovat?

Meteorologie je poměrně mladý obor. Předpovědi počasí založené na fyzikálních zákonitostech chování atmosféry se začaly profilovat počátkem 20. století, skutečný rozvoj ale mohl nastat až s nástupem výpočetní techniky v druhé půlce století.

Základem předpovědi je co nejpřesnější změření aktuálního stavu počasí a zmapování dějů v atmosféře. „Můžeme si představit, že si atmosféru rozdělíme do malých kvádrů, třeba několik kilometrů na šířku, každému kvádrů dáme nějakou hodnotu – tlaku, teploty a vlh-

kosti vzduchu a podobně – a podle znalosti fyzikálních jevů propočítáme vývoj meteorologických prvků v jednotlivých kvádrících,“ vysvětluje Miloslav Müller.

Pokud bychom měli teoreticky informace z úplně každého místa v atmosféře (ony kvádríky by měly třeba centimetr na šířku), vypracovali bychom téměř dokonalou předpověď. Jenže výpočet takového modelu by trval pravděpodobně mnohem déle, než na jakou dobu předpovídáme. Nehledě na to, že opravdu není možné proměřit každý centimetr atmosféry. Modely tedy logicky pracují se zjednodušením.

Jaká vstupní data se v současné době do modelů vkládají? Základním vstupem pro výpočet předpokládaného počasí nad Českem jsou data z přízemního měření v síti meteorologických stanic umístěných po celé republice. Zjišťuje se hlavně teplota, tlak a vlhkost vzduchu a intenzita jeho proudění. Stanice se nacházejí jak v nížinách, tak na ho-



rách včetně Lysé hory nebo Sněžky. Nejúplnější historicky cennou řadu dat z horských stanic nabízí observatoř na Milešově, kterou provozuje právě Ústav fyziky atmosféry AV ČR.

Tyto stanice ale poskytují data z nižších úrovní atmosféry. Pro komplexnější pohled je potřeba ji proměřit vertikálně. K tomu slouží sondážní měření pomocí meteorologických balonů. V České republice se balony se sondami vypouštějí na dvou místech třikrát, resp. dvakrát denně (v Praze-Libuši třikrát denně, v Prostějově dvakrát). Při vzletu balonu i při sestupu na padáčku sonda odesílá údaje o tlaku, teplotě a vlhkosti vzduchu i o směru a rychlosti větru. Další data o stavu atmosféry pak poskytují dopravní letadla – vždy při vzletu a přistání odesílají údaje zejména o teplotě vzduchu a vektoru větru (data AMDAR). Už z těchto dat se dá určit, zda je atmosféra nachystaná k případné bouři. To ale samozřejmě nestačí.

## POHLED Z VESMÍRU

Obrovské množství dat v posledních letech přichází z meteorologických družic, které snímají místa, jež jinak nemají meteorologové šanci změřit – třeba atmosféru nad Atlantickým oceánem. „Naše počasí totiž v drtivé většině vzniká právě nad Atlantikem, protože fouká zpravidla ze západu. Čím přesněji budeme mít prostor nad Atlantikem naměřený, tím lepší můžeme poskytnout předpověď,“ říká Petr Zacharov.

Meteorologické družice jsou dvojího druhu podle typu dráhy – polární a geostacionární. Družice přelétávající na kvazipolárních drahách ve výšce zhruba

850 km posílají na Zemi data v celkem slušném rozlišení (například družice NOAA-19 v rozlišení  $1,1 \times 1,1$  km). Nevýhodou ovšem je, že snímky jsou k dispozici pouze při jejich přeletu. To znamená, že třeba pro předpověď rychlého extrémního jevu typu konvektivní bouře a s ní souvisejícího tornáda samotná družicová měření nepostačí.

Oproti polární družici je geostacionární satelit umístěn zhruba 36 tisíc km nad rovníkem, takže Zemi obíhá rychlostí její rotace. Jeho výhodou je, že snímá celou přivrácenou stranu planety, nevýhodou, že než celou Zemi pod sebou prohlédne, trvá mu to téměř čtvrt hodiny. Především ale vzhledem k velké vzdálenosti

**„Naše počasí většinou vzniká nad Atlantikem, čím přesněji bude prostor nad ním změřený, tím lepší může být předpověď.“**

*Petr Zacharov*



poskytuje data s relativně nízkým rozlišením. Družice Meteosat-11 snímkuje Česko v rozlišení zhruba 4 × 6 km.

V současné době se připravuje k vyslání první družice Meteosat třetí generace. Měla by startovat už v roce 2022 a nabídnout výrazně lepší geometrické rozlišení (srovnatelné se současnými polárními družicemi) i kratší interval snímání (2,5 minuty). Nástup nové generace družic by mohl mít význam právě pro možnosti předpovědi rychlých extrémních jevů, například silných konvektivních bouří. Přesto jak Miloslav Müller, tak Petr Zacharov nabádají k mírnému pesimismu. Konkrétně třeba tornádo je natolik specifickým projevem počasí, že jej ani s nástupem lepších družic nebude zřejmě možné dopředu přesně předpovědět a lokalizovat.

## NESNADNÁ PŘEDPověď

„Osobně si myslím, že tornádo nikdy nepůjde dopředu předpovědět. Můžeme upozornit, že se chystá velmi silná bouře s možností tvorby extrémních jevů v oblasti jižní Moravy, ale nikdy nebudeme schopni říct, zítra bude v Hodoníně tornádo,“ zdůrazňuje Petr Zacharov. Po událostech na jižní Moravě letos v červnu se objevily lživé zprávy na internetu, že jej předpovědět lze a někteří ho



Přístrojům, umístěným za pozorovatelnou, vědci říkají „meteorologická zahrádka“.

dokonce předvidali. „Já při každé své popularizační přednášce upozorňuju, že to možné není. Věnuju se popularizaci meteorologie právě proto, abych lidem přibližoval, jak funguje počasí a jeho předpověď, že má své určité fyzikální zákonitosti, které je dobré znát,“ dodává Petr Zacharov.

Pro sledování vývoje konvektivních bouří (a tedy i tornád) jsou v současné době nezbytná ještě data z meteorolo-

## „V USA existují sítě dobrovolníků a mobilní týmy vybavené auty s radary. S nimi vyjíždějí k bouři a měří ji, pokud identifikují tornádo, spustí výstražný systém.“

*Petr Zacharov*

gických radarů. Ty jsou různého typu. Například Ústav fyziky atmosféry AV ČR má k dispozici dvojici radarů v pásmu X, respektive K, které jsou vhodné především pro výzkum oblaků. Pro sledování a předpověď počasí jsou ale nejdůležitější velké C-pásmové radary, které máme v republice jen dva a provozuje je Český hydrometeorologický ústav (v Brdech a v Drahanské vrchovině). Tyto radary jsou schopné identifikovat konvektivní bouře, sledovat jejich pohyb a do určité míry jej předvídat. Meteorologové umějí z radarů vyčíst intenzitu srážek i pravděpodobnou přítomnost krup a jejich velikost. Co se týče předpověditelnosti tornáda, lze radary za vhodných podmínek zjistit, jestli je bouře natolik silná, že jej může způsobit. Nicméně přímo detekovat tornádo schopny nejsou.

Spojené státy, kde se tornáda vyskytují mnohem častěji než v Evropě, mají k dispozici trochu jiný druh radarů (S-pásmové), které poskytují data v lepším rozlišení – ty jsou ovšem mimořádně velké a nákladné. Ani ony samy o sobě však k určení tornáda nestačí. K potvrzení, že se k jeho vzniku skutečně schyлуje, jsou zapotřebí přímá pozorování bouřky. „V Americe existují sítě dobrovolníků a dokonce i mobilní týmy, které mají k dispozici auta vybavená radary.

Vyjíždějí k bouři a proměřují ji na místě. Pokud identifikují tornádo, okamžitě se spouští výstražný systém,“ popisuje Petr Zacharov. Jednotlivé osamocené tornádo však běžně nezachytí ani v USA.

Ve Spojených státech bývají ideální podmínky pro vznik tornád, vyskytují se tam v celých sériích (v angličtině tornado outbreak). Například jen v květnu 2019 jich Američané zažili téměř čtyři stovky. Při takových událostech jsou tor-

náda rozeseta na ploše o velikosti střední Evropy. I v takových případech ale podle Petra Zacharova platí, že se dá odhadnout, kdy tornádo přijde, ale určitě ne kde a kdy na minutu a kilometr přesně.

## ZLEPŠOVÁNÍ PŘEDPovědí

Čím lépe poznáme a naměříme vlastnosti atmosféry a děje v ní, tím lepší může být výpočet toho, co se stane v následujících hodinách a dnech. Na zpřesňování modelů se neustále pracuje. Vědci v oddělení meteorologie Ústavu fyziky atmosféry AV ČR se aktuálně například zabývají zpřesněním velmi krátkodobé předpovědi srážek, takzvaného nowcastingu (o délce od několika desítek minut do jedné až tří hodin).

Problém s podrobnější predikcí srážek je, že při ní narůstá i horizontální variabilita hodnot – v letním období vedle sebe můžou ležet místa s vysokými i nízkými srážkami – a i malá chyba v určení pozice může vést k velkým omylům v předpovědi. „Pokud správně předpovíme srážky a pouze je posuneme o tři kilometry na východ od naměřených srážek, dostaneme při bodovém porovnání velmi špatný výsledek – v bodě, kde srážky jsou, nic nepředpovíme, a naopak tam, kde předpovídáme srážky, neprší. Ve skutečnosti je však predikce velmi dobrá a pro prak-

tické využití vhodná a cenná. Musíme ji však vhodně interpretovat," přibližuje Petr Zacharov. „S nadsázkou řečeno, nemůžeme se spolehnout na předpověď pouze pro naši adresu, musíme se podívat i na situaci u sousedů,“ dodává Miloslav Müller.

Při výzkumu srážek se vědci z Ústavu fyziky atmosféry AV ČR věnují také detekci krup za pomoci meteorologických radarů. Studují i prostorové rozložení krupobitního rizika v Česku a zkoumají možnosti předpovědi výskytu krup numerickým modelem.

Co se týče přímo výzkumu tornád a jejich předpovědi, tomu se zatím v České republice (a v Evropě obecně) nevěnuje tak velká pozornost jako například ve Spojených státech. Nicméně po červnové zkušenosti z jižní Moravy se to může změnit. „Dosud se o tornáda zajímala jen velmi úzká skupina lidí. Sbírali záznamy o všech možných tornádech v minulosti, zabývali se tím. Ale byla to taková teoretická záležitost. Samozřejmě ta žitá zkušenost nyní je něco jiného,“ říká Miloslav Müller a připomíná, že také až extrémní povodeň v roce 1997 vedla k rozvoji a prohloubení výzkumu srážek a jejich předpověditelnosti.

## BUDOUCNOST S TORNÁDÝ?

První ucelenější hodnotící zprávu o červnovém tornádu nedávno vydal Český hydrometeorologický ústav a odborně ji recenzoval právě Petr Zacharov. Zpráva velmi detailně popisuje, co se dá o atmosféře zpětně zjistit z dat naměřených všemi možnými způsoby (z pozemních stanic, radary, družicemi, sondami...) před vznikem tornáda. Hodnotí, proč nebylo možné do poslední chvíle tornádo předpovědět, a navrhuje možnosti zefektivnění krizového managementu.

Zpráva shrnuje, že z tehdy dostupných dat se daly očekávat extrémní bouře se silným větrem včetně krupobití. Sondy vypuštěné už ve dvě hodiny odpoledne signalizovaly vysoké hodnoty



## MĚŘENÍ OBLAČNOSTI

Oblaky představují jeden z nejviditelnějších projevů počasí. Skládají se z kapiček vody a ledových krystalků. Pokud se zvětší, vypadnou na zemský povrch ve formě dešťových kapek, sněhových vloček nebo krup. Studium oblaků je součástí moderní meteorologie a přispívá k pochopení dějů v atmosféře. Na Milešově se oblaky zkoumají prostřednictvím radarů. Radar METEK měří oblačnost v úzkém vertikálním profilu (říká se mu profiler), výsledkem je časový průřez oblakem. Srážkový radar FURUNO (instalovaný loni na nejvyšší místo věže) má dosah 50 km a pohyblivou anténu. Měří např. intenzitu srážek.

takzvané energie instability. „Parametry vhodné pro tornadogenezi byly obecně příhodnější až ve večerních hodinách, jejich hodnoty však byly velmi prostorově proměnlivé a předpověď potenciálu silného tornáda tak byla nejednoznačná,“ uvádí hodnotící zpráva.

## SOUVISEJÍ TORNÁDA SE ZMĚNOU KLIMATU?

Tornáda, orkány, téměř každoroční povodně, deletrvající sucha, ničivá krupobití... máme si zvykat na čím dál častější extrémy počasí? Souvisejí s probíhající klimatickou změnou? Tyto otázky si kladou zřejmě každý z nás včetně odborníků, kteří se výzkumem počasí a klimatu zabývají dlouhodobě.

Věnuje se jim také zmíněná hodnotící zpráva. I v ní popsané závěry jsou ale spíše neurčitě. „Klimatologie při hodnocení klimatických jevů posuzuje hlavně to, zda dochází ke změně intenzity jevu nebo frekvence jeho výskytu. K takovému posouzení je potřeba mít k dispozici homogenní časovou řadu pozorování, což u tornád vzhledem k jejich lokálnímu charakteru a spíše nahodilému výskytu a pozorování nelze zajistit.“ Existují nicméně studie, které se zaměřují

na výskyt jednotlivých „přisad“ nutných pro tvorbu konvektivních bouří (a tedy i tornád). Podle nich klimatické modely předpokládají nárůst množství vodní páry ve spodní troposféře, a tudíž zvětšující se labilitu počasí včetně bouří, extrémních srážek včetně krupobití a intenzivních nárazů větru.

Z velkých povodní v letech 1997 a 2002 jsme se alespoň částečně poučili a mnohem lépe než dřív víme, jak se při ochraně života a majetku před velkou vodou chovat. Podobně se v jiných zemích, například na jihu Evropy, lidé učí, jak bojovat s velkými požáry, které přicházejí čím dál častěji v důsledku letních vln veder a sucha. Poučíme se také z červnového tornáda? Minimálně už víme, že když při bouřce uslyšíme ostré zvuky podobné zblízka projíždějícímu rychlíku nebo prolétající stíhačce, raději se schováme v domě, ideálně ve sklepe nebo v místnosti bez oken, a čekáme, až se tornádo přežene. ●





# DÉLE S MÁMOU, HORŠÍ BUDOUCNOST?

Být doma s dítětem do tří nebo čtyř let věku?  
Spousta lidí věří, že čím déle, tím lépe, jenže  
výzkumy ukazují něco jiného.

**K**oncert skupiny Rolling Stones na pražském strahovském stadionu přilákal více než 130 tisíc fanoušků, Českou republiku navštívil papež Jan Pavel II. a společnost Microsoft uvedla na trh operační systém Windows 95. Ještě jiná událost se stala v roce 1995, i když v seznamu těch zapamatování hodných ji asi nenajdeme. Přesto ovlivnila další generaci obyvatel naší země. V roce 1995 začala platit reforma systému vyplácení rodičovského příspěvku, která rodinám nabídla do té doby bezprecedentní možnost zůstat s dítětem doma až do čtyř let jeho věku a pobírat přitom příspěvek. Využila ji více než třetina matek. Jejich děti tak zůstaly doma minimálně o rok déle, místo aby nastoupily do školky.

## JAK TO BYLO DŘÍV

Do sedmdesátých let se mateřský příspěvek vyplácel rok, později dva roky, od osmdesátých let tři roky. V té době se o děti staraly téměř výlučně ženy, proto mluvíme o „mateřské“ dovolené a „mateřském“ příspěvku. Termín „rodičovský příspěvek“ se zavedl v roce 1990.

Do roku 1995 se maximální doba pobírání příspěvku časově shodovala s ochrannou pracovního místa do tří let věku dítěte. Díky reformě se prodloužilo jeho pobírání do čtyř let, co ale zůstalo stejné,

**„Hodně žen nemá možnost umístit dítě do školky a zůstávají tak doma déle, než by chtěly. Je to místo od místa. Můj dvouletý syn je ve státní školce, ale plošně to nefunguje.“**

*Klára Kalíšková*

byla garance pracovního místa jen do tří let věku dítěte. To znamená, že matka sice mohla zůstat další rok doma a pobírat příspěvek od státu, ale zaměstnavatel jí už nemusel držet místo. Některé ženy proto o místo přišly a rozšířily řady nezaměstnaných.

Na reformu z roku 1995 se detailně podívaly výzkumnice Alena Bičáková,

Klára Kalíšková a Lucie Zapletalová z CERGE-EI (společného pracoviště Centra pro ekonomický výzkum a doktorského studia UK – CERGE – a Národohospodářského ústavu AV ČR – EI). Podle jejich výzkumu novinku zavedenou reformou využilo 38 procent matek tříletých dětí – to znamená, že více než třetina žen zůstala doma nejméně o rok déle a jejich děti proto ve třech letech nenastoupily do předškolního vzdělávání.

V důsledku pak skutečně došlo k nárůstu nezaměstnanosti mezi ženami, které vychovávaly čtyřleté a pětileté děti (o 6,4 procentního bodu, respektive 4,4 procentního bodu).

Vliv prodlouženého pobírání rodičovského příspěvku na ekonomickou neaktivitu žen přestal být patrný, jakmile děti dosáhly šesti let. Jinak řečeno, v době, kdy děti nastoupily do školy, už se většina žen vrátila do práce. „Vzhledem k dlouhému přerušení zapojení na trhu práce je ale pravděpodobné, že dopady na platové ohodnocení žen, kvalitu práce a kariérní postup přetrvávají ještě déle,“ píše se v závěrech studie.

Tolik k tématu matek a jejich zaměstnanosti. Psalo a píše se o něm celkem často. Poukazuje se přitom na to, že české ženy s malými dětmi jsou dlouhodobě méně zaměstnané a kariérně méně úspěšné než matky z jiných zemí Evropské unie. Jedno z vysvětlení se skrývá právě v nastavení mateřské a rodičovské

pály, pocházejí z let 2016 a 2018, tedy z doby, kdy dotčené děti postupně dovršovaly dospělosti).

## PŘIROZENÝ EXPERIMENT

Analýza dat prokázala, že některé děti, které zůstaly o rok déle ve výlučně mateřské péči – tedy nenastoupily ve třech letech do školky – dosahují v dospělosti nižšího vzdělání a horšího uplatnění na trhu práce. Reformou dotčené děti vykazují o čtyři procentní body vyšší pravděpodobnost, že ve věku 21 a 22 let nestudují ani nepracují a o šest procentních bodů nižší pravděpodobnost, že studují vysokou školu. Ještě markantnější je to u potomků matek bez maturity (pravděpodobnost, že nestudují ani nepracují, je vyšší o devět procentních bodů).

Výzkum je založený na takzvaných přirozených experimentech, což je metoda, kterou do ekonomických věd zavedl Američan David Card. Spočívá v tom, že se výzkumníci zaměří na skupinu lidí zasažených určitou politickou nebo ekonomickou intervencí a srovnají ji se skupinou kontrolní, daným efektem neovlivněnou. Je přitom nutné definovat přesnou hranici, která určuje onu změnu (třeba datum reformy). Za přenesení experimentálních metod z přírodních věd do věd společenských dostal David Card letos Nobelovu cenu za ekonomii.

„Zjednodušeně se dá říct, že jsme se podívaly na děti narozené před zavedením reformy rodičovských příspěvků a po něm,“ vysvětluje Klára Kalíšková. „Tyto dvě kohorty jsme pak porovnávaly s dalšími dvěma, takzvanými kontrolními skupinami dětí narozených v jiném, nereformním roce. Zaměřily jsme se na ony děti ve věku 21 a 22 let a porovnávaly, jestli a v čem se liší,“ dodává. Výzkumnice ve studii vycházely z veřejně dostupných dat Českého statistického úřadu, konkrétně z Výběrového šetření pracovních sil.

## VÝJIMEČNÉ ČESKO

Je český výsledek v něčem překvapující ve srovnání se zahraničními výzkumy? Na takto položenou otázku se těžko





**PhDr. KLÁRA KALÍŠKOVÁ, M.A., Ph.D.**

**NÁRODOHOSPODÁŘSKÝ ÚSTAV AV ČR**

Ekonomka, absolventka Univerzity Karlovy a CERGE-EI (společného pracoviště Centra pro ekonomický výzkum a doktorského studia UK a Národohospodářského ústavu AV ČR). Působila na University College London v týmu ekonoma Richarda Blundella. Věnuje se trhu práce, daňové a rodinné politice. Byla členkou odborné komise pro rodinnou politiku při ministerstvu práce a sociálních věcí, nyní je členkou výboru pro sladění pracovního, soukromého a rodinného života při radě vlády. Působí v think-tanku IDEA při CERGE-EI a vyučuje na Vysoké škole ekonomické.

odpovídá, protože každá země má jiný systém rodičovské podpory a ten český je výjimečný svou štědrostí. Není tedy s čím srovnávat. „Při tvorbě hypotézy jsme sáhly po studiích, které se dívají na participaci dětí v předškolním vzdělávání, protože studie zabývající se rodičovskými dovolenými se týkají jen dětí do dvou let. Že by se někde prodlužovala rodičovská až do čtyř let, to se v zahraničí nikdy nestalo, to je naprostý unikát,“ říká Klára Kalíšková.

Nejblíže české studii byla německá, která hodnotila vliv zavedení neplaceného rodičovského volna do tří let věku dítěte, a pak řada prací zaměřující se na vliv dostupnější předškolní péče. „Všechny existující studie odhalují pozitivní vliv předškolního vzdělávání na děti, které do něj nastoupí kolem třetího roku věku, což je v souladu s našimi výsledky,“ dodává Klára Kalíšková.

Výzkumnice zjistily ještě jeden zajímavý efekt reformy z roku 1995. Ukázalo se,

že dívky jí byly více zasažené než chlapci. Pravděpodobnost budoucího vysokoškolského studia u dívek s matkou bez maturitního vzdělání se vlivem reformy snížila o 17 procentních bodů. Zatímco před reformou studovalo na vysoké škole téměř 45 procent dívek, po ní to bylo jen 28 procent děvčat z rodin, kde má matka nižší vzdělání než středoškolské (dodejme, že data pocházejí výlučně z rodin, ve kterých děti v době šetření sdílely domácnost společně s matkou, to je 75 procent mladých dospělých).

## **GENDEROVÉ STEREOTYPY**

Negativní dopad výlučně mateřské péče na děti starší tří let si vědkyně vysvětlují tím, že podněty a sociální dovednosti, které tříleté děti získávají v mateřské škole, je v prostředí domova složitě nahradit. Náročné to je zejména pro matky s nižším vzděláním. „Naše zjištění nijak nezpochybňují všeobecně prokázaný

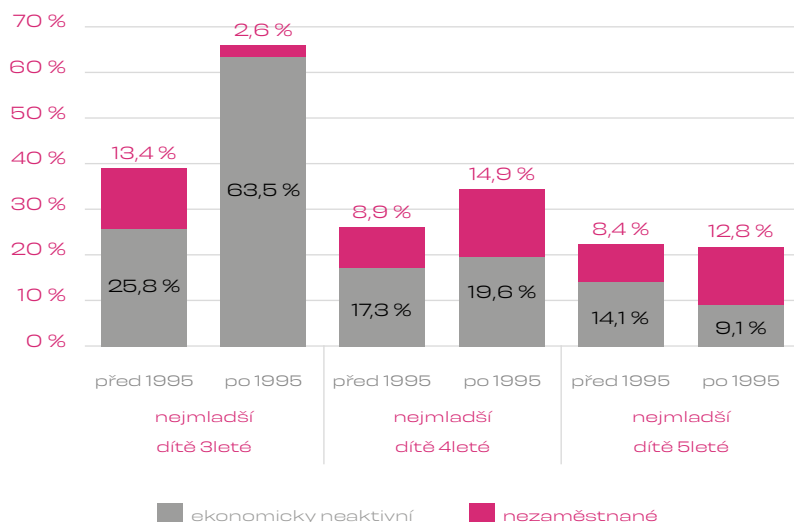
zásadní přínos mateřské péče pro vývoj dítěte. Analýza však ukazuje, že výlučná celodenní mateřská péče po třetím roce života může mít i nežádoucí dopady,“ píše se ve studii.

Pro vysvětlení specifického vlivu na dívky už by byly podle Kláry Kalíškové zapotřebí navazující studie. Z té nynější se sice dá něco usuzovat, ale není to podloženo daty. Teoreticky se dá vyvodit, že došlo k posunu genderového vnímání rolí. „Mohly se prohloubit genderové stereotypy. Dívky, které viděly své matky delší dobu v domácnosti, možná mají tendence jejich chování napodobit a nemají takové kariéerní ambice jako dcery zaměstnaných matek,“ odhaduje Klára Kalíšková.

Znovu zopakujme, že jde o první studii, která se zabývá vlivem rodinné politiky na budoucnost dětí. Systém už přitom prošel několikerou změnou. Například novela zákona z roku 2008 přinesla možnost flexibilnější úpravy ▶

## DOPADY REFORMY RODIČOVSKÉHO PŘÍSPĚVKU V ROCE 1995 NA MATKY 3–5LETÝCH DĚTÍ

(podíl ekonomicky neaktivních a podíl nezaměstnaných žen v procentech)



Procentní údaje vyjadřují podíl žen, které byly před reformou v roce 1995 a po ní ekonomicky neaktivní (šedý sloupec) nebo nezaměstnané (růžový sloupec). První dva sloupce se týkají stavu před a po reformě u matek, jejichž nejmladší dítě je ve věku tří let, druhé dva sloupce se týkají matek s dětmi, kterým jsou nejméně čtyři roky, a poslední dva sloupce matek s dětmi nejméně pětiletými.

Zdroj: IDEA studie 6/2021

pobírání příspěvku a nabídla i dvouletou, zrychlenou variantu čerpání (ovšem využitelnou jen ženami s hrubými výdělky nad zhruba 16 tisíc korun). Postupně se systém stával ještě pružnějším. V roce 2012 se zavedla možnost čerpání kdekoli mezi dvěma, třemi a čtyřmi roky (rodiče dostali nárok na celkovou částku, kterou si mohli rozvrhnout, jak potřebovali). Naposledy došlo ke změně loni – tehdy se zvýšila celková částka pobírání rodičovského příspěvku na 300 tisíc korun.

„Přesto i dnes je ten výběr omezený, jednoduše lze říct, že čím vyšší výdělky, tím kratší čerpání může žena volit,“ dodává Klára Kalíšková. Stále tak platí, že většina českých žen je s jedním dítětem doma tři roky a některé dokonce čtyři.

Přitom ne všechny zůstávají doma dobrovolně. Problém totiž je, že nemají dítě komu svěřit. V některých obcích je nedostatek předškolních zařízení a služeb péče o nejmenší děti – začaly ubývat právě v devadesátých letech – částečně v důsledku nižší porodnosti, ale také vlivem reformy rodičovské dovolené, kdy více matek zůstávalo doma a děti ve školkách výrazně ubylo.

### NEDOSTATEK DAT

Proč není studií, jež by se věnovaly vlivu reformy rodičovského systému, více? Podle Kláry Kalíškové jde mimo jiné o nedostupnost dat. Největší studnicí informací by byly statistiky České správy sociálního zabezpečení, ty ale nejsou pro

výzkumné účely dobře dostupné. I když si o ně vědci požádají, ukazuje se, že data nejsou provázána. Například není možné vysledovat v nich osud jednoho konkrétního (byť anonymizovaného) člověka.

Ze statistik se tak například nedá vyčíst, proč u jedince najednou chybí informace o sociálním pojištění – není v nich uvedeno, jestli nepracoval z důvodu mateřské dovolené, nemoci nebo nezaměstnanosti. Nejsou propojené rodiny a domácnosti a nelze tak posuzovat vliv rodinného prostředí na vzdělání a zaměstnanost. „V zahraničí to funguje jinak. Nejlepším příkladem jsou skandinávské země, které mají dostupné a propojené databáze různých administrativních dat, což pak umožňuje výzkum na úplně jiné úrovni kvality. Do určité

míry to funguje i v Německu nebo Maďarsku, neměli bychom to tedy brát jako utopii,“ hodnotí Klára Kalíšková.

**Nastavení flexibility se mění. I díky pandemii. Zaměstnavatelé si uvědomili, že hodně věcí lze dělat z domova. Co se bohužel stále nevyplácí, jsou zkrácené úvazky.**



## FAKTA VS. EMOCE

Veřejné debaty o změnách rodinné politiky v České republice bývají plné zjitřených emocí. V médiích a na sociálních sítích se řeší, co je pro děti nejlepší, přitom argumentů založených na datech bývá v těchto typech diskuzí jen málo. Často stojí na předem utvořených úsudcích vycházejících z osobních postojů a zkušeností. Akademické pracoviště CERGE-EI se dlouhodobě snaží nabízet společnosti, především politikům a úředníkům, validní studie plné čísel, grafů a informací. „Přepisujeme většinu našich vědeckých studií z angličtiny do češtiny, děláme z nich srozumitelné výňatky ve formě IDEA studií a poskytujeme rozhovory do médií. Některé z našich závěrů se pak skutečně promítají v návrzích novel a nových zákonů. Pak je ale také velká skupina lidí, kterou nepřesvědčí žádná argumenty,“ říká Klára Kalíšková.

## NEMOTIVAČNÍ SLEVA NA MANŽELKU

Kdyby měla Klára Kalíšková kouzelnou hůlku a mohla zásadně ovlivnit podobu rodinné politiky u nás, zjednodušila by ji. Od devadesátých let se podle ní nikdo pořádně nezastavil a nepromyslel systém do hloubky. Je proto nesmírně složitý a každou další reformou se ještě více komplikuje. Když se dělají sociologické výzkumy, hodně žen přiznává, že systému pobírání mateřských a rodičovských příspěvků a rodičovských dovolených nerozumí. Pak není divu, že většina si volí nejjednodušší variantu – zůstanou doma tři roky a pokud nenajdou místo ve školce, ještě o rok déle. Což má pak negativní vliv na jejich zaměstnanost a kariérní možnosti a v důsledku také na budoucnost dětí, jak ukazuje studie Kláry Kalíškové a jejích kolegů.

Další věcí je ne/flexibilita trhu práce. Mnoho žen by upřednostnilo postupný

návrat z mateřské, například formou zkráceného úvazku. Pro zaměstnavatele ale tato varianta nebývá kvůli nastavení odvodů ideální a nakonec se nevyplácí ani rodinám. Když žena začne po rodičovské pauze pracovat, byť na poloviční úvazek, manžel přichází o daňovou slevu na nepracující manželku a celkové příjmy domácnosti jdou dolů nebo stagnují. „O slevě na manželku bychom měli ve společnosti vést debatu. Buď ji úplně zrušit, anebo ji otočit – dát slevu naopak za to, že žena začne pracovat. Fungovala by jako motivace,“ uzavírá Klára Kalíšková.

Jenže hlubší reformy jsou zatím v nedohledu a čas plyne... Operační systém Windows 95 je minulostí, i když kritici by řekli, že ten současný se od něj až tak

neliší. Jana Pavla II. nahradili postupně papežové Benedikt XVI. a František. Rolling Stones v Česku zahráli po roce 1995 ještě čtyřikrát, naposledy v roce 2018 v Letňanech. Čtvrtstoletí je poměrně dlouhá doba, i když se zdá, že Windows, papežský stolec a Rolling Stones jsou věční. Z malých dětí se ale za stejné období stávají dospělí. A o tom, jaká bude jejich budoucnost, rozhodují i změny parametrů rodinné politiky. ●

Helena Fulková

# TALENT, ZKUŠENOST A SÍLA

Jako jedna z mála na světě naklonovala myš. Nedávno se jí podařilo geneticky upravit křečka a vyzkoumat díky němu možné příčiny neplodnosti. Teď se ale chce posunout jiným směrem a pochopit, jak funguje buňka.





**Úspěchy s klonováním a genetickými modifikacemi vás vynesly mezi elitní světovou skupinu vědců. Je k vaší práci – vedle nutných vědomostí a nabytých zkušeností – potřebný také nějaký specifický talent?**

Určitě. Jde hlavně o koordinaci během mikromanipulací, kdy pracuji na velmi malém prostoru, ale musím mít v pohybu celé tělo. V jedné chvíli šlapu na pedál, nohou přepínám a spouštím pulzy. Rukama ovládám manipulátory a injektory, a ještě se musím dívat, co dělám.

**Jak dlouho v takové pozici vydržíte?**

Asi tak dvě hodiny v kuse. Víc se většinou soustředit nevydržím. Velmi mě baví a je pro mě uspokojující, když se dostanu do flow stavu a vytěsním vše ostatní. Kromě schopnosti koordinace a soustředění je ale u mé práce ještě důležitá tvrdohlavost. Je potřeba nevzdávat se, když to prostě nejde.

**Tvrdohlavost se vám pravděpodobně bude ještě hodit. Aktuálně chcete otevřít nový směr bádání výzkumu buněk. Co vás k tomu vede?**

Mojí motivací je pochopit, jak buňky fungují. Proto se teď chci zaměřit na principy, které stojí za fungováním lidského těla. Už mě nebaví rozebírat systém na jednotlivé geny, protože buňky jsou přece komplexní, stejně jako život. Jsou flexibilní, je to dynamický systém. I když něco objevíte, stejně víte, že za jiných podmínek by to mohlo být jinak. Buňky nebo embrya si vždycky najdou cestu vedle. Příkladem jsou třeba rakovinové buňky. V živém systému není nic stoprocentní.

**Kdy a proč vás přestal bavit klasický přístup?**

Během mé kariéry se už několikrát stalo, že vědci přišli s něčím úžasným. Jenže později se ukázalo, že zase o takový hit nešlo. Třeba když se podařilo sekvenovat lidský genom. Všichni říkali: Už víme, jak vše funguje, najdeme všechny mutace, všechno vyléčíme. Budoucnost byla růžová. Jenže se nenaplnila. Pak nastoupily

## Mgr. HELENA FULKOVÁ, Ph.D. ÚSTAV EXPERIMENTÁLNÍ MEDICÍNY AV ČR

Vystudovala biologii na Přírodovědecké fakultě UK, obor vývojová biologie. Deset měsíců strávila na Tokijské univerzitě, kde v roce 2015 naklonovala myš. O dva roky později v japonském institutu RIKEN geneticky upravila křečka a potvrdila roli enzymu acrosin při oplodnění. Pracovala v Ústavu molekulární genetiky AV ČR a dnes vede výzkumnou skupinu v Ústavu experimentální medicíny AV ČR. Ve volném čase ráda plave, hraje squash a věnuje se klasickému tanci.

technologie profilování genové exprese. A zase všichni říkali: Zjistíme naprosto přesně, co buňky exprimují za geny, jaké mají proteiny. A zase se to úplně nestalo. Rozhodně se nechci dotknout výzkumů mých kolegů, ale podle mého názoru jednotlivé geny řeknou o fungování celku strašně málo.

#### **▼ Trendem ve vědě je interdisciplinární spolupráce.**

##### **Plánujete přizvat k výzkumu vědce z jiného oboru?**

Ano, snažím se dát dohromady s biofyziky, abychom se mohli podívat na obecnější jevy. Zatím hledáme společnou řeč. A to vůbec není jednoduché. Vlastně je hodně těžké zbavit se toho, co mě doteď ve škole i zkušenější kolegové naučili.

##### **▼ Alternativní cestou jste se vydala také při výzkumu role enzymu acrosinu při oplodnění.**

##### **Proč jste si vybrala nezvyklý výzkumný model křečka?**

Role acrosinu při průniku spermie do vajíčka byla dlouho otázkou. Ukázalo se, že u myši zrovna nehraje žádnou roli. Ty jsou sice stále experimentálním modelem číslo jedna, ale v tomto případě bylo potřeba sáhnout po alternativě. A tou byl křeček, mimochodem v historii byl velmi využívaným modelem. Postupně ale všichni přešli na myš a křeček upadl v zapomnění. Většina lidí, kteří s ním pracovali, už jsou v důchodu, mimo vědecký svět. Dnes sice tak trochu zažívá comeback, ale lidí, kteří s ním pracují, není moc.

##### **▼ Pro výzkum jste stvořila geneticky modifikovaného křečka. U myši je zásah do DNA díky technice CRISPR-Cas9 (zjednodušeně CRISPR), která umí editovat v dědičné informaci, dnes už relativně jednoduchý. Jak to šlo s křečkem?**

Cesta k němu byla velmi komplikovaná, bolestivá a trvala strašně dlouho. Pro odstraňování nebo přidávání genů jsem využívala stejnou techniku CRISPR jako u myši. Musela jsem ji ale přenést na křečka, což vůbec není jednoduché. Trvalo rok, než jsme se s kolegy dopracovali k výsledku. Zkoušeli jsme všechno možné a až na samém konci jsme našli jednoznačnou chybu, příčinu, proč to nefungovalo. A bohužel se ukázalo, že roli hrála i lidská chyba bývalého kolegy, který připravoval design modelu. U podobných výzkumů nikdo nečeká, že se vše povede hned, ale toto byla už poměrně frustrace.

##### **▼ Pokud se potvrdí mutace acrosinu také u lidí, může být tato informace pro neplodné páry nadějná? Dá se očekávat, že se výsledky výzkumu promítnou do humánní medicíny?**

Jde o základní výzkum a udělat krok do humánní medicíny je náročné. Dokážu si ale představit, že by naše výsledky mohly pomoci v případě asistované reprodukce. Mohly by být indikací, kterým směrem se pustit. Pokud by se u muže zjistila mutace, věděli bychom, že není vhodné pokoušet se



**„Křeček je dobrý vědecký model, v minulosti byl velmi využívaný. Je malý, moc nežere, rychle se množí. Dnes zažívá comeback, i když práce s ním je technicky náročnější než s myší.“**

*Helena Fulková*

o *in vitro* oplození, ale že třeba bude lepší zvolit metodu intracytoplazmatické injekce spermie – tedy rovnou napichnout spermii do vajíčka, a tím obejít jeho glykoproteinový ochranný obal. Acrosin pomáhá spermii se přes tento obal dostat. Je to ale také otázka personalizované medicíny. Terapie by se měly dělat na míru jednotlivým pacientům. Ve světě už existují centra, kde s páry pracují individuálně a snaží se najít optimální cestu. Tohle bohužel standard není.

#### **▼ Neřeší se tedy příčina neplodnosti?**

Ve většině případů jde spíše o výrobu dětí podle standardního schématu. Ženám se nasadí hormonální stimulace a ono to buď klapne, nebo ne. Pokud vím, u velké části párů se prohlásí, že příčina je neznámá. Důvody se neřeší, stejně jako otázka vhodnosti metody.

#### **▼ Geneticky modifikovaná zvířata jsou dnes běžná. Jak se ale díváte na editaci genomů u lidí?**

U zvířat je to brnkačka, u nich víme, že všechno funguje. U lidí reprodukční technologie také máme, ostatně děláme děti ze zkumavky, ale problematická je etická otázka. Opodstatnění by měl zásah jen v případě, pokud existuje nějaké zdravotní riziko. Rozumím tomu, že chceme děti vybavit do života zdravé. V Evropě ale zásahy do genomů u lidí nejsou povolené. Výjimku mají myslím jen Finsko a Anglie. Ale jen pro výzkumné účely a po omezenou dobu během embryonálního vývoje. Rozhodně se editovaná embrya nesmějí přenášet ženám.

#### **▼ U nás takové zásahy nejsou legální, to ale neznamená, že jinde je neudělají. Co říkáte na editaci genomu kvůli pohlaví dítěte nebo třeba i barvě vlasů?**

Nemělo by docházet k tomu, že si lidé budou vybírat, jestli chtějí kluku, nebo holku. Jenom proto, aby vyhověli nějaké kulturní normě nebo své představě. To mi přijde přes čáru. Lidi by měli být rádi, že dítě vůbec mají, a neřešit jeho pohlaví. Pravda

ale je, že si tady můžeme myslet, co chceme, nastavovat pravidla, ale jinde ve světě to mohou vidět a mít jinak.

### ▼ Nehrozí, že vypukne turistika za editací genomů do zemí, kde takové zásahy budou legální?

Ano a společnost by se měla připravovat, že to jednou pravděpodobně přijde. A asi to nebude v Evropě, která má k takovým genetickým modifikacím jasný postoj.

### ▼ Jak už jsme zmínili, sextace, tedy výběr pohlaví, je u zvířat běžná. Je pro vás akceptovatelná?

U nich má svoje místo. Přijde mi přijatelnější včasný zásah, tedy už při výběru spermií nebo embrya, než nechat narodit zvířata, která stejně čeká porážka. Klasicky třeba v chovu slepic, kde se likvidují malí kohoutci, protože nejsou potřeba. Nebo společnosti produkcující mléko potřebují dojnice a samce by museli utratit. Vede to pak k velké nadprodukci zvířat a s tím mám etický problém. A navíc, když se zvířata po narození utratí, co pak ty samice, které se vlastně staly matkami? Lepší je proto zasáhnout hned zkraje.

### ▼ Může možnost výběru pohlaví u zvířat a lidí narušit balanc, harmonii přírody?

To by mě netrápilo. Z globálního hlediska by se zase až tak moc strašného nestalo. Navíc člověk už dnes stojí mimo přírodu, mimo její zákonitosti. Když si vezmete, jak si například prodlužujeme život pomocí moderní medicíny, tak už nějaký balanc přece ani nemáme. Už jsme se příliš vychýlili. A pokud by docházelo k výběru pohlaví, hranici už zase jen trochu posuneme. U zvířat je tomu podobně. Týká se jen hospodářských, která už také stojí mimo přirozený běh.

## „Nebylo mým cílem naklonovat myš. Podařilo se to v rámci jiného pokusu, kdy jsme se chtěli podívat, jak se mění genová exprese v kontextu reprogramování buňky.“

Helena Fulková

### ▼ A jaká budoucnost čeká klonování? Také s sebou nese spoustu etických otázek a možná i divokých představ o tom, že lidé budou jednou dělat kopie sebe samých.

Klonování u lidí je hrozně nepravděpodobné, úspěšnost není dobrá. A pokud úplně pomíneme etickou otázku, tak z hlediska byznys modelu je velmi nerentabilní. Možné ale je, že jednou i z klonování bude turistika. Nic nelze vyloučit. Ostatně podobně jsme si mysleli, že u lidí by do lidského genomu pomocí zmiňované techniky CRISPR zasáhl jen blázen. A ejhle, v Číně se tak stalo.

### ▼ První geneticky upravené děti – dvojčata – přivedl v roce 2018 na svět čínský biolog Che Ťien-kchuej. Je známo, jak se dětem daří?

Nevím, po počáteční vzrušené diskusi je teď klid. Velkou etickou otázkou je, jak děti ovlivňuje fakt, že jsou geneticky upravené, že za ně někdo udělal rozhodnutí a nebyli to ani rodiče. Otázka také je, jestli rodiče skutečně věděli, co se děje, za jakým účelem se vše dělá, dostali potřebné spektrum informací.

## MILNÍKY V KLONOVÁNÍ

Průkopníkem je britský vývojový biolog John Bertrand Gurdon, který v roce 1958 naklonoval pulce. O téměř 40 let později se podařilo ve Skotsku vytvořit identického savce ze somatické buňky dospělého jedince, ovci Dolly. Byl to velký průlom, který otevřel cestu k dalšímu klonování savců od myši, psů, koček po koně nebo krávy. Vypuklo komerční klonování hospodářských zvířat a následně také domácích mazlíčků. Před čtyřmi lety se narodili dva totožní dlouhoocasí makakové. Biologové z Šanghaje tak poprvé naklonovali primáty.

### ▼ Zpráva o geneticky upravených dětech vyvolala ve světě rozruch. Posunula vědeckou debatu ohledně etických otázek spojených se zásahem do našeho genomu?

Podle mě byla otázka času, kdy k tomu dojde. Pro vědeckou komunitu byl zásah spíš nepřijatelný, objevily se ale i souhlasné názory. Stejně jako u klonování. Můžeme si myslet, co chceme, ale neznamená to, že zbytek světa problém vidí stejně.

### ▼ Čínský vědec „vyrobil“ dvojčata rezistentní na HIV. Mohl by mít jeho zákrok opodstatnění?

U HIV je z hlediska reprodukční medicíny možné použít jiné metody, které jsou vyzkoušené a bezpečnější.

### ▼ Je genetická úprava technicky bezpečná?

Je relativně bezpečná. Roli hraje zase komplexita systému, protože geny různě interagují. A jestliže si nejsem stoprocentně jistá, což nikdy nemůžu být, že editace genomu vyvolá skutečně jenom, co chci, neměla bych ji dělat. Neexistuje záruka, že se nestane něco jiného. U zvířecích modelů člověk tak nějak bere, že se něco může přihodit. Ale u lidí?

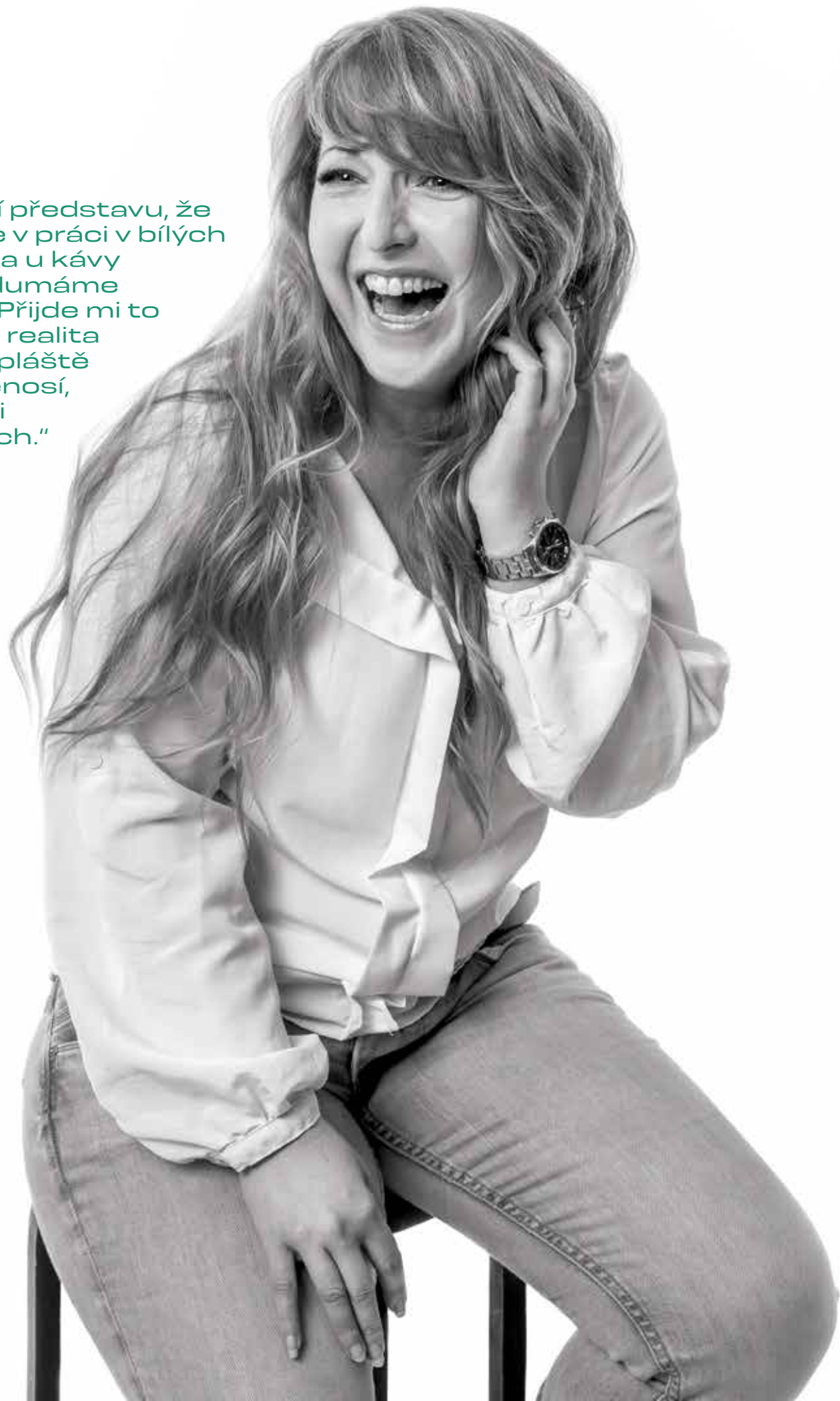
### ▼ Vám se v roce 2005 podařilo naklonovat myš, navíc na první pokus. Takový výkon zvládlo zatím jen asi patnáct lidí na světě. Zasáhl vám úspěch do kariéry, otevřel nové dveře?

Ani ne. Přenos jader je pro lidi atraktivní, všem se to líbilo. Pro mě ale není nejdůležitější. Jde jen o jednu malou techniku z celého spektra možných mikromanipulací. Dají se dělat mnohem zajímavější věci. Přendávat chromozomy, jádra z různých stadií embrya, různě párovat jádro a cytoplazmu.



„Lidi mají představu, že chodíme v práci v bílých pláštích a u kávy dlouho dumáme o světě. Přejde mi to legrační, realita je jiná. A pláště nikdo nenosí, jen vědci v seriálech.“

*Helena  
Fulková*



**┃ Jdete v rodinných šlápějích. Váš dědeček Josef Fulka založil obor reprodukční biologie a otec Josef Fulka mladší patří v oboru k české špičce. Kdo komu dnes u vás doma radí?**

Jak kdy. Ale spíš už se role obrací a radím já, protože hodně věcí zkouším. Možnost doma konzultovat je každopádně výborná. Rodina mi dost pomohla s kontakty na další odborníky. Je super, že vás někdo může trochu postrčit, představit, prolinkovat. Díky tátovi jsme například měli vazby na Japonsko a bylo pro mě pak jednodušší dostat se do laboratoře v institutu RIKEN, který je špičkou v oboru, nebo na Tokijskou univerzitu. Naklonovala jsem tam myš, geneticky modifikovala křečka. Samozřejmě, pokud by to člověk neuměl, tak by mi doporučení otce nepomohlo. Jsme ale malá oblast a všichni vědí, kdo co a jak dělá a čeho je schopný.

**┃ Vy jste svět ohromila myši, váš otec s italským týmem naklonoval muflona. Nemáte v sobě touhu naklonovat zvíře, které je třeba na pokraji vyhynutí? Nebo některý již vyhynulý druh zase vrátit do hry?**

Nevím, nikdy jsem o tom nepřemýšlela. Je ale otázka, jestli je to dnes vůbec možné a smysluplné. Pokud třeba máme vycpaný exemplář již vyhynulého zvířete, tak i kdyby se ho podařilo naklonovat, všichni jedinci budou stejní. Mohli bychom si udělat populaci, dát ji do ZOO a tam o ni pečovat, protože se u zvířat mohou objevit různé problémy. My například v laboratoři používáme geneticky identické myši a některé se špatně množí, postupně třeba ohluchnou, oslepnou. U zvířat na pokraji vyhynutí jde o stejný problém. Populace je životaschopná jen v případě, pokud existuje variabilita. A často je tak malá, že už nezmůžeme nic ani s našimi technologiemi, už je téměř pozdě.

**┃ Němci se aktuálně snaží pomocí asistované reprodukce oživit ohroženého nosorožce bílého, u kterého dnes zůstaly už jen samičky. Jste k takovým pokusům skeptická?**

**„Nikdy jsem zvířata do pokusů nebrala jako materiál. Nemůžu sice obrečet každou utracenou myš, ale zároveň nechci mít úplně neosobní vztah se zvířaty, se kterými pracuji.“**

*Helena Fulková*

Dokázat, že to jde, je skvělý výstup a počin. Máme povinnost napravovat chyby, které jsme jako lidé udělali. Nebo se aspoň o to pokusit. Otázkou ale je, jestli tou správnou cestou je vyrábět geneticky příbuzné jedince. A co se stane v další generaci, až se tato zvířata mezi sebou začnou křížit.

**┃ Jste pověstná svou ohleduplností ke zvířatům. Netajíte se tím, že jste měla problém s experimentováním se zvířaty.**

Pokusy na zvířatech jsou kontroverzní, člověk by je nejraději nedělal. Pravdou ale je, že bez nich by medicína nebyla tam, kde dnes je. Bylo by naivní před tím zavírat oči. Je hrozně jednoduché říkat, že nechceme pokusy na zvířatech. Jenže zároveň nechceme, aby nám umíraly děti. Chceme lepší léky, s menšími vedlejšími účinky, aby nás lékaři operovali a zachránili. Ale i když se jim úplně nevyhneme, určitě má smysl se ptát, jestli jsou pokusy odůvodnitelné.

**┃ Jeden čas jste byla vegetariánkou. Souviselo rozhodnutí nejíst maso s vaší prací?**

Ano, bylo to tak. Říkala jsem si, že některá zvířata využívám při pokusech a jiná pak ještě jím. Společně na jednoho člověka mi přišla moc velká. Pak jsem si ale uvědomila, že



vlastně všechno nezachráním, svět nezmění a smířila jsem se s tím. Zároveň si ale myslím, že je povinnost a zodpovědnost lidí, kteří pokusy dělají, zajistit zvířatům dobré podmínky a pokud možno co největší komfort. S tím jsem měla v počátcích kariéry dost problém. Bála jsem se, že jim při manipulaci ublížím.

### ▼ Kdy jste získala potřebné sebevědomí a přestala se obávat?

Do určité míry mám obavy pořád. Za léta praxe už jsem si ale mnohem jistější. Chybou českého prostředí je, že se u nás běžně neprochází institucionalizovaným tréninkem. Že člověk nemusí v praxi demonstrovat, že je se zvířaty schopen pracovat, že to zvládá. Třeba v USA nebo Austrálii vás nepustí k práci se zvířaty, dokud neabsolvujete výcvik, neukážete před komisí, že s nimi pracovat umíte, a nezákáte certifikát. Mně moc pomohlo, že jsem tím prošla, certifikát mi dal jistotu. V českém prostředí stačí vyplnit test. Spoléhá se na jednotlivé laboratoře a nadřízené, že by lidi nenechali dělat se zvířaty, kdyby to nebylo dobré.

### ▼ Vy jste údajně měla v Japonsku něco jako domov důchodců pro pokusná zvířata. Jak fungoval?

Nikdy jsem nebrala zvířata do pokusů jen jako materiál. U velkých chovů chápu, že je potřeba uvolnit místa a zvířata utratit. I když je možné si práci lépe zorganizovat a zbytečně neprodukovat další modely. V Japonsku jsem si to zařídila tak, že jsem si mohla nechat myši, které si už odsloužily svoje. Musela jsem jim ale najít novou roli. A tak jsem třeba myši matky, které měly přenesená embrya a už by nebylo dobré je do pokusů použít, dávala k jiným myším, aby jim dělaly společnost, protože myši jsou sociální. Běžně se v praxi ve většině případů odstaví od mláďat a utratí. Praktikovala jsem takový udržitelný způsob. Člověk si totiž pak rozmyslí, o kolik myši se musí starat, kolik má prostoru, kolik jich vlastně potřebuje.

### ▼ Zaznamenala jste ve vašem oboru trend počet zvířecích modelů redukovat?

Díky technice CRISPR, která umí pomocí genetických nůžek v dědičné informaci editovat, vystřihuje genetické informace, vkládá, tlumí nebo probouzí jednotlivé geny, se naše práce velmi zjednodušila

## RODINNÁ TRADICE

Helena Fulková je v rodině třetí generací vědců, která se věnuje reprodukční biologii. Obor založil v Československu po druhé světové válce její dědeček Josef Fulka. Otec Josef Fulka mladší šel v jeho šlépějích a dnes patří mezi světově uznávané badatele. Mezi ně se v mladém věku zařadila také Helena Fulková, když v roce 2014 naklonovala jako první Češka během stáže v Japonsku myš. Zatím se to podařilo asi jen patnácti lidem na světě. Svě místo mezi elitními vědci potvrdila, když se jí podařilo geneticky modifikovat křečka.

**„Vždycky jsem chtěla pracovat v Japonsku, nechala jsem tam kus svého srdce. Není to ale země pro slabé povahy. Člověk se musí v práci smířit s vysokým tempem a tlakem.“**

*Helena Fulková*

a zrychlila. Nastala vlna, kdy se modely vyráběly jako o život. Lidé ale přestali rozmýšlet, jestli je skutečně potřebují. Dřív byly genetické zásahy hrozně nákladné a pracné. Vědci si museli rozmyslet, jestli to opravdu chtějí a mají dostatek podpůrných argumentů, proč daný gen studovat. Naštěstí, jak se mi zdá, hlavní boom generování modelů spíše upadá a vracíme se zpět k většímu rozmyslu a smysluplnému plánování.

### ▼ Vědci hledají způsob, jak reprogramovat buňky s genetickou vadou. Mluví se o tom, že jednou možná budeme na 3D tiskárnách tisknout nové orgány s opravenými buňkami. Vidíte to reálně?

Velkou nadějí byly iPS buňky, které je možné přeprogramovat. Japonec Šinja Jamanaka za jejich objev dostal Nobelovu cenu. Pak se ale ukázalo, že z hlediska medicíny aplikace vůbec není tak jednoduchá, jak na začátku vypadala, iP S buňky přeci jenom mají nějakou svoji paměť, takže reprogramace není sto procentní. Využití v humánní medicíně je proto v tuto chvíli nepřijatelné a pořád existuje spousta otázek.

### ▼ Asi až příliš futuristická představa. Možnost omladit buňky, z vlastních buněk vyrobit nové orgány – nesměřujeme k elixíru mládí, k dlouhověkosti?

I kdybychom byli relativně schopní nahradit orgány, pořád musíme mít na mysli komplexitu systému. A otázkou je, jestli je to vůbec cesta k dlouhověkosti. Jedna věc je v nějakém rozumném věku nahradit člověku orgány, což určitě dává smysl. Ale markantní prodloužení života? To myslím, že tak jednoduché nebude. A možnost omlazení buněk? Zatím neumíme ani pořádně odstranit jejich paměť. To jsou otázky, na které v tuto chvíli podle mě nikdo nezná odpověď.

# PO STOPÁCH ČERNÝCH DĚR

Vesmírná observatoř LISA bude hledat superhmotné černé díry. Podaří se nám pochopit, co se děje ve středu galaxií?

## AKREČNÍ DISK

Obklopuje mnohé objekty ve vesmíru – od malých hvězd po superhmotné černé díry v centrech galaxií. Skládá se z plynu a prachu, který se po spirále vlivem silné gravitace přibližuje, a padá do superhmotných černých děr. Blíže k jejich středu se látka výrazně zahřívá a září. V extrémních podmínkách může dosahovat milionů stupňů Celsia. Záření je značně energetické, proto jej můžeme pozorovat i v rentgenovém oboru. I když většina hmoty nakonec spadne do černého monstra, malá část plynu může být silnými magnetickými poli vyvržena pryč do polárních výtrysků.

**P**ředběhněme dobu. Titulky v médiích v roce 2042 hlásí: Nastala nová éra astronomie. Kos-

mický detektor LISA (Laser Interferometer Space Antenna) právě zachytil mezi galaxiemi supermasivní černou díru pohlcující mnohem menší černou díru nebo neutronovou hvězdu. Lidstvo sleduje dosud nevídanou vesmírnou hostinu.

LISA kopírující dráhu Země je ve vesmíru prvním zařízením, které umí zachytit gravitační vlny, jež pocházejí ze srážky černých děr. I ty velmi dávné, potulující se vesmírem téměř od jeho počátku. Soustředí se na superhmotné černé díry. Jejich vznik je jednou ze zásadních otázek astrofyziky. Mohou být velké třeba jako sluneční soustava, hmotné jako milion až miliarda Sluncí. Podle odhadů astrofyziků má každá galaxie ve svém středu jedno takové vesmírné monstrum.

Díky detektoru se otevřely zcela nové možnosti poznání: lidé mohou zkoumat jevy v okolí těch největších černých děr ve vesmíru. A snad objevit i střípky do složitě hádanek o době před existencí hvězd a galaxií. Celý příběh LISA ale začal už pár desítek let před tím a do jeho prvních kapitol napsali pár řádků také vědci z Astronomického ústavu AV ČR.

## NESMÍRNÁ ZÁŘE

Téměř na samém počátku se do projektu LISA Evropské vesmírné agentury spolu se svými kolegy zapojila astrofyzička Petra Suková. Jejím současným úkolem je připravovat a zdokonalovat numerické simulace, které v budoucnu pomůžou zpracovat data zasláná detektorem LISA z vesmíru.

„Momentálně se snažíme do programu, se kterým pracujeme na superpočítači v Ostravě, zahrnout interakce mezi plynem padajícím do superhmotné černé díry a hvězdou nebo malou černou dírou obíhající v blízkosti jejího horizontu,“ říká Petra Suková.

Soustředí se na chování okolního plynu při průchodu objektu hvězdné velikosti akrečním diskem. Ten rotuje

**Samotná černá díra sice vidět není, ale děj v její blízkosti může patřit mezi nejsvítvější objekty ve vesmíru.**

v blízkosti superhmotných černých děr. Skládá se z plynu a prachu, který se po spirále přibližuje ke středu monstra. Pohyb hmoty se zrychluje a látka v disku se zahřívá a září. Přestože sama černá díra vidět není, její bezprostřední okolí může patřit mezi nejsvítvější objekty ve vesmíru. Dokáže přesvítit i miliony hvězd v galaxii. Než se hmota ztratí ve středu černé díry, může to trvat stovky i statisíce let.

## GALAKTICKÝ VÝTRYSK

Petra Suková se svými kolegy zjistila, že průchod hvězdy nebo černé díry akrečním diskem může ovlivnit jeho chování. Způsobuje vlny v blízkosti horizontu události (tedy místa kolem černé díry, ze kterého už není možné vyslat žádný signál) a může akreční tok hmoty do černé díry až tisíckrát zpomalit. Procházející objekt také vyvrhuje velké množství horkého plazmatu z disku od černé díry pryč.

trysky. Ty se obvykle skládají z dvojice protilehlých proudů hmoty tryskajících od černé díry pryč a mají různé husté části. Výtrysky jsou úzké a jejich směr podél osy je přesně dán. Mohou dosahovat do obrovských vzdáleností od centra, dokonce přesahujících rozměr celé galaxie.

Zkoumaný mechanismus vyvrhování hmoty obíhajícím objektem může být poměrně běžný. Vědci z Astronomického ústavu AV ČR odhadli, že přibližně v jedné galaxii z padesáti by se mohla nacházet hvězda vážící alespoň tolik co Slunce v dostatečné blízkosti superhmotné černé díry.

## EXTRÉMNI VESMÍR

Velkou neznámou jsou neutronové hvězdy. Jde o hvězdy v posledním stadiu před kolapsem do černé díry. Nevíme, jaké je jejich přesné složení ani fyzikální vlastnosti extrémně husté hmoty. Při výzkumu se astrofyzička pohybuje na hraně



### PROJEKT LISA

První specializovaná vesmírná observatoř gravitačních vln by podle současných plánů měla na oběžnou dráhu vyletět v roce 2034. LISA bude mít jiný frekvenční rozsah než dosud fungující pozemní observatoře LIGO a VIRGO.

Výhoda je také v umístění ve vesmíru a vzdálenost od Země. Ta by měla být více než stokrát větší, než je vzdálenost Měsíce od Země. LISA tedy nebude rušena šumy vznikajícími lidskou činností, které jsou u pozemských observatoří poměrně velkým technickým problémem.

Podél osy rotace je silné magnetické pole, které vyvržení urychluje. Hmota se rychlostí blízkou rychlosti světla od černé díry vzdaluje a obohacuje polární vý-

platnosti teorii: „Díky dalším experimentům můžeme třeba jednou přinést odpovědi na základní otázku, jak se chová hmota v takových situacích.“

Extrémně silná gravitace v okolí superhmotných černých děr také vede k obrovskému zahřívání padajícího plynu. Látka v akrečním disku může mít i miliony stupňů Celsia. Spolu se zakřiveným prostoročasem a silnými magnetickými poli neumíme v laboratořích na Zemi takové podmínky vytvořit.

Divoce vířivá hostina vyzařuje v celém elektromagnetickém spektru, od nízkoenergetických rádiových vln až k vysoce energetickému gama záření. Navíc pohyb objektu o hmotnosti Slunce tak blízko u horizontu obří černé díry vyzařuje nízkofrekvenční gravitační vlny, které bude vesmírná observatoř LISA schopna zachytit. Měřit v tomto frekvenčním pásmu bude možné díky vzdálenosti mezi jejími třemi družicemi, které poputují prostorem uspořádané do rovnostranného trojúhelníku. Jeho ramena budou mít 2,5 milionu kilometrů. Něco tak obřího bychom na naší planetě postavit nedokázali.

## TOUHA PO VĚDĚNÍ

Pokud se v budoucnu podaří detektoru zachytit pád hvězdné černé díry do superhmotné černé díry, tzv. EMRI (Extreme Mass Ratio Inspirals neboli splynutí černých děr s extrémním poměrem hmotnosti), čeká astronomy důležitý úkol – pokusit se za pomoci připravených numerických modelů zpřesnit lokalizaci této události. Už dnes počítají s komplikacemi. LISA totiž bude mít špatné prostorové rozlišení a dokáže určit pouze poměrně velkou oblast na obloze, která obsahuje i tisíce galaxií. Bude tedy potřeba mezi nimi najít tu správnou.

„Je to pro mě výzva. LISA uvidí všechny signály z různých galaxií současně. Číst a zpracovávat data bude velmi obtížné,“ říká Petra Suková. Výzkum českých vědců může pomoci s odhalením mateřské galaxie, ve které obíhá těleso velmi blízko u černé díry a chystá se do ní spadnout, a to dokonce ještě před je-



RNDr. PETRA SUKOVÁ, Ph.D.

ASTRONOMICKÝ ÚSTAV AV ČR

K astrofyzice inklinovala Petra Suková od studia na Matematicko-fyzikální fakultě UK. Lákalo ji spojení s praxí, možnost porovnávat výsledky a modely s daty z vesmíru, vysvětlovat jevy. O černých dírách a chování hmoty, která do nich padá, psala disertační práci, kterou obhájila v roce 2013. Tři roky strávila na stáži v Polské akademii věd ve Varšavě, od roku 2016 působí v oddělení galaxií a planetárních systémů Astronomického ústavu AV ČR. Aktuálně je na mateřské dovolené. Letos obdržela Prémii Otto Wichterleho pro vědce do 35 let.

jich finálním splynutím. „Můžeme tak v pravý čas tuto galaxii podrobně sledovat teleskopy a satelity a zjistit o takové události mnoho cenných informací,“ dodává astrofyzička.

Díky pozorování a zkoumání jevů EMRI mohou vědci zpřesnit dosavadní teorie, ověřit platnost teorie relativity, ale také objevit něco úplně nečekaného. Podobně jak se to stalo po vypuštění prvních satelitů, které umožnily sledování v rentgenové oblasti spektra. Do té doby jsme se na vesmír dívali jako na klidné místo s půvabnými

hvězdami a galaxiemi. Ukázalo se ale, že ve skutečnosti se nad našimi hlavami rozprostírá dost divoká říše. Že jsou ve vesmíru vyvrhovány polární výtrysky, řadí v něm mohutné rázové vlny, obrovské zdroje energie, galaxie se supermasivními černými dírami září tak, že si to na Zemi neumíme ani představit.

A podobně to bude možná i v případě nového kosmického detektoru, který může v budoucnu pomoci odhalit tajemství jednoho z nejpozoruhodnějších jevů ve vesmíru: proudící hmoty padající do černých děr.

# Nástěnné BAROKO





## BAROKNÍ MALBY

Nástrovní malby ze 17. a 18. století tvoří významnou a přitom ohroženou součást evropského kulturního dědictví. Historiky umění zajímá, nejen kdo a za jakým účelem malby vytvořil a co je jejich námětem, ale také způsob provedení, použité materiály, výtvarné zpracování a projekce monumentálních kompozic na rozsáhlých plochách kleneb a stěn. Výzkumníci a restaurátoři z Ústavu dějin umění AV ČR, Semináře dějin umění Masarykovy univerzity a Fakulty restaurování Univerzity Pardubice spojili síly v projektu podpořeném Grantovou agenturou ČR a na vybraných příkladech zkoumají techniky nástěnných maleb a dobovou uměleckou praxi. Jedním z míst, která v průběhu práce na projektu navštívili, byl cisterciácký klášter v Plasích nedaleko Plzně.





## CISTERCIÁCI

Komplex cisterciáckého kláštera v Plasích byl založen už v roce 1144, barokní tvář ale získal až mezi lety 1680–1740. Podíleli se na ní stavitelé Jean-Baptiste Mathey (1630–1696), podle jehož plánů se stavěla prelatura a upravovala sýpka, a po něm Jan Blažej Santini-Aichl (1677–1723), který stál za návrhem konventu. Prelaturu na konci 17. století vyzdobil nástrojnými malbami slezský malíř Jan Kryštof Liška (1650?–1712). V průběhu 18. století se v konventu postupně uplatnili tvůrci fresek Jakub Antonín Pink (kolem 1690–1748), František Antonín Müller (1693–1753) a Josef Kramolín (1730–1802).



## SVĚTLO

Nasvícení maleb ostrým bočním světlem z bezprostřední blízkosti o nich poskytuje vědcům zajímavé informace. Díky němu zjišťují uspořádání tzv. denních dílů (části malby vytvořené v jednom dni) nebo reliéfní strukturu barevných vrstev. Osvětlení maleb ultrafialovým světlem (UV-luminiscence) umožňuje rozpoznat části provedené freskovou technikou a odlišit je od dobových retuší či novodobých přemaleb. Další informace lze získat při digitálním snímkování maleb v různých částech světelného spektra či mikroskopickou laboratorní analýzou odebraných vzorků.



## CENNÉ SROVNÁNÍ

„V plaském klášteře se nám vedle sebe nabízí zajímavé srovnání dochovaných barokních maleb, jejichž náměty sice vznikaly podle jednotného konceptu, avšak byly svěřeny různým umělcům,“ říká vedoucí projektu Martin Mádl (na snímku dole) z Ústavu dějin umění AV ČR. „Můžeme porovnat, jak různí malíři přistupovali k zakázkám, které jim zadali představení klášteře, a jakými technickými a uměleckými prostředky dosahovali účinku malířských děl.“





## TECHNIKA

„Malba na stěnu je ze všech způsobů, které malíři používají, ten nejmistrnější a nejkrásnější, protože je při něm během jediného dne možné namalovat tolik, co při jiných metodách trvá několik dní. Je to ta nejmůžnější, nejjistější a nejtrvanlivější ze všech technik,“ napsal ve svém traktátu o umění toskánský malíř a historiograf Giorgio Vasari (1511–1574). Barokní umělec nástropní malby často prováděl technikou fresky – tedy malbou do vlhké omítky – na rozměrných plochách stropů a zakřivených kleneb, od nichž při práci na lešení neměl dostatečný odstup. Výsledek tedy záležel nejen na jeho citu, ale také na prostorové představivosti, zručnosti, zkušenostech a znalosti projekčních technik. „Svěží barevnost a otisk živých umělcových gest na monumentálních freskách z období raného novověku nás poutá dodnes,“ uzavírá historik umění Martin Mádl.





# KŘÍŽ VE STÍNU SRPU A KLADIVA

Po násilném potlačení pražského jara v roce 1968 komunistický režim u nás opět výrazně přitvrdil. Terčem se stala i katolická církev a její duchovní, pro které období normalizace představovalo důležitou zkoušku víry a občanské statečnosti. Ne každý v ní obstál.

**A**rcibiskupský palác v Praze na Hradčanském náměstí. Potemněnými chodbami barokní budovy pomalu prochází mírně nahnětená postava. Na roztřesených rukách je patrné silné rozrušení. Unavený muž s kolárkem nejdříve požádá asistenta o sklenici vody a pak hledá útěchu ve večerní modlitbě. Slyší ji v mnoha odposlouchávacích zařízeních i pracovníci 5. odboru X. správy Státní bezpečnosti, kteří téměř osmdesátiletého starce sledují takřka na každém kroku. Je 7. ledna 1978 a čerstvě jmenovaný pražský arcibiskup František Tomášek, do 30. prosince 1977 pouze apoštolský administrátor, se právě vrátil z dalšího z mnoha vyčerpávajících jednání se zástupci komunistické moci.



František Tomášek (1899–1992) musel jako arcibiskup pražský často čelit nátlaku ze strany komunistického režimu.

„Normalizace nastoupila do katolické církve později než do jiných oblastí československého veřejného života. Ještě v roce 1971 v ní dobíhal obrodný proces započatý během pražského jara. Duchovní mohli v té době poměrně volně

brání státního souhlasu pro nepohodlného pastora a tím mu fakticky znemožnit jeho službu.

Na popud komunistů vzniklo 31. srpna 1971 Sdružení katolických duchovních Pacem in terris. Sám název sice odkazo-

## „Normalizace dopadla na katolickou církev později než na další oblasti československé společnosti. Odpověď komunistického režimu ale byla o to razantnější.“

Jaroslav Šebek

pracovat s mládeží, svých úřadů se po téměř dvaceti letech ujali biskupové, mohlo se mluvit o represí proti duchovním v padesátých letech a podobně. O to razantnější ovšem byla následná odpověď utužujícího komunistického režimu,“ popisuje situaci v katolické církvi v sedmdesátých letech 20. století Jaroslav Šebek z Historického ústavu AV ČR.

### ZACHRÁNIT CO SE DÁ

Život duchovních v období reálného socialismu výrazně ztěžovala zejména činnost takzvaných církevních tajemníků – pověřených pracovníků okresních a krajských výborů, kteří měli v podstatě absolutní moc nad církevním životem v zemi. Tito úředníci pravidelně kontrolovali bohoslužby, zjišťovali, zda při kázání nedochází k protistátním aktivitám, povolovali náboženské poutě nebo spolurozhodovali o rozpočtu farností. V extrémním případě mohli iniciovat ode-

val na encykliku papeže Jana XXIII. vybízející k míru ve světě, ve skutečnosti se však jednalo o nástroj, jímž chtěl totalitní stát opět ovládnout v jeho očích neposlušnou církev. Společenství svou činností navazovalo na Mírové sdružení katolického duchovenstva. To se etablovalo krátce po únorovém puči v roce 1948 a kvůli absolutní zprofanovanosti muselo skončit právě v období pražského jara.

V Pacem in terris působili kněží ochotní otevřeně podporovat normalizační politiku KSČ a „angažovat se v rozvoji socialistické společnosti“. Prvním předsedou organizace se stal pozdější olomoucký arcibiskup Josef Vrana, který je pro svou kolaboraci s komunistickým režimem v katolické církvi dodnes vnímán jako velice rozporuplná postava.

Podle Jaroslava Šebka byla ovšem motivace kněží pro vstup do sdružení velice různorodá. „Někoho tam jednoduše dohnal strach, jiného lákaly jisté materiální výhody spojené se členstvím, jako byla farnost na lukrativním místě nebo snadnější získání výjezdni doložky pro cestu do zahraničí. Kromě toho část kněží do hnutí vstoupila v poněkud naivní víře zachránit všechno, co se zachránit dá.“

### V OSIDLECH STÁTNÍ BEZPEČNOSTI

Normalizační režim založený na vyzývání materiálních hodnot spolu se všudypřítomným strachem a nedůvěrou vedl ve svém důsledku k výraznému poklesu institucionální religiozity v zemi – stále





## PRONÁSLEDOVÁNÍ KATOLICKÉ CÍRKVE

S perzekucí příslušníků katolické církve začali komunisté prakticky hned po únorovém puči. V roce 1950 v důsledku Akce K zlikvidovali 219 řeholních domů a internovali 2376 řádových bratrů. Stejný osud později postihl během Akce Ř i řádové sestry. V mnoha vykonstruovaných procesech odsoudila komunistická justice stovky duchovních k dlouholetým žalářům, desítky z nich za mřížemi nebo v uranových dolech zahynuly. Patrně nejznámější obětí komunismu z řad kněží je farář Josef Toufar, kterého v únoru 1950 během vyšetřování takzvaného číhoštského zázraku umučili příslušníci Státní bezpečnosti.

méně lidí se nechávalo pokřtít, ubývalo církevních sňatků, v kostelech se scházelo čím dál méně věřících. Církev se tak zejména ve druhé polovině sedmdesátých let ve vztahu k vládnoucímu režimu nacházela v ponižující podřízené pozici.

Novým impulzem se pro ni stal až rok 1978 a nástup Poláka Karola Wojtyly na papežský stolec. Vědomí, že i občan z komunisty ovládané země může stanout v čele největšího křesťanského společenství na světě, znamenalo pro československé věřící výraznou morální vzpruhu. Změna na svatopetrském stolci tak mimo jiné povzbudila samizdatové vydávání náboženské literatury, pořádá-

ní bytových diskusních seminářů nebo aktivity tajně vysvěcených kněží.

Ti svoji pastorační činnost vykonávali mezi lidmi v utajení. Místo zdobných chrámů jim tak často musela stačit umakartová kuchyň v panelovém domě nebo studentský pokoj na vysokoškolských kolejích. Právě „závadového působení“ kněží na mladé lidi se obávala Státní bezpečnost nejvíce. I proto na duchovní neustále vyvíjela tlak. Kromě výslechů, sledování a čas-

to vynucené spolupráce se neštila ani použít násilí. V dubnu 1974 zemřel na následky vysilujícího výsledku opilým krajským církevním tajemníkem litoměřický biskup, kardinál Štěpán Trochta, v únoru 1981 se našlo ve zcela zdemolovaném bratislavském bytě zohavené tělo tajně vysvěceného kněze Přemysla Coufala, v říjnu téhož roku na dně Macochy ostatky křesťanského aktivisty Pavla Švandy...

Velehrad, neděle 7. července 1985. U příležitosti 1100 let od narození věrozvěsta Metoděje se na poutním místě sešlo

**„Pokud jsme se s normalizací nedokázali vypořádat jako společnost, nemůžeme to samé vyžadovat od církve.“**

*Jaroslav Šebek*

na 200 000 věřících. Režim se ve snaze předejít problémům pokusil církevní akci pojmout v první řadě jako „mírovou slavnost“. Straničtí funkcionáři ve svých proslovech opakovaně označili oba soluňské bratry za první komunisty, rezolutně se vyhýbali označení „svatý,“ přítomné pečlivě perlustrovaly desítky příslušníků StB. Brzy však přišel šok. Dav věřících nejdříve vypískal ministra kultury Klusáka i další aparátčíky a zároveň začal vyvolávat hesla domáhající se náboženských svobod v zemi a příjezdu papeže.

Přítomní policisté aktivnímu vyjádření odporu jen bezradně přihlíželi. Pro komunisty tak Národní pouť na Velehradě skončila naprostou blamáží. Právě se stali svědky největšího protirežimního

vystoupení od demonstrací k prvnímu výročí vpádu armád Varšavské smlouvy do Československa. Dosud mlčící církev konečně promluvila.

## KARDINÁLOVA OTOČKA

Výraznou proměnou prošel i sám František Tomášek. Toho československá vláda původně schválila na pozici pražského arcibiskupa právě pro jeho umírněnost a zdánlivou loajalitu. Tomášek se tak mimo jiné původně distancoval od prohlášení Charty 77. Díky působení svých poradců, jako byli teologové a bývalí političtí vězni Otto Mádr a Josef Zvěřina nebo ve východním Německu tajně vysvěcený kněz Tomáš Halík, se ovšem kdysi bojácný kardinál postupně začal stále ostřeji vymezovat proti vládnoucímu totalitnímu režimu.

Jednou z třech ploch se stalo i kolaborantské sdruže-

**V bělostné říze biskup Vrana věří tak, jak mu věří strana. Než trochu je mi s podivem, že mi při mši svaté místo křížem nežehná srpem a kladivem.**

Ivan Martin Jirous

ní Pacem in terris. Celý spor vyvrcholil v roce 1982, kdy pražský arcibiskup v návaznosti na předchozí vatikánský dekret členství katolických kněží v tomto sdružení oficiálně zakázal. Jeho olomoucký kolega Josef Vrana ovšem výzvy Vatikánu bojkotoval a „pokrokové hnutí“ i nadále podporoval. To však od oficiálního zákazu Svatého stolce přes podporu ze strany komunistického režimu už jen skomíralo. Členství velebných pánů v nechvalně proslulé organizaci nelibě nesli především sami věřící, kteří svůj nesou-

## NORMALIZOVANÁ CÍRKEV VE FILMU

Neustálý boj katolického kněze s normalizačními úřady ukazuje snímek *Zapomenuté světlo* režiséra Vladimíra Michálka s Bolkem Polívkou v hlavní roli. Slovenský film *Služebníci* znázorňuje život na bohoslovecké fakultě na začátku osmdesátých let spojený s volbou mezi kolaborací s režimem a snahou o zachování vlastní víry. O hnutí *Pacem in terris* pak pojednává jeden díl z dokumentárního cyklu *Zakázaný Bůh*.



hlas dávali najevo jednoduše – přestávali mše aktivních členů sdružení navštěvovat. I tento odpor „zdola“ postupně nesl své ovoce. Jestliže v roce 1973 v Pacem in terris působilo 37 procent českých kněží, v polovině osmdesátých let jich bylo necelých 29 procent a těsně před sametovou revolucí už šlo jen o pár desítek členů. Ti v organizaci zůstávali víceméně ze setrvačnosti nebo i kvůli tomu, že na ně tajná policie měla kompromitující materiály. Vliv hnutí tak byl na konci socialismu už jen naprosto marginální. František Tomášek se naopak ve stejné době díky své osobní statečnosti a odhodlanosti vzdorovat režimu stal skutečnou morální a společenskou autoritou.

## STÁT NA STRANĚ NÁRODA

Chrám svatého Víta, sobota 25. listopadu 1989. Celou zemi otřásají dynamické události sametové revoluce. Od Aše po Humenné probíhají masové protivládní demonstrace, do generální stávky všech pracujících zbývají dva dny. Důležitý dějinný okamžik ovšem souběžně přichází i pro československé věřící. Ve svatovítské katedrále celebruje František Tomášek slavnostní mši na počest svatořečení Anežky České. Během ní pronáší staříčkový kardinál legendární větu: „Já i celá katolická církev stojíme na straně národa.“ Tato slova znamenají alespoň na okamžik symbolické sepětí církve a československé společnosti. O pár dní později pak primas český podpoří volbu Václava Havla prezidentem v té době ještě Československé socialistické republiky. Více než čtyřicet let temna nejen pro katolickou církev tak symbolicky končí v místech, kde jsou uloženy ostatky patronů českého státu.

S následky nesvobody se však budou následovníci svatého Petra vyrovnávat ještě dlouho. Nejsou v tom ovšem sami. „Pokud jsme se s normalizací nedokázali vypořádat jako celek, nemůžeme to samé vyžadovat od církve,“ uzavírá Jaroslav Šebek. Normalizace jako popření celé řady mravních a společenských hodnot tak znamená bolestivou a dodnes nevyлеченou ránu nejen v dějinách katolické církve, ale celé naší země. ●



## doc. Mgr. JAROSLAV ŠEBEK, Ph.D. HISTORICKÝ ÚSTAV AV ČR

V ústavu působí od roku 1995. Vystudoval historii na Filozofické fakultě UK. Odborně se zaměřuje zejména na dějiny politických stran, česko-německé vztahy, otázky vzpomínkové kultury a církevní dějiny a vztahy s Vatikánem. V roce 2006 získal prémii Otto Wichterleho, v roce 2012 Cenu předsedy Akademie věd ČR za propagaci a popularizaci výzkumu, experimentálního vývoje a inovací.

# BAGRY a matematika

Ačkoli královna věd na žebříčku popularity obvykle neboduje, setkáváme se s ní denně. I tam, kde bychom to nečekali – třeba u stavebních strojů.

## PŘÍBĚHY S DOBRÝM KONCEM

Projekty, na kterých matematici kooperují s průmyslovou sférou, jsou součástí Strategie AV21, konkrétně výzkumného programu *Naděje a rizika digitálního věku*. Spolupráce Matematického ústavu AV ČR a společnosti Doosan Bobcat byla zařazena mezi „success stories“ české větve evropské sítě pro průmyslovou matematiku eu-maths-in.cz. Cílem je posílit dopad matematiky na inovace v klíčových technologiích. Síť vylepšuje komunikaci a výměnu informací mezi zástupci průmyslové sféry a matematiky a zároveň je evropským kontaktním bodem pro všechny zájemce o spolupráci. Na snímku je rypadlo Bobcat modelové řady E55, které podstupuje hlukový test v bezodrazové akustické komoře. Právě problematika odhlučnění je jedním z témat, na nichž odborníci z Matematického ústavu AV ČR s firmou Doosan Bobcat úspěšně spolupracují.



Jeden bagr by jámu vyhloubil za šest hodin. Výkonnější stroj by stejnou práci odvedl za čtyři hodiny. Jak dlouho by trvalo hloubení jámy, kdyby oba pracovaly společně? Vyřešíme-li tuto slovní úlohu na společnou práci, zjistíme, že dvě hodiny a dvacet čtyři minut. Co je to ale platné, když jsou oba stroje velmi hlučné a bagristy z nich už po chvilce bolí uši?

S malou dávkou nadsázky jsme si ukázali, že i stavební stroje mohou mít přeci jen s matematikou něco společného. To ovšem není náš případ. V něm totiž bagry nehrají jen vedlejší roli pracanta ve slovní úloze, ale roli hlavní. Konkrétně zařízení, která vyrábí firma Doosan Bobcat s evropskou centrálou v Dobříši. Dalšími protagonisty jsou Tomáš Vejchodský, ředitel Matematického ústavu AV ČR, a jeho kolega Pavel Krejčí, který byl do letošního jara členem Akademické rady AV ČR. Jak to ale všechno souvisí?

## SPOLEČNÁ ŘEČ JE VÝHROU PRO VŠECHNY

Začneme pěkně od začátku: když se před více než deseti lety celkem náhodně potkali na společenské akci Pavel Krejčí s Jaroslavem Staňkem ze společnosti Doosan Bobcat, ukázalo se, že je oba zajímá téma únavy materiálů při cyklickém namáhání. Podařilo se jim najít společnou řeč, přestože v průmyslu jde spíš o spolehlivost a předpovědní schopnost modelů a v matematice o teoretické otázky, jako například existenci a jednoznačnost řešení a jeho chování při změně parametrů.

Následovaly vzájemné diskuze, setkání, semináře a hlavně témata vhodná k budoucí spolupráci. „Ukázalo se, že je to užitečné jak pro matematiky, kteří získali zajímavou inspiraci pro další teoretický výzkum, tak i pro průmyslové praktiky, kteří si uvědomili širší souvis-

**„Krása matematických modelů spočívá v jejich obecnosti a široké použitelnosti. Rovnice a modely lze aplikovat na prakticky neomezenou škálu situací.“**

*Tomáš Vejchodský*



## doc. RNDr. TOMÁŠ VEJCHODSKÝ, Ph.D. MATEMATICKÝ ÚSTAV AV ČR

Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK. Působil na University of Texas v El Paso a Mathematical Institute University of Oxford. Od roku 2019 je ředitelem Matematického ústavu AV ČR. Kromě parciálních diferenciálních rovnic řeší numerickými metodami i jiné složité a v praxi užitečné úlohy, například úlohy na vlastní čísla. Je držitelem Prémie Otto Wichterleho či ceny Neuron Impuls za matematiku.

losti celého problému například s obecnou teorií paměti materiálu a dokázali je využít,“ vzpomíná Pavel Krejčí. Úspěšná spolupráce, která stále trvá, se tak rozjela naplno.

O jakou problematiku konkrétně jde, vysvětluje Tomáš Vejchodský: „Se společností Doosan Bobcat se zabýváme například efektivitou chladicí soustavy stacionárních motorů. Je třeba řešit nejen otázku odvádění přebytečného tep-

la, ale také regulaci hluku kvůli přísným hygienickým předpisům.“ Zjednodušeně řečeno, aby motory nebyly nepřiměřeně hlučné.

Další témata týkající se stavebních strojů, která odborníci z Matematického ústavu AV ČR řeší, jsou třeba únava materiálu nebo optimální rozmrazování čelního skla. „Zde je nutné vzít v úvahu kromě vedení tepla i fázový přechod, kdy se z pevného ledu stává kapalná voda,“ upozorňuje na ošidnosti příslušného matematického modelu Tomáš Vejchodský. Přesto už s kolegy navrhli soustavu parciálních diferenciálních rovnic a variačních nerovnic, která vychází ze zákona zachování energie a druhého

principu termodynamiky. Nežádoucí led na čelních sklech pracovních strojů by se tak dal v blízké budoucnosti odstranit účinněji než doposud.

## TESTOVÁNÍ A MĚŘENÍ NA VLASTNÍ OCI

Dá se tedy říci, že matematici řeší reálné praktické problémy teoretickou cestou – pomocí matematického modelování. Nedělají to ovšem „od stolu“, předměty svého zájmu potřebují vidět i naživo. Ve vývojovém centru Doosan Bobcat si mohli prohlédnout špičkové technologie pro design, výpočty, stavbu prototypů a testování strojů a také klimatickou a hlukovou komoru, tedy zařízení, kde se



### doc. RNDr. PAVEL KREJČÍ, CSc. MATEMATICKÝ ÚSTAV AV ČR

Působí na Stavební fakultě ČVUT. Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK. V rámci Humboldtovy nadace absolvoval výzkumný pobyt v německém Mnichově a Kaiserslauternu. Působil na několika prestižních zahraničních institucích, například Weierstrassově institutu v Berlíně. Vyučuje v Česku i cizině (Německo, Francie, Itálie, USA a další). Je držitelem Ceny ministra školství či čestné medaile B. Bolzana za zásluhy v matematických vědách.

měří a testují prototypy kompaktních stavebních strojů. „Není pro nás ani tak důležité osahat si nakladač, bagr či teleskopický manipulátor, ale detailně se seznámit s uspořádáním konkrétního měření, které pak ověřuje výsledky matematických modelů,“ dodává Tomáš Vejchodský.

Problémy, se kterými potřebuje firma pomoci od vědců, přicházejí z vývojového centra, kde se mimo jiné pracuje na výpočetních modelech. Pracovníci používají existující komerční software, díky kterému dokážou rychle a efektivně počítat parametry dané součásti stavebního stroje. Matematické modely tak při vývoji nového produktu doplňují tradiční technické postupy, například stavbu prototypů.

Nejobtížnější je takový výpočetní model sestavit. Pak už je snadné a levné ho mnohokrát pouštět s různými parametry. Některé jevy však standardní software neobsahuje, nebo je nemá dostatečně zvládnuté. V takových situacích se pak vědci snaží najít matematický model, který by byl pro jejich kolegy z firmy užitečný.

## JAK ODHLUČNIT MOTOR

U stavebních strojů jsou ventilátory určené k chlazení motoru hlavním zdrojem hluku. Nelze ho odstranit úplně, je ale možné pokusit se najít vhodné rozmístění jednotlivých prvků tak, aby byl co nejmenší. Mírou hluku je akustický tlak. Existuje dosud ne zce-

## JAK TO CHODÍ U MATEMATIKŮ

Matematický modelář musí porozumět zkoumanému jevu a poznat, které veličiny jsou pro jeho analýzu zásadní a které může zanedbat. Vztahy mezi veličinami dané přírodními zákony a empirickými zkušenostmi pak vyjádří matematickými rovnicemi. „Nelze spoléhat na to, že počítač rovnice sám vyřeší. Potřebujeme důkaz, že řešení existuje a že je lze pomocí numerických algoritmů opravdu sestavit. Známe případy, kdy byly odvozeny a v praxi používány rovnice, které žádné řešení nemají, počítač ale přesto ‚něco‘ spočítal,“ vysvětluje Pavel Krejčí.

la rozpracovaná teorie, která se věnuje určení akustického tlaku z proudového pole vzduchu. „Například kompletní teoretická analýza příslušných parciálních diferenciálních rovnic nebyla dosud provedena. To je úkol, který považujeme za zásadní a intenzivně na něm pracujeme,“ podotýká Pavel Krejčí. Tomáš Vejchodský dodává, že krása matematických modelů spočívá v jejich obecnosti a široké použitelnosti. Výsledky jejich práce, tedy rovnice a modely, lze aplikovat na prakticky neomezenou škálu situací. Rovnice pro výpočet akustického tlaku z proudového pole se tak dá využít kdekoli, kde proudící plyn nebo kapalina vyvolává či nese nějaký hluk.

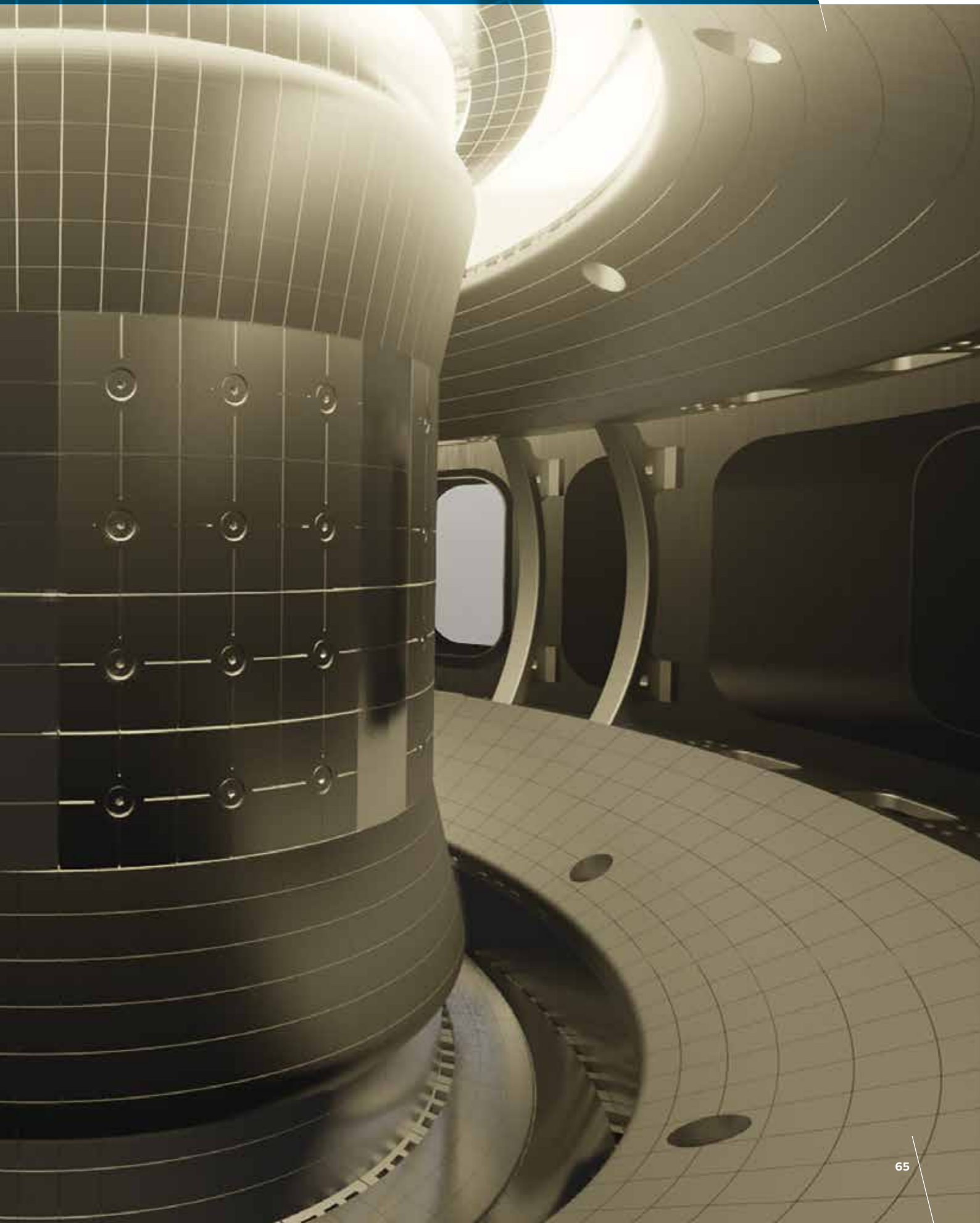
„Dobrých výsledků jsme dosáhli také v modelování akumulace únavy materiálu při cyklickém namáhání,“ říká Pavel Krejčí. Když s kolegy z praxe na této problematice pracovali, uvědomili si nové souvislosti mezi akumulovanou únavou a mechanickou energií přeměněnou na teplo. To je přivedlo na myšlenku měřit únavu pomocí tepla, které se uvolňuje během cyklického namáhání. Nápad zatím zůstává v teoretické rovině, je však velmi perspektivní pro praktické využití. A nejen to. Problémy, na kterých teoretické spolu s praktiky spolupracují, vedou i k novým matematickým poznatkům.

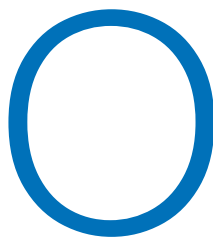
Zkusme na závěr vyřešit ještě jednu slovní úlohu o společné práci. Jaký bude výsledek, padnou-li si do noty odborníci z Matematického ústavu AV ČR a průmysloví partneři z firmy Doosan Bobcat? Bude to jednička za netradiční a zajímavou spolupráci. „Dopředu nikdy nevíme, jaký bude výsledek, věříme ale, že stojí za to, abychom ho hledali,“ dodává Pavel Krejčí.

# VÝMĚNA DVOU SLUNCÍ

Sen o neomezené energii je o krok blíž realitě. Ústav fyziky plazmatu AV ČR spolu s novým a COMPASS Upgrade otevře novou éru ekologické a bezpečné energetiky.







byčejná půllitrová PET láhev s vodou. Její účel je jasný: otevřít víčko a vypít. Asi málokoho v tu chvíli napadne, že tím současně spotřeboval potenciální zdroj energie pro celý rodinný dům na jeden rok. Také by díky ní mohl někdy v budoucnu au-

tem ujet 30 tisíc kilometrů. Nemluvíme o žádné alchymii, zůstáváme v oblasti fyziky, konkrétně jaderné. V základním stavu vody průměrně připadá zhruba na šest tisíc atomů vodíku jeden atom deuteria. Tento prvek se společně s lithiem, které se nachází v zemské kůře, používá jako palivo pro termojadernou fúzi. Jde o proces, při němž se slučují atomová

jádra lehčích prvků v jádra těžších prvků, a tím se uvolňuje energie. Slučování jader je podobné snaze přiblížit dva magnety shodnými póly k sobě. Je k tomu zapotřebí opravdu extrémní síla, již se docílí díky vysoké teplotě a tlaku.

Termojaderná fúze by se v budoucnu mohla stát důležitým zdrojem poměrně bezpečně i ekologicky vyráběné energie. V experimentálních zařízeních zvaných tokamak se podmínky pro její dosažení zkoumají už více než 60 let. Byť je její plnohodnotné využití v podobě prototypu fúzní elektrárny DEMO od nás vzdáleno ještě dvě až tři desítky let, již zanedlouho k němu budeme alespoň o kousek blíže – díky tokamaku ITER, prvnímu energeticky ziskovému experimentálnímu zařízení.

## ČESKÁ EXPERTIZA

Výstavba ITERu (International Thermonuclear Experimental Reactor) ve francouzském městě Cadarache začala před 14 lety. Vytvoření prvního plazmatu se předpokládá v roce 2026 a dosažení všech vědeckých cílů do roku 2036. Jde o nejrozsáhlejší mezinárodní vědecký projekt v historii. Podílejí se na něm Evropská unie, USA, Rusko, Čína, Indie, Japonsko, Jižní Korea a další státy.

Důležitou roli v tomto výzkumu hraje také Češi – a to i díky tokamaku COMPASS, umístěnému v jedné z pražských budov Ústavu fyziky plazmatu AV ČR. Český tokamak například přispěl k objasnění toho, jak interaguje velmi horké plazma se stěnou reaktoru. To je důležité, protože v tokamaku ITER bude stěna obložena speciálními destičkami z beryllia, které budou v počáteční fázi výboje v intenzivním kontaktu s plazmatem.

Při simulaci této fáze výboje na současném největším evropském tokamaku JET poblíž Oxfordu se zjistilo, že z neznámých důvodů dochází k roztavení a poškození části destiček. „Na našem tokamaku jsme experimentálně objevili a popsali nový fyzikální jev, který tento problém způsoboval. Následně jsme pro ITER navrhli úpravy konstrukce, které budou tento jev eliminovat,“ připomíná



**Ing. MARTIN HRON, Ph.D.**

## ÚSTAV FYZIKY PLAZMATU AV ČR

Vedoucí oddělení tokamak. V ústavu působí od roku 1994. Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK. V roce 2007 získal Prémii Otto Wichterleho. Jeho vědeckým zájmem je hlavně vysokoteplotní plazma a vývoj diagnostiky tokamaků, jejímž prostřednictvím obsluha sleduje, co se děje uvnitř vakuové komory.



## JAK FUNGUJE TOKAMAK

Plazma je čtvrté skupenství hmoty, jež tvoří převážnou část vesmíru. Na Zemi ho můžeme pozorovat třeba při bouřce ve formě blesků, na severu zeměkoule jako polární září nebo také v zářivkách. Skládá se z nabitých částic, elektronů a iontů, které vykazují poměrně složitý pohyb, protože navzájem interagují. Pokud se ovšem plazma vloží do silného magnetického pole, elektrony a ionty se mohou pohybovat pouze podél magnetických siločar, zatímco v kolmém směru je jejich pohyb zcela omezen. Aby plazma neunikalo ani ve směru podél magnetických siločar, je potřeba jejich konce na sebe navázat prostřednictvím toroidální geometrie magnetického pole. Proto se tokamak skládá z vakuové komory ve tvaru prstence, kolem které je navinuto několik typů mohutných magnetických cívek.

ředitel Ústavu fyziky plazmatu AV ČR Radomír Pánek.

„Původně nás kolegové z ITER Organization požádali o menší sérii experimentálních výbojů, ale skončilo to velmi detailní experimentální i teoretickou studií trvající několik měsíců, na které spolupracovala řada kolegů z celého světa,“ doplňuje vedoucí oddělení tokamak v Ústavu fyziky plazmatu AV ČR Martin Hron.

## PŘEDÁNÍ ŠTAFETY

Český tokamak COMPASS nyní po 12 letech končí, aby předal štafetu experimentu nové generace. V experimentální hale, kde dosud zařízení stálo, se bourá podlaha a zesilují stěny, aby vzniklo vhodné místo pro nový, větší a výkonnější tokamak COMPASS Upgrade. Na výšku dosáhne šesti metrů a jeho vnitřní komora bude asi o polovinu větší než u stávajícího tokamaku. Nové zařízení bude obklopat kryostat, který si můžeme představit jako „konzervu“, jež ho celá přikryje – už nebudou vidět charakteristické cívky a kabely jako doteď. Vnější

ší průměr kryostatu bude mít přes šest metrů a celý tokamak bude vážit více než 350 tun, tedy přibližně desetkrát více než původní.

Provoz by měl zahájit na přelomu let 2024 a 2025. Jeho předchůdce si v Ústavu fyziky plazmatu AV ČR zatím ponechají k testům systémů pro nový tokamak. „Původně vyjádřili zájem o převzetí a další provozování COMPASSu kolegové z Portugalska a Španělska, nicméně komplikace spojené s pandemií covid-19 a související rozpočtové škrty jim nakonec nedovolily projekt realizovat,“ říká Martin Hron.

Vzájemné přebírání zařízení je u podobných projektů běžné – právě takovým způsobem se do Prahy dostal první tokamak, když předtím přes 10 let sloužil výzkumu ve Velké Británii v rozsáhlém centru pro fúzní výzkum UKAEA

v Culhamu. Během vědeckého programu tehdy zároveň zkonstruovali ještě jeden tokamak (takzvaný sférický), a protože jim nakonec rozpočtová omezení umožnila provozovat pouze jeden, nabídli COMPASS vědeckým institucím zastoupeným v evropském sdružení EURATOM. „Konkurz“ tehdy v roce 2006 vyhráli právě Češi.

Zato nový tokamak si už navrhuje a staví sami. „Zemí, které to dnes zvládnou, není moc, odhadem pět až sedm na světě. Dokonce si troufám říct, že COMPASS Upgrade bude jeden z nejkompaktnějších a technicky nejnáročnějších tokamaků současnosti,“ poznamenává Radomír Pánek.

Zmiňme jako důkaz několik parametrů: jeho magnetické pole, které v centrální komoře udrží pohromadě žhavé plazma, nabídne rekordní hodnotu pěti tesel. ITER sice bude mít ještě o půl tesly

**Součástí Evropské cestovní mapy pro realizaci fúzní energie je výstavba první demonstrační termojaderné elektrárny nazvané DEMO. Bude-li úspěšná, první termojaderné elektrárny by mohly vznikat po roce 2060.**

víc, ovšem ostatní tokamaky disponují většinou maximální hodnotou tří tesel. Několik málo experimentů provedených při takto vysokém magnetickém poli na tokamaku C-Mod, který provozovala americká univerzita MIT, naznačuje, že se při těchto podmínkách plazma začíná chovat stabilněji a umožní dosáhnout slibných nových provozních režimů pro budoucí reaktory. Právě potlačení nestabilit, které vznikají ve žhavém plazmatu a následně ohrožují stěnu reaktoru, je jednou ze zásadních výzev. Ve středu plazmatu se totiž dosahuje teploty až 150 milionů stupňů Celsia, což je desetkrát více než teplota uprostřed Slunce.

Vysoká teplota je podmínkou vzniku fúzní reakce. Vědci palivo, tvořené izotopy vodíku deuteriem a tritiem, zahřívají pomocí výkonných mikrovlnných systémů nebo externích urychlovačů atomů. V případě nového tokamaku COMPASS

Upgrade je cílem vyvinout a instalovat systémy pro ohřev plazmatu s celkovým výkonem až 16 MW.

## JAKO NA OKRAJI SLUNCE

Tak jako COMPASS přispěl k vývoji francouzského ITERu, nový tokamak v pražském Láví se bude vedle podpory projektu ITER zaměřovat především na řešení problémů s realizací projektu DEMO. „Plazma v obou zařízeních si bude v mnoha ohledech podobné. Stavbu projektu DEMO plánuje Evropa zahájit přibližně kolem roku 2040 a nebude to již klasický vědecký experiment, ale především prototyp komerčního reaktoru. Cílem našeho zařízení bude vyřešit některé z výzev spojených s jeho konstrukcí,“ vysvětluje Radomír Pánek. Jedna z nich například souvisí s odvodem energie z plazmatu – tedy jak dostat

z plazmatu, ve kterém hoří termonukleární reakce, to obrovské množství energie bez poškození stěn a dalších komponent reaktoru ven k výrobě elektřiny. Materiály vnitřních stěn tokamaku budou totiž tepelně namáhány podobně, jako by ležely na okraji Slunce.

Nový český tokamak je již zahrnut v evropské cestovní mapě pro realizaci fúzní energie a bude součástí největšího evropského výzkumného konsorcia EUROfusion. Bude mimo jiné sloužit jako evropské testovací zařízení pro využití technologie tekutých kovů ve fúzních zařízeních. Dnešní konvenční tokamaky používají pro tepelně nejvíce namáhanou oblast – takzvaný divertor – díly vyrobené z odolného wolframu. Stejnou technologii bude využívat i ITER. Nicméně už dnes víme, že pro DEMO toto řešení nestačí, a proto se vyvíjí metoda samoobnovování poškozených povrchů pomocí takzvaných tekutých kovů. Konkrétně to znamená, že desky divertoru budou tvořeny porézním wolframem, skrz nějž bude v důsledku kapilárních sil vzlínat ze zásobníku tekutý kov – slitina lithia a cínu. Ten na povrchu vytvoří tenkou vrstvu, se kterou bude interagovat dopadající plazma. Pokud dojde k poško-

**„Plazmová nestabilita se projevuje periodickými výtrysky horkého plazmatu směrem ke stěně tokamaku. Jeden takový výtrysk plazmatu v ITERu ponese energii srovnatelnou s výbuchem ručního granátu.“**

Radomír Pánek



Tokamak ITER v jižní Francii (na snímku podoba areálu z května 2020) bude mezistupněm k prototypu fúzní elektrárny DEMO.



**doc. RNDr. RADOMÍR PÁNEK, Ph.D.**

## ÚSTAV FYZIKY PLAZMATU AV ČR

Od roku 2015 stojí v čele ústavu. Loni byl jmenován do funkce místopředsedy Správní rady a předsedy Technického poradního panelu Evropského společného podniku Fusion for Energy, který zajišťuje evropskou část projektu ITER. Zabývá se zejména technologií fúzních zařízení, interakcí vln s plazmatem, fyzikou okrajového plazmatu či vývojem pokročilých diagnostik. Přednáší na Matematicko-fyzikální fakultě UK a Fakultě jaderné a fyzikálně-inženýrské ČVUT.

zení nebo odpaření této vrstvy, okamžitě se sama obnoví.

Technologii už vědci úspěšně otestovali na tokamaku COMPASS, kde prokázali, že krátkodobě odolá tepelným tokům až 15 MW/m<sup>2</sup>. „V novém tokamaku COMPASS Upgrade budeme technologii testovat za podmínek podobných fúznímu reaktoru a ve větší škále,“ dodává Radomír Pánek. O vývoj technologie má zájem také americké ministerstvo energetiky, se kterým ústav před třemi roky podepsal dohodu o spolupráci.

## BEZPEČNĚJŠÍ NEŽ JADERNÁ ENERGIE

Vývoj zdroje energie využívající jadernou fúzi probíhá od padesátých let a od té doby dosáhl významných pokroků. Další zásadní krok nastane se spuštěním tokamaku ITER, jehož cílem je již vyprodukovat 500 MW fúzní energie, tedy přibližně desetkrát více energie, než se do něj vloží. ITER má za cíl prokázat technologickou realizovatelnost takového zdroje energie.

„Protože se fúzní výzkum odehrává ve světovém měřítku především okolo několika relativně nákladných experimen-

tů, může působit jako finančně velmi náročný. Ovšem ve srovnání s celkovými výdaji do vývoje ostatních zdrojů energie nijak zásadně nevybočuje,“ říká Radomír Pánek. Navíc vzhledem ke své komplexnosti podporuje výzkum v řadě dalších zdánlivě nesouvisejících oborech, podobně jako tomu je například v kosmickém výzkumu.

Budoucí fúzní elektrárny se budou částečně podobat těm současným jaderným. Na rozdíl od nich však nabídnou několik zásadních výhod. Tou první je bezpečnost. „Exploze jako v Černobylu nastat nemůže,“ uklidňuje Martin Hron. „Proces probíhající v reaktoru bude totiž zcela jiný než ve štěpném reaktoru. Bude podobný hoření, kdy budeme palivo do plazmatu neustále přidávat po malém množství, po gramech, a jeho dodávku bude možné kdykoli přerušit, a tím ukončit probíhající reakci,“ dodává na vysvětlenou.

Termojaderná fúze nastává pouze při velmi vysokých teplotách plazmatu. Při jakémkoli nestandardním chování plazmatu, kdyby například vědci ztratili kontrolu nad jeho polohou, což by ná-

sledně vedlo k jeho kontaktu se stěnou reaktoru, se okamžitě ochladí, a tím se také přeruší fúzní reakce.

Výhodou oproti jaderným elektrárnám je též fakt, že po fúzi nezůstává nebezpečný odpad. Helium, jež se tvoří, je neškodný plyn, který má navíc další průmyslové využití. Z ekologického hlediska je proto fúze téměř čistý a bezemisní zdroj energie. Další výhodou je palivo, kterého máme téměř nevyčerpatelné zásoby, a navíc geograficky relativně rovnoměrně rozdělené. První generace reaktorů bude jako palivo využívat izotopy vodíku – deuterium a tritium. Deuterium lze relativně lehce izolovat z vody a tritium se bude vyrábět uvnitř reaktoru z atomů lithia.

Nicméně na cestě k tomuto vysněnému zdroji energie ještě zůstává řada výzev, které bude nutné v příštích minimálně dvou desetkách let vyřešit. Vědci z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR se na novém tokamaku budou snažit přispět k tomu, aby jediná láhev vody někdy v budoucnu nahradila nesrovnatelně větší množství fosilních paliv, jako jsou zemní plyn, uhlí nebo ropa. ●



Na Rudolfa Zahradníka vzpomínali německý vědec Joachim Sauer a bývalá předsedkyně AV ČR Helena Illnerová.



Součástí ceremoniálu bylo pietní uložení ostatků manželů Zahradníkových na Slavínském hřbitově na Vyšehradě.

## AKADEMIE VĚD UCTILA PAMÁTKU RUDOLFA ZAHRADNÍKA

Ceremoniálem ve dvoraně Knihovny AV ČR a pietou na Slavínském hřbitově na Vyšehradě si Akademie věd ČR připomněla svého loni zesnulého emeritního předsedu Rudolfa Zahradníka. Zúčastnili se jej jeho někdejší kolegové a přátelé včetně německého vědce Joachima Sauer, manžela kancléřky Angely Merkelové. Při svém dlouholetém působení v čele Akademie věd (1993–2001) se Rudolf Zahradník zasloužil o politopadovou transformaci instituce i české vědy jako takové. Stál u zrodu oboru kvantové chemie u nás a vychoval mnoho následovníků. Byl nejen skvělým vědcem a učitelem, ale navíc i velmi srdečným, čestným a odvážným člověkem. „Jeho přirozené schopnosti a vědomosti, které dalece přesahovaly horizont jeho oboru, doprovázelo umění přesvědčit druhé a ve správný moment vystoupit z davu a vést ostatní,“ uvedla předsedkyně Eva Zažímalová.



Manželé Zahradníkoví tvořili po celý život harmonický pár. Zemřeli jen týden po sobě, na konci října 2020.



## LASEROVÁ CENTRA OSLAVILA PRVNÍ DESETILETÍ PLNÉ REKORDŮ

V Dolních Břežanech vedle sebe stojí dvě světově významná laserová centra HiLASE a ELI Beamlines, která provozuje Fyzikální ústav AV ČR. Obě si připomněla první desetiletí své existence. Slavnostního setkání se 13. října 2021 zúčastnila předsedkyně Eva Zažímalová a další významní hosté. Na dálku gratuloval „otec“ projektu ELI a nositel Nobelovy ceny za fyziku Gérard Mourou a profesor fyziky Roger Falcone. Centra úspěšně propojují oblasti vývoje, výzkumu a hi-tech průmyslu a patří mezi světové lídry v oboru laserových technologií. Centrum HiLASE už si například připsalo čtyři světové rekordy i mnoho dalších dílčích úspěchů.

## MATADOŘI ČESKÉ VĚDY ZÍSKALI PRESTIŽNÍ OCENĚNÍ

U příležitosti Dne české státnosti 28. září 2021 předal předseda Senátu Miloš Vystrčil Stříbrné medaile patnácti významným českým osobnostem. Mezi oceněnými jsou bývalá předsedkyně Akademie věd ČR fyzioložka a biochemička Helena Illnerová a čestný předseda České astronomické společnosti astrofyzik Jiří Grygar. Ve stejný den se v Národním muzeu předávaly ceny Nadačního fondu Neuron. Ocenění za celoživotní přínos vědě získal krystalografista Václav Petříček z Fyzikálního ústavu AV ČR. Cenu Neuron pro mladé nadějně vědce obdrželi matematik Jan Hladký z Ústavu informatiky AV ČR a chemik Prokop Hapala z Fyzikálního ústavu AV ČR.



## VELKORYSÁ FINANČNÍ PODPORA ŠPIČKOVÝCH VĚDCŮ A VĚDKYŇ

Oproti minulým ročníkům se letos Akademická prémie a prémie Lumina quaeruntur udílely společně. Ceremoniál, který se uskutečnil 5. listopadu 2021, byl rovněž poprvé součástí festivalu Týden Akademie věd. Velkorysá finanční podpora poskytne nositelům zázemí pro jejich další badatelskou práci. Akademickou prémie obdržela matematická Šárka Nečasová, ekolog Vojtěch Novotný a fyzik Patrik Španěl. Prémie Lumina quaeruntur získali fyzik Dominik Kriegner, expertka na mikroskopické zobrazování oceli Šárka Mikmeková, výzkumník 2D materiálů Matěj Velický, biologka Elisabeth Hehenberger, historik Jan Jakub Surman a etnolog Martin Fotta.

## NOVÁ VÝZKUMNÁ PLATFORMA SE ZAMĚŘÍ NA HISTORII A FILOZOFII

Platforma Leibniz GWZO Prague funguje od roku 2020. Kvůli pandemii ji však nebylo dosud možné slavnostně zahájit, stalo se tak až 17. září 2021 v Lannově vile v Praze. Setkání se zúčastnili ministr kultury Lubomír Zaorálek, saský ministr pro vědu Sebastian Gemkow, předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová či viceprezident Leibnizovy společnosti Sebastian Lentz. Za českou stranu spolupráci koordinuje Filosofický ústav AV ČR, za německou Leibnizův ústav pro dějiny a kulturu východní Evropy. Zkoumanými tématy jsou například vliv moru na středověkou Evropu, historie zaniklého pracovního tábora v Krušných horách či soudobé dějiny přelomu tisíciletí.



## GRANTOVÁ AGENTURA ROZDÁVALA OCENĚNÍ I MILIONY KORUN

Mezi pěti laureáty Ceny předsedy Grantové agentury ČR jsou i dva badatelé z Akademie věd ČR. Martin Pivokonský, ředitel Ústavu pro hydrodynamiku, uspěl s prací, která přispěje ke zlepšení stávajících technologií úpraven vody. Zdeněk Lánský z Biotechnologického ústavu objevil, jak mitochondrie překonávají velké vzdálenosti při transportu v buňkách. Grantová agentura ČR rovněž od příštího roku podpoří osm projektů z Akademie věd ČR, které uspěly v soutěži JUNIOR STAR. Pětileté projekty s rozpočtem až 25 milionů korun jsou určeny začínajícím badatelům – umožní jim věnovat se vlastním vědeckým tématům, ale také založit výzkumnou skupinu.



## VĚDA FOTOGENICKÁ ODHALUJE KRÁSY SVĚTA BĚDÁNÍ

Přiblížit veřejnosti a kolegům svou práci a poslání největší vědecké instituce v Česku se akademici snaží spojením vědy a umění – například prostřednictvím fotografií. Porota soutěže pro zaměstnance AV ČR Věda fotogenická vybírala z celkem 239 snímků, které přihlásilo 66 vědců z 28 pracovišť. Hlavní cenu získaly tři mikroskopické snímky květin autorky Kateřiny Mrázové (na snímku) z Ústavu přístrojové techniky AV ČR. „Věda je nejen cestou k poznání a šíření znalostí, ale má také svůj umělecký a estetický rozměr,“ uvedla na vernisáži 12. října 2021 předsedkyně Eva Zažímalová. Výstava je do konce roku zdarma přístupná v sídle Akademie věd ČR na Národní třídě.





## ČASOPIS AΩ / VĚDA PRO KAŽDÉHO ZVÍTĚZIL VE ZLATÉM STŘEDNÍKU

Historický úspěch si v 19. ročníku soutěže Zlatý středník, která oceňuje nejlepší firemní média a komunikační projekty v České republice a na Slovensku, připsal jeden z oficiálních titulů vydávaných Akademií věd ČR – popularizační magazín AΩ / Věda pro každého. Zvítězil v kategorii nejlepší externí tištěný časopis a noviny. Pozadu nezůstal ani magazín A / Věda a výzkum, který ve stejné kategorii získal hodnocení Top Rated. Úspěch zaznamenal také projekt Věda na doma, který po vypuknutí pandemie na jaře roku 2020 zazářil na Facebooku – v kategorii nízký rozpočet a jeho efektivita i on získal hodnocení Top Rated.



## INVESTIČNÍ FOND PODPORÍ VÝVOJ LÉČIV A DIAGNOSTICKÝCH METOD

Nový investiční i&i Biotech Fund se zaměří na podporu akademických spin-off společností zejména v oblasti vývoje léčiv, diagnostiky a lékařských přístrojů. Vzniká jako první svého druhu ve střední a východní Evropě, a to díky spolupráci Evropského investičního fondu a transferové společnosti i&i Prague při Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. Zatím disponuje více než jednou miliardou korun, celková částka se ale může ještě zvýšit, vstup do fondu plánují i další investoři, například dceřiná společnost UK Charles University Innovation Prague. Nově bude možné zaplatit náročnější projekty, které dosud investory hledaly jen s velkými obtížemi.

## TITUL DOKTOR VĚD OBHÁJILA DESÍTKA VĚDECKÝCH OSOBNOSTÍ

Diplomy potvrzující udělení prestižního titulu DSc. (doktor věd) převzalo 29. září 2021 ve dvoraně Knihovny AV ČR deset badatelů. Titul se udílí od roku 2003, a to na základě rozhodnutí Vědecké rady AV ČR. Novými nositeli jsou: Filip Smolík (Psychologický ústav AV ČR), Martina Klicperová (Psychologický ústav AV ČR), Pavel Dráber (Ústav molekulární genetiky AV ČR), Jan Horáček (Ústav fyziky plazmatu AV ČR), Miroslav Rozložník (Matematický ústav AV ČR), Vladimír Liščák (Orientální ústav AV ČR), Hanuš Seiner (Ústav termomechaniky AV ČR), Artur Sergyeyev (Slezská univerzita v Opavě), Milan Pokorný (Univerzita Karlova) a Jakub Handrlica (Univerzita Karlova).



# VĚDA A VÝZKUM

## Vydává

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

## Adresa redakce

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

## Šéfredaktor

Viktor Černocho

## Zástupkyně šéfredaktora

Leona Matušková

## Redaktoři

Jana Bečvářová, Jan Klika,  
Martin Ocknecht, Markéta Wernerová,  
Zuzana Šprinclová, Jan Hanáček

## Fotografka

Jana Plavec

## Produkční

Markéta Wernerová

## Korektorka

Irena Vítková

## Sociální síť

Petr Cieslar

## Grafika

Pavína Jáchimová, Josef Landergott

## Redakční rada

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

## Tisk

Triangl, a. s.

## Distribuce

CASUS Direct Mail, a. s.

Číslo 4/2021, vychází čtvrtletně, ročník 5

**Vyšlo 13. prosince 2021**

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, 22, 24–25, 29–30, 33, 36–43, 47–53, 57, 59, 62–67, 69–70 a 73 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)

## KONSPIRACE

Konspirační teorie jsou na vzestupu. Některé se mohou zdát neškodné, třeba názory, že lidstvo ve skutečnosti nikdy nepřistálo na Měsíci. Jindy ale významně zasahují přímo do společenského dění. V USA dominovaly prezidentským volbám, nejen v Evropě odrazují veřejnost od očkování proti covidu-19. Nejde o nic nového, historie je konspiračních teorií plná. Jejich dosah v současnosti ale umocňují sociální sítě a někteří vědci hovoří o takzvané pandemii špatného myšlení. Jaké novodobé mýty se šíří v prostředí sociálních sítí, co se s tím dá dělat a lze zabránit tomu, aby lidé věřili nesmyslům?



2. místo



Top rated

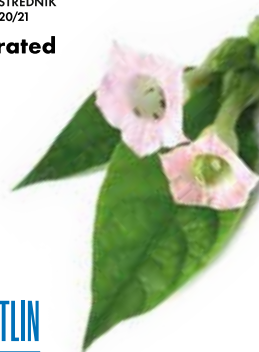
## MIGRACE ŽIDŮ

Pražská židovská obec procházela na konci středověku a počátkem novověku dynamickou proměnou. Do města se stěhovali Židé z jiných částí českých zemí i ze zahraničí. Zároveň ale došlo k několika vlnám vyhnání v 16. století. Na dějiny migrace a mobility pražských Židů se zaměřuje projekt podpořený premií Lumina quaeruntur.



## ROZMNOŽOVÁNÍ ROSTLIN

Existuje několik cest, jak se rostliny mohou rozmnožovat – pohlavně, nebo nepohlavně. V laboratoři biologie pylu v Ústavu experimentální botaniky AV ČR například zkoumají, jak rostlina pozná vlastní pyl od cizího, nebo pozorují, jak samčí pohlavní buňky „sprintují“ k vajíčku. Modelovými organismy jsou huseniček thalův, tabák viržinský a čepenka odstálá.



## Z OBSAHU NEJNOVĚJŠÍHO ČÍSLA ŽIVY

### ČLÁNKY K 30. VÝROČÍ ZALOŽENÍ NÁRODNÍHO PARKU ŠUMAVA:

- Šumavské lesy jako studnice nových poznání
- Vliv globálních změn na šumavská jezera
- Voda ztracená a vrácená aneb 20 let revitalizací na Šumavě
- Šumavská flóra bez hranic
- Kůrovcové vzpomínání
- Jak se daří tetřevu hlušci na Šumavě?

### K VÝUCE:

- Po stopách života v subtropickém moři a další (nejen) geologické zajímavosti okolí Jičína
- Přírodou podél Tiché Orlice – územím dávných migrací a refugiálních stop biodiverzity
- Závěrečný díl seriálu Živá půda

**Anketa o nejpозорuhodnější přírodovědnou knihu roku 2021 – co zaujalo osobnosti vědy a veřejného života nejen z Akademie věd ČR.**

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



**TRUMF**  
sanace s.r.o.

## SPECIALISTA NA ODSTRANĚNÍ VLHKOSTI VE ZDIVU

AquaStop Cream®

– chemická podřezávka zdiva pro zamezení vzlínající vlhkosti

AquaStop Cream – Inject Activator®

– akcelerátor pro zvýšení účinku injektážního krému v obtížnějším prostředí

AquaStop Bitumen 2K®

– bezešvá tixotropní hydroizolační stěrka pro vodorovné i svislé podklady

AquaSalt Stop®

– ochranný nátěr proti zasolení/solným výkvětům pod sanační omítku

AquaSan Porosity®

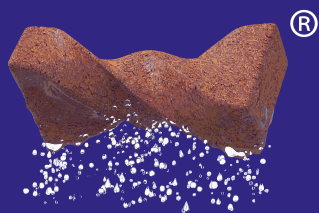
– prostředek pro namíchání levné omítky se sanačními účinky

AquaStop Protect®

– hydrofobizační nátěr pro ochranu povrchů před vnější vlhkostí a povětrnostními vlivy

AquaStop SanFix®

– hydrofobizační nátěr pro ochranu nezpevněných povrchů přiznaného zdiva pro vnitřní i vnější použití jako jsou sklepy, vinárny nebo dekorativní povrchy zdiva



[www.injektaz-zdiva-svepomoci.cz](http://www.injektaz-zdiva-svepomoci.cz)  
**S námi to zvládne každý** 

# A VĚDA A VÝZKUM

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



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



<https://cs-cz.facebook.com/akademieved/>



<https://www.youtube.com/user/oatavcr>



<https://www.instagram.com/akademievedcr/>



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