



# Lasery

Co všechno dokážou?

---

Mýty a fakta  
o masožravých rostlinách

---

Jak se hledají sopky pod  
ledem nebo na Marsu?

---

Nevyřešené záhady  
současné matematiky



Akademie věd  
České republiky

NECHTE SE **VTÁHNOUT** DO TAJŮ VĚDY!

PVA EXPO PRAHA  
V LETŇANECH

**VSTUP ZDARMA**  
OTEVÍRACÍ DOBA  
10-18 HODIN

[WWW.VELETRHVEDY.CZ](http://WWW.VELETRHVEDY.CZ)

**VELETRH**  
**VĚDY** 2018

**7.-9. 6. 2018**

# EDITORIAL



## Vážení čtenáři,

má-li Akademie věd ČR a její pracoviště plnit své poslání a funkci i v dynamice proměn 21. století, je třeba rozvíjet stěžejní vědecké a badatelské programy a projekty. Velké naděje vkládáme do laserového centra ELI Beamlines a jeho sesterského projektu HiLASE. V jejich rámci vznikly nové výzkumné kapacity a infrastruktury, které poslouží vědecké komunitě nejen pro zajištění excelence vědeckých výstupů, ale také k propojení s aplikační sférou.

Centrum ELI Beamlines si například klade za cíl provozovat jeden z nejvýkonnějších laserových systémů na světě. Právě to na vědě považuji za úžasné, že nezná hranic. Spolupracujete i soutěžíte v ní se světem, nejen s kolegy z vedlejší laboratoře. Sledujete, co se publikuje venku, jaká je světová úroveň, a snažíte se nabízet a využívat výzkumné kapacity napříč zeměmi.

Realizace špičkových projektů je jedním ze základních předpokladů, které umožní rozvinout aplikační potenciál české vědy a výzkumu na skutečně světovou úroveň. Již v současnosti, v průběhu budování infrastruktur ELI Beamlines a HiLASE, získali tamní badatelé několik patentů a užitečných vzorů a vyvinuli unikátní technologie, jež nemají na světě obdoby. Úspěchem je také znatelný nárůst projektů s malými a středními podniky v aplikovaném výzkumu v oblastech chemie, biologie, medicíny a vývoje nových materiálů.

Obě centra pevně integrují Českou republiku do evropského výzkumného prostoru. Zdaleka přitom nejde jen o vědeckou prestiž, ale především o posilování inovačního potenciálu naší země a její vyšší konkurenceschopnost.

Za klíčové navíc považuji, že programy základního i aplikovaného výzkumu v centrech přispějí k výchově nové generace badatelů a technologických specialistů a nabídnou jim atraktivní pracovní uplatnění. Stěžejním úkolem do budoucna je udržet a rozvíjet dychtivost mladých lidí po nových poznatcích, která je důležitým hnacím motorem rozvoje společnosti a předpokladem její prosperity. Budeme proto nadále apelovat na státní administrativu, abychom zajistili institucionální podporu špičkových vědeckých center z domácích i evropských zdrojů, aby byl zabezpečen jejich dlouhodobý provoz včetně nezbytné obnovy.

*Eva Zažímalová*  
předsedkyně Akademie věd ČR



# 50 ZAPOMEŇTE NA ADÉLU, skutečné masožravky jsou zajímavější

Svět masožravých rostlin je neuvěřitelně pestrý, jednotlivé druhy se odlišují zjevem i způsobem lovu kořisti. S přispěním českých vědců se v posledních třiceti letech podařilo o masožravkách zjistit mnoho nových, dosud neznámých podrobností.

# OBSAH

## V OBRAZE

6 Co prozradí kvalita vody v nádržích?

## ZE SVĚTA

8 Komentáře expertů Akademie věd ČR

## TÉMA

14 Budiž (laserové) světlo

## HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

24 Stravování v době dávné i nedávné

## GEOLOGIE A CHEMIE

30 Neviditelné sopky

## ROZHOVOR

34 Na neplodnost nevyměříme  
(Jana Pěkníková)

## HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

40 Tančím? Agituji!

## ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA

44 Jak získat milion dolarů?

## EKOLOGIE, BIOLOGIE A MEDICÍNA

50 Zapomeňte na Adélu, skutečné  
masožravky jsou zajímavější

## GEOLOGIE A CHEMIE

54 Voda jako nástroj

## STRATEGIE AV21

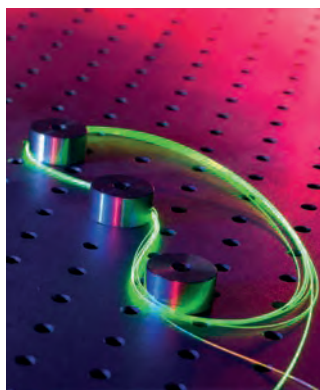
58 Když se příroda zlobí

## TÉMA PRO...

64 Academia  
Značka, která má tradici

## KRÁTCE Z AKADEMIE

68 Zprávy z dění v Akademii věd ČR



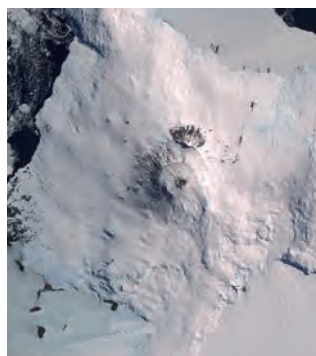
## 14 Budiž (laserové) světlo

Malé ukazovátko za pár desítek korun na jedné straně – a systém za více než miliardu zaplňující celou obrovskou halu na straně druhé.



## 24 Stravování v době dávné i nedávné

Současná módní vlna návratu k přirozenějšímu či přírodnějšímu způsobu života se dotýká i potravin. Jenže jídla našich předků si idealizujeme, nebyla ani pestřejší, ani kvalitnější.



## 30 Neviditelné sopky

Jak se hledají sopky ukryté pod vrstvou ledu či na dně kaňonu rudé planety? Stačí zasednout k počítači.



## 40 Tančím? Agituji!

Co měly soubory lidových písní a tanců společného s prosazováním politické moci reálného socialismu?



# V OBRAZE

V obraze | A / Věda a výzkum 1/2018

## CO PROZRADÍ KVALITA VODY V NÁDRŽÍCH?

Teplota vody na Slapech i Římově stoupá

Hydrobiologové z Biologického centra AV ČR dlouhodobě sledují kvalitu vody v nádrži Slapy na Vltavě a v nádrži Římov na Malši. Její chemické složení odráží, co se děje v krajině, zejména v hospodaření na polích. Ze všech ve vodě rozpuštěných látek je tento vztah nejlépe vidět na dusičnanech. Rozsáhlé a často zbytečné meliorace zemědělské půdy zkrátily dobu zadržení dusíku v půdách, což způsobilo jeho odplavování do vody. K tomu

se přidalo nadužívání syntetických hnojiv a další nevhodné zemědělské praktiky, což vyústilo do prudkého nárůstu koncentrací dusičnanů ve vodě, které dosáhly maxima na přelomu osmdesátých a devadesátých let 20. století. Pozitivní obrat přišel po roce 1989, kdy byly meliorace ukončeny, nastal útlum zemědělské výroby a ekonomičtější aplikace hnojiv. A také účinnější čištění odpadních vod a snížení množství škodlivin v atmosféře. Problémem zůstává fosfor,

který se do nádrže Slapy dostává zejména s nedostatečně vyčištěnou vodou z čistíren odpadních vod a je hlavní příčinou růstu sinic. Stoupá také podíl chloridů a sodíku, což svědčí o rostoucí spotřebě soli při zimní údržbě silnic. Vliv klimatické změny na kvalitu vody se projevuje nárůstem teploty hladinové vrstvy. „Na Římově i na Slapech vzrostla teplota vody za posledních 30 let asi o jeden stupeň Celsia,“ uvádí spoluautor výzkumu Petr Znachor.

# ZE SVĚTA

## NOVINKY Z OBLASTI ORGANICKÉ ELEKTRONIKY

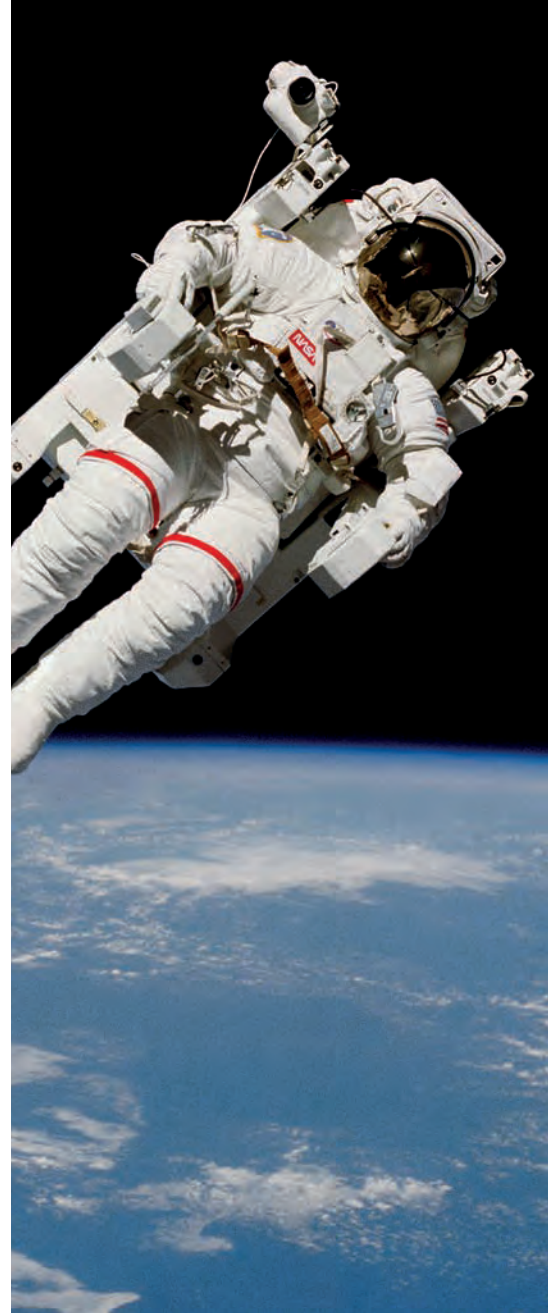
Vědci z laboratoře organické elektroniky univerzity v Linköpingu jako první na světě vyvinuli komplementární elektrochemický logický obvod, který může dlouhodobě fungovat za přítomnosti kyslíku i vody. K výrobě organických elektronických součástek se dosud používá především polymer PEDOT:PSS, který je stejně jako většina dalších organických polovodičů typu P. Najít dostatečně stabilní polovodivé polymerní materiály typu N je však obtížné. Švédští vědci použili polymer na bázi benzimidazolu a benzofenanthrolinu (BBL), známý již z výzkumu polymerů pro solární články, jehož žebříčková struktura zvyšuje stabilitu polymeru tak, že nedegraduje ani na vzduchu ani ve vodném prostředí a přitom má elektronovou vodivost.

### KOMENTUJE JIŘÍ PFLEGER

Ústav makromolekulární chemie AV ČR

„Když jsme s výzkumem organických polovodičů před 30 lety začínali, kolegové se na nás dívali s opovržením a tvrdili, že polymerní polovodiče nemohou být nikdy tak stabilní, aby pracovaly v běžných podmínkách, tj. za přístupu vody a kyslíku. Tyto látky

totiž obsahují  $\pi$ -elektronové konjugované polymerní řetězce, které jsou na vzduchu a na světle náchylné k oxidaci. Elektronické komponenty, v nichž se organické polovodiče používají, jako jsou například organické solární články, organické LED displeje nebo tranzistory, je proto třeba zapouzdřit, aby se zabránilo přístupu kyslíku a vodních par. Jak je však patrné, mnohé výrobky, které využívají organické polovodiče, jsou již běžně vidět v obchodech. Jde například o telefony a fotoaparáty s displeji z organických, světlo emitujících diod (OLED, AMOLED). K vidění je i první televizor s displejem na podobném principu. Většina dostupných organických polovodičů je ale typu P. V nich elektrický proud způsobuje pohyb kladných nábojů (děr). Kyslík totiž v těchto látkách působí jako akceptor, který zvyšuje koncentraci volných kladných nábojů, ale na elektrony působí jako past. V logických elektronických obvodech jsou však potřeba tranzistory z obou typů polovodičů a mnohé komponenty musí pracovat ve vodném prostředí, což je právě příklad uvedeného tranzistoru s elektrolytickým hradlem. A zvláště v bioelektronice se lze vodnému prostředí stěží vyhnout.“



## MOZEK VE STAVU BEZTÍŽE

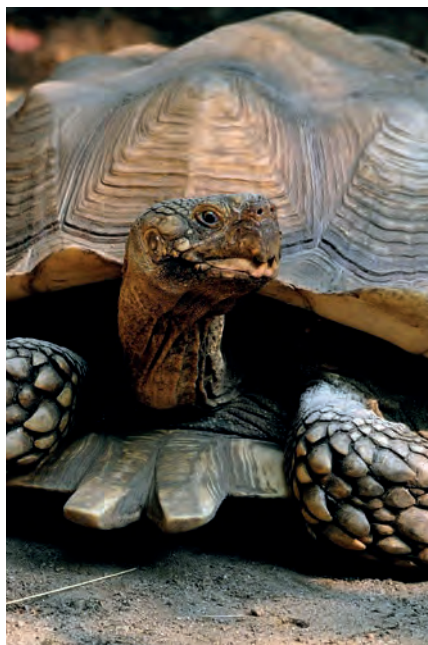
Stačí pár minut a stav beztlásky ovlivní mozek natolik, že to může narušit chování astronautů ve vesmírném prostoru. Zjistili to vědci z univerzity v belgických Antverpách, když skenovali mozek 28 lidí těsně před parabolickým letem, při němž se pohybovali mezi normální gravitací, přetížením a stavem beztlásky a těsně po letu. Už zhruba 10 minut stačilo, aby se změnila tzv. funkční konektivita mezi jednotlivými částmi a sítěmi mozku. Snížila se aktivita v oblastech, které jsou spojené s integrací podnětů z více zdrojů a s prostorovými úkoly a které nám například podávají informace, kde a v jaké pozici se nacházíme. Na Zemi si to uvědomujeme díky informacím zraku a systémů pro rovnováhu a pohyb. Ve

stavu beztlíže však mezi smyslovými podněty vzniká nesoulad, který se mozek snaží vyřešit – zřejmě tím, že některé z příslušných částí prostě „vypne“. Podle studie v odborném periodiku *Nature Scientific Report* se snižuje také aktivita v oblasti mozku, jež souvisí s kognitivními funkcemi a úrovní vědomí, což může ovlivnit rozhodování, empatii i náladu.

#### KOMENTUJE ALEŠ STUHLÍK

Fyziologický ústav AV ČR

„Výsledky přinášejí cenný pohled doslova ‚dovnitř mozku‘, ač byly získány neinvazivní metodou funkčního zobrazování. Již starší pokusy, které prováděli například Sidney Wiener a Alain Berthoz, ukázaly, že smysl pro prostorovou orientaci je v prostředí snížené gravitace či beztlíže, třeba na oběžné dráze, významně pozměněn. Současná studie naznačuje, že dochází nejen k nižší aktivitě mozkových struktur odpovědných za tyto procesy, ale také ke změnám komunikace mezi vybranými oblastmi, například spánkovým a temenním lalokem (takzvané temporo-parietální spojení a angulární gyrus). Výsledky jsou důležité jak pro mise astronautů do vesmíru (včetně stále populárnější ‚vesmírné turistiky‘), tak pochopení fungování mozku jako nejsložitějšího orgánu lidského těla a zevních vlivů, které mohou jeho fungování narušit.“



## DESET TISÍC PLAZŮ NA JEDNOM MÍSTĚ

Téměř čtyřicetiletý mezinárodní tým vědců vedený odborníky z Oxfordu a Univerzity v Tel Avivu dokončil soupis a mapy rozšíření 99 % všech suchozemských plazů (hadů, ještěřů či želv) žijících na Zemi. Data společně s dříve publikovanými údaji o druhových areálech savců, ptáků a obojživelníků poskytují komplexní atlas rozšíření suchozemských čtyřnohých obratlovců. Zvláště ještěři jsou poněkud neobvyklou skupinou často preferující sucho a horko. Většina nově vytipovaných míst důležitých pro ochranu se proto nachází v suchých oblastech a pouštích. Mezinárodní svaz ochrany přírody (IUCN) v současnosti klasifikuje plazi druhy uvedené v atlase podle stupně jejich ohrožení, poté bude interaktivní zdroj volně dostupný.

#### KOMENTUJE VÁCLAV GVOŽDÍK

Ústav biologie obratlovců AV ČR

„Plazi představovali poslední skupinu čtyřnohých obratlovců (tetrapodů), o jejichž geografickém rozšíření jsme doposud neměli

přesné údaje, respektive chyběla komplexní databáze detailně shrnující veškeré dostupné informace o rozšíření jednotlivých druhů včetně těch, známých jen z malých, často špatně dostupných území. Studie data o rozšíření plazů analyzovala a srovnala s dostupnými databázemi o rozšíření savců, ptáků a obojživelníků. Vyšlo najevo, že globální geografické rozmístění druhové diversity hadů celkem odpovídá rozmístění diversity jiných tetrapodů – největší je ve vlhkých tropických oblastech. Rozmístění druhové diversity želv a zejména ještěřů je odlišné, a je tedy řízené jinými ekologickými a evolučními procesy. Vysoký počet druhů ještěřů totiž obývá aridní a semiaridní oblasti, tj. pouště a polopouště, kde se obvykle nenachází velké množství druhů z ostatních skupin čtyřnožců. Oblasti jsou nyní zařazeny na seznam prioritních oblastí, na které by se měla zaměřit ochrana přírody. Vedle Sahary, Arabského poloostrova či pouští Austrálie jde například o semiaridní až aridní oblasti Severní i Jižní Ameriky či okolí jezera Čad ve střední Africe.“

## JAK SE RODÍ HVĚZDY

Létající astronomická observatoř SOFIA, jejímž hlavním nástrojem je dalekohled se zrcadlem o průměru 2,5 metru umístěný na upraveném letounu Boeing 747SP, upozornila na základě pozorování hvězdného systému Rho Ophiuchi (neboli Ró Vodnáře) na důležitost magnetických polí při vzniku hvězd. Podle současných představ vědců se hvězdy a planety vytvářejí v obrovských oblacích plynu a prachu, které se smršťují vlastní gravitací, až vytvoří shluky. Ty přitahují další materiál a vytváří se stále větší a hustší struktura, v jejímž centru narůstá i teplota. Postupně dosáhne několika milionů stupňů a zažehne se termojaderná reakce: zrodí se hvězda. Jde však o velmi složitý proces, jehož detaily ještě úplně neznáme. S odkazem na internetové zpravodajství BBC ukazují data z astronomické

observatoře SOFIA, z níž se pozorují v daleké infračervené oblasti spektra, že zrnka prachu v prachoplynovém oblaku jsou uspořádána podle čar magnetického pole, a navíc změny v jejich uspořádání závisejí na rozdílech v hustotě mračna, v němž se tvoří nová hvězda. Její vznik tak ovlivňuje nejen gravitace, ale významně i magnetická pole.

**KOMENTUJE RICHARD WÜNSCH**

Astronomický ústav AV ČR

„Nedávná pozorování jedné z nejbližších oblastí tvorby hvězd Rho Ophiuchi observatoří SOFIA, které provedl Fabio Santos a jeho spolupracovníci, přispívají k pochopení mechanismu orientace prachových zrn podle magnetického pole. Již od padesá-

tých let minulého století víme, že prachová zrna v mezihvězdném plynu jsou prodloužená a v magnetickém poli se orientují tak, že jejich hlavní (dlouhá) osa směřuje kolmo na siločáry. Vede to k tomu, že infračervené záření pocházející z těchto zrn je polarizované. Měření této polarizace je jedním z nejdůležitějších způsobů, jak magnetické pole ve vesmíru pozorovat. Mechanismus orientace zrn ale dodnes trochu překvapivě dostatečně nechápeme. Existuje několik teorií, přičemž jedna z nich předpokládá, že k orientaci je nutné roztocení zrn způsobené neizotropním zářením okolních hvězd. Pozorování Fabia Santose dokazují, že infračervené záření zrn je více polarizované v řidších oblastech silně ozářených blízkou hvězdou, a tím významně tuto teorii podporují.“

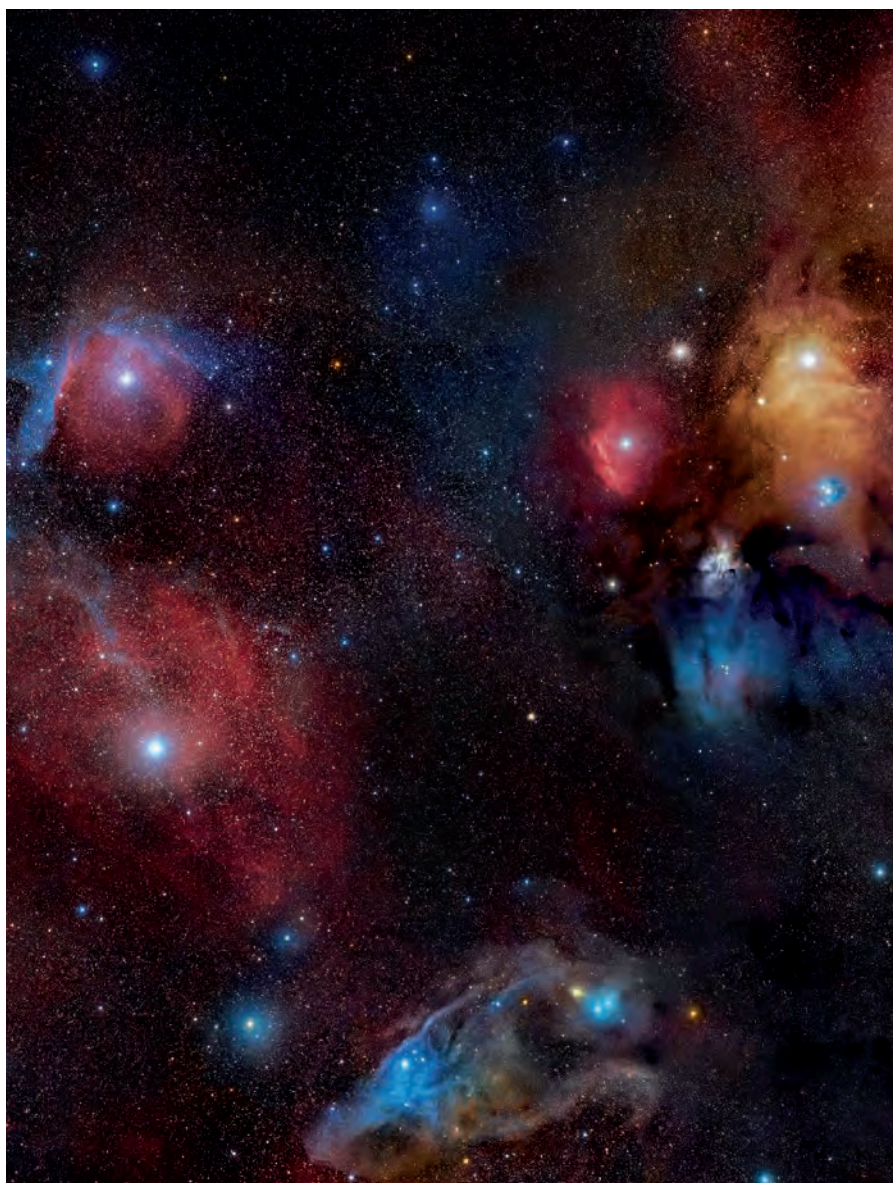
## MANŽEL „POD PANTOFLEM“

Podnětnou otázku si položili psychologové a psycholožky z Nevadské univerzity v Las Vegas a britské University of Surrey: co pro muže znamená, když si jeho manželka nechá po sňatku své příjmení? Tradice jednotného rodinného příjmení (manželova) je stále silně zakořeněna, ačkoli role mužů a žen procházejí významnými změnami. Z dřívějších studií vyplynulo, že ženy, které si manželovo příjmení nevezmou, jsou často vnímány jako více instrumentální a méně emocionální (tedy jako maskulinní) a je jim ve vztahu připisován vyšší status a moc. Jak ale vnímáme manžela takové ženy? Ukázalo se, že stereotypy přetrvávají a volba příjmení po svatbě ovlivňuje vnímání celého páru. Studie v časopise *Sex Roles* nakladatelství Springer dokládá, že okolí takového manžela vnímá jako toho slabšího ve vztahu, v Čechách bychom použili termín „pod pantoflem“.

**KOMENTUJE ZDENĚK SLOBODA**

Sociologický ústav AV ČR

V českém kontextu se vědecká studie týkající se sociálního statusu páru, jeho vnímání okolím či dynamiky uvnitř vztahu, nebo vyjednávání individuální identity muže/ženy v kontextu ne/přijímání manželova příjmení objevují jen výjimečně. Socioložka Martina Štípková (Jedna rodina – jedno příjmení,





časopis *Český lid*, 2010) si při analýze internetových diskusí žen všimá, že společné příjmení je vnímáno jako významné pro konstituování nové (nukleární) rodiny a že volba příjmení méně souvisí s respektováním biologického příbuzenství a více s tím, co chce pár volbou příjmení sdělit o svém vztahu nejen okolí, ale především sám sobě. Upozorňuje na české specifikum, které by případný výzkum musel vzít v úvahu – vysokou míru porodnosti dětí mimo sezdaná soužití. Příjmení rodičů se prakticky vždy různí a vyjednávání o příjmení se vztahuje k dítěti. Dalším specifickým je vysoká míra rozvodovosti, která při rekonstituování rodin vede k různé konstelaci příjmení nového páru a jejich dětí z předchozích vztahů. Navíc, Česko má poměrně konzervativní a historicky dosti statickou politiku týkající se jmen – na rozdíl od Velké Británie a USA, kde mají mnohaletou zkušenost s lidmi z jiných kultur, které přistupují ke jménům různě, což vede k liberálnějšímu pojetí. Čeština je vedle toho také sama o sobě silně genderovaná. Prakticky každý slovní druh vyjadřuje mužství či ženství (případně střední rod), přičemž historickým vývojem se preferuje rod mužský, který je deklarovaný jako neutrální. Je zde rovněž aspekt podoby ženských příjmení. Od jména manžela se odvozují pomocí koncovky „-ová“. Nejde tedy o jména identická. Problém to často způsobuje cizinkám, které si chtějí vzít jméno muže, ale nechťejí ho mít jiné o koncovku. Obdobně může tato nestejnost působit problémy Čechům v cizině. Problém s přijetím manžela jména mívají i ženy, jimž přípona „-ová“ evokuje vlastnictví, přináležení muži.“

## KVALITNÍ VĚDA NEPOCHÁZÍ JEN Z NEJVĚTŠÍCH METROPOLÍ

Velkoměsta jako New York, Londýn či Tokio ztrácejí postavení v produkci znalostí. V posledních letech tak dochází k jakési geografické dekoncentraci vědy. Vyplývá to ze zjištění odborníků z CNRS, které publikoval žurnál *Scientometrics*. Měřítkem byl počet citací podle databáze Web of Science. Podíl první desítky velkoměst na počtu citací klesl z 23,5 % (2000) na 18,5 % (2007). Největší nárůst ve všech vědních oborech byl zaznamenán především u asijských metropolí v Číně, Indii a Singapuru. V USA si například na úkor Bostonu a New Yorku polepšilo Los Angeles a Chicago.

KOMENTUJE MARTIN SRHOLEC

CEERGE-EI

„Největším městům neklesají citace v absolutní výši, klesá jejich podíl na celku. Zřejmě to pozorujeme proto, že se souběžně: masifikovala věda; v mnoha zemích se investovalo do regionálního vysokého školství;

nastoupila věda v rozvíjejících se zemích. Když se tyto faktory spojí, výsledkem jsou nová centra produkce znalostí, která si ukusují podíl z celku od tradičních metropolitních bašt. Zajímalo by mě, jaká část úbytku dominance velkých metropolitních center souvisí s tím, že se v databázi Web of Science čím dál více indexují nové časopisy z méně vyspělých zemí, které mohou rovněž více citovat podobné časopisy. Například mohly přibýt časopisy z Číny anebo východní Evropy, které mají větší tendenci citovat jiné čínské a východoevropské časopisy. Pokud všechny citace sečteme dohromady, může se vlivem nových přírůstků zdát, že dominance původních center v produkci znalostí se zmenšuje. Není to však pouze statistická iluze, protože se mění soubor indexovaných časopisů? Došli bychom ke stejnému závěru, jestliže bychom to samé spočítali jen na základě dat řekněme z 10 % nejvíce citovaných článků v rámci oborů? Pevně věřím, že tendence k decentralizaci by vyšla podstatně menší.“





## LETCI S VELKÝM SRDCEM

Platí, že čím větší mají ptáci srdce, tím lépe dokážou létat? Aktivní let vyžaduje, aby prsní svaly dostávaly dostatek okysličené krve kyslíku, což zajistí pouze výkonný kardiovaskulární systém s dostatečně velkým srdcem. Roberto Nespolo z Universidad Austral de Chile a jeho kolegové zkoumali vztah mezi způsobem letu a hmotností srdce v poměru k celkové váze těla u 915 druhů ptáků. Analýza v odborném časopise *Experimental Biology* ukázala, že velikost srdce odpovídá čtyřem kategoriím letu. Zdaleka největší mají kolibříci, jejichž let je nejnáročnější: mohou se doslova zastavit ve vzduchu a vznášet se na místě, některé druhy při tom mávají křídly až 90x za sekundu! Nemá divu, že srdce u nich tvoří až tři procenta jejich hmotnosti. Na druhém místě jsou ptáci, kteří mávají křídly nahoru a dolů, jako třeba husy, na třetím ptáci s klouzavým letem a na posledním, podle očekávání, špatní letci, jako bažanti.

### KOMENTUJE RUDOLF DVOŘÁK

Ústav termomechaniky AV ČR

„Kardiovaskulární systém ptáků musí být uzpůsoben nejen k horizontálnímu, „cestovnímu“ letu, ale i ke změnám, které znamenají značné nároky na srdeční výkon a na dodávku okysličené krve, například při rychlé změně výšky letu nebo při potápění. I let na místě je energeticky vysoce náročný jak pro ptáky, tak i pro kolibříky, kteří ovšem nelétají klasicky jako ostatní ptáci, ale jako hmyz. Srdeční frekvence u nich dosahuje až 1260 úderů za minutu. Také ostatním ptákům při uvedených náročných způsobech letu srdeční frekvence stoupá od 200 do 400 procent proti frekvenci klidové. U ptáků, kteří se potápějí, musí zásobování svalů kyslíkem zabezpečit nejen vlastní srdce, ale i schopnost svalů s kyslíkem hospodařit. Totéž platí u ptáků létajících v extrémních výškách. Husy indické přelétávají Mount Everest a dokážou během asi sedmi hodin dosáhnout převýšení až 6000 metrů. Důležitá je i fyziologie a anatomie letových svalů a především velikost, tvar a stavba křídel, která hrají při posuzování letových možností a dovedností ptáků hlavní roli. Jejich půdorysný tvar, plocha i kosterní stavba se v průběhu vývoje specializovaly pro konkrétní způsoby letu.“

## TESTOVÁNÍ PRINCIPU EKVIVALENCE

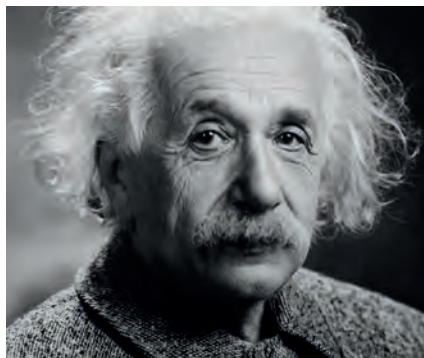
Einsteinovu teorii relativity ověřili vědci již opakovaně a z mnoha hledisek. Nyní francouzská družice MICROSCOPE (Micro-Satellite à traînée Compensée pour l'Observation du Principe d'Equivalence) otestovala s dosud největší přesností jeden z úhelných kamenů této teorie – princip ekvivalence. Podle něho všechna tělesa (ve vakuu) padají ve stejném gravitačním poli stejnou rychlostí, což znamená, že na jejich zrychlení v gravitačním poli, jinými slovy na rychlost jejich volného pádu, nemá vliv hmotnost či struktura těchto těles. Podle časopisu *La Recherche* testovala francouzská družice dva různé hmotné předměty padající volným pádem ve vakuu a určila, že se pohybují naprosto stejnou rychlostí; nezjistila žádný rozdíl v jejich zrychlení, ačkoli měřila s dosud nevidanou přesností  $10^{-14}$ . Tato měření jsou více než 10x přesnější než dosud nejcitlivější experimenty prováděné na zemském povrchu. Do konce mise družice MICROSCOPE francouzské kosmické agentury CNES chtějí vědci měření zpřesnit ještě desetkrát, na  $10^{-15}$ .

### KOMENTUJE THOMAS ZLOSNIK

Fyzikální ústav AV ČR

„Einsteinova obecná teorie relativity pozoruhodně úspěšně souhlasí s daty naměřenými v mnoha experimentech. Na nejvyšších škálách, pro velké vzdálenosti ve vesmíru, se však jeví, že teorie – v kombinaci se standardním modelem částicové fyziky – nedostačuje k popisu pozorování. Jelikož není jasné, zda

jde o důkaz nových forem hmoty, nebo nové fyziky popisující gravitaci, je nezbytné Einsteinovu teorii důkladně zkoumat s největší možnou přesností. Jedním z jejích pilířů je právě princip ekvivalence, podle něhož tělesa reagují na gravitaci stejně v jakémkoli bodě prostoročasu. Pokud by ovšem byl tento princip narušen, obecná relativita by neplatila všude a za všech okolností. Například některé fyzikální modely vycházející z teorie strun předpokládají, že různé vazebné konstanty popisující vzájemné interakce kvantových polí se v prostoročase mění a objekty různého složení se mohou zrychlovat různým způsobem, i když jsou ve stejném gravitačním poli. Projevit by se to mohlo rozdílnou rychlostí volného pádu dvou různých těles. Pokud tyto efekty existují, mohly by být právě takového řádu (tak velké), že by je mohl experiment MICROSCOPE změřit, čímž by se potenciálně otevřely dveře k novým fundamentálním objevům ve fyzice.“



## ARCHEOLOGOVÉ MAJÍ NOVÉHO POMOCNÍKA

National Geographic zveřejnil objev týmu archeologů, kteří pomocí laserové technologie LIDAR (Light Detection And Ranging) mapovali území v džungli severní Guatemaly. Letecké laserové skenování krajiny odhalilo pod porostem deštných lesů na 60 tisíc ruin z mayského období, které běžným archeologickým metodám zůstávaly skryty – paláce, pyramidy, cesty či opevnění. Dosavadní výzkumy naznačují, že tehdejší civilizace byla vyspělejší a rozsáhlejší, než se dosud předpokládalo.

### KOMENTUJE MARTIN GOJDA

Archeologický ústav AV ČR, Praha

„Metoda leteckého laserového (lidarového) skenování se v archeologii používá od první

poloviny minulého desetiletí; záhy se stala skutečně revolučním nástrojem jak v oblasti výzkumu pravěké a historické krajiny, tak v péči o archeologické a stavebně historické dědictví. Zásadně mění efektivitu (rychlost sběru dat a cenu za jejich pořízení) tradičně vedeného pozemního (geodeticko-topografického) způsobu vyhledávání, dokumentace a mapování nemovitých archeologických pramenů uchovaných na povrchu země ve formě vyvýšenin a depresí, tedy takzvaných antropogenních tvarů reliéfu. Ve srovnání s klasickým fotogrammetrickým leteckým snímkováním zlepšuje možnosti tvorby map prostřednictvím dálkového průzkumu. Souvisí to s poměrně velkou polohovou a výškovou přesností obrovského počtu zaměřených bodů na zemském povrchu, umožňující

následnou tvorbu digitálního výškopisného (tedy 3D) modelu skenovaného úseku krajiny. Největší předností, která vychází z podstaty technologie laserového skenování, je schopnost paprsků proniknout na povrch země vzrostlou vegetací a detekovat tak všechny krajinné komponenty ukryté v zalesněném prostředí – včetně antropogenních reliktních lidských sídelních aktivit. S využitím této metody zjišťujeme, že zejména v oblastech pokrytých lesem, v nichž jsou archeologické památky relativně dobře chráněny proti civilizačnímu impaktu (zejména proti destruktivním účinkům orby) jsou zakonzervovány prakticky kontinuální velkoplošné stopy po našich předchůdcích, které dnes vytvářejí změt stovek a tisíců různých druhů objektů různorodého stáří.“



# Budiž (laserové) SVĚTLO

**Malé ukazovátko za pár desítek korun na jedné straně a systém za více než miliardu zaplňující obrovskou halu na straně druhé. Malá hračka v rukách dítěte, které s ní ovšem může ohrozit let vrtulníku či letadla, a oproti tomu přístroj, který – kdyby pracoval nepřetržitě – by dokázal za minutu vypařit vodu v údolní nádrži Lipno. Co mají společné? Jsou to lasery.**

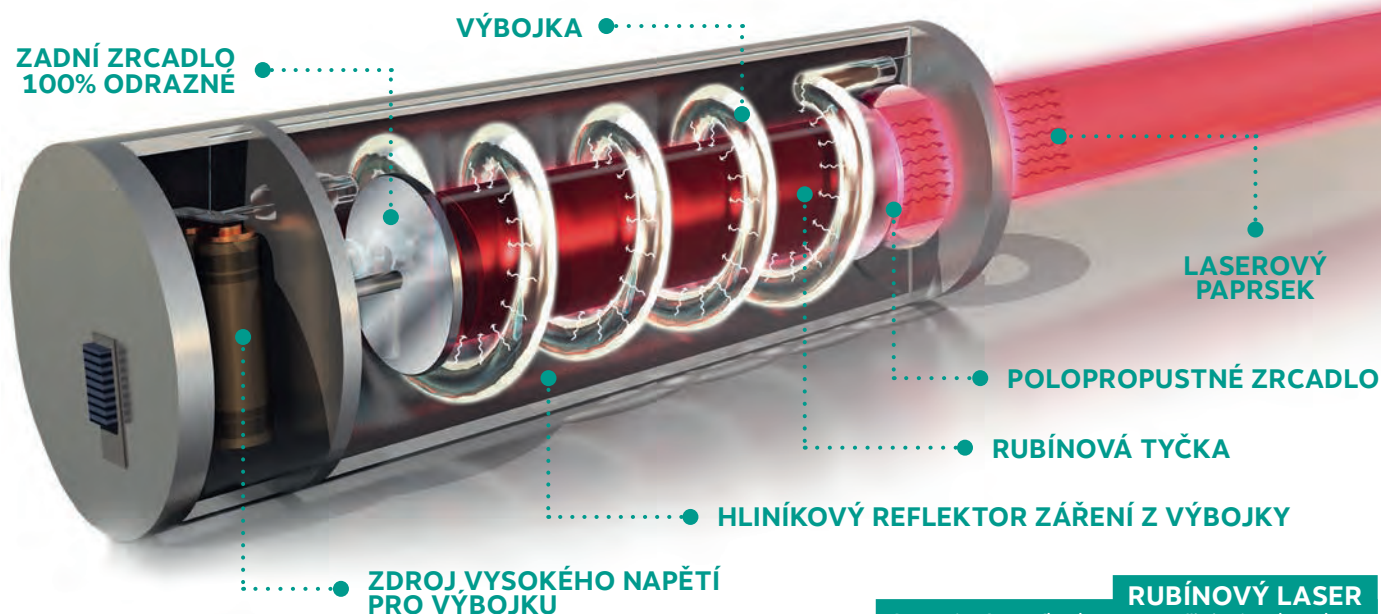
**L**aserům není ještě ani 60 let, ale už pronikly do všech oblastí života. Laserem načte pokladní v obchodě čárový kód zboží, přehrajeme si oblíbené CD nebo DVD, vytiskneme dokumenty z počítače. Lasery pomohou nevidaně přesně změřit nejen rozměry pokoje, ale také s několikametrovou přesností vzdálenost Měsíce od Země. Neobejde se bez nich průmysl, protože laserový paprsek na malé ploše soustřeďuje velké množství energie, což výborně slouží při svařování, (mikro)obrábění, řezání a vrtání

materiálů, stejně jako při litografii a gravírování. Lasery mohou zlepšit i ostrahu objektů (pokud někdo přeruší laserový paprsek vysílaný ze zdroje na jedné straně budovy či místnosti k fotodetektoru na druhé straně, spustí se poplach). Velkou pozornost jim věnuje vojenský průmysl a armáda, mj. pro měření vzdálenosti pro střelbu nebo její simulaci, navádění střel nebo bomb na cíl... Staly se základem pro prudce se rozvíjející technologie 3D tisku. Stále víc pronikají do chirurgie, očního a zubního lékařství, jsou součástí mnoha diagnostických

postupů i invazivních a neinvazivních metod léčby.

Laserová technika však zároveň otevřela obrovské možnosti vědcům: nezastupitelnou roli hraje nejen v materiálovém výzkumu, ale i v biologii, protože lasery umějí skvěle zobrazovat živé objekty, za určitých okolností i v lepší kvalitě než elektronové mikroskopy. Současné jsou lasery samy předmětem intenzivního výzkumu a vyvíjejí se k bezpočtu přesně definovaných úkolů. Akademie věd ČR na tomto poli hraje roli více než důstojnou. ►





### RUBÍNOVÝ LASER

Sestrojení prvního laseru se připisuje Theodoru Maimanovi z USA, který v roce 1960 použil ve své aparatuře jako aktivní prostředí krystal rubínu. V Československu byl první rubínový laser spuštěn už v roce 1963.

## TROCHA TEORIE ANEB CO JE LASER

Laser využívá principů kvantové mechaniky a termodynamiky. Jeho pojmenování vzniklo spojením prvních písmen anglického názvu Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, což znamená „zesilování světla stimulovanou emisí záření“. Co přesně se pod tímto označením skrývá?

Teoretické kořeny najdeme u Alberta Einsteina, který v roce 1917 přišel s myšlenkou tzv. stimulované neboli nucené emise záření: totiž že částice světla, foton, může za určitých okolností přimět (stimulovat) atom nějaké látky, aby vyzářil (emitoval) stejný foton, čímž se světlo zesílí. Právě to je základním mechanismem laserů. Taková emise se může vyvolat v rozmanitých materiálech – říká se jim aktivní prostředí. Mohou jím být pevné látky, kapaliny i plyny. V jejich atomech se vybudí (excitují) elektrony na vyšší energetické hladiny, přičemž potřebná energie se dodává světelným zábleskem, elektrickým výbojem, chemickou reakcí, elektronovým svazkem atp. Odborníci tento proces označují termíny excitace, buzení nebo také čerpání. Když se tímto způsobem vybuzené elektrony posléze, obvykle během několika milisekund, z tohoto nerovnovážného stavu navrací k rovnováze, zpět na nižší energetickou hladinu, z daného atomu se vyzáří foton. Ten přiměje další atom

k vyzáření dalšího fotonu (neboli vyvolá stimulovanou emisi) a tak dál a dál jako lavina. Uvolňuje se víc a víc fotonů, ty se hromadí v tzv. optickém rezonátoru mezi dvěma rovnoběžnými zrcadly, z nichž jedno je nepropustné a druhé polopropustné, mnohokrát putují sem a tam, znovu a znovu se odrážejí. Množství vyzářovaných fotonů v daném aktivním prostředí prudce narůstá, záření při každém průchodu zesiluje stimulovanou emisí, až vzniká a polopropustným zrcadlem vychází ven známý uzoučký, intenzivní laserový svazek (impulz).

Laserové světlo se od toho, které nás neustále obklopuje, významně liší v mnoha ohledech. Světelný paprsek vytvářený laserem má přesně definované vlastnosti: částice světla neboli fotony jsou velmi přesně uspořádané, tzv. koherentní: vyznačují se stejnou fází (nebo definovaně posunutou), stejnou energií, a tedy frekvencí, a stejným směrem kmitání, tj. polarizací záření. Záření, které laser produkuje, má tudíž vždy přesně danou vlnovou délku (čili je monochromatické), která ovšem může podle typu laseru odpovídat různým částem elektromagnetického spektra: od infračervené oblasti přes viditelné světlo a ultrafialové záření až dokonce po rentgenovou oblast. Zejména rentgenové lasery vyzářují velmi tenké, ale extrémně intenzivní svazky,

takže se s nimi dají vytvářet unikátní stavy hmoty, které na Zemi běžně nenajdeme. Vědci a technici se usilovně snaží vyvinout i gama lasery.

## OD EINSTEINA K DNEŠKU, OD TEORIE K PRAXI

Einsteinova idea stimulované či nucené emise záření zůstala několik desetiletí jen jako zajímavá teorie stranou zájmu experimentálních fyziků. První funkční laser byl předveden až v roce 1960 – ovšem o pouhý rok později už ho mohli poprvé použít chirurgové ke zničení nádoru na sítnici. Vývoj nabral závratné tempo a během krátké doby vznikla řada laserových technologií a typů laserů s nejrůznějšími vlastnostmi pro bezpočet praktických využití.

Podle aktivního prostředí je můžeme rozdělit zhruba na tři skupiny. Za prvé pevnolátkové lasery (ten úplně první byl rubínový – dnes jej najdeme třeba v holografii, k nejrozšířenějším nyní patří neodýmové používané ve strojírenství a chirurgii). Druhou skupinu tvoří lasery kapalinové (využívají roztoky organických látek a jejich barva se dá měnit, jsou tzv. laditelné – některé slouží v dermatologii nebo očním lékařství). Do třetí řadíme lasery plynové (červeně zářící helium-neonové, infračervené CO<sub>2</sub> – jedny z nejdůležitějších a nejvýkonnějších).

ších pro průmysl, modře a zeleně zářící argonové jsou důležité v lékařství). Zvláštním případem jsou lasery polovodičové, které najdeme mj. v už zmiňovaných ukazovátkách, čtečkách čárových kódů, laserových tiskárnách, CD přehrávačích a dalších běžných aplikacích. Speciálními pevnolátkovými lasery jsou rovněž vláknové, v nichž má aktivní prostředí tvar dlouhého skleněného vlákna o průměru několika mikrometrů až desítek mikrometrů – bez nich si nelze představit komunikace a internet, v poslední době se díky rostoucímu výkonu často uplatňují i v průmyslu.

V současnosti už existují tisíce typů laserů, třebaže mnohé slouží jen k úzce specializovaným výzkumným účelům. Navíc lasery s vyššími výkony již nejsou pouze samostatné, ale vytvářejí řetězce různých subsystémů, včetně vlastního generátoru pulzů a několika zesilovačů.

Kromě laserů kontinuálních, které vysílají paprsek spojitý, nepřerušovaný, jak ho známe třeba z ukazovátka, se čile vyvíjejí i lasery pulzní, vysílající krátké impulzy laserového světla: energie se nejprve určitou dobu akumuluje, teprve poté laser „vystřelí“ paprsek, který má v důsledku toho vyšší špičkový výkon (špičkový výkon pulzního laseru je dán podílem energie a délky pulzu). Následně se opět určitou dobu hromadí energie pro další impuls, laser vystřelí a tak stále dokola. Mezi jednotlivými vystřelenými paprsky se tvoří pauzy nutné k nahromadění potřebné energie. Tímto způsobem vznikají světelné pulzy.

V začátcích trvaly asi milisekundu, vědci však potřebovali pulzy nesrovnatelně kratší, aby mohli zkoumat například základní procesy probíhající v živé i neživé přírodě, které se odehrávají na mnohem kratších časových škálách. Brzy se je podařilo zkrátit až na nanosekundy a posléze pikosekundy, v současnosti už se dosti běžně pracuje na femtosekundových škálách – laserový pulz tedy trvá nepředstavitelně kratičký okamžik  $10^{-15}$  sekundy. Ovšem právě v měřítkách femtosekund běžně probíhají zajímavé chemické reakce, které tak vědci mohou s pomocí těchto laserů zkoumat. Vznikly díky nim celé nové vědní obory, jako

femtosekundová spektroskopie, která umožňuje přímo, v reálném čase zkoumat kupříkladu vibrace molekul.

Teoretikové i experimentátoři si však stanovili ještě ambicióznější cíl: zkrátit laserový pulz o další tři řády, tedy tisíckrát, aby mohli zkoumat děje odehrávající se v ještě kratších časových intervalech – v attosekundách (tj.  $10^{-18}$  s). První attosekundové lasery už spatřily světlo světa a nejkratší vygenerovaný impuls má v současnosti okolo 100 attosekund.

## POHLED DO NAŠÍ HISTORIE

V roce 1963, pouhé tři roky poté, co byl laser poprvé představen ve Spojených státech, se první rozsvítily i u nás, a to hned na několika vědeckých pracovištích Československé akademie věd. Nezávisle na sobě je sestrojili ve Fyzikálním ústavu, v Ústavu radiotechniky a elektroniky (dnešní Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR) a v Ústavu přístrojové techniky. Další zkonstruovali na Českém vysokém

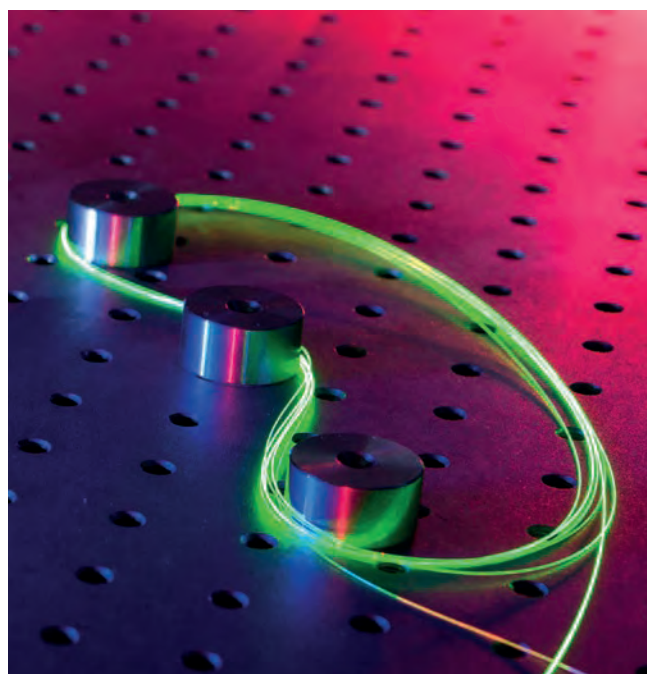
učení technickém v Praze a vyvíjeli je i na dalších pracovištích. Rovněž v tehdejší Československu směřovaly aplikace už od samého počátku také do medicíny, a to nejprve do očního lékařství pro léčbu odchlípení sítnice. Z dlouhé a úspěšné historie vývoje laserů v Československu a posléze v České republice připomeňme alespoň zvlášť zajímavé události, experimenty a objevy.

Důležitým mezníkem se na přelomu tisíciletí stal vznik společného pracoviště Fyzikálního ústavu AV ČR a Ústavu fyziky plazmatu AV ČR nazvaného Badatelské centrum PALS (podle klíčového experimentálního zařízení – unikátního terawattového jodového laseru, jednoho z největších v Evropě, nazvaného Prague Asterix Laser System). Se svými dvěma laserovými zařízeními se stalo v roce 2003 zakládajícím členem konsorcia Laserlab-Europe. Nynější, modernizovaný laserový systém PALS se využívá mimo jiné ke studiu interakce laserového záření

s hmotou a zejména studiu velmi rychlých procesů v horkém a hustém plazmatu vytvářeném laserem. Což prohlubuje základní poznání ve fyzice a laboratorní astrofyzice, v biologii i medicíně, ale přináší i technologické aplikace, jak uvidíme později.

Jedním z významných úspěchů laboratoře PALS je mimo jiné experiment, při němž se poprvé na světě podařilo vytvořit plazma o teplotě milionů stupňů na vodíkovém ledu, což je čistý vodík zmra-

žený do pevného stavu při teplotách až  $-261$  °C. Fyzikové z něho vytvořili tenký pásek a vystřelili do něj laserový paprsek z pulzního výkonového laseru, takže se vytvořilo horké plazma vyznačující se urychlením v něm přítomných protonů na vysoké energii. Za jakým účelem? ►



**Nový typ vláknového laseru najde využití při opracování citlivých materiálů a uplatní se i v medicíně. Inovativní je způsobem konstrukce i použitou vlnovou délkou.**

Vysokoenergetické protony jsou důležité pro ozařování nádorů, v protonové radiografii i v mnoha dalších vědeckých a technologických oborech.

Zkušenosti laboratoře PALS a její výborné mezinárodní renomé bezpochyby přispěly i k tomu, že při rozhodování, kam umístit novou generaci jedinečných velkých výzkumných infrastruktur pro udržení konkurenceschopnosti Evropy ve výzkumu a vývoji, Evropská unie zvolila Českou republiku, konkrétně Dolní Břežany u Prahy, za sídlo laserového centra ELI Beamlines.

## ELI BEAMLINES

Mezinárodní centrum ELI Beamlines, které je součástí Fyzikálního ústavu AV ČR, je jedním z pilířů projektu ELI (Extreme Light Infrastructure), nově budované výzkumné infrastruktury celoevropského významu. Představuje největší výzkumný projekt v dějinách České republiky. Unikátní jsou jak jeho cíle, tak přístroje a zařízení. Složitá soustava laserových, optických, vakuových a elektronických systémů a podsystémů umožní univerzální použití pro široký okruh vědeckých bádání. Má přinést průlomové poznatky pro molekulární, biomedicínské a materiálové vědy, a otevřít dveře do „exotické fyziky“: dovoli třeba zkoumat interakce světla s hmotou s intenzitou záření násobně převyšující dosud dosažitelné hodnoty. Vědci chtějí získat nové znalosti o vlastnostech hmoty v extrémních podmínkách obrovských tlaků a teplot (například takových, jaké panují v nitru obřích plynných planet) a pokračovat v základním výzkumu plazmatu, astrofyzikálních jevů, kvantově-mechanických efektů atd. Podle vědeckého koordinátora výzkumných programů Georga Korna se možná dokonce podaří „nakouknout“ do vakua: „Vakuum není nicota; existují různé teorie o existenci tzv. virtuálních částic, které se mohou ‚zhmotnit‘, ‚materializovat‘, když vakuum ionizujete. K tomu ale potřebujete extrémně intenzivní laserové pulzy.“ Proto se vědci v ELI Beamlines pokusí soustředit vysoce intenzivní paprsek laseru do jednoho bodu a vytvořit v něm extrémně silná elektrická pole: „Právě ona mohou ‚rozbit‘ vakuum. Podobně jako

## LASEROVÝ SYSTÉM L3-HAPLS

### High repetition rate Advanced Petawatt Laser System

Tvoří řetězec oscilátoru a zesilujících laserových systémů doplněných chladicími, vakuovými, elektrickými a elektronickými systémy a čerpacím laserem. Klíčovou komponentou unikátního čerpacího laseru jsou laserové diody s nejvyšším špičkovým výkonem na světě, a to v souhrnu 3,2 MW. Loni byla dokončena jeho instalace, a jákmile bude v prvních měsících letošního roku uveden do provozu hlavní laserový zesilovač a laser integrován s centrálním řídicím systémem a distribučním systémem laserových pulzů, začne testování kompletního laserového řetězce. Ještě v letošním roce by měl být L3-HAPLS zpřístupněn mezinárodní vědecké komunitě. Uplatní se v základním i aplikovaném výzkumu. Umožní například kompaktní, laserem buzené urychlování částic pro nové způsoby ničení zhoubných nádorů nebo bude vytvářet krátkopulzní rentgenové záření se speciálními parametry vhodnými pro materiálový a biomedicínský výzkum.

když při bouři blesk protne atmosféru. Takže velmi silným elektrickým polem ionizujete, jako by ‚osvobodíte‘ částice – elektrony, pozitrony – z vakua.“

Nezbytné předpoklady k brzkým průlomům v různých oborech (materiálovými a medicínskými vědami počínaje a exotickou fyzikou konče) ELI Beamlines bezpochyby má. Vynikající vědci jsou samozřejmostí, vysoce výkonné, ultraintenzivní laserové systémy nové generace nutností. K dispozici jsou hned čtyři (L1–L4) včetně vůbec nejvýkonnějšího a nejmodernějšího laseru na světě. Jeho špičkový výkon dosáhne po plném

### L3 1PW / 30 J / 10 Hz

Řetězec L3 (nazývaný HAPLS) je navržen pro petawattové pulzy s energií nejméně 30 J a trváním < 30 fs při opakovací frekvenci 10 Hz.

### L2 1PW / 20 J / 10 Hz

Řetězec L2 bude generovat ultrakrátké laserové pulzy se špičkovým výkonem 1 PW. Laser dokáže pracovat při vysoké opakovací frekvenci 10 Hz.

### L1 100 mJ / 1kHz

Laser L1 vyvíjený týmem centra ELI Beamlines. Laserový systém je navržen pro generování sub20fs pulzů s energií vyšší než 100 mJ při vysoké opakovací frekvenci (1 kHz).

### E1 Material & Biomolecular Applications

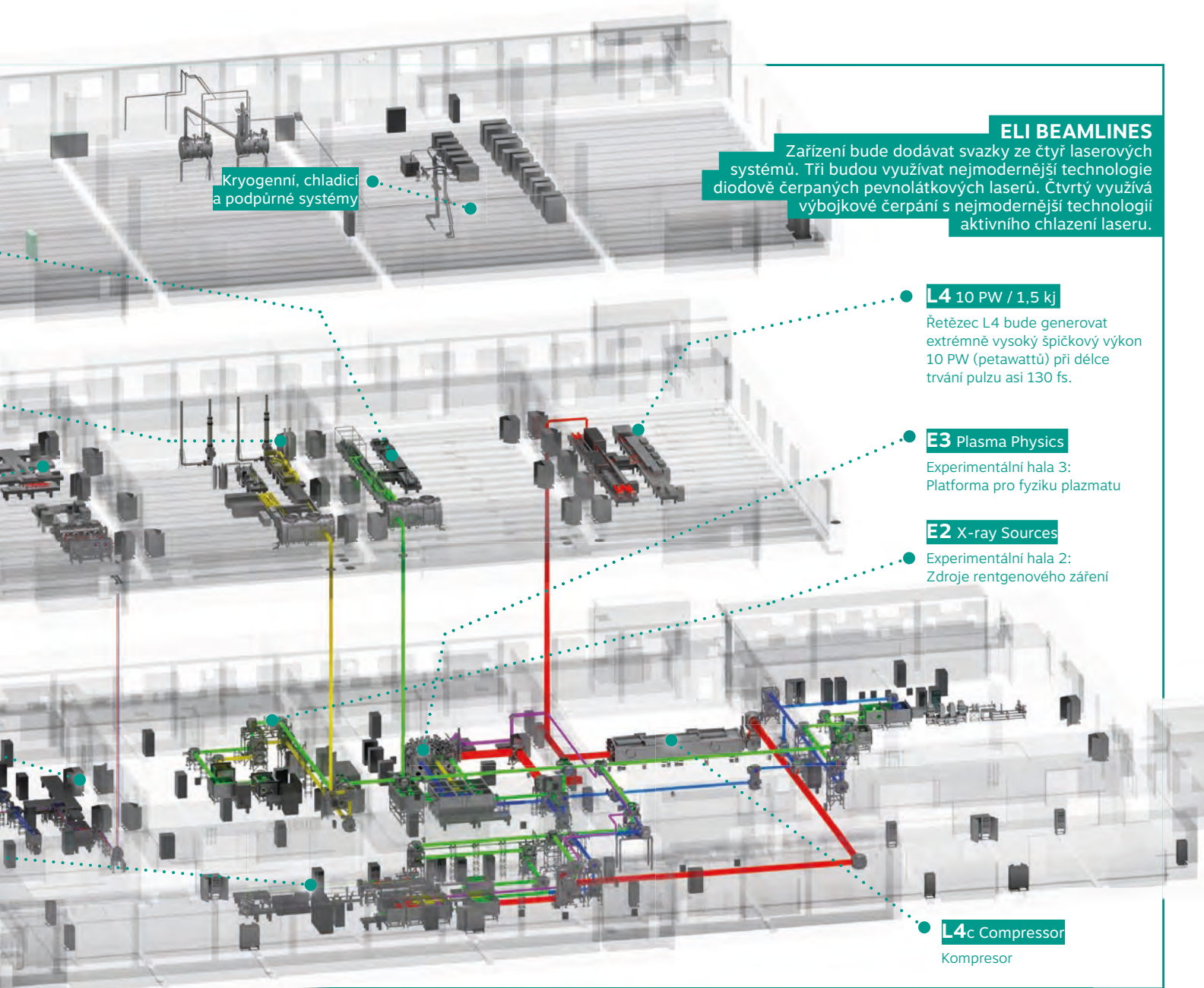
Experimentální hala 1: Materiálové a biomolekulární aplikace

### E5 Electron Acceleration & Laser Undulator X-ray Source

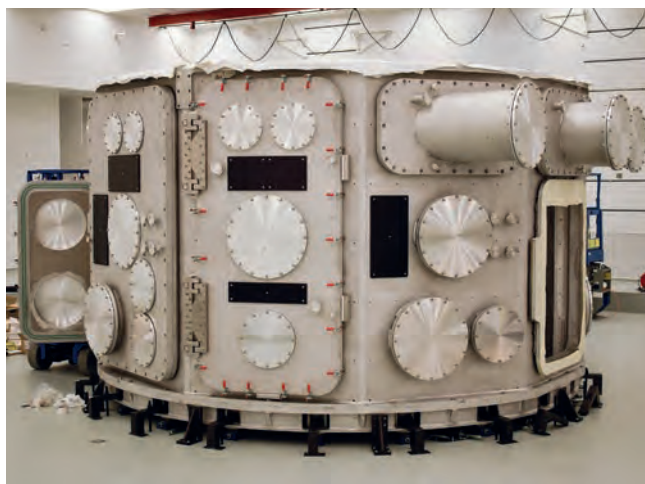
Experimentální hala 2: Urychlování elektronů a undulátorový rentgenový zdroj

uvedení do provozu těžko představitelných 10 petawattů, tedy 10 miliard milionů wattů (zhruba desetmilionkrát víc než výkon jednoho temelínského reaktoru, který jej ovšem musí podávat nepřetržitě, zatímco laser jen nesmírně krátký okamžik) při opakovací frekvenci 1x za minutu a s ultrakrátkými pulzy trvajících 130 femtosekund.

Laserové systémy najdou široké využití v základním i aplikovaném výzkumu, například při vytváření krátkých pulzů rentgenového záření pro mikroskopii s vysokým rozlišením užitečnou pro materiálový a biomedicínský výzkum.



Pomohou vylepšovat metody laserem buzeného urychlování částic pro ničení zhoubných nádorů, hledat nové postupy pro protonovou a rentgenovou radiografii i některé průmyslové procesy, třeba nedestruktivní testování materiálů. Další kapitolou v činnosti centra bude vývoj nejen nových laserových technologií samých a jejich jednotlivých komponentů, ale také pokročilých řídicích systémů. V prosinci loňského roku byl do ELI Beamlines dopraven jeden z důležitých komponentů – laserová vakuová komora pro výzkumný program fyziky plazmatu, největší pro civilní výzkum na světě. ►



Laserová vakuová komora pro experimenty zkoumající interakce laseru a plazmatu patří k nejdůležitějším technologickým komponentům v ELI Beamlines. Je vysoká téměř 3,5 m, má průměr necelých 5 m a objem asi 50 m<sup>3</sup>.



## HiLASE

### High average power pulsed LASERs

V květnu 2017 byl zahájen projekt HiLASE CoE, první a zatím jediný projekt v České republice schválený a financovaný v rámci výzvy Widespread Teaming programu Horizon 2020. Díky němu se má HiLASE přeměnit na centrum excelence. Pět a půl roku o to budou usilovat vědci z centra HiLASE Fyzikálního ústavu AV ČR a z britského CLF (Central Laser Facility, STFC) s cílem dosáhnout ještě výraznější orientace na průmyslové využití špičkových laserových technologií.

## HiLASE

Do nové generace výzkumných zařízení patří také centrum HiLASE Fyzikálního ústavu AV ČR. Najdeme je rovněž v Dolních Břežanech, hned vedle budovy ELI Beamlines, což má svůj důvod: úzké propojení obou projektů a návaznost jejich práce. Neobvyklá, moderní budova HiLASE upoutá na první pohled. Dostat se dovnitř laserové haly je ovšem prakticky nemožné, a když už návštěvníkovi přece jen dovolí nakouknout, musí – stejně jako vědci – na sebe nejprve navléct ochranný oblek a čepici a projít vzduchovou sprchou, která ho řádně „ofouká“. Lasery totiž nemají rády prach a jiné nečistoty jako třeba make-up či lak na vlasy. Nesnášejí ani vibrace, proto má budova speciální základovou desku a stoly, které eliminují i sebemenší otřesy.

HiLASE vyvíjí a testuje nové špičkové lasery a laserové technologie s průlomovými technickými parametry – výrazně silnější, výkonnější, kompaktnější a stabilnější než dosavadní systémy jinde ve světě, které opět najdou široké využití ve výzkumu (zejména aplikovaném) i průmyslu. Cíli především na hi-tech průmysl. Cestu k tomu otevírají jak pikosekundové laserové systémy s názvem Perla, tak nejsilnější, diodově čerpaný pevnolátkový laser pojmenovaný Bivoj. Mimořádný přínos HiLASE spočívá v cíleném propojování základního a aplikovaného výzkumu: jeho systémy slouží nejen vědcům, ale i firmám a dalším uživatelům z celého

světa. Mohou si na nich ověřit – nebo dát ověřit a zdokonalit – vlastní technologie a nápady, nechat vyzkoušet například odolnost optických materiálů, využít laser ke zpevňování povrchu materiálů rázovou vlnou, zlepšit zpracování a životnost materiálů využívaných v turbínách, vrtání a svařování speciálních materiálů pro automobilový a letecký průmysl, vývoj a optimalizaci technologií laserového mikroobrábění, nanostruktur a čištění povrchů... Tomu všemu je třeba přizpůsobit lasery a jejich komponenty, které HiLASE nabízí a vyvíjí. „Pro konkrétní aplikace je třeba zvážit několik parametrů. Například absorpci záření ve vlastním vzorku, což znamená odrazivost jeho povrchu; rozptyl záření na něm; hloubku, v níž se záření v daném materiálu absorbuje, což souvisí jak s tím, jak je povrch opracovaný, tak s vlnovou délkou použitého záření. Dalším kritickým parametrem jsou termomechanické vlastnosti materiálu, jeho tepelná

vodivost, tepelná kapacita a podobně,“ zdůrazňuje fyzik Martin Smrž. Vysvětluje dále, že výhodou pulzních laserů, které v HiLASE využívají, je soustředění velké energie do krátkého, ale velmi intenzivního pulzu, takže mechanismy jeho působení na materiál jsou jiné než u kontinuálního záření. Zatímco u kontinuálního záření se obvykle uplatňuje tepelný mechanismus – a tedy tavení materiálu –, u velmi krátkých pulzů (tj. kratších než 10 pikosekund) se projevuje lavinová ionizace a další nelineární efekty. „Čím kratší pulz, tím spíše převládají netepelné mechanismy působení na materiál – a pokud je zároveň vysoká intenzita, vzniká v materiálu plazma a rázové vlny.“ Díky tomu třeba vrtání nebo řezání touto metodou nezpůsobuje teplem vyvolané mechanické pnutí v okolí řezu, nevznikají mikrotrhliny, ale řez nebo vyvrtaný otvor je velmi čistý. „To má význam například pro vytváření velmi jemných periodických struktur na povrchu materiálu; jde o jednu z ideálních aplikací pro laserový systém Perla. Tímto způsobem se dají dělat různé speciální vodoodpudivé povrchy tvaru „lekninového listu“ nebo naopak smáčivé povrchy, dosahovat smáčení jen v určitém směru – v určité ose; dají se tvořit mřížky, což má také význam pro vývoj a výrobu solárních panelů a LCD obrazovek, lze tím měnit otěruvzdornost materiálu, součinitel tření a tak dále,“ pokračuje Martin Smrž.

**Věren svému jménu dosáhl laser Bivoj už koncem roku 2016 výkonu 1000 W. Déle než hodinu a zcela bez vnějšího zásahu generoval stabilní laserové pulzy s výstupní energií 100 J na opakovací frekvenci 10 Hz, což znamená absolutní světovou špičku.**

Upozorňuje na další zajímavé využití systému Perla v litografii, k výrobě čipů pro elektroniku. Požadavky na stále tenčí spoje a menší tranzistory vedou k výzkumu a vývoji nových laserových systémů s příhodnějšími parametry. „V HiLASE je v současnosti zhruba 700 m<sup>2</sup> čistých laboratoří, více než polovina připadá na vývoj pikosekundových laserových systémů pevnolátkových na bázi tenkého disku. Část laboratoře je vyhrazena pro nanosekundový laser Bivoj.“ Ten je vzhledem ke své vysoké energii až 100 joulů v delším, nanosekundovém pulzu ideální pro vytvrzování povrchů rázovou vlnou. Vzorek se potáhne vhodným materiálem a ostříkuje se vodou. Po výstřelu laseru vzniká v tenké vrstvě vody a potahu vzorku plazma doprovázené rázovou vlnou, která povrch materiálu stlačí, takže dojde k přeorganizování jeho vnitřní struktury. Změní se tak povrchová mechanická napětí a zlepši se jeho otěruvzdornost, odolnost vůči mikrotrhlinám apod. Do rozsáhlejšího výzkumu a vývoje metodiky zpevňování materiálu povrchovou rázovou vlnou se společně s centrem HiLASE pustily Ústav fyziky materiálů AV ČR a Ústav termomechaniky AV ČR. Konečným cílem je zvýšit únavovou životnost různých výrobků a součástí, jak žádá průmysl. Selektivní tavení laserem zase umožní výrobu velmi složitých struktur – a tak bychom mohli pokračovat ještě dlouho.

Klíčem k úspěchu HiLASE je vlastní vývoj potřebných technologií s dosud nedosaženými vlastnostmi či parametry – což se vědcům už daří. Podle vedoucího centra Tomáše Moceka se snaží i o to, aby se jejich prototypy posunuly dále do praxe a jednoho dne se z nich stal skutečný komerční produkt.

## SVĚTLŮ VE SLUŽBÁCH SPOLEČNOSTI

Není divu, že vývoji laserů a laserových technologií přičítá Akademie věd ČR takový význam, že je učinila hlavním tématem jednoho z programů Strategie AV21, která se orientuje na ekonomicky

a společensky významné problémy, jejichž řešení vyžaduje interdisciplinární výzkum. Daný program *Světlo ve službách společnosti* se zaměřuje na rozvoj progresivních technologií, v nichž

„Považuji náš tým po vědecké stránce již nyní za špičkový.“

Tomáš Mocek

Česká republika už dosáhla světové úrovně nebo má nejlepší předpoklady jí v brzké době dosáhnout. Součástí programu, jehož koordinátorem je vedoucí centra HiLASE Tomáš Mocek z Fyzikálního ústavu AV ČR, je přímo konstrukce laserů, ale také nové laserové technologie pro 3D tisk a mikroobrábění. Zaměřuje se rovněž na mocné zdroje světla pro studium a využití extrémních stavů hmoty, na zvyšování odolnosti materiálů pomocí laserů, vláknové lasery a optická vlákna pro bezpečnost, ochranu zdraví a léčbu nemocí, stejně jako na konstrukce laserových zdrojů a systémů pro přenos světla a telekomunikace apod. Prvořadou roli přitom hraje spolupráce nejen mezi pracovišti Akademie věd, ale také s průmyslem a dalšími subjekty.

Mezi pracoviště AV ČR, která se na realizaci programu podílejí, patří i Ústav

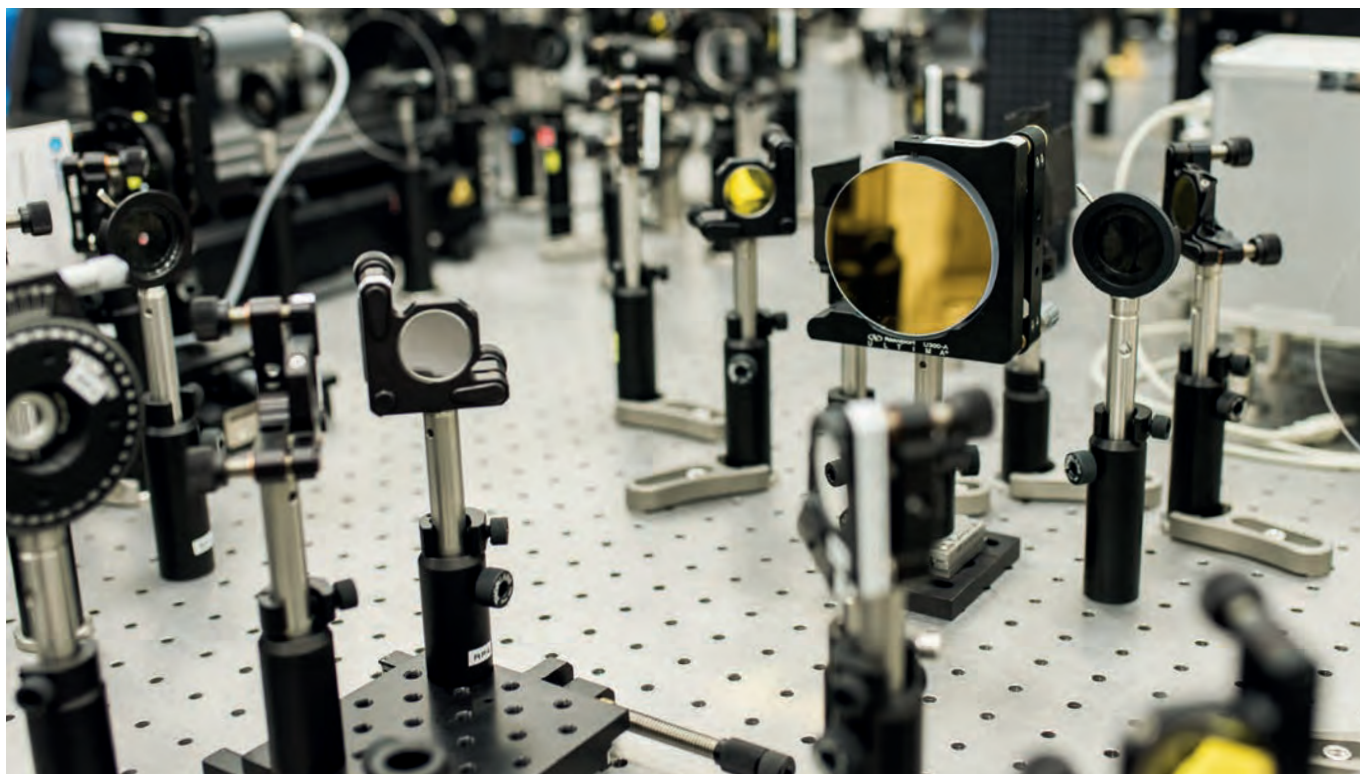
fyziky materiálů a Ústav přístrojové techniky. Nové výkonové lasery využívají například pro pokročilé svařování procesy, jako je skenerové svařování neboli svařování s rozmitaným svazkem, případně hybridní metody kombinující laser s obloukovým svařováním. Spolupracují mj. na problematice mechanických vlastností materiálů připravených novými technologiemi 3D tisku, při němž se slinuje (spéká) tenká vrstva kovového prášku pomocí výkonového kontinuálního laseru. Studují vytištěné díly či materiály především z hlediska nízkocyklové a vysokocyklové únavy. „Pro testování je užitečné vytvářet si definované počátky trhlin pomocí laserového mikroobrábění,“ zdůrazňuje Libor Mrňa z Ústavu přístrojové techniky AV ČR. Laserové mikroobrábění se zakládá na principu tzv. fotoablace, kdy se odebírá materiál pomocí pulzního laseru. „Kouzlo ablace s ultrakrátkými pulzy pak spočívá v tom, že jde o obrábění prakticky za studena, neboť při fotoablacii se část materiálu odpaří, ovšem dotyk laserového paprsku je tak krátký, že se jeho teplo nešíří do zbytku materiálu. Potřebujeme tudíž lasery, které poskytují ultrakrátké pulzy ▶



**Ing. TOMÁŠ MOCEK, Ph.D.**  
Fyzikální ústav AV ČR

---

Je vedoucím laserového centra HiLASE v Dolních Břežanech a koordinátorem projektu HiLASE Centre of Excellence v rámci programu Horizon 2020. Specializuje se na vývoj a hi-tech průmyslové aplikace diodové čerpaných pevnolátkových laserů, ionizace optickým polem, ultraintenzivní femtosekundové lasery, generace vysokých harmonických frekvencí, interakce laserového záření s hmotou a generace rentgenového záření v laserovém plazmatu. Je autorem či spoluautorem více než 130 publikací v impaktovaných vědeckých časopisech.



v řádu pikosekund, s dostatečně velkým středním výkonem a dostatečně vysokou opakovací frekvencí. Potřebujeme také vhodnou optiku, která musí umožnit přenos, zaostřování a snadnou a přesnou manipulaci s laserovým svazkem.“

Mikroobráběním lze například strukturovat povrch, který se změní přesně definovaným způsobem, a studovat, jak to ovlivní vlastnosti zkoumaného materiálu – třeba povrchu wolframových elektrod. Při vývoji mikroobráběcích technologií Ústav přístrojové techniky AV ČR úzce spolupracuje s centrem HiLASE, věnuje se ale také laserovému svařování a makroobrábění a mnoha dalším laserovým technologiím.

V Ústavu fyziky plazmatu AV ČR se používají laserové svazky o velkém špičkovém výkonu k unikátnímu experimentálnímu studiu extrémně hustého plazmatu. Podle Miroslava Krůse z uvedeného pracoviště Akademie věd ČR je pro tento typ experimentů nutné oba laserové systémy dostupné v Badatelském centru PALS přesně synchronizovat: „Jeden laser vytvoří plazma simulující studovaný jev (například napodobí rázovou vlnu explozivující hvězdy) a druhý laser či sekundární

**Program Světlo ve službách společnosti Strategie AV21 usiluje kromě rozvoje pokročilých laserových technologií také o výzkum historických kořenů úspěšně se rozvíjejících optických, fotonických, plazmových a příbuzných oborů. Poznatky se využijí při dalším plánování i řízení vědeckých a technických aktivit v ČR.**

záření z něj daný efekt zkoumá. Pomocí laserem produkovaných protonových a elektronových svazků tak zkoumáme například interakce silného elektromagnetického pole s hmotou. Tento na první pohled čistě základní výzkum však směřuje k důležité praktické aplikaci, k takzvané inerciální fúzi, kdy za pomoci laserů vytváříme podmínky vhodné pro slučování jader atomů lehkých prvků.“ Ovládnutí této technologie by lidstvu zajistilo bezpečný a prakticky nevyčerpatelný zdroj energie.

V oblasti tzv. laserové plazmochemie simulují vědci procesy, které se odehrávaly na naší planetě během časných stadií jejího chemického vývoje. Jde nejen o prozkoumání účinků plazmatu a rázových vln o vysoké energii na přetvoření rané atmosféry a všech chemických látek na Zemi, ale dokonce se předpokládá, že tímto mechanismem vznikaly základní stavební kameny dědičné informace prvotního života – báze RNA i ribóza. Centrum PALS pomohlo vědcům z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR při hledání odpovědi na jednu z nejzásadnějších otázek současné vědy: jak vznikly biologické látky na Zemi či ve vesmíru. Badatelé experimentálně prokázali, že stavební kameny živých struktur, které se na Zemi objevily před asi 4–3,85 miliardy let, mohly vzniknout relativně jednoduše a všechny najednou z formamidu, čpavku, dusíku, vody či kyanovodíku. Zdrojem energie pro takovou energeticky náročnou syntézu biomolekul byly dopady asteroidů, které v té době doslova bombardovaly ranou Zemi. Vědci s pomocí vysoce výkonného laseru PALS dokázali v laboratoři za přísně kontrolovaných podmínek napodobit vysoké hustoty

energie a teploty při takovéto dramatické, avšak patrně ve svém důsledku životodárné události – impaktu asteroidu.

Výzkumné úkoly už PALS plní a ještě jich má mnoho před sebou, což potvrzuje i Tomáš Mocek: „Zdroje sekundárního záření, které jsou momentálně k dispozici v PALS, umožňují překlenout určité vakuum v období, než bude ELI Beamlines zcela uvedeno do provozu a poskytně zmíněné svazky samo, samozřejmě s daleko vyšší energií nebo intenzitou. PALS navíc zajišťuje i výchovu generace studentů, kteří posléze mohou přejít do ELI Beamlines. Jeho experimentální čas bude ale drahý a bude tam taková fronta zájemců, že centrum PALS nepochybně najde nemalé využití i po zahájení plného provozu ELI Beamlines.“

Do programu *Světlo ve službách společnosti* se zapojil též Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, který už zhruba čtvrt století zkoumá a rozvíjí tzv. vláknové lasery. Ty v sobě spojují lasery a optická vlákna umožňující rychlý a spolehlivý přenos informace. Zájem vědců se orientuje na využití vláknových laserů v materiálovém průmyslu, medicíně, v oblasti bezpečnosti, ochrany zdraví či ve speciální optice. Důležitá jsou třeba speciální vlákna pro detekční účely v lidském těle, vlákna použitelná například jako sondy pro zjišťování hořlavých látek či výbušnin, pro monitoring mostních konstrukcí, železničních trakcí či dalších klíčových staveb. Aplikací intenzivního laserového pulzu se dají zprůchodňovat cévy končetin a srdce nebo laparoskopicky operovat, přičemž vlákno slouží k pohodlnému a bezpečnému dopravení světla na ošetřované místo.

Badatelé z Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR proto pracují nejen na nejružnějších vylepšeních, ale také na vývoji nových vláknových laserů, pulzních, terapeutických a dalších. Zkoumají, jak kombinovat laserové svazky, vytvářet a zesilovat pulzy. Vymýšlejí nové materiály (mj. dopované nanočásticemi vzácných zemin) a matrice (hledají jiný materiál než křemenné sklo). Optimalizují tvar průřezu vláken – zjistili například, že u hranatého významně stoupá účinnost. Nové postupy při výrobě a navijení vlákna

zase umožňují výrazně zkrátit aktivní vlákno ve výkonových laserech a zesilovačích, což snižuje jejich cenu. Výkonové vláknové lasery vynikají kvalitou laserového svazku a vysokým výkonem. Používají se pro zpracování materiálu (například řezání, sváření a značení v automobilovém průmyslu), monitorování znečištění životního prostředí, laserovou chirurgii apod. Pro Ivana Kašíka z Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR je na vláknových laserech pozoruhodný především vysoký jas. Jelikož se světlo šíří pouze velice malým jádrem, lze dosáhnout poměrně silného toku, čehož se dá využít pro mnoho aplikací. Pro řadu z nich je podle jeho slov potřeba se s vláknovými zdroji posunovat až do střední a vzdálené infračervené oblasti spektra: „Například z chemického hlediska, když chcete detekovat nějaké škodliviny, jejich ‚otisk prstu‘ je většinou někde mezi třemi až deseti mikrometry, což je střední infra-

červené záření... Pro materiálové aplikace, kdy jsou třeba opravdu velké výkony, se vyvíjela dvouplášťová vlákna. Horkou novinkou je kupříkladu směr k vláknům rozpustitelným v lidském těle – tedy biodegradabilním.“

Českým a ještě před nimi i československým vědcům nepochybně patří uznání, že okamžitě po objevu laserů pochopili, jakou mají obrovskou budoucnost, a pustili se do jejich výzkumu a vývoje. Ocenění zaslouží i za to, že ve svém úsilí nepolevili a dovedli laserovou techniku u nás na špičkovou úroveň a umožnili i její hojné uplatnění v praktických aplikacích. Česká republika se bez nadsázky stala magnetem pro laserové vědce a uživatele laserů z celého světa. Centra HiLASE a ELI Beamlines v Dolních Břežanech, která nabízejí jedinečné přístrojové vybavení, a tím i skvělé podmínky k bádání, jistě atraktivitu naší země pro zahraniční experty i studenty ještě zvýší. □

## Pár příkladů závěrem

Tým z Ústavu anorganické chemie AV ČR spolu s kolegy ze Španělska objevil první boranový laser na světě, který lze využít například ve spektroskopii nebo při zpracování materiálů.

Pracovníci Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR použili laserový paprsek při zkoumání životního cyklu retrovirů.

V Biofyzikálním ústavu AV ČR dokážou pomocí vysokorozlišovacího mikroskopu a laserů cíleně vytvářet zlomy v DNA a sledovat opravné funkce proteinů u živých buněk.

Laboratoř rotační laserové vibrometrie v Ústavu termomechaniky AV ČR umožňuje extrémně citlivá měření vibrací s cílem optimalizovat provoz parních turbín, velkých ventilátorů, kompresorů či leteckých motorů.

Badatelé z Fyzikálního ústavu AV ČR získali pomocí rentgenových laserů nové poznatky o radiační odolnosti rozličných materiálů a jejich poškozování různými typy záření.

Ústav přístrojové techniky AV ČR vyvinul a nechal si patentovat metodu pro velmi přesné vyhodnocení fáze interferujících laserových svazků v laserovém interferometru, která se posléze uplatnila v komplexním délkovém senzoru pro přesná měření. Dá se využít ve strojírenství a pokročilých mikrotechnologiích.

# Vitana

## VAŘÍ ZA VÁS

polévky  
omáčky  
kaše



# STRAVOVÁNÍ v době dávnné i nedávnné

Současná módní vlna návratu k přirozenějšímu či přírodnějšímu způsobu života se dotýká i potravin. **Jenže jídla našich (i nepříliš vzdálených) předků si idealizujeme, nebyla ani pestřejší, ani kvalitnější.** Přesto se z historie stravování můžeme v mnohém poučit.

**Z**apnete-li si prakticky v kteroukoli denní dobu televizi, s velkou pravděpodobností na vás vyskočí profesionální kuchař – jednou spílá jiným ne-až-tak-profesionálním kuchařům, jindy radí, jak uvařit pravé italské jídlo z českých surovin, anebo ukazuje, jak nahradit kostku másla vodou. V horším případě na vás zaútočí reality show amatérských kuchařů, kteří se nebojí divákům odhalit trochu ze své kuchyně (a jiných částí bytu). Zdá se, že fenomén vaření jako hobby je v současnosti na vrcholu. Leč zdání klame, bylo tomu tak i dříve...

„Pořadů o vaření bylo v západních zemích, kde televize měla ještě významnější relaxační roli než u nás, obrovské množství už ve druhé polovině 20. století. Dokonce i v Československé televizi existoval v letech 1963–1970 úspěšný pořad Vaří šéfkuchař,“ vysvětluje Martin Franc, vedoucí oddělení dějin Akademie věd Masarykova ústavu a Archivu AV ČR, historik a odborník na dějiny stravování. Z tuzemské televize pak speciální pořady o vaření z různých důvodů na delší dobu zmizely. Třeba v tehdejší sousední NDR ale tento fenomén existoval nadále. Do Česka se vrátil naplno až po pádu komu-

nistického režimu v roce 1989, kdy také stoupl zájem o gastronomii, třeba i ruku v ruce s příchodem západní kultury stravování. Češi tehdy příchod nejrozličnějších zahraničních fastfoodových řetězců uvítali, protože jejich důraz na hygienu kontrastoval s dosavadními bufety, automaty a jídelnami, které měly punc provozoven pro nejnižší vrstvy. Jenže právě i řetězce rychlého občerstvení přispěly k nekvalitní skladbě stravy moderního člověka. Možná proto hledáme nějakou oporu v minulosti a doufáme, že návratem ke stravování předků si vylepšíme zdraví a jídelníček. Jde ale často o klam. ▶

## ČESKÁ STRAVA V HISTORII

Jídelníček našich předků omezovaly přírodní zdroje dané lokality. Pokud kupříkladu v některé oblasti chyběl v půdě důležitý stopový prvek, trpěli jeho nedostatkem ve stravě všichni vesničané v daném místě. Jak také tvrdit, že se lidé kdysi stravovali lépe, když za život prožili třeba i několik hladomorů...

Stejně tak je mylný předpoklad, že jídelníček našich předků byl pestřejší. Dnes máme tento pocit zejména proto, že velká část potravin na světě pochází ze čtyř hlavních pěstovaných komodit – pšenice, rýže, kukuřice a sóji. Jenže alespoň co se týče Česka, strava v minulosti byla podstatně méně pestrá. Většina odborníků, kteří se zabývají stravováním ve středověku, mluví o tom, že strava byla tehdy naopak extrémně monotónní a velmi často konzervovaná – čerstvé maso se jedlo jednou až dvakrát do roka, zbytek se sušil, udil... Jídlo bylo jednotvárné i chuťově ještě v 19. století.

Dojem pestrosti vychází z etnografických studií a kuchařských knih zaměřených na lidovou stravu. „Když sebereme všechny lidové recepty dohromady z celého Česka, vypadá to, že strava byla

pestrá. Ale lidé v konkrétní vesnici prostě jedli celý týden brambory a zeli akorát v neděli měli zeli a brambory,“ poznamenává Martin Franc.

Neobstojí ani námitka, že se dříve vařilo z kvalitnějších surovin. Z historických zpráv z počátku 19. století víme, že potraviny se zejména na trzích falšovaly a nahrazovaly. Mletá sušená paprika strouhanou cihlou, do mléka se přidávala křída nebo mýdlo, aby hezky pěnilo a vypadalo tučnější. Do vína – aby bylo sladší – se přimíchával nebezpečný olovnatý cukr. Toho jsme v současnosti díky opatřením státu, která mají mimochodem svůj počátek právě většinou v 19. století, do značné míry ušetřeni.

O stravě našich předků máme zkrátka zkrácené představy. A to platí rovněž o nedávné minulosti. Ještě na konci komunismu Češi kupříkladu konzumovali mnohem více masa (přes 90 kg na osobu a rok) než v současnosti (75–78 kg), přitom spousta lidí se domnívá, že maso prakticky nešlo před rokem 1989 sehnat. Co se týče vhodné skladby jídelníčku, s některými nedostatky ve stravě se potýkali, a ještě ve větší míře, i lidé žijící v českých zemích už v 18. století. „Nále-

žela k nim především nízká spotřeba zeleniny, a naopak příliš velká spotřeba mouky a moučných jídel,“ potvrzuje Martin Franc.

## JÍDLA JAKO PŘÍČKA SPOLEČENSKÉHO ŽEBŘÍČKU

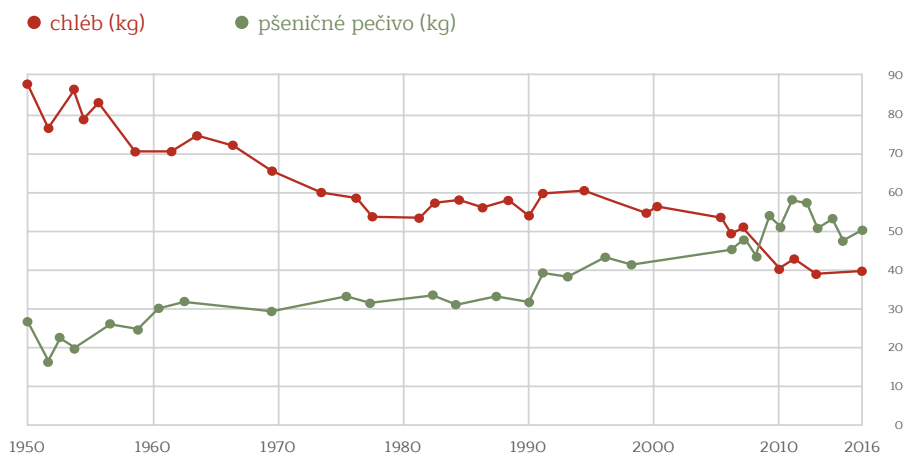
Kromě fyziologické úlohy jídlo vždy hrálo významnou roli i jako součást společenského statusu. Lidé tak nejedli, na co měli chuť, ale co se očekávalo, že by v jejich postavení jíst měli. Samozřejmě se to týkalo spíše vyšších vrstev.

„Z jedné jihočeské instrukce ke stravování na aristokratickém dvoře například vyplývalo, že by malé šlechtické dítě mělo denně sníst jeden kilogram masa. Ale neočekávalo se, že jej zkonsumuje. Dostalo ho pouze k dispozici,“ ilustruje Martin Franc. Rozdíly ve stravě podle sociálních tříd byly v minulosti mnohem výraznější než v současnosti. A jídlo patřilo k základním nástrojům prezentace společenské pozice.

Ještě v padesátých letech 20. století tvořily výdaje na potraviny průměrné české rodiny zhruba polovinu výdajů domácnosti. Ale nešlo vždy jen o finanční nákladnost dané komodity, prestiž se

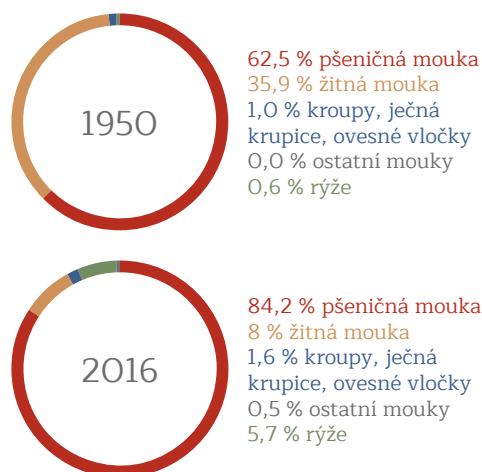
## SPOTŘEBA CHLEBA A PŠENIČNÉHO PEČIVA V ČESKU V LETECH 1950–2016

Spotřeba chleba v Česku od padesátých let 20. století postupně klesla až na méně než polovinu. Naopak se zvýšila spotřeba ostatního pšeničného pečiva, a to zejména po pádu komunismu, kdy se sortiment pečiva rozšířil.



## OBILOVINY V HODNOTĚ MOUKY

Zatímco ještě v padesátých letech se hodně používala žitná mouka, v současnosti spotřebitelé upřednostňují pšeničnou.



dala vyjádřit i levným jídlem. Příkladem je čočka. Ta byla nedostatkovou potravinou dlouhodobě, od padesátých do osmdesátých let, a v některých obdobích ji šlo zakoupit pouze v Tuzexu. Proto se stala symbolem schopnosti, že člověk dokázal sehnat něco obtížně dostupného. „V tehdejší společnosti bylo důležitější mít dobré kontakty než hodně peněz. Pak se dala opatřit právě čočka, ale třeba i játra, zejména telecí,“ dodává Martin Franc.

Dnes lze stravováním vyjádřit špičkový společenský status mnohem obtížněji než dříve. Samotným jídlem už jen tak neukážete, že jste dolarový miliardář. I pravý kaviár je otázkou jen několika tisíc korun. Statusová spotřeba se tak přesunula hlavně do oblasti konzumace exkluzivních ročníků a druhů vín.

Naopak dodnes se starší generace dívá skrz prsty na různé polotovary a hotová jídla, které předešlý režim prezentoval jako nástroj osvobození žen od domácích prací. „Tehle plán však nebyl naplněn, konzervy stále značná část žen i mužů vnímala jako nadměrné ulehčení a nákladnou záležitost. Ženu, která ve velké míře využívala polotovary, mnohdy společnost považovala za špatnou hospodyni a odsuzovala ji, že neplní svoji úlohu v rodině,“ vysvětluje Martin Franc.

## KOLIK STOJÍ DOBRÉ JÍDLO

Obecným trendem v moderní a postmoderní společnosti je průběžné snižování cen potravin, nebo přesněji podílu, kolik za ně rodina vydá. Takzvaný Engelův zákon určuje, že rodina je tím chudší, čím větší procento jejich výdajů připadá na potraviny. Ten lze ale jen s obtížemi aplikovat na období 1948–1989 v Československu. Ceny se tehdy regulovaly, a tak se některé položky ve výdajovém koláči držely na mimořádně nízké úrovni, třeba náklady na bydlení nebo výdaje na kulturu. Právě ceny potravin byly poměrně vysoké, ale cenové rozdíly mezi jednotlivými produkty se od současnosti velmi lišily.

Hovězí maso bylo kupříkladu vůči jiným druhům masa levné. Proto se ho také spotřebovalo mnohem více, a naopak tehdy drahé drůbeže méně. Dnes je tomu přesně naopak. Ani rozdíly mezi výrobky ►



z jednoho druhu masa nebyly tak velké, zdaleka ne tolik jako dnes například mezi svičkovou a kliškou. Základní potraviny (chléb, pečivo, mléko...) se navíc výrazně dotovaly prostřednictvím obrátové daně. A ta mohla být překvapivě i záporná. „Dokonce se vyplatilo v NDR nakoupit v prodejně zeleniny několik beden rajčat, pokud jste je ovšem dostali, a odvézt je do výkupu. A dostali jste více peněz, než za kolik jste je koupili,“ vypráví Martin Franc.

Pokud nás může „historie potravin“ v něčem poučit, je to právě oblast regulace. „Všechny systémy dotací potravin jsou problematické právě kvůli tomu, že jsou náchylné k určité svévoli – někdo administrativně určí, co je základní a co luxusní. A velmi často pokulhávají za aktuální situaci a potřebami. Reagují totiž na situaci, která už je překonaná,“ uvádí Martin Franc důvody, proč regulace cen potravin v období bez mimořádných událostí a katastrof (válek, globální neúrody apod.) zpravidla nefungují.

## STÁT A HLAD

Také současná doporučení včetně vědecky podložených nemohou fungovat jen tak snadno. „Nikdy nebudou pružná a na změny ve spotřebitelském chování budou reagovat se zpožděním. Otázka navíc je,

nakolik je skutečně věda schopná bezpečně určit dopady jednotlivých faktorů a zaručit, že jejich zohlednění přinese žádoucí efekt,“ komentuje Martin Franc nedávnou zprávu evropských akademií věd, která vyzývá politiky, aby řešili problematické a škodlivé marketingové podávání konzumace vysoce kalorických jídel a podporovali cenově dostupnou výživu. Otázkou je ovšem jak – praxe totiž zatím ukazuje, že politické snahy o ovlivnění spotřebitelského chování mají za důsledek celkové zvýšení cen potravin, tedy nejen těch „škodlivých“.

„Obávám se, aby se stravování zase nestalo tak ostře sociálně diferencovaným jako v minulosti. Samozřejmě si uvědomuji, že některé údaje o výživě či spotřebě potravin v Česku jsou skutečně alarmující, ale spíš bych přivítal, kdyby vědci dokázali společnost přesvědčit, aby je ve svých návycích reflektovala a sama žádoucí potraviny upřednostnila,“ říká Martin Franc. V České republice to ovšem bude velký oříšek. Spotřebitelská doporučení se u nás málokdy respektovala. Nejsme v tom ale sami. Třeba v sou-

sedním Německu si odborníci stěžují na totéž. Naopak v severských zemích se značná část populace výživovými doporučeními skutečně řídí.

Jenže mnohá doporučení snadno podléhají politickým tlakům. Zejména minulý režim toho hojně využíval. Nadprodukce nějaké suroviny měla za cíl kampaň na její spotřebu a nedostatek zase naopak. „Třeba o vejcích můžete jednou napsat, že jsou zdrojem cholesterolu a nejsou žádoucí. Anebo že jsou zdrojem cenných bílkovin, a proto žádoucí jsou. Takové manipulace fungovaly, fungují a budou fungovat,“ potvrzuje smutnou skutečnost Martin Franc. Koneckonců za jeden z takových „státních“ projektů by se dal označit i mnohokrát diskutovaný „tradiční český“ smažený sýr.

## CO JE ČESKÉ NÁRODNÍ JÍDLO?

Představa že smažený sýr je české národní jídlo, je lichá. Šlo o jeden z úspěšných polotovarů. Za komunismu byl levný (sýr patřil mezi dotované potraviny) a rozšířil se i do restaurací. „Podobné jídlo známe

## STAROVĚK

Co se jedlo na území Čech ve starověku?

Od neolitu lidé jedli zejména pěstované plodiny a maso domestikovaných zvířat. Výdej energie měli ovšem kvůli fyzicky náročnému způsobu života vysoký a skladba stravy tomu odpovídala – pro dnešního člověka by se nehodila. Na území Čech archeologové objevili ale i takové vzácné pochoutky, jako jsou želvy (asi 3000 let př. n. l.) nebo žaby (asi 1000–500 let př. n. l.).



Na přídělový systém na základní komodity si museli Češi zvyknout za obou světových válek. Nejprve od roku 1915 – zrušen byl až za první republiky v roce 1921. A podruhé v roce 1939. Kvůli špatné hospodářské situaci jej komunistická vláda zrušila až v roce 1953.



**doc. PhDr. MARTIN FRANC, Ph.D.**  
**Masarykův ústav a Archiv AV ČR**

Zabývá se vědní politikou a sociálními dějinami vědy ve střední Evropě v letech 1945–1993. Oblastí jeho profesního zájmu jsou také dějiny stravování a výživy v 18.–20. století a dějiny životního stylu a konzumu v Československu v letech 1945–1989. O svém oblíbeném jídle říká: „Na mně je vidět, že jich mám více. Mám velice rád vnitřnosti, například kuřecí srdíčka na cibulce, a jídla, která kombinují maso se sýrem.“ Naopak za své neoblíbené označuje luštěniny. „Čočku jsem nikdy nesháněl,“ poznamenává s úsměvem.

už ze středověku z italského Furlánska. A objevovalo se i v pozdějším období bez jakékoli spojitosti s českými zeměmi. Co ale je českým specifikem, je jeho masové rozšíření,“ vysvětluje Martin Franc.

Na otázku, co je českým národním jídlem, není snadné odpovědět už proto, že v minulosti neexistovaly žádné národní gastronomie, nýbrž jen širší gastronomické okruhy. Pokud jde o měšťanskou stravu, české země patřily do jihoněmecko-rakousko-česko-uherské oblasti, přičemž našim přínosem byla některá jídla, která se i v tehdejších kuchařských knihách prezentovala jako česká – třeba vdolky. Což ovšem neznamená, že by se podobné pečivo nepřipravovalo i v jiných kulturách.

Ovocný knedlík je na ruční přípravu v restauraci relativně náročný a také se na něj nedá pořádně pít pivo,“ glosuje Martin Franc. Z tohoto důvodu se ve stejné době začala jako české národní jídlo propagovat vepřová pečeně, přestože si ji přisvojují také Rakušané.

„Za české jídlo v 19. století a staletích předcházejících se označoval kapr na černo. A velmi často se s Čechami – kromě již zmiňovaných moučných jídel – spojovala pečená husa. Ve středověku byl za typicky českou potravinu považován hrách,“ doplňuje Martin Franc.

Za typicky české bychom ale mohli označit ovocné knedlíky. Už Jan Neruda ty švestkové pokládal za klenot české kuchyně. „Jejich postupný ústup ze slávy byl nejspíše dán komerčně.

## **STRAVA, VĚDA A SOUČASNOST**

Strava vypovídá o fungování společnosti, jejích kulturních návycích a každodenních praktikách, a to i těch společenských vrstev, které po sobě nezanechávají žádné písemné zprávy. „Historický pohled umožňuje ukázat příčiny určitých jevů, vysvětlit je a pomáhat poznávat, co nové prvky ve společnosti znamenají a jak se jednotlivé fenomény navzájem ovlivňují,“ vysvětluje Martin Franc důležitost historického bádání.

Mějme jeho slova na paměti. Třeba příště, až na vás z televizní obrazovky zaútočí amatérský kuchař pachtící se za několikatisícovou výhrou, zkuste se na jídlo podívat jinýma očima – nikoli amatérského kuchaře, ale amatérského sociologa nebo historika. Když nic jiného, začne to být aspoň zábavné.

Martin Franc

” Věda nemůže lidem určovat, co je pro ně nejlepší, a obejít se bez pomalé proměny kultury.

# Neviditelné SOPKY

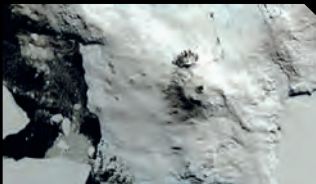
## Jak se hledají sopky pod ledem a na Marsu?

Cestovali do neprobádaných koutů světa, probíjeli se nehostinnou krajinou, někdy džunglí, jindy pouští, riskovali napadení divokými zvířaty a neznámými domorodci. Objevitelé nových území to v minulosti neměli vůbec jednoduché. **Ti současní mají podmínky snazší. Sopky ukryté pod vrstvou ledu či na dně kaňonu jiné planety dokážou najít na dálku jen s pomocí běžného počítače.**

**M**ožná dnešní objevitelé trochu cestovatelského vzrušení postrádají, ale nedá se nic dělat, hledat sopky na vzdálené planetě ani pod antarktickým ledem prostě osobně (zatím) nejde. Naštěstí mají k dispozici množství dat z kosmických družic a pokročilé metody interpretace jejich výsledků. ➤

# ANTARKTIDA

Antarktida je kontinentem sněhu a ledu, ale i sopek. Bezpečně se ví o třicítce sopek vyčnívajících alespoň částečně nad povrch. Pod tlustou ledovou pokrývkou se nachází netušený svět mnoha jezer, pohoří a sopečných útvarů. Antarktida leží na Jižním pólu, má rozlohu přes 13 milionů km<sup>2</sup> (včetně šelfových ledovců a ostrovů). Nejvyšší hora Vinson Massif dosahuje 4892 metrů nad mořem.



do **1000**  
mm za rok



až **-89,2**  
stupňů Celsia



až **118**  
km/h

# MARS

Mars je čtvrtá planeta sluneční soustavy, druhá nejmenší po Merkuru. Má pevný horninový povrch brázděný mnoha krátery, sopkami a hlubokými kaňony. Lidé zkoumají Mars prostřednictvím kosmických sond už od šedesátých let 20. století. Přímou na rudou planetu se ale zatím žádný člověk osobně nepodíval. Velká rýha na obrázku znázorňuje systém hlubokých kaňonů Valles Marineris, na jehož zkoumání se zaměřil tým Petra Brože.



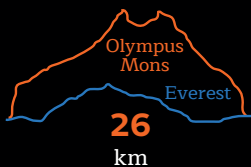
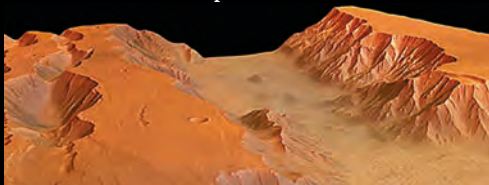
**687**  
dní = 1 rok



až **-143**  
stupňů Celsia



až **200**  
km/h



Zatím nejvyšší známá hora sluneční soustavy – štítová sopka Olympus Mons

## ZE SPOŘILOVA NA MARS A ZASE ZPĚT

Obrazovka notebooku podloženého hromádkou vědeckých časopisů na stole spořilovské pracovny Petra Brože v Geofyzikálním ústavu AV ČR na první pohled neslibuje výlet až na daleký Mars. Přesto ho umožňuje. Tedy alespoň virtuálně.

Na podrobnou mapu Marsu se může podívat kdokoli, stačí si stáhnout běžně dostupnou aplikaci Google Earth a v ní přepnout na satelitní snímky rudé planety. Petr Brož pracuje se stejnými daty, jaká nabízí zmíněná aplikace, ale stahuje si je přímo od zdroje. Následně je zpracovává v geoinformačním programu umožňujícím zobrazení snímků v plném rozlišení. K dispozici má satelitní fotografie povrchu Marsu včetně geofyzikálních, topografických a spektrálních dat pořízených různými sondami vyslanými k rudé planetě.

## RUDÁ SOPEČNÁ PLANETA

Při pohledu na snímky Marsu nelze přehlédnout obrovskou štítovou sopku Olympus Mons tyčící se do výšky 26 km nad okolní pláň oblasti Tharsis. Na východním okraji Tharsis se nachází jiný, méně prozkoumaný geologický útvar, 4000 km dlouhý a 10 km hluboký systém kaňonů Valles Marineris. Předpokládalo se, že by jeho vznik mohl souviset s vulkanickou činností. Přítomnost sopek v kaňonech se ale podařilo potvrdit až Petru Brožovi a jeho kolegům.

Z výsledků jejich výzkumu vyplývá, že se na dně nejhlubšího kaňonu Coprates Chasma nachází rozsáhlé pole tvořené malými sopkami a lávovými proudy. Objev publikoval odborný časopis *Earth and Planetary Science Letters*.

„Objevíli jsme útvary známé z pozemských lávových polí s charakteristickým vzhledem povrchu lávových proudů, včetně projevů jejich ztlušťování vlivem vtlačení tekoucí lávy pod již ztuhlý povrch proudy. Naše pozorování naznačují, že důvodem vzniku kuželů a proudů byla sopečná činnost spojená s výstupem roztavených hornin,“ uvádí Petr Brož.

Sopky na dně kaňonu se podobají tzv. sypaným kuželům – nejčastějším typům sopek na Zemi. „Při výstupu magmatu k povrchu začínají v tavenině unikat sopečné plyny, které mohou magma trhat a následně exploze pak vyvrhovat kousky sopečných hornin do okolí kráteru. Zde se postupně drobné úlomky sopečných hornin hromadí, a tím vznikají sypané kužele,“ vysvětluje Petr Brož.

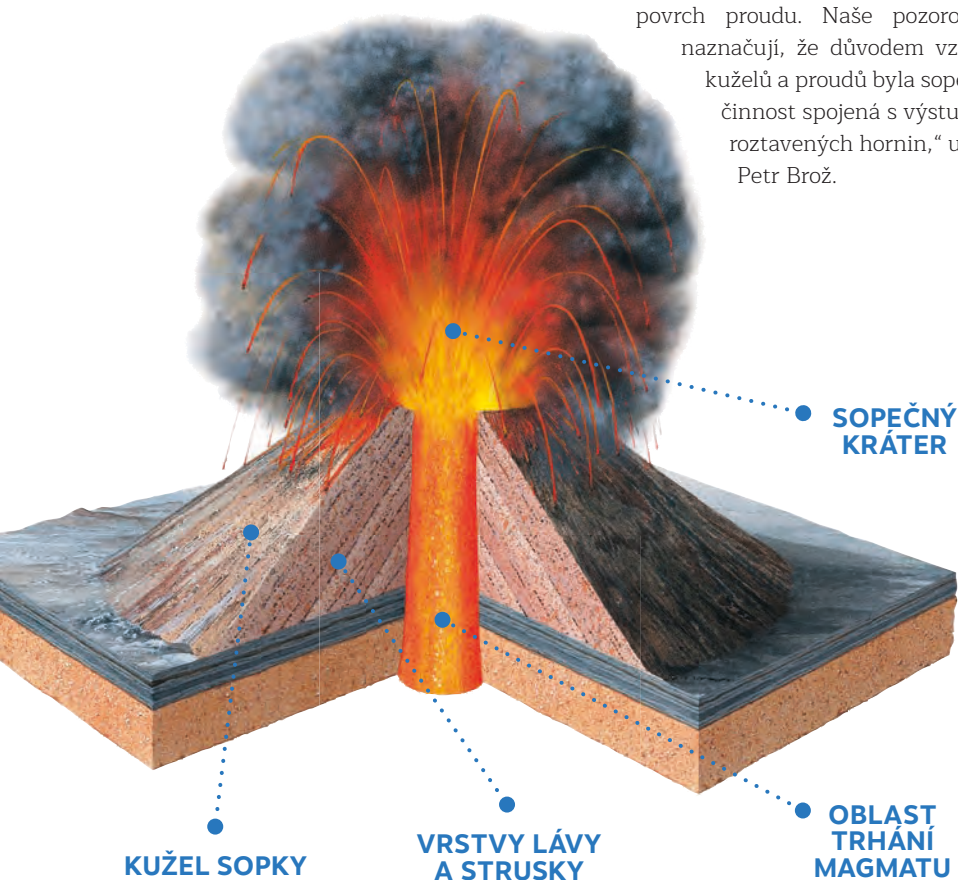
Když si laik představuje sopku, má nejčastěji na mysli vysokou horu s příkrými svahy, z níž chrlí láva a uniká mračno sopečného prachu a popela, například sicilskou Etnu. „Etna je typický stratovulkán, odborně kompozitní sopka, její úbočí je ale plné malých sypaných kuželů, tzv. parazitických sopek. Zpravidla na jednu velkou sopku připadají desítky až stovky malých sypaných kuželů.“

## Na Marsu se vyskytují podobné druhy sopek jako na Zemi.

Kromě samotné přítomnosti sopek ve Valles Marineris je pozoruhodné i jejich stáří, respektive mládí. Z pohledu geologického času (Mars je starý okolo 4,5 miliardy let) jsou tamní sopky velice mladé, vznikly před pouhými 400–200 miliony let. Stáří geologické oblasti na jiných tělesech sluneční soustavy se počítá podle množství impaktních kráterů – pokud je jich málo, je oblast mladá, a naopak. Naproti tomu velké sopky v Tharsis začaly vznikat před 3,5 miliardy let, tedy relativně krátce po zformování rudé planety.

## HLEDÁNÍ ŽIVOTA NA MARSU?

Díky datům ze spektrometru umístěného na palubě sondy Mars Reconnaissance Orbiter lze zjistit i chemické složení hornin. Víme tak, že některé sopky v Coprates Chasma tvoří sopečné minerály, například pyroxen, a minerály bohaté na křemík, třeba opál. Právě přítomnost opálu vědce překvapila. Naznačuje totiž, že v oblasti mohlo docházet k hydrotermálním procesům. Byla tedy na Marsu





Nejznámější antarktickou sopkou je aktivní stratovulkán Erebus (na snímku). O počtu sopek ukrytých pod antarktickým ledem můžeme pouze spekulovat. Tým Jaroslava Klokočníka identifikoval dvě kandidátky na sopky, které by se mohly nacházet poblíž jezera Vostok u stejnojmenné bývalé polární stanice (samotné jezero je ukryto pod 4000 metrů tlustou vrstvou ledovce).

voda? A život? Tvrdit to nemůžeme, ale můžeme říct, že právě tohle místo by mohlo být zajímavé pro hledání případných známek forem života, pokud kdy na Marsu vznikl.

V blízké budoucnosti se plánuje několik misí směrem k Marsu, dosud žádná z nich se ale nesoustředí na Valles Marineris. Není divu, dno hlubokých kaňonů není ideální přistávací plochou pro marsovské vozítko. Přesto Petr Brož věří, že se jednou podaří oblast detailně prozkoumat. „Dokud na místo nepošlete geologa, ať už člověka nebo nějaký extrémně vyspělý stroj schopný odebírat a analyzovat vzorky, máte k dispozici stále jen více či méně pravděpodobné hypotézy vysvětlující, k čemu tam došlo. Chybí vám ale jasný povrchový důkaz. To je na naší práci trochu frustrující.“

## NA ANTARKTIDU V PAPUČÍCH

Sopky na Marsu Petr Brož na vlastní oči s velkou pravděpodobností nikdy neuvidí. Stejně jako Jaroslav Klokočník z Astronomického ústavu AV ČR nespatří sopky ukryté pod těžkou ledovou pokrývkou Antarktidy. Ve studii vydané v odborném časopise *Annals of Geophysics* předstřel jeho tým hypotézu, že nedaleko jezera Vostok se pod ledem nacházejí přinejmenším dva sopečné kužely, jeden s relativním převýšením vůči okolí kolem jednoho kilometru, druhý ještě o čtyři sta metrů vyšší.

V Antarktidě zaznamenáváme asi tři desítky sopečných kuželů, které alespoň částečně vyčnívají z ledu. Vědci se proto domnívali, že sopky mohou být i pod ledem. Jak je ale najít? Tým Jaroslava Klokočníka využil několika metod a propočítal údaje z různých druhů měření.

Důležité pro ně byly zejména údaje z měření gravitačního pole Země dodané geodetickými družicemi. Analýzou gravimetrických údajů (z gradientometru na palubě družice GOCE), dat z altimetrických družic a z radarů pronikajících ledem (umístěných na letadlech) je možné usuzovat na existenci skrytých struktur pod zemí i pod ledem.

„V Antarktidě jsem nebyl a vzhledem k vyššímu věku se tam už ani nechystám, vždyť zkoumat lze i v papučích v ondřejovské kanceláři. Jde totiž převážně o využití publikovaných gravitačních dat, má účast na místě je z odborného hlediska víceméně k ničemu. I když samozřejmě osobní prožitek, jako jsem měl v poušti nebo v džungli při archeoastronomických měřeních, je nenahraditelný,“ říká Jaroslav Klokočník, který se vedle antarktických sopek zabývá například studiem astronomické orientace egyptských, střeodoamerických a peruánských pyramid a neprobádanými čínskými pyramidami.

## DANA A ZUZANA

Ve studii v *Annals of Geophysics* se striktně hovoří o „kandidátkách“ na sopky, tedy nikoli přímo o sopkách. Podobně jako vul-

kány v kaňonu na Marsu ani případné sopky hluboko pod ledovou pokrývkou Antarktidy nelze stoprocentně ověřit metodami na dálku, od počítače. Existenci sopek by bylo nutné potvrdit nezávislými metodami, zejména průzkumem na místě.

Věrohodným důkazem by byla naměřená seizmická aktivita (jak se už stalo na jiných místech pod ledem v západní Antarktidě), například kdyby některá ze sopek vybuchla. „Jinak nezbývá než čekat, až se někdo více než dvoukilometrovou vrstvou ledu provrtá. Ale to by musel mít silný motiv, jaký měli výzkumníci třeba v případě jezera Vostok. Technicky to je zvládnutelné, ale velmi drahé,“ doplňuje Jaroslav Klokočník.

Nutno podotknout, že v případě pozemského ledového kontinentu by se průzkum na místě mohl snad snáze realizovat než v případě rudé planety. Přesto je téměř jisté, že ani Jaroslav Klokočník sopky, pro které navrhuje pojmenování Dana a Zuzana, nikdy neuvidí. Nijak se tím ale netrápí a těší se z jejich předobrazů, manželky Dany a dcery Zuzany, a z práce, která ho baví. „Je fascinující toulat se pomocí počítače krajinou pod tlustou vrstvou ledu Antarktidy a pozorovat tam hory, údolí a jezera.“

Nemožností postavit se na úbočí sopek na Marsu se netrápí ani Petr Brož: „Je přece skvělé, že díky dostupným satelitním snímkům máme celou planetu na hrani, celý nepopsaný svět.“ □



# Na neplodnost nevyměříme

Zkoumá reprodukční problémy, pomáhá centrům asistované reprodukce ve vývoji nových metod testování kvality spermií a vede Biotechnologický ústav AV ČR. **Jak se Jana Pěkníková jako úspěšná vědkyně a manažerka dívá na postavení žen ve vědě?** Proč se za posledních pár desítek let dramaticky zhoršila kvalita mužských spermií a co radí studentům a studentkám, aby se vyhnuli potížím s početím?

**doc. RNDr. JANA PĚKNÍKOVÁ, csc.**  
**Biotechnologický ústav AV ČR**

Ředitelka Biotechnologického ústavu AV ČR, který je součástí centra BIOCEV Akademie věd ČR a Univerzity Karlovy ve Vestci.

V letech 2007–2014 vedla laboratoř reprodukční biologie Biotechnologického ústavu AV ČR.

Od roku 1996 vyučuje na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy.

Stáž v Institute of Physiology, Cambridge.

Členka International Society for Immunology Reproduction a European Society of Reproductive and Developmental Immunology.

Členka redakční rady mezinárodního časopisu *Reproductive Biology and Endocrinology*.

Nositelka medaile udílené International Coordination Committee for Immunology of Reproduction za přínos k rozvoji reprodukční imunologie (2009).

**■ Dlouhodobě se jako vědkyně věnujete reprodukčním problémům. Říká se, že se situace dramaticky zhoršuje a neplodných párů přibývá. Je to skutečně tak?**

Kvalita i počet spermií se opravdu setrvale zhoršuje. Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje, co je takzvaná normospermie. V roce 1951 byl normální počet spermií nad 80 milionů v jednom mililitru ejakulátu, v roce 1964 dolní hranice klesla na 40 milionů, v roce 1980 na 20 milionů a od roku 2010 se za normospermika označuje muž, který má v jednom mililitru ejakulátu alespoň 15 milionů spermií. Nejde jen o počet spermií, ale i o jejich kvalitu, a i ta se bohužel snižuje. Problémy s reprodukcí má v dnešní době 15 až 20 procent párů v reprodukčním věku, přičemž z větší míry je problém na straně mužů.

**■ Co je příčinou tak dramatického zhoršování počtu a kvality spermií a co radíte mladým lidem, pokud si chtějí udržet šanci na přirozené početí?**

Zhoršilo se životní prostředí i životní styl mnoha lidí. U žen patří mezi rizikové faktory nadváha a podváha, kouření, užívání drog, neléčené gynekologické nemoci a odkládání mateřství do pozdního věku. Samozřejmě také životospráva, a to se týká i mužů, zmiňme alkohol, kouření, drogy a často diskutované nevhodné slipy na úkor volnějších trenýrek. To jsou všechno faktory, které může každý z nás u sebe ovlivnit. Je ale velmi důležité upozorňovat na problémy v našem okolí, které se už dají ovlivnit hůře. Tedy znečištěné prostředí, voda kontaminovaná zbytky antibiotik a hormonální antikoncepce. Jedním z vědeckých úkolů našeho pracoviště bylo a je navrhnout a připravovat účinné látky k testování znečišťujících látek ve vodě. Například penicilin se rozkládá, ale tetracyklin, který se dává ve velkém množství hospodářským zvířatům, se ve vodě nerozloží. Stejně jako zbytky po hormonální antikoncepci se dostává do vody a může ovlivnit zrání spermií, a tím schopnosti oplození.

**■ Jaké další látky negativně ovlivňují lidskou reprodukci? Co se s tím dá dělat?**

Nebezpečné jsou takzvané endokrinní disruptory, tedy látky podobné našim vlastním hormonům, které tím, že se dostávají do těla, brání v práci našim přirozeným hormonům. Je jich ▶

celá řada, například bisfenol, nonylfenol a další látky, obsažené například v plastech. Cílem nás vědců je identifikovat ty, jež negativně ovlivňují reprodukci, a nabídnout přípravky k jejich detekci. Snažíme se také prosazovat, aby se na základě našich poznatků změnila legislativa ochrany vod, ale to nejde tak snadno. Studentům říkám – začněte od sebe a pojďte studovat reprodukci, abyste mohli podnikat další kroky ke zlepšení situace. Myslím, že je třeba víc dělat pro zlepšování životního prostředí a životního stylu, spíše než neustále vymýšlet nové metody asistované reprodukce.

### ■ Při výzkumu aktivně spolupracujete s centry asistované reprodukce. Jak tato kooperace funguje? Oslovují vás přímo tamní lékaři, nebo jim své služby nabízíte vy?

Spolupráce s centry asistované reprodukce je oboustranně výhodná. Kooperace se často zakládá na osobních kontaktech – s některými kolegyněmi, které se zabývají asistovanou reprodukcí jak v soukromých centrech, tak v nemocnicích, se známe velmi dlouho. Potkáváme se na každoročním sympoziu v Třešti, ale stýkáme se i mimo práci. Jmenovat mohu například embryoložku Olgu Teplou, která dlouho působila ve společnosti ISCARE a nyní pracuje v nemocnici u Apolináře, nebo gynekoložku a imunoložku Zdenku Ulčovou-Gallovou z Genetiky Plzeň. Před lety jsme pojaly ideu, že by se měly obě komunity, tedy oblast vědy a praxe, sblížit, aby praktici věděli, co děláme v laboratořích, a my vědci si uvědomovali, co oni potřebují v praxi.

### ■ Co jste zjistili, že potřebují?

Například účinné nástroje ke zjištění stavu spermií. Problém s reprodukcí se týká obou pohlaví, ale čím dál více se ukazuje, že asi 60 procent problémů je na straně mužů. Kvalita spermií klesá a centrum asistované reprodukce se hodí mít dobré a rychlé metody jejich testování. Ty jim můžeme poskytnout. A oni nám zase dávají anonymní mužské spermie k výzkumu. Tady trochu odbočím a vrátím se do minulosti. Dříve se pracovalo především se zvířecími spermiemi, například s kančími. Ty byly opravdu velmi kvalitní, protože se odebíraly z kanců vhodných k inseminaci (řeč je o samcích prasete domácího, kdy se kancem rozumí jedinec vhodný k rozmnožení chovu, na rozdíl od kastrovaných vepřů vhodných k porážce, pozn. redakce). Když jsme začali pracovat s mužskými spermiemi, kvalita se značně zhoršila.

### ■ To je asi logické, pokud spermie pocházely z center asistované reprodukce, tedy často od mužů, kteří měli reprodukční problémy...

Do center asistované reprodukce si chodí občas přivydělat například vysokoškolští studenti. Mnozí z nich ale vůbec nevyhovují normám, a nemohou se tak stát anonymními dárci spermií. Když to říkám na přednáškách, jsou mladí lidé vždycky překvapeni. Zdůrazňuji, že to neplatí obecně, že někteří pánové mají „super spermie“. Hlavně jim připomínám desatero, které by měli dodržovat, pokud si chtějí udržet zdravé spermie, protože

## Pět bodů pro lepší plodnost žen

Vyvarovat se nadváhy i podváhy, které mimo jiné způsobují poruchy činnosti vaječníků.

Chránit se před sexuálně přenosnými chorobami, které bývají častou příčinou neprůchodnosti vejcovodů.

Nekouřit, kouření oslabuje imunitu a brání činnosti hormonů, zvyšuje riziko potratu.

Omezit alkohol a vyhnout se drogám, mají škodlivý vliv na pohlavní buňky a na vyvíjející se plod.

Neodkládat příliš těhotenství, čím vyšší věk, tím menší šance otěhotnět.

*in vivo* metoda je přece jen pořád příjemnější než metoda *in vitro* (smích). Věřím, že na neplodnost nevyměříme.

### ■ Pojí se s asistovanou reprodukcí do budoucna nějaká rizika?

V centrech asistované reprodukce to neradi slyší, ale je možné, že některé příčiny neplodnosti metodou *in vitro* fertilizace šíříme dál. Za normálních okolností by klienti center asistované reprodukce děti neměli, tedy více než 15 procent populace, a číslo stále narůstá. Zatím se úplně přesně neví, jak asistovaná reprodukce ovlivní další generace. První dítě ze zkumavky, Louise Brownová, letos oslaví čtyřicetku a její vlastní děti přišly na svět přirozeně, ale jak to bude u všech ostatních, zatím přesně nevíme. Většina dětí z umělých oplodnění se teprve dostává do reprodukčního věku. Už teď ale víme, že asistovaná reprodukce tak úplně bezpečná není. Některé výzkumy například naznačují horší pohyblivost malých dětí, které se díky ní narodily. Svým studentům říkám, že pokud už by museli jejich služeb využít, ať dají vždy přednost takové metodě, která alespoň částečně podporuje určitý přírodní výběr. Například když k vajíčku ve zkumavce připustíme několik spermií a dorazí k němu jen ta nejaktivnější. Naopak když reprodukce probíhá tak, že lékař uměle spojí pouze jednu spermii s jedním vajíčkem, to už je taková skoro hra na boha.

### ■ Přenos poškození spermií na další generace jste nedávno potvrdili na myších modelech. Vaším hlavním

” Studentům a studentkám říkám, že je potřeba začít od sebe.

## Desatero pro lepší spermie

Nekouřit a vyhnout se drogám, omezit alkohol.

Vyhýbat se horkým koupelím a těsným slipům.

Odpočívat a vyvarovat se stresu, který má negativní vliv na počet spermií.

Omezit pití kávy (podporuje činnost nadledvinek a má podobný účinek jako stres).

Vypít alespoň dva litry tekutin denně, hydratace organismu totiž pozitivně ovlivňuje kvalitu spermií.

Pravidelně se věnovat sexu, pokud jsou spermie v těle příliš dlouho, jejich kvalita klesá.

Jíst rybičky v oleji kvůli obsahu esenciálních mastných kyselin.

Jíst ovoce a zeleninu kvůli antioxidačním účinkům a vejce, mléko a dýňová semínka kvůli zinku.

Jíst listovou zeleninu, luštěniny a chléb kvůli kyselině listové, jejíž nedostatek způsobuje až 90% úbytek počtu spermií.

Nechat se vyšetřit na genitourinární infekce, případně se léčit.

## Cílem přitom bylo zkoumat vliv diabetu na mužskou neplodnost. Co přesně jste zjistili?

První myšlenka na takový výzkum přišla z centra asistované reprodukce, kam docházelo hodně pacientů s diabetem, a oni chtěli vědět, jak je to s kvalitou jejich spermií. Jak cukrovka, tak neplodnost patří mezi civilizační choroby, a pacientů s oběma problémy přibývá. Jak se posunuje věk lidí, kteří kvůli reprodukci přicházejí, až přes třicítku, zároveň se zvyšuje i riziko, že se u nich projeví diabetes. Na výzkumu spolupracuji s Gabrielou Pavlínkovou, která se dlouhodobě zabývá například vlivem cukrovky na embrya.



Ředitelka Biotechnologického ústavu AV ČR Jana Pěkníková má radost, že se jí na pracoviště daří lákat vědce a vědkyně se zahraničními zkušenostmi.

## Co přesně jste tedy s kolegyní zkoumaly a jak?

U skupiny myši jsme navodily diabetes, získaly jsme tak diabetické myši a vedle toho jsme měly kontrolní skupinu zdravých myši. U obou skupin jsme pak sledovaly změny vybraných reprodukčních parametrů, například změny exprese genů odpovídající za tvorbu a kvalitu spermií a další. Zjistily jsme, že diabetes opravdu ovlivňuje reprodukci. A co na tom považují za ještě zajímavější, protože studie byla multigenerační, zjistily jsme, že potomci diabetických myši si nesou určité poškození spermií dál.

## Lze stejné problémy předpokládat i u lidí? Nakolik jsou myši modely určující?

Momentálně pracujeme na výzkumu vlivu diabetu na lidské spermie. Spolupracujeme přitom s nemocnicí v Motole, s Milanem Mackem a Kateřinou Štechovou, kteří nám dodávají anonymní vzorky spermií od mužů s diabetem. U myši je situace samozřejmě jednodušší, výsledky jsou rychlejší. U lidí je komplikovanější, jsou nutné souhlasy, doprava vzorků, výsledky budou pomalejší. Nicméně při interpretaci výsledků ze zvířecích modelů na humánní medicínu je třeba velké opatrnosti. Do konce roku, kdy nám končí grant, ale určitě budeme mít k dispozici první výsledky.

Při zběžném nahlédnutí do seznamu zaměstnanců Biotechnologického ústavu AV ČR mi přišlo, že u vás pracuje hodně žen, možná polovina všech pracovníků, některé z nich na vedoucích postech. Ptám se proto, že se v poslední době hodně mluví o znevýhodněném ▶

## BIOTECHNOLOGICKÝ ÚSTAV AV ČR

Připomíná si 10 let existence a dva roky fungování ve Vestci v rámci BIOCEV.

Biotechnologický ústav AV ČR vznikl v lednu 2008 z několika vědeckých týmů krčského Ústavu molekulární genetiky (ÚMG) zaměřených na biotechnologický výzkum a jeho využití v praxi. V roce 2016 se pak, už jako součást centra BIOCEV Akademie věd ČR a Univerzity Karlovy, biotechnologové přestěhovali do moderního areálu ve Vestci u Prahy. Vybudování centra BIOCEV podpořila Evropská unie v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj (ERDF).



### postavení žen (zejména matek malých dětí) ve vědě. Jaký je váš názor? Myslíte si, že je dobré ženy ve výzkumu podporovat?

Polovina našich zaměstnanců jsou ženy, což je dáno i biologickým zaměřením ústavu, pracuje u nás také hodně vědeckých pracovníků, studentek a laborantek. Myslím si, že všichni máme rovnou šanci podílet se na všech projektech. Ale pokud se žena rozhodne dělat vědu naplno, potřebuje podporu rodiny. V době, kdy jsem začínala já, neexistovaly granty zaměřené na ženy, třeba L'Oréal. Pro mě tedy byla klíčová podpora manžela a babičky. Ale i tak to bylo komplikované. Řeknu vám příklad, když jsme letěli na sympozium, všimla jsem si, jak mají kolegové spakovaný kufr a relaxují, zatímco já se přičítala do letadla, dosedla a hlavou se mi honilo, jestli jsem doma připravila krabičky s jídly na celý týden pro všechny, jak jsem narychlo dodělávala přednášku, na poslední chvíli vyzvedávala diapositivy k prezentaci a podobně. Takže znevýhodnění to určitě bylo a myslím si, že něco podobného ženy pocítují i dnes. Možná se o to více snaží, kolegyně Kateřina Hortová, která po mně vede laboratoř reprodukční biologie, má dvě malé děti a přitom je v práci velice úspěšná.

### Podporujete nějak konkrétně například vědkyně vracející se z rodičovské dovolené?

Máme školku pro děti zaměstnanců v areálu Akademie věd v Krči. Akce přímo směřované na matky sice nepodnikáme, ale mají mou psychologickou podporu, fandím jim. Zavedli jsme relativní volnost pracovní doby, nestojím ve dveřích a nekontroluji, v kolik přesně kdo přichází a odchází. Mnohem podstatnější pro mě je, že skupiny perfektně fungují, získávají granty a předkládají výsledky. Když se u nás dělá konkurz, určitě se

nepřihlíží k tomu, zda přijde muž, nebo žena, nýbrž k jejich motivaci a výsledkům.

### Zažila jste někdy v minulosti, jakožto řadová vědkyně, nějakou formu skryté či dokonce otevřené diskriminace?

Pamatuji si třeba, jak mi některé kolegyně říkaly, nechod' tam raději s dětmi za ruku. Domnívám se, že v současné době v Akademii věd diskriminace není. Je přirozené, že žena kolem třicítky bude rozumná, zvláště když jako biologka ví, jaké jsou v pozdějším věku problémy s reprodukcí, a otěhotní. Je to normální a v pořádku. Mám zkušenost, že takové ženy se vracejí zpátky. Například má bývalá doktorandka, nyní postdoktorandka Eva Žatecká, čeká druhé dítě a je velice aktivní, je spoluautorkou publikace, stále chce vědět, co děláme, ta se k nám zcela určitě vrátí. Její motivace je velká. Navíc jejím manželem je Zdeněk Lánský, také vědec z našeho ústavu, bezvadný člověk, který svou ženu podporuje, a když je potřeba, sám s dítětem doma zůstane. Možná, že za mého mládí jsme měli podmínky těžší, já mám dvě děti a pět vnoučat, ale řeknu vám, že nejsem zrovna dobrá babička na hlídání.

### Biotechnologický ústav AV ČR si letos připomíná 10. výročí vzniku. Vy jste ředitelkou podstatnou část jeho existence. Jak byste srovnala situaci ústavu tehdy a nyní?

Naše práce od počátku záměřila dvěma směry. Jedním je studium patologických stavů buňky, zjišťování jejich příčin a vývoj nových léčebných a diagnostických postupů, například v reprodukční oblasti. Druhým je strukturní biologie a proteinové inženýrství, protože pochopení struktur studovaných molekul a jejich interakce lze využít v praktických aplikacích. Dohromady vše tvoří logický celek. Za uplynulých 10 let se nám podařilo navázat a udržet mezi oběma směry

„Přijmout do týmu ženu, nebo muže? Důležitá je motivace a výsledky.“

úzkou spoluprací. Navýšil se počet zaměstnanců i laboratoři a k dispozici máme velmi kvalitně vybavená servisní pracoviště. Naši chloubou jsou unikátní přístroje, které nikde jinde v České republice nenajdete.

### ■ O jaké přístroje jde a k čemu je využíváte?

Například přístroje v Centru molekulární struktury poskytují komplexní přístup ke studiu prostorové struktury, funkce a biofyzikálních vlastností biologických molekul. Další máme v Gene Core – servisním pracovišti, které se specializuje na poskytování služeb v oblasti qPCR (kvantitativní polymerázová řetězová reakce neboli sledování úseku DNA v reálném čase, pozn. redakce). Na zcela unikátním přístroji Fluidigm BioMark lze dokonce zkoumat až 96 genů najednou, skoro jako v Jáchymě, hoď ho do stroje.

### ■ Jak se vám daří získávat zahraniční odborníky, případně přivést zpět české talentované vědce, kteří původně odešli za studiem či kariérou do zahraničí?

Mám radost, že se nám to daří. Například laboratoř strukturních proteinů vede již zmíněný Zdeněk Lánský, který dříve úspěšně působil v německém Max Planck Institutu. Ze zahraničí se vrátil i Cyril Bařinka, jenž získal Fellowship J. E. Purkyně a díky němu sestavil celou laboratoř (laboratoř strukturní biologie, pozn. redakce). Svůj tým si přivedl Jan Dohnálek, vedoucí laboratoře struktury a funkce biomolekul, který k nám přešel z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR. Úspěšná vedoucí laboratoře molekulární patogenetiky Gabriela Pavlínková nastoupila do ústavu z americké University of Nebraska, když získala reintegrační grant. Působí u nás spousta dalších lidí ze zahraničí, díky tomu, že jsme jim mohli nabídnout lákavé podmín-

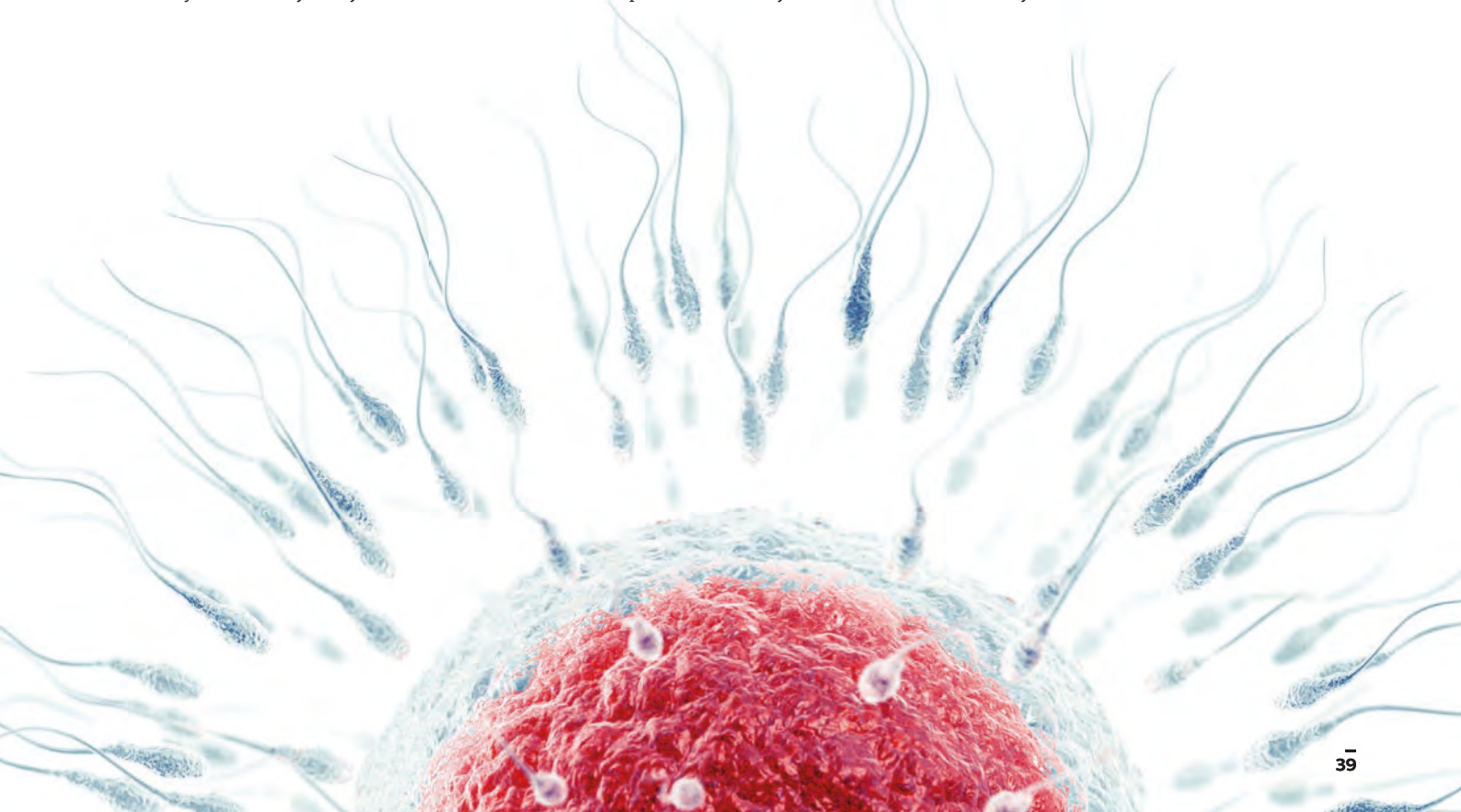
ky – špičkové přístroje, moderní prostředí a především finanční podporu na počátku, což je pro rozjezd vždy důležité. Naštěstí mohu dodat, že jsme docela úspěšní v grantech a užijeme se.

### ■ Nakolik se daří aktivně spolupracovat s biotechnologickými společnostmi, soukromými firmami?

Jsme součástí klastru, ale nejsem si jistá, zda funguje tak, jak by měl. V Česku nemáme tolik biomedicinských firem, kolik bychom potřebovali. Ale naštěstí jsou výjimky, úspěšně jsme spolupracovali například s firmami EXBIO nebo Vidia. Potřebovali bychom více pomoci s přenosem výsledků našeho výzkumu do praxe. Jsme schopni sepsat a podat patenty, ale světové patenty už jsou milionové záležitosti. Drahé jsou také práce na preklinických a klinických testech nových léčebných látek. Například výzkum MitoTamu, který má velmi dobrou perspektivu stát se účinnou protirakovinnou látkou, podporují soukromí sponzoři, firmy SmartBrain a KKCG. Díky nim může mezinárodní česko-australský tým v čele s Jiřím Neužillem pokračovat dál, my sami bychom to nikdy nemohli zaplatit. Firem ochotných takto sponzorovat výzkum ale není mnoho.

### ■ Zabírá vám řízení ústavu a s ním spojená administrativa příliš mnoho času? Nechybí vám aktivní výzkumná práce? Už máte rozmyšleno, na co se zaměříte v budoucnosti?

Mé druhé funkční období v roli ředitelky ústavu skončí za dva roky. Co budu dělat potom, ještě úplně přesně promyšlené nemám. Úplně se odstříhnout od práce by jistě bylo těžké. Určitě se budu ráda více věnovat vnoučatům, zároveň mám ale ještě vědecké závazky u několika doktorských a magisterských studentů. Zatím bych budoucnost nechala otevřenou, nemyslím si, že jen tak zavřu dveře a odejdu. □



# Tančím? Agituji!

Dívka si oblékne fěrtoušek, zapne kordulku, uváže šátek a nazuje střevíce. Zaplete si cop a do vlasů vetkne pár pestrých pentlí. **Chystá se na vesnickou tancovačku? Ale kdepak, jde agitovat. A možná o tom ani neví.** Píší se padesátá léta 20. století a budování socialismu je v plném proudu.



**K**ultura a ideologie k sobě za minulého režimu měly velmi blízko. Co mají tedy lidové tance společného s prosazováním politické moci reálného socialismu? Na dichotomii folklorního hnutí se v projektu *Tíha a beztíže folkloru*: folklorní hnutí druhé poloviny 20. století zaměřila etnoložka Daniela Stavělová z Etnologického ústavu AV ČR. Téma pro ni není cizí, sama prošla několika folklorními soubory a věnuje se také choreografické tvorbě.

„Nejde o zkoumání folkloru jako kulturního projevu, ale společenského fenoménu, který sledujeme v nějakém sociokulturním kontextu. Studujeme ho nejen v proměnách kulturních a sociálních, ale i politických a ideologických,“ říká Daniela Stavělová. Zásadní otázka výzkumu zní: do jaké míry bylo folklorní hnutí nástrojem politické moci a v jaké míře mohlo fungovat z nedostatku jiných volnočasových aktivit jako jakýsi vnitřní exil a prostor pro alternativní myšlenky a realizaci vlastních strategií?

### MY JSME LID

V padesátých letech se folklor stal nástrojem politické propagandy a kulturní politiky, v podstatě nahrazoval v té době

ideologicky nepřijatelnou tvorbu. Jazz, moderní tanec a jiné umělecké projevy, které tehdy existovaly, se pojily spíše s kapitalistickým světem, kdežto hudební a taneční folklor se stal ve fázi budování socialismu režimem upřednostňovaným kulturním a uměleckým projevem. Umožňoval naplňovat ideu masovosti, jednoty a kolektivismu. „Už od konce čtyřicátých let a hlavně v letech padesátých vznikalo mnoho folklorních souborů (tehdy se jim říkalo soubory lidových písní a tanců), které měly být hlavními nositeli kultury socialistického realismu. Na konci padesátých let už se ale začalo hovořit o takzvané tíze folkloru. Znelíbila se jeho přemíra a přílišná mediální pozornost, která mu byla věnována,“ upozorňuje Daniela Stavělová.

Přestože se krátce poté počet podobných těles snížil, zůstávalo provozování folkloru i nadále státem podporovanou činností, která byla vedle dalších volnočasových aktivit součástí tzv. zájmové umělecké činnosti. Folklorní soubor se stal představitelem ideologicky pojaté kultury

jako kultura lidová a pro lid. Folklorní hnutí se tak ve smyslu nevinné zábavy a uměleckého využití stalo nástrojem politické agitace. Uvědomovali si členové souborů tuto podvojnou roli?

”

**Hudební a taneční folklor se v padesátých letech 20. století stal nástrojem politické agitace.**

Daniela Stavělová

Beztíže v názvu projektu upozorňuje také na jinou fázi či vnímání této aktivity a na její ambivalentnost. Bylo to zejména po roce 1968, v sedmdesátých a osmdesátých letech, kdy se paradoxně politicky preferovaná volnočasová aktivita stává útočištěm pro lidi, kteří kvůli svému politickému přesvědčení nenalezali dostatečnou seberealizaci například v zaměstnání. Ve výpovědích narátorů se vyskytlo například spojení „schoval se do folkloru“ nebo „byl to ostrůvek svobody“, což znamená, že tam našli možnost uplatnění a pocit naplnění. I tato rovina je spojená s možností kulturního využití a zábavy. Pro někoho znamená čas strávený tancem útek do jiného světa od každodenních starostí, pro jiného setkávání s kamarády se stejnými zájmy. Někdo prostě jen rád tančí. Tato zábava však často dostávala hlubší význam – Daniela Stavělová používá termín „vnitřní emigrace“, jakýsi únik před realitou politického systému. Zázemí folklorních souborů paradoxně poskytovalo lidem prostředí, které mohli díky jeho „nevinné“ náplni vnímat jako apolitické, slovy sociologa Zygmunta Baumana jako „bezpečné místo v nejistém světě“.

**Tříletý projekt „Tíha a beztíže folkloru: folklorní hnutí druhé poloviny 20. století“ finančně podporuje Grantová agentura ČR. Součástí jedenáctičlenného týmu jsou badatelé i externí spolupracovníci Etnologického ústavu AV ČR a podílejí se na něm výzkumníci z Centra orální historie při Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR.**



První sjezd Československého svazu mládeže v Praze roku 1950, jehož prvořadým úkolem byl nábor nových členů. Na účastníky z portrétu dohlíží generální tajemník Komunistické strany Sovětského svazu Josif Vissarionovič Stalin.

## NEVINNÝ VÝVOZNÍ ARTIKL

Ke koloritu fungování souborů patřily tréningy, veřejná vystoupení, soutěže, přehlídky a u těch nejúspěšnějších také cesty do zahraničí. Pro mnohé členy to byla většinou jediná šance, jak se dostat za železnou oponu. „Součástí politiky druhé poloviny dvacátého století bylo podporovat internacionalismus a folklorní soubor se tak na mezinárodních festivalech stával vhodným nástrojem pro reprezentaci – jakousi výkladní skříní národa. Předváděl se mladý, krásný, optimistický a radostný člověk,“ připomíná Daniela Stavělová. Důraz se kladl na jednotu a kolektivismus. Díky pestrobarevným kostýmům, někdy až živočišné energii mladých tanečníků a masovému pojetí produkce to vypadalo, že na pódiu spontánně tančí skutečný lid. Navenek apolitické pozlátko, ve skutečnosti ten nejnevinnější nástroj politické moci a výhodný vývozní artikl.

## HLEDÁNÍ BEZPEČNÉHO MÍSTA V NEJISTÉM SVĚTĚ

Nahlížení na tento druh zábavy se během let měnilo. Ačkoli dnes vnímáme folklorní hnutí spíše jako reziduum dob minulých, je o soubory velký zájem. „V devadesátých letech se soubory omladily, zůstali ale i mnozí starší členové. Nastal příliv nové generace, která nemá potřebu předchozí období hodnotit, naopak má své důvody, pro které jsou jí hodnoty lidové hudební a taneční kultury blízké. Přichází generační vlna, jež k folkloru přistupuje velmi erudovaně, chce se o něm něco dozvědět,“ říká Daniela Stavělová.

doc. Mgr. **DANIELA STAVĚLOVÁ, csc.**

**Etnologický ústav AV ČR**



Vystudovala etnologii a historii na Filozofické fakultě Univerzity Karlovy a taneční pedagogiku na Akademii múzických umění. Byla postupně tanečnicí a choreografkou Souboru J. Vycpálka, umělecké skupiny Chorea Bohemica, založila také vlastní soubor Rustica. Věnuje se etnochoreologii, taneční antropologii a historicko-antropologickému studiu taneční kultury. Od roku 1996 pracuje jako vědecká pracovnice a opakovaně jako vedoucí oddělení etnomuzikologie v Etnologickém ústavu AV ČR, jehož řízením je v současné době pověřena.

Jedna motivace ale zůstává stále stejná – najít alternativu vůči žité realitě. Folklor se prezentuje na pódiích, ale také na divadelních scénách, mnohdy se stává prostředkem společenské zábavy a setkávání. S ohledem na dobu se liší i výběr témat. Jsou mnohdy vážnější, lyričtější, vytváří se podoba svěbytného humoru inspirovaného bezprostředností a přímou čarostí lidových písní a jejich satirickým obsahem. Lidový taneční projev vždy byl a dosud je jakýmsi neverbálním způsobem komunikace a pro badatele se jeho zkoumání stává cestou, jak se o naši společnost dozvědět to, co se ukrývá pod

povrchem vnější rétoriky a propagandistických idejí. Smyslem projektu je tedy podle Daniely Stavělové zachytit především motivace lidí, které je vedly k účasti ve folklorních souborech v proměňujícím se kulturním, společenském a politickém kontextu, a zohlednit tak různé způsoby prožívání běžných lidských témat – byť často v kulisách dobové propagandy. Otázkou tedy zůstává, do jaké míry si členové souborů uvědomovali politickou skutečnost a do jaké míry byla jimi tato činnost vnímána jako prostor pro alternativní myšlenky, které se neslučovaly s mainstreamem. □



## POJĎME SI POPOVÍDAT

Výzkumníci pracují především metodou orální historie, kterou kombinují s dalšími postupy tzv. etnografického rozhovoru. V České republice vytipovali třicetku souborů, z nichž vybrali pětici informátorů/narátorů z různých etap činnosti souboru. Jsou to tanečníci, hudebníci, ale i choreografové či členové vedení souboru. S každým vedou alespoň tři rozhovory. Při prvním setkání si nechají převyprávět jejich životní příběh, zbylé rozhovory jsou dialogické: výzkumník/tazatel se nejen ptá, ale často se empaticky připojuje k úvahám nárátorů a mnohdy neskrývá ani své postoje, kterými může motivovat k uvolněnějšímu průběhu rozhovoru.



# Jak získat milion dolarů?

Matematika, kterou se učíme ve škole, vypadá jako dokončená záležitost, už není o čem bádát, co vynalézt nebo objevit. Omyl! **Matematika jako vědní obor – nejen s rozvojem fyziky či výpočetní techniky – stojí před stále novými výzvami.** Zároveň ale také před několika letitými, které dosud vyřešit nedokázala...

**P**sal se rok 1900, když jeden z nejlepších matematiků novodobé historie David Hilbert předestřel ve své přednášce 23 otevřených matematických problémů. Většinu z nich dokázali vědci v následujících 100 letech vyřešit. Inspirován tímto seznamem vyhlásil v roce 2000 Clayův matematický institut tzv. problémy milénia – sedm nejdůležitějších výzev soudobé matematiky. Na vyřešení každého z nich vypsal odměnu milion dolarů. Do dnešního dne se úspěch povedl jen u jediného, tzv. Poincarého domněnky (Grigorij Perelman ale lukrativní odměnu převzít odmítl). Zbýlých

šest na své pokoreni čeká. A dost možná bude čekat ještě hodně dlouho.

Pro matematiku bylo vyhlášení problémů milénia úspěšným pokusem, jak ji zpopularizovat. Již na základní a střední škole se většinou zdá žákům složitá, na vysoké škole tím spíše. Zabývat se matematikou jako vědním oborem je pochopitelně ještě náročnější. Navíc přetrvává dojem, že v ní není už co vymýšlet, objevovat, dokazovat. Problémy milénia ale dokládají, že matematika není dokončená kniha.

Sedm největších výzev podle Clayova institutu neláká jen laiky. Dva z nejlepších českých matematiků se zabývají

mimo jiné právě jimi (a začali se jim věnovat dávno předtím, než na ně byla vypsaná odměna). Oba dva, Pavel Pudlák a Eduard Feireisl, působí v Matematickém ústavu AV ČR. Přestože se každý věnuje něčemu jinému, mnohé je spojuje. Patří mezi respektované osobnosti i za hranicemi České republiky, oba získali ERC Advanced Grant, což se ve vědeckém prostředí považuje za jedno z největších uznání kvality (v Česku jej dosud získalo jen sedm vědců). Také je zdobí mnohá ocenění. Pavel Pudlák například koncem loňského roku získal Cenu Neuron a Eduard Feireisl medaili Bernarda Bolzana.

## PROBLÉM MILÉNIA: P VERSUS NP

Matematika se jako vědecká disciplína zakládá na logice. Z ní vychází celý matematický aparát. Sice intuitivně chápeme, co je číslo a co třeba sčítání, ale i tyto pojmy potřebuje matematika přesně definovat, aby fungovala kdekoli a kdykoli stejně, nezávisle na tom, kdo ji používá. Pokud chceme proniknout hlouběji k matematickým základům, zjistíme, že vše stojí na tzv. axiomech, matematických větách a důkazech. Matematický důkaz je logická konstrukce, jež je při daných výchozích předpokladech (axiomech) nespochybnitelná a vždy správná. Mnoho důkazů je poměrně jednoduchých a srozumitelných i žákům ve školách – například důkaz tvrzení  $a > 1 \Rightarrow a^2 > 1$  (když číslo  $a$  je větší než 1, také  $a$  krát  $a$  je větší než 1). Komplikovanější domněnky, hypotézy a teorie si ale žádají složitější důkazy. A někdy jsou složité i důkazy zdánlivě jednoduchých tvrzení.

Každý z nás se učil písemně sčítat dvě čísla „pod sebe“ a zrovna tak násobit. Při číslech o několika málo cifrách o tak složité operaci nejde. Představme si ale sčítání a násobení dvou čísel o 10 cifrách. Jejich sečtení bude nepochybně jednodušší než jejich násobení. Přesto však není dosud možné matematicky dokázat, že to tak skutečně je. „Víme, že existují daleko efektivnější a rychlejší algoritmy pro násobení než způsob, jaký se učí ve škole – tedy alespoň pro velká čísla. Jsou ale pořád pomalejší než sčítání... A zkrátka nevíme, zda neexistuje nějaký skvělý algoritmus, který by násobení vypočítal stejně rychle jako sčítání,“ poznamenává Pavel Pudlák z Matematického ústavu AV ČR, expert na teorii složitosti, oblast matematiky, jež se zabývá tím, jak obtížné je něco vypočítat.

Základem je algoritmus, tedy postup, metoda, proces, jakým se něco počítá. Někteří odborníci hledají stále lepší algoritmy pro jednotlivé typy úloh. Jiní, teoretičtí matematici, se snaží dokázat, že výpočet pro danou úlohu nelze pod určitou mez zrychlit (neboli, že daná úloha je nějakým způsobem těžká). „Když máte nějaký algoritmus, lze dokázat, že pracuje v určitém čase. Chcete-li ale ukázat, že

neexistuje žádný jiný, který danou úlohu počítá rychleji než určitá mez, musíte prokázat, že to platí pro úplně každý postup, který si lidé vymyslí.“ To je samozřejmě velice obtížné, protože těžko lze dopředu vědět, jak mohou všechny vypadat. „Dělá se to tak, že u těchto algoritmů hledáte nějaké vlastnosti a musíte dokázat, že to nejde lépe,“ vysvětluje Pavel Pudlák.

Proč vůbec dokazovat, že matematická úloha je, nebo není těžká? Zní to podivně, ale má to velký význam nejen pro matematiku, ale pro každého z nás. Teorie složitosti má praktický dopad na kryptografii neboli šifrování.

Soudobé šifrování se zakládá na jednoduchém, ale účinném principu: součin dvou velkých čísel lze snadno vypočítat, naopak rozklad velkého čísla jednoduchý není. Dejme tomu, že chcete vynásobit prvočíslo o 70 číslicích jiným prvočíslem o 70 cifrách. Získáte 140místné číslo. Takovou úlohu současné počítače hravě zvládnou. Zvládli byste ji i vy násobením na papíře, jen by to dlouho trvalo. Taková úloha je tedy principiálně lehká.

Obráceně to však nefunguje. Dostanete-li číslo o 140 cifrách s informací, že je součinem jen dvou prvočísel, najít tato dvě čísla je i pro nejlepší počítače úloha na hranici možností. Toho využívá kryptografie. Když totiž jeden z dvojice drží „klíč“, tedy jedno z prvočísel, z nichž se velké číslo skládá, dokáže hravě číslo rozložit na dvě. Bez tohoto prvočísla (klíče) jde ale o složitou úlohu. Jenže matematikům se nedaří dokázat, že to opravdu složité je. A právě tomu se věnuje jeden z problémů milénia nazvaný „P versus NP“.

## RÚZNÉ TRÍDY SLOŽITOSTI

P a NP jsou třídy složitosti neboli množiny matematických úloh. Zatímco do P patří zjednodušeně řečeno úlohy, které lze vyřešit „v rozumném čase“, do NP náležejí nad rámec toho ještě další úlohy, jež „hrubou silou“ (neboli prostým zkouše-

ním možností) v reálném čase řešitelné nejsou – třeba právě rozklad velkých čísel. Jde o úlohu, u níž jednoduchý algoritmus řešení neznáme. Nicméně pokud dostanete nějaký návrh na výsledek, lze snadno ověřit, zda je, nebo není správným řešením.

Když dostanete za úkol rozložit číslo 27 781 109 na součin dvou prvočísel, nejspíše začnete zkoušet jedno prvočíslo za druhým (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17...), než dojdete k tomu správnému. Potrvá to jistě dlouho. Jestliže vám však někdo předloží číslo 4409, snadno ověříte, že je správným řešením (stejně jako bude snadné zjistit, že třeba číslo 4407 správným řešením není). Úloha samozřejmě začíná být složitější se vzrůstajícím počtem cifer...

Matematici již vymysleli postup, který dokáže rozložit třikrát delší čísla než triviální algoritmus (tedy postup zkoušení jednoho prvočísla po druhém). Zatím ale nenašli „dostatečně rychlou“ metodu, jak taková prvočísla nalézt. Za rychlý algoritmus se považuje tzv. polynomiální, naopak za pomalý tzv. exponenciální. Z problému milénia vyplývá otázka, zda

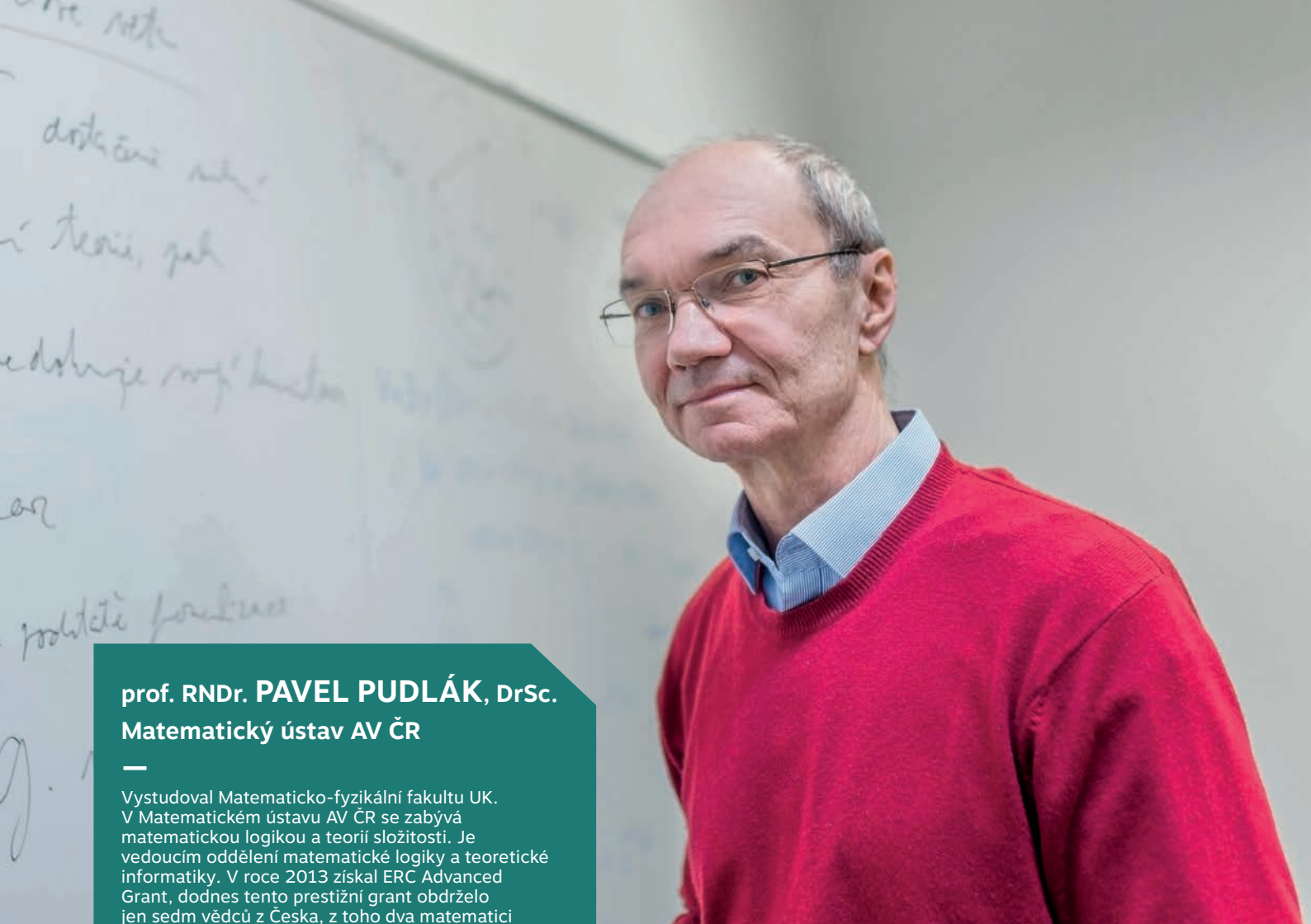
pro všechny úlohy existuje rychlý (polynomiální) algoritmus řešení. Jsou jen dvě možnosti. Buď existuje vždy (což je třeba dokázat), a tedy  $P = NP$ , nebo existuje aspoň jedna úloha, pro kterou rychlý algoritmus neexistuje, a musíme se smířit s tím, že prostě navždy složitou úlohou zůstane.

Vědci se spíše přiklání k variantě, že P a NP si rovny nejsou (přesněji řečeno, že P je vlastní podmnožinou NP). Jinými slovy, že těžké úlohy zkrátka

existují. Jen to zatím nedovedou dokázat. Na toho, komu se to povede, čeká milion dolarů. Důsledky případného úspěchu budou přínosné zejména pro matematiku samu... a také uklidní kryptografy, že je jejich šifrování bezpečné. Naopak, pokud

” Porovnání ERC grantů pro nás nevyznívá dobře. Západní státy jsou o třídu napřed před východními. Jsme takový průměr mezi východními státy. Úplná špička tedy není v Česku až tak silná. Myslím ale, že dosahujeme úroveň těsně pod ní.

Pavel Pudlák



**prof. RNDr. PAVEL PUDLÁK, DrSc.**  
**Matematický ústav AV ČR**

Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK. V Matematickém ústavu AV ČR se zabývá matematickou logikou a teorií složitosti. Je vedoucím oddělení matematické logiky a teoretické informatiky. V roce 2013 získal ERC Advanced Grant, dodnes tento prestižní grant obdrželo jen sedm vědců z Česka, z toho dva matematici (Pavel Pudlák a Eduard Feireisl). Je autorem více než 100 odborných prací s citačním ohlasem přes 2000 (h-index 28). V prosinci roku 2017 byl vyznamenán Cenou Neuron za přínos světové vědě. „Chcete-li dosáhnout úspěchu, musíte dělat něco, co vás opravdu baví,“ říká.

by se nakonec prokázalo, že  $P$  je rovno  $NP$  (tedy že všechny úlohy jsou řešitelné v reálném čase), současný systém šifrování by se otřásl v základech.

I když ani to není přesné konstatování. „Může se totiž stát, že ačkoli se  $P$  nerovná  $NP$ , zrovna právě úloha rozkladu velkých čísel těžká není (patří do  $P$ ) a systémy veřejných klíčů bezpečné nejsou,“ doplňuje Pavel Pudlák. Naopak třeba existuje aspoň jedna jiná složitá úloha, kterou řešit neumíme. Takovou je (alespoň prozatím) problém obchodního cestujícího: máme několik bodů na mapě a hledáme nejkratší cestu, jak je všechny projít a vrátit se zpět do původního místa. Tato úloha (přestože existují algoritmy nalézající přibližné řešení nebo jedno z kratších řešení) je velmi složitá a také se pro ni zatím nedaří nalézt rychlý algoritmus.

cesty lze prostě změřit, poté porovnat a vybrat nejkratší. Jenže čím je na mapě bodů více, tím se úloha značně komplikuje a prostým zkoušením nebo porovnáváním všech řešení se výsledku nedobereme. Prostě proto, že možných variant je tolik, že je nejlepší počítače (ani v blízké budoucnosti) nestihnou všechny najít, změřit a porovnat. Podobně těžkých úloh jsou stovky.

Kryptografové tedy asi mohou zůstat ještě dlouho v klidu. Zato matematici ne – někteří tvrdí, že  $P$  versus  $NP$  je ze zbývajících problémů milénia nejtěžší. „Mezi odborníky jsou skeptici, kteří jsou přesvědčeni, že vyřešení nedosáhneme ani za 200 let. Když se ale podívám, co se podařilo ve 20. a 21. století, věřím, že tak beznadějně to není. Zatím k tomu ovšem blízko nemáme,“ přiznává Pavel

Jde o podobný případ jako s rozkladem čísel – máme-li bodů na mapě málo, všechny možné

Pudlák. Se svou skupinou přidává do skládačky další dílky. Studují speciální případy úloh a hledají meze současných metod v dokazování dolních odhadů složitosti – spodních mezí času, pod kterou daná úloha určitě řešit nejde. „Doufáme, že díky novým myšlenkám, které se při řešení speciálních případů objeví, nasbíráme spoustu metod, pomocí nichž vyřešíme nakonec i fundamentální problém,“ vysvětluje přístup teoretických matematiků Pavel Pudlák. A čeští vědci třeba významně přispějí ke konečnému výsledku. Není to ale jediný z velkých matematických úkolů, jemuž se věnují...

## **PROBLÉM MILÉNIA: NAVIEROVY-STOKESOVY ROVNICE**

Když v první polovině 19. století Claude Navier a George Stokes nezávisle na sobě odvodili rovnice pro proudění tekutin, nemohli tušit, že právě tyto matematické formule zůstanou dalších více než 150 let ▶

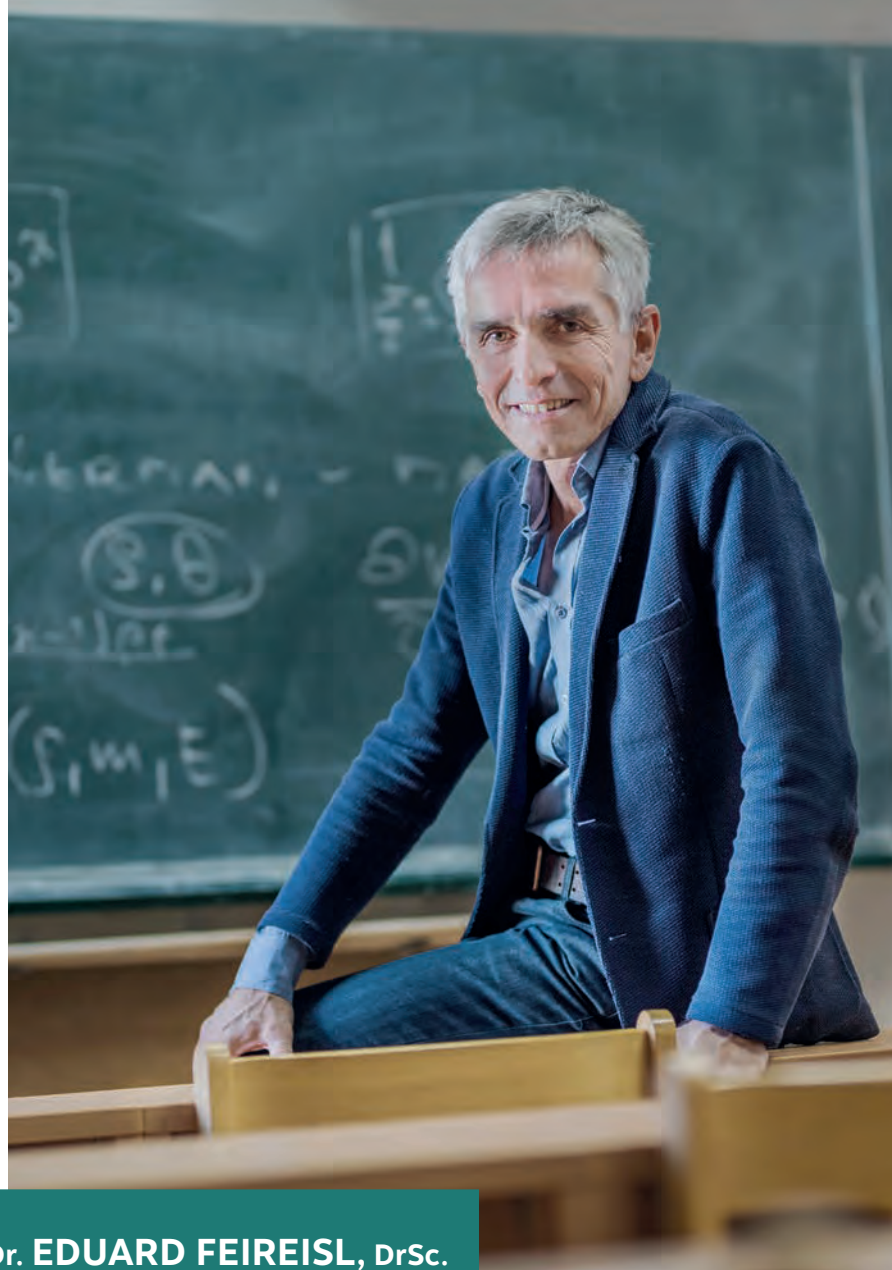
nevyřešeny. Rovnice popisují proudění tzv. vazké nestlačitelné tekutiny a tvoří základ pro jejich fyzikálně-matematický popis (přestože si to v běžném jazyce neuvědomujeme, v češtině tekutinou označujeme kapaliny i plyny – třeba vzduch).

Oblasti matematického modelování proudění tekutin se dlouhodobě věnuje Eduard Feireisl z oddělení evolučních rovnic Matematického ústavu AV ČR. Byť je teoretickým matematikem, jeho práce má nemalé praktické aplikace. Hodí se třeba pro meteorologické a aerodynamické modely (konstrukce letadel, automobilů), nebo dokonce i pro modelování plynných vesmírných objektů (třeba vývoj atmosféry Jupiteru).

Oddělení, v němž Eduard Feireisl působí, se zabývá diferenciálními rovnicemi, které popisují nějaký děj. Konkrétně jevy, jež se vyvíjejí v čase – v ideálním případě lze pomocí modelu z informací o současném stavu vypočítat, jak bude vypadat v budoucnu. Příkladem je třeba proudění vody v turbíně nebo kolem ponorky, tok krve v cévách, pohyb zástupu lidí v metru a davová evakuace diváků z plného fotbalového stadionu, v praxi se ale nejvíce uplatní v předpovědi počasí.

Těžištěm práce teoretických matematiků v této oblasti je matematická analýza rovnic. Několik rovnic tvoří tzv. model, přičemž teoretici zkoumají, zda má řešení. Na základě analýzy navrhnou numerické schéma, které se používá k samotnému výpočtu v počítači.

„Zkoumáme přesnost matematických modelů, zjišťujeme proč přesné nejsou. Zda se například stala chyba ve výpočtu, nebo je špatně celý postup. Stejně tak u složitých modelů zkoumáme, jestli by se daly zjednodušit, aniž by se ztratila přesnost výsledku,“ říká Eduard Feireisl. Matematické teoretické analýzy jsou důležité – nejednou se již stalo, že matematický model byl z teoretického hlediska špatný, inženýrům ale poskytoval zdánlivě korektní řešení,



## prof. RNDr. EDUARD FEIREISL, DrSc. Matematický ústav AV ČR

Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK. Většinu kariéry strávil v Matematickém ústavu AV ČR. Absolvoval půlroční pobyt na univerzitě v Oxfordu, byl hostujícím profesorem mj. v Nancy, Mnichově či Madridu. Přednesl přes 100 zvaných přednášek na mezinárodních konferencích, mj. na International Congress of Mathematicians v Pekingu v roce 2002. Je autorem více než 200 odborných publikací s 2500 citacemi (h-index 29). V roce 2008 získal Akademickou prémii, v roce 2013 ERC Advanced Grant. Je autorem tří monografií, z nichž jednu vydalo prestižní nakladatelství Oxford University Press.

a tak jej použili. A s ne příliš šťastnými výsledky.

Analytická řešení mohou odhalit slabinu daného modelu. „U předpovědi počasí se chci nejen dozvědět, jak bude dnes, ale i zítra. Potřebuji proto vědět, jestli proces neovlivňuje nějaká velká náhoda, tedy zda nemůže dojít k nějaké

extrémní odchylce od očekávaného průběhu.“

## TEORIE SLABÝCH ŘEŠENÍ

Významný výsledek Eduarda Feireisla představuje teorie slabých řešení pro model, který bere v úvahu, že tekutina je stlačitelná, vede teplotu a je vazká. Tento model zohledňuje podstatné reálné vlastnosti. Přestože vždy existují faktory, které každý model zanedbává. Jinak to ani nejde. Kdyby měl model zahrnout všechny okolnosti (třeba i intenzitu magnetického pole Země v daném místě), bude příliš složitý. Navíc přidáním každého dalšího faktoru do rovnice se zvyšuje pravděpodobnost chyby při následných numerických výpočtech.

Jak to souvisí s problémem milénia? Navierovy-Stokesovy rovnice jsou zákla-

dem rovnic pro proudění tekutin. Každý výsledek – včetně onoho od Eduarda Feireisla – v oblasti modelů těchto dějů tedy posouvá matematiky blíže k vyřešení více než 150 let starého problému. Samotná rovnice ale zatím své analytické řešení nezná. Takzvané zobecněné řešení pro speciální případy ale už ano. Matematici jej nazývají slabým řešením. „V podstatě to znamená, že rozšíříme množství objektů, o nichž řekneme, že jsou řešením dané rovnice,“ vysvětluje Eduard Feireisl.

Slabá řešení mohou poskytovat skvělé výsledky pro specifické případy, ale otázkou je, nakolik se liší (pokud vůbec) od analytického, laicky řečeno „pravého“ řešení (matematici jej nazývají silné nebo hladké) z Navierovy-Stokesovy rovnice. Zabýval se tím i Eduard Feireisl a jeho výsledek měl pro obor nečekaný přínos. Jeho teorie zavádí matematický pojem „relativní entropie“ – nástroj, který umožňuje měřit nebo odhadovat, jak daleko jsou od sebe dvě různá

řešení daného problému. „Pro zmíněný systém stlačitelných vazkých tekutin vedoucích teplo jsme dokázali, že slabá a silná řešení musejí být stejná, tedy pokud silné řešení existuje.“

Má to zcela zásadní význam. Pokud vědci pro specifický případ naleznou slabé řešení, hledané silné řešení 150 let starého problému – pokud bychom jej našli – by pro danou situaci nepřineslo odlišný výsledek. Obráceně to ovšem neplatí – že by slabé řešení stačilo, matematici se s ním spokojili a na hledání

silného řešení rezignovali... Pořád jde jen o speciální případy, zatímco se hledá „nadřazené“ řešení.

Nejde ale jen o teorii. Relativní entropii lze použít i v praktických modelech. Třeba při studiu pohybu atmosféry. „Za jistých podmínek může být model jednoduchý a silné řešení má. Zajímá nás, zda se aplikaci komplexnějšího modelu nedostanu příliš daleko od správného řešení. Například: za malé rychlosti větru

mohu ve srovnání s rychlostí zvuku použít jednodušší řešení pomocí jen jedné rovnice místo třeba tří. A relativní entropie mi určuje, že v tomto případě neudělám příliš velkou chybu,“ podotýká Eduard Feireisl.

Výsledky z posledních let posunuly matematiky poněkud nečekaným směrem. Zásluhou technik, v tomto oboru dosud nepoužívaných, se vynořila spousta nových poznatků, které v oblasti rovnic vyvolaly malou revoluci. Naznačují, že možná Navierovy-Stokesovy rovnice vůbec klasická řešení obecně nemusí mít. „Žádný z dosavadních výsledků sice přímo problém milénia nevyřešil, avšak ukazuje se, že pro podobné matematické rovnice existuje slabých řešení velmi velké množství. Jinými slovy, na počátečním stavu systému není jednoznačné, jaké bude řešení. To bychom velmi neradi viděli...“

Možná tedy matematici časem dokážou, že 150 let hledané řešení vůbec neexistuje, čímž bude problém vlastně vyřešen. Jen asi opačným způsobem, než Clayův institut doufal. „Jenže za to milion dolarů nedostaneme,“ směje se Eduard Feireisl. I když, kdo ví? Zatím nezbyvá než čekat a doufat, že se miléniové problémy podaří objasnit. Třeba i s přispěním českých vědců. □

”  
Matematika na školách se od vědecké liší v tom, že při výuce stojí student před problémem, o němž se ví, že má řešení. Ve vědě si musí každý sám najít problém a hledat jeho řešení, aniž by dopředu věděl, jakého (a zda vůbec) se dobere.

## Pavel Pudlák o výuce matematiky

„V USA a Holandsku se před časem rozhodli, že matematiku udělají pro žáky a studenty zábavnější, protože ji většina nerozumí a nebaví je. Začali tak úroveň zjednodušovat a snižovat požadavky. Výsledek byl katastrofální. Protože ty, které by matematika nebavila, stejně nebavila. Jiné, jež by bavila, nezajímala už vůbec, protože úlohy byly moc jednoduché. Výuka musí být pro nadané žáky zajímavá. Nemůže být jen lehká. Pro ty, které matematika nebaví, bych doporučoval ohleduplný přístup. Neznačená to, že by se ji žáci označovaní jako „hloupí na matematiku“ neměli učit. Někdo třeba umí rychle běhat, ale přece neřekneme, že ostatní, kteří jsou pomalejší, přestanou sportovat. Jednou z cest by bylo nedávat známky...“

## Eduard Feireisl o problémech milénia

„Možná, že udělaly matematické medvědí službu. Vzpomeňme na vyřešení Velké Fermatovy věty. Její objasnění značně ovlivnilo celý obor – vznikly nové teorie a pojmy –, ačkoli nemělo žádný praktický význam. Lidé mimo obor to ale tak docela nechápou. Na jedné konferenci za mnou přišla novinářka s dotazem: ‚Má vůbec smysl, abyste pořádali konferenci, když už byl největší problém vyřešen?‘.“

# Zapomeňte na Adélu, skutečné masožravky jsou zajímavější

Obří květ s jazykem požírající psa je vtipná filmová nadsázka. S opravdovým světem masožravých rostlin má ale komedie *Adéla ještě nevečeřela* pramálo společného. **Realita je prozaičtější, přesto fascinující.** Nové vědecké poznatky o ní shrnuje monografie *Carnivorous Plants* vydaná v Oxfordu, na jejímž vzniku se významně podílel Lubomír Adamec z Botanického ústavu AV ČR.





**N**eodolatelná vůně láká octomilku, aby usedla na rostlinu. Místem jejího přistání však není slibovaný sladký květ, ale lapací list mucholapky podivné, jednoho z mnoha druhů masožravých rostlin. Past sklapne a život mušky zvolna vyprchává, zatímco mucholapka podivná začíná svou kořist trávit.

Otázku, jestli mucholapka používá k vábení kořisti zvláštní mechanismus, si před více než 140 lety pokládal už Charles Darwin. Teprve současnými metodami se však podařilo ověřit, že jedním ze způsobů, jakými některé druhy masožravých rostlin kořist lákají, je právě napodobování vůně květů, neboli „květní vonné mimikry“.

Jiné druhy masožravých rostlin používají odlišné způsoby „lovu“ kořisti, liší se také podobou pastí a tím, jak získávají živiny z natrávených těl. Minimálně pět kritérií ale platí pro všechny masožravé rostliny: kořist chytají do speciálních pastiček, zabijí ji, poté ji jakýmkoli mechanismem tráví, z usmrcené a natrávené kořisti přijímají živiny a získané metabolity využívají k růstu a vývoji.

## PESTRÝ SVĚT MASOŽRAVEK

Masožravé rostliny představují taxonomicky velmi pestrá skupinu, což se odráží i na morfologické, fyziologické a ekologické úrovni. Právě se záměrem shrnout nové poznatky o této zajímavé a rozmanité skupině rostlin přichází výjimečná monografie *Carnivorous Plants* s desítkami kapitol od odborníků z různých zemí světa, včetně českých vědců. Konceptu a závěrečnou podobu publikace ovlivnil Lubomír Adamec z Botanického ústavu AV ČR spolu se svým americkým kolegou Aaronem M. Ellisonem. Navázali tak na knihu stejnojmenného názvu vydanou v roce 1989 londýnským nakladatelstvím Academic Press.

Za uplynulé tři dekády se výzkum masožravých rostlin pochopitelně posunul. Mimo jiné přibýly desítky nově popsanych druhů. Zatímco předešlá práce zmiňovala přibližně 600 druhů masožravých rostlin, v nové se pojednává o více než 800 druzích z 19 rodů, 12 čeledí a pěti řádů.

Dříve se za nejpočetnější skupinu považovaly bublinatky, masožravé rostliny s nasávacími pastmi ve tvaru pohyblivých dutých měchýřků. Před třiceti lety se psalo o 214 druzích, dnes je jich známo 240. Prvenství v počtu druhů (250) nyní drží rosnatky, jejichž nejčastější kořistí je drobný hmyz, který uvězní lepkavými žlázkami na stopkovitých útvech (tentakulích) na listech.

Další významnou skupinou mezi masožravkami jsou láčkovky; dříve jich bylo známo kolem 80 druhů, dnes dvakrát tolik. Jejich pasti neboli láčky mohou připomínat miniaturní popelnici či dutou vydlanou tykev s víkem.

Dno víčka napuštěné sladkým nektarem slouží nejen k přilákání kořisti, ale zároveň funguje jako deštníček, aby láčka nezmokla. Vnitřek láčky je vybaven chloupky směřujícími dolů, po nichž se kořist sveze na dno pasti s trávicí tekutinou jako na klouzačce. Pasti bývají tak dokonalé, že z nich neunikne ani hmyz, který se umí pohybovat i po hladkém skle.

## ČESKÉ MASOŽRAVKY

V České republice roste více než 10 druhů masožravých rostlin ve čtyřech rodech: sedm druhů bublinatek, dále rosnatky, tučnice (včetně českého endemitu – tučnice české) a také jeden druh aldrovandky. Možná překvapí, že většina našich druhů masožravek je vodních.

Posledně jmenovaný u nás znovu roste zásluhou Lubomíra Adamce, původně totiž aldrovandka měchýřkatá na našem území vyhynula (naposledy se vyskytovala v polovině 20. století na Karvinsku). „S povolením úřadů jsem ji vysadil v roce 1995 na Třeboňsku a dnes má statut silně ohroženého druhu,“ poznamenává Lubomír Adamec.

**K častým omylům o masožravých rostlinách patří názor, že jim k chytání kořisti slouží květy. Ve skutečnosti jde o přeměněné uzpůsobené listy.**

Masožravé rostliny vyskytující se na našem území přijímají živiny trávením nejrůznějších drobných členovců a hmyzu. Jejich obětmi se stávají drobné mušky, chvostokoci a půdní roztoči, vodní druhy se živí také drobnými korýši (zooplanktonem).

Co se týče metodiky lovu, používají české rostliny podobné finty jako jejich exotické příbuzné. Rosnatky v českém prostředí například lákají kořist na krůpě lepkavého slizu, viskózní látku mikroskopicky tenké struktury, která se ve vlhkém prostředí natahuje, zatímco v suchu své lepivé schopnosti ztrácí.

Právě sucho se může stát hlavním nepřítelem nejen českých masožravých rostlin. Mnoho z nich, zejména vodní bublinatky, jsou na vodě závislé, rostou především v tůňkách a na rašeliníštích.

„V souvislosti se změnami klimatu a přibývajícím suchem se předpokládá úbytek oblastí výskytu. V České republice už to pozorujeme, v posledních horkých letech vyschly některé lokality na Třeboňsku a vodní masožravé rostliny v nich uhynuly,“ podotýká Lubomír Adamec.

## NEZNÁMÝ MIKROSVĚT UVNITŘ PASTÍ

Prekvapivá zjištění, ale i některé dosud nezodpovězené otázky ze života masožravek nabízejí pasti vodních bublinek, na jejichž detailní výzkum se Lubomír Adamec dlouhodobě zaměřuje.

Jedním z největších tajemství je způsob, jakým fungují. Pastičky aktivně udržují záporný tlak („podtlak“) asi 16 kPa a při otevření víčka nasají vodu i s kořistí. „Past vcucne kořist a víčko se uzavře. Past se otevírá na pouhých pět milisekund, což je zřejmě nejrychlejší pohyb v rostlinné říši vůbec,“ popisuje botanik.

Zdaleka to ale není jediná zajímavost. „S kolegy jsme zjistili, že v pastech bublinek funguje miniaturní potravní řetězec, jehož nejnižší částí, základnou, jsou bakterie, poté následují jako predátoři prvoci, viřníci, nálevníci a další mikroorganismy. Objem pastí dosahuje jen pár mikrolitrů, přesto je v něm bohatý vnitřní svět,“ dodává Lubomír Adamec.

Malinkým obyvatelům pastí bublinek (i jiných druhů) se říká komenzálové

neboli spolustolovníci, protože rostlině zřejmě pomáhají s trávením kořisti, podílejí se na jejím rozkladu. Někteří odborníci se dokonce domnívají, že komenzálové jsou pro rostlinu možná důležitější než kořist sama. Pastí bublinatky ještě zdaleka nejsou zcela prozkoumané, představují svět sám o sobě.

Lubomíru Adamcovi a jeho kolegům se při jednom z výzkumů podařilo objevit a popsat dosud neznámého obyvatele tohoto světa – nový druh nálevníka. „Našli jsme ho v pasti bublinatky jednoho

afrického druhu. Tento poměrně velký nálevník je žroutem bakterií a v sobě má ještě symbiotické řasy,“ doplňuje Lubomír Adamec.

Komedie Oldřicha Lipského *Adéla ještě nevečeřela* je i po 40 letech stále skvělým filmem na nedělní odpoledne, který svérázně pojatými představami o masožravých rostlinách příjemně pobaví. Při listování novou monografií nicméně nezbyvá než uznat, že skutečný svět masožravých rostlin je daleko pozoruhodnější než filmová fantazie. □

## NEJČASTĚJŠÍ OMYLY O MASOŽRAVKÁCH

Některé otázky dokážou pěstitele masožravek opravdu „vytočit“. Obzvlášť je-li tím pěstitelem **Vlastimil Rybka z Botanické zahrady Praha**, který některé z nich slyší od návštěvníků stále dokola. Jak na ně odpovídá?

### Čím masožravky krmíte?

Krmení není nutné. Všude nějaký hmyz leze či poletuje a rostliny si ho samy polapí. Masožravost se vyvinula jako přizpůsobení se nehostinným podmínkám. Ovšem na záhonu nebo v květináči, kde je pipláme, mají obvykle živin dost.

### Co všechno zvládnou sežrat?

Salámky, biftek, burta... to všechno už jsme od návštěvníků slyšeli. Nejčastější kořistí masožravek je však hmyz, některé bublinatky chytají i drobné korýše.

Tricentimetrové pasti láčkovek dokážou zadržet i větší kořist.

### Kousne mě masožravka do prstu, rozleptá mi ho?

Ani velké pasti láčkovek a špirlic „nekoušou“. Nehrozí ani rozleptání, trávící tekutiny nejsou natolik silné a agresivní, aby zvládly přeměnit lidský prst ve výživu pro rostlinu.

### Rostou masožravky jen v exotických krajích?

Jde o častý omyl. Rostou samozřejmě i v ČR, a to více než 10 druhů ve čtyřech rodech – rosnatka, bublinatka, tučnice a aldrovandka.



# Voda jako NÁSTROJ

O síle vody nás přesvědčují rozeklané mořské útesy i ohlazené říční valounky – na ně ovšem voda působila mnoho milionů let. **Vědci ji však spoutali a soustředili do velmi úzkého paprsku, který dokáže řezat, vrtat, brousit, a dokonce i leštit během chvilky.** Dokazují v praxi, že kapka vody i kámen proráží.

## CO DOKÁŽE VODA

Vědci v Ústavu geoniky AV ČR dokážou vysokorychlostním vodním paprskem opracovat prakticky všechno. Včetně materiálů, které by se jinak obrábět nedaly vůbec nebo jen velice obtížně, jako jsou kompozity či konstrukční keramika. Daří se jim řezat i obrázky a mozaiky z kamenů, zvládnou frézování, ultrajemné mletí (třeba slídy), testovali sanace konstrukcí a staveb i čištění a odstraňování povlaků a nánosů.

**S**virám v ruce drobnou šedou šachovou figurku koně – je hladoučká a jemně opracovaná. Nechce se věřit, že za svůj tvar a povrch vděčí vodě – přesněji řečeno vysokorychlostnímu vodnímu paprsku. Ukládám ji do kabelky a děkuji vědcům z Ústavu geoniky AV ČR v Ostravě, kteří ji vytvořili při svých výzkumech – spolu s mnoha různými ozdobnými i užitnými předměty, od dekorativních dlaždic přes kamenný šroub s maticí až po závit v korundové keramice, která se jinak nedá opracovat. Dozvídám se zároveň, že vodní paprsek pomůže dokonce i lékařům – urychlit a usnadnit operace.

### JAK TO ZAČALO...

Před více než třemi desítkami let se vědci pustili do hledání způsobu, jak vodu soustředit do úzkého, ale mocného paprsku a využít ho jako nástroj, který by ulehčil práci uhelným a razicím kombajnům i dalším klasickým mechanickým těžebním strojům a snížil jejich opotřebení. Tento záměr se nakonec kvůli specifickým podmínkám v hornictví nepodařilo uskutečnit, ale získané poznatky o vodním paprsku nezapadly. Naopak: odborníci v Ústavu geoniky AV ČR začali zkoumat, jak ho využít při dezintegraci materiálů, a to zdaleka nejen horninových, ale postupně i při řezání betonů, železa, keramiky a dokonce i kostí. K tomu ovšem potřebovali víc a víc zintenzivňovat účinky vodního paprsku a také stále lépe řídit jeho činnost. Ptám se ředitele ústavu Josefa Foldyny, kdy a proč se dává této technice přednost před tradičními metodami řezání a obrábění. Vysvětluje, že vodní paprsek má obrovské výhody: „Teplota při řezání nepřesáhne 70 °C, čehož se žádnou jinou technologií nedá dosáhnout.“ Tato vlastnost je neocenitelná například při důlních neštěstích, když hrozí nebezpečí výbuchu metanu a při likvidaci následků se mohou používat jen nástroje, od nichž neodlétávají jiskry. „Při jedné havárii v šachtě se poškodila těžní věž a bylo třeba celé ocelové vybavení odřezat. Už tehdy vznikl nápad použít vodní paprsek, aby se nemusela přijímat náročná bezpečnostní opatření, která jsou nezbytná, když se používá plamen. Pak

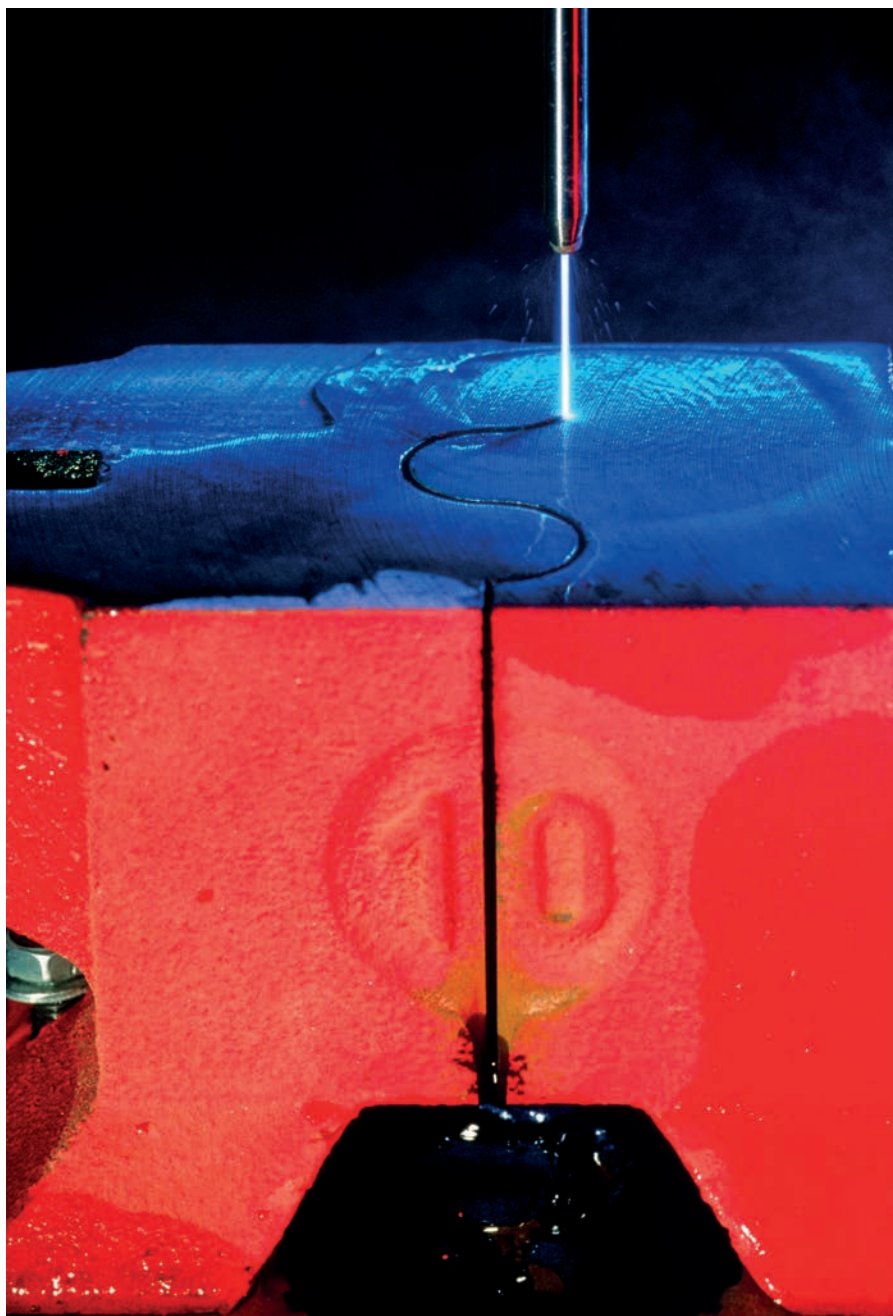
se musí zajistit speciální ochranná atmosféra, aby se nevznítil metan.“

### KONTINUÁLNÍ VYSOKORYCHLOSTNÍ VODNÍ PAPERSEK

Není paprsek jako paprsek – rozmanité aplikace pochopitelně vyžadují speciální přístupy. Relativně měkké materiály zvládne řezat kontinuální (spojitý) vysokorychlostní paprsek, který používá pouze čistou vodu. V průmyslu i medicíně je však potřeba pracovat i s obtížně obrobitelnými kovy, jako jsou titanové slitiny nebo nerezové oceli náchylné na ovlivnění teplem, nebo s keramikou. Vědci se proto pustili do intenzivního hledání způsobu, jak brusné, tryskáčské a řezací schopnosti vodního paprsku zlepšit – a začali k němu přidávat abraziva. Najít vhodná není zrovna snadné: musí totiž nejen dobře řezat materiál, ale zároveň být šetrná jak k životnímu prostředí, tak k zaostřovací trubici, kterou vodní paprsek prochází (vyrábí se ze speciálních materiálů a její životnost je jedním z důležitých ekonomických faktorů). Nejprve se pozornost badatelů obrátila ke křemennému písku. Ukázalo se však, že při řezání s ním vzniká křemenný prach, jehož vdechováním hrozí poškození plic a silikóza. Proto se od něho upustilo a v současné době je nejpoužívanějším abrazivem granát typu almandin, který je z hygienického hlediska nezávadný, dobře řeže a je relativně šetrný k trysce. Používají se také oliviny, ani ty však nejsou ideální a univerzální. Jedním z cílů Ústavu geoniky AV ČR je tudíž najít abrazivní materiály nové generace – jak přírodní, tak umělé – a dosáhnout s nimi co nejvyšší rychlosti i kvality řezu a zvýšit celkovou efektivitu vodního paprsku.

### PULZUJÍCÍ VODNÍ PAPERSEK

Pro řadu účelů je však třeba sáhnout po jiném, účinnějším nástroji, než je kontinuální vysokorychlostní vodní paprsek: jde o paprsek pulzující, který funguje na jiném principu. „Když kapka dopadá, v prvním okamžiku dopadu se projevuje stlačitelnost vody. Díky ní vzniká v kapce rázová vlna, která vytváří tzv. impaktní tlak. Ten je až desetinásobně vyšší než ▶



Ani kov (v tomto případě celá kovadlina) nepředstavuje pro vysokorychlostní vodní paprsek nepřekonatelnou překážku – naopak ho dokáže řezat na díly nejrůznějších tvarů.

tlak, kterým normálně působí stejně rychle dopadající kontinuální proud vody,” vysvětluje Josef Foldyna. Dodává, že když se podaří rozdělit souvislý proud vody na jednotlivé kapky, aby dopadaly jedna za druhou (třeba na plech s frekvencí 20–40 tisíc dopadů za sekundu), působí na materiál daleko větší silou než kontinuální paprsek. „Navíc když pulzující vodní paprsek dopadá mnoho-

krát za sebou, dopadová plocha se opakovaně zatěžuje a zase odlehčuje, takže se materiál namáhá únavově. A ještě k tomu voda, která se po fázi stlačování při dopadu začne zase roztékat, teče po povrchu vyšší rychlostí, než jakou vodní paprsek dopadne. Pokud jsou na povrchu nerovnosti, voda má snahu je jakoby vyrovnat – proto způsobuje i smykové namáhání.“

## NEPROBÁNÉ PROBLÉMY

Můj úžas a nadšení vědci trochu krotí suchým konstatováním, že otázek, na které je teprve potřeba najít odpověď, je stále celá řada. Například jaké vlastnosti jsou rozhodující pro maximální řezný výkon a minimální opotřebení zaostřovací trysky nebo jak přesně se šíří tlakové vlny v daném systému s vysokým tlakem. Najít řešení jim přirozeně významně pomáhá nejen moderní experimentální zařízení, ale také výpočetní technika, díky níž dokážou chování a účinky vysokorychlostního vodního paprsku s různými parametry namodelovat, aby mohli studovat proces buzení a šíření tlakových pulzací a další jevy.

V jedné z laboratoří vidím i počítačový tomograf, který umožňuje zkoumat míru a podobu opotřebení materiálů v čase. Nakláním se k obrazovce a sleduji, jak se zobrazují rozdíly mezi reálným opotřebováním materiálu a mezi původními predikcemi počítačových modelů, aby je vědci pečlivě porovnali a následně upravili a zdokonalili své modely i praktické postupy. Chtějí kromě jiného navrhnout nový tvar řezné hlavy tak, aby paprsek řezal lépe a zároveň se celé zařízení méně opotřebovávalo.

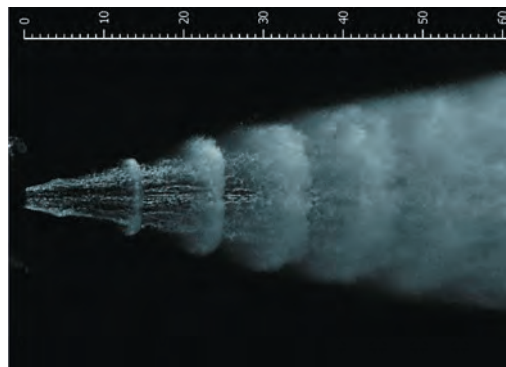
Vstupujeme do dalších laboratoří vybavených speciálními vysokotlakými čerpadly, překvapivě velkým řezacím stolem i robotem pro manipulaci s řeznou hlavou vodního paprsku. Vidím připravený pokus, kdy má část abraziva přidávaného do vodního paprsku sytější barvu. Na zvědavou otázku „proč“ se dozvídám, že trochu granátových zrn obalili fluorescenční látkou. Když na ně posvítí laserem a použijí ve vysokorychlostních kamerách vhodné filtry, uvidí pouze rozsvícená zrna a mohou stanovit, o kolik se posunula a jakou mají rychlost.

V Ústavu geoniky AV ČR už dokonce dokážou tlakové vlny ve vodě před tryskou ovlivňovat tak, že paprsek vychází z trysky proměnnou rychlostí. Jeho rychlejší část dožene pomalejší, paprsek se rozdělí a vznikají jednotlivé shluky vody, které dopadají na určený povrch a působí na něj (jak už bylo řečeno) kapkovou erozí a impaktním tlakem. Celý proces je však komplikovaný a stávající zařízení zatím

docela nevyhovuje. Velké úsilí proto experimentátoři věnují odstraňování slabin dosavadních systémů. Jedním z výsledků je mj. nová, tzv. hydrodynamická tryska, na kterou už ostravští badatelé mají patent v České republice a požádali o něj i v USA a Evropě.

## VODNÍ PAPERSEK NEJEN V MEDICÍNĚ

Bohaté využití pro nové postupy nepochybně najdou lékaři, například při výměnách starých nebo poškozených kloubních náhrad. Sergej Hloch z oddělení dezintegrace materiálů Ústavu geoniky AV ČR se snaží, aby to bylo co nejdříve: „Reoperace se provádějí u lidí ve vyšším věku, jejichž kosti mají zcela jiné mechanické vlastnosti než v mládí. Jsou sice pevné, ale velmi křehké. Jakmile použijete větší sílu, může dojít ke ztrátám kostní tkáně.“ Jeho experimenty ukazují cestu k vývoji techniky, jež by místo dosavadního dláta a kladiva využívala při odstraňování už nefunkčních endoprotéz a cementu, který je drží, právě vysokorychlostní vodní paprsek. Celý zákrok by se zjednodušil a urychlil.



**Pulzující plochý paprsek vytéká z úzké zaostřovací trysky. Badatelé v laboratořích Ústavu geoniky AV ČR zkoumají nejrůznější vlastnosti vysokorychlostních vodních paprsků, aby dosáhli co největšího řezného výkonu a co nejmenšího opotřebení zaostřovací trysky, čímž se zároveň sníží ekonomické náklady této technologie.**

Jenže tryska, která by splňovala požadavky fyziků i lékařů, dosud neexistuje. V Ústavu geoniky AV ČR sice už jednu novou testují, bude ovšem vyžadovat další konstrukční úpravy. Nemenším problémem je pumpa, protože musí být pro operační účely sterilní a pouštět do operační rány sterilní vodu či fyziologický roztok. Nějaké nápady už se rysují, cesta k realizaci nicméně ještě nějakou dobu potrvá, ale to už je spíš záležitost techniků a inženýrů. „Naším úkolem v této fázi je najít minimální technologické podmínky, při nichž je možné starý kostní cement co nejrychleji dezintegrovat, aniž by se přitom poškodila kost,“ upřesňuje Sergej Hloch. A Josef Foldyna doplňuje: „Abychom zvýšili účinky paprsku, můžeme jeho parametry naladit; dá se nastavit tak, aby rozpojoval nebo dezintegroval materiál jen do určité úrovně a všechno ostatní nechal v podstatě netknuté. Dá se toho dosáhnout buď změnou tlaku, nebo změnou rychlosti, jakou se voda pohybuje po povrchu.“

Stačí „pouze“ najít správný způsob nastavení a řízení uvedených parametrů. Sergej Hloch zvažuje mj. využít buď vibrací, nebo šíření zvukových vln – v okamžiku, kdy paprsek narazí na kost, hladina nebo frekvence zvuku se změní, protože prochází jiným materiálem. Systém změnu okamžitě zaznamená a zareaguje: pozor, kost, je třeba změnit rychlost, aby se neporušila. Této vlastnosti vodního paprsku se říká selektivita a je jeho druhou obrovskou předností – kromě netepelného působení. Obojí vědci považují za velkou výhodu pro medicínské aplikace, konkrétně při narušování a odstraňování kostních cementů, ale i částí tkání. Například tuk má jiné mechanické vlastnosti než svaly, kůže, cévy či nervy. Vhodným nastavením parametrů vodního paprsku by se proto od nich mohl šetrně oddělovat. Podobně by se daly ošetřit proleženiny nebo popáleniny, i ty mají jiné vlastnosti než zdravé tkáně.

Nejdříve je ovšem potřeba vyřešit praktické otázky – jak s co nejmenším množstvím vody nebo fyziologického roztoku splnit daný úkol, jak celý proces kontrolo-

vat, jaké abrazivo přidat a kolik, jak měnit frekvence kmitání a další parametry, aby se namísto pomoci pacientovi neublížilo.

Už zmíněná selektivnost vodního paprsku se dá podle Josefa Foldyny s výhodou využít i mimo medicínu: kupříkladu při demolici nebo opravách betonových konstrukcí. Klasické mechanické nástroje, jako jsou sbíječka či fréza, jednak most rozvibrují, jednak mohou rozbit či odfrézovat i neporušený beton, nebo naopak pod odfrézovanou vrstvou může zůstat poškození. „Když ale použijete správně nastavené parametry vysokorychlostního vodního paprsku, všechna slabá místa odstraní, zatímco ta nepoškozená zůstanou. Navíc povrch získá takový reliéf, že se na něj dobře aplikuje materiál používaný k opravě. Když je nadto v betonu výztuž, vodní paprsek ji nejen vibracemi od zdravého betonu neoddělí, ale když je zkorodovaná, ještě ji vyčistí.“

## OD PÍSKOVCE PO RAKETY

Nevěřicně pozorují výstavku předmětů a materiálů, které už v Ústavu geoniky AV ČR vysokorychlostním vodním paprskem – ať už kontinuálním, nebo pulzním – řezali či jinak opracovávali. Moji průvodci se spokojeným úsměvem přiznávají, že se zatím nesetkali s jediným materiálem, na který by jejich technika byla krátká. Zvládne i hmoty jinými metodami těžko obrobitelné nebo zcela neobrobitelné, např. kompozity, vysokopevnostní sklo či konstrukční keramiku. Dokázali to už nespočetněkrát: na základě smluvního výzkumu ověřovali možnost využít vodní paprsek na nerezovou ocel, mramor, pískovec, sklo, dokonce spolupracovali s Vojenským technickým ústavem výzbroje a munice ve Slavičíně na vývoji technologie pro likvidaci tuhého paliva sovětských raket SS-23.

Pracovišť zabývajících se vysokorychlostním vodním paprskem je v Evropě více, Ústav geoniky AV ČR v Ostravě však mezi nimi hraje prim i díky výjimečnému přístrojovému vybavení. Seznam úspěchů dosažených českým pracovištěm se bude nepochybně dál prodlužovat vzhledem ke stále širší spolupráci jak s českými, tak se zahraničními výzkumnými institucemi a průmyslovými partnery. □

# Když se příroda zlobí

Silné zemětřesení, záplavy či výbuch sopky pokaždé vzbudí velký mediální ohlas. **Existují ale i přírodní hrozby stejně nebezpečné, které tolik vidět nejsou.** Nebo takové, které nemusejí nutně škodit, a dokonce se za nimi můžete vydat s úmyslem hledat kešky.

# STRATEGIE AV21





## RNDr. JOSEF STEMBERK, csc.

### Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR

Působí v oddělení inženýrské geologie a zároveň jako ředitel Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR. Zaměřuje se na monitoring tektonických pohybů, svahových deformací a analýzu geodynamických ohrožení a rizik. Vyučuje na Přírodovědecké fakultě UK v Praze a Univerzitě Arba Minch v Etiopii. Je autorem mnoha publikací, podílí se na českých i mezinárodních projektech, dlouhodobě se věnuje popularizaci vědy. Je koordinátorem Světového centra excelence pro snižování následků sesuvů.

**P**řírodní jevy a katastrofy provázejí lidstvo od nepaměti. Povodně, sucha, zemětřesení, sesuvy půdy, sopečná činnost, klimatické změny... Opomenuli jsme ve výčtu hrozeb nějaké? „A co třeba degradace a eroze zemědělské půdy, prachem znečištěný vzduch, kontaminace podzemních vod...? Samozřejmě, nejde o přímé ‚přírodní hrozby‘, ale ty, jež si připravujeme sami. Nebo hrozby z kosmického prostředí, sluneční erupce, dopady asteroidů,“ doplňuje koordinátor programu Strategie AV21 *Přírodní hrozby* Josef Stemberk z Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR.

U nás sice nejsou přírodní katastrofy tolik obvyklé jako na jiných místech planety, ale přesto existují takové, které nás ohrožují, i když jejich dopady bývají většinou lokální. Patří mezi ně třeba sesuvy či skalní řícení. Vedle toho existují úkazy, které vidět nejsou, dějí se pomaleji, ale ve výsledku ovlivňují celou zemi nebo její velké části. Připočíst můžeme i glo-

balně působící jevy,

kte-  
rý-  
s vý-  
vojem  
klima-  
tu

nebo erupcemi na Slunci. Příkladem velkých přírodních katastrof, jež zasáhly české území, jsou povodně z let 1997, 2002 a 2013. Historie ale ukazuje, že nebyly nijak neobvyklé. Když si uděláte výlet třeba do Hřenska v Českém Švýcarsku, na místní nárožní budově při soutoku Labe a Kamenice najdete značky, kam až v minulosti voda sahala. Zjistíte, že v roce 2002 dosáhla nižší úrovně než povodeň z konce 19. století.

Podle Josefa Stemberka má lidstvo krátkou paměť. „Stačilo, že v posledních desetiletích takové události nenastaly. Vesele se například stavělo v říčních nivách, jako by se zapomnělo, jak vznikají – sedimentací dané řeky právě při povodních. I v budoucnu se povodně vyskytnou, protože jsou zkrátka součástí vývoje atmosféry i reliéfu Země. Záleží jen na nás, jestli se ponaučíme, nebo se budeme zase divit.“

Na jedné straně se tedy obáváme povodní, na straně druhé nás ale ohro-

žuje i sucho. Extrémy při atmosférických jevech přitom pozorujeme hlavně v posledních dvou dekadách. Situaci dobře ilustruje třeba celkový úhrn dešťů. Sice prší podobně jako v minulosti, ovšem deště jsou méně časté, a proto intenzivnější, takže povrchová voda odtéká ve větším množství a méně se vsakuje.

Potýkáme se tak se dvěma zdánlivými paradoxy – povodněmi, většinou přívalového charakteru, a suchem. V Josefu Stemberkovi tato situace vyvolává spojitost s rozvojem středověkého rybníkářství. „Nebyl jedním z důvodů právě tento rozpor? Stačí se podívat do starých map a kronik, kolik rybníků existovalo a o kolik méně jich slouží k zadržování vody a jako ochrana proti lokálním povodním v současnosti.“

Změny krajiny neovlivňuje pouze příroda, ale také člověk. V českém prostředí jsou z dob komunismu nechvalně proslulé experimenty jako scelování polí. Pozadu ale nejsme ani v současnosti, kdy se například ve velkém vysazuje řepka a podobné plodiny pro výrobu „zelené“ nafty. „Copak nikdo z propagátorů nedohlédne, že pod-

poruje nenávratné ničení zemědělské půdy, znečišťování podzemních vod, erozi, plošný splach půd? To vše navíc pod libivými hesly o boji proti něčemu – v současnosti proti klimatické změně,“ podivuje se Josef Stemberk.

Smysluplná cesta k ochraně před přírodními hrozbami se vlastně nabízí pouze jediná – pochopit složité procesy, které je vyvolávají. Experti z pracovišť Akademie věd ČR proto pod hlavičkou Strategie AV21 spolupracují mj. na projektu Czech/Geo, jehož prostřednictvím sbírají data, jež by umožnila předpovídat přírodní jevy nebo upřesňovat kritéria pro opatření na ochranu před jejich působením. „Je ale jasné, že jde o běh na dlouhou trať. Srovnajte si, jak dlouho trvalo třeba pozorování nebeských těles, než se podařilo stanovit zákonitosti jejich pohybu... a než šlo formulovat předpovědi jevů, které jsou s nimi spojeny. Například zatmění Slunce,“ upozorňuje Josef Stemberk.

## KDYŽ SE ZEMĚ OTŘÁSÁ A SOPKY SOPÍ

Mohlo by Česko zasáhnout zemětřesení? Ačkoli se nezdá, že by v našem prostředí bezprostředně hrozilo, jedno slabší západní Čechy zasáhlo v roce 2017. Mírné záchvěvy zde nejsou ničím neobvyklým, silnější se opakují po několika letech. Jedno z největších zemětřesení na přelomu let 1985 a 1986 vyvolalo otřesy o síle 4,6 stupně na Richterově stupnici. Ta popisuje sílu zemětřesení, přičemž takových jako v Karlovarském kraji se odhadem za rok vyskytne na světě přes 6 tisíc. Překvapivé otřesy o síle 3,6 zasáhly na konci roku 2017 i sever Moravy a Slezska – oblast, ve které jsou takové jevy spíše vzácné. Krátký záchvěv sice lidi vyděsil, ale žádné škody kromě toho, že se chvíli třásly věci, v domácnostech nenapáchal.

Připomeňme, že nejsilnější zemětřesení, které vědci zaznamenali, zasáhlo v roce 1960 Chile. Magnitudo mělo 9,5 a postihlo celkem dva miliony lidí. Nej-

silnější české zemětřesení v osmdesátých letech 20. století výraznější škody nenapáchalo – na některých místech popraskaly zdi domů, spadly chatrnější komíny, opadávala omítka.

Nejen současná zemětřesení jsou v hledáčku expertů z Geofyzikálního ústavu AV ČR a Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR. Ta z dávných dob studují s pomocí tzv. paleoseismologie – oboru, který rekonstruuje zemětřesení pomocí výkopů a průzkumu geologických sedimentů nebo skal. Zjednodušeně řečeno: vědci přes aktivní zlomy vykopou rýhy a studují deformace na zlomu a jeho blízkém okolí.

Právě takto zdokumentovali i deformace podél Sudetského okrajového zlomu a zlomů v západních Čechách, které mohou mít spojitost s relativně mladými a silnými zemětřeseními. Jedno z nich postihlo západní Čechy na přelomu prvního a druhého tisíciletí našeho letopočtu.

„Mějme větší respekt k přírodě, i neživé, protože i ona dokáže oživnout a my se potom nestačíme divit.“

Josef Stemberk

Proč se tedy vlastně vědci zemětřeseními u nás zabývají, když nehrozí prakticky žádné nebezpečí? Zemské otřesy v Česku jsou totiž ve světovém měřítku unikátní – vyskytují se v tzv. rojích, a ty se podobají těm, které pozorujeme třeba na Islandu, známém současnou vulkanickou aktivitou. „Nejnovější poznatky ukazují, že zřejmě i u nás vznikala zemětřesení, jež můžeme intenzitou srovnat s těmi nejsilnějšími, jaká postihují třeba Itálii či Řecko,“ upřesňuje Josef Stemberk.

Západní Čechy jsou také územím s vůbec nejmladšími sopkami. Naposledy byly zdejší Komorní a Železná hůrka aktivní v období nejmladších čtvrtohor. Za českými sopkami se ale můžeme vydat i do Nizkého Jeseníku, ačkoli Velký a Malý Roudný, Venušina sopka či Uhlířský vrch podobně seizmicky aktivní již nejsou.

## SESUVY BEZ POZVÁNÍ

Svahové sesuvy patří mezi jevy, kterým člověk čelí od nepaměti. V České republice každoročně způsobují velké škody, a přesto, že je vědci dlouhodobě sledují, při stavbách se bohužel jejich poznatky ▶



Obec Troubky na soutoku řek Moravy a Bečvy postihly ničivé povodně v novodobé historii dokonce dvakrát. Poprvé v roce 1997, kdy bylo zničeno 150 domů a zemřelo devět lidí. V roce 2010 se neštěstí obešlo bez obětí na životech.



## NEBEZPEČÍ Z VESMÍRU?

Zbývalo by jen několik minut. Hrozba, že by kosmické těleso v případě srážky se Zemí způsobilo obrovskou katastrofu, je sice nepravděpodobná, ale není nereálná.

Pro příklad se vydejme do ruského Čeljabinsku. V roce 2013 proniklo do atmosféry těleso a obyvatelé čeljabinského regionu mohou být rádi, že se před dopadem rozpadlo. Josef Stemberk z Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR vysvětluje, že je důležitá osvěta, protože zvyšování povědomí lidí znamená lepší vyhlídky na přežití. „Stejně jako při tsunami na Sumatře v roce 2004 máte několik minut na záchranu života. Pokud spatříte v atmosféře podobný jev jako obyvatelé v Čeljabinsku, vězte, že jej následuje ničivá tlaková vlna. Hledejte proto bezpečný úkryt.“ Mohli bychom srážce s velkým asteroidem zabránit? Evropská kosmická agentura (spolupracuje s ní třeba Astronomický ústav AV ČR) připravuje společně s NASA experiment, který by měl ukázat, zda bychom takovou událost vyřešili. Na vybrané těleso mezi Marsem a Jupiterem chtějí vyslat nálož, jež by ho výbuchem nerozbita, ale vychýlila z dráhy.



dou Slapy v Třebenicích a zapříčinil smrt dvou lidí.

Jak řetězec několika selhání vyústil v sesuvy s miliardovou škodou, ilustruje kauza rozestavěné dálnice D8 u Prackovic z června 2013. Přestože je levý břeh Labe nad Prackovicemi a Litochovicemi v Českém středohoří historicky známý jako území náchylné k sesuvům, při projektování dálnice z Prahy do Drážďan se na jejich existenci nedbalo. Jinak by totiž šlo stavbu dálnice preventivně zajistit.

Problémy se projevíly již v roce 2011 menšími sesuvy v zářezu dálnice a vznikem pramenů v nedalekém okolí. Varování přírody ale nikdo nedbal a nadměrné srážky z května a června 2013 dokonaly své. Vznikl tak sesuv o objemu asi 500 tisíc metrů krychlových.

Analýza Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR ukazuje, že sesuv by zřejmě i tak nastal – ovšem škody mohly být nižší než jedna miliarda korun. Takřka 300stránková expertiza potvrdila, že na

nevyužívají. Josef Stemberk vysvětluje, že mapy, které zaznamenávají předešlé sesuvy, máme k dispozici již od šedesátých let 20. století a průběžně se aktualizují i v současnosti. „Patřili jsme dokonce mezi první státy, které se sledováním rizik začaly. Do map dokážeme zanást, v jakých místech lze další sesuvy očekávat a kam až by zasáhly. Bohužel ale neexistují patřičné zákony, jež by projektanty a stavební firmy donutily, aby je využívali! Prevence je přitom samozřejmě levnější, než když musíme odstraňovat důsledky havárií. Například v letech

2007–2015 jsme na jejich sanaci vydali téměř tři miliardy korun.“

Jan Klimeš z Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR potvrzuje, že sesuvy v České republice nastávají opakovaně a nejsou ojedinělé, jak by se mohlo zdát. Jako příklad uvádí sesuvy pod osadou Poláky u Nechranické přehrady, které poničily rekreační chaty, nebo v obci Maršov u Uherského Brodu – v důsledku zdejšího sesuvu v šedesátých letech 20. století se část lidí odstěhovala. Jeho kolega Jan Blahůt připojuje případ z roku 2013, kdy sesuv zničil chatu pod přehra-



## PŘÍRODNÍ HROZBY

Povrch Země je místem neustálého působení procesů, které jsou zdrojem nebezpečných přírodních jevů. Zatímco některé z nich vyvolávají pozornost médií (povodně, zemětřesení), jiným se takové publicity nedostává, i když mohou způsobit vážné problémy celé civilizaci (sucho, degradace a eroze půdy, znečišťování vod a ovzduší). Aby těmto procesům a jevům vědci z Akademie věd ČR lépe porozuměli, spojili své síly v programu Strategie AV21 *Přírodní hrozby*, na němž spolupracuje 16 pracovišť v čele s Ústavem struktury a mechaniky hornin AV ČR.

zhoršení stability svahu měl největší vliv nedaleký lom – avšak ani stavbu dálnice nelze vyloučit. Podle Josefa Stemberka mohla ovlivnit sesuv tím, že odřízla patu svahu a odtěžila zeminu ze zářezu.

„Jelikož se chystá výstavba dalších úseků dálnic v jiných problematických oblastech, zpracovali odborníci našeho ústavu, České geologické služby a Přírodovědecké fakulty UK pro Ministerstvo dopravy metodiku, jak si počínat, aby se situace neopakovala,“ dodává Josef Stemberk.

Stávající legislativa České republiky má však své přetrvávající slabiny, jak podot-

mace o rizicích, jež jsou se sesuvy spojena. Jako inspirace by mohla sloužit ochrana před povodněmi a stanovení nejexponovanějších lokalit. „Sesuvy ale pořád chápeme spíše jako lokální záležitosti, takže jejich nebezpečí není viditelné jako například zmíněné povodně. Jak už bývá zvykem, řešíme je bohužel teprve, když nastanou.“

### ZDRAVÁ VODA A KEŠKY

Vraťme se ale na začátek. Sesuvy totiž skutečně nemusejí člověku jen škodit. Zní to prapodivně? Příkladů sice není mnoho, ale za jedním se vydejme na východní

Při záplavách v roce 1997 vymlela voda hlubokou strž na trati Šumperk – Kouty nad Desnou. Koleje se pokroutily, zničeny byly kilometry železnice. Nikdo nevěřil, že by zde ještě někdy projel vlak. Už o rok později však vyjel na části trati poprvé.

týká Hana Müllerová z Ústavu státu a práva AV ČR. Do územních plánů se například nepromítají důležité infor-

okraj Zlína do Příluk. Zdejší starý sesuv ohrožoval nedalekou silnici i železnici, a tak jej odborníci stabilizovali pomocí tzv. horizontálních odvodňovacích vrtů. Jeden z nich funguje i po 60 letech a používá se jako zdroj pitné vody. U vrtů tohoto typu však hrozí, že by se mohly zanést, a v důsledku toho snížit stabilitu sanovaného svahu. Voda, kterou odváděly, by se v nich totiž mohla hromadit a zvýšit riziko sesuvů. Je proto důležité vědět, jestli vrt stále plní svou funkci. Pokud jste propadli hledání „kešek“ neboli populárnímu geocachingu, můžete při návštěvě původního sesuvu z roku 1964 změřit stav vody, která vytéká z místního pramene – provést kontrolu je nutné, abyste získali log. Vezmete nádobu, změříte vydatnost studánky, vyfotíte odlučnou stěnu starého sesuvu a napíšete, jaká opatření jste během výletu viděli. A keška je vaše. □

## TÉMA PRO...

# Academia

Značka, která má tradici

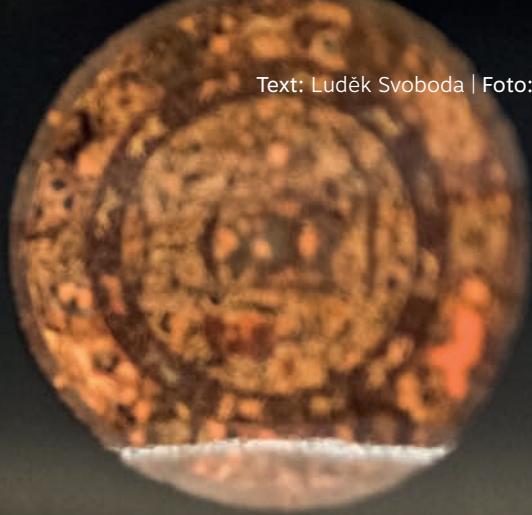
**Patří do třicítky největších nakladatelství a za svou více než padesátiletou existenci vydala téměř 5000 knih.**

A i když se zaměřuje zejména na vydávání vědeckých monografií, najdeme mezi jejími úspěšnými tituly i několik opravdových bestsellerů.

**Ř**íká se, že Češi patří mezi zanedané čtenáře. Platí to ale i v epoše digitálního věku? Více než kdy jindy se totiž zdá aktuální myšlenka, že život je příliš krátký, abychom ztráceli čas se špatnými knihami. Prostory knihkupectví Academia ve Wiehlově domě na Václavském náměstí v Praze dávají již na první pohled tušit, že tady špatnou literaturu rozhodně nekoupíte. ▶

NA ZEMÍ

Text: Luděk Svoboda | Foto: Pavlína Jáchimová



Legitimita  
moci ve světě  
14. století

Ondřej Beránek  
Pavlína Cermanová  
Jakub Hrubý

# Krvavé finále

Jaro 1945 v českých zemích

Jiří Padevět

## LIDÉ A DĚJINY

K roli osobnosti v historii  
v multidisciplinární perspektivě

Miroslav Bárta,  
Martin Kovář  
a kolektiv autorů

Akademická  
českého jazyka

MARKÉTA PRAVDOVÁ  
IVANA SVOBODOVÁ (eds.)



## PRO ČTENÁŘE, KTERÍ VĚDÍ, CO HLEDAJÍ

Nakladatelské domy, které publikují odbornou literaturu svých domovských vzdělávacích institucí, jsou ve světě běžnou praxí. Nejínak je tomu i v případě Nakladatelství Academia, jež má na českém knižním trhu nezastupitelné místo. Vedle univerzitních nakladatelství, z nichž celorepublikový dosah mají především Karolinum (Univerzita Karlova) a MuniPress (Masarykova univerzita v Brně), je Academia prakticky jediná, která se téměř bezvýhradně zaměřuje na vědu a její popularizaci.

Podobně jako jiné knižní domy s dlouholetou tradicí u nás si Academia prošla obtížnými obdobími a nezbytná proměna si vyžádala ostřejší řez její koncepcí. Bezprostředně po svém nástupu v roce 2006 se změnil ujal současný ředitel Jiří Padevět. Jak vysvětluje, tehdejší knižní nabídka byla víceméně zmatená. Vycházelo totiž obrovské množství beletrie, což podle jeho názoru

nebylo úplně správné. „Produkci jsme nově strukturovali, změnili jsme tvář nakladatelství a čtenářům poskytli kvalitu – a to nejen obsahovou, ale i typografickou a polygrafickou. Tituly, které u nás vycházejí, jsou v dobrém slova smyslu tradiční a kvalitní. Samozřejmě tím nemyslím, že jsou zastaralé – i kanonické dílo, staré 200 let, lze vydat moderně.“

Jiří Padevět upozorňuje, že výroba vědeckých publikací je finančně náročná a takové knihy lze bez dotace vydávat jen obtížně. „Academia funguje sice nejen, ale i díky Ediční radě AV ČR. Bez její podpory by některé naše knihy byly neúnosně drahé, nebo bychom museli vydávat mnohem méně titulů.“

Vycházet tak mohou původní vědecké monografie a práce českých vědců, díla klasiků vědy, populárně-naučná literatura, encyklopedie, slovníky, vybrané učebnice nebo příručky. Svě

místo pochopitelně mají ale i cizojazyčné knihy nebo překlady.

Jednotlivé publikace vznikají především z popudu ústavů Akademie věd ČR. Vědci sami nabízejí své rukopisy nebo dávají tipy na knihy, jež by bylo dobré přeložit a zpřístupnit českým čtenářům. Když ale Jiří Padevět nebo jeho kolegové objeví téma, které je zaujme, a autorská základna v Akademii věd ČR chybí, oslovuje i odborníky například z univerzit. „Sice vydáváme i tituly mimo naše domovská pracoviště, ale přál bych si, aby těch našich bylo více. V současnosti je poměr zhruba 40 procent rukopisů od nás, zbytek je odjinud – včetně překladů.“



Tahle kniha není žádná „žiletka“, jak trefně popisuje jeden z editorů, ředitel Orientálního ústavu AV ČR Ondřej Beránek, ale zájemce o téma, jak se legitimní moci formovala a prosazovala v paralelně existujících kulturních a politických systémech na různých kontinentech, si bezpochyby najde. Publikaci *Jedno slunce na nebi, jeden vládce na zemi: legitimita moci ve světě 14. století* (Ondřej Beránek, Pavlína Cermanová, Jakub Hrubý – eds.) vydala Academia na sklonku roku 2017 a na cestu ke čtenářům ji 16. ledna 2018 vypravila předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zázimalová.

## MÁME I PÁR BESTSELLERŮ

Průměrný Čech přečte za rok zhruba 13 knih, dvě tři si koupí a utratí za ně okolo 700 korun. Výsledky výzkumu Ústavu pro českou literaturu AV ČR, které shrnula publikace literárního teoretika a historika Jiřího Trávnicka *Knihy a jejich lidé: čtenářské životopisy* (2013), tak potvrzují, že Češi skutečně čtou. Přinejmenším jednu knihu ročně přečte osm lidí z deseti, přičemž platí, že mnohem častěji čtou ženy než muži.

Český knižní trh je dlouhodobě přeplněn a zdejších téměř 3000 nakladatelských subjektů vydá ročně okolo 17 000 titulů. Každý den tak vyjde zhruba 45 knih. Zní až neuvěřitelně, že Češi jen za loňský rok utratili za knihy (včetně audioknih a e-knih) téměř osm miliard korun.

Průměrný náklad knihy je přitom okolo 800 kusů, což je podle ředitele Nakladatelství Academia Jiřího Padevěta velmi málo. „Takový náklad, i když prodáte všechny vydané výtisky, se nikdy nezaplátí – nebo by musela být kniha neúnosně drahá, ale to by se zase neprodávala. V Akademii vydáváme knihy i v daleko menších nákladech, velmi odborných publikací vychází dokonce jen 200–300 výtisků. Naštěstí ale tiskneme i takové, jichž prodáme 4000–5000. A máme i pár bestsellerů.“

## NAKLADATELSTVÍ ACADEMIA

Značku Academia nesou knihy od roku 1966, kdy se přejmenovalo původní Nakladatelství Československé akademie věd, které již od počátku své existence v roce 1953 vydávalo vědecké publikace. I když se ediční program po půl století rozrostl i o jiné tituly, zůstává Academia věrná svému poslání – vydávat odborné knihy, které by jiná nakladatelství vyrobit nemohla nebo si na ně jen těžko troufla. Během více než padesátileté historie vydala bezmála 5000 knižních titulů, roční produkce se pohybuje okolo 100–120 publikací bez dotisků. Vedle publikování knih provozuje Academia také síť knihkupectví v Praze, Brně a Ostravě a vydává nejstarší přírodovědný populárně-naučný časopis *Živa*, který v roce 1853 založil Jan Evangelista Purkyně.

A portrait of Jiří Padevět, a man with light brown hair, wearing a grey blazer, a patterned scarf, and a red pocket square. He is standing in front of the Academia bookstore, which has a blue sign with the word 'ACADEMIA' in gold letters. The background shows the interior of the store with bookshelves.

## JIŘÍ PADEVĚT

Academia je jeho životním souputníkem – narodil se ve stejném roce, kdy knihy nakladatelství někdejší Československé akademie věd začaly nosit tuto značku.

Původně byl knihkupcem, pracovníkem nakladatelství a posléze se stal ředitelem Nakladatelství Academia. Jako spisovatel se věnuje zejména protektorátní a poválečné historii v českých zemích – *Průvodce protektorátní Prahou, Krvavé finále: jaro 1945 v českých zemích a Krvavé léto 1945: poválečné násilí v českých zemích*. Pod jeho vedením získaly knihy z produkce Academie mnohá ocenění – Magnesii Literu, Cenu Josefa Jungmanna, Slovník roku, Cenu Josefa Hlávky nebo Cenu Miroslava Ivanova.

Jiří Padevět vysvětluje, že v záplavě nových titulů je důležité, aby se Academia od jiných nakladatelství svým portfoliem odlišovala. Jako zarputilý systematik proto usiluje, aby tituly vycházely v přehledných a graficky jednotných edicích nebo volněji pojatých řadách, které mají třeba společný obor. „Díky tomu má čtenář skvělou šanci se lépe orientovat v záplavě titulů a najít, co jej zajímá. A dobré je to i z komerčních důvodů – kdo si z určité edice koupí jednu knihu, zpravidla si kupuje i další.“

Mezi úspěšné edice patří například Europa, ve které vycházejí filozofická, literární nebo politická díla, jež i v současnosti ovlivňují evropské a světové myšlení. Literární historik a kritik Martin C. Putna vyzdvihuje, že Academia často v prvních českých překladech publikuje zásadní texty, které utvářely Evropu. „Do jejich vydání jsme je přitom znali spíše jen podle názvu a několika frází.“ Jeho slova potvrzuje i populární biolog a filozof Stanislav Komárek, podle jehož názoru Academia rozvíjí v době obrovské kulturní nejednotnosti tradiční vzdělanost a staví se proti trendu degenerace do podoby naučných komiksů.

Značné oblibě se těší i edice Průvodce, jejímž prostřednictvím čtenáři doslova s knihou v ruce putují po pozoruhodných místech

České republiky. Jako poslední prozatím vyšla *Praha erotická*, jež představuje stovku vybraných míst hlavního města v souvislosti s erotickým a sexuálním životem Pražanů ve 20. století. Dlouholetou tradici má edice Atlasy, ve které vyšly úspěšné tituly *Atlas ptáků* nebo *Atlas savců* – nezaměřuje se ale pouze přírodovědně, nechybějí v ní ani publikace orientované na památky či turistiku. K obsáhlým edicím patří také Galileo, která čtivě a mnohdy netradičně zpřístupňuje především přírodní vědy.

A jaký je tedy největší bestseller Nakladatelství Academia? Možná vás to překvapí, ale nejprodávanější knihou je *Akademická příručka českého jazyka*, kterou připravil autorský kolektiv Markéty Pravdové z Ústavu pro jazyk český AV ČR. Publikace, jejíž internetovou obdobu využilo v prvních třech letech provozu přes milion zájemců, získala cenu Český bestseller – její prodej tedy překročil 10 tisíc výtisků. A jak podotýká Jiří Padevět, dokonce několikanásobně. Ostatně i ředitel Nakladatelství Academia se sám postaral o jeden z velkých vydavatelských úspěchů – jeho *Průvodce protektorátní Prahou* se v soutěži Magnesia Litera stal Knihou roku 2014 a v prodeji rovněž překročil bestsellerovou hranici 10 tisíc výtisků. □

# KRÁTCE Z AKADEMIE

## AKADEMICKÝ SNĚM (NEJEN)

### O TRANSFERU TECHNOLOGIÍ

V Národním domě na Vinohradech se 12. prosince 2017 konalo LI. zasedání Akademického sněmu Akademie věd ČR. Kromě tradičních bodů, jako je zpráva o ekonomické situaci či návrh rozpočtu na příští rok, se představila nová témata a platformy transferu technologií.

Předsedkyně Eva Zažímalová zdůraznila své hlavní cíle: posílení špičkového výzkumu i role Akademie věd ČR ve společnosti, stabilizaci akademického prostředí a snížení závislosti na účelovém financování ve prospěch tzv. institucionální podpory z vlastní rozpočtové kapitoly. Hovořila rovněž o využívání duševního vlastnictví a představila dvě nové iniciativy z oblasti transferu znalostí. „Dnes se již stalo samozřejmou součástí vědecké práce zvažovat možné využití výsledků výzkumu a jejich potenciál uplatnění v praxi přímo výzkumným pracovištěm,“ uvedla mimo jiné. První platforma vzniká ve výzkumném areálu v pražské Krči, druhou založil Ústav organické chemie a biochemie AV ČR. Společnost i&i Prague má sloužit nejen pracovištím Akademie věd ČR, ale spolupráci nabídne i českým vysokým školám. Bude shromažďovat, komercializovat a chránit objevy základního výzkumu zejména v oblasti life sciences.

Dvě novinky se chystají v koncepci Strategie AV21. Do výzkumného programu *Přírodní hrozby* přibude téma *Voda pro život*, program *Kvalitní život ve zdraví i nemoci* obohatí téma *Genetika a epigenetika*.

Usnesení Akademického sněmu AV ČR vyjádřilo plnou podporu předsedkyni Evě Zažímalové pro jednání s premiérem Andrejem Babišem o situaci v české vědě. Mezi priority patří

zajištění dlouhodobé udržitelnosti financování české vědy a výzkumu, aby nebyly závislé na zdrojích z evropských strukturálních a investičních fondů. Dalším bodem je snaha omezit krátkodobé účelové financování a zavést systém hodnocení podle mezinárodních standardů. Vznesen byl také požadavek, aby byla zajištěna kontinuita činnosti Rady pro výzkum, vývoj a inovace a případné personální změny se udály transparentně. Samozřejmostí je podpora klíčového Prohlášení o stabilizaci systému výzkumu, vývoje a inovací v České republice.



## PETR SOMMER

### ZÍSKAL ČESKOU HLAVU

Národní cenu vlády Česká hlava získal renomovaný historik a archeolog Petr Sommer, ředitel Centra mediévistických studií, společného pracoviště Filosofického ústavu AV ČR a Univerzity Karlovy. Patří mezi mezinárodně uznávané odborníky na archeologii a historii raně středověké Evropy. „Udělení Národní ceny vnímám jako velkou poctu nejen pro mě, ale i mé spolupracovníky. A také jako povzbuzení do dalšího díla, které podle mne pocítí každý, kdo zjistí, že jeho aktivity zajímají také jiné lidi. Práce, o níž si druzí myslí, že je užitečná, snad může doufat v podporu okolí. Nejde jen o peníze, ačkoli i ty nás ve vědě ovládly kompletně. Ale také rezonance společnosti s tématy, jimiž se zabývám, je důležitá jako potvrzení jejich smyslu,“ uvedl k ocenění Petr Sommer.

Na jakém tématu koordinátor jednoho z programů Strategie AV21 *Evropa a stát: mezi barbarstvím a civilizací* aktuálně pracuje? S týmem spolupracovníků dokončuje projekt českých středověkých měst a žebravých řádů, které v nich



působily. „Možná se leč kterému čtenáři může téma zdát málo srozumitelné, ale jenom do okamžiku, než si uvědomí, že podoba mnoha měst, která se u nás začala objevovat ve 13. století, často přetrvala do 21. století a že se na této podobě a na vývoji funkcí měst i městské společnosti výrazně podílely řády dominikánů, minoritů, augusti-

niánů eremitů a dalších. Jde o téma, jehož kořeny tkví hluboko ve středověku a jehož aktuálního druhého konce (např. urbanistického konceptu města, jeho kultury a funkčního schématu) se dotýkáme i my. Vědomí těchto dlouhodobých souvislostí vývoje je pro kritické myšlení společnosti velmi důležité.“



## ČESKÁ A SLOVENSKÁ

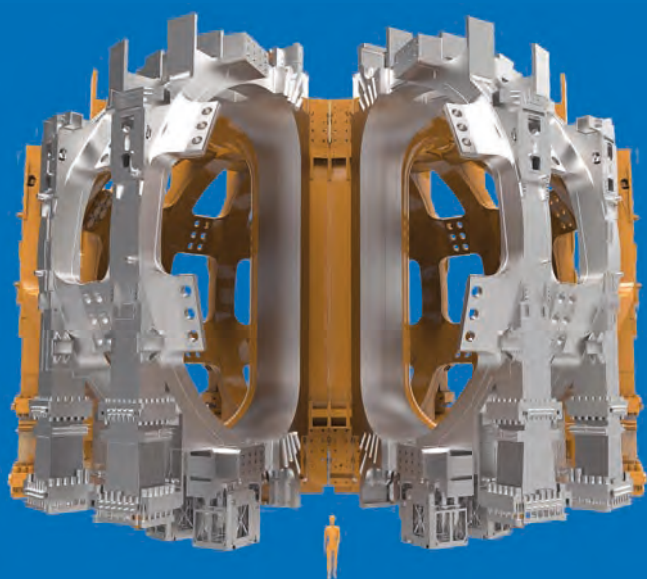
### AKADEMIE VĚD UZAVŘELY

### DOHODU O SPOLUPRÁCI

Akademie věd ČR a Slovenská akademie věd stvrdily 11. ledna 2018 dohodou o spolupráci vzájemné dlouholeté vazby. Zájem o společné projekty je na obou stranách, a to zejména o studijní pobyty či takzvané mobilitní projekty, které často ústí do rozsáhlých mezinárodních aktivit. „Spolupráce se slovenskou vědou má u nás dlouhou tradici a slovenští vědci jsou naším nejbližším strategickým partnerem,“ uvedla při podpisu předsedkyně AV ČR Eva Zažimalová. Slavnostního aktu v pražské Lannově vile se za slovenskou stranu zúčastnil předseda Pavol Šajgalík či předseda Akademického sněmu Ľuboš Klučár.

## AKADEMIE SPOLUPRACUJE S UNIVERZITAMI

Předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová a rektor Technické univerzity v Liberci Zdeněk Kůs podepsali na konci roku 2017 dohodu o vzdělávání doktorandů. Studenty podle ní budou moci přijímat už na jaře roku 2018. Akademie věd ČR uzavřela memorandum o spolupráci také s Univerzitou Karlovou. Obě instituce chtějí přispívat k realizaci vědeckých a výzkumných úkolů včetně popularizace vědy. „Vysoké školy jsou pro nás důležitým partnerem nejen pro svou edukativní, ale i výzkumnou základnu,“ uvedla Eva Zažímalová.



## SENZORY PRO REAKTOR ITER

Účastníci mezinárodního workshopu pořádaného Ústavem fyziky plazmatu AV ČR v prosinci 2017 oficiálně zahájili výrobu celosvětově unikátních senzorů ustáleného magnetického pole. Senzory OVSS (Outer Vessel Steady-state Sensor) jsou určeny pro přesné měření ustáleného magnetického pole v extrémních podmínkách termojaderných reaktorů. V blízké budoucnosti se mají instalovat na termojaderném reaktoru ITER, který vzniká ve Francii a po zprovoznění bude největším zařízením pro výzkum jaderné fúze na světě. Základem senzorů jsou tzv. bismutové Hallové senzory. Ty na rozdíl od obvykle používaných polovodičových Hallových senzorů umožňují měřit magnetické pole v prostředí s ionizujícím zářením až při teplotách do 250 °C. Senzory vyvinul Ústav fyziky plazmatu AV ČR ve spolupráci s dalšími vědeckými institucemi a průmyslovými podniky.

## VELETRH VĚDY 2018

Čtvrtý ročník Veletrhu vědy přinese novinky a zajímavosti od více než stovky vystavovatelů, mezi kterými nebude chybět 40 pracovišť Akademie věd ČR, ale také vysoké školy, další vědecké instituce a firmy. Stánky vystavovatelů doplní přednášky, vědecká představení, výstavy nebo panelové diskuse zaměřené na výzkumné programy Strategie AV21. Veletrh vědy se uskuteční od 7. do 9. června 2018 v PVA EXPO PRAHA v Letňanech. Zváni jsou všichni bez rozdílu věku. Vstup na veškerý program bude zdarma.





## ZPĚVNÍK Z HORÁCKA

### A PODHORÁCKA

Mimořádným edičním počinem a dalším výstupem spolupráce Regionálního pracoviště tradiční lidové kultury v Kraji Vysočina při Muzeu Vysočiny Třebíč a brněnského pracoviště Etnologického ústavu AV ČR je nově vydaný *Zpěvník z Horácka a Podhorácka*. Obsahuje 100 lidových písní z území celého Kraje Vysočina a je určen učitelům hudební výchovy na základních školách, pedagogům v mateřských školách a hudebním oborům uměleckých škol. Zpěvník navazuje na úspěšnou spolupráci obou výše uvedených institucí z let 2011–2015, která vyústila ve vydání tří svazků lidových písní z Podhorácka. Materiál k rozsáhlému souboru obsahujícímu více než 900 písní čerpaly editorky Marta Toncrová a Silva Smutná zejména z fondů Etnologického ústavu AV ČR, jenž uchovává písňové rukopisné prameny ze sběratelské činnosti národopisných pracovníků. Vybraly písně, které se dětem budou líbit, budou se i dobře zpívat a hrát, obohatí jejich hudební repertoár, a podpoří tak rozvoj zpěvnosti dětí a návrat regionálních lidových písní do repertoáru dětí i dospělých.

## OCENĚNÍ ZA

### ROZVOJ DYNAMIKY

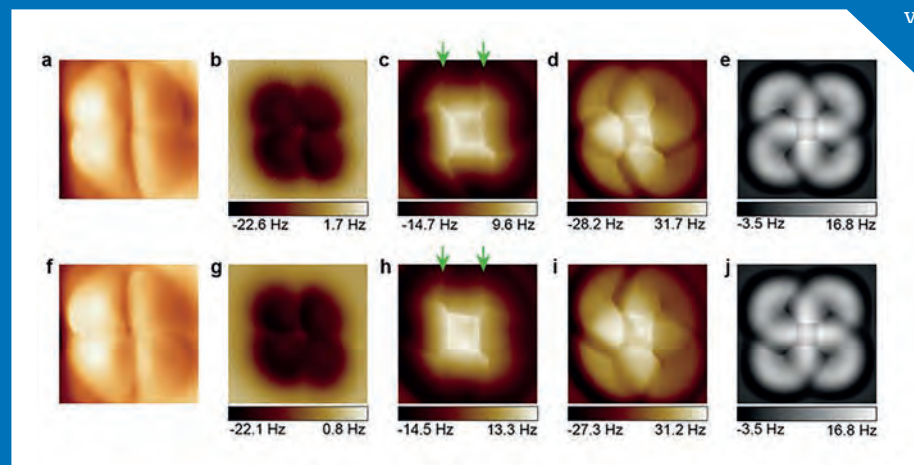
Zvláštní cenu Evropské asociace pro strukturální dynamiku získal Jiří Náprstek, vedoucí oddělení dynamiky a stochastické mechaniky Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR. Vyznamenání převzal na konferenci EURODYN 2017 v Římě. Ocenění získal za celoživotní přínos rozvoji nelineární dynamiky, konkrétně v oblasti stochastické dynamiky soustav se samobuzením, dynamické stability a postkritického chování soustav a dynamiky autoparametrických neholonomních soustav. Obor, jemuž se Jiří Náprstek věnuje, je laikům skrytý v na první pohled nepřístupné terminologii. Nelinearita je ovšem původcem důležitých jevů, které pozorujeme v běžném životě (hudební nástroje, rádiová komunikace, přenos v optických vláknech apod.). Dále se zaměřuje na studium účinků větru na inženýrské konstrukce (mosty, věže, stožáry, vysoké budovy) či působení přirozené a technologické seizmicity (stroje, doprava). Věnuje se také problematice vysokorychlostní dopravy, účinkům vibrací na budovy či spolupráci při tvorbě norem – ať již českých, nebo například eurokódů.

## VIDĚT A NEROZBÍT

Vědci z Fyzikálního ústavu AV ČR a Univerzity Palackého v Olomouci ve spolupráci s kolegy z Čínské akademie věd a Pekingské univerzity dosáhli významného pokroku v oblasti zobrazování molekul vody. Vyvinuli metodu, jejímž prostřednictvím dosahují submolekulárního rozlišení slabě vázaných

klastrů vody na površích pevných látek. Práce, kterou zveřejnil časopis *Nature Communications*, posouvá současné možnosti, jak zobrazovat slabě vázané nanostruktury pomocí tzv. mikroskopie atomárních sil. Právě s jejím využitím lze zobrazit mapu sil mezi atomy. Submolekulární rozlišení přitom vědcům umožňuje vidět, že jde nejen o určitou molekulu, ale také zjistit, jaký má tvar, orientaci a sílu, kterou interagují jednotlivé konce.

Podle Prokopa Hapaly z Fyzikálního ústavu AV ČR patří studium chování vody mezi jednu z velkých výzev současné vědy. „Díky nové metodě můžeme na atomární úrovni experimentálně pozorovat, jak vypadají struktury vznikající v situaci, když nějaký materiál přijde do styku s vodou. Donedávna to nešlo, protože struktury jsou příliš křehké, a když k nim přiblížíte hrot mikroskopu, rozbijete je.“



## JAKÝM SMĚREM

### ROZVÍJET ENERGETIKU?

Seminář Perspektivy rozvoje energetiky v ČR, který 31. ledna 2018 v sídle Akademie věd ČR na Národní třídě v Praze zorganizovaly Komise pro životní prostředí AV ČR a Komise pro energetiku AV ČR, se zabýval otázkami, co nás v energetice čeká v nejbližších letech i v příštím půlstoletí.

Někdejší předseda Akademie věd Václav Pačes, který od roku 2007 stál v čele státní energetické komise, upozornil, že chceme-li si zachovat energetickou nezávislost a samostatnost, pravděpodobně se neobejdeme bez jaderné energie. Dodal ovšem, že ji považuje za přechodnou technologii, která bude v následujícím půlstoletí nahrazena „čistými“ zdroji. Podobný názor sdílí i předseda Komise pro energetiku Jiří Plešek, který zároveň koordinuje program Strategie AV21 *Účinná přeměna a skladování energie*, a Radomír Pánek, koordinátor programu *Systémy pro jadernou energetiku*. Na semináři vystoupil mj. i Jiří Drahoš, jenž jako předseda Akademie věd ČR stál u zrodu Strategie AV21. Varoval, že je třeba mít energetickou budoucnost naší země rozmyšlenou a nepodlehout populistickým voláním a krátkodobým trendům. Velvyslanec ČR v Německu Jan Podivínský pohovořil o možnostech vědecké spolupráce obou zemí, například v oblasti přeshraničních energetických systémů či elektromobility v kombinaci s inteligentními systémy řízení na dálnici.

Experti se shodují, že ve světě pokračuje odklon od využívání fosilních paliv a narůstá produkce z obnovitelných zdrojů energie. Česká republika si do budoucna bude muset poradit s několika problémy, jako je uzavření uhelných elektráren, plánované odstavování jaderné elektrárny v Dukovanech či ukončení činnosti jaderných elektráren v sousedním Německu. Musíme se co nejdříve rozhodnout, které zdroje a jakou formou chceme využívat.



## ČESKÝ PŘÍSPĚVEK

### K NOBELOVSKÉ EKONOMII

Propojením přístupů tradiční ekonomie s psychologii vznikla před lety tzv. behaviorální ekonomie. V současnosti už je standardní součástí hlavního směru ekonomie, a to zejména zásluhou letošního laureáta Nobelovy ceny za ekonomii Richarda H. Thaler z Chicagské univerzity. Jako jeden z prvních začal v ekonomické vědě zohledňovat lidský faktor. Ptá se například, jak motivovat lidi k důchodovému spoření, placení daní či jak podpořit vyšší odpovědnost bankéřů. „Když začal Richard Thaler pracovat na problematice omezené lidské racionality jakožto vědecky zdůvodněného systematického odchýlení od plné racionality, behaviorální ekonomie byla okrajovou oblastí ekonomie. Dnes je i díky němu součástí jejího hlavního směru. Také nedávné výsledky

výzkumů v oblasti tzv. racionální nepozornosti, které realizují experti v Národohospodářském ústavu AV ČR, k tomuto oboru výrazně přispěly,“ konstatuje ředitel ústavu Michal Kejak. Velkého úspěchu v behaviorální ekonomii nedávno dosáhl Jakub Steiner z téhož pracoviště. Evropská výzkumná rada (ERC) mu udělila prestižní grant na výzkumný projekt Behaviorální důsledky nedokonalého rozhodování. ERC grant obdržel v roce 2015 i další úspěšný vědec ze stejného pracoviště, Filip Matějka, a to právě na výzkum racionální nepozornosti. Publikace Filipa Matějky a jeho kolegů *Attention Discrimination: Theory and Field Experiments with Monitoring Information Acquisition* získala nedávno dvě ocenění: UniCredit Best Paper Award a Exeter Prize.

Akademie věd ČR

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

Po-Pá

10:00-18:00

## (1868-1944)

## cestovatel a fotograf

## Vstup volný



# PŘÍŠTĚ



## ZRAK

Zrak je pro člověka nejdůležitějším a zároveň také nejkomplikovanějším smyslem. Lidské oko vnímá okolní prostředí – světlo, barvy, tvary i pohyb. Jak ale zrakový aparát funguje? Které vady a choroby náš zrak ohrožují a umíme je léčit? Pomoci mohou například kmenové buňky či nanotechnologie. Těmto i dalším otázkám se v Akademii věd ČR věnují týmy fyziologů, lékařů, molekulárních genetiků, ale i psychologů.

## SUPERPOČÍTAČE

Vědci představili nový koncept pro ukládání dat – elektrický zápis v antiferomagnetu. Může vést k rychlejšímu ukládání dat, která se navíc nebudou moci nechtěně vymazat ani přechíst běžnými magnetickými skenery.



## NETOPÝŘI

Co se děje s netopýry v době zimního spánku? Jak reagují na změny v tělesné teplotě a metabolismu při probuzení? Odpoví vědci z Ústavu biologie obratlovců AV ČR, kteří již dříve zaujali výzkumem syndromu bílého nosu, plísňového onemocnění zimujících netopýrů.

Foto: iStock (3)



### 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 Černoch  
tel.: 221 403 531  
e-mail: cernoch@ssc.cas.cz

### Předsedkyně redakční rady

Markéta Pravdová  
e-mail: pravdova@kav.cas.cz

### Redakce

Leona Matušková (redaktorka)  
tel.: 221 403 247  
e-mail: matuskova@ssc.cas.cz

Jana Olivová (redaktorka)  
tel.: 221 403 408  
e-mail: olivova@ssc.cas.cz

Luděk Svoboda (redaktor)  
tel.: 221 403 375  
e-mail: svobodaludek@ssc.cas.cz

Pavlna Jáchimová (fotografka)  
tel.: 221 403 332  
e-mail: jachimova@ssc.cas.cz

Markéta Wernerová (produkční)  
tel.: 221 403 513  
e-mail: wernerova@ssc.cas.cz

Irena Vítková (korektorka)  
tel.: 221 403 289  
e-mail: vitkova@ssc.cas.cz

### Grafika

Pavlna Jáchimová

### Tisk

Serifa, s. r. o., Praha

### Distribuce

SEND Předplatné, spol. s r. o.

Číslo 1/2018, vychází čtvrtletně, ročník 2

**Vyšlo 14. března 2018**

ISSN 2533-784X

Cena: zdarma

Evidenční číslo MK ČR E 22759

Jakékoli šíření částí či celku v libovolné podobě je bez písemného souhlasu vydavatele výslovně zakázáno. Nevyžádané materiály se nevracejí. Za obsah inzercí redakce neodpovídá. Změny vyhrazeny.



**letuska.cz**

**Europea**  
travel

**Eduthea**  
eduthea.com

**viza.cz**

**Study** CZ

# S NÁMI SVĚT PATŘÍ VÁM

## LETENKY

Spolehlivě, levně a profesionálně, pro jednotlivce, skupiny i firmy. Dotazy pište na [letenky@letuska.cz](mailto:letenky@letuska.cz).  
[www.letuska.cz](http://www.letuska.cz)

## KORPORÁTNÍ SERVIS

Chytré firmy mají chytrou cestovní politiku s námi. Dotazy pište na [sales@letuska.cz](mailto:sales@letuska.cz).  
[www.mojeletuska.cz](http://www.mojeletuska.cz)

## JAZYKOVÉ KURZY A STUDIUM V ZAHRANIČÍ

Investice do jazykových dovedností a do vzdělání je dlouhodobě nejlépe zhodnocovanou investicí. Pomáháme ji realizovat déle než 25 let. Dotazy pište na [info@study.cz](mailto:info@study.cz). [www.study.cz](http://www.study.cz)

## FIREMNÍ AKCE A KONFERENCE

Zařídíme na klíč pro místní i zahraniční subjekty v ČR i v zahraničí. Ptejte se na [events@asiana.cz](mailto:events@asiana.cz)

## VÍZOVÝ SERVIS

Spolehlivě pro jednotlivce, skupiny i organizace víza všude tam, kde jsou potřebná. Dotazy pište na [info@viza.cz](mailto:info@viza.cz). [www.viza.cz](http://www.viza.cz)

## CESTOVÁNÍ

Zájezdy šité na míru i s ohledem na váš rozpočet. Inspiraci na dovolenou hledejte na [www.letuska.cz/zajezdy](http://www.letuska.cz/zajezdy) nebo pište na [zajezdy@letuska.cz](mailto:zajezdy@letuska.cz)

### CENTRÁLA

#### PRAHA – DEJVICE

Velflíkova 8, Praha 6

☎ 234 704 901

✉ [info@letuska.cz](mailto:info@letuska.cz)

#### PRAHA – MŮSTEK

Vestibul stanice metra Můstek - linka A, Praha 1

☎ 234 704 977

✉ [mustek@letuska.cz](mailto:mustek@letuska.cz)

#### PRAHA – LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA

Odletová hala, Terminál 1, Praha 6

☎ 234 704 951

✉ [airport@letuska.cz](mailto:airport@letuska.cz)

#### KARLOVY VARY

T. G. Masaryka 41, Karlovy Vary

☎ 234 704 999

✉ [karlovyvary@letuska.cz](mailto:karlovyvary@letuska.cz)

#### ZLÍN

Kvítková 7107, Zlín

☎ 234 703 188

✉ [zlin@letuska.cz](mailto:zlin@letuska.cz)



Akademie věd  
České republiky

# A VĚDA A VÝZKUM

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



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



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



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



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