VĚDA A VÝZKUM

Akademie věd České republiky

magazín AV ČR | 2/2017

Sucho

... nás bude trápit čím dál víc

Vědecký souboj o teorii vzniku života na Zemi

Může lidem jejich vlastní tuk pomoci hubnout?

Moderní studium středověku v českých zemích

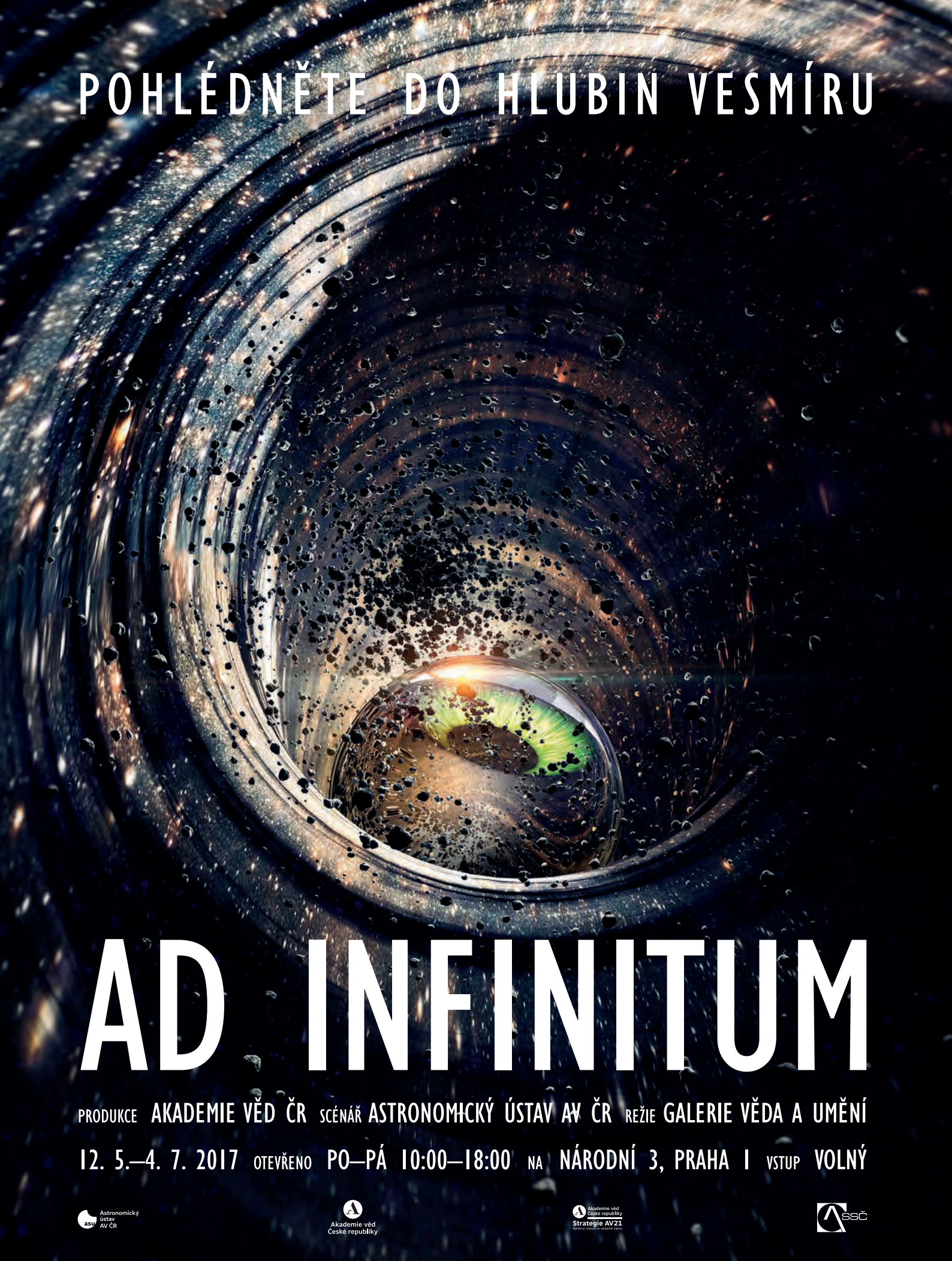

POHLÉDNĚTE DO HLUBIN VESMÍRU
AD INFINITUM
PRODUKCE AKADEMIE VĚD ČR SCÉNÁŘ ASTRONOMICKÝ ÚSTAV AV ČR REŽIE GALERIE VĚDA A UMĚNÍ
12. 5.–4. 7. 2017 OTEVŘENO PO–PÁ 10:00–18:00 NA NÁRODNÍ 3, PRAHA I VSTUP VOLNÝ
Astronomický ústav AV ČR
Akademie věd České republiky
Akademie věd České republiky
Strategie AV21
SSČ

Foto: Stanislava Kyselová

Editorial

Vážení čtenáři,

hlavním tématem aktuálního vydání „Áčka“ je problematika sucha. Jde o téma výsostně důležité, protože s dostatkem srážek a vody souvisí nejen stav životního prostředí a účinnost zemědělství, ale například i takové otázky jako národní bezpečnost či všeobecná dostupnost základních životních potřeb. Pokles srážek by mohl vést jak k ohrožení mnoha klíčových oblastí národního hospodářství, včetně zemědělství, průmyslu a energetiky, tak i k nedostatku pitné vody. Nechtěným důsledkem, i v případě naší země, pak může být růst extremistických ideologií, občanské nepokoje a dlouhodobá politická nestabilita.

Nejde však jen o samotný problém sucha. Z poměrně nedávné zkušenosti v České republice také víme, že vyšší variabilita srážek vytváří předpoklady pro častější vznik místních a regionálních povodní. Měli bychom proto promýšlet, jak připravit krajinu na rizika sucha i náhlých povodní, a tím také, což je neméně důležité, zajistit bezpečnou produkci potravin. Na jejich kvalitu má přitom zásadní vliv způsob hospodaření a stav půdy, která je však následkem mnoha nemilosrdných lidských zásahů do přírody velmi zranitelná a citlivá vůči stále četnějším extrémním projevům počasí.

Zdá se tedy, že v důsledku vyčerpávání základních zdrojů, znečištění životního prostředí a přelidnění se moderní společnost ocitla v patové situaci. Co z toho vyplývá pro nás? Především se domnívám, že nelze očekávat úspěšné řešení zmíněných problémů bez pochopení zásadní role vzdělání, vědy a techniky a bez jejich podpory – jako klíčových faktorů naší bezpečné budoucnosti. Osobně věřím v kreativitu a vynalézavost člověka. Abychom však dosáhli lepšího porozumění různým typům probíhajících krizí, kterým v současnosti čelí Česká republika, Evropa i svět, musíme stavět především na promyšlených investicích do produkce nových znalostí.

Porozumíme-li tomu, jak se planeta Země vyrovnává s břemenem lidské existence, teprve pak se nám naskytne možnost harmonického a dlouhodobého soužití člověka s přírodou. Je přitom zřejmé, že příroda není pro obchodníka nebo průmyslníka tímtéž, čím je pro vědce; jistou naději však vidím v tom, že jednou může být pro oba tím, čím je pro básníka.

Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR

Obsah

Editorial 3

Obsah 4–5

V obraze

Jak ovlivňuje počasí ve vesmíru naši planetu? 6–7

Ze světa

Neživá příroda 8–9

Živá příroda a chemické vědy 10–11

Humanitní a společenské vědy 12–13

Téma

Sucho 14–23

Matematika, fyzika, informatika

Dvakrát měř, jednou řež! 24–27

Biologie a medicína

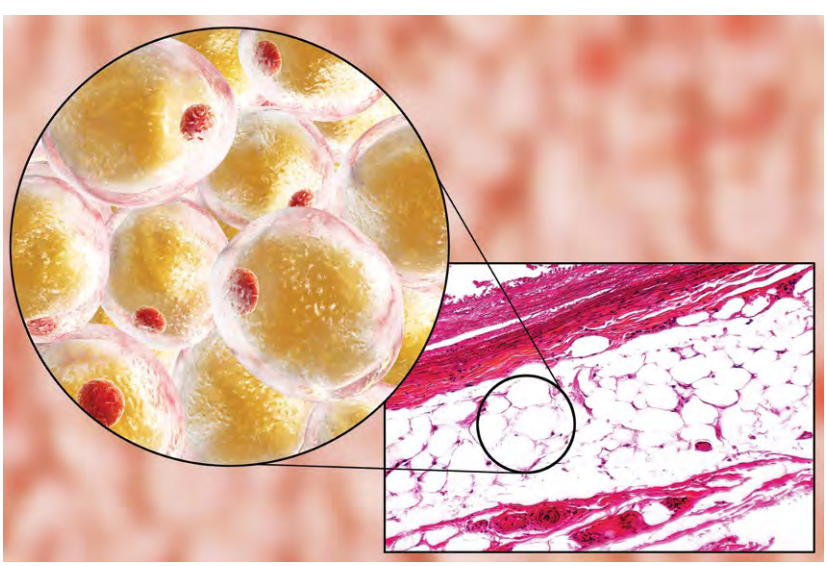
Zase nedopnu kalhoty! 28–33

12

Využití mechanické práce nanostrojů bylo dosud obtížné. Pomalu se však blíží doba, kdy i miniaturní zařízení může pracovat v rozsahu, který můžeme vidět a cítit.

24

Pozemní radarová interferometrie může pomoci českým geodetickým firmám zvýšit konkurence-schopnost.



28

Tuková tkáň – symbol nežádoucí obezity, nebo užitečná chemická továrna našeho těla?

Foto na titulce: allphoto.cz | **Foto:** Stanislava Kyselová (2), iStock (2), Geodézie Ledeč nad Sázavou, Ústav jaderné fyziky AV ČR

34

Rozhovor

Jiné dějiny středověku (Dana Dvořáčková-Malá) 34–39

40 Optické biosenzory přinesou zásadní pokrok v lékařské diagnostice, kontrole bezpečnosti potravin, monitorování životního prostředí a dalších oblastech.

Aplikovaná fyzika

Hledání skrytých záškodníků 40–43

Biologie a medicína

Na stopě původu života 44–49

Strategie AV21

Pojmy, ne dojmy aneb Jak věda přispívá k efektivním veřejným politikám 50–53

54 Lékaři, archeologové, geologové – ti všichni využívají výzkumy jaderných fyziků. Kde všude tento obor pomáhá?

Matematika, fyzika, informatika

Šikovní jaderní pomocníci 54–57

Téma pro...

Svaz průmyslu a dopravy 58–61

Krátce z Akademie 62–65

Příště 66

V obraze

Jak ovlivňuje počasí ve vesmíru naši planetu?

Mise Evropské kosmické agentury Cluster II by měla pomoci tuto otázku zodpovědět. Čtveřice družic pojmenovaných Rumba, Samba, Salsa a Tango „tančí“ kolem Země, aby poodhalila vztahy mezi ní a Sluncem, například vliv extrémní sluneční aktivity na zemskou magnetosféru. Při pozorování se již zjistilo, jakým způsobem poruchy slunečního větru ovlivňují magnetosféru Země a jaké procesy se podílejí na přenosu energie ze slunečního větru do magnetosféry, kde mohou vyvolat mohutné víry – magnetické subbouře. Bouře v magnetosféře mohou ovlivnit elektrické systémy na Zemi a v nejhorším případě dokonce zničit důležitá elektronická zařízení. Zároveň ale mají na svědomí i jedinečný přírodní úkaz – dosáhnou-li částice slunečního větru zemské atmosféry, část jejich energie se přemění na světlo – severní nebo jižní polární záři.

Mise Cluster II započala v roce 2000, o sedm let později se do projektu připojila i observatoř v Panské Vsi, detašované pracoviště Ústavu fyziky atmosféry AV ČR. Na snímku je jedna z dvojice parabolických antén určených pro příjem signálů z vědeckých družic v pásmu S. „V Panské Vsi přijímáme data z přístroje WBD (širokopásmový přijímač), který je schopen měřit s vysokým rozlišením složky elektromagnetického pole v rozsahu 25 Hz až 577 kHz. Podle konfigurace můžeme přijímat data ze dvou až tří družic současně (pokud jsou dvě družice tak blízko sebe, že je možné přijímat je jednou anténou) až do vzdálenosti 80 tisíc kilometrů, přičemž apogeum družic, tedy jejich nejvzdálenější bod oběhu od Země, je okolo 130 tisíc kilometrů,“ říká Jiří Šimůnek, vedoucí observatoře Panská Ves.

Anténa je součástí telemetrické stanice v Panské Vsi, která je zapojena do sítě Deep Space Network (DSN) a v současnosti přijímá data právě z družic zmiňovaného projektu. Průměr paraboly je úctyhodných deset metrů, přesto svými rozměry zaostává za velikostí antén specializovaných stanic, jejichž antény mají průměr 34, ale i 70 metrů.

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Stanislava Kyselová

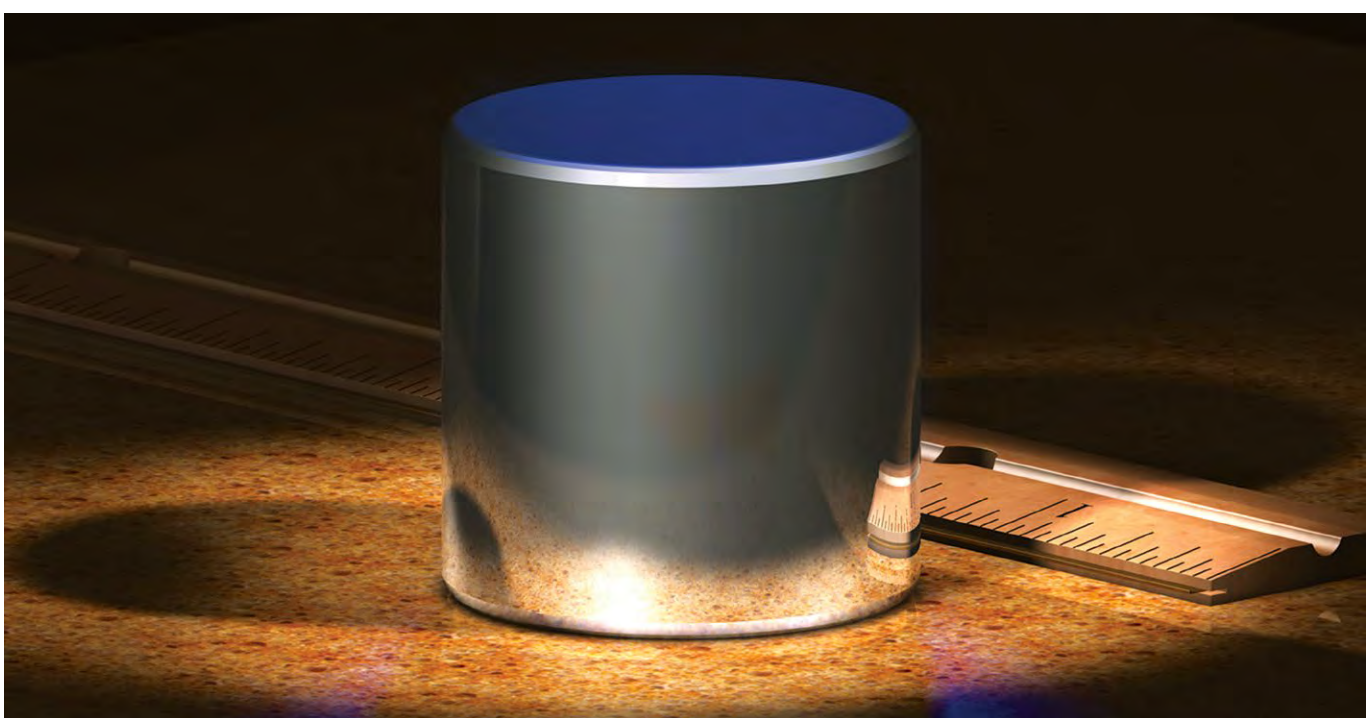
Ze světa

Kolik váží **jeden kilogram**

Většina základních jednotek fyzikálních veličin soustavy SI (což jsou sekunda pro čas, metr pro délku, kilogram pro hmotnost, kelvin pro teplotu, ampér pro elektrický proud, kandela pro svítivost a mol pro látkové množství) je určena velmi přesně fyzikální definicí. Pouze kilogram je již od roku 1901 definován dnes už nevyhovujícím způsobem, totiž pomocí mezinárodního prototypu kilogramu uloženého u Mezinárodního úřadu pro míry a váhy ve francouzském Sèvres. Na něj jsou navázány národní etalony téhož typu a změny jejich hmotnosti vůči onomu prototypu je dnes možno měřit s relativní nejistotou 2×10^{-8}. Hmotnost samotného prototypu se patrně také za těch více než 100 let změnila, není však známo jak, protože ho není s čím srovnat. Proto se již po několik desetiletí hledá nový, přesnější a na čase nezávislý způsob určení této jednotky. Můžeme se tedy brzy dočkat čistě fyzikální definice kilogramu založené na neměnných vlastnostech přírody?

„Snaha využít vlastností atomů nebo veličin, které jsou obecně považovány za fundamentální přírodní konstanty, k definici a praktické realizaci všech jednotek SI, se nevyhnula ani kilogramu. Dlouho však tyto pokusy ústily v nejistotách řádově větších, než které poskytuje přímé srovnání se zmíněným mezinárodním prototypem. Vývoj probíhá paralelně ve dvou směrech. Jeden z nich paradoxně vede opět k artefaktu, totiž k ‚dokonalé' kouli monokrystalického křemíku o hmotnosti 1 kg (průměr cca 93,6 mm). Znalost krystalové struktury křemíku, přesná laserová měření průměru koule a stanovení hmotnosti koule v jednotkách SI umožňují určit tzv. Avogadrovu konstantu NA, což je fundamentální fyzikální konstanta. Pomocí ní by tedy bylo možno definovat kilogram a křemíkové koule by pak sloužily k jeho praktické realizaci. Avogadrova konstanta je ovšem ‚rezervována' i pro jednotku látkového množství mol, bylo by tedy vhodnější opřít definici kilogramu o jinou fyzikální konstantu. Touto cestou jde druhý směr výzkumu, využívající tzv. Kibblovy wattové váhy. V tomto sofistikovaném zařízení se hmotnost zkoumaného tělesa poměrně složitým způsobem převádí na přesná měření elektrických veličin, napětí a odporu. Ty jsou již od roku 1990 vztaženy prostřednictvím Josephsonova a Kvantového Hallova jevu k fundamentálním přírodním konstantám, totiž k Planckově konstantě *h* a náboji elektronu *e*. Právě Planckova konstanta *h* se dnes považuje za veličinu, k níž bude pravděpodobně vztažena nová definice kilogramu. Nové definice jednotek soustavy SI, včetně kilogramu, by měly být oficiálně vyhlášeny v roce 2018. Až se tak stane, změní se i statut mezinárodního prototypu kilogramu a bude moci být konečně zodpovězena otázka, kolik tento artefakt opravdu váží."

Pavel Svoboda, Fyzikální ústav AV ČR



Strojově **přečtené** fosilie

Stromatolity jsou vrstevnaté usazeniny biologického původu, obvykle vápnité, které se tvořily nejčastěji v prekambriu; nejstarší jsou z doby před 3,7 miliardy let a maxima rozšíření dosáhly před 1,25 miliardy let. Na jejich tvorbě se podílely mikroorganismy – sinice či bakterie schopné fotosyntézy. Představují nejstarší fosilie viditelné pouhým okem. Během kambria před 540 miliony let pak jejich množství prudce klesalo. Paleontologové jejich mizení dlouho spojovali s evolucí živočichů, kteří se danými mikroorganismy živili. Autoři studie uveřejněné v časopise *Geology* došli k jinému závěru. Využili nové digitální knihovny a systém strojového čtení ke shromáždění faktů z více než tří milionů geologických publikací. Na jejich základě našli jen slabou souvztažnost mezi stromatolity a rozmanitostí živočichů, zjistili ovšem silnější spojitost mezi stromatolity a chemií mořské vody. Podle nich je nejlepším indikátorem přítomnosti stromatolitů bohatý výskyt horniny zvané dolomit v mořských usazeninách. Dolomit je uhličitan hořečnatovápenatý, který vzniká buď usazováním $CaMg(CO_3)_2$ ve vodním prostředí s vysokou salinitou, nebo častěji dolomitizací usazených vápenců. Jeho hojná přítomnost souvisí se změnami ve vodním sloupci a chemickými procesy ve vodě, které jsou podmíněné cyklickými vzestupy a poklesy mořské hladiny v geologické minulosti.

„Na popisu této studie mě při prvním pročtení více překvapuje použitá metodologie, tedy systém strojového čtení milionů publikací, než samotný výsledek. Po nesmírně dlouhou dobu největší slávy stromatolitů (což jsou zhruba tři miliardy let!) nemohly mít stromatolity žádný vztah k rozmanitosti živočichů, protože říše živočichů (Animalia) se objevila až před 700 miliony let, tedy v době, kdy stromatolity už byly dávno na ústupu. I když nelze přehlédnout, že stromatolity jsou pro mnohé živočichy snadným zdrojem potravy, je právě tak evidentní, že stromatolity prosperovaly (a dodnes se udržely) v prostředí s neobvyklou (zpravidla zvýšenou) slaností vody, s níž souvisí i zvýšené usazování dolomitu. Pokud však práce publikovaná v *Geology* dokazuje, že výskyt stromatolitů souvisel s chemismem oceánů již v době před vznikem živočichů, otevírá se pole novým výzkumům. V nich budou největší roli hrát asi faktičtí tvůrci stromatolitů, tedy mikrobi, zatímco role ‚pojídačů stromatolitů' (což by mohli být například starobylí členovci) bude méně významná."

Radek Mikuláš, Geologický ústav AV ČR

Kde se vzala **voda na Zemi**?

Jednou z nezodpovězených záhad vývoje naší planety je, kde se na ní vzala voda – a to v takovém množství. Podle jedné z teorií ji sem v raných fázích vývoje Země přinesly komety. Tým badatelů z University College Dublin ve spolupráci s University of Saskatchewan in Canada však uveřejnil v odborném časopise *Earth and Planetary Science* studii, podle níž může mít voda svůj původ přímo v zemském nitru. Konkrétně může vznikat v chemických reakcích mezi kapalným vodíkem a oxidem křemičitým za vysokých tlaků a teplot v hloubce od 40 do 400 km pod povrchem. Oxid křemičitý, resp. jeho nejstabilnější forma křemen, se vyskytuje v zemské kůře a plášti velmi hojně. Za běžných podmínek reaguje velmi málo, za zvýšené teploty (nad 1000 °C) však reaguje i s vodíkem a uhlíkem. Počítačové simulace ukázaly, že při teplotách nad 1400 °C a tlaku kolem 20 tisíc atmosfér proniká vodík do krystalové mřížky křemene, volné vodíkové atomy reagují s kyslíkem v oxidu křemičitém a vzniká voda. Nově navržený mechanismus splňuje i další podmínky hovořící ve prospěch možnosti, že voda vznikla přímo v zemském plášti.

„Počítačový model autorů ukazuje, že kapalný vodík může existovat za vysoké teploty a tlaku, může prostupovat do mřížky křemene a zapříčinit vznik kapalné vody. Pro tento proces jsou nepřímým svědectvím hluboká zemětřesení (> 60 km). Studie autorů dokládá, že vznik oceánu na Zemi a také na ostatních tělesech naší sluneční soustavy je třeba přehodnotit ve světle prokázané možnosti vzniku vody hluboko v útrobách Země. V tuto chvíli však není jasné, zda tento popsaný proces může konkurovat vzniku vody z dopadu kometárních těles do zemské atmosféry."

Günther Kletetschka, Geologický ústav AV ČR

Milovníci **čokolády**, pozor!

Celosvětová poptávka po kakaových bobech začíná převyšovat jejich produkci a hrozí, že oblíbená pochoutka bude těžko k mání. Problému se naštěstí chopili vědci z brazilského São Paula a zjistili, že by se kakaové boby daly nahradit žakií – ovocem pocházejícím z tropického stromu chlebovník různolistý. Semena žakie totiž obsahují sloučeniny, které produkují podobné aroma jako zpracované kakaové boby, a mohou se stát levnou a dostupnou náhradou při výrobě čokolády.

„Celosvětová roční produkce kakaových bobů se od osmdesátých let zvýšila zhruba dvakrát na současných přibližně 3,7 milionu tun, do roku 2020 se očekává nárůst poptávky na 4,5 milionu tun. Výnosy se dlouhodobě nemění, větší produkce bylo dosaženo výlučně rozšiřováním plantáží. V posledních několika letech však jsou na vzestupu choroby a působení škůdců. Kakaovník je ale náročný na podmínky a ani v tropech ho nelze pěstovat všude. Snaha brazilských vědců najít za kakaové boby náhradu je proto pochopitelná. Kombinací různých podmínek fermentace a pražení připravili ze semínek žakie mouku, kterou citlivé vědecké přístroje i panel 160 ochutnávačů vyhodnotily jako aromaticky velmi podobnou kakaovému prášku. V Brazílii se semena žakie nezpracovávají a končí jako odpad, lze tedy jenom uvítat jejich další využití. Rostlinu lze navíc pěstovat i tam, kde se kakaovníku nedaří. Problém s nedostatkem kakaových bobů by však žakie vyřešila jen částečně. Celosvětová produkce jejích semen je zhruba 300 tisíc tun a většina se již dnes využívá. Jsou bohatá na proteiny, sacharidy, minerály, vitaminy (provitamin A, vitaminy B1 a B12) a aromatické látky. V jižní Indii či Africe se ze sušených a pražených semínek připravují cukrovinky nebo se přidávají do kari.“

Tomáš Moravec, Ústav experimentální botaniky AV ČR

Potkani jsou **stejně lechtiví** jako lidé

Pošimráme-li potkana na bříšku, začne pištět na ultrazvukových vlnových délkách a projevovat radost i jinak. Neurovědci z Humboldtovy univerzity v Berlíně implantovali těmto hlodavcům elektrody do somatosenzorické oblasti mozkové kůry, která přijímá dotykové, tlakové a další smyslové informace z receptorů umístěných např. v kůži. Jejich pomocí určili „centrum lechtání“ a identifikovali nervové buňky, které se v mozku potkanů aktivují a vyvolávají reakce – a to nejen přímo při lechtání, ale i později, kdy potkani vyhledávají ruku lechtajícího experimentátora. Současně se ukázalo, že ve stresu reagují na podněty méně. Vědci studii publikovali v časopise *Science*.

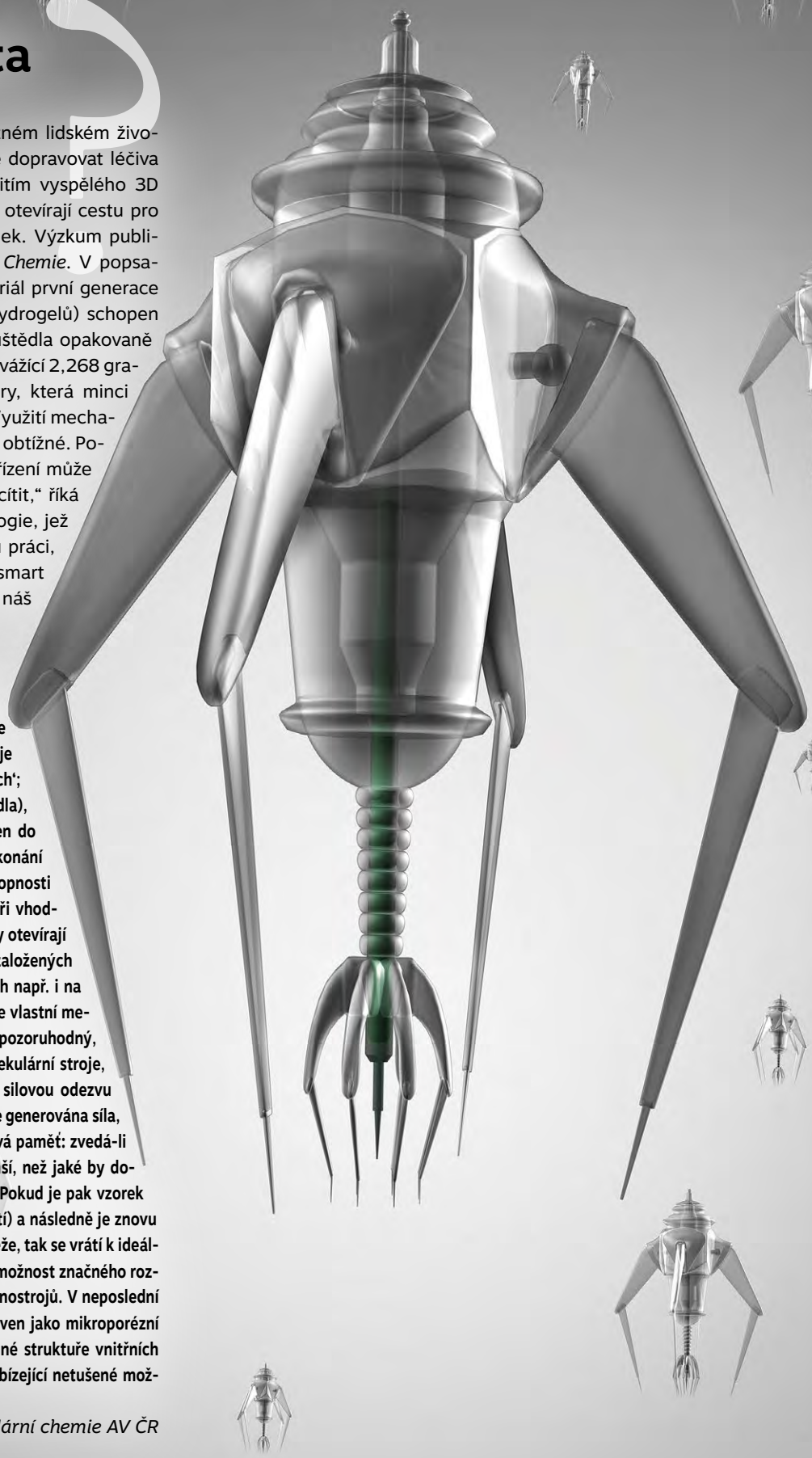
„Lechtání je u potkanů v přirozeném životě součástí ‚hravého zápasení‘, které se objevuje zejména u odrůstajících mláďat, kdy na sebe skáčou, převracejí se na záda a lechtají (ochočení potkani si pak ochotně hrají i s člověkem). Předpokládá se, že hra pomáhá osvojit si ‚nanečisto‘ prvky sociálního chování, které budou později potřebovat. Lechtání by mohlo být užitečné právě jako motivace ke hře. I jistá ambivalence lechtání, která potkany nutí ho vyhledávat i se mu bránit, by nasvědčovala tomu, že jde o způsob, jak povzbudit hravé a v jádru neškodné zápasení. Může to souviset např. se sociálním systémem daného druhu; třeba hravost je důležitá pro složitější formy sociálního chování v dospělosti. To, že je k lechtivosti potřeba speciální emoční vyladění, slouží podle mě k tomu, aby si hráli jen tehdy, když se cítí bezpečně. Na druhou stranu může hra stres zmírňovat, záleží to však na kontextu.“

Tomáš Petrásek, Fyziologický ústav AV ČR

Připravila: Markéta Wernerová, Jana Olivová | **Foto:** iStock (2), Pixabay

Siláci **z nanosvěta**

Nanotechnologie již naplno zakotvily v běžném lidském životě. Nanomateriály například dokážou cíleně dopravovat léčiva nebo slouží jako paměťová média. S využitím vyspělého 3D tisku však výzkumníci z Dartmouth College otevírají cestu pro nové využití těchto mikroskopických mašinek. Výzkum publikovali v online verzi časopisu *Angewandte Chemie*. V popsaném experimentu byl navržený smart materiál první generace (3D mřížka tvořená nanokroužky na bázi hydrogelů) schopen střídavým působením vody a DMSO rozpouštědla opakovaně vyzvednout do výšky 1,6 milimetru desetník vážící 2,268 gramu, což byl 15násobek hmotnosti struktury, která minci zvedala. Jako by člověk zvedal automobil. „Využití mechanické práce nanostrojů bylo dosud nesmírně obtížné. Pomalu se však blíží doba, kdy i miniaturní zařízení může pracovat v rozsahu, který můžeme vidět a cítit," říká řešitel projektu Chenfeng Ke. Nová technologie, jež převádí chemickou energii na mechanickou práci, by tak mohla umožnit navrhování a výrobu smart zařízení, která jsou v současné době mimo náš dosah.



„Článek se dotýká několika zajímavých témat. Představený gel konající mechanickou práci v odezvě na změnu složení rozpouštědla jako „syntetický sval" je výjimečný především tím, že princip jeho pohybu je založený na tzv. molekulárních strojích („nanostrojích"; stavební jednotka připomíná kuličky na ose počítadla), jejichž pohyb v nanometrickém měřítku je převeden do okem viditelného mechanického pohybu a do vykonání značné mechanické práce. To vše je možné díky schopnosti materiálu provést vysoce účinné samouspořádání při vhodných chemických podmínkách. Představené výsledky otevírají cestu k vývoji tzv. inteligentních (smart) materiálů založených na rafinovanějších molekulárních strojích, reagujících např. i na složitější vnější signály. Zde je nutno poznamenat, že vlastní mechanický výkon představeného materiálu sice je pozoruhodný, některé ‚obyčejné hydrogely', které neobsahují molekulární stroje, ale dokážou při podobné velikosti a váze vytvořit silovou odezvu o velikosti až stovek gramů. Kromě principu, jakým je generována síla, je další mimořádnou vlastností materiálu jeho tvarová paměť: zvedá-li těžkou minci, vzorek nakonec ztuhne ve výšce menší, než jaké by dosáhl, pokud by se napřimoval a tuhnul bez zatížení. Pokud je pak vzorek opět změkčen změnou rozpouštědla (přitom se zbortí) a následně je znovu povzbuzen k napřimování (samouspořádání) bez zátěže, tak se vrátí k ideálnímu tvaru, který si pamatuje. Tato vlastnost nabízí možnost značného rozvoje – právě díky stavebním jednotkám v podobě nanostrojů. V neposlední řadě ještě stojí za zmínku, že vzorek gelu byl připraven jako mikroporézní materiál, o velmi pravidelné a jinak těžko dosažitelné struktuře vnitřních dutin a kanálků, pomocí tisku 3D, což je metoda nabízející netušené možnosti ve velmi širokých oblastech techniky."

Adam Strachota, Ústav makromolekulární chemie AV ČR

Robot **novinář**

Roboti a automaty pomalu ale jistě nahrazují lidi v mnohých profesích, především manuálních a dělnických. Digitální technologie prostupují všechny oblasti lidského života, včetně průmyslu a podnikání, a výjimkou není ani sféra mediální. Projekt nazvaný DPer News (Digital Personalization of the News) odstartovali vědci z univerzity ve švédském Jönköpingu. Položili si otázku, zda mohou roboti vykonávat i povolání, jako je žurnalistika. Mohou algoritmy nahradit novináře? Autoři projektu věří, že v tématech, jako je sport či finance, to možné je. V některých oblastech pak lze roboty využít na hledání a analyzování dat, přičemž příběh by stále psal „živý" novinář. Projekt DPer News chce nalézt kreativní způsoby robotizace, které mohou zpravodajskému odvětví pomoci vytvářet zajímavé zprávy.

„Problematika robotů a umělé inteligence vyvolává mnoho otázek a z hlediska společnosti a práva se stává stále aktuálnější. Schopnosti porozumění textu a vytváření smysluplných sdělení byly kvůli své náročnosti až donedávna doménami vyhrazenými jen lidem. Ne nadarmo se inteligence stroje posuzuje pomocí Turingova testu, podle nějž se stroj považuje za inteligentní ve chvíli, kdy člověk nedokáže z odpovědí na své otázky rozlišit, zda komunikuje se strojem či živou lidskou bytostí. Stroj tak prokáže, že je schopen plnohodnotného projevu.

Projekt DPer News směřuje k tomu, že by některé zprávy mohly být postupně psány umělou inteligencí. Praktickým problémem, který se v této chvíli okamžitě objeví, je posouzení otázky autorství zprávy vytvořené strojem. Tradičně se totiž za autora jakéhokoli díla chráněného autorským zákonem považuje fyzická osoba, která dílo zhotovila. Kdo tedy bude autorem automatizovaně vytvořeného textu? Možností je několik. Autorem může být tvůrce samotného programu umělé inteligence, který by se dal přeneseně považovat za tvůrce odvozeného díla. To však vzniklo jen za částečného přispění programátora v případě, kdy umělá inteligence autonomně a do jisté míry nepředvídatelně rozhoduje o obsahu a formě jí vytvářené zprávy. Druhou možností je tak stanovení absence autora a možnost, že takovou zprávu bude moci využívat kdokoli jakýmkoli způsobem. Další možností je přiřknutí spoluautorství programátorovi a osobám, které umělou inteligenci trénují a formují její rozhodování. Nakonec lze uvažovat i o udělení autorství samotné umělé inteligenci, která by pak mohla o díle rozhodovat sama. Zde se ale už dostáváme do oblasti, kdy je nutno ptát se po společenském účelu takového kroku a začít zvažovat, za jakých podmínek by se stroje mohly a měly změnit z pouhého nástroje v plnohodnotného partnera člověka."

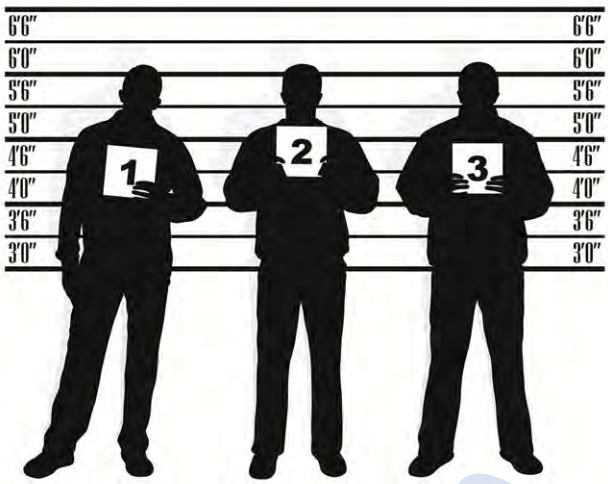
Alžběta Krausová, Ústav státu a práva AV ČR

Děti si lépe rozumějí **se svými mazlíčky** než se sourozenci

Větší uspokojení nalézají děti ve vztahu ke svým domácím mazlíčkům než ve vztahu k bratrům a sestrám. Také s nimi lépe vycházejí. Vyplynulo to z výzkumu psychologů Cambridgeské univerzity. Děti (12 let) například uváděly menší míru konfliktu se zvířaty než se sourozenci, spokojenější přitom byli majitelé psů než ostatních domácích zvířat. Skutečnost, že zvířata nerozumějí, co se jim říká, a nemohou odmlouvat, považovaly děti za výhodu, protože to znamená, že jsou nekritická. Studie potvrzuje domněnku, že zvířecí mazlíčci mohou mít velký vliv na zdravý vývoj dětí, zejména na jejich sociální dovednosti, psychickou pohodu a rovněž soudržnost rodiny a komunity.

„Mít domácího mazlíčka je v Evropě skoro stejně běžné jako mít sourozence. Vztahy k mazlíčkům a sourozencům se liší, ale naplňují stejnou základní lidskou potřebu, potřebu přijetí. Studie z Cambridge dokládá, že dvanáctileté děti vnímají vztahy s mazlíčky jako bližší a méně konfliktní. I proto mazlíčci prospívají zdravému vývoji a mohou do určité míry tlumit negativní vliv náročných situací, například neshod s vrstevníky. Mazlíčci přinášejí dětem radost, pocit přijetí a citovou oporu, což děti nejen obohacuje, ale i posiluje ve zvládání zátěže. Zejména psi dokážou dětem věnovat výjimečnou míru pozornosti a vztahy s nimi jsou plné vzájemnosti. Zajímavé je také překvapení, které výzkum vyvolal. Dokládá skutečnost, že dospělí podceňují míru negativních emocí a konfliktů mezi sourozenci. Vztahy dětí s mazlíčky se podobají spíše přátelstvím než ze své podstaty složitějším vztahům se sourozenci.“

Lenka Kollerová, Psychologický ústav AV ČR



Očité svědectví není neomylné

Očité svědectví je při soudním procesu pro porotu jedním z nejpřesvědčivějších důkazů. Platí to přinejmenším ve Spojených státech, kde každý rok očití svědci identifikují okolo 75 tisíc pachatelů. Vědci z Florida Atlantic University publikovali v časopise *Memory & Cognition* výsledky studie, ve které si posvítili na hodnověrnost očitého svědectví. U několika skupin dobrovolníků testovali třeba to, jakou roli hraje paměť nebo jak svědky ovlivňuje prohlížení fotografií podezřelých. Zjistili, že očité svědectví není neomylné a může být stejně jako jakýkoli jiný forenzní důkaz „kontaminováno“ v průběhu vyšetřování. Prohlížení fotografií podezřelých a kladení otázky „je to ten, kdo to udělal?“ může u svědků vytvořit podvědomý přenos, kdy si spojí známou tvář a spáchaný zločin a pachatele mylně identifikují. V USA zaznamenali 242 případů, kdy byli na základě očitého svědectví odsouzeni nevinní lidé a chyba byla odhalena až se zavedením testů DNA.

„Již ve třicátých letech nechal americký právník Jerome Frank sehrát dva studenty scénku, v níž jeden napadl druhého, a pak požádal ostatní, aby o incidentu svědčili – svědectví se lišila. Psycholožka Elisabeth Loftusová prováděla v sedmdesátých letech experimenty, z nichž vyplynulo, že sledované skupiny přikládají stejnou váhu výpovědi svědka, který netrpí vadou zraku, a svědka, který je krátkozraký a neměl v době incidentu brýle. O ‚kontaminaci‘ svědectví, typicky způsobem kladení otázek, nás přesvědčili Loftusová a Palmer, když promítli sledovaným skupinám stejný záznam srážky aut a poté se ptali na jejich rychlost. Udávané rychlosti se přitom lišily podle toho, jaké sloveso použili výzkumníci v otázce – sloveso ‚rozmetat‘ (smash) vedlo k tomu, že dotazovaní udávali rychlost násobně vyšší, než když bylo použito sloveso ‚být v kontaktu‘ (contact). Přesto je očitému svědectví stále přikládána velká důležitost, a to i v situacích, kdy o něm lze mít velké pochybnosti.“

Michal Šejvl, Ústav státu a práva AV ČR

Sucho

Kdo v létě roku 2002 přilétal v noci do Prahy, viděl hrůzu nahánějící obraz. Svítilo se jen v polovině města. Zasáhla jej totiž povodeň, jakou Česko nepamatuje. **Málokdo by si tehdy vsadil, že za pár let nás bude trápit fenomén přesně opačný – úmorná sucha.** Přesto se to stalo realitou. Navzdory tomu, co slibují politické plakáty, nebude líp, bude hůř!

Zahleděl se na tmavou oblohu nad svou hlavou, kde se s děsivou rychlostí kupily mraky. Neočekávaná bouřka přinese déšť, budou moci naplnit všechny prázdné láhve, mohou je zapečetit. Začal klopýtat, protože šel příliš rychle, a tak úmyslně znovu zpomalil. Pozoroval oblohu, chvílemi černou, hřímající, chvílemi jako v plameni, plnou hrozných blesků. Mraky se přibližovaly, až byly přímo nad hlavou. Po chvíli si Hank uvědomil: „Neprší." A pak: „Proč neprší?"

Tak popisuje britský spisovatel John Creasey plíživou hrozbu ve svém katastrofickém románu nazvaném *Sucho*. Kniha vyšla v roce 1959, kdy Creasey samozřejmě nemohl tušit, že o půl století později se jeho fikce začne pomalu proměňovat v realitu. Tehdy o globální změně klimatu ještě nikdo nevěděl.

Text: Viktor Černoch | **Foto:** Getty images, Marian Pavelka (4), Stanislava Kyselová (3), iStock

V jeho románu vše vyřeší (a lidstvo zachrání) dr. Palfrey z tajné britské organizace Z5. Toho se ve skutečnosti těžko dočkáme, a tak jsem se vydal za experty českými. Vlastně moravskými. Pokud totiž chcete vědět cokoli o suchu, potažmo o změně klimatu, je nejlépe vydat se do Brna, kde sídlí Ústav výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe).

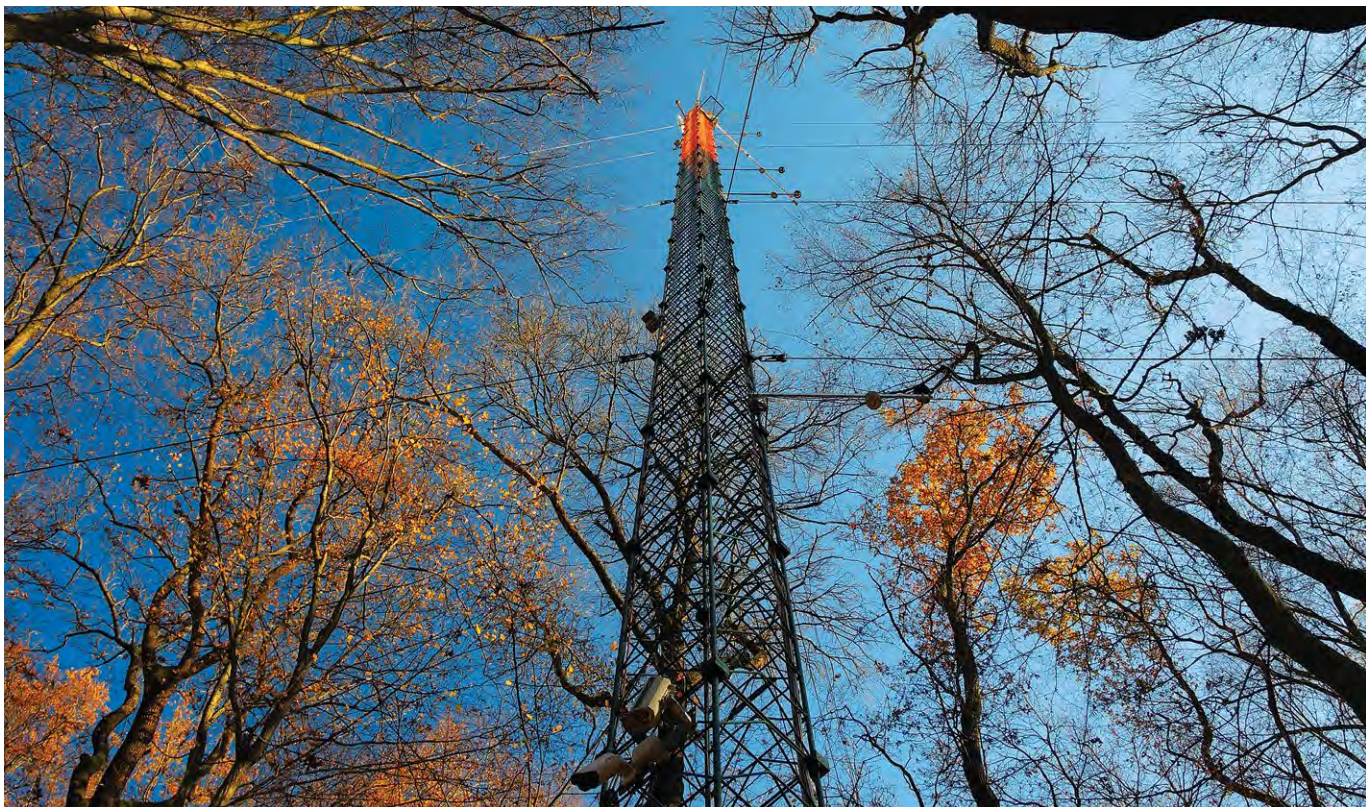
O změně klimatu mluví se zanícením a překvapivě také s humorem. Sedím u ředitele Michala V. Marka: „Častokrát se mě lidé ptají: ‚Ale u nás je to ještě dobrý, že jo?‘,“ vypráví s úsměvem a hned zvážní. „Jenže to není pravda, už neexistuje ‚u nás a u vás‘.“

„Dodal bych, že se jmenujeme Ústav výzkumu globální změny, a ne regionální změny. Protože globální problém je problém všech, dokonce i těch, kteří o něm nevědí. Dokonce i těch, kteří jej nezapříčinili! A musí se řešit na globální úrovni,“ připojuje se Zdeněk Žalud, uznávaný expert na dopady změny klimatu na zemědělství.

Globální problém samozřejmě týká i České republiky, což potvrzuje rovněž Miroslav Trnka, který se právě na sucho odborně specializuje: „V roce 2002 jsem při obhajobě disertační práce tvrdil, že pěstování sladovnického ječmene na jižní Moravě nemá kvůli suchu budoucnost.“ Jarní neboli sladovnický ječmen se vysévá v březnu až dubnu a sklízí už v červnu až červenci. Kvůli tomu si nestihne vybudovat kořenový systém oproti třeba řepce nebo pšenici, které přezimují, a jsou tedy odolnější. „Předseda komise se na mě ironicky podíval a pronesl: ‚Vážně? Tak na to si počkám!‘ Já tehdy předpovídal, že sladovnický ječmen tam nebudou zemědělci pěstovat kolem roku 2020. Máme rok 2017 a on už se tam prakticky nepěstuje pět let!“

Právě jižní Moravu ohrožuje v ČR změna klimatu potažmo sucho ze všech oblastí nejvíce. Brzy se tamější podmínky v letním období mohou blížit těm, které dnes panují ve Středomoří. „Alespoň co se týče sucha,“ vysvětluje Zdeněk Žalud. „Protože rychlost suchých period, které nastupují, je 2–3× větší, než jsme čekali před 15 lety.

>>



Měřicí věže, jako je tato, slouží pracovníkům Ústavu výzkumu globální změny AV ČR k získávání celé řady informací. Mimo jiné se měří, kolik CO_2 porost pohlcuje a kolik naopak do okolí vydává. Protože se musí měřit v adekvátní výšce nad porostem, v lesích je nutné dostat měřicí zařízení nad koruny stromů.

Od roku 2012 do roku 2016 se v České republice vyskytlo 16 agrometeorologických extrémů, které nějakým způsobem významně poškodily zemědělství. Jsou to povodně, mrazy – holomrazy, jarní mrazíky – a také sucho. Ze 16 extrémů to bylo devětkrát sucho."

Tento fenomén tu zkrátka je a jde možná o nejméně příjemný přírodní jev. Nenápadný, ale velmi nebezpečný. Na jeho přítomnost si musíme zvykat. A zařídit se podle toho.

Změna klimatu aneb Kdo za to může?

V Creaseyho románu *Sucho* sužuje nedostatek vody celé lidstvo. Příčina? Neznámá. A tak se dr. Palfrey ptá sám sebe: „Jak je možné, že nikdo ze Z5 či z jiné tajné organizace v některé zemi nenašel jedinou konkrétní stopu? Nemělo být tohle vypařování stejně jako jiné hrozné objevy zneužito k vydírání národů, aby se podrobily? Byla to součást nějaké války? Nebo snad šlo o útok nějaké mimozemské civilizace, kterou si mnozí vysnili, ale jen málokteří se jí skutečně obávali?"

Oproti vyšetřovateli z Creaseyho románu my víme, kdo za klimatickou změnu může. Přesněji řečeno podle Mezivládního panelu pro změny klimatu (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) to víme s 95% jistotou. Způsobuje ji lidská (industriální) činnost. Proč ale není jistota 100%? Vliv člověka se zdá být zcela evidentní.

„Stále existuje podíl i neantropického ovlivňování klimatu. Je naprosto korektní říci, že to není stoprocentně lidská vina," konstatuje Michal Marek. „Začínal jsem měřit fotosyntézu v roce 1980, tehdy bylo ve vzduchu kolem 330–340 ppm CO_2. Dnes je v něm 400 ppm. Ta změna je drastická, evidentní, o tom není co diskutovat. Na druhou stranu je správné, že poznání je výsledkem odborných střetů, a že tedy nejsou všichni zcela přesvědčeni o jednoznačném viníkovi."

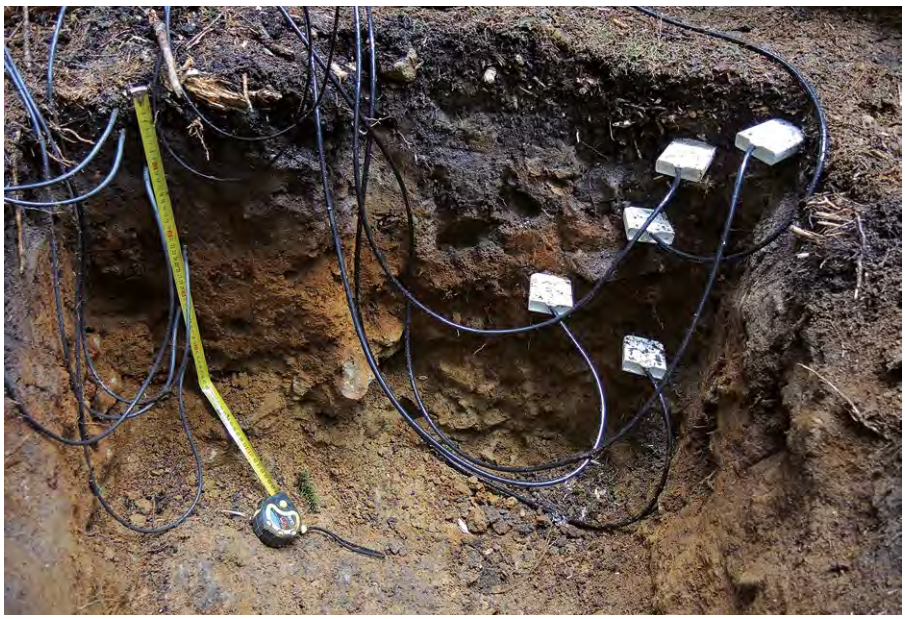
Odborných dohadů, co by – kromě člověka – mohlo způsobovat globální změnu klimatu, mnoho není. „Zkoumali jsme vliv různých faktorů – sluneční, vulkanické činnosti apod. – na častější výskyt sucha v ČR. Ale jako jediná statisticky průkazná nám vyšla závislost na koncentraci CO_2 v ovzduší," pokračuje Zdeněk Žalud, který si je naprosto jistý, že za změnou je lidská aktivita. „Ale úplně chápu tu opatrnost, protože se do této sféry míchá politika."

Samo zvýšení množství CO_2 v atmosféře způsobila lidská činnost zcela určitě, tuto skutečnost vědci ani nezpochybňují. „Lze to dokázat i izotopovou analýzou," upozorňuje Michal Marek na fakt, že uhlík v emisích CO_2 ze spalování fosilních paliv má jiné izotopové složení než ten přirozeně cirkulující v přírodě.

Globální změna tu prostě je a způsobuje (nebo přinejmenším zhoršuje) ji člověk. Pro laika je nejočividnějším ukazatelem každoroční nárůst průměrné teploty Země. Rok 2016 byl

tedy – nikoli překvapivě – nejteplejším v historii měření (třebaže v Česku drží rekord rok 2015, bilance za celou planetu je neúprosná). Důsledkem, který se často zdůrazňuje, je větší počet extrémních projevů počasí. Například v Česku nezaznamenáváme zvýšení nebo snížení ročního úhrnu srážek, ale změny v jejich distribuci. Jinými slovy, za rok sice naprší stejné množství vody, ale srážkových dnů je méně. Deště jsou tedy intenzivnější a prodlužují se periody sucha.

„U nás se víceméně srážky nemění. Česko je na rozhraní dvou oblastí – středomořské, kde dochází k úbytku srážek, a severní Evropy, kde srážek naopak přibývá," upřesňuje Miroslav Trnka. Řada klimatických modelů se proto neshoduje v prognóze, jaké u nás budou roční srážkové úhrny. „To nám ale také ukazuje, že změna půjde oběma směry zároveň! Můžeme zažívat situaci, kdy bude extrémní sucho v některých letech nebo částech sezon, a přitom větší extremita srážek."



Čidla umístěná v různých hloubkách měří vlhkost v půdě. Aby se vzájemně neovlivňovala, nemohou být přímo pod sebou, proto vypadají poněkud neuspořádaně.

Voda, kam se podíváš

Proč se příroda projevuje právě takhle? Proč z laického pohledu zvýšení teploty o pár desetin stupně Celsia má za následek právě zvýšení extrémů, a ne prostě jen „o trochu teplejší počasí"? Vyplývá to z (fyzikální) povahy věci. Vyšší teplota v atmosféře je vlastně jen indikátorem vyšší energie. Teplejší atmosféra pojme více vodní páry, čímž se zvýší dynamika procesů přeměn vody, které s sebou také nesou velké množství energie.

„Energeticky bohatší systémy, zvlášť když jsou tak neuspořádané jako náš atmosférický systém, mají tendenci produkovat nepříjemné jevy, například tropické bouře nebo zimní bouře ve střední Evropě. Pokud je v atmosféře více energie, mohou být dané jevy častější a silnější," vysvětluje Miroslav Trnka.

Všechno to do sebe zapadá. Z pohledu jednoduché fyziky se při vyšším zahřátí zemského povrchu předává více energie do vzduchu, otepluje se spodní vrstva atmosféry a zesilují stoupavé proudy, které drží ve vzduchu kapky vody, na něž působí gravitace. Když je konvektivní proud (směr nahoru) v důsledku vyšších teplot silnější, udrží větší kapky. Ty pak vnímáme jako intenzivnější deště. Na mnoha místech ovšem menších dešťů ubývá, intenzivnějších přibývá a současně se prodlužují intervaly mezi srážkovými dny. Matoucí je ovšem fakt, že za každý měsíc v součtu naprší přibližně stejné množství vody jako v minulosti. Rozdíl je v tom, že dříve bylo srážkových dní více než v současnosti. Větší kapky a více vody naráz mají také výrazně vyšší erozní charakter (ze svahů odtéká úrodná půda z lánů) a také odteče větší množství vody (nestihne se zachytit, vsáknout do hlubších vrstev v místě dopadu).

Voda, přesněji řečeno vodní pára, je vlastně nejdůležitější skleníkový plyn. To se příliš nezdůrazňuje, protože lidská činnost její množství v atmosféře víceméně neovlivňuje. Proč je to ale důležité? Kvůli zvýšenému množství CO_2, který vypouštíme do ovzduší, se atmosféra otepluje. Teplejší vzduch udrží více vodní páry, a ta zvýší skleníkový efekt. Kvůli tomu se více oteplí atmosféra, která zase pojme větší množství vodní páry, a tak dále. „To už je přírodní proces, i když člověkem nastartovaný," dodává Zdeněk Žalud. Jiným příkladem jsou ledovce a sníh. Ze zemského povrchu mizí bílé plochy. Čerstvý sníh přitom odrazí zpět až 90 % záření. Jenže když kvůli oteplení atmosféry odtaje část ledové pokrývky, odkrytá půda pohltí mnohem větší záření (odrazí

Adaptace měst

Sucho a změna klimatu netrápí jen zemědělce, ale také města. Koneckonců tři čtvrtiny obyvatel Evropy žije v městských oblastech. Za horkých letních dnů se dokážou rozpálit velké betonové plochy, např. brněnské výstaviště, až na 60 °C. Ke zvyšování teploty center měst kromě betonu a asfaltu přispívá také odpadní teplo z klimatizací a průmyslu. Významnou iniciativou je projekt UrbanAdapt, který se zaměřuje na přípravu adaptačních strategií a začlenění ekosystémově založených přístupů do strategických a plánovacích procesů ve třech pilotních městech – Plzni, Praze a Brně. Vede jej David Vačkář z Ústavu výzkumu globální změny AV ČR.

>>

Měli bychom vodou více šetřit?

Máme tu sucho? Nejednoho asi napadne řešení – šetřit více vodou. Ale pokud nezavedeme druhé rozvody s užitkovou vodou třeba pro splachování toalet, není už moc kde šetřit. Tedy v České republice. Dle průzkumů totiž Češi hospodaří s vodou velmi dobře, spotřebují necelých 90 litrů za den na osobu. Třeba v USA je to ale více než trojnásobek. V rozvojových zemích, ovšem nejen v nich, navíc uniká až 50 % vody netěsnostmi v potrubí.

třeba jen 5 %), čímž více ohřeje okolní vzduch, který opět způsobí tání další části sněhu či ledu. A to nejsou jediné spirály, které jsme roztočili, v přírodě existuje mnoho podobných, tzv. pozitivních zpětných vazeb (jedna událost vyvolá druhou, která změnu ještě posílí).

Naštěstí existují i negativní zpětné vazby (jedna událost zapříčiní druhou, která ovšem utlumí tu první). Například oteplení oceánů způsobí roztání ledovců. Tím se voda v daném místě „naředí“, a protože méně slaný oceán zamrzá při menším mrazu, led se zase obnoví. Naprosto přesná znalost všech vazeb ale není v možnostech současné vědy, takže nelze zcela detailně předvídat chování klimatického systému. Což ale ani není nezbytné, mnoho trendů vědci samozřejmě velmi dobře znají a jejich předpovědi nejsou zrovna růžové.

… a přitom voda nikde

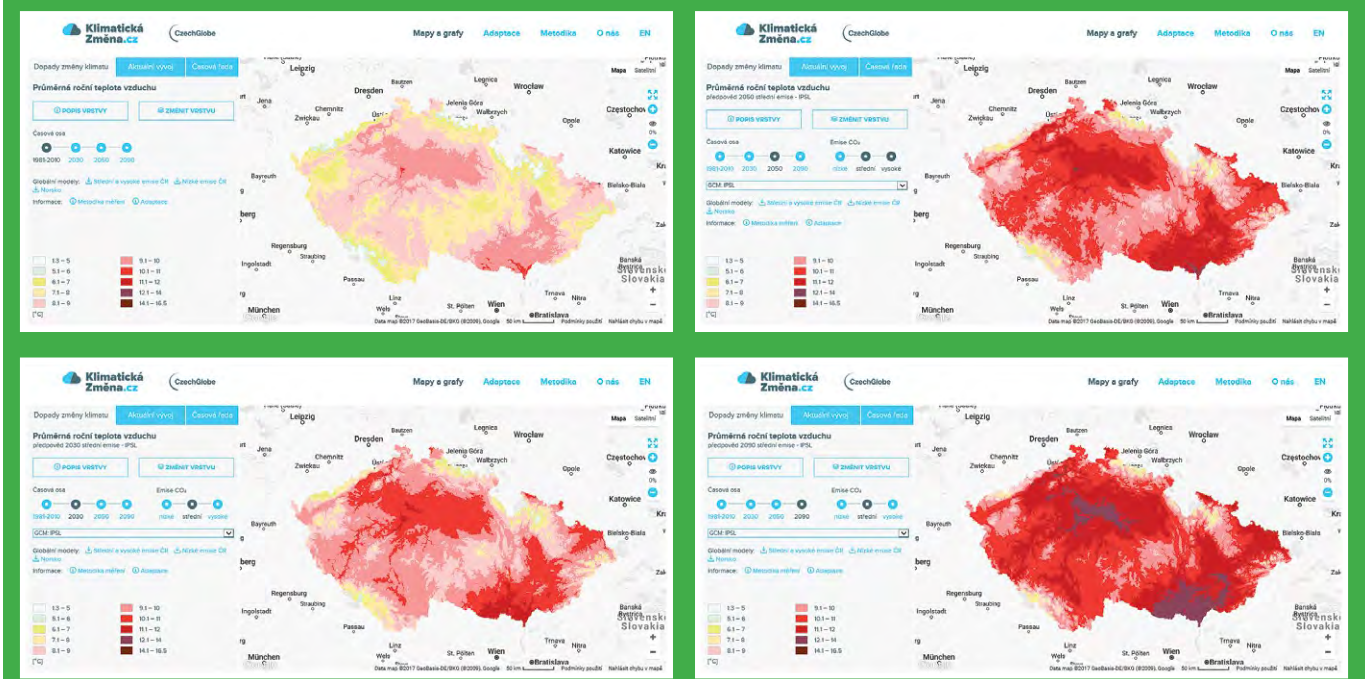
Sucho škodí ve všech čtyřech ročních obdobích. Když je suchá zima (nenapadne dost sněhu), nedoplní se hladina podzemní vody. Ta se přitom naplňuje především v prosinci, lednu a únoru. Jak škodí sucho na jaře a v létě, snad není třeba popisovat. Jenže škodlivé je i na podzim, kdy zemědělci vysévají ozimé plodiny – zejména pšenici nebo řepku. Nedostatek podzimních srážek po zasetí může snížit úrodu obou těchto našich klíčových plodin. „Ať se vyskytne, kdy se vyskytne, sucho je vždy nepříjemné,“ potvrzuje Zdeněk Žalud.

Jedním z problematických důsledků klimatických změn je prodloužení vegetačního období rostlin – probouzejí se dříve, protože v březnu bývá tepleji než kdysi, jenže dubnové mrazy je pak ničí. Toho jsme byli letos svědky u švestek a meruněk na jižní Moravě a v jižních Čechách. Průměrně teplejší je poslední dobou také podzim. „Vinaři jsou nadšení, u vína se zvyšuje cukernatost, protože v září a říjnu bývá nádherné počasí. Jenže z hlediska uhlíkové bilance je to průšvih,“ upozorňuje ředitel Marek. „Na podzim už totiž výrazně klesá sluneční záření, čímž se razantně snižuje fotosyntéza. A fotosyntéza je jediný přirozený mechanismus, jak lze odebírat z atmosféry CO_2. Kvůli teplu ale rostliny ještě hodně dýchají, takže naopak do okolí CO_2 vydávají.“

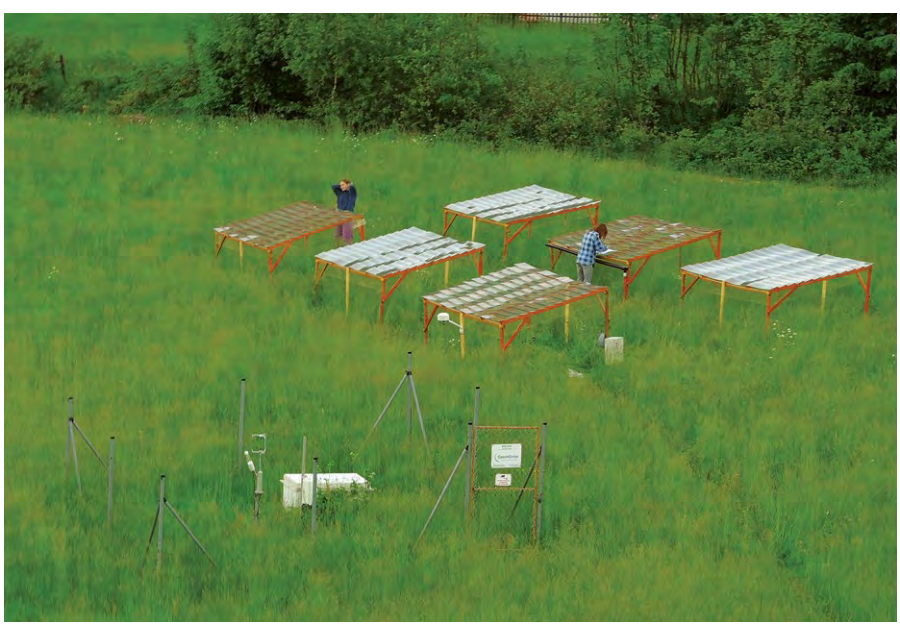
V experimentálním pracovišti ekofyziologie rostlin Domanínek simulují vědci z CzechGlobe podnebí budoucnosti. Mimo jiné zde studují vliv zvýšené koncentrace CO_2 na ekosystémy v kombinaci s vlivem stresu sucha, UV radiace a výživy.

Chcete vědět, jaké bude klima na vaší chalupě za 50 let?

Vědci z Ústavu výzkumu globální změny AV ČR nemonitorují pouze sucho. Díky financování z Norských fondů založili web klimatickazmena.cz obsahující dlouhodobé výhledy – třeba průměrné teploty, počet tropických dnů a další údaje – až do roku 2090. Každý si tak může udělat obrázek o tom, co změna klimatu bude znamenat pro jeho obec.



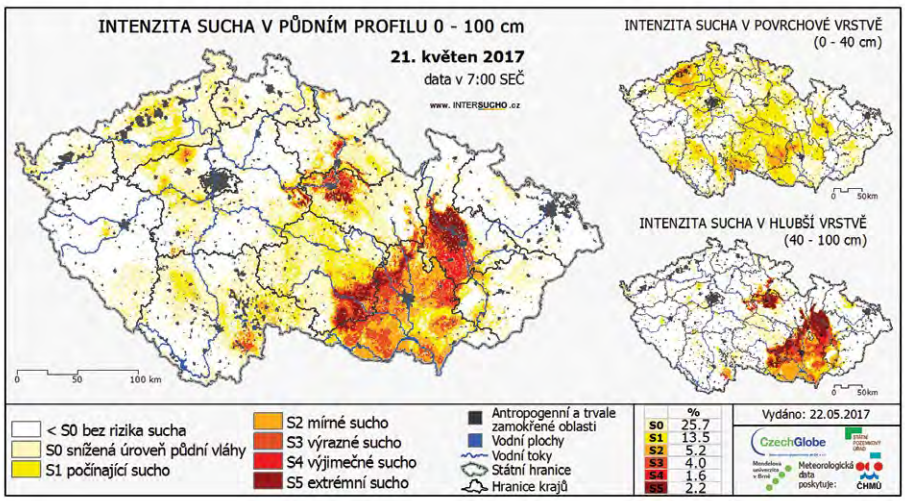
Web klimatickazmena.cz zpřístupňuje velkou řadu map s výhledem až do roku 2090. Zde například ilustruje, jak se změní průměrná roční teplota vzduchu při relativně optimistickém emisním scénáři.



Měření vlivu sucha v otevřené krajině. „Střechy“ nepustí dešťovou vodu pod sebe, některé naopak částečně ano. Měří se rozdíl ve vegetaci pod nimi.

Právě tohle je zásadní problém, který zpětně ovlivňuje globální klimatickou změnu. Rostliny nám totiž kvůli ní pomáhají čím dál méně: delší vegetační období znamená, že více dýchají (více CO_2 vydávají do ovzduší) a v celkové bilanci je tudíž méně pohlceného CO_2 ročně. Podle měření Ústavu výzkumu globální změny AV ČR jsou u nás dokonce oblasti, kde se bilance už obrátila a daný porost v celkové roční bilanci více CO_2 do okolí vydal, než kolik z ovzduší spotřeboval.

Vyšší teploty neznamenají jen delší vegetační období (v Česku začíná průměrně o dva týdny dříve než v 60. letech), ale také větší potřebu vody v krajině během teplejších dnů. Zásoba vody od dubna do června tak u nás za padesát let klesla o pětinu. Celková bilance je tedy jasná, v Česku bude sucha přibývat. >>



Na portálu www.intersucho.cz jsou dostupné aktuální mapy ČR a její zasažení suchem, předpověď na 10 dnů a také výhled na následující dva měsíce.

Prakticky veškeré plochy pod 500 m n. m. na tom budou znatelně hůře než dnes.

Na druhou stranu ne všechny oblasti zasáhne klimatická změna negativně. Některé regiony z ní budou naopak těžit. V rámci našeho státu je takovou oblastí například Českomoravská vrchovina, kam se pomalu přesouvá zemědělská produkce. Třeba i jarní ječmen zmíněný v úvodu. „Dnes se tam úspěšně pěstuje. Vysočina má v současnosti nejstabilnější produkci," konstatuje Miroslav Trnka. „A kdysi zemědělsky nejatraktivnější kraj – Jihomoravský – je dnes třeba co do výnosů pšenice ozimé až na druhém místě – odspodu!" doplňuje Zdeněk Žalud.

V některých oblastech sice globální oteplování tamnímu zemědělství pomůže, ale v celosvětové bilanci produktivní orné půdy ubyde. Ze Skandinávie nebo Sibiře novou světovou obilnici neuděláme, přestože se teplé podnebí posouvá více na sever. Proč?

„Na Sibiři bude vždy vládnout kontinentální klima, nikdy tam nebudou takové půdy jako ty, které vznikly na stepích, což jsou ty nejkvalitnější," vysvětluje Miroslav Trnka. Zrovna pro Sibiř bude klimatická změna znamenat spíše zvýšení extrémů – v zimě tam bude ještě mrazivěji a v létě klidně 50 °C ve stínu. Zkrátka ti, kteří mávnou rukou, že globální oteplování prostě posune zemědělství více na sever a produkci přesune jinam, jsou bohužel v těžkém omylu. Délka dne se totiž nikdy nezmění. „Čím dál víc na sever bude více pršet a vegetační sezona se oproti dnešku prodlouží, ale pořád bude kratší než dnes ve střední Evropě. Více slunce se tam prostě nedostane."

České sucho online

Většina z nás se na Sibiř nebo za polární kruh odstěhovat nechystá, chceme se mít dobře doma, v české kotlině. Zaměřme se tedy na naše končiny. Kde bude sucho největší a které oblasti naší republiky na tom budou naopak relativně dobře? Detailní informace může každý zdarma získat na www.intersucho.cz. Právě tento portál je dnes nejdůležitějším zdrojem praktických informací o suchu. Nepřekvapí, že jej má na starosti Miroslav Trnka s řadou spolupracovníků.

Na mapách s rozlišením 500 × 500 metrů určují experti Ústavu výzkumu globální změny AV ČR sucho pro každé místo v České republice. Základní data získávají z Českého hydrometeorologického ústavu, vlastním modelem z nich vypočítávají půdní vlhkost a srovnávají ji s archivními údaji. Určují, zda je objem vody v půdě v určitém místě v daném ročním období pod, anebo nad normálem. Současně používají data družicová. Pracovníci projektu Intersucho tak ověřují, zda jejich výpočty půdní vlhkosti založené na pozemních měřeních a následném dopočítání vodní bilance odpovídají pozorování z družice. „Současně zkoumáme odezvu chlorofylu ve vegetaci na jakýkoli stres," doplňuje Miroslav Trnka.

Chvilku mi trvá, než mi dojde, jak může družice z oběžné dráhy poznat stres rostlin na zemi. Můj mírně nechápavý pohled zaznamená ředitel Marek: „Rostliny změní barvu, když nemají dost vláhy, a to lze dobře poznat právě z družicových měření."

Projekt Intersucho zpracovává údaje z více nezávislých zdrojů, čímž se celkový obrázek zpřesňuje. Například se využívá hlášení lidí přímo z terénu – většinou zemědělců, kteří mají informace o dopadech sucha na klíčové druhy pěstované na orné půdě, travních porostech, sadech nebo v lese. Pro interpretaci využívají i hydrologická měření Českého hydrometeorologického ústavu, třeba o průtocích řek či hladině podzemní vody.

Díky tomu se na webových stránkách Intersucha každý den aktualizuje předpověď sucha na deset dní a jednou týdně pak výhled na dva měsíce dopředu. „Zemědělci chtějí znát především aktuální výhled, ale třeba Agrární komoru a Ministerstvo zemědělství zajímá, jak je na tom sektor jako celek. Náš portál sledují i starostové obcí a také vodohospodáři – ti si mohou na základě našich údajů udělat interní kalkulaci – jestli bude tlak na závlahovou vodu, nebo zda mohou s vodou nakládat tak jako v běžném roce," dodává Miroslav Trnka.

Lidé mají často představu, že vědci z Akademie věd žijí ve skleněné bublině a dělají si výzkum pro výzkum. Není to pravda. Intersucho je toho díky podpoře Strategie AV21 dobrým příkladem – analýzy pro Ministerstvo zemědělství například (spolu)rozhodují o (ne)přidělení dotací zemědělcům, které nepřízeň poškodí. Nedávno se partnerem systému stal Státní pozemkový úřad. Pro asi dvacet tisíc zemědělců, kteří web intersucho.cz používají, je nenahraditelný. „Samozřejmě, když je sucho, zájem je rapidně vyšší," doplňuje Miroslav Trnka.

Experti Ústavu výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe)

prof. Mgr. Ing. Miroslav Trnka, Ph.D.

vedoucí sekce klimatických analýz a modelování, Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Zabývá se studiem vazeb rostlina–polní plodina, dynamickými růstovými modely, dopady změny klimatu na produkci polních plodin se zaměřením na sucho, dopady změny klimatu na agroklimatické podmínky a klimatické předpoklady udržitelného hospodaření v rámci střední Evropy a vývojem metod dálkového průzkumu a dynamických modelů vodní bilance k monitoringu sucha.

prof. RNDr. Ing. Michal V. Marek, DrSc., dr. h. c.

ředitel CzechGlobe, resp. Ústavu výzkumu globální změny AV ČR
člen Švédské královské akademie zemědělských a lesnických věd

Odborně se zaměřuje na ekofyziologii a biofyziku fotosyntézy vyšších rostlin, toky energie a látek rostlinnými systémy, uhlíkový cyklus, produkci rostlin, ekologii, ekologickou fyziologii lesních dřevin, mikroklimatologii, globální změnu a ekosystémy.

prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

výzkumný pracovník oddělení dopadů změny klimatu na agrosystémy, Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Oblastmi jeho profesního zájmu jsou bioklimatologie, biometeorologie, agrometeorologie, růstové modely a dopady změny klimatu na růst a vývoj rostlin. Byl a je řešitelem několika významných grantů, mj. výzkumného záměru na Agronomické fakultě Mendelovy univerzity v Brně „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“.

Úspěch portálu tak přináší další příležitost k jeho rozvoji. Vědci pod Trnkovým vedením vyvíjejí nástroj na předpovídání výnosu na základě vývoje sucha. „Pro zemědělce je důležité mít tyto informace k dispozici ještě v průběhu sezony, aby mohli přijímat rozhodnutí, která jsou pro ně ekonomicky důležitá a mají význam i pro krajinu. Například se na základě dat můžou rozhodnout, že nebudou aplikovat postřik či nebudou hnojit, a tím nejen ušetří prostředky, ale i životní prostředí."

A co dál?

Jedna věc je sucho vědecky zkoumat, monitorovat a předpovídat. Jiná jak mu předcházet a jak se s ním vyrovnat. Jedno z řešení nabízí Národní akční plán adaptace na změnu klimatu sepsaný na Ministerstvu životního prostředí, schválený vládou ČR v lednu 2017.

Odborníci nicméně plánu vytýkají, že je neúčinný a proti suchu příliš nepomůže. S tím souhlasí i ředitel Michal Marek, jedním dechem však dodává: „Buďme rádi, že ten plán existuje. Musíme postupovat krok za krokem. A každý také mluví jinak, když mu za oknem teče rozvodněná řeka nebo když za ním má seschlé stromy. Společenská paměť je krátká a politická ještě kratší."

Problémem jsou také často protichůdné zájmy dvou ministerstev – zemědělství a životního prostředí. „Kdyby se vše z Národního plánu realizovalo, zjistíme, že krajina je sice dobře adaptovaná na sucho, ale jako zemědělec se ptám – neztratí svoji produkční funkci?" pokládá řečnickou otázku Zdeněk Žalud.

Českým zemědělcům v krizových oblastech by mohly pomoci třeba dotace na závlahové systémy. Zavlažování není samozřejmě nic nového, na světě se 11 % pevniny využívá jako orná půda a 17 % z ní se zavlažuje. Právě na těchto 17 % plochy se ale vyprodukuje 45 % všech potravin! V Česku pokrývají funkční závlahové systémy jen 1,8 % orné půdy, protože dosud se zemědělci obešli víceméně bez nich. Budoucnost ale může být odlišná.

Zděnek Žalud situaci ilustruje na příběhu jednoho svého studenta, který za ním přišel pro radu s tím, že zdědil několik desítek hektarů jabloní u Znojemska. Doporučil mu, ať si koupí zavlažovací systém. Novopečený ovocnář poslechl a na úvěr nakoupil kapkové závlahy. Jak to dopadlo? Když byl vlhký rok a všichni zemědělci měli dobrou úrodu, on sám na tom nijak zvlášť dobře nebyl. Ideálním rokem pro zemědělce je ten, když v něm může nabídnout zboží, zatímco ostatní je nemají. Ceny na trhu jsou vysoké a zemědělec má co prodávat. „K tomu kvůli suchu došlo třikrát po sobě. A díky tomu, že měl k dispozici závlahy, měl co prodávat a ty draze koupené systémy se mu zaplatily. Dneska vydělává, zatímco jeho konkurenti je teprve teď zavádějí, protože vidí, kam to na jižní Moravě spěje," vypráví Zdeněk Žalud.

Zdá se tedy, že zavlažování je jedna z mnoha cest, jak se se suchem vypořádat. „Až na to, že zavlažovací systém potřebuje takovou drobnost – vodu – a její zajištění v době sucha je klíčová záležitost," připomíná Zdeněk Žalud.

Jsou i jiné cesty? Například v Creaseyho románu objeví dr. Palfrey v poušti zvláštní kaktusy, které do sebe velmi rychle vážou vodu. Realita bude jistě jiná, přesto autor katastrofických románů a detektivek nebyl daleko od pravdy – klíčovou roli v nejbližších letech mohou hrát nové rostliny. Už nyní v Česku vidíme plodiny, které se u nás v posledních desetiletích nepěstovaly, jako například proso nebo čirok. Výhodou je, že jsou suchovzdorné, ale uspět s nimi na trhu není lehké. „Naši zemědělci tak logicky preferují cestu nových odrůd plodin, třeba pšenice. Koneckonců šlechtění plodin

pro odolnost proti suchu je dnes ohromný byznys," říká Zdeněk Žalud.

Zvídavého čtenáře možná napadne, zda by řešením nemohla být genetická modifikace rostlin. „Problém je, že většina z pěstovaných GMO odrůd nemá vyšší produktivitu proto, že by zavedly lepší fotosyntézu a byly odolnější vůči suchu, ale že dokážou přežít větší dávky herbicidů nebo pesticidů. Umožnují tak efektivnější produkci, avšak nemění základní premisu – že rostlina potřebuje vodu," krotí optimismus Miroslav Trnka. „Jedním z řešení zkrátka je, že se smíříme s nižší produkcí na hektar. Ve Španělsku pěstují pšenici v podstatě v podmínkách, které nás nejspíše čekají, a výnos je na naše poměry nízký: 2–3 tuny z hektaru. Ale ten systém žije, jen nezaměstná tolik lidí, nevyprodukuje tolik potravin."

Předpokládá se, že do roku 2050 přibydou na světě dvě miliardy lidí. Na základě dosavadních trendů bude potřeba vyprodukovat o 60 % více potravin než dnes, podle jiných i více než dvojnásobek. Procento orné půdy se však nezmění. Všechny tradiční zemědělské oblasti se budou potýkat se změnou klimatu. A jak již bylo řečeno, nových ploch nebude tolik, aby nahradily ty skomírající. Potravin bude na mnoha místech nedostatek (zejména v Africe), a nepřijde-li zásadní biotechnologický průlom, dá se očekávat nárůst jejich cen. To je poměrně chmurná představa.

Depresivní vyhlídky

Změna klimatu, která zapříčiňuje současné sucho v našich krajích, byla předmětem už několika mezinárodních dohod. Asi nejznámější je ta z Paříže z roku 2015. Ptám se tří předních českých klimatologů, zda závazek z Paříže, že lidstvo udrží hranici oteplení pod 2 °C oproti předindustriální době, je reálný. Všichni tři se shodují, že není. Koneckonců z oněch dvou stupňů už jsme více než polovinu vyčerpali, do konce tisíciletí by tedy teplota směla stoupnout již jen o necelý stupeň. A to je nepravděpodobné právě kvůli již zmíněným zpětným vazbám v přírodě, i kdybychom s emisemi CO_2 přestali hned dnes a úplně všude.

„Situaci by mohlo změnit, kdyby se klimatický systém začal chovat ještě divočeji nebo nepředvídatelněji než doposud. Možná by to hlavně velké země přimělo k tomu, aby ostřeji stouply na brzdu," spekuluje Miroslav Trnka. Potíže jsou zejména politické. Některé země se klimatickým dohodám brání – historická zkušenost ukazuje, že snížení emisí vždy znamená ohrožení ekonomického růstu. „Bez emisí to neumíme. Vždyť jsme po celé ty desítky let od průmyslové revoluce postavili naši společnost na spotřebě fosilních paliv," doplňuje Michal Marek.

Svým způsobem je tak zcela legitimní, že velké státy jako Brazílie, jejichž bilance CO_2 je kladná, požadují na USA a Evropě „odškodnění" v případě, že nevykácejí své pralesy, protože plní celosvětový úkol absorpce CO_2 vlastně na úkor vlastního pokroku a emisí Západu.

Podobnou situaci si lze představit i v regionálním měřítku, např. že by v Česku platil stát majiteli lesa za absorbci CO_2. „To není žádná chiméra," upozorňuje Michal Marek, že nejde o výhled nereálný. „Jde o celospolečenskou funkci. České lesy dokážou navázat asi 10 % CO_2, které se v ČR ročně vyprodukují. Proč by to nemohl lesník účtovat státu?"

Budoucnost? Nejistá. V katastrofickém románu *Sucho* pomůže zachránit lidstvo a vrátit mu vodu dr. Palfrey. Co nás ale zachrání ve skutečnosti?

Potíž je ta, že nevíme, co všechno vůbec ještě zachránit jde. Průmyslovou revolucí jsme spustili řadu změn v přírodě, o jejichž důsledcích se vědci snaží intenzivně bádat až poté, co se rozběhly. „Nikdo tak neví, zda jsme ve fázi, kdy jsme obrazně řečeno pustili z kopce sněhovou kuličku, kterou ještě zastaví pětileté děcko, anebo už zabije dospělého člověka," uzavírá Zdeněk Žalud.

Co znamená sucho pro české živočichy?

Stále častější epizody sucha trápí nejen zemědělce, ale mají důsledky i pro biodiverzitu. Především kvůli suchu mizí z Česka perlorodky nebo raci, ale i některé druhy motýlů a ptáků. Teplejší klima naopak do České republiky přivádí živočichy, kteří se zde dříve nevyskytovali. Na jižní Moravě tak třeba při troše štěstí – nebo smůly – můžete narazit na největšího evropského pavouka slíďáka tatarského.

Dvakrát měř, jednou řež!

Přesné měření je nezbytné pro úspěšné stavební práce i kontrolu stability objektů, to věděli už naši předkové. **Dnes existují velmi citlivé přístroje, které odhalí sebemenší pohyby svahů, mostů, hrází či vysílačů a pomohou tak předejít katastrofě.** S detailními postupy, jak moderní měřicí technologii využít a analyzovat data, přišel tým výzkumníků z Ústavu teorie informace a automatizace AV ČR ve spolupráci s firmou Geodézie Ledeč nad Sázavou.

Ing. Milan Talich, Ph.D.
Působí jako vědecký pracovník v oddělení Zpracování obrazové informace (ZOI) Ústavu teorie informace a automatizace AV ČR (ÚTIA). Mezi jeho odborné zájmy patří geotechnologie, geoinformatika, znalostní a informační systémy, webové mapové služby a aplikace, analýzy deformací rizikových lokalit geodetickými metodami, geodynamika. Vystudoval inženýrské a doktorské studium na ČVUT, Fakulta stavební, obor Geodézie a kartografie (1984, 2002). Současně pracuje i ve Výzkumném ústavu geodetickém, topografickém a kartografickém (VÚGTK).

Tým vedený Milanem Talichem za svou práci převzal prestižní Cenu Inovace roku 2016 udělovanou Asociací inovačního podnikání České republiky. Milan Talich mluví bez nadsázky o revoluční technologii, která může výrazně pomoci českým geodetickým firmám zvýšit konkurenceschopnost v celosvětovém měřítku. Řeč je o pozemní radarové interferometrii.

Rádiové vlny místo pravítek

Pozemní interferometrický radar si lze jednoduše představit jako bedýnku velikosti větší krabice od bot, která je schopna z určité vzdálenosti vysílat rádiové vlny směrem k měřenému objektu – například hrázi nebo mostu. Vlna se od sledovaného objektu odrazí zpět k radaru, jenž zaznamená řadu údajů, mezi jinými i fázový posun, ze kterého se dá velmi přesně určit pohyb objektu.

Měření může probíhat až s frekvencí 200 Hz, tedy 200 údajů o poloze objektu za sekundu. Navíc je vhodné provádět dlouhodobá měření, třeba několik dní nebo i měsíců, podle toho, co chceme měřit. Na základě výpočtů a analýz získaných dat se pak zjišťuje, nakolik se sledovaný objekt pohybuje a zda je, či není stabilní. Dá se tak teoreticky předejít případným sesuvům půd, zhroucení mostů a podobně.

Italský radar, české know-how

Zmiňovaný radar se vyrábí v Itálii, a pokud by ho chtěli čeští geodeti použít, nezbývá než si ho zakoupit. Investice do přístroje není malá, stojí přibližně šest milionů korun. Radar sám o sobě by jim ale bez expertního systému, který navrhli informatici z Ústavu teorie informace a automatizace AV ČR, příliš nepomohl. Museli by se totiž učit měřit metodou pokus-omyl.

„Věděl jsem, že existuje nová špičková technika nabízející postupy zcela odlišné od původních geodetických metod. Mým cílem bylo vytvořit pro »

Text: Leona Matušková | **Foto:** Stanislava Kyselová, Geodézie Ledeč nad Sázavou (2)

Pozemní interferometrický radar IBIS-S geodetů z Ledče nad Sázavou při měření svislých průhybů mostu přes Želivku

Interferometrie sama o sobě není žádná technologická novinka. První interferometr sestavil v roce 1881 americký fyzik Albert Abraham Michelson. Jeho přístroj se skládal z destiček, zrcadel, dalekohledu a zdroje světelných paprsků. Obecně je interferometr přístroj umožňující velmi přesná měření, jehož princip je založen na interferenci světla (vzájemné ovlivňování, prolínání nebo střetání vln).

Kde najdeme více informací?

Odborné technické detaily metody pozemní radarové interferometrie včetně výsledků zkušebních měření na různých místech České republiky je možné najít na webové stránce projektu http://p-insar.cz. Samotný expertní systém s nápovědami, jak správně měřit ty které druhy objektů a lokalit, je zdarma k dispozici na stránkách http://p-insar.cz/apps. Projekt finančně podpořilo Ministerstvo průmyslu a obchodu v rámci programu TIP.

české firmy měřické postupy pro typizované úlohy, popsat, jak konkrétně měřit průhyby mostů, pohyby výškových staveb, stabilitu svahů nebo monitorovat pohyb hrází, a zasadit to vše do expertního systému přístupného zdarma online," popisuje Milan Talich.

Pro vyzkoušení teorie v praxi bylo zapotřebí se spojit se soukromým sektorem, v tomto případě s firmou Geodézie Ledeč nad Sázavou. Spolupráce akademiků a podnikatelů není vždy úplně jednoduchá, ale přináší ovoce, jak potvrzuje i Milan Talich: „Ani my jako Akademie, ani oni jako firma bychom samostatně nedokázali to, co se nám podařilo společně. Zpočátku jsme museli najít rytmus spolupráce, nastavit si určitá pravidla, ale podařilo se nám to skloubit."

Jak se hýbe přehradní hráz

Jednou z „laboratoří", kde se měla ověřit funkčnost systému, se stala Orlická přehrada. Geodeti umístili interferometrický radar zhruba 350 metrů od hráze a nasměrovali ho tak, aby získával data o třech vybraných úsecích (horní, střední a spodní části hráze). Měřilo se nepřetržitě 24 dní, bez ohledu na počasí, světlo nebo tmu. Nejprve se signály vysílaly každou půlhodinu, ve druhé půlce experimentu pak po pěti minutách. Podařilo se ověřit, že technologie skutečně umožňuje odhalit i miniaturní pohyby stavby. Zjistilo se například, že se hráz chová jinak, když svítí slunce, než když je pod mrakem. Největší odchylky ale přístroj zaznamenal při výrazné změně výšky hladiny vody v přehradě.

„Po několika teplých slunečních dnech se hráz rozpohybovala přibližně o jeden milimetr denně. Když vodohospodáři upustili vodu a hladina se za čtyři dny snížila o 80 centimetrů, zjistili jsme, že se horní třetina hráze ohnula o asi 0,9 milimetru. Nevím o tom, že by se klasickou geodetickou metodou dalo něco takového takto přesně změřit," zdůrazňuje Milan Talich.

Milan Talich: Co bylo na začátku?

„Měl jsem štěstí, že jsem se jako začínající mladý výzkumník, ještě v někdejším Československu, dostal k práci v Mezinárodním centru pro recentní pohyby zemské kůry. To mě přivedlo k zájmu o problematiku určování deformací rizikových lokalit. Když jsem mnohem později zaznamenal na různých zahraničních akcích nástup pozemní radarové interferometrie, uvědomil jsem si, že se zde odkrývají zcela nové možnosti, dosud nevídané především z hlediska přesnosti a detailnosti měření. Bylo mi jasné, že nechopíme-li se v ČR této technologie, může nám ‚ujet vlak', nejen ve výzkumu, ale i v praxi. Stanovil jsem si tedy cíl – vytvořit soubor technologií, které zpřístupníme online a pouze v češtině, abychom poskytli českým firmám potřebný technologický náskok tolik důležitý pro jejich konkurenceschopnost."

Pozor, jede cisterna!

Zatímco v případě větších staveb typu přehrady je potřeba měření dopočítat a analyzovat, u mostů je to jednodušší. „Křivku znázorňující prohýbání mostu při zátěži vidíme na monitoru připojeného notebooku hned, podobně jako lékař sleduje v reálném čase naše EKG," popisuje Talich. V kanceláři při pozdějším zpracování dat je pak možné získat ještě řadu dalších výsledků charakterizujících pohyb mostu v detailech i celku, popřípadě analyzovat frekvence jeho kmitání.

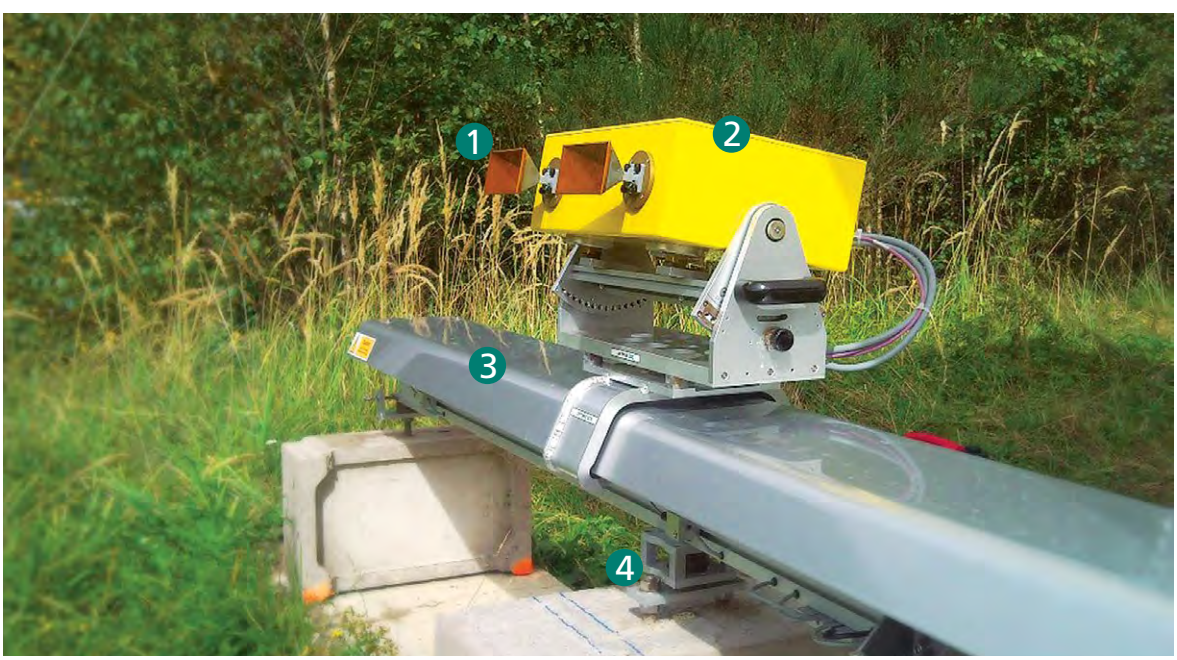
Osobní auto může most rozpohybovat obvykle v řádu desetin milimetrů, u nákladních aut jde o jeden až dva milimetry, ale když projede cisterna, může se most prohnout třeba až o osm milimetrů. Právě u mostů lze použít nejvyšší frekvenci až 200 údajů za sekundu, což umožňuje zjistit i velmi rychlé kmitání. Přesnost měření je v tomto případě v řádu setin milimetrů.

Podobně geodeti měřili i pohyby na kovovém železničním mostě v Ratajích nad Sázavou, kde se podařilo citlivě zachytit jak vliv průjezdů jednotlivých vlaků, kdy průhyb dosahoval hodnoty až 15 milimetrů, tak i vliv teplotních změn na konstrukci mostu.

Sesuvy půdy i ledovce

Pozemní radarová interferometrie se už v některých oblastech světa používá například při monitorování hrozících sesuvů půdy při důlních činnostech. Radar pohybující se po liště ukotvené na betonovém podkladu nepřetržitě sleduje stav svahu povrchového dolu. Součástí aparatury je i automatická meteorologická stanice a digitální fotoaparát snímající svah. V odborné literatuře se píše o tom, že je možné stejnou technologii použít i při monitoringu ledovců.

Možností využití je hodně, ale v České republice jich zatím mnoho vyzkoušeno není. Tým Milana Talicha byl prvním, kdo se do pozemní radarové interferometrie u nás pustil.



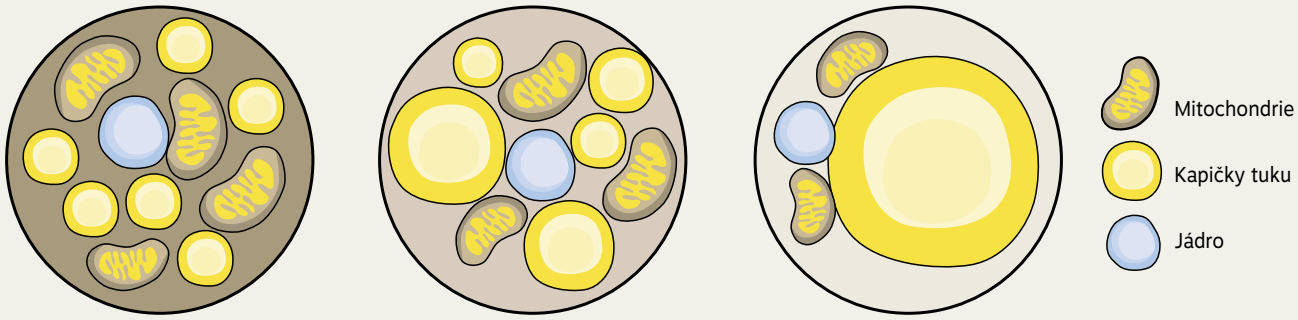
1. Dvojice antén (vysílací a přijímací). 2. Radar IBIS-S italského výrobce IDS. 3. Lavice, po které se radar při měření pohybuje. 4. Pevné ukotvení lavice do betonového základu.

Zase **NEDOPNU** kalhoty!

Ještě nedávno se tuková tkáň považovala za pouhou zásobárnu energie a symbol nežádoucí obezity, která má značný podíl na tzv. civilizačních chorobách. Stále víc vědeckých poznatků však začalo podobně jednostranný pohled nabourávat a ukazovat, že **tuková tkáň není zbytečné zlo, ale má mnoho důležitých funkcí, bez nichž by se naše tělo neobešlo**.

ODSTÍNY BUŇKY

Dosud vědci identifikovali tři různé typy tukových buněk – přibudou ještě další?

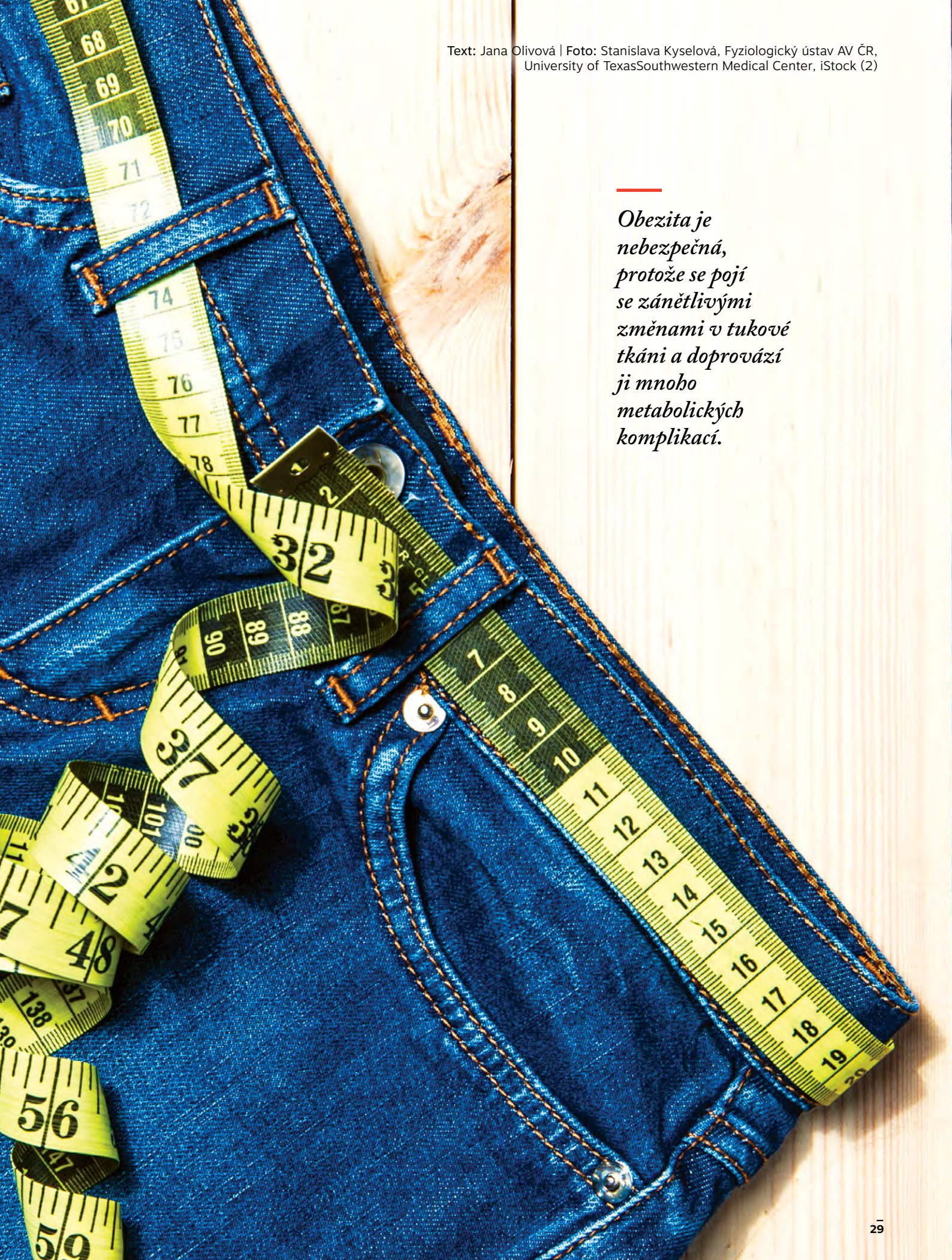


HNĚDÁ TUKOVÁ BUŇKA
Přeměňuje chemickou energii na teplo a chrání proti chladu.

BÉŽOVÁ TUKOVÁ BUŇKA
Nezralá buňka bílé tukové tkáně dozrává, aby spalovala tuk.

BÍLÁ TUKOVÁ BUŇKA
Nejběžnější tuková buňka slouží k ukládání tuku a nachází se v podkoží a v břišní dutině.

Text: Jana Olivová | **Foto:** Stanislava Kyselová, Fyziologický ústav AV ČR, University of TexasSouthwestern Medical Center, iStock (2)



Obezita je nebezpečná, protože se pojí se zánětlivými změnami v tukové tkáni a doprovází ji mnoho metabolických komplikací.

Obezita samozřejmě neztratila na závažnosti. Za problematické se však už nepovažuje pouze samo množství tuku v těle – konkrétně druhu, jemuž se říká bílý a který skutečně slouží jako energetická zásobárna –, ale nebezpečné jsou změny ve fungování bílé tukové tkáně, k nimž dochází právě při velké nadváze. Ve světle nových objevů se dnes totiž na tukovou tkáň pohlíží jako na metabolicky velmi aktivní orgán s vnitřní sekrecí (neboli endokrinní orgán). Produkuje celou řadu látek podílejících se na ukládání a mobilizaci energetických zdrojů uvnitř tukových buněk, ale také hormony vyplavované do krve, které plní řadu úkolů. Mají vliv na energetickou rovnováhu organismu, ovlivňují metabolismus a citlivost tkání na inzulin, ale i zánětlivé procesy, pozměňují imunitní odpověď organismu, jejich účinky mohou působit dokonce i na nádorové bujení či kardiovaskulární choroby.

Tuková tkáň jako chemická továrna

Klíčovým krokem k poznání, že bílá tuková tkáň plní důležitou úlohu pro vylučování nezbytných hormonů, byl objev jednoho z nich – tzv. adiponektinu, k němuž významně přispěl Philipp Scherer z University of Texas Southwestern Medical Center v USA. Adiponektin pomáhá mj. regulovat hladinu glukózy a odbourávat mastné kyseliny a v současné době se intenzivně zkoumá na řadě předních vědeckých pracovišť – včetně Fyziologického ústavu AV ČR. Právě na jeho pozvání Philipp Scherer nedávno přijel do Prahy proslovit prestižní Burešovu přednášku. Neváhal označit tukovou tkáň doslova za chemickou továrnu v našem těle, což od počátku napovídala klinická pozorování: „Kupříkladu víme, že lidé trpící patologickým úbytkem tukové tkáně ve specifických částech těla mají asi nejzávažnější typ inzulinové rezistence a enormně ztučnělá játra. Už to samo o sobě vypovídá o velkém významu tukové buňky."

Americký badatel potvrzuje, že spolupráce vědců zabývajících se preklinickým výzkumem na myších modelech s odborníky z klinické praxe postupně stále přesvědčivěji prokazovala, že tukové buňky nepředstavují pouze zásobárnu tuků, která může při nedostatečné kapacitě „přetéct", ale že produkují různé látky bílkovinové povahy, některé ve velmi vysokém množství, jež se vzájemně ovlivňují s buňkami jiných typů a tvoří součást celé složité komunikační osy. Upozorňuje navíc, že v tukové tkáni nejsou pouze tukové buňky neboli adipocyty – ty v ní tvoří jen asi polovinu. Druhou polovinu představují převážně buňky imunitní, dále endoteliální, tvořící výstelku cév, a nervové buňky, jelikož tuková tkáň je také bohatě protkána nervovými vlákny. „Nachází se v ní tedy mnoho typů buněk, jež se navzájem ovlivňují a společně, jako tkáň, hrají důležitou systémovou roli, kterou začínáme víc a víc oceňovat."

Mezi řadou biologicky aktivních látek produkovaných tukovými buňkami je už zmíněný hormon adiponektin, který Philipp Scherer objevil. Jeho roli v našem těle prý nejlépe pochopíme, když se na tukovou buňku podíváme jako na jednotku, která v období hladovění nebo při zvýšené spotřebě energie štěpí tuky na glycerol a volné mastné kyseliny. Ty se dopravují krevní plazmou až do cílových tkání, které je využijí jako zdroj energie. „Jakmile se v organismu zvýší množství volných mastných kyselin, v ideálním případě se využijí – spálí. Mohou se ale též znovu uložit, nebo se změní na látky, jimž říkáme lipotoxický mezičlánek. Sem patří i sloučeniny z rodiny tukových molekul zvané ceramidy."

Samo slovo lipotoxický naznačuje, že dané látky představují pro tělo problém. Tukové buňky totiž sice v těle normálně fungují jako zásobárna tuků neboli lipidů, ovšem pokud je jich příliš, zátěž nevydrží. Přebytečné lipidy se „přelijí" do jiných buněk, např. jater, ledvin, srdce či kosterního svalstva, které však pro ně nemají potřebný prostor. Naruší se tím jejich funkce, což může vést až k buněčné smrti. Organismus se samozřejmě podobnému poškození brání. Proto když tuková buňka začne uvolňovat tukové zásoby, zároveň vylučuje – s trochu nadsázky – jakousi protilátku proti toxickým účinkům volných mastných kyselin. A tou je nám už známý hormon adiponektin, vysvětluje americký vědec: „Ten fakticky sníží vedlejší účinky zmíněných ceramidů, které neustále vznikají při vysokých hladinách volných mastných kyselin v buňkách a v plazmě, přičemž utlumují řadu růz-

Geneticky podmíněná obezita u myší

ných procesů a v konečném důsledku způsobují inzulinovou rezistenci a záněty či zvyšují tempo buněčné smrti.“ Pokud tedy zmíněný hormon omezí nadměrné množství ceramidů, příznivě to ovlivní citlivost organismu k inzulinu, zlepší se protizánětlivé procesy atd. „V tomto kontextu je adiponektin součástí obranného mechanismu proti lipotoxicitě spojené se zvýšeným množstvím volných mastných kyselin.“

Bílý tuk si zatím drží svá tajemství

Vědci už detailně popsali interakci mezi buňkami tukové tkáně a játry, slinivkou a imunitním systémem. Na mnoho otázek však odpovědi teprve složitě hledají. „Stále se pokoušíme pochopit mechanismus, jímž tuková buňka posuzuje své prostředí a pak se rozhodne, jaké množství adiponektinu a dalšího hormonu – leptinu – potřebuje vyrobit. Zatím stále nerozumíme celému zpětnovazebnému mechanismu, který řídí uvolňování těchto hormonů. Musíme lépe pochopit buněčnou biologii tukové buňky na molekulární úrovni z hlediska zpětných vazeb,“ připouští Philipp Scherer a tvrdí – bez nadsázky – že tukové buňky v podstatě určují metabolické zdraví celého organismu. Energii totiž získáváme z cukrů a tuků – přičemž cukry se mohou nakonec také přeměnit na tuk. Nicméně, jak už bylo řečeno, buňky jater nebo ledvin nedokážou tuk bez problémů skladovat, je pro ně toxický. Postarat se o něj mají právě tukové buňky: v tomto ohledu jsou nenahraditelné a je potřeba, aby byly stále plně funkční.

Philipp Scherer, University of Texas Southwestern Medical Center, USA

Žádoucí tuk versus nežádoucí obezita

Z předchozích řádků by se mohlo zdát, že vzhledem k bezpočtu jeho nezbytných funkcí vzali odborníci tuk přece jen trochu na milost a už nás nebudou nutit bojovat s nadváhou či obezitou. Opak je pravdou. Nejnovější poznatky stvrzují, nakolik nebezpečná je obezita: je totiž spojena se zánětlivými změnami v tukové tkáni a doprovází ji celá řada metabolických komplikací.

Prokazují to i experimenty prováděné v oddělení Biologie tukové tkáně Fyziologického ústavu AV ČR. V centru pozornosti tamních vědců jsou v první řadě fyziologické regulace metabolismu a jejich poruchy při obezitě a doprovodných onemocněních. Odhalují nové možnosti v prevenci a léčbě metabolických poruch ovlivňováním metabolismu tukové tkáně, který hraje významnou úlohu při hromadění tuku v těle. Kombinují pokusy na myších (mají dokonce speciální zvířecí modely obezity) a na buněčných modelech s klinickými studiemi a zkoumají mechanismy regulace metabolismu jak u zdravých, tak nemocných jedinců.

Není tuk jako tuk

Při pokusech, které ve Fyziologickém ústavu AV ČR provádějí s pomocí myšího modelu odolnosti nebo náchylnosti k obezitě vyvolané potravou, tedy studují »

neobyčejnou buněčnou i metabolickou plasticitu tukové tkáně – a to bílé i hnědé. Dosud se totiž věnovali pouze bílému tuku, který slouží jako zásobárna energie a kvůli němuž leckdo nedopne kalhoty či sukni. Existuje však i jiný typ tukové tkáně – hnědá. Dlouho se soudilo, že se vyskytuje pouze u novorozených, případně i dospělých savců, pokud žijí v chladném prostředí či spí zimním spánkem – a to z jednoduchého důvodu: hnědý tuk energii neskladuje, ale naopak spaluje, přičemž vytváří velké množství tepla pro udržení potřebné tělesné teploty.

Cílem je objasnit, jestli a jak by bylo možné podpořit spalování tuku v těle a získat tak účinný nástroj proti obezitě.

Teprve poměrně nedávno však moderní zobrazovací metody odhalily, že i dospělí lidé mají ve svém těle různě velké ostrůvky hnědé tukové tkáně, např. v oblasti krku, kolem páteře, klíčních kostí či cév. Proč? Má hnědá tkáň ještě nějaké jiné funkce než tvorbu tepla? Jaké biochemické mechanismy se těchto procesů účastní? To byly zásadní otázky, které si vědci začali okamžitě klást.

Jedním z míst, na něž zaměřili pozornost, byly mitochondrie – vnitrobuněčné organely s vlastní DNA, které jsou zásobárnami energie v buňce a také se podílejí na regulaci tak důležitých buněčných procesů, jako je buněčná proliferace, smrt atd. A trefili do černého!

Ukázalo se, že mitochondrie v hnědé tukové tkáni fungují jinak než v ostatních tkáních. Energii, která se do buňky dostává, neukládají, ale pomocí zvláštní bílkoviny umožňují její řízené uvolňování v podobě tepla. Dotyčná bílkovina dostala nezvyklý název: odpřahující protein. Posléze byla popsána i struktura genu, který za jeho tvorbu zodpovídá.

Badatelé ve Fyziologickém ústavu AV ČR pod vedením Zdeňka Drahoty a ve spolupráci s kolegy ze Švédska, včetně předních světových badatelů v této oblasti – Ole Lindberga a později Barbary Cannonové a Jana Nedergaarda ze Stockholm University – stáli již v sedmdesátých letech minulého století na začátku objevování záhad hnědého tuku. Společné výzkumy pak prokázaly význam specifických hormonů pro navození tvorby odpřahujícího proteinu. Přidáním daných hormonů do misek s tkáňovou kulturou hnědého tuku se skutečně podařilo v buňkách tvorbu odpřahujícího proteinu spustit. A posléze, to již ve spolupráci Jana Kopeckého s Lesem Kozakem z Jackson Laboratory v Maine v USA, se v roce 1991 podařilo vsadit gen odpřahujícího proteinu do myši takovým způsobem, že část její bílé tukové tkáně začala fungovat jako hnědý tuk. To vedlo ke kýženému výsledku: geneticky modifikované (transgenní) myši s odpřahujícím proteinem v bílém tuku neztloustly za podmínek, za nichž u „normálních“ myší vznikala obezita. Odtud už byl jen krůček k úvaze, zda by bylo možné cíleně podpořit syntézu odpřahujícího proteinu i v bílé tukové tkáni u savců, včetně člověka. A nešlo by dokonce u lidí podnítit tvorbu nové tukové tkáně, která by začala spalovat nadbytečnou energii?

Zmobilizujeme hnědý tuk proti nadbytečným kilogramům?

Cíl výše zmíněných úvah je jasný: objasnit, zda by bylo možné nějak podpořit spalování tuku v těle a najít tak spolehlivý a účinný nástroj k boji proti obezitě a potažmo možná i pro léčbu s ní souvisejících chorob, včetně cukrovky 2. typu a metabolického syndromu. Podle Jana Kopeckého k tomuto nápadu vedlo výzkumníky nejen zjištění, že transgenní myši s uměle navozenou tvorbou odpřahujícího proteinu v bílém tuku jsou odolné vůči obezitě, ale i mnohá starší pozorování, která prokázala vztah mezi množstvím hnědého tuku a odolností vůči obezitě u laboratorních zvířat krmených chuťově atraktivní dietou, kterou se zvířata ochotně přežírala. Je to vlastně logické: hnědý tuk se postará o spálení přebytečné energie a její přeměnu na teplo, takže ji tělo neuloží do bílého tuku. Zdá se tedy, že hnědá tuková tkáň může hrát úlohu nejen v tvorbě tepla, ale i při regulaci tělesné hmotnosti. Nasvědčovala by tomu i první pozorování lidí, u nichž moderní zobrazovací metody prokázaly přítomnost hnědého tuku i v dospělosti. Vypadá to, že štíhlí mají hnědé tukové tkáně víc než obézní. Zatím však není zcela jasné, proč. Přibrali obézní proto, že hnědý tuk z nějakého důvodu postrádají, takže se jim nadbytečná energie nespaluje, ale ukládá? Nebo naopak mají štíhlí lidé více hnědého tuku proto, aby jim zajišťoval teplo, což obézní nepotřebují, protože je před chladem chrání vrstva bílého tuku? Je tento stav dán geneticky? Dá se ovlivnit stravou? Jakou roli hrají hormony?

„Navíc se ukazuje, že ani tukové buňky s odpřahujícím proteinem nejsou všechny stejné. V místech ukládání bílé tukové tkáně, zejména v podkoží, byly naleze-

MUDr. Jan Kopecký, DrSc.
Ředitel Fyziologického ústavu AV ČR

OBOR:
medicína, biochemie, biologie tukové tkáně, mechanismy energetické přeměny v mitochondriích, působení omega-3 mastných kyselin na obezitu a doprovodná onemocnění

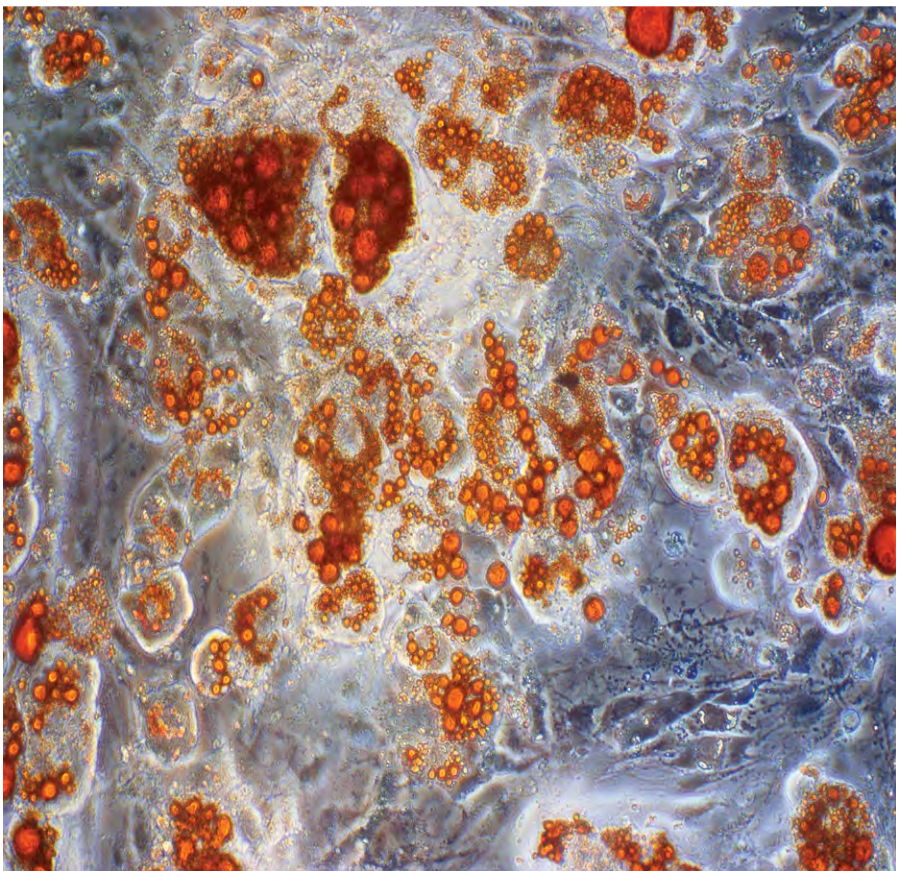
DALŠÍ PŮSOBENÍ:
- University of Ottawa v Kanadě
- University of Stockholm ve Švédsku
- University of Bari v Itálii
- Roche Institute of Molecular Biology v Nutley (NJ) v USA
- Jackson Laboratory v Bar Harbor (ME) v USA
- International Research Scholar of the Howard Hughes Medical Institute, USA

ny tukové buňky, které mají neobyčejně vysokou schopnost zvyšovat tvorbu odpřahujícího proteinu působením nejrůznějších vlivů. Kupodivu, tyto buňky mají z vývojového hlediska blíže k buňkám svalovým než adipocytům klasického hnědého tuku, který se nachází na jiných místech v těle. Vytvářejí ostrůvky tzv. „béžového tuku“ (angl. beige nebo též brite fat), které jsou obklopeny bílým tukem,“ vysvětluje Jan Kopecký.

Zároveň přiznává, že snaha mnoha laboratoří a farmaceutických firem najít způsob, jak zvýšit tvorbu odpřahujícího proteinu, zejména u člověka, účinně tak navodit vytváření buď hnědého, nebo béžového tuku, a tím snížit obsah nadbytečného bílého tuku u obézních osob, dosud nikam nevedla. Výzkumy v tomto směru však pokračují a uvidíme, co přinesou.

Fyziologický ústav AV ČR byl na začátku všech těchto snah. Řadu let tam zkoumali transgenní myši odolné vůči obezitě díky odpřahujícímu proteinu v bílém tuku a objevili některé nové mechanismy řízení metabolismu v adipocytech. Praktický dopad na léčbu obezity či jejích následků však jejich výsledky neměly. Proto se v posledních letech zaměřili na studium funkcí bílé tukové tkáně:

„Mimo jiné jsme zjistili, jak pozoruhodně plastická – či chcete-li přizpůsobivá – je tuková tkáň, jak pružně dokáže měnit velikost, počet svých buněk a také rychlost uvolňování nebo ukládání mastných kyselin. Uvolňování mastných kyselin z triacylglycerolů a jejich zpětný záchyt v těchto lipidových molekulách (tzv. cyklování mastných kyselin) je základním metabolickým pochodem, který v adipocytech probíhá a určuje jejich přizpůsobivost. Dostatečná plasticita bílé tukové tkáně je přitom nutná pro tzv. metabolickou flexibilitu, to znamená pro optimální nastavení metabolických procesů podle měnících se podmínek vnějšího prostředí.“ Fyziologové ověřují kupříkladu hypotézu, že právě tvárnost tukové tkáně, zejména potenciál tukových buněk zvyšovat svůj počet a měnit rychlost cyklování mastných kyselin, je důležitým faktorem, který omezuje toxické působení mastných kyselin uvolňovaných během spalování tukových zásob. Předpokládají, že právě snížená schopnost organismu aktivovat tyto procesy u některých obézních jedinců vede k metabolickým onemocněním.



Adipocyty s kapičkami tuku v buněčné kultuře

A co dál?

Ve Fyziologickém ústavu AV ČR se již dříve podařilo prokázat příznivý účinek omega-3 polynenasycených mastných kyselin v prevenci poruch spojených s obezitou a jejich příznivý vliv na metabolismus. Nyní se zaměřují na význam uvolňování a zpětného záchytu mastných kyselin v buňkách bílé tukové tkáně pro odolnost vůči obezitě a doprovodným metabolickým poruchám. V pokusech na myších ukázali, že zejména působením omega-3 polynenasycených mastných kyselin spolu s omezením přísunu kalorií a pravděpodobně i fyzickou aktivitou lze v tukových buňkách dosáhnout vyššího, „správného“ nastavení rychlosti cyklování mastných kyselin, a tím omezit nepříznivé dopady obezity na zdravotní stav. Podobně působí i vystavení myší nižší teplotě, tedy podmínkám, které podobně jako fyzická aktivita vedou k vyššímu spalování mastných kyselin. Zkoumají především význam mitochondrií a zvyšování počtu buněk v tukové tkáni v těchto dějích.

„Výsledky vědců ve Fyziologickém ústavu, který stál na počátku výzkumů hnědého tuku, teď vedou k renesanci zájmu o bílý tuk. Ukazuje se, že ač bude asi vždy obtížné léčit obezitu tak, aby ubylo množství tukové tkáně, mohlo by se snad podařit změnit metabolismus bílé tukové tkáně a tím zabránit neblahým následkům jejího nadměrného hromadění,“ uzavírá Jan Kopecký. Nezbytným předpokladem úspěchu je však nejprve detailně poznat všechny základní molekulární mechanismy a chemické reakce vstupující do hry. A to je ještě běh na dlouhou trať, i když první milníky už mají vědci za sebou.

Text: Leona Matušková | **Foto:** Stanislava Kyselová (2), Václav Kořínek, Národní knihovna ČR

Jiné dějiny středověku

Vede Výzkumné centrum Dvory a rezidence ve středověku, píše odborné knihy o životě na středověkých dvorech a překládá veršované eposy ze staré němčiny 13. století. Zároveň si však umí ušít středověké šaty dobovou technikou nebo vyzkoušet vaření podle dochovaných středověkých receptů. **Bádání v historických pramenech i méně obvyklé experimentální přístupy pomáhají Daně Dvořáčkové-Malé z Historického ústavu AV ČR lépe pochopit vytyčený objekt vědeckého zájmu** – každodenní život panovnických dvorů a obyvatel středověku.

Věnujete se středověké historii, především době pozdních Přemyslovců a Lucemburků. Čím vás zaujal zrovna tento úsek historie?

Zájem o dobu pozdních Přemyslovců, především dvůr krále Václava II., se patrně zrodil, když mi bylo asi 14 let. Tehdy se mi dostal do rukou román spisovatelky Ludmily Vaňkové *Žebrák se stříbrnou holí*. Všem politicko-diplomatickým souvislostem, které autorka podrobně popisovala, jsem tehdy úplně nerozuměla, ale zapůsobilo na mě poutavé líčení psychologických profilů postav. U Václava se to přímo nabízelo, sirotek, poté velký panovník, i když na rozdíl od svého otce, Přemysla Otakara II., nedoceněný. Na vysoké škole mě zajímala i jiná historická období, například 19. století, ale při výběru tématu diplomové práce jsem se vrátila ke středověku a zaměřila se právě na dvůr Václava II.

Ze školy si mnozí z nás pamatují dějepis jako soupis starých dat a jmen, ale ve vašem podání zní historie mnohem zajímavěji. Nezaměřujete se na popis válek a dynastických sňatků, ale na to, jak se ve středověku žilo, vařilo, z čeho se šily šaty nebo jak se vychovávaly děti. Je tzv. výzkum každodennosti trendem historické vědy?

Téma každodennosti k nám proniklo ve druhé polovině devadesátých let 20. století, kdy se objevilo jako nové, atraktivní. Dnes už je jedním z běžných metodických přístupů. Ze základní školy mám podobnou zkušenost, kterou popisujete, i když mně osobně letopočty v dějepise nevadily. Dnes už se leckde učí jinak. Třeba ve třídě mojí dvanáctileté dcery probírá pedagožka s dětmi dějepis přesně tak, jak nám to dříve chybělo. Ukazuje jim archeologické nálezy, pouští videa, čtou si prameny, uvádí je do dějin formou příběhů a myslím, že i proto je to víc baví. Sama si školní dějepis pamatuji spíše jako soupis velkých mužů a vypjatých událostí, a možná právě proto mě začaly zajímat „jiné“ dějiny. Dějiny těch méně známých, méně adorovaných, obyčejnějších lidí, mužů, žen i dětí, a také dějiny panovníků, kteří zůstávali ve stínu slavných otců.

Archivních zpráv o středověkém dětství nebo o způsobech stravování je možná méně než těch o politických a vojenských událostech. Jaké prameny považujete pro svůj výzkum za stěžejní? Je výzkum každodennosti složitější než studium politických dějin?

Nelze to říct jednoznačně. Získávání informací z pramenů, které jsou zapsané v dobovém jazyce a tehdejším písmem, je vždy složitější, ať hledáte jakoukoli informaci. Třeba když vás zajímá, co se jedlo na dvorech toho kterého panovníka či ve městech nebo klášterech, vydáte se k pramenům hospodářské povahy, k účtům, urbářům, záznamům odvodů a dávek, které si ve vrcholném a pozdním středověku vedly klášterní instituce i světská nobilita. Z těchto pramenů ve stylu „má dáti – dal“ pak můžete sestavit »

i sortiment pro jídelníček. Nelze však podcenit žádný typ pramene ani třeba literární díla, například eposy nebo básně.

A právě nejstarší eposy vzniklé na našem území ve 13. století ukrývají cenná svědectví doby. Jsou psané ve staré němčině, navíc ve verších, a proto dlouho unikaly zájmu historiků. Vy jste se rozhodla některé z těchto zapomenutých pokladů oprášit a přeložit. Před dvěma lety tak vyšel veršovaný epos *Vilém ze země Slovanů*. Bylo těžké jej přeložit? Jak dlouho to trvalo? Epos čítá 8358 veršů.

Když jsem Viléma překládala, připadala jsem si někdy jako horolezec, který zdolává tisícovky. A když jsem nakonec „vylezla" na osmitisícovku, bylo to na oslavu, neboť zbývalo už jen 358 veršů. Překladu jsem se věnovala skoro čtyři roky.

Staré němčině rozumíte, nebo jste musela překlad konzultovat s germanisty?

Chcete-li dělat středověké dějiny, musíte ovládnout jazyky pramenů a přirozeně textu i rozumět. Součástí výuky medievistů, tedy historiků se zaměřením na středověk, jsou zkoušky ze středověké latiny a z dobové němčiny či výuka staročeštiny. Při překladu je ale samozřejmě nutné slova kontrolovat ve slovnících dobové slovní zásoby, protože určité slovo nese v dnešní němčině odlišný význam, než který mělo ve středověku. Navíc v každém století se mohl jeho význam posouvat a lišil se rovněž na různých místech.

Takže máte při překladu k ruce slovníky středověké němčiny a latiny?

Ano, jde o slovníky středověké němčiny různých lokalit a dialektů, některé jsou přístupné i online. Lze si je představit i jako výkladové slovníky s rozborem pojmů, často včetně odkazu, ze kterých děl bylo slovíčko, vazba či význam přepsány. Tyto slovníky se neustále doplňují, je to živá látka a stálý výzkum významů slov. Při překladu staré literatury je nutné znát současně dobový kontext, protože v dílech bývají skryté různé narážky na tehdejší události a nezřídka i vtipy. Není-li překladatel historicky vzdělán, může se stát, že takové věci zůstanou ztracené v překladu.

Kolik takových překladů nejstarší literatury z českého území existuje?

Málo. Literární díla napsaná na dvoře českých panovníků Václava I., Přemysla Otakara II. i Václava II. zůstávají opomíjená i proto, že jsou v němčině. Přitom jde o nejstarší krásnou literaturu, jež vznikla na našem území. Až o sto let později, ve 14. století, se začala psát staročeská díla, často inspirovaná německojazyčnými eposy a básněmi.

Jakými jazyky se u nás vlastně mluvilo za posledních Přemyslovců?

Jazykem vzdělanců a písemné komunikace mezi kurií a panovníky byla samozřejmě latina. Mezi lidmi se běžně mluvilo česky nebo německy. Němečtí obyvatelé k nám přicházeli zhruba od 13. století v rámci kolonizování území. Navíc je potřeba připomenout, že české středověké království zahrnovalo průběžně mnohem větší území než pouze dnešní Čechy a Moravu. Ve 14. století například území Horní a Dolní Lužice, kde se mluvilo německy. Pražský přemyslovský dvůr můžeme označit za bilingvní, neboť manželky českých panovníků často pocházely z německy hovořícího prostředí. Například Václav II. dlouho pobýval v Braniborsku na dvoře svého bratrance Oty V. Dlouhého a známe dokonce tři milostné lyrické písně psané ve

Vilém ze země Slovanů (Wilhelm von Wenden)

Epos vznikl v okruhu dvora Václava II. Původ autora Oldřicha z Etzenbachu (Ulrich von Etzenbach) je nejasný, ve svém starším díle o Alexandru Velikém tvrdí, že pocházel ze země Iva, což by mohla být některá ze zemí pod vládou přemyslovských panovníků. Dílo představuje dnes téměř zapomenutou literaturu a nedoceněný historický pramen. Hrdinský příběh sepsaný ve staré němčině čítá celkem 8358 veršů. Knihu vydalo v překladu Dany Dvořáčkové-Malé nakladatelství Argo v roce 2015.

Hrdiny eposu zosobňují kníže Vilém a jeho žena Bene. Pohanského knížete Viléma osloví křesťanská víra, chce se vydat do Svaté země a poznat, kdo je Kristus. Opouští tedy zemi, kde vládne. Odchází s ním i jeho manželka, která cestou porodí syny-dvojčata. Vilém je zapře, prodá je neznámým kupcům a manželce řekne, že děti zemřely. Sám pak pokračuje do Svaté země, kde přijme křest a zůstává tam 24 let, během nichž například bojuje proti Saracénům. Bene je mezitím v zemi, kde zůstala, zvolena vládkyní, ovšem když se Vilém vrátí, poznají se a jejich láska se obnoví. Podaří se najít i oba syny a celá rodina se šťastně shledává. Vilém přináší křesťanství do své domoviny a země pod jeho vládou přijímají křest.

Ukázka z díla:

Přátelství kvetlo řečí,
slyšte dál, chytře líčí:
Na pána všichni hledíte!
Původ má v říši bohaté.
Hleďte, jaký nyní nese stav.
Urozené děti, paní, mrav
opustil a s nimi své místo.
Ke Kristu vyšel sám, ač přesto,
že nechal svůj lid i zemi.
To Vilém je zde a s námi.
Z velké dáli Slovan jest.
Vydal se k nám přijmout křest,
přeje si věčné křesťanství.
Já jsem dosud as, to se ví,
ani při svém dobrém věku,
neviděl, co zkusil vskutku.
Proto k Bohu měl by jít,
podle vás se zařídit
a přistoupit ke křtu!

středověké němčině, jejichž autorství je přisuzováno právě králi Václavu II.

Můžeme ještě připomenout další zásadní díla nejstarší krásné literatury vzniklé na našem území?

Předně *Epos o Alexandru Velikém* od Ulricha von Etzenbach (česky Oldřicha z Etzenbachu), který složil i *Viléma ze země Slovanů*. Druhým je *Epos o Tristanovi* Heinricha von Freiberg (Jindřicha z Freibergu). Alexandr má 28 tisíc veršů a Tristan přes šest tisíc veršů. Tyto eposy, kromě Viléma, existují dosud jen v německých mutacích. Dále máme řadu lyrických písní, které vznikaly v době od Václava I. až po Václava II. Tyto písně ve většině případů existují i v dnešním českém překladu. Na konci 13. století začala básníky podporovat navíc šlechta, děl proto přibývalo. Například básník Jindřich z Freibergu napsal oslavnou epickou báseň o šlechtici Janu z Michalovic, jehož vykreslil jako chrabrého rytíře, který cestoval až do Paříže, aby se tam účastnil turnajů.

Život mezi prameny, dějinami i literaturou – historička a překladatelka Dana Dvořáčková-Malá

Aktuálně překládáte epickou báseň *Legenda o Panně Marii* s vaším podtitulem Příběh o jednom žáčkovi. Řekněte nám o ní více.

Jde o výjimečný text. Vypráví dojemný příběh žáčka, který chtěl chodit do katedrální školy a zpívat s ostatními dětmi na kůru k poctě Panny Marie, ale učitel ho vyhnal, protože neměl boty, byl chudý. Poté se modlil k Panně Marii, aby mu dala obutí. Je to poprvé v našich literárních dějinách, kdy zaznamenáváme jako hlavního hrdinu dítě. Dílo má asi 1366 veršů a pochází také ze dvora Václava II. K překladu jsem přistoupila v rámci práce na grantovém projektu „Dítě ve středověku a raném novověku“, který v současnosti vedu jako řešitelka.

Víme, jaké bylo dětství ve středověku? Z jakých pramenů přitom čerpáme?

Mezi členy grantového týmu jsou historikové, jazykovědci i archeologové a právě mezioborová spolupráce nám pomáhá poznat dětství ve středověku. Máme například k dispozici nálezy hraček z té doby. Nejčastěji to jsou různí hlinění nebo keramičtí koníčci, rytíři, panenky, napodobeniny zbraní, ale také dřevěné lodičky. Významně pomáhají dobové iluminace, na nichž vidíme, jak si děti hrají. Díky nim například víme, že děti ve středověku znaly maňáskové divadlo, k hraní používaly různé koule nebo míče, obruče, kroužky, hrály si s kapucemi na slepou bábu. Hračky se daly vyrobit ze dřeva, ušít z hadříků. Lidé mají často představu, že dětství ve středověku snad ani nebylo nebo že bylo nějak omezené, což je nepřesné. Rozdíl spočíval pouze v tom, že děti žily v jiné době a jiném kontextu, dětství bylo vnímáno v kratším časovém horizontu. Nebyla povinná školní docházka, ale i tehdy se rodiče snažili svým potomkům zajistit co nejlepší budoucnost. Synům zpravidla otec předával řemeslo, pro dcery byl hledán výhodný sňatek.

Jaké bylo postavení ženy ve středověku?

Žena ve středověku bývá často líčena jako méněcenná, ukřivděná, věčná trpitelka. Toto klišé představuje náš současný pohled, který na minulost uplatňujeme, aniž bychom akceptovali tehdejší mentalitu a podmínky k životu. Předpokládat, že ženy nebyly šťastné a spokojené, by byla mylná a jednostranná představa. Málo se třeba ví, že dívky vyrůstající ve vyšších společenských vrstvách byly vedeny nejen k manželství nebo »

Experimentální středověký tábor s dobovou kuchyní z počátku 14. století prezentuje Spolek Via Boemia.

Urozená žena si zachovává důstojnost i při porodu, což odpovídalo pojetí dobré/ideální ženy. Nejstarší vyobrazení porodu obsahuje *Velislavova bible* (asi 1340), NK ČR, XXIII.C.124, fol. 41r.

ručním pracím, ale učily se číst, přestože do škol mohli vstupovat pouze chlapci. Manželství ve středověku bývala šťastná či méně šťastná stejně jako v kterékoli jiné době. Současná kritéria na život v minulosti uplatňovat nelze.

Při výzkumu dětství ve středověku a raném novověku se zabýváte také otázkou stravy. Také se tehdy věnovala taková pozornost výživě dětí jako dnes?

Povědomí o jemnější a pozvolné dětské stravě odpovídá i minulosti. Po fázi kojení se přecházelo na kašovitou a tuhou stravu. Podrobnosti čerpáme mimo jiné z tzv. knížecích zrcadel, což byly naučné texty o tom, jak vychovat následníka trůnu. Učenci se v textech zabývali často právě i délkou kojení, které bylo považováno za prospěšné. Když žena dítě odložila, nazýval ji například jeden z autorů ze čtyřicátých let 14. století, řezenský kněz Konrád z Megenberku, krkavčí matkou. Pokud matka kojit nemohla, měla ji dle jeho slov zastoupit kojná a ta měla být stejného temperamentu jako dítě, jež kojila. Že by se ale zachoval přímo jídelníček, to se stává zřídka, nebo odpovídá mladší době. Pro středověk jej sestavujeme ze střípků informací. Obecnější doklady o středověké stravě významně doplňuje archeologie, např. z analýz zbytků z odpadních jímek ve městech či na hradech.

Je tedy možné říct, co před 700 lety naši předci jedli?

Základní sortiment zůstává podobný dnešnímu. Strava sestávala hlavně z obilovin a masa. Jedly se některé druhy zeleniny a ovoce a přirozeně sýry a vejce. Z mas hlavně drůbeží, skopové či hovězí. Pěstovaly se pšenice, ječmen, žito a oves. Pekly se

různé druhy chleba, například z 15. století známe názvy chlebů jako žemlový, husnicový, pohankový aj. Oblíbené byly různé placky, ve středověku se jim říkalo calty (odtud třeba i název Celetné ulice v Praze). Krásný pramen středověkého sortimentu stravy představují karlštejnské účty z let 1423–1434, což bylo období husitských válek, a tehdy se na hrad kupovaly maso, vejce, sýry, meruňky, hrušky, ale navíc i mandle, fíky, ptáci a dokonce jedenkrát je zmíněn lanýž. Z ryb třeba mřenky, úhoři nebo kapři.

Vraťme se ještě k Výzkumnému centru Dvory a rezidence ve středověku, v rámci kterého studujete, jak se žilo na panovnických, šlechtických či církevních dvorech ve středověku. Jaké odborníky a z kterých oborů Výzkumné centrum sdružuje? Máte daný plán činnosti?
Základním přístupem je mezioborovost. Spolupracujeme s archeology, kunsthistoriky, literárními vědci a překladateli. Kořeny vzniku platformy Dvory a rezidence ve středověku sahají do roku 2005, kdy se konala první konference o dvorské problematice a po ní následovala řada dalších. Oficiálně Výzkumné centrum Dvory a rezidence ve středověku zahájilo činnost v lednu 2013. Diskuse o výzkumech a prezentace výsledků probíhají formou mezinárodních kolokvií a následně vydáním odborných publikací.

Co znamenal dvůr ve středověku?

Pojem dvůr má v medievistice (oboru historie se zaměřením na středověk) více významů. Ve smyslu panovnického dvora jde o společenství kolem panovníka a jeho rodiny; patří k němu jak držitelé nejvyšších úřadů, tak služebníci, přičemž těmi druhými mohli být muži i ženy. O životě na panovnickém dvoře zanechaly zmínky různé prameny – kroniky, listiny, vznikala tam dvorská literatura (epika a lyrika). Tamější společnost iniciovala tzv. dvorné způsoby chování a cizelovala křesťansko-rytířské ideály. Panovnický dvůr fungoval jako centrum moci (slučoval správní, soudní i výkonnou složku) i kultury a umění.

PhDr. Dana Dvořáčková-Malá, Ph.D.

- Vědecká pracovnice oddělení dějin středověku Historického ústavu Akademie věd ČR. Vedoucí mezioborového Výzkumného centra Dvory a rezidence ve středověku.
- Zaměřuje se na dějiny vrcholného středověku, dějiny každodennosti a dějiny mentalit. Věnuje se výzkumu panovnického dvora a dvorské kultury ve středověku, dvorské literatury, písemnictví a překladatelství středověké německé literatury.
- Vystudovala historii na Filozofické fakultě Univerzity Karlovy v Praze, kde obhájila i rigorózní a disertační práce (o dvoře krále Václava II. a životě a kultuře na dvorech posledních Přemyslovců).

Výběr publikací:

- Oldřich z Etzenbachu: *Vilém ze země Slovanů. Epos z konce přemyslovského věku*. Překlad, úvodní studie a komentáře Dana Dvořáčková-Malá, Praha: Argo, 2015
- Dana Dvořáčková-Malá, Jan Zelenka a kol.: *Ženy a děti ve dvorské společnosti*. Praha: Historický ústav AV ČR, 2015
- Dana Dvořáčková-Malá, Jan Zelenka a kol.: *Přemyslovský dvůr. Život knížat, králů a rytířů ve středověku*. Praha: NLN, Historický ústav AV ČR, 2014
- Dana Dvořáčková-Malá, Jan Zelenka: *Curia ducis, curia regis. Panovnický dvůr za vlády Přemyslovců*. Praha: Historický ústav AV ČR, 2011
- Dana Dvořáčková-Malá: *Královský dvůr Václava II.* České Budějovice: Veduta, 2011
- *Dvory a rezidence ve středověku III. Všední a sváteční život na středověkých dvorech* (eds. Dana Dvořáčková-Malá, Jan Zelenka). Praha: Historický ústav AV ČR, 2009
- *Dvory a rezidence ve středověku II. Skladba a kultura dvorské společnosti* (eds. Dana Dvořáčková-Malá, Jan Zelenka). Praha: Historický ústav AV ČR, 2008
- *Dvory a rezidence ve středověku* (ed. Dana Dvořáčková-Malá). Praha: Historický ústav AV ČR, 2006

Text: Jana Olivová | Foto: Stanislava Kyselová

HLEDÁNÍ SKRYTÝCH **ZÁŠKODNÍKŮ**

Stále citlivější a menší senzory, které odhalují nesmírně nízké koncentrace látek souvisejících se vznikem a rozvojem nemocí, choroboplodné bakterie v potravinách či různé další chemické i biologické látky kolem nás, **mohou přinést zásadní pokrok v lékařské diagnostice, kontrole bezpečnosti potravin, monitorování životního prostředí a mnoha dalších oblastech**.

Copak zase máš v té ledničce? „Mléko…“ „Ale je prošlé…“ „Nevadí, nic mu není…“ „Jak to můžeš vědět?“

Podobným dialogům by už brzy mohl být konec, a to díky citlivým čidlům, odborně zvaným biosenzory, která vyvíjejí v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR. Kdyby se totiž na takový senzor káplo trochu mléka, dokázal by zjistit i nepatrné množství toxinů či choroboplodných zárodků a ukázal, jestli se mléko ještě dá pít, nebo ne. A nejen to. Kromě kontroly kvality potravin umožní biosenzory spolehlivě detekovat protilátky, bílkoviny, hormony a další biologické látky významné pro lékařskou diagnostiku, látky znečišťující životní prostředí a další typy molekul, a co je nejpodstatnější, i v extrémně nízkých koncentracích. Snad už není daleko ani doba, kdy nemocný člověk bude mít doma jednoduchý biosenzor, který bude sledovat vybrané zdravotní parametry a díky napojení na internet či mobilní telefon v případě potřeby informovat lékaře či samotného pacienta. Dobrý důvod do ústavu zajít a zjistit podrobnosti…

Jak fungují optické biosenzory

Dnes už sice existuje řada konvenčních analytických metod, jimiž se dají stanovovat nejrůznější chemické a biologické látky, většinou však vyžadují nákladné laboratorní přístroje a speciálně vyškolený personál. Unikátní biosenzory, na jejichž výzkumu a vývoji vědci v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR intenzivně pracují, ovšem mají být nejen nesmírně citlivé, ale navíc i jednoduché a levné, což by mělo usnadnit jejich široké uplatnění i mimo laboratoř. Aby je vytvořili, museli vědci proniknout až do světa atomů a molekul, kde se měří v nanometrech, tedy v miliardtinách metru, a začít zkoumat i využívat specifické zákonitosti, jimiž se v těchto nepatrných měřítcích řídí fyzikální, chemické a biologické procesy. Jedním z důležitých fyzikálních jevů, na nichž badatelé pod vedením Jiřího Homoly založili vývoj svých jedinečných optických biosenzorů, jsou tzv. povrchové plasmony. „Povrchové plasmony jsou speciální elektromagnetické vlny, podobně jako světlo. Na rozdíl od světla však mohou existovat na rozhraní mezi kovovým materiálem (např. ve formě vrstvy nebo částice) a dielektrickým materiálem, přičemž

Výzkum a příprava optických biosenzorů s povrchovými plasmony v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR

elektromagnetické pole povrchových plasmonů je lokalizováno v blízkosti rozhraní," vysvětluje ředitel ústavu Jiří Homola.

A jak konkrétně vlny zvané plasmony v biosenzorech slouží? Zjednodušeně řečeno: na povrchu kovové vrstvy, podél níž se šíří povrchový plasmon, jsou ukotvené speciální receptory – biomolekuly, které fungují jako „pasti" schopné rozpoznat a zachytit látky, jež mají detekovat. Jakmile je zachytí, změní se na povrchu kovové vrstvy index lomu (prostředí se zahustí), což vede ke změně rychlosti povrchového plasmonu. A tuto změnu rychlosti dokážou badatelé pomocí optických metod s ohromnou přesností změřit. Jinými slovy, jakmile „past" sklapne, optický systém vyhodnotí, co se do ní chytilo.

„Díky vysoké koncentraci elektromagnetického pole povrchových plasmonů dokážeme zaznamenat molekulární interakce, které se odehrávají v blízkosti povrchu kovové vrstvy. To propůjčuje senzorům unikátní citlivost a schopnost detekovat extrémně nízké koncentrace molekul zajímavých v různých oblastech," vysvětluje dál Jiří Homola.

Abychom si dovedli představit, co znamenají výrazy „schopnost detekovat extrémně nízké koncentrace molekul" a „unikátní citlivost", připomeňme jeden z nedávných výzkumných projektů týmu Jiřího Homoly. Týkal se zjišťování přítomnosti bisfenolu A, což je malá molekula, která narušuje činnost žláz s vnitřní sekrecí. Proto je velmi důležité monitorovat její výskyt např. v odpadních vodách nebo v pitné vodě. V Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR zkonstruovali senzor s takovou citlivostí, že umožňuje měřit tak nízké koncentrace bisfenolu A, jaké by vznikly – pro srovnání – rozpuštěním jednoho zrnka soli v padesátimetrovém plaveckém bazénu.

Vysoká specializace versus mnohostranné použití

Výhodou takovýchto optických biosenzorů je jejich univerzálnost. Molekulární receptory („pasti"), které využívají, jsou na jedné straně velmi výběrové, schopné rozpoznat konkrétní vybranou látku a odlišit ji od milionu jiných. Na druhou stranu pro různé látky existují různé receptory, po nichž mohou vědci sáhnout pro detekci látek mnoha různých typů. „Jinými slovy – jakkoli jsme schopni vyvinout biosenzor pro citlivou a selektivní detekci jedné konkrétní látky, stejně tak umíme vytvořit biosenzor, který dokáže zjistit současně desítky různých látek," potvrzuje Jiří Homola. Dodává, že jednou z výzev, s nimiž se při vývoji biosenzorů utkávají, jsou různé druhy klamných signálů a šumů jak fyzikálních, tak biologických. „Jedním ze zdrojů klamných signálů je zachycení molekul, které pomocí biosenzoru detekovat nechceme. Tomu říkáme nespecifická adsorpce. Způsobí změnu indexu lomu (podobně jako záchyt hledaných molekul), kterou optický systém interpretuje jako odezvu, ale přitom jde o odezvu nepravou, nesouvisející se záchytem hledaných molekul. Proto vyvíjíme speciální molekulární vrstvy, kterými se snažíme povrch biosenzoru před nespecifickou adsorpcí ochránit." »

prof. Ing. Jiří Homola, CSc., DSc.

Ředitel Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR

OBOR:
Fotonika, biofotonika, optické senzory a biosenzory

Vedoucí vědeckého týmu Optické biosenzory

DALŠÍ PŮSOBENÍ:
Profesor Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Affiliate Professor na University of Washington v Seattlu (USA)

Složitost tohoto úkolu dokumentuje fakt, že např. u biologických vzorků se některé biomarkery mohou vyskytovat v nepopsatelně nízkých koncentracích odpovídajících femtogramu (biliardtině neboli 10^{-15} gramu!) na mililitr tělní tekutiny (např. krve), a naopak ve stejném vzorku se nachází obrovské množství jiných molekul, třeba bílkovin, v koncentracích bilionkrát vyšších. „Je to hledání jehly v kupce sena," říká Jiří Homola a dodává: „Jenom těch kupek je trochu víc…třeba miliony." Je jasné, že aby byl senzor schopen najít těch několik správných, hledaných molekul a rozeznat je od mnoha milionů ostatních, musí být nepředstavitelně citlivý a „vybíravý" neboli, jak říkají odborníci, selektivní.

V laboratoři

Ujímají se mě doktorandi Markéta Bocková a Jiří Slabý. Vysvětlují, že takový extrémně citlivý senzor je výsledkem rozsáhlého bádání propojujícího několik různých oborů. Proto se spolu s kolegy věnují výzkumu na rozhraní fyziky, chemie a biologie.

Vstupujeme nejprve do nanotechnologické laboratoře, kde probíhá výzkum optických jevů a nanostruktur. Jiří Slabý popisuje, že nejdříve je třeba na výkonném počítači danou optickou strukturu navrhnout a vypočítat, k jakým optickým jevům na ní dochází a jaké pro biosenzory zajímavé vlastnosti by mohla mít. Poté se hledá cesta, jak dané malé struktury vyrobit. Nezapomeňme přitom, že se jejich rozměry pohybují v řádu desítek nanometrů! Jednou z možností je i moderní technologie zvaná elektronová litografie – elektronový litograf stojí v nedávno vybudovaných superčistých prostorách pracoviště. Jeho pomocí se na vzorek nanese tenká vrstva speciálního materiálu, do níž se „zapíše" motiv, který vědci chtějí vyrobit. Zvláštní vývojka pak v místě, kde byl požadovaný motiv zapsán, materiál odstraní, což umožní na povrch vzorku posléze nanést tenkou vrstvu kovu. K pokovování se používá především zlato, protože má vhodné optické vlastnosti.

Následuje další fáze – výzkum a nanášení funkčních vrstev pro konkrétní optické struktury a nanostruktury. Přecházíme proto do biochemické laboratoře. „Potřebujeme navrhnout optimální složení a architekturu speciálních funkčních vrstev a najít nejen způsob jejich přípravy, ale také nejvhodnější metody, jimiž se můžeme přesvědčit, že daná vrstva má skutečně všechny požadované vlastnosti. Navíc se požadavky pro různé účely mohu velmi lišit a my musíme umět připravit funkční soubory dané aplikaci „na míru", říká Markéta Bocková. Dodává, že pro správnou činnost molekulárních receptorů (připomeňme, že to jsou biomolekuly fungující jako „pasti" schopné rozpoznat a zachytit látky, které mají detekovat) je nutné zajistit optimální podmínky. „Třeba v případě protilátky musíme zvolit její uchycení tak, abychom ji nepoškodili a aby neztratila svou biologickou aktivitu. Také ji musíme uchytit správně orientovanou, aby aktivní místo pro vazbu bylo dobře přístupné."

„Velkým tématem je pro nás lékařská diagnostika budoucnosti. Vyvinuli jsme proto biosenzory pro odhalování biomarkerů závažných onemocnění.“

–Jiří Homola–

Dalším zásadním krokem v celé složité mozaice činností je najít nejúčinnější způsob, jak dostat zkoumaný vzorek, jehož objem bývá obvykle velmi omezený (třeba kapka krve pacienta), k rozpoznávacím, detekčním vrstvám senzoru. K tomu slouží tzv. mikrofluidní systémy, jejichž výzkumu se tým Jiřího Homoly věnuje. „Snažíme se dosáhnout toho, aby se do molekulárních pastí ve funkčních vrstvách na povrchu senzoru mohl zachytit co nejvyšší počet detekovaných molekul,“ říká Jiří Slabý.

Všechny dílčí poznatky se ve finále propojují v konkrétním biosenzoru pro daný úkol. „Kapalný vzorek vpouštíme tenkými hadičkami do mikrofluidní komory, v níž se přímo setkává s detekčním povrchem biosenzoru. Pomocí jeho optického systému a speciálního software v reálném čase pozorujeme, jak se hledané molekuly vážou na funkční vrstvu, a můžeme určit, kolik jich na povrchu biosenzoru i ve vzorku samotném je,“ popisuje průběh experimentů Markéta Bocková. Získaná data ukážou, co se na povrchu senzoru dělo, jestli jsou jeho struktury správně připravené, zda pracuje dostatečně citlivě a rychle, jestli vědci vhodně nastavili podmínky pro to, co chtějí detekovat, atd.

Fundamentální otázky i problémy z praxe

Cesta k novému, lepšímu optickému biosenzoru je, jak vidno, dlouhá a začíná v základním výzkumu. Vědci nepolevují ve svém úsilí a snaží se objevit a popsat nové efekty a mechanismy, které by jim umožnily konstrukci nových a ještě lepších biosenzorů.

„Optické biosenzory jsou typickým produktem multidisciplinárního výzkumu. Proto se snažíme postupovat kupředu na řadě individuálních front, ať už v oblasti fyziky nanostruktur, optické instrumentace, mikrofluidních systémů, funkčních molekulárních souborů, nebo molekulárního rozpoznávání. Všechny tyto jednotlivé pokroky se snažíme harmonicky skloubit dohromady pro dosažení co nejlepšího účinku,“ upozorňuje Jiří Homola. Dodává dále, že významným aspektem práce výzkumného týmu přitom zůstává i řešení konkrétních problémů dnešní společnosti. „Šíře využitelnosti našich optických biosenzorů je veliká. Detekovali jsme látky, které představují problém z hlediska znečištění životního prostředí: herbicidy, pesticidy a další organické molekuly. Velkým tématem je pro nás medicinální diagnostika budoucnosti, a proto jsme vyvinuli biosenzory pro detekci biomarkerů závažných onemocnění, jako jsou třeba různé typy rakoviny nebo Alzheimerova choroba. V neposlední řadě jsme úspěšně detekovali i různé bakterie a toxiny se vztahem ke kontrole bezpečnosti potravin.“

Třebaže spektrum použití optických biosenzorů s povrchovými plasmony je už nyní velmi široké, badatelé v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR chtějí dál zlepšovat jejich funkční vlastnosti a stále vyhledávají další užitečná uplatnění, a to jak sami, tak ve spolupráci s dalšími institucemi, především v oblasti zdravotnictví.

„Snažíme se posouvat hranice detekčních schopností této technologie. I když dnes již dokážeme detekovat např. pikogramy biomarkerů v mililitru krevní plazmy nebo desítky bakterií ve vzorku potravin, jsou aplikace, kde ani tato už teď extrémně vysoká citlivost není dostačující. Například řada potenciálních biomarkerů různých onemocnění se v lidském těle vyskytuje v ještě nižších koncentracích. Proto se snažíme dále zvyšovat citlivost a selektivitu našich optických biosenzorů. Velký potenciál spatřujeme ve využití nanostruktur, a proto se v posledních letech systematicky věnujeme jejich výzkumu,“ upřesňuje ředitel Homola.

Nanotechnologie úspěšně pronikají do řady oblastí a výzkum optických biosenzorů není výjimkou. V Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR se zaměřují na speciální, tzv. plasmonické nanostruktury: „Na těchto nanostrukturách nabývají povrchové plasmony zvláštních forem, které jim dávají nové vlastnosti, jako je třeba ještě vyšší lokalizace elektromagnetického pole nebo schopnost větší citlivosti k záchytu molekul. Ukazuje se, že biosenzorům na bázi plasmonických nanostruktur stačí k pozitivní identifikaci hledaných molekul záchyt nižšího počtu molekul – a právě tyto zmíněné efekty dosahované pomocí nanotechnologií umožňují dále posouvat hranice detekčních schopností této technologie,“ uzavírá Jiří Homola.

Ústav fotoniky a elekroniky AV ČR je v současnosti hlavním koordinátorem Centra excelence Nanofotonika pro medicínu budoucnosti a vede multidisciplinární výzkum, na němž se podílí též Ústav makromolekulární chemie AV ČR, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, stejně jako Ústav hematologie a krevní transfuze, který zajišťuje vazbu na klinické aplikace.

Závěrem dlužno podotknout, že v roce 2009 získal Jiří Homola za vývoj originálních optických biosenzorů cenu Invence v soutěži Česká hlava. V roce 2011 mu předseda Akademie věd ČR udělil Akademickou prémii na další výzkum fotonických nanostruktur s povrchovými plasmony pro novou generaci optických biosenzorů. V roce 2014 byl výzkum optických biosenzorů oceněn Cenou ministra školství, mládeže a tělovýchovy za mimořádné výsledky výzkumu, experimentálního vývoje a inovací. Sotva lze lépe dokázat naděje vkládané do této práce.

Text: Luděk Svoboda | **Foto:** iStock, Stanislava Kyselová (2), archiv Jiřího a Judit Šponerových, NASA Jenny Mottar, Wikimedia Commons (5), Alchetron

Cesta do hlubin archeozoika

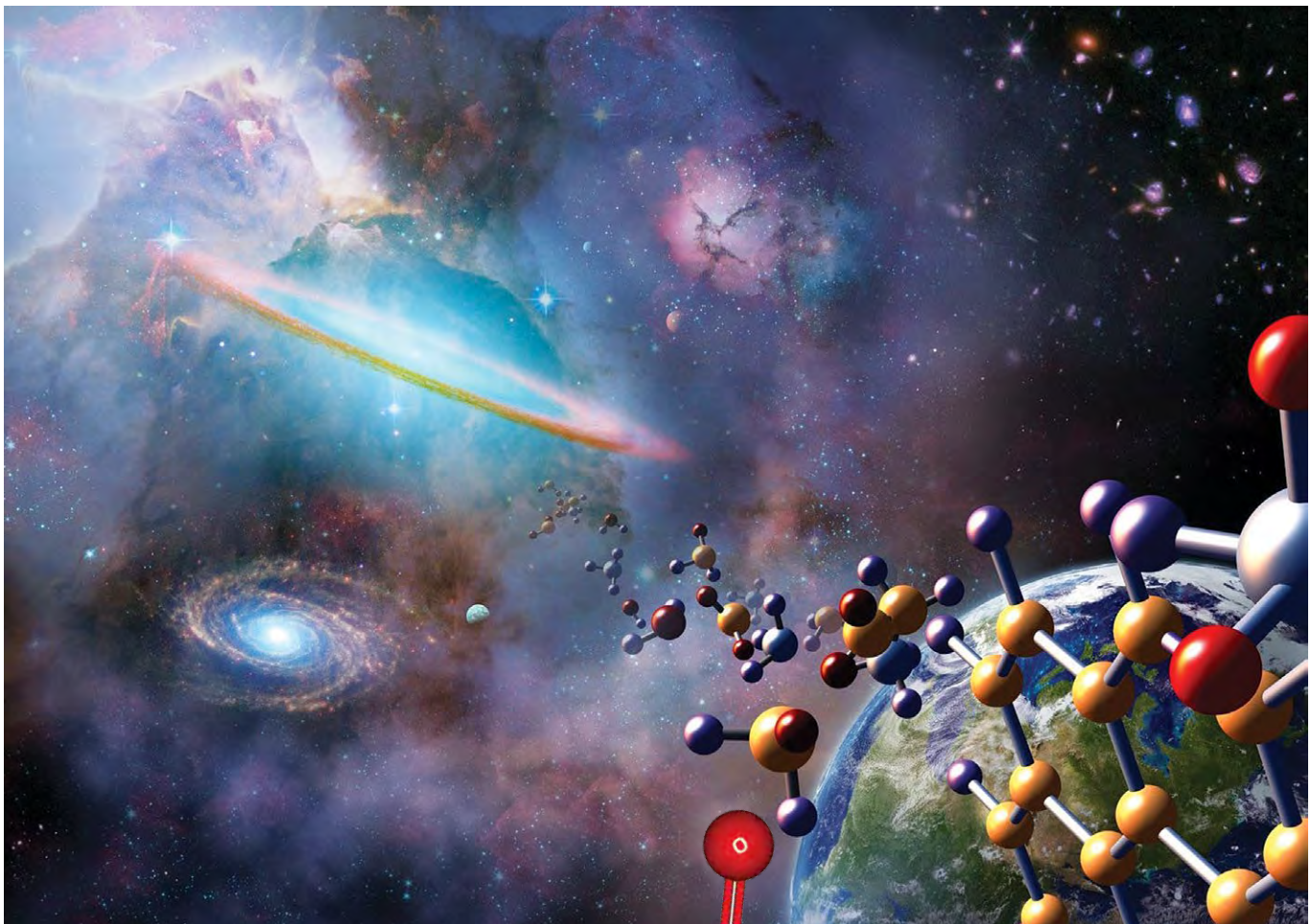
Země vznikla před zhruba 4,7 miliardy let v období, které nazýváme archeozoikum (nebo také archaikum). Zpočátku holý a pustý povrch bičovaly mohutné bouře a proudy žhavé lávy, jež postupně tuhla, a přes ni se přelévaly další vrstvy. Při sopečné činnosti unikaly z nitra plyny a páry, které pozvolna vytvářely druhotnou zemskou atmosféru.

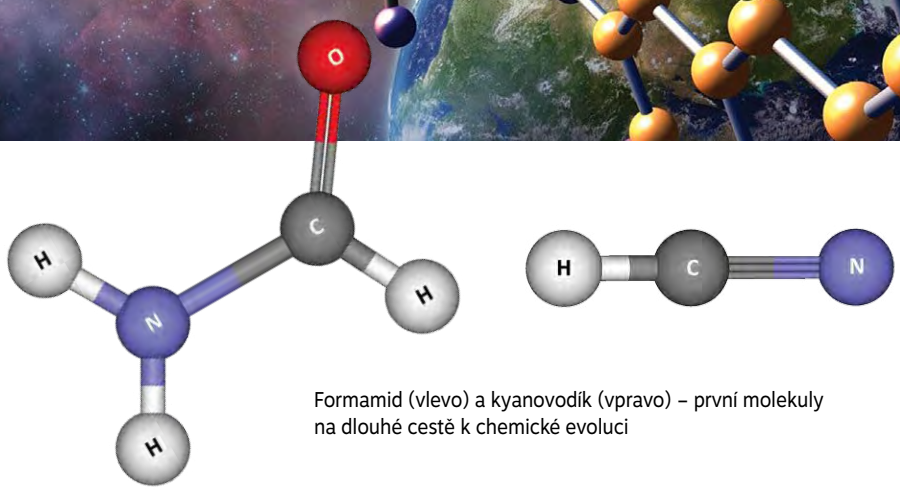
Viditelné známky života bychom v nehostinné krajině hledali jen těžko. Během 100–200 milionů let však nastal zásadní obrat. Ve sníženinách se objevovaly kaluže vody a postupně stále větší plochy. Později se utvářely slaná moře a praoceány s příznivějšími podmínkami pro vznik života.

NA STOPĚ původu života

Teploty vzduchu okolo 100 °C, erupce sopek, blesky, dopady masivních asteroidů, silné ultrafialové záření. **Jak v takovém pekle na Zemi před čtyřmi miliardami let mohl vzniknout život?** Otázek je více než odpovědí a pátrání po původu života zůstává dobrodružnou disciplínou, v níž spolu soupeří zastánci různých teorií.

»





Formamid (vlevo) a kyanovodík (vpravo) – první molekuly na dlouhé cestě k chemické evoluci

Kvůli nevlídným podmínkám rané Země, které vznik života na první pohled vylučovaly, vědci dlouho hledali jeho původ mimo modrou planetu. V současnosti převládá názor, že život na Zemi vznikl. Stále ale nevíme jak.

V zásadě spolu soupeří dvě teorie. Obě počítají s tím, že klíčová byla přeměna neživého materiálu v první molekuly RNA, předchůdkyně nositelky genetické informace živých organismů DNA. Vědci se ale nemůžou shodnout, co se nacházelo v prvotním tavicím kotlíku – kyanovodík (HCN), nebo formamid ($HCONH_2$)?

Jako mezi mlýnskými kameny soupeřících vědců se ocitli kvantoví chemici Judit a Jiří Šponerovi z brněnského Biofyzikálního ústavu AV ČR, kteří otázku původu života zkoušejí zodpovědět už více než deset let. Jejich laboratoř je světovým lídrem v teoretických výpočtech a spolupracuje se zastánci obou teorií u nás i v zahraničí.

„Naše pozice je unikátní v tom, že pracujeme na obou scénářích, protože jinak jsou tábory jejich zastánců, jak se říká, na nože," uvádí Jiří Šponer. „Jako teoretici pracujeme v různých vědních oborech, ale oblast hledání původu života považujeme za tu nejdogmatičtější, se kterou jsme se setkali. Panuje v ní nepřátelství, které vede i k porušování etiky. S nadsázkou říkáme, že sice nevíme, jestli náš obor opravdu dokáže objasnit vznik života, zato ale příkladně simuluje vnitrodruhové soupeření," dodává Judit Šponerová.

Konkurenční koncepty představili manželé Šponerovi s kolegy na sklonku loňského roku v časopisech *WIRES RNA* a *Nature Chemistry*. Práce uveřejněná v prvním z nich se vydala cestou formamidu, článek ve druhém naopak sleduje kyanovodíkový scénář.

Život z malé kaluže

Čeští vědci s italskými kolegy přišli v textu zveřejněném ve *WIRES RNA* s revolučním tvrzením, že samovolná syntéza krátkých řetězců RNA s bází guanin sloužila jako startovací chemický proces pro slučování všech dalších molekul RNA. Podle této teorie se stavební kameny (cyklické nukleotidy) pro syntézu utvořily v jezírkách kapalného formamidu v blízkosti obřích sopek. Syntézu RNA mohlo vyvolat rychlé porušení chemické rovnováhy, když se materiál rychle a nevratně ochladil – například kvůli pohybu materiálu po svahu sopek, kolísání vulkanické a atmosférické činnosti nebo při střídání dne a noci.

„Jedním z rozdílů mezi formamidovou a kyanovodíkovou cestou je míra termodynamické nerovnováhy. Čistý kyanovodík totiž na rozdíl od formamidu nelze hromadit, protože je příliš reaktivní. Kyanovodíková cesta tudíž musela začít v prostředí s nižší teplotou,

Chemická evoluce života

Po původu vzniku života na Zemi pátrají spolu s manželi Šponerovými také Svatopluk Civiš a Martin Ferus, experti z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR. Zatímco Šponerovi reakční cestu od formamidu po vznik nukleových bází namodelovali a propočítali, Civiš s Ferusem ji prokázali experimentálně. K navození podmínek podobných rané Zemi využili vysoce výkonný laser, který dokáže za miliardtinu sekundy zahřát látku na 4200 °C. Podařilo se jim ověřit, že stavební kameny živých struktur mohly vzniknout z molekuly formamidu. „Laserové experimenty pravděpodobně rovněž objasňují, proč se v nitru meteoritů běžně objevují ‚uzamčené' komponenty biomolekul, jako jsou báze nukleových kyselin. Vznikly totiž při prudkých srážkách hmoty (akreci asteroidů) již při formování Sluneční soustavy," doplňuje Jiří Šponer.

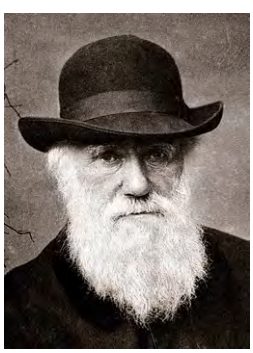
PALS (Prague Asterix Laser System), na kterém se provádějí laserové experimenty simulující důsledky dopadu asteroidu na ranou Zemi.

Experimenty pomocí vysokoenergetických laserových pulzů prokázaly, že báze nukleových kyselin mohly vzniknout z formamidu pomocí energie uvolněné při dopadech asteroidů.

>>

prof. RNDr. Jiří Šponer, DrSc.
Patří mezi nejcitovanější české vědce. Zabývá se studiem strukturní dynamiky, funkcí a evolucí molekul nukleových kyselin pomocí nejmodernějších počítačových a teoretických metod. Interdisciplinární výzkum mu umožňuje počítačová chemie, na jejímž vývoji se v oblasti studia nukleových kyselin podílel. V roce 2014 obdržel Praemium Academiae, kterou Akademie věd ČR podporuje práci excelentních vědců.

Judit Šponerová, Ph.D.
Je vedoucí vědeckou pracovnicí. Zabývá se teoretickým modelováním problémů týkajících se původu života na Zemi. Je autorkou sedmi desítek odborných článků v mezinárodních časopisech a monografiích.



1859
Charles Darwin přichází s myšlenkou jednoho prvotního prapředka, z něhož pocházejí všechny živé organismy. V práci *O původu druhů* vyvodil, že všichni tvorové, kteří kdy žili na Zemi, pocházejí z jedné prapůvodní formy, do níž byl jako do první vdechnut život.

1908
Ve snaze vyvrátit přeměnu neživého materiálu na život prosazovali někteří vědci hypotézu panspermie. Podle ní zanesly život na Zemi meteority. Jako první s ní přišel okolo 450 př. n. l. řecký filozof Anaxagoras. Na začátku 20. století ji rozpracoval švédský chemik a fyzik Svante Arrhenius.

1809 — 1859 — 1871 — 1908

1809
Možnost, že život vznikl spontánně, vyslovili už někteří filozofové v 19 století. Například Jean-Baptiste Lamarck: „I v podmínkách, které jsou pro daný druh života nejextrémnější, umožňuje příroda díky teplu a světlu vznik života.“

1871
Jak a kde byl ale život vdechnut? Darwin odpověď formuloval 12 let: „Teplý rybníček se všemožnými solemi čpavku a fosforu… světlo, teplo a energie.“ Takové chemické jezírko se mohlo stát kolébkou pro vznik bílkovin – bílkovin proto, že tvoří protoplazmu (pojmenoval ji český biolog a fyziolog Jan E. Purkyně), rosolovitý materiál bohatý na bílkoviny, který je přítomný v buňkách.

než je bod varu vody," upřesňuje Judit Šponerová.

Scénář vzniku RNA z kyanovodíku je starší a zatím obecně ve vědecké obci častěji přijímaný. Ovšem hypotéza, že jde o jedinou přijatelnou cestu, postrádá podle Judit Šponerové chemické opodstatnění. Skeptická je i ke scénářům, jež spojují vznik života s vodou. Vodní prostředí totiž blokuje důležité kroky v syntéze prvních RNA oligonukleotidů (krátkých úseků nukleové kyseliny). Úplný počátek života se proto nemohl odehrát ve vodě, ale spíše v nějakém jílu či na okraji louže, míní Judit Šponerová.

Jenže kyanovodík nelze hromadit, je agresivní, a tak nakonec vodu potřebuje. Vede to k těžkopádným sledům chemických reakcí, protože se předpokládá, že se chemické procesy udály na jednom místě současně, obrazně řečeno v jedné zkumavce.

„Problém slučování prvních molekul RNA z kyanovodíku se dosud uspokojivě nevyřešil. Neříkáme, že to nelze, ale je to komplikované. Naopak kapalný formamid je chemicky příjemné prostředí, v němž se reakce uskutečňují snadno. Nabízí přímočařejší scénáře," upřesňuje Judit Šponerová.

Na správné stopě?

Teorie počítající s formamidem jako pomyslnou živou vodou je průkopnická. Dá se říct, že se obor otřásá v základech? Jiří Šponer věří, že ano – i když se snaží být nad věcí a rozpracovává možné koncepty bez předsudků: „Formamidový scénář, jak jsme jej formulovali, může být novým paradigmatem a určit, jak se bude dále vyvíjet pojetí oboru."

Myšlenka se zakládá na chemii řízené jedním klíčovým parametrem: teplotou prostředí při vzniku života (tzv. prebiotické prostředí). Při teplotách kolem 200 °C se při vulkanické aktivitě může hromadit kapalný formamid, který vzniká elektrickými výboji v sopečném prachu. Při 160 °C vznikají podmínky pro syntézu prebiotických stavebních bloků, v tomto případě cyklických nukleotidů – např. v kapkách či jezírcích kapalného formamidu. Při ochlazení na 85 °C vznikají podmínky pro spojování krátkých oligonukleotidů z cyklických nukleotidů. Při poklesu k 65 °C mohou vznikat komplikovanější RNA molekuly, které jsou schopné katalytických reakcí a snad i první evoluce.

Je něco takového možné? Důkazy nemáme. Ale na rozdivočelé Zemi před čtyřmi miliardami let nešlo o nepravděpodobné podmínky. Když si představíme, že je planeta Země laboratoří, v níž se děje množství experimentů, během více než 100 milionu let se mohl alespoň jeden z nich podařit a vyústit ve vznik života.

V časopise *Nature Chemistry* se manželé Šponerovi vyslovili i ke kyanovodíkové cestě. Podařilo se jim přitom vyjasnit jeden klíčový a dosud chybějící krok. Vysvětlili, jak se mohl atom dusíku dostat z jedné strany cukru na druhou (tzv. anomerický efekt).

Jiří a Judit Šponerovi se domnívají, že není nutné se omezovat pouze na jeden ze scénářů. „Čím více jich prozkoumáme, tím více se toho dozvíme, protože za různých podmínek bude ten či onen více či méně pravděpodobný," zdůrazňuje Jiří Šponer.

Nezodpovězených otázek tak zůstává stále dost. Kostiček do pomyslného puzzle přibývá, ale to, jestli z nich někdy vědci složí celistvý obrázek původu života na naší planetě, zatím nevíme.

1914
Fyziolog a psycholog Leonard Troland navrhl, že prvními formami života byly sebekopírující autokatalytické enzymy.

1923
Biolog a biochemik Alexandr Oparin rozvíjí teorii tzv. prebiotické polévky. Její základy zveřejnil v knize *Původ života*. Základem Oparinovy teorie je postupný vznik organických molekul z jednoduchých anorganických látek, přítomných na rané Zemi.

80. léta
Revoluci v biologii odstartoval objev autokatalytické funkce RNA. Podle „RNA světa" bylo ve fázi chemické evoluce Země období, v němž molekula RNA sloužila jako nosič genetické informace i enzym pro vlastní chemickou reprodukci.

1914 | 1922 | 1923 | 1952 | 1980 | 2000

1922
Genetik Hermann Muller usoudil, že původní molekulou-prapředkem byl gen.

1952
Experiment biochemiků Stanleye Millera a Harolda Ureye. V Oparinově směsi provedli elektrické výboje, podařilo se syntetizovat aminokyseliny. Klíčovým meziproduktem byl kyanovodík (HCN). Vedl k myšlence, jak z něj získat první genetický materiál – RNA.

21. století
Ernesto di Mauro a Raffaele Saladino navrhli, že původcem syntézy prvního genetického materiálu je molekula formamidu. Formamidová cesta zohledňuje sled chemických reakcí od zásob jednoduchých prebiotických molekul až k prvním katalytickým molekulám RNA.

Text: Luděk Svoboda | **Foto:** Stanislava Kyselová, iStock (3), CERGE-EI

POJMY, NE DOJMY

aneb Jak věda přispívá k efektivním veřejným politikám

Podpoříme rodiny s dětmi a zvýšíme daňové zvýhodnění rodičů! Oblíbené sliby politiků slýcháme před každými volbami. Přesto porodnost nestoupá a podíl nezaměstnaných matek do šesti let věku dítěte u nás zůstává druhý nejvyšší v celé EU. Jak je to možné? A jak tato situace poškozuje naši ekonomiku?

Politická rozhodnutí jsou často vedena emocemi a snahou vyhovět náladám voličů. Alespoň tak se mnohdy jeví. Emocemi se nešetří ani ve veřejných diskusích a v mediálních debatách. Přitom „tvrdá data" k dispozici jsou. Vznikají mj. na pracovištích Akademie věd, zejména v rámci výzkumného programu Strategie AV21 „Efektivní veřejné politiky a současná společnost".

„Otevíráme důležitá témata, sledujeme, jak fungují daňový, penzijní a vzdělávací systém, zkoumáme fenomény migrace, turismu, šíření informací a pohyb zboží a peněz. Z diskusí vytlačujeme dojmy a parciální zájmy a nahrazujeme je fakty," uvádí koordinátor programu Daniel Münich z IDEA při Národohospodářském ústavu AV ČR, v rámci společného pracoviště CERGE-EI.

Jak s tím vším souvisí situace nezaměstnaných matek a nízké porodnosti? Oba faktory mají v důsledku negativní vliv na ekonomickou situaci České republiky a do budoucna představují problém – jsou proto ideální látkou pro výzkum v rámci Strategie AV21, jejímž cílem je hledat řešení problémů a výzev naší společnosti.

Strategie AV21

Cílem 18 výzkumných programů je identifikovat výzvy dnešní doby a hledat cesty k jejich řešení, a to koordinovanou spoluprací mezi obory a institucemi. Výzkumný program Efektivní veřejné politiky a současná společnost koordinuje Daniel Münich z CERGE-EI (společného pracoviště Univerzity Karlovy a Národohospodářského ústavu AV ČR). Kromě Národohospodářského ústavu se programu účastní další pracoviště Akademie věd: Etnologický, Filosofický, Sociologický ústav, Ústav pro soudobé dějiny a Ústav státu a práva. Více informací na http://av21.avcr.cz.

Ekonomie holek a maminek

„K čemu jsou holky na světě? Aby z nich byly maminky, aby se pěkně usmály na toho, kdo je malinký," rýmuje Jiří Žáček v básni, která počátkem roku vyvolala

<< Koordinátor programu Strategie AV21 Efektivní veřejné politiky a současná společnost **doc. Ing. Daniel Münich, Ph.D.**, působí v CERGE-EI od roku 1999.

poprask a rozpoutala mediální vášně. Bouře ve sklenici vody se naštěstí brzy uklidnila a kromě emocí zavdala příčinu i k serióznějšímu uvažování o situaci českých matek – například jak mateřství v českých poměrech znatelně znevýhodňuje ženy na trhu práce, srovnáme-li Česko se zahraničím.

Žáčkovy holky a maminky se proto objevily i v názvu odborného semináře vědců z IDEA CERGE-EI při Národohospodářském ústavu AV ČR, který se konal letos v březnu. Na semináři Ekonomie holek a maminek upozornila ekonomka Klára Kalíšková, že ačkoli se stát snaží podporovat rodiče slevami na dani, míjí se snaha účinkem. Matky dětí do šesti let věku často zůstávají doma, přestože by se do práce vrátit chtěly. „Důvodem je nedostatek míst ve školkách a vysoké zdanění druhého vydělávajícího člena rodiny, což je většinou právě žena," říká ekonomka.

„Protože většinou je na rodičovské dovolené žena, daňové slevy na děti i školkovné uplatňuje zpravidla muž a navíc připojí slevu na manželku. Když se má >>

Akademické školky

Lépe skloubit vědeckou kariéru s péčí o rodinu pomáhají od roku 2011 školky pro děti pracovníků a pracovnic Akademie věd. Jako první se otevřela školka v krčském areálu Ústavu molekulární genetiky. O rok později zprovoznilo Středisko společných činností AV ČR v blízkosti vědeckých pracovišť v Praze 8 – Ládví Akademické centrum předškolních dětí Mazánek a hned v dalším roce v hlavní budově na Národní třídě Akademickou dětskou skupinu Národní Lvíček. Od roku 2015 docházejí „mazánci" a „lvíčci" do školek pod hlavičkou Akademického předškolního centra. Akademie nabízí předškolní vzdělání i mimopražským dětem. Pro zaměstnance brněnských pracovišť zajišťuje spolupráci s Miniškolkou Creative Brno, vlastní zařízení pak provozují Biologické centrum v Českých Budějovicích a Botanický ústav v pražských Průhonicích. Výraznějšímu zapojení žen do vědy a výzkumu se věnovala také studie IDEA CERGE-EI *Ženy a muži v českém výzkumu: publikační výkon, produktivita, spoluautorství a trendy.*

ale žena vrátit do práce, dvakrát si to rozmyslí, protože její více zdaněný plat většinou rodinný rozpočet příliš neobohatí," vysvětluje ekonom Jiří Šatava z IDEA CERGE-EI.

Z jeho propočtů uvedených ve studii *Daňový systém snižuje motivaci matek s menšími dětmi k práci* vyplývá, že ženy čelí participační daňové sazbě až o 30 % vyšší než jejich partneři. Když k tomu připočítáme dlouhodobý nedostatek míst ve školkách a téměř neexistujících jeslích a neochotu firem nabízet matkám práci na částečný úvazek, je obrázek kompletní.

„Z diskusí vytlačujeme dojmy a nahrazujeme je fakty."
–Daniel Münich–

Školky? Prostě se vyplatí

Umístit tříleté dítě do školky bylo ještě před pár lety zejména ve velkých městech a okolí téměř nemožné a problém někde přetrvává dosud. Kritici navyšování kapacit školek poukazovali, že je to zbytečně drahé. Jenže šlo jen o jejich dojmy, nebo fakta?

Výpočty v nedávné studii IDEA CERGE-EI opět potvrzují, že reálné pojmy v tomto případě ustupovaly nepodloženým dojmům. „Kritické hlasy byly krátkozraké, protože přehlížely přínosy. Na nedostatku míst ve školkách v posledních patnácti letech veřejné rozpočty prodělaly a rodičům to přidělalo jen starosti," shrnuje ekonom Filip Pertold.

Po zohlednění mnoha faktorů došli autoři studie k závěru, že i při poloviční pravděpodobnosti nástupu rodiče do práce poté, co získá místo ve školce pro svého potomka, by byl čistý roční výnos veřejných rozpočtů v průměru 10 tisíc korun. Zaměstnaný rodič vydělá peníze, zaplatí z nich daně a odvede pojistné, na čemž stát vydělává a zároveň ušetří sociální výdaje.

Proč (ne)být učitelem?

Kromě nedostatku míst ve školkách může naši společnost do budoucna ohrozit i klesající podíl kvalitních učitelů, zejména na základních školách. Na problém opět upozorňují vědci z IDEA CERGE-EI. Ve studii *Platy učitelů českých základních škol: setrvale nízké a neatraktivní* poukázali, že platy učitelů českých základních škol patří k nejnižším mezi třicítkou nejrozvinutějších zemí světa. Naprostá většina vysokoškolsky vzdělaných lidí zaměstnaných nejen v soukromé, ale i ve veřejné sféře, pobírá vyšší plat než učitelský. V případě žen učitelek jsou rozdíly velké, v případě mužů učitelů dokonce extrémní.

Phan Nguyen, Gejza Horváth, nebo Jan Novák?

Další podnětná studie *Attention discrimination: Theory and field experiments* z dílny IDEA při Národohospodářském ústavu AV ČR se formou netradičního experimentu zaměřila na diskriminaci na českém pracovním trhu na základě etnického původu. Na celou věc se přitom dívala z pohledu tzv. teorie racionální nepozornosti. Zatímco dosavadní modely předpokládaly, že lidé věnují plnou pozornost poskytovaným informacím, teorie racionální nepozornosti vychází z opaku.

Příkladem jsou právě personalisté, kteří mají na pročtení životopisů zájemců o práci omezený čas. Materiály příslušníků menšin tak personalisté čtou jen letmo, případně je vůbec neotevřou. Experiment potvrdil, že zájemci o práci s vietnamským nebo romským jménem mají mnohem menší šanci být pozváni na pohovor než kandidáti s typicky českým příjmením. Teorií racionální nepozornosti se v CERGE-EI zabývá Filip Matějka, držitel prestižního ERC grantu, spoluautor zmíněné studie, která mimochodem velmi zaujala média.

Téma povinného očkování vyvolává v posledních letech rozporuplné diskuse mezi jeho přesvědčenými zastánci a zarytými odpůrci.

Očkování a eutanazie

V rámci výzkumného programu Efektivní veřejné politiky a současná společnost vznikají ovšem i další výstupy, a to samozřejmě nejen v Národohospodářském ústavu AV ČR, ale rovněž v Ústavu státu a práva AV ČR a ve Filosofickém ústavu AV ČR. A opět v oblastech, kdy ve veřejných debatách často vítězí spíše emoce než fakta. V tématech, která se přímo dotýkají lidského života, jeho důstojnosti a zdraví. Jde často o problematiku na pomezí etiky, filozofie a práva.

Tematické okruhy, na nichž se odborníci z obou ústavů podílejí, se nazývají Svoboda vůle a odpovědnost a Současná etika. „Některá z témat se vztahují k medicínským záležitostem, vedle eutanazie se zabýváme otázkou marné léčby či informovaného souhlasu s očkováním, které vyvolává rozporuplné diskuse mezi zastánci a odpůrci," upřesňuje Tomáš Doležal z Ústavu státu a práva AV ČR.

Výsledky studií akademiků míří k veřejnosti, úředníkům i politikům, jichž se témata týkají. Ačkoli to vyžaduje trpělivost, výsledky podle koordinátora výzkumného programu Daniela Münicha přicházejí. O tématech zpracovávaných v ústavech Akademie věd se veřejně hovoří, diskutuje se o nich v médiích i politických kuloárech a pečlivě propočítaná a zanalyzovaná data se používají jako pádné argumenty.

CERGE-EI

Centrum pro ekonomický výzkum a doktorské studium (CERGE) vzniklo v roce 1991 při Univerzitě Karlově a záhy byl založen i Národohospodářský ústav AV ČR. Úzká spolupráce obou institucí vyústila v roce 1999 ve společné pracoviště CERGE-EI (Center for Economic Research and Graduate Education – Economics Institute). Jeho experti se věnují základnímu výzkumu v hlavních proudech moderní ekonomie. Publikují v kvalitních zahraničních vědeckých časopisech včetně nejprestižnějších ze skupiny „top five" (z toho devět článků jen od roku 2010). V České republice vyprodukovali 3/4 všech ekonomických publikací v nejvyšší desetině ekonomických časopisů s impakt faktorem. Stranou nezůstává popularizace: za CERGE-EI stojí více než 1000 seminářů, desítky mezinárodních konferencí a veřejných přednášek osobností oboru včetně nobelistů za ekonomii. IDEA – Institut pro demokracii a ekonomickou analýzu působí v rámci NHÚ AV ČR. S využitím akademického potenciálu CERGE-EI se věnuje aplikovaným výzkumům orientovaným na veřejné politiky v oblastech školství, trhu práce, demografického stárnutí, energetiky a životního prostředí a v oblasti výzkumu, vývoje a inovací.

Šikovní jaderní pomocníci

Boj proti nádorům, archeologické nálezy, kulturní dědictví, astrofyzika, pivo, vltavíny či ekologie – zdálo by se, že takto vzdálené oblasti a pojmy mohou mít sotva co shodného. **Přesto: jejich společným jmenovatelem jsou jaderné reakce, které k jejich výzkumu vypracovali a využili v Ústavu jaderné fyziky AV ČR v Řeži.**

Jadernou fyziku si obvykle spojujeme s více či méně obávanými jadernými elektrárnami (v lepším případě), s jadernými zbraněmi (v případě horším), někdo si možná ještě vzpomene na urychlovače využívané ke zkoumání elementárních částic hmoty. Tento obor má přitom daleko širší spektrum uplatnění. Zachraňuje životy v medicíně, mj. prostřednictvím radionuklidů připravovaných na urychlovači cyklotron pro pozitronovou emisní tomografii, což je jedna z nejmodernějších lékařských metod pro zobrazování tkání k diagnostickým účelům především v onkologii, neurologii a kardiologii. Radionuklidy se také používají přímo pro léčbu nádorových onemocnění cíleným ozařováním v těle pacienta, případně mohou svazky vysokoenergetických ionizujících částic cíleně ozařovat nemocnou tkáň v protonové terapii. Studium urychlovačem řízených transmutací jaderného odpadu směřuje k novým perspektivním metodám pro nakládání s jaderným odpadem a k jeho případnému dalšímu využití v jaderné energetice. Jaderné analytické metody slouží ve fyzice pevných látek a materiálovém výzkumu, ale hrají nezastupitelnou roli rovněž při charakterizaci a ochraně památek kulturního dědictví, mimo jiné i proto, že nijak nezmění ani nepoškodí vzácné artefakty. V oblasti archeologie se odborníci Ústavu jaderné fyziky AV ČR věnovali např. studiu složení a původu pískovce použitého na stavbu khmérských chrámů v Angkoru v Kambodži. Média před časem široce informovala zejména o využití metody zvané neutronová aktivační analýza při rozboru vzorků vlasů, vousů, obočí a kostí slavného dánského astronoma Tychona Braha. Fyzikové pod vedením Jana Kučery tímto způsobem přispěli k řešení záhady, jestli v roce 1601 zemřel na následky otravy rtutí, v důsledku selhání ledvin, v souvislosti s ledvinovými kameny či z jiných příčin. Analýzy jadernými metodami prokázaly, že dvorní astronom císaře Rudolfa II. otráven rtutí nebyl.

Fotografie vousů Tychona Braha analyzovaných v Ústavu jaderné fyziky AV ČR

Jaderné metody pro výzkum

Bohatou škálu zajímavých možností otevřel vývoj nedestrukčních jaderných analytických metod používajících svazky nabitých částic – iontů – i neutronů, mezi něž patří neutronová aktivační analýza, promptní gama aktivační analýza, protony buzená emise typického rentgenového záření, případně emise gama záření z jaderných reakcí či Rutherfordův zpětný rozptyl a další. Do jejich tajů a složitých podrobností neodborník sotva pronikne, nad výsledky však můžeme doslova žasnout. V Ústavu jaderné fyziky AV ČR v Řeži díky nim například pokročili v prvkové charakterizaci materiálů na bázi grafenu. To je specifická forma uhlíku, která může být syntetizována i ve formě tenké vrstvy o tloušťce jednoho atomu, což jí dodává pozoruhodné chemické, elektrické, mechanické i optické vlastnosti. Díky nim si grafen razí cestu k mnohostrannému využití v elektrotechnice (například pro výrobu fotovoltaických článků nového

Text: Jana Olivová | **Foto:** iStock, Jan Kučera, Tomáš Hellebrand, Ústav jaderné fyziky AV ČR (2)

Australsko-asijský tektit z jihovýchodní Asie

typu), v lékařství (pro biosenzory nebo cílenou dopravu léčiv do buněk), při výrobě vysoce účinných katalyzátorů nebo lehkých a pevných kompozitních materiálů (kromě jiného grafen náleží mezi nejpevnější známé materiály na světě). Při přípravě grafenu a jeho modifikací, jako je grafen oxid, však může docházet ke kontaminaci celou řadou prvků, což způsobuje nežádoucí změny jeho vlastností. Výzkumníci v Řeži zkoumali tyto znečišťující příměsi ve vzorcích grafenu připravených pomocí několika chemických postupů, aby pomohli určit nejvhodnější způsob přípravy.

Úloha nabitých částic z urychlovačů

Urychlovač Tandetron Ústavu jaderné fyziky AV ČR produkuje iontové svazky pro syntézu, modifikaci i charakterizaci nejrůznějších vrstevnatých, objemových materiálů a nanomateriálů. Slouží jako univerzální nástroj pro vytváření nových (nano)struktur s nejrůznějšími funkčními vlastnostmi, například optickými či elektrickými. „Můžeme vytvářet struktury mnohonásobně menší, než se dnes běžně používají, na úrovni řádově nanometrů neboli miliontin milimetru, v řádu 10^{-9} m. Fyzikální vlastnosti takto nepatrných nanostruktur se výrazně liší od vlastností běžných makroskopických materiálů. Zvláště se to projevuje v oblasti optické; přípravou nanočástic v optických materiálech vytvoříme zařízení umožňující vést, zesilovat a modulovat optický signál. Toho všeho lze dosáhnout s využitím našich iontových svazků," říká Anna Macková, vedoucí laboratoře Tandetronu. Daný urychlovač podle jejích slov dokáže produkovat ionty většiny prvků periodické soustavy, které se nejprve připravují v iontovém zdroji a posléze urychlují v elektrostatickém poli. Částice přitom mohou být i vícenásobně nabité, takže dosahují vysokých energií. Pokud fyzikové cíleně vybraným typem iontů se specifickou energií ostřelují materiály, ať už krystalické, nebo amorfní, včetně třeba polymerů, mohou výrazné změnit jejich vlastnosti, případně s využitím lehkých iontů (protonů a heliových jader) je velmi přesně analyzovat. „Můžeme využít třeba nikl nebo kobalt, pokud se chceme zaměřit na vytváření vrstev s magnetickou odezvou, nebo můžeme implantovat například do skel zlaté nebo stříbrné ionty, které vytvářejí opticky aktivní nanočástice. K tomu se používají spíš těžké či středně těžké ionty. Pokud ovšem chceme daný systém analyzovat, typicky používáme velmi lehké ionty, které materiál minimálně destruují." Zpětně odražené ionty, případně jimi vyvolané rentgenové nebo gama záření pak vědci detekují. Vypovídá totiž o složení zkoumaného materiálu, o rozložení a hloubkových profilech příslušných prvků. U krystalických materiálů současně umožňuje studovat i strukturální změny v krystalech a vývoj defektů, které v nich případně vzniknou. Zjišťuje se, jestli jsou materiály opticky nebo elektricky aktivní, jak se změnily jejich elektrické, optické, magnetické charakteristiky atd.

Cílené změny vlastností materiálů

Svazky nabitých částic – iontů – tedy dokážou měnit vlastnosti materiálů, na něž jsou namířeny, modifikovat jejich krystalovou mřížku nebo se do nich přímo zabudovat. Před vědci se tím otevírají úžasné možnosti: promyšleným nastavením parametrů iontového svazku, jeho energie a hmotnosti, mohou nejen přesně předpovědět i v počítači nasimulovat, do jaké hloubky ionty doletí a jakou obohacenou, aktivní vrstvu v materiálu vytvoří, ale dokážou přímo vyvolat a využít řadu efektů, které ionty při průchodu konkrétní látkou způsobují – ať už je to uvolňování elektronů či vyrážení celých atomů. Všechny tyto znalosti se dají cíleně zužitkovat. Ve studované látce se mohou pomocí iontů narušit elektronové vazby, takže se vytvoří nová modifikovaná elektronová struktura s odlišnými fyzikálními vlastnostmi. Z tohoto hlediska jaderní fyzikové v současné době nejvíce zkoumají již zmíněný grafen a také grafen oxid, u nichž se dá ozařováním svazky lehkých iontů s vysokými energiemi přestavit elektronová struktura, což má výrazný vliv na elektrické vlastnosti, vysvětluje dále Anna Macková: „Navíc »

máme k dispozici tzv. iontový mikrosvazek, což je svazek iontů zaostřený na velikost menší než jeden mikrometr. Jím můžeme v grafenu či grafen oxidu ‚psát' a vytvářet struktury. Už se nám podařilo v grafen oxidu jednoznačně modifikovat elektronovou strukturu, a tím dosáhnout jiných elektrických vlastností právě v místě, kudy iontový svazek prolétl."

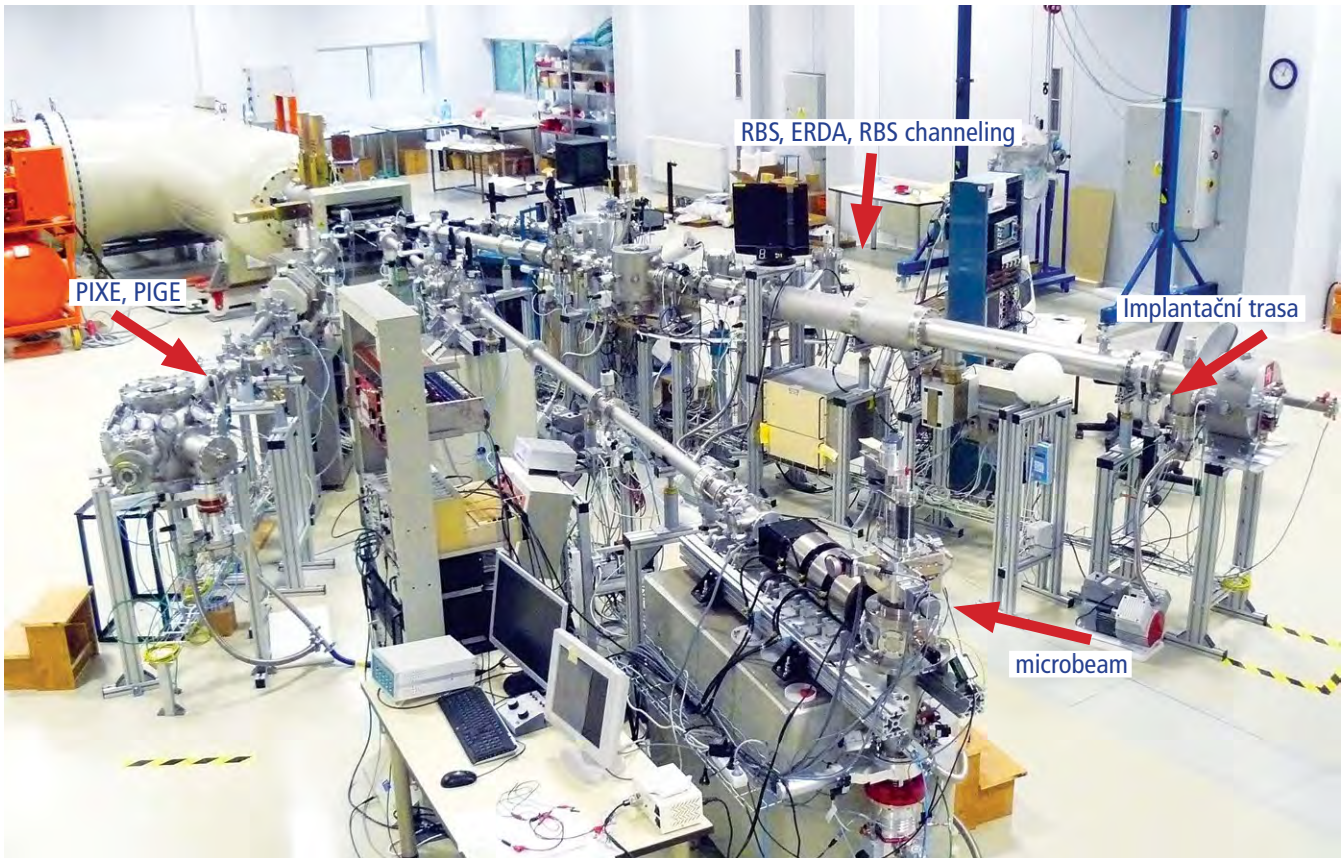
Nutno mít na paměti, že grafen je nesmírně pevný a tvrdý, přitom supertenký a lehký materiál s širokými možnostmi využití v mnoha odvětvích, od ultrapevných materiálů přes čipy, displeje a baterie až po solární články a dokonce vesmírné technologie. „Předpokládá se, že iontovým mikrosvazkem bychom například dokázali poměrně jednoduše vykreslit do grafenu třeba elektrický obvod nebo elektrickou součástku, která by po zapojení byla funkční." Což by otevřelo grafenu zcela nové perspektivy.

Podobně jako u grafenu se vědci snaží přesně definovaným způsobem iontovými svazky „malovat" nanostruktury nebo mikrostruktury, různé tunely a optické mřížky i v krystalech, což je opět nesmírně perspektivní pro aplikace v elektronice a optoelektronice (pro LED diody, laditelné lasery pro výrobu paměťových médií atd.) s ohledem na rostoucí požadavky na miniaturizaci a zvyšování výkonu těchto součástek.

Neutronová aktivační analýza, houby, vltavíny a pivo

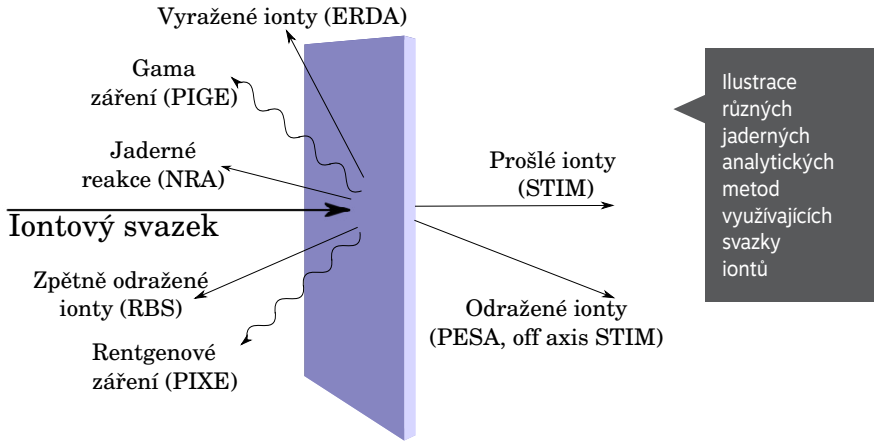
Tam, kde nestačí iontové svazky (jelikož zkoumají především povrchy, povrchové vrstvy), nastupuje další analytická jaderná metoda, kterou v Ústavu jaderné fyziky AV ČR opět používají nejen k základnímu výzkumu, ale i v řadě zajímavých praktických aplikací: nazývá se neutronová aktivační analýza. S velkým úspěchem se používá ke sledování stopových prvků v nejrůznějších materiálech, protože – na rozdíl od iontových svazků – může rozlišit i jednotlivé izotopy a dá se využít na vzorky v nejrůznějším skupenství. Výhoda neutronů spočívá podle Anny Mackové i v tom, že jakožto neutrální částice se v materiálu velmi málo brzdí, takže aktivují podstatně větší objem materiálu. Ten tak může být analyzován celý, nikoli pouze povrchová vrstva. Neutrony tudíž poskytují kompletní informace i o velmi nízkých množstvích stopových prvků v celém objemu vzorků, včetně různých tkání, archeologických artefaktů apod. Vnitřní strukturu a mikrostrukturu různých kovových i nekovových materiálů, různá pnutí a defekty je schopná zjišťovat i tzv. neutronová difrakce.

„Neutronové svazky nacházejí aplikace v defektoskopii, např. při zkoumání struktury, vnitřního pnutí a výskytu



Urychlovač Tandetron produkující iontové svazky

defektů v ocelích, při krystalografických charakteristikách materiálů zatížených mechanicky, radiačně, teplotně atd., v jaderné technologii, průmyslu a v jiných oblastech, kde iontové svazky nejsou schopny podat dostatečnou informaci o celém objemu materiálu. Dá se říct, že všechny metody se vzájemně doplňují a dokážou poskytnout maximální, vyčerpávající informaci o příslušném materiálu," říká Anna Macková a vysvětluje, že oběma neutronovými metodami se nezabývá ona sama, ale její kolegové z oddělení neutronové fyziky Ústavu jaderné fyziky. Ti spolu s dalším pracovištěm Akademie věd – Ústavem fyziky materiálů – kromě jiného odhalují neutronovými difrakčními experimenty důsledky různých typů mechanického zatížení nově vyvíjených moderních slitin – soustřeďují se na mechanismy jejich poškození, odolnost vůči únavě a rychlost šíření únavových trhlin.



Ilustrace různých jaderných analytických metod využívajících svazky iontů

Už v úvodu jsme zmínili využití neutronové aktivační analýzy k rozborům ostatků Tychona Braha, badatelé v Řeži ale sáhli po této metodě i proto, aby odhalili, jaký vliv má způsob vaření piva na koncentraci křemíku. Křemík je v organismu nezbytný a v pivu se nachází v podobě, kterou tělo dokáže využít. Rozbor různých ležáků z šesti pivovarů v ČR ukázal, že hlavní podíl tohoto prvku přechází do piva ze sladovnického ječmene v počáteční fázi vaření – při rmutování. V několika druzích českých piv pak vědci přesně stanovili jeho koncentraci.

Neutronová aktivační analýza nachází široké uplatnění i v lékařství, případně při studiu a charakterizaci biologických materiálů a zjišťování v nich přítomných škodlivých látek nebo při kontrole znečišťování ovzduší. Pomohla i při společném výzkumu badatelů Akademie věd z Ústavu jaderné fyziky, Geologického a Mikrobiologického ústavu, když zjišťovali přítomnost olova, arzenu, kadmia, mědi, stříbra a dalších prvků v ektomykorhizách na kořenech smrků v kontaminovaných lesních půdách (ektomykorhiza je spojení hub a kořenů rostlin, kdy houba vytváří podhoubí okolo kořenů a proniká mezi buňky hostitele). Jejich poznatky podpořily hypotézu, že houby díky schopnosti vázat těžké kovy pomáhají chránit své rostlinné partnery ve znečištěných oblastech.

Stejně důležitá je uvedená metoda pro geochemii, v níž je stanovení mnoha prvků v jednom vzorku, a to i ve velmi nízkých koncentracích, nezbytné pro objasnění vzniku a původu geologických formací, hornin, ale třeba také meteoritů. Data získaná těmito postupy spolu s dalšími izotopovými, mineralogickými, paleogeografickými a jinými údaji pomohla upřesnit polohu mateřského kráteru pro australsko-asijské tektity v pouštích severozápadní Číny. Tektity jsou přírodní skla vzniklá při dopadu velkého vesmírného tělesa na zemský povrch přetavením povrchových materiálů. Mezi nejznámější patří vltavíny. Jaderní fyzikové v Řeži rovněž analyzovali tyto tektity z jednoho nově nalezeného pádového pole a na základě svých rozborů určili, že složení vltavínů ovlivnilo nejen tavení mateřské horniny při dopadu meteoritu v kráteru Ries v Bavorsku, ale i hoření vegetace.

„Nejčastěji se analýzy provádějí pro nejrůznější továrny nebo firmy, které se zabývají výrobou specifických typů materiálů, například multistrukturovaných, mechanicky odolných povrchů a povlaků na řezné nástroje nebo nejrůznějších materiálů používaných v elektrotechnice," potvrzuje Anna Macková. „Chtějí se dozvědět, jaká je struktura a prvkové složení toho, co vyrobili, a ověřit si, že jejich technologický postup je v pořádku." V Řeži tak studovali např. zirkonové slitiny určené na obaly pro jaderné palivo, které musí vydržet extrémní podmínky, včetně vodní páry za vysokého tlaku a teploty v reaktoru. „Pro výrobce je samozřejmě zásadní vědět, jaká je životnost jejich materiálů."

Z předcházejících řádků je zjevné, že ačkoli je prvořadým úkolem Ústavu jaderné fyziky AV ČR základní výzkum (v tomto případě zaostřený na fundamentální fyzikální jevy ve studovaných materiálech), jsou jejich metody velmi zajímavé i pro partnery z průmyslu, medicíny, geologie, geofyziky, archeologie a řady dalších oborů. ▮

doc. RNDr. Anna Macková, Ph.D.

Vedoucí laboratoře jaderných analytických metod, oddělení neutronové fyziky Ústavu jaderné fyziky AV ČR, odpovědná vedoucí Labratoře Tandetronu v infrastruktuře CANAM (Center of Accelerators and Nuclear Analytical methods)
OBOR: jaderná fyzika, jaderné analytické metody, syntéza nanomateriálů iontovou implantací, interakce energetických nabitých částic s pevnou látkou, malé urychlovače, jaderná fyzika pro materiálový výzkum, povrchové analýzy, nanotechnologie
DALŠÍ PŮSOBENÍ: členka řady mezinárodních odborných organizací a výborů. Přednáší na Přírodovědecké fakultě Univerzity J. E. Purkyně.

Text: Jana Olivová, Leona Matušková | **Foto:** iStock, SP ČR (2), Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, Třinecké železárny

Výzkum pro praxi

Spolupráce Akademie věd ČR a byznysu

Bezpečnější provoz na silnicích nebo ekologicky vyčištěné odpadní vody – jen střípek z mozaiky příkladů celého seznamu oblastí, v nichž se uplatňuje spolupráce odborníků z Akademie věd se soukromým sektorem. **Za loňský rok bychom napočítali stovky projektů, patentů, expertiz a smluv ústavů Akademie věd s partnery z nejrůznějších odvětví průmyslu, zdravotnictví a zemědělství.**

Obrázek akademiků v bílých pláštích, kteří bádají uzavřeni ve svých laboratořích a bez kontaktu s realitou, neodpovídá skutečnosti – přestože si to ještě nedávno mnozí mysleli a možná dosud myslí. Právě údajně nedostatečná spolupráce výzkumu s praxí byla před lety předmětem ostré kritiky některých politiků, kteří začali zpochybňovat potřebnost Akademie věd. Vzpomíná na to její dnes už bývalý předseda Jiří Drahoš: „V roce 2009 někteří kapitáni průmyslu napadali Akademii věd kvůli tomu, že prý nemá zájem o spolupráci. Tehdy jsem v reakci na to vytáhl tlustý ‚telefonní seznam‘ projektů ústavů AV ČR s aplikační sférou – bylo jich asi 400! Žasl jsem, že někdo může veřejně tvrdit, že Akademie věd s podniky nespolupracuje a nemá o to zájem. Postupem času se ale situace výrazně změnila a celé klima se zlepšilo.“

Snaha zdokonalovat praktické uplatňování vědeckých poznatků se odráží v Koncepci rozvoje činnosti Akademie věd ČR a především ve Strategii AV21 se sloganem Špičkový výzkum ve veřejném zájmu. Dokladem zlepšující se spolupráce jsou podle Jiřího Drahoše také dohody AV ČR s Asociací výzkumných organizací a se Svazem průmyslu a dopravy ČR.

Tento trend oceňuje i generální ředitel české pobočky firmy Siemens a člen představenstva Svazu průmyslu a dopravy ČR Eduard Palíšek: „Za zásadní považuji změnu ve filozofii přístupu – dříve se akademický a firemní »

Jednání představitelů průmyslu a akademiků

O prohloubení spolupráce jednali představitelé Akademie věd ČR a Svazu průmyslu a dopravy ČR mimo jiné letos v březnu. Dohodli se například na vytvoření vzorových smluv pro nakládání s duševním vlastnictvím a transferem technologií a na koordinaci připomínek k návrhu zákona o vědě a výzkumu. Setkání se zúčastnili také končící předseda AV ČR Jiří Drahoš, nastupující předsedkyně Eva Zažímalová a Eduard Palíšek ze Svazu průmyslu a dopravy.

výzkum považovaly za dva oddělené světy s poměrně malým prostorem, ve kterém se překrývaly. Aktuální Strategie AV21 toto paradigma mění a aktivně vyhledává oblasti, v nichž se akademický a průmyslový výzkum setkávají a společně dosahují výsledků, kterých využívají obě zúčastněné strany."

Eduard Palíšek si všímá, že přibývá špičkových odborníků se zkušenostmi jak z průmyslu, tak z akademické sféry. Cení si i rostoucího počtu společně realizovaných projektů propojujících akademický a firemní výzkum a vývoj. „Firmy se naučily formulovat své problémy a očekávání tak, aby jim výzkumníci mohli pomoci najít řešení, a ti dnes stále více chápou potřeby průmyslových firem," doplňuje.

Kopírovat celý zmiňovaný telefonní seznam stovek úspěšných projektů samozřejmě nebudeme, vybíráme z něj tedy alespoň pár ukázkových příkladů spolupráce AV ČR se členy Svazu průmyslu a dopravy.

Bezpečnější jízda autem

Na zvýšení bezpečnosti jízdy v automobilech a pro hodnocení povrchových vlastností vozovek spolupracuje Ústav teorie informace a automatizace AV ČR s automobilovým průmyslem, konkrétně s firmou Škoda Auto, a také s VUT v Brně. Odborníci se zaměřili na nový způsob vyhodnocování různých naměřených charakteristik povrchu vozovek, jako nerovností a protismykových vlastností, aby navrhli nový koncept systému, který posuzuje např. součinitel tření a povrchové nerovnosti vozovky na základě dat zaznamenávaných běžnými sen-

Eduard Palíšek ze Svazu průmyslu a dopravy ČR oceňuje prohlubující se spolupráci akademické a soukromé sféry.

zory ve vozidle. „Prostřednictvím modelu pohybu vozidla je možné odhadovat hodnoty různých veličin, které lze zpětně měřit pomocí vozidlových senzorů," říká Jiří Plíhal, který na tomto projektu v Ústavu teorie informace a automatizace AV ČR pracuje. Z měřených parametrů výzkumníci vyvozovali jednotlivé závislosti: potvrdilo se například, že hladina hluku velmi těsně souvisí s texturou, resp. se střední hloubkou profilu vozovky, nebo že dynamické parametry – například svislá složka rychlosti zejména při průjezdu směrovým obloukem – citlivě reagují na nerovnosti povrchu pozemní komunikace aj. „Hodnoty protismykových vlastností a nerovností souvisejí s nehodovostí, pohodlím a ekonomickými možnostmi společnosti ohledně výstavby nových pozemních komunikací, údržby a opravy stávajících pozemních komunikací, dotýkají se tedy prakticky všech účastníků silničního provozu." Pokračování výzkumu může přispět k vývoji adaptivního interaktivního systému pro zvýšení bezpečnosti.

Houby k vyčištění odpadních vod z koksovny

Druhý příklad spolupráce bychom našli mezi vědci z Mikrobiologického ústavu AV ČR a zástupci Třineckých železáren. Ti projevili zájem o biologické čištění

odpadních vod z koksovny. „Konkrétně jde o možnost odstranit fenoly, kresoly a další zdraví škodlivé látky," přibližuje Ludmila Martínková z Mikrobiologického ústavu AV ČR.

Postup čištění odpadních vod šetrný k přírodě se nazývá bioremediace. Jedovaté látky se při ní přeměňují na netoxické působením živých organismů či enzymů. V tomto případě enzymu zvaného tyrozináza, který se získává z plodnic hub pečárka dvouvýtrusá a žampion dvouvýtrusý.

Enzym tyrozináza se podle Ludmily Martínkové zatím používal k čištění odpadních vod z různých odvětví potravinářského průmyslu, třebaže zatím pouze v laboratorním měřítku. „Pro bioremediaci odpadních vod z koksovny jsme ale tento enzym zkusili poprvé a zjistili jsme, že je účinný. Testovali jsme také lakázu a tyrozinázy z jiných hub, ale ukázalo se, že pro průmyslové použití je nejvhodnější enzym ze žampionů, protože ty jsou dostupné a cenově přijatelné," dodává mikrobioložka Ludmila Martínková.

Zajímavé je, že tyrozináza je v přírodě téměř všudypřítomná, mají ji nejen mikroorganismy, ale také rostliny a živočichové. Hraje důležitou roli při tvorbě přírodních pigmentů, způsobuje například zbarvení kůže a vlasů. Pro její průmyslovou přípravu jsou ale nejvhodnější právě houby. Pokud se postup čištění odpadních vod z koksovny pomocí tyrozinázy osvědčí, může se uplatnit v plném provozu. Metoda je výhodná i proto, že se tak zároveň zužitkuje odpad vznikající při pěstování a zpracování hub.

„Zájem podniků spolupracovat s pracovišti Akademie věd stále roste."

–Josef Lazar–

Čistější průmysl a zemědělství

Na podobné problematice spolupracovali odborníci z Ústavu analytické chemie AV ČR se zaměstnanci firmy Fosfa Břeclav, která zpracovává žlutý fosfor. Konkrétně se zaměřili na analýzu arzenu v odpadních kalech po výrobě kyseliny fosforečné.

Odstranění znečišťujících látek z prostředí bylo také cílem spolupráce firmy Dekonta se dvěma pracovišti AV ČR: Ústavem experimentální botaniky a Ústavem chemických procesů. Ten první se orientoval na vytvoření, odzkoušení a využití poloprovozního systému biotechnologického čistění odpadních vod v zemědělství. Ústav chemických procesů pak zkonstruoval mikrovlnné zařízení vhodné pro dekontaminaci půd v místech, kde je potřeba odstranit ze zeminy znečišťující látky, přitom ji ale není možné odtěžit.

Zájem o spolupráci roste

Přispívat k využití výsledků výzkumu je podle Koncepce rozvoje činnosti Akademie věd ČR přímo posláním jejích ústavů. „Nejedná se o nějakou revoluční změnu v našem zaměření, spíše by se dalo říci, že v současné době roste význam tohoto cíle. Českým firmám se daří a přibývá těch, které jsou inovativní, přestáváme být jen ‚zemí montoven'. I díky tomu roste zájem podniků spolupracovat s pracovišti Akademie věd," uzavírá Josef Lazar, který má v Akademické radě AV ČR na starosti transfer technologií do aplikační a podnikatelské sféry.

Pokud se tento trend potvrdí a udrží, dá se očekávat, že se bude zmiňovaný „telefonní seznam" příkladů aplikace výsledků výzkumu do praxe stále rozrůstat o další a další stránky.

Příklady spolupráce Akademie věd ČR se soukromými firmami

- Biologické centrum a firma Teva Czech Industries v Opavě – výzkum čistoty farmaceutických substancí
- Fyzikální ústav a firma CRYTUR – optimalizace výroby monokrystalů pro detektory
- Ústav chemických procesů a EVECO Brno – testování vlivu provozních parametrů na suché čištění spalin pomocí rukávových filtrů
- Ústav fyziky materiálů a První brněnská strojírna Velká Bíteš – výzkum únavových vlastností niklových superslitin
- Ústav jaderné fyziky, ČEZ a Státní ústav radiační ochrany – metody radiační kontroly okolí jaderných elektráren
- Ústav struktury a mechaniky hornin a ČEZ – hodnocení seizmického ohrožení jaderných elektráren Dukovany a Temelín
- Ústav makromolekulární chemie a Thermo Sanace – ochranný polymerní přípravek s účinky zpomalujícími hoření a insekticidními účinky
- Ústav přístrojové techniky a firma Mesing – zařízení pro kalibraci délky předmětu
- Ústav analytické chemie a ABB Brno – ochrana zdraví zaměstnanců

Akademie věd ČR má nové vedení

Prezident České republiky Miloš Zeman jmenoval 14. března 2017 na Pražském hradě Evu Zažímalovou předsedkyní Akademie věd ČR pro funkční období 2017–2021. Své funkce se ujala 25. března a nahradila tak Jiřího Drahoše. Evu Zažímalovou do funkce navrhl v prosinci loňského roku Akademický sněm AV ČR a v polovině ledna vzala tento návrh na vědomí vláda České republiky.

„Akademie věd má ty nejlepší předpoklady rozumným způsobem spojovat základní a aplikovaný výzkum a já se budu snažit, abych pro to vytvářela ty nejlepší podmínky a aby Akademie věd dosahovala stále lepších výsledků, a přitom zůstala kultivovanou a respektovanou institucí," řekla při svém jmenování na Pražském hradě Eva Zažímalová.

Zároveň s odstupujícím předsedou skončilo funkční období Akademické a Vědecké radě. Nové členy do těchto rad zvolili zástupci Akademického sněmu AV ČR na svém L. zasedání 21. března v Národním domě na Vinohradech formou tajného hlasování na základě návrhů předložených shromážděními výzkumných pracovníků jednotlivých pracovišť. Akademická rada je výkonným orgánem AV ČR a čítá celkem 17 členů, z toho devět zasedá v radě nově. Vědecká rada je pověřena koncepční a poradní funkcí ve věcech přípravy a realizace vědní politiky, má 20 interních a 10 externích členů.

Akademická rada AV ČR

prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.
(předsedkyně AV ČR)

Předsednictvo:
- **prof. Jan Řídký, DrSc.** (místopředseda pro I. vědní oblast)
- **RNDr. Zdeněk Havlas, DrSc.** (místopředseda pro II. vědní oblast)
- **PhDr. Pavel Baran, CSc.** (místopředseda pro III. vědní oblast)
- **RNDr. Antonín Fejfar, CSc.** (předseda Vědecké rady AV ČR)
- **RNDr. Martin Bilej, DrSc.**
- **JUDr. Lenka Vostrá, Ph.D.**

Členové:
- **Ing. Jana Bludská, CSc.**
- **prof. Ing. Michal Haindl, DrSc.**
- **prof. RNDr. Ladislav Kavan, DSc.**
- **doc. RNDr. Stanislav Kozubek, DrSc.**
- **RNDr. Pavel Krejčí, CSc.**
- **prof. Ing. Josef Lazar, Dr.**
- **doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.**
- **PhDr. Taťána Petrasová, CSc.**
- **PhDr. Markéta Pravdová, Ph.D., MBA**
- **RNDr. Hana Sychrová, DrSc.**

Připravila: Markéta Wernerová | **Foto:** Stanislava Kyselová (2), Geologický ústav AV ČR, Historický ústav AV ČR, Ústav experimentální botaniky AV ČR, Pixabay, archiv

emie

Excelence ve vědě

Co znamená excelence ve vědě, jak jí dosáhnout a rozvíjet, bylo jedním z témat Pražského fóra o perspektivách evropského neuniverzitního výzkumu po roce 2020, na kterém se 8. března 2017 sešli v Lichtenštejnském paláci v Praze odborníci ze zemí Evropské unie i její vědecko-političtí představitelé. Diskutovali o současné i budoucí roli neuniverzitního výzkumu pro rozvoj vědy a společnosti, ale i politiku, o potřebě a způsobech podpory excelentního bádání, otázkách otevřené vědy, úkolech a cílech evropského výzkumného prostoru. Mezi jinými na konferenci vystoupili např. zástupkyně generálního ředitele JRC Maive Rute, prezident ALLEA Günter Stock, prezident Akademie přírodních a humanitních věd v Hamburku Edwin J. Kreuzer či ředitel Leibnizova ústavu pro regionální geografii Sebastian Lentz. O tom, co ve skutečnosti znamená excelence ve vědě, hovořil také prezident Společnosti Maxe Plancka Martin Stratmann: „Do velké míry je to schopnost být naprosto kreativní. Mohli bychom se také ptát, jak je to u malířů, jak od sebe rozpoznat génia a průměrného malíře? Obtížně! Ale myslím, že i ve vědě jde o kreativitu, schopnost dělat něco nového a porušovat zaběhnutá pravidla.“

Centrum excelence HiLASE

Za účasti představitelů Evropské komise, britských partnerů ze Science and Technology Facilities Council (STFC), Akademie věd ČR a dalších významných hostů byla 16. května 2017 v centru HiLASE v Dolních Břežanech slavnostně zahájena realizace projektu HiLASE – Centrum excelence (HiLASE CoE). Jde o jediný projekt v České republice schválený a financovaný v rámci historicky první výzvy „Widespread Teaming“ programu Horizon 2020. Na financování se budou podílet Evropská komise společně s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání a celková výše šestileté podpory dosáhne 1,2 mld. Kč.

Laserové centrum HiLASE se zaměřuje na vývoj a testování nových špičkových laserových technologií a laserů nové generace s průlomovými technickými parametry. Vývojem pokročilých laserových systémů vhodných pro aplikace v hi-tech průmyslu otevírá centrum cestu novým průmyslovým technologiím pro úpravu materiálů např. při povrchovém vytvrzování, konstrukci polovodičových součástek či mikro/nanoobrábění apod. Vedoucí centra HiLASE Tomáš Mocek při zahájení uvedl, že se v budoucnu chtějí soustředit na větší propojení centra s průmyslovou praxí, aby byli schopni rychle reagovat na aktuální požadavky a naplnili tak motto programu Strategie AV21 „Superlasery pro skutečný svět“.

Už 28. dubna navštívil centrum HiLASE generální ředitel direktoriátu Evropské komise pro vědu, výzkum a inovace Robert-Jan Smits. Ocenil především špičkovou úroveň projektového týmu: „Skutečně excelentní jsou ti, kteří uspějí v konkurenci se svými kolegy, získávají granty a ocenění, jako je titul centrum excelence. V programu Horizon 2020 je velmi tvrdá konkurence – a pokud jste vybraní a podaří se vám získat peníze, pak se opravdu řadíte k nejlepším z nejlepších.“

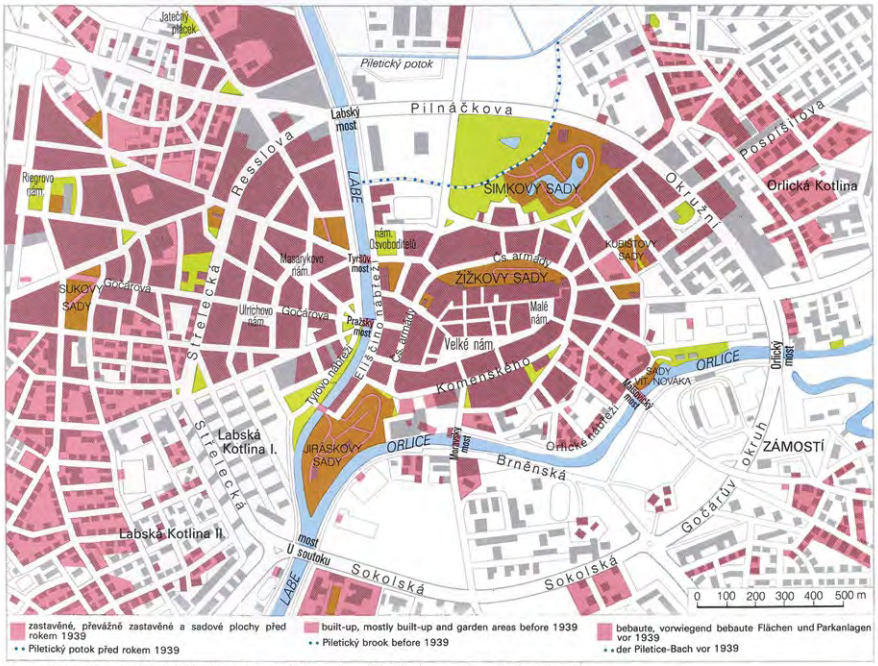
Lasery se zabývala také v pořadí třetí slavnostní přednáška z cyklu „Akademie věd ČR – špičkový výzkum ve veřejném zájmu“, kterou Tomáš Mocek pronesl 13. března na pražském Žofíně.

Mají zvířata práva?

Téma ochrany zvířat a jejich práv je plné emocí. Jak se na něj dívají vědci? Nejen na to nabízí odpověď publikace *Kapitoly o právech zvířat – My a oni z pohledu filosofie, etiky, biologie a práva*, kterou vydalo Nakladatelství Academia. Editory jsou Hana Müllerová, David Černý a Adam Doležal z Ústavu státu a práva AV ČR. Co si vlastně představit pod souslovím „práva zvířat“? Nějak je vnímá filozof, jinak právník, úplně jiný pohled pak zaujme aktivistický ochranář. Pozoruhodné je, že „práva zvířat“ neuznává žádný právní řád na světě. „Právo tento pojem nezná, protože zvířata nejsou uznána jako jeho subjekt. Tím jsou lidé nebo právnické osoby. Občanský zákoník sice stanoví, že zvíře není věc, jenže to je po právní stránce řešení napůl cesty, které ještě neříká, že by zvířata byla subjekty práva,“ vysvětluje Hana Müllerová.

Rekonstrukční mapy Historického atlasu měst nově online

Zachycují paměť urbanizovaných krajin českých zemí a jsou sondami do regionálních dějin a identit. Řeč je o rekonstrukčních mapách *Historického atlasu měst ČR*, které byly nedávno zpřístupněny online v rámci výzkumného programu Strategie AV21 Paměť v digitálním věku. K dispozici jsou na webu Historického ústavu AV ČR. *Historický atlas měst ČR* v tištěné podobě vychází již od roku 1995. Od té doby vyšlo několik desítek rekonstrukčních map, které vznikly ve spolupráci historiků, digitálních kartografů a znalců geografických informačních systémů. Mapy a digitální modely slouží jako pomůcka k historickému, geografickému, archeologickému i urbanistickému výzkumu. Souborný pohled na proměny měst prostřednictvím rekonstrukčních map umožní porovnávat téměř třicet městských sídel v různých časových etapách.



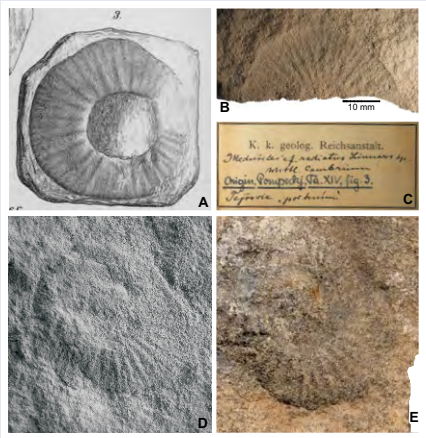
mapa č. 24: Hradec Králové před rokem 1939, rekonstrukční mapa Evy Semotanové

Laboratoř pomůže zavádět nové metody šlechtění

Olomoučtí vědci z Ústavu experimentální botaniky AV ČR chtějí šlechtitelům pomoci s nesnadným úkolem – získávat nové odrůdy zemědělských plodin lépe snášející sucho a klimatické změny, které zároveň dokážou odolat chorobám či škůdcům a budou mít lepší vlastnosti. Spolupráci vědců se šlechtiteli usnadní nově otevřená Aplikační laboratoř AV ČR, jež vzniká pod hlavičkou programu Strategie AV21 „Potraviny pro budoucnost“.

Medúza, nebo sasanka?

Studenti paleontologie se léta učili ke zkoušce poznat „zkamenělou medúzu“. Zkamenělina, koncem 19. století určená jako Medusites, se velmi vzácně nachází v usazeninách nejstarších prvohor u obce Skryje. Medúzy se však zachovávají jen výjimečně. Nový výzkum týmu z Geologického ústavu AV ČR a Přírodovědecké fakulty UK přesvědčivě prokázal, že „skryjská medúza“ vlastně žádnou medúzou není. Pravděpodobně jde o důlky v někdejším jemném písečku moře vysezené mořskými sasankami. Spadají do prastarého ichnorodu (zkamenělé stopy) *Astropolichnus* známého ze Španělska. Od svých příbuzných na Pyrenejském poloostrově se liší tvarem a počtem radiálních paprsků a představují tak zcela nový typ zkamenělé stopy, nazvaný *Astropolichnus bohemicus*.

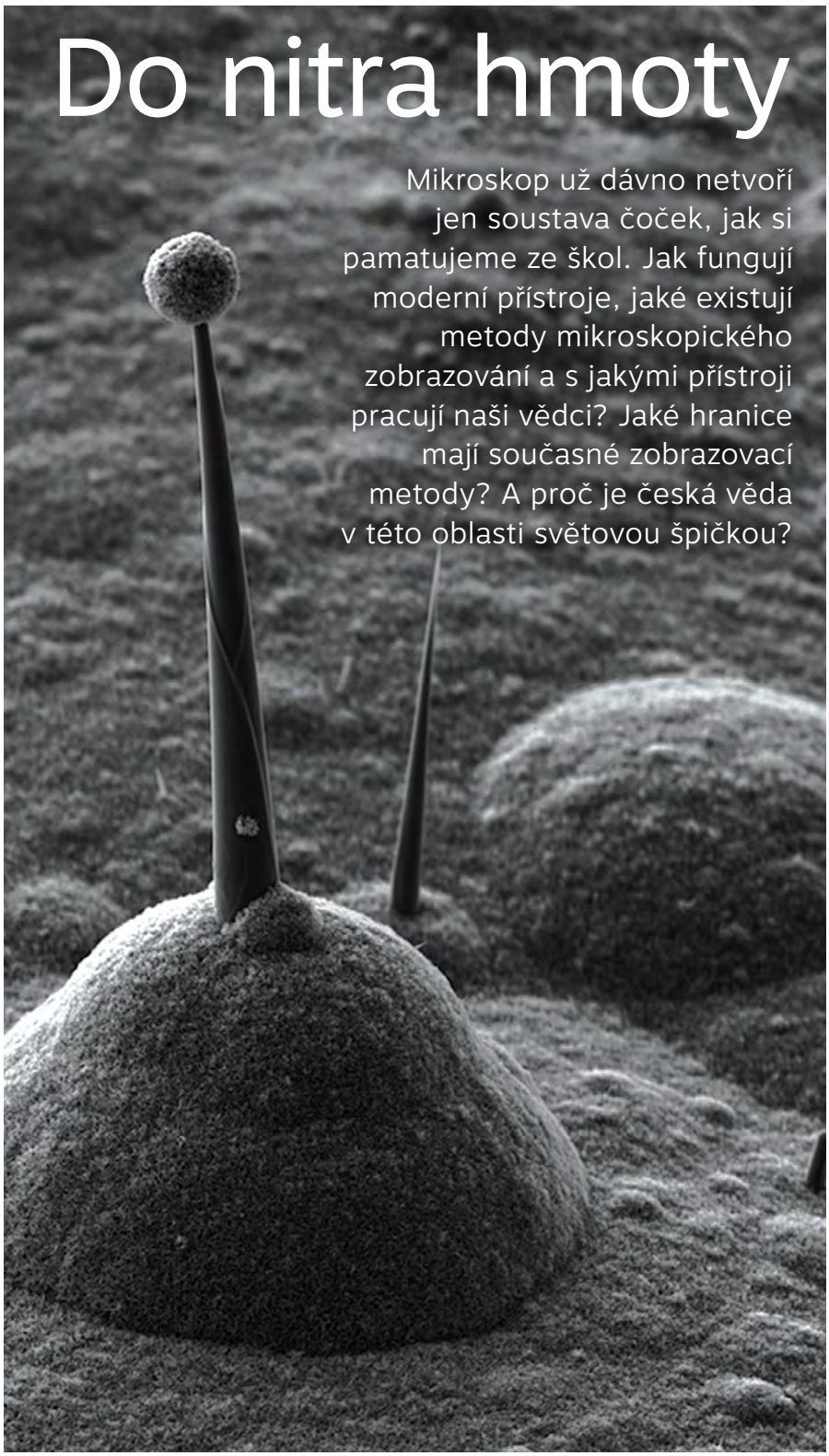


Tiché hrozby

Pětidílný cyklus populárně-vědeckých dokumentárních filmů, který vzniká v rámci Strategie AV21, přibližuje práci českých vědců zkoumajících přírodní hrozby v České republice. Diváci se seznámí s nejnovějšími poznatky v oblastech, jako je výzkum kosmického počasí, klimatu nebo sucha, i s aktuální problematikou výzkumu sesuvů či zemětřesení. Cílem je informovat, jak současná moderní věda dokáže přírodním hrozbám předcházet či jejich důsledky redukovat. Dále Tiché hrozby upozorňují na fakt, že naše společnost nedokáže plně využít potenciálu českých badatelů, a to i přesto, že český výzkum je v této oblasti světově uznávaný a má globální charakter. První tři díly (Krajina v pohybu, Zemětřesné roje a Blízký vesmír) se promítají ve školách a dalších institucích, kde je doprovázejí besedy s tvůrci a účastníky výzkumů. Připravují se také další dva díly, pojednávající o změnách klimatu a počasí. Více informací naleznete na stránkách www.tichehrozby.cz.

Foto: Ladislav Klimša (Věda fotogenická)

Příště



Do nitra hmoty

Mikroskop už dávno netvoří jen soustava čoček, jak si pamatujeme ze škol. Jak fungují moderní přístroje, jaké existují metody mikroskopického zobrazování a s jakými přístroji pracují naši vědci? Jaké hranice mají současné zobrazovací metody? A proč je česká věda v této oblasti světovou špičkou?

VĚDA A VÝZKUM

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

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

Šéfredaktor
Viktor Černoch
tel.: 221 403 531
e-mail: cernoch@ssc.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

Stanislava Kyselová (fotografka)
tel.: 221 403 332
e-mail: kyselova@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
Karol L' Huillier (grafické zpracování)
Martin Hirth (originální návrh)

Redakční rada
předsedkyně – Markéta Pravdová

členové – Petr Borovský, Eva Doležalová, Jiří Gabriel, Jiří Chýla, Pavol Ihnát, Pavel Janoušek, Jiří Ludvík, Jan Martinek, Kateřina Sobotková, Eva Zažímalová

Tisk
Bílý slon, s. r. o., Plzeň

Distribuce
SEND Předplatné, spol. s r. o.

Číslo 2/2017, vychází čtvrtletně, ročník 1
Vyšlo 7. června 2017
ISSN 2533-784X
Evidenční číslo MK ČR E 22759

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

A-Fest in Park

Akademický
multižánrový
hudební festival

25. 6. 2017 od 10:30 do 20 h / Průhonický park a zámek

Vedení Akademie věd společně s Botanickým ústavem AV ČR Vás srdečně zve na Akademický multižánrový hudební festival. V hudebních uskupeních účinkují zaměstnanci Akademie věd.

Tango Jazz Band (FZÚ)
Sdružení rodičů a přátel RoPy (ÚI)
Mangabej (FZÚ)
Misfolded (ÚMG)
Swing Cheek (ÚT)
Bixley (PSÚ)
Chattopaddaya (ÚOCHB)
ISI Band (ÚPT)
Rastafidli Orkestra (ÚMG)
Vlivem (ÚVGZ)
Jane on TV (BÚ)
Pampalini funky jam (PARÚ)
Deepers (BÚ)
Filip Zangi & PURPUR (ÚČL)

Lodníci (ÚPT)
Harfa Band (FZÚ)
Çava (ÚFCH JH)
Anatoli (ÚPT)
Black Uganda Choir (BFÚ)
Hazuka (BÚ)
Musica Balkanika (ÚFM)
Skandál! (BÚ)
Máta Brno (ÚPT)
Tibia Pragensis (ÚCHP)
Kupodivu (ÚPT)

Říčanský komorní orchestr (ASÚ)
Musica Felix (ÚIACH)
Musici Mechanici (ÚTAM)
Komorní uskupení KOA (ÚFE)
Sbor MáTa (BÚ)
Vox Bohemica (GFÚ)
DNA – Dej Nám Akord (ÚVGZ + BFÚ)
Všelijak (ÚFCH JH)
Intonic (ÚTIA)
Musica Academica (GFÚ)
Orfej (ÚOCHB+ÚCHP)
Tišnovský komorní orchestr (ASÚ)
Komorní orchestr Akademie Praha (ÚFE)

workshop taneční soubor Florén (ÚEB)

Těšíme se na Vás! a-fest.avcr.cz www.pruhonickypark.cz

Pro zaměstnance Akademie věd vstup zdarma.
Vstupné v ceně vstupenky do parku:
80,– (dospělí), 50,– (děti 6–15, studenti, senioři), 20,– (pes na vodítku)

zámecká kavárna Taroucafé / workshopy pro děti / 4. ročník Vědeckého treku

Akademie věd České republiky

BOTANICKÝ ÚSTAV AV ČR v.v.i.

Průhonický park a zámek

Akademie věd
České republiky

VĚDA A VÝZKUM

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

www.avcr.cz

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

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

https://twitter.com/akademie_ved_cr