

A VĚDA A VÝZKUM



Akademie věd
České republiky

magazín AV ČR | 3/2019



Létání

Věčná touha po svobodě



Spolehlivější monitory
srdeční činnosti

Jak zajistit cenově
dostupné bydlení

Hledání planet
podobných Zemi

11-17/11/2019

WWW.TYDENVEDY.CZ

T | Ý | D | E | N | V | T

TÝDEN VĚDY **19** A TECHNIKY AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY

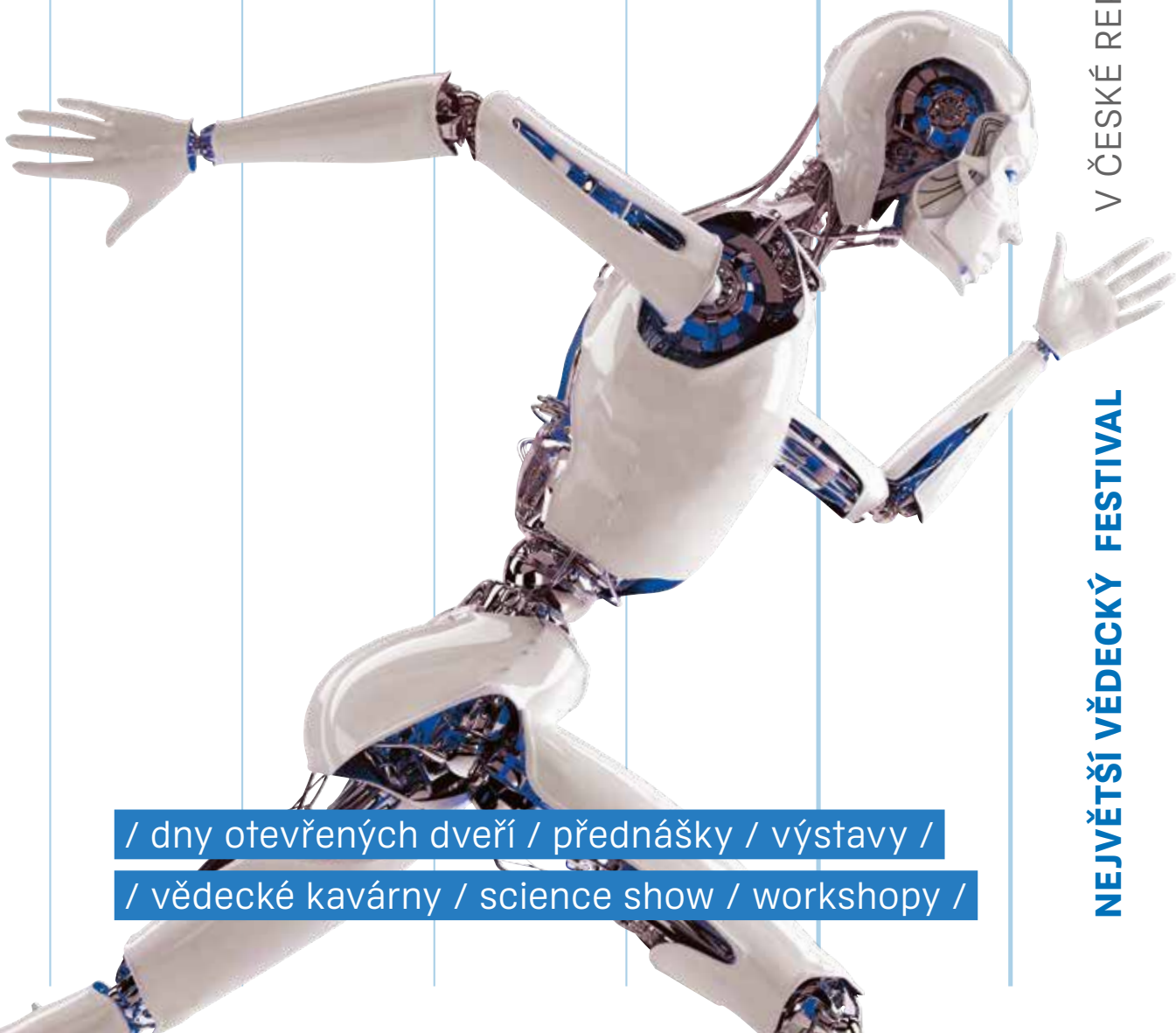

Akademie věd
České republiky

V ČESKÉ REPUBLICE

NEJVĚTŠÍ VĚDECKÝ FESTIVAL

/ dny otevřených dveří / přednášky / výstavy /

/ vědecké kavárny / science show / workshopy /



EDITORIAL



Vážení čtenáři,

schopnost ptáků létat fascinuje lidstvo odjakživa. Mít tak křídla a moci se vznést nad střechy domů, přeletět vysoké hory a podívat se za obzor... Létání bylo vždy nejen předmětem lidského snění, ale i racionálního promýšlení. Lidé přemítali, jak by také mohli vzlétnout, a zajímali se proto, jak fungují ptačí křídla. Zkoušeli zjistit, jaké jsou zákonitosti proudění vzduchu a pobytu živých tvorů vysoko v oblacích. Ptali se, proč někteří ptáci přelétávají přes půl planety a jak to zvládnou bez map a navigačních přístrojů. Mnohé už dnes víme, přesto ještě zůstává v této nesmírně zajímavé oblasti hodně otázek otevřených.

Tématům spjatým s létáním se věnují pochopitelně také vědci z Akademie věd ČR, ať už jde o migrační trasy ptáků, fyzikální podmínky letu, vznik a vývoj hmyzích křídel, nebo zkoumání a vývoj nových materiálů vhodných ke konstrukci bezpečnějších letadel. Přečíst si o nich můžete na následujících stranách.

Druhým velkým tématem časopisu *A / Věda a výzkum*, který právě držíte v ruce, je výročí sametové revoluce. Dělí nás od ní třicet let, doba vhodná k novému ohlédnutí a doba historických, filozofických, politologických i sociologických reflexí.

Na připomínání listopadových událostí z roku 1989 formou výstav, besed a diskusí se v Akademii věd ČR pečlivě připravujeme. Rádi vás na některé z našich akcí přivítáme a také nás potěší, když zalistujete novými knihami, třeba těmi, které vydává Nakladatelství Academia.

Přeji vám příjemné čtení a inspirativní promýšlení nejen věcí minulých, ale i současných a budoucích. Vzpomeňme přitom na schopnosti ptáků a zkusme se na realitu podívat z vysokého nadhledu a s vědomím možnosti přesahu za horizont.

Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR



56 MEMENTA

komunistického režimu

Dobu nesvobody v letech 1948–1989 připomínají sochy, desky a další objekty ve veřejném prostoru. Vydali jsme se po jejich pražských stopách.

OBSAH

V OBRAZE

6 Jak se člověk nakazí boreliózou?

Z AKADEMIE

8 Nové vědecké objevy AV ČR

ZE SVĚTA

10 Komentáře expertů AV ČR

TÉMA

16 Letět až do nebeských výšin

24 Jak zaručit bezpečný let

HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

28 Bydlení, věc veřejná

ROZHOVOR

32 Matematika krásná i užitečná (Michal Křížek)

ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA

38 Nová Země na obzoru

SPECIÁL 1989

46 Sametové otazníky

56 Mementa komunistického režimu

60 Odpovědný redaktor: Zelený Myslivec

GEOLOGIE A CHEMIE

64 Data v mlze

ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA

68 Záhadné kosmické záření

EKOLOGIE, BIOLOGIE A MEDICÍNA

72 Dva kontinenty, jeden prajazyk

STRATEGIE AV21

76 Patent na srdce

TÉMA PRO...

82 Laboratoř ALMA

DĚNÍ V AKADEMII

86 Krátké zprávy z AV ČR



28 Bydlení, věc veřejná

Ceny nemovitostí i nájemné dosahují ve velkých městech astronomických výšin a stále rostou. Lze vyřešit vzrůstající bytovou krizi v České republice? Co k tématu nedostupného bydlení říkají sociologové?



38 Nová Země na obzoru

Hledání planet mimo naši Sluneční soustavu se věnují i čeští vědci. Zapojí se také do plánované mezinárodní mise, která bude pátrat po planetě co nejpodobnější Zemi.



44 Speciál 1989

Před 30 lety začala v Česku sametová revoluce. Jak se na tehdejší události díváme dnes a jak si nedávné dějiny připomínáme? Odpovídají přímí účastníci i odborníci, kteří se tématem zabývají.



82 Laboratoř ALMA

Výzkum uměleckých památek a vzácných děl se neobejde bez moderních technologií. Vzniká tak unikátní výzkum propojující přírodní vědy a umění.

V OBRAZE

V obraze | A / Věda a výzkum 3/2019

JAK SE ČLOVĚK NAKAZÍ BORELIÓZOU?

Bakterie putují ze střeva přes jícnen do hostitele, slinám se vyhnou

Na svou oběť číhá klíště v trávě. Když ji vycítí, přichytí se a kusadly prořízne kůži. Dovnitř pronikne chobotkem se zpětnými háčky, zafixuje se a začne sát krev. Přenáší různé nemoci, zejména klíšťovou encefalitidu a lymfskou boreliózu. Parazitologové z Biologického centra AV ČR nedávno přišli se zásadním objevem týkajícím se přenosu lymfské boreliózy z klíštěte na člověka. Popsali způsob, jakým se bakterie způsobující toto onemocnění přenášejí z parazita do hostitele. Svými zjištěními vyvrátili více než 30 let starý americký model, podle něhož borelie žijí v klíštěcím střevě

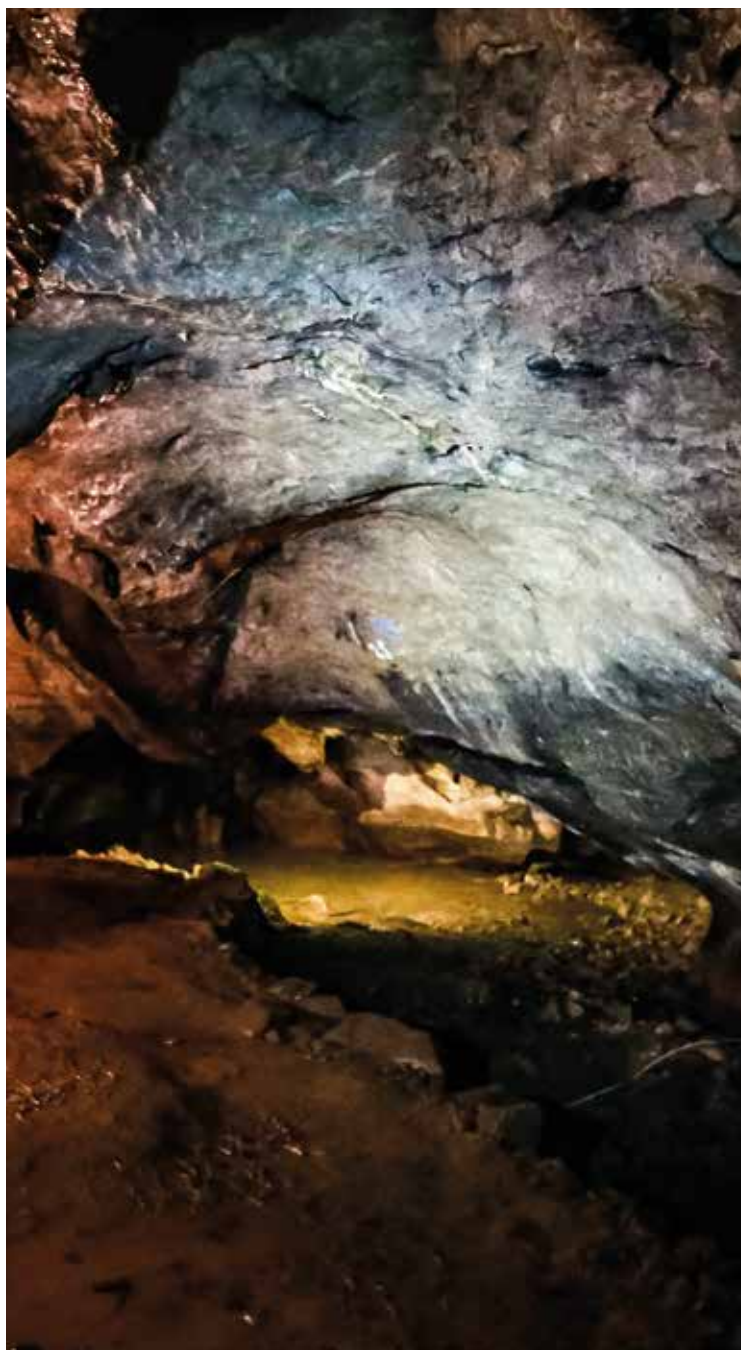
a ve chvíli, kdy klíště začne sát, přejdou ze střev do slinných žláz a následně se slinami do hostitele. Českobudějovičtí vědci se domnívají, že borelie putují ze střeva přes jícnen rovnou do hostitele – sliny klíštěte pro ně nejsou důležité. Při vývoji vakcíny se většina vědců dosud orientovala na molekuly ze slinných žláz a na cestu přenosu přes sliny. „To je ale slepá ulička. Musíme cílit na střevo klíštěte, nikoli na sliny,“ říká Radek Šíma, jeden z hlavních autorů objevu. Ten snad napomůže vývoji efektivnějších vakcín a léčebných strategií zabraňujících přenosu této závažné nemoci.



Z AKADEMIE

VĚDCI OBJEVILI V MORAVSKÉM KRASU NEJSTARŠÍ JESKYNNÍ KRESBY

Ústav jaderné fyziky AV ČR

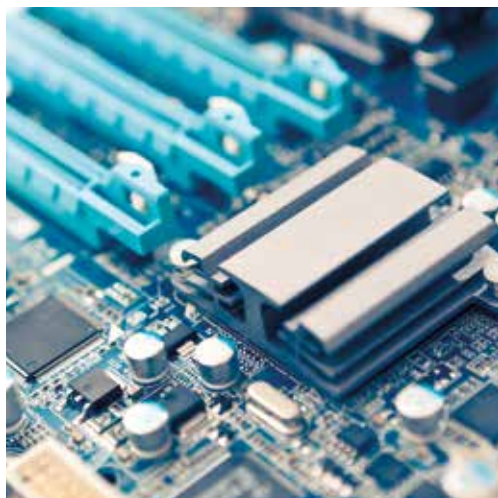
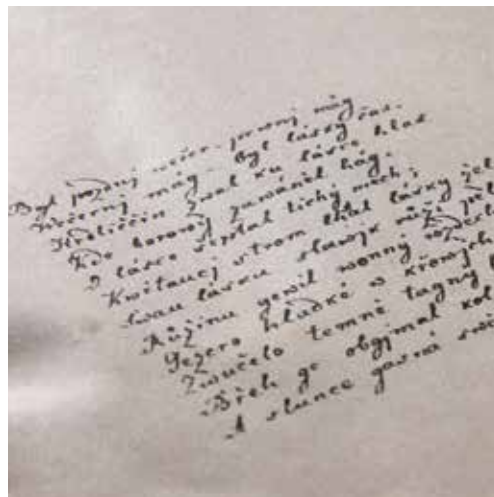


V místě, kde z hlavního dómu Kateřinské jeskyně odbočuje tzv. ledová chodba, objevili vědci unikátní kresby – stovky novověkých nápisů, podpisů a letopočtů či abstraktní obrazce z čar a teček (tzv. epigrafy) kreslené uhlem. Dóm s krápníkovou výzdobou je s rozměry 90 x 44 metrů největším přírodním podzemním prostorem v Česku, který je přístupný veřejnosti. Pracovníci radiouhlíkové laboratoře CRL (společného pracoviště Ústavu jaderné fyziky AV ČR a pražského Archeologického ústavu AV ČR) zkoumali odebrané vzorky pomocí radiouhlíkové analýzy. Výzkum probíhá od roku 2017, spolupracuje na něm rovněž Správa jeskyní ČR a Univerzita Palackého v Olomouci. Laboratoř CRL vyvinula pro odběr vzorků novou otěrovou metodu, která nesmaže kontury kresby, ale pouze místo zesvětlí – na rozdíl od obvyklých způsobů mechanického odběru, které vzorkované místo nenávratně zničí. Již po prvním pokusu vědci zjistili, že jedna z kreseb pochází ze 13. století. Další analýzy prokázaly, že část epigrafů je až z pravěkých dob. Mezi nimi je i nejstarší dosud nalezená jeskynní kresba u nás: vznikla před 6200 lety, v době mladšího neolitu. Je tak o 800 až 1000 let starší než obrazce v jeskyni Býčí skála, které rekord dosud držely. Badatelé předpokládají, že epigraf – umístěný hluboko pod zemí – mohl být spojený s kultem Matky Země a označovat obřadní místo.

HRDLIČČIN ZVAL KU LÁSCE HLAS...

Ústav pro
českou literaturu
AV ČR

Báseň *Máj* Karla Hynka Máchy patří k neznámějším a nejvydávanějším dílům české moderní poezie. Byla přeložena do více než 20 jazyků. Nejnovější edice, připravená péčí literárních historiků a editorů z Ústavu pro českou literaturu AV ČR ve spolupráci s nakladatelstvím Akropolis, je ovšem výjimečná – badatelé měli možnost po mnoha desetiletích prozkoumat a reprodukovat rukopis. Ten je trvale v soukromém majetku, předchozí generace máchovských badatelů ho tedy neměly k dispozici a nemohly důkladně ověřit jeho autorství. Odborníci nyní k jeho prověření použili písmoznalecký a chemický výzkum, na nějž navázal detailní průzkum znění zapsaného textu (včetně škrtnutí) a revize historie tohoto díla. Výsledkem je vydání *Máje* v Kritické hybridní edici nakladatelství Akropolis. Obsahuje pravopisně modernizovaný text, který doprovází aparát zaměřený na dnešního čtenáře. V digitální vědecké edici přináší nejen kvalitní faksimile rukopisu, který byl poprvé a naposledy z originálu reprodukován v roce 1916, a digitální kopie dalších důležitých pramenů, ale také nově pořízené přepisy těchto pramenů i vědeckou edici *Máje*.



DALŠÍ KROK V MINIATURIZACI ELEKTRICKÝCH OBVODŮ

Fyzikální ústav AV ČR

Mezinárodní tým z Fyzikálního ústavu AV ČR vyvinul ve spolupráci s Tokijským technologickým institutem novou metodu, která přispěje k miniaturizaci elektrických obvodů v elektronice. Vyřeší jeden z problémů, s nimiž se vědci potýkají při zkoumání vlastností molekul potenciálně využitelných v miniaturních obvodech – konfiguraci kontaktů molekul s kovovými povrchy elektrod, která ovlivňuje důležité vlastnosti spojů, např. vodivost. „Nová metoda umožní kontrolovat geometrii přechodu mezi kovovými elektrodami a molekulou. Učinili jsme tak krok k překonání jednoho z hlavních úskalí při realizaci stabilních a reprodukovatelných molekulárních obvodů,“ říká Héctor Vázquez z Fyzikálního ústavu AV ČR.

JIKRY HALANČÍKŮ SE ŠÍŘÍ I ZAŽÍVACÍM TRAKTEM LABUTÍ

Ústav biologie
obratlovců AV ČR

Halančici, krásně zbarvené akvarijní rybky, mají na kontě už jedno unikum. Dokážou dospět během neuvěřitelných 14 dnů. Nyní si připisují další: vědci z mezinárodní skupiny, jejíž součástí je i výzkumný tým Martina Reicharda z Ústavu biologie obratlovců AV ČR, zjistili, že jikry halančičků přežijí i průchod zaživacím traktem ptáků. Vše začalo při terénním sběru vzorků v oblasti pamp jižní Brazílie. V zamraženém vzorku trusu nejmenší z žijících labutí (labuť koskoroba) vědci nečekaně objevili jikru halančička. Vědce zajímalo, zda by průchod trávicím traktem přežila, což se po důkladném testování potvrdilo. Vysoká odolnost jikerných obalů umožňuje halančičkům prostřednictvím migrujících ptáků kolonizovat extrémní biotopy, kam se jiné ryby nemají šanci dostat, a vysvětluje tím jejich přítomnost na nepravděpodobných místech.



ZE SVĚTA

Ze světa | A / Věda a výzkum 3/2019

ZPROHÝBANÝ DISK GALAXIE

Mezinárodní tým astronomů využil pozorování velmi jasných pulzujících hvězd zvaných cefeidy a na tomto základě vytvořil trojrozměrnou mapu naší Galaxie – Mléčné dráhy. Z ní je patrné, že galaktický disk není plochý, ale zprohýbaný. Astronomové odvozují velikost a tvar Galaxie primárně přímo z měření různých jejích objektů, a to jak hvězd, tak plynu a prachu. Při studiu rozložení hvězd přitom vycházejí nejen ze zmíněné katalogizace tisíců cefeid, ale i z dat získaných družicí Gaia, která zmapovala miliardy hvězd, stejně jako z objektů zařazených do dalších astronomických katalogů. Studie založená na pozorování cefeid, kterou uveřejnil vědecký týdeník *Science*, tedy potvrzuje zakřivení galaktického disku, což naznačovaly již dřívější výzkumy, nebyly však tak detailní. Cefeidy se dají rovněž využít k přesnému stanovení stáří hvězd, čehož autoři článku využili i pro sledování historie jejich tvorby.

KOMENTUJE SOŇA EHLEROVÁ

Astronomický ústav AV ČR

O naší Galaxii, v níž žijeme, máme nejvíc informací a zároveň jsou nejpodrobnější. Je však těžké z nich vytvořit jednoznačný model, protože se nacházíme uvnitř Mléčné dráhy a nemůžeme se na ni podívat zvenčí. Pro studium velkoškálového rozložení její hmoty se nejčastěji používá neutrální vodík, protože je běžnou součástí galaktického prostředí a není ovlivněn absorpcí záření. Jeho nevýhodou je nemožnost nezávisle určit jeho vzdálenost od nás. Hvězdy jsou na tom opačně: jejich vzdálenost se dá určit poměrně dobře, ale jejich záření je po cestě absorbováno prachem v mezihvězdném prostředí. Cefeidy jsou typem hvězd, u nichž se vzdálenost určuje dobře, navíc ještě patří k jasným hvězdám. Před 100 lety byly poprvé úspěšně použity k určení rozměrů Mléčné dráhy a pozice Slunce, stejně jako ke stanovení vzdáleností externích galaxií. V letošním roce vyšly dva články, v nichž autoři použili rozsáhlé soubory cefeid k určení tvaru disku naší Galaxie. Konstatovali, že galaktický disk je – zejména ve větších vzdálenostech od centra – zprohýbaný. Potvrdili shodu s výsledky odvozenými z měření neutrálního vodíku. Přidali však navíc některé podrobnosti, které z jeho měření odvodit nejdou, ale jsou velmi zajímavé z hlediska vývoje galaxií a procesů zodpovědných za zprohýbání disku. Roli by mohly hrát gravitační nestability v disku, interakce s jinými galaxiemi, akrece trpasličí galaxie či většího množství hmoty atd. Také v Astronomickém ústavu AV ČR se některé vědecké skupiny zabývají studiem neutrálního vodíku, i když spíše s ohledem na struktury v mezihvězdném prostředí a jejich vztah k tvorbě hvězd, případně se zřetelem na vývoj plynné složky galaxií v kupách.

JAK NAHRADIT VLÁSKOVÉ BUŇKY V UCHU

Zásadní úlohu ve vnímání zvuku hrají sluchové receptory zvané vláskové buňky, které jsou součástí Cortiho orgánu v hlemýždi vnitřního ucha. Slouží totiž k přeměně zvukových vln na elektrický signál, který se přenáší sluchovým nervem dál do mozku. Infekce nebo nadměrný či dlouhotrvající hluk může choulostivé vláskové buňky částečně či úplně zničit a sluch trvale poškodit. Na rozdíl od ptáků a některých savců se totiž u člověka vláskové buňky neobnovují. Vědcům z Lékařské fakulty Univerzity Johnse Hopkinse se podařilo u myši identifikovat dva proteiny, které určují, kdy se v uchu savců začnou tvořit vláskové buňky. Podle zprávy publikované v internetovém časopise *eLife* se právě tyto dvě bílkoviny mohou stát klíčem k nalezení způsobu, jak nahradit poškozené vláskové buňky a navrátit sluch lidem trpícím jeho ztrátou.

KOMENTUJE JOSEF SYKA

Ústav experimentální medicíny AV ČR

Vnitřní ucho savců je poměrně velmi složitý orgán, jehož vývoji se věnuje v posledních letech velká pozornost. Zvláště spirálovitá struktura sluchové části vnitřního ucha, nazvaná oprávněně hlemýžď, přitahuje pozornost vědců. Týmu z Baltimorské univerzity se podařilo objasnit úlohu gradientů aktivinu A a jeho antagonisty follistatinu při vytváření hlemýždě vnitřního ucha myši. Aktivin, který má pozitivní účinek na diferenciaci vláskových buněk, je přítomen ve velké koncentraci v bazální části budoucího hlemýždě. Naopak follistatin, jenž účinkuje tlumivě, se akumuluje v opačné apikální části. V průběhu 13. až 15. dne vývoje embrya se koncentrace aktivinu zvyšuje směrem k apikální části, kdežto koncentrace follistatinu se zde snižuje. Interakce aktivinu a follistatinu má současně rozhodující účinek pro terminální mitózu tzv. vnitřních vláskových buněk, tj. vlastních receptorových buněk – na rozdíl od vnějších vláskových buněk, které procházejí terminální mitózou později. V letošním roce přispěl k objasnění vývoje vnitřního ucha myši také náš česko-americký tým pracovníků Biotechnologického ústavu AV ČR, Ústavu experimentální medicíny AV ČR a Iowské univerzity, který publikoval v prestižním časopise *Journal of Neuroscience* článek o významné úloze transkripčního faktoru NEUROD1 pro vytváření tzv. tonotopické organizace hlemýždě. Ukázali jsme, že při vyřazení tohoto transkripčního faktoru ve vnitřním uchu nastává zásadní dezorganizace struktury a funkce celého sluchového systému, negativně je ovlivněna i funkce rovnovážného systému.

BEOWULF – PÁTRÁNÍ PO AUTORSTVÍ

Staroanglický hrdinský epos o více než třech tisícovkách veršů je dílem neznámého autora. Nebo autorů? Dosud si odborníci nebyli jisti. Vědci z Harvardovy univerzity však přišli s rozřešením staleté hádanky. Za pomoci statistických metod, konkrétně stylometrie, analyzovali celé dílo a došli k závěru, že báseň o urozeném válečníkovi z kmene Géatů má jen jediného autora.

KOMENTUJE PETR PLECHÁČ

Ústav pro českou literaturu AV ČR

Ohledně autorství *Beowulfa* existují dvě protichůdné hypotézy. Podle jedné sestává text ze dvou částí (první čítající zhruba 2300 veršů, druhá zhruba 900 veršů) napsaných dvěma různými autory, podle druhé (jejímž zastáncem byl mimo jiné J. R. R. Tolkien) se jedná o dílo jediného autora. Předkládaná studie analyzuje, do jaké míry jsou dvě dotčené části *Beowulfa* homogenní co do četností složených slov, četností různých typů veršů a četností vnitroveršových pauz. Výsledky podporují druhou zmíněnou hypotézu: v žádném ze tří textových rysů se části *Beowulfa* významně neodlišují. Je ale třeba dodat, že takové jednorozměrné analýzy ad hoc vybraných textových rysů jsou ve stylometrii už dlouhá desetiletí považovány za krajně nespolehlivé a že robustnější metody – jako je např. shluková analýza četností slov – ukazují naopak na značnou stylistickou nesourodost obou částí.

SNIŽOVÁNÍ EMISÍ CO₂ ZACHRÁNÍ LIDSKÉ ŽIVOTY

Největším producentem skleníkových plynů (CO₂) a znečišťovatelem ovzduší je Čína. Pokud však dodrží závazek, který si dala v souvislosti s bojem proti globálnímu oteplování, může zároveň zachránit desítky tisíc lidských životů. Ze studie amerického MIT, kterou otiskl časopis *Environmental Research Letters*, vyplývá, že snížení koncentrací ozonu a částic polévatého prachu PM 2,5 v ovzduší by vyjma Číny samé pozitivně ovlivnilo také zdravotní stav obyvatel sousedních i vzdálenějších zemí. Američtí vědci vypočítali, že do roku 2030, kdy by Čína podle schváleného scénáře měla dosáhnout maxima emisí skleníkových plynů, by se dalo zabránit více než 60 tisícům předčasných úmrtí (Čína 54 300, Jižní Korea 1200, Japonsko 3500, USA 1900).

KOMENTUJE RADIM ŠRÁM

Ústav experimentální medicíny AV ČR

Podle zprávy World Air Quality Report z roku 2018 je průměrná koncentrace částic PM 2,5 (mají velikost do 2,5 μm v průměru) v Číně 41,2 μg/m³, v České republice je to 20,2 μg/m³ a ve Spojených státech amerických 9,0 μg/m³. Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje horní hranici 10 μg/m³. V důsledku zvýšených koncentrací částic PM 2,5 roste úmrtnost, kromě toho mají vliv také na výsledky těhotenství, respirační a kardiovaskulární nemocnost, diabetes nebo vývoj a poškození centrální nervové soustavy. Zlepšení kvality ovzduší v Číně proto významně přispěje ke zlepšení zdravotního stavu čínské populace a vzhledem k přenosu znečištění do okolních států i jejich obyvatel.





JAK STARÉ JSOU NAŠE ORGÁNY?

Vědci se doposud domnívali, že neurony nebo také buňky, jež tvoří srdeční sval, patří k vůbec nejstarším buňkám v lidském těle. Výzkumníci ze Salk Institute for Biological Studies experimentálně zjistili, že myši mozek, játra nebo třeba slinivka břišní obsahují buňky a bílkoviny, které vykazují extrémně dlouhý životní cyklus. Některé z nich jsou dokonce stejně staré jako neurony. Jak ukazuje červnové vydání časopisu *Cell Metabolism*, experimentální metody, které vědci použili, můžeme aplikovat na výzkum jakékoli tkáně v lidském těle. Můžeme tak získat poznatky o životních funkcích nedělicích se buněk a o tom, jak buňky během stárnutí ztrácejí kontrolu nad kvalitou a integritou bílkovin a důležitými buněčnými strukturami.

KOMENTUJE PETR ZOUHAR

Fyziologický ústav AV ČR

Mnohá onemocnění jsou nerozlučně spojena se stárnutím. Různé tkáně ale stárnou různě rychle. Mělo se za to, že zatímco třeba nervové buňky se během života téměř nedělí, jiné tkáně, například játra, si zachovávají vysokou regenerační schopnost. Třeba jaterní buňky by tak byly obecně relativně mladé, nehledě na stáří celého organismu. Jenže doposud chyběly techniky, které by tento předpoklad umožnily v různých tkáních ověřit. V diskutovaném článku se uvádí, že se patrně podařilo vyvinout metodu, jak stáří buněk sledovat v libovolné tkáni. A výsledky? I ve snadno regenerujících orgánech typu jater existují velmi staré buňky, které si co do věku nijak nezadají s neurony. Stejně tak se staré, nedělicí se buňky vyskytují i v Langerhansových ostrůvcích pankreatu, ve výstelce cév nebo mezi fibroblasty. Zkrátka kamkoli se autoři článku podívali, všude našli mozaiku různých starých buněk. Možná má tedy jejich stárnutí přímé dopady na širší paletu orgánů, než jsme zatím předpokládali. Bude tak zajímavé zjistit, jak je zhoršující se funkce stárnoucích buněk zapojena do rozvoje takových onemocnění, jako je například diabetes druhého typu.

PRŮMYSLOVĚ ZPRACOVANÉ POTRAVINY ŠKODÍ ZDRAVÍ

Konzumace průmyslově zpracovaných potravin, jako jsou pizza, balený toustový chléb nebo třeba snídaněvé cereálie, je spojena s negativními dopady na lidské zdraví včetně předčasného úmrtí. Toto tvrzení potvrzují dvě rozsáhlé studie vědců z Pařížské univerzity a z univerzity ve španělské Navaře. Publikoval je časopis *British Medical Journal*. Podle francouzských a španělských odborníků se spotřeba průmyslově zpracovaných potravin v posledních letech stále zvyšuje. Negativní dopady na zdraví jsou přitom výrazné. I když obě studie nelze považovat za jednoznačný důkaz, že jsou tato jídla bezprostředně nebezpečná, představují významný argument, že mohou negativně ovlivňovat lidské zdraví a mají za následek i přejídání.

KOMENTUJE OLGA ŠOLCOVÁ

Ústav chemických procesů AV ČR

Obě studie jsou dlouhodobé a založené na pozorování desítek tisíc osob. Ovšem sledování potravin je velmi nesourodé. Od pizzy a dehydrovaných polévek přes balené pečivo, šumivé nápoje, sladké cereálie až po hotová jídla obsahující přídavné látky, takzvaná éčka, mezi která ale patří i látky vyložené zdravé – například vitaminy. Všechny tyto potraviny mají kromě průmyslového zpracování společnou i rychlou přípravu. Proto je využívají lidé v časovém presu – tedy i stresu, který sám o sobě negativně ovlivňuje lidské zdraví a může se podílet na nárůstu kardiovaskulárních chorob i zvýšeném počtu úmrtí. Avšak skutečnost, že v mnoha zemích představují tyto potraviny až 60 % denního příjmu energie, tedy čtyři a více porcí denně, je děsivá. Nezbývá než souhlasit se závěrem studie, že změna v jídelníčku ve prospěch zeleniny a ovoce a jídla uvařeného z čerstvých surovin je žádoucí. Nakonec, posezení s přáteli či rodinou u dobrého jídla zažene i zmiňovaný stres.



UMĚLÁ FOTOSYNTÉZA MĚNÍ OXID UHLÍČITÝ V PALIVO

Jeden z nezákladnějších biochemických procesů na Zemi, bez něhož bychom si sotva dovedli představit život – fotosyntéza – by mohl zajistit i dostatek trvale udržitelného paliva. Při fotosyntéze zelené rostliny, některé řasy, sinice a bakterie zachycují sluneční záření a využívají jeho energii k přeměně jednoduchých anorganických látek (vody a oxidu uhličitého) na kyslík a energeticky bohaté organické sloučeniny – cukry. Chemikům z Illinoiské univerzity v USA se podařilo tento proces napodobit uměle. S využitím světla stejných vlnových délek, jaké používají rostliny, a nanočástic zlata jako katalyzátoru přeměnili vodu a oxid uhličitý (CO_2) na složitější (a tedy energeticky bohatší) molekuly. O další krok se tak přiblížili ekologicky příznivým technologiím, které by dokázaly tímto způsobem zužitkovat oxid uhličitý k uložení sluneční energie v podobě chemických vazeb ve složitějších sloučeninách. V době, kdy jí bude potřeba, se pak dá uvolnit několika způsoby. Podle autorů studie uveřejněné v odborném periodiku *Nature Communications* je jejich konečným cílem syntetizovat z nadbytečného CO_2 snadno zkapalnitelné uhlovodíky, které se lépe, bezpečněji a levněji převážejí než plyn. Navíc, protože je tvoří dlouhé řetězce molekul s větším počtem vazeb, v sobě uchovávají více energie.

KOMENTUJE RADEK FAJGAR

Ústav chemických procesů AV ČR

Autoři článku představují zcela novou možnost využití CO_2 jako látky, která redukcí poskytuje uhlovodíkové produkty s významným zastoupením metanu a acetylenu a s pozorovaným vznikem C3 uhlovodíků (propan a propen). Nicméně podmínky reakce zvolili tak, že při využití slunečního záření nebude reakce tímto způsobem pravděpodobně probíhat. K její iniciaci se využívá laserové záření s vlnovou délkou 532 nm s kontinuálním výkonem $1\text{W}/\text{cm}^2$. To představuje 10x vyšší intenzitu, než jakou poskytuje sluneční záření v České republice v celém spektru od ultrafialové do infračervené oblasti. Navíc použité laserové záření odpovídá rezonanční absorpci nanočástic zlata. Tím bylo dosaženo maximální koncentrace reaktivních meziproduktů, vedoucí až ke vzniku C3 uhlovodíků. Publikovaný článek však představuje nový přístup k hledání možností redukce CO_2 na produkty využitelné k energetickým účelům i v chemickém průmyslu.

Podobnou problematiku studuje také Ústav chemických procesů AV ČR. Jedna z oblastí využití sluneční energie se týká fotolýzy vody, při níž se energie fotonů absorbovaných v tenkých vrstvách oxidu titaničitého využívá k rozkladu vody. Vzniká vodík, který se dá následně využít v chemickém průmyslu nebo pro získání energie v palivových článcích. V jednom z projektů se připravují tenké vrstvy TiO_2 , rovněž dopované nanočásticemi zlata, které podobným způsobem jako v uvedeném článku slouží k iniciaci chemické reakce.

Problematika redukce CO_2 se v Ústavu chemických procesů AV ČR také začíná studovat na vrstvách a nanostrukturovaných materiálech připravených jak laserovým nanášením, tak i konvenční depozicí z plynné fáze. Vytvořené materiály na bázi křemíku a germania slouží jako katalyzátory pro redukcí CO_2 při osvětlení zdrojem simulujícím sluneční záření. V současné době se vyhodnocují první výsledky redukčních procesů.

LETĚT

až do nebeských výšin

Schopnost, kterou člověk postrádá, ale od nepaměti po ní touží – odpoutat se od zemského povrchu a vzlétnout. Leckdy možná až trochu závistivě vzhlížíme k motýlům, vážkám, skřivanům, vlaštovkám a všem ostatním, kteří dokážou překonat zemskou tíž, a hledáme u nich inspiraci.

Z počátku se nezdála nijak mimořádná. Zkamenělina nalezená před zhruba čtvrt stoletím ve středních Čechách nejprve paleontologům připadala jako larva obrovské jepice z doby před 300 miliony let. Po čase si však na ní povšimli několika zvláštních znaků, které ji přeřadily do úplně jiné skupiny hmyzu – a vědci začali věřit, že jim pomůže alespoň trochu pozvednout oponu zahalující vývoj létání. Naděje se úplně nesplnily, jak si povíme později.

JAK SE OBJEVILA KŘÍDLA

Nejspíš se nikdy s určitostí nedozvíme, kdy a jak se u hmyzu začala vyvíjet křídla a kdo se jako první jejich pomocí odpoutal od země. Paleontologové se totiž potýkají s nedostatkem fosilních dokladů. „Jisté je, že na konci prvohor, v karbonu, se ve zkamenělinách z té doby nachází už docela rozmanitá škála hmyzu s naprosto funkčními křídly, dá se říct dnešního typu,“ říká Pavel Sroka z Entomologického ústavu Biologického centra AV ČR. Křídla se tedy musela vyvinout už předtím. „Ovšem první formy hmyzu s ještě nedokonalými, teprve vznikajícími křídly nemáme ve fosilním záznamu podchycené. Takže se víceméně spekuluje, jak k tomu mohlo dojít,“ dodává.

Že křídla ptakoještěřů, ptáků nebo létajících savců vznikla přeměnou předních končetin, je celkem jasné. U hmyzu tomu tak ale být nemůže. „Hmyz má na stejných tělních člancích, na nichž jsou křídla, stále ještě i kráčivé končetiny,“ pokračuje vědec. Z jakých struktur tedy křídla mohla vzejít?

Dlouho spolu soupeřily dvě hlavní teorie. Podle jedné byl jejich základem malý výběžek končetiny, který posléze splynul s hrudí a postupně se přeměnil v křídlo. Druhá považuje za počátky křídel výběžek hrudního článku, jenž se postupem času zvětšoval až do podoby kloubního připojení, jež umožňuje mávavý pohyb. V poslední době se obě teorie propojily – a to zejména zásluhou studia fungování genů řídících vznik křídla a jejich aktivitu v končetinách, hrudi a křídlech. „Nyní se už obecně přijímá, že se křídlo zformovalo jak z částí končetiny, tak z částí hrudního článku, propojením těchto dvou morfologických struktur,“ objasňuje Pavel Sroka.

Kombinovanou hypotézu podle jeho slov podpořila i nedávná studie Jakuba Prokopa z Univerzity Karlovy a jeho kolegů. Popsali fosilie larev hmyzu, u nichž se

již vytvářejí křídelní pochvy, ze kterých se později stávají u dospělého křídla. „Tyto pochvy jsou už částečně pevně napojené na příslušný článek hrudi a částečně tam je už vytvořena jakási artikulace, pohyblivé spojení, což dokládá kombinovaný vznik z tělního článku a končetiny,“ vysvětluje biolog.

KDO A KDY VZLÉTL POPRVÉ

K čemu ale teprve vznikající, nehotová křídla sloužila, dokud ještě nedovolovala plnohodnotný aktivní let? Nejpravděpodobnější je podle vědců plachtění. „Když živočichové žijící na nějaké vegetaci museli utíkat před predátorem a skočit dolů, pak jim i poměrně malé výběžky po ▶



stranách hrudi mohly pomoci pád ovládat," konstatuje. Padání a pasivní klouzání se neustále zdokonalovalo, až vyústilo v dnes známá křídla.

Nezapomínejme však, že předek současného hmyzu, který ještě neměl křídla dokonalá a jenom plachtit, je v podstatě pouze hypotetický. „V karbonu byla křídla hotová a z dřívější doby není k dispozici mnoho fosilií," dodává Pavel Sroka.

Sám byl součástí česko-německého týmu, který podrobně zkoumal v úvodu zmíněnou zkamenělinu nalezenou v Čechách a pojmenovanou *Carbotriplura kulkalovae*. Zjistil, že výčnělky po stranách zadečku, původně popsán jako tracheální žába, jsou ve skutečnosti výběžky zadečkových článků, které nejsou na zadeček napojené pohyblivě. Tím padla hypotéza o larvě jepice.

Další možností byla příbuznost s rybenkou – tu ale vyloučily zase jiné znaky. „Takže jsme nakonec došli k závěru, že nejpravděpodobněji jde o sesterskou linii kří-

dlatého hmyzu. Že nějak podobně mohl vypadat jeho předek. Má skutečně jakési výběžky po stranách hrudi, které mohly sloužit k plachtění.“

Kam tedy můžeme datovat úplné počátky evoluce létání? To možná navždy zůstane zahaleno v mlze věků. Není však pochyb, že na rozdíl třeba od očí se křídla u hmyzu vyvinula v evoluci pouze jednou, pravděpodobně již ve starších prvohorách. „U všech možných skupin hmyzu totiž nacházíme podobnost či shodu u žilnatiny či jednotlivých částí křídla. Zjišťujeme společné znaky svědčící o tom, že předek byl jenom jeden.“

U řady linií hmyzu křídla později vymizela, u jiných naopak došlo k obrovskému rozrůznění v jednotlivých vývojových větvích a skupinách. Vznikla spousta modifikací křídel, a tudíž i stylů letu. Například brouci mají první pár přeměněný v krovky. Někteří dvoukřídli mají oba páry křídel spojené v křídlo jediné (např. motýli), popřípadě se druhý pár křídel zredukoval v tzv. kyvadélko, které sice slouží ke stabilizaci letu, ale ne k létání (např. mouchy). Vážky dokážou pohybovat každým křídlem zvlášť, což jim dává skvělé manévrovací schopnosti. Neuvěřitelné věci dokážou v letu i dvoukřídli: nemají problém létat vzhůru nohama nebo se točit na místě. Pozorujte chvíli být jen obyčejnou mouchu domácí...

VIDĚT SVĚT Z PTAČÍ PERSPEKTIVY

V letových dovednostech si s hmyzem nezadájí ptáci. Třepotají křídly vysoko nad zemí nebo se nad ní nehybně vznášejí, plachtí, létají po spirále, střemhlav se řítí k zemi, prudce mění směr. Kolibříci, kteří pohy-

bují křídly podobně jako hmyz, mohou dokonce létat pozpátku. Úchvatné, ale ani jejich evoluce není zcela objasněná.

Vývojovými předchůdci ptáků byli zřejmě malí dinosauři. Podle jedné teorie se pohybovali po zemi, při běhu za kořisti se snažili nadsakovat a pomáhali si přitom máváním předními končetinami – „praktidly“. Z nich se posléze zformovala křídla umožňující aktivní let.

Rudolf Dvořák

Druhá teorie usuzuje, že se ptáci vyvinuli z malých dinosaurů pohybujících se po stromech, jimž peří pomáhalo jako padák snášet se na zem ze stromů či skal. Mohli také plachtit nebo se klouzavým letem pohybovat mezi korunami stromů. Tato dovednost se postupem času rozšířila ve schopnost aktivně létat pomocí mávání křídel. Existují ovšem i další hypotézy, které z fosilních nálezů vyvozují, že první nebyl ani klouzavý let, ani plachtění, ale právě mávání křídel. Plachtění mělo přijít až posléze.

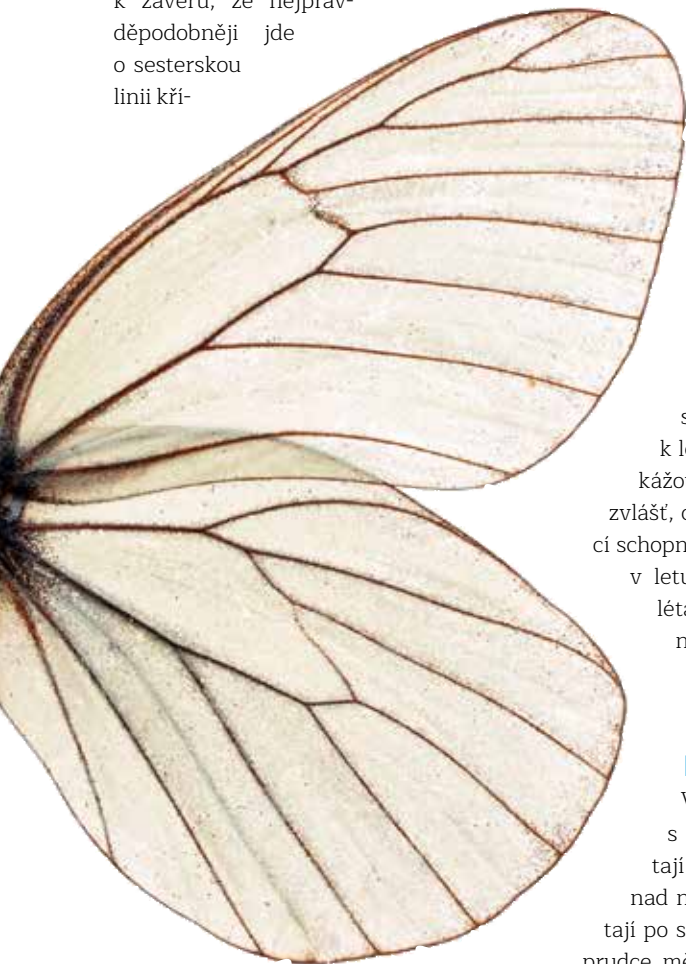
Ať už se vše odehrálo jakkoli, během zhruba 10 milionů let se ve spodní křídě (počínaje dobou asi před 145 miliony let) u předchůdců dnešních opeřenců objevily modifikace potřebné pro aktivní létání, počínaje opeřením přes typické postavení prstů až po změny ocasních obratlů.

V průběhu dalších milionů let evoluce vybavila ptáky křídly nejrůznějších tvarů, velikosti a plochy. Dovolují létat přesně podle toho, v jakém prostředí daný druh žije, jak si obstarává potravu, případně uniká predátorům.

ZÁKONY AERODYNAMIKY PRO PTÁKY I LETADLA

Aby pták vzlétl, musí vytvořit dostatečnou sílu, jíž překoná gravitaci a která mu současně umožní pohyb vpřed. K tomu všemu potřebuje křídla, i když velkou roli hrají též aerodynamický tvar těla, speciální rozložení peří, lehká kostra i výkonný dýchací systém. „Nezbytné jsou svaly, které dokážou pohybovat křídly natolik

”
Obdivuji ptáky,
když vidím, jakou
rychlostí letí třeba
k budce, kde
potřebují nakrmit
mláďata, a zastaví
se těsně před ní.
Z velké rychlosti tam
bezpečně přistanou.



rychle, aby při mávání vytvořila potřebný vztlak a tah – jinak by ptáci nepřekonal-li zemskou tíži. Třeba těžká domácí husa nevzlétne, protože její svaly nezvládnou tělo unést,“ vysvětluje Rudolf Dvořák, emeritní pracovník Ústavu termomechaniky AV ČR.

Celý profesní život se zabýval aerodynamikou lopatkových strojů, ale i obtékáním křídel letadel a aerodynamickými jevy s tím spojenými. To ho přivedlo ke studiu těchto jevů u křídel ptáků, hmyzu a netopýrů. Své poznatky shrnul do knihy *Jak létají*, kterou v roce 2015 vydalo nakladatelství Academia.

Z aerodynamického pohledu je podle Rudolfa Dvořáka důležité, že jsou ptačí křídla v příčné řezu prohnutá a umožňují nastavit potřebný sklon vůči směru pohybu (úhel náběhu). „Rozdíl tlaku při pohybu křídla na jeho spodní a horní straně představuje vztlakovou sílu, která kompenzuje sílu tíže a umožňuje let.“ Jakmile však křídla klesnou dolů, vztlak i tah mizí. Pták je proto musí co nejrychleji a s co nejmenším odporem opět vrátit do horní polohy. Nejenže při tom mění jejich tvar, ale zapojuje do procesu i peří. Jednotlivá pera se při pohybu křídla dolů uzavřou a vytvoří pevnou nosnou plochu. „Ovšem když je potřeba křídla opět rychle zdvihnout, pera se rozestoupí podobně jako lamely žaluzií, čímž se minimalizuje odpor a usnadní pohyb vzhůru,“ říká Rudolf Dvořák.

Rychlost a výška letu závisejí nejen na frekvenci a způsobu mávání křídel, ale i na náhlých změnách jejich tvaru a náklonu. Když se křídla pohybují nahoru a dolů, vzniká za nimi vírová řada, která působí silou ve směru pohybu a žene ptáka kupředu. Účelný pohyb křídel pomáhá též udržovat rovnováhu při letu, zatáčet, brzdit, zrychlovat či zpomalovat. Ptáci dokážou křídla vhodně prohnout, natáčet a lomit. Jejich třepotáním se umějí zastavit téměř na místě nebo s nimi naopak prakticky nepohybovat a využívat vzdušných proudů k plachtění.

Neméně významnou aerodynamickou úlohu má i ocas. „V některých případech fungují roztažená ocasní pera jako vztlakové klapky u letadel,“ dodává Rudolf Dvořák.

Ptáci mají jednoduše zákony aerodynamiky vrozené. Umí jich mistrně využít i k tak obdivuhodnému manévru, jako je přistání. Rudolf Dvořák na obrázcích demonstruje, že přistávající pták nikdy nenalétává přímo na cíl, ale jakoby těsně pod něj. Nejprve nastaví křídla i plně rozevřený sklopený ocas tak, aby plnou plochou působila jako aerodynamická brzda proti směru pohybu. „Těsně před dosednutím zvedne prudce ocas (jako letadlo, když přitáhne výškovku), zpomalí se a vyletí vzhůru, až se vlivem tíže zastaví těsně nad cílem a jemně na něj dosedne.“ Vše se samozřejmě odehraje v desetinách nebo dokonce setinách sekundy.

LETADLA NENAPODOBUJÍ LET PTÁKŮ

Podle Rudolfa Dvořáka je veškeré létání ptáků, hmyzu i letadel (včetně těch nejtěžších) dá v zásadě vysvětlit pomocí Newtonových zákonů o síle jako příčině pohybu a o principu akce a reakce. Jakýkoli „letec“ musí z okolního prostředí zachytit a urychlit směrem k zemi takové množství vzduchu, aby jeho hybnost vyrovnala sílu tíže letce. Tah pro překonání odporu vzduchu a pohyb vpřed zajišťují ptákům pohyblivá křídla, letadlům s pevnými křídly pak motor.

Proto ztroskotali v průběhu staletí všichni nadšenci, kteří se neúspěšně pokoušeli vzlétnout pomocí různých konstrukcí kopírujících ptačí křídla. Neměli ve svých svalech potřebnou sílu k mávávému letu, který by jim umožnil nejen se vznést, ale také se pohybovat ve vzduchu. Až bratři Wrightové plně pochopili, že nemusejí mávat křídly. Potřebují však nejen vhodně nastavené křídlo s dostatečně velkou plochou, ale i pohonnou jednotku – vrtuli a motor. „Díky tomu postavili aeroplán těžší než vzduch schopný aktivního letu. Člověk se tak dokázal vznést do vzduchu ne silou svých svalů, ale silou svého ducha,“ připomíná Rudolf Dvořák.

Postupem času se letadla zdokonalovala. Zjistilo se, jak u nich zvýšit vztlak pomocí dostatečně velké plochy křídel a nejrůznějších klappek. „Teprve zpětně zjišťujeme, že totéž vlastně ptáci od ▶

REKORDMANI HMYZÍ ŘÍŠE



Monarcha stěhovavý

Danaus plexippus

Ze svých zimovišť v Mexiku do líhnišť v Severní Americe a Kanadě (a na zimu zpět) uletí až 4000 km. Byl pozorován i v kilometrové výšce. Během migračního cyklu se vystřídá několik generací.



Saranče stěhovavá

Locusta migratoria

Při hromadném stěhování dokáže za pomoci větru urazit za den až 200 km. Tvoří hejna o velikosti zhruba od jednoho až do několika desítek, nebo dokonce stovek km², na 1 km² může být 40 až 80 milionů jedinců.



Komár pisklavý

Culex pipiens

Za noc může uletět až 10 km a dosáhnout rychlosti 1,5 km/hod. Silnější vítr jej však může odfouknout. Samička mává křídly pomaleji než sameček – asi 500x za sekundu. Vydává proto o něco nižší tón než její pisklavý partner.



Vážky

Odonata

Patří k nejpozoruhodnějším letcům v říši hmyzu. Mají dvě řady křídel, s nimiž dokážou pracovat nezávisle, když obě samostatně vytvářejí vztlak a tah. Mohou létat dopředu i dozadu, zastavit se, téměř na místě změnit směr, aniž by musely měnit polohu těla, a vznášet se takřka kolmo vzhůru.

samého začátku uměli a přirozeně mají zabudováno ve stavbě svých křídel," objasňuje Rudolf Dvořák. Není tedy podle jeho slov pravda, že jsme se všechno kolem létání naučili od ptáků. Spíše si dnes pohledem na ně ověřujeme správnost našich postupů v letectví. „Divám se při přistávání letadla na jeho křídlo, jak se rozevírá, vysouvají se klapky a otevírají otvory, jimiž bych prolezl. Vše se různě natáčí – a letadlo se díky tomu drží ve vzduchu.“

Podobné prvky, jako mají letadla ke zvýšení vztlaku nebo jako brzdicí klapky pro zvýšení odporu, ovšem využívají – jak už bylo řečeno – i ptáci, kteří mění nosnou plochu křídel jejich různým nastavením a využíváním ocasních per. „Nicméně v letectví jsme tyto techniky vyvinuli naprosto nezávisle,“ uzavírá Rudolf Dvořák. To však neznamená, že bychom se letem ptáků a také hmyzu nemohli inspirovat. Kupříkladu při vývoji mikroletadel využívajících principu létání hmyzu či kolibříků.

PTÁCI NA TAHU

Asi nejčastěji obrácíme oči k obloze, když vidíme obrovská hejna stěhovavých ptá-

ků táhnout tisíce kilometrů do zimoviště nebo se zjara neomylně vracet zpět na hnízdiště. Lidé si ptačí migrace všimli odedávna. „Aristoteles se prý domníval, že ptáci přes zimu hibernují. Třeba vlaštovky se zahrabou do bahna a v něm přečkají zimu. Alternativní hypotéza tvrdila, že ptáci mutují z jednoho druhu v jiný. Kukačka se na podzim změni v krahujce, v této podobě přečká zimu a na jaře se opět promění zpátky,“ připomíná s úsměvem Petr Procházka z Ústavu biologie obratlovců AV ČR.

Proč se ale vůbec ptáci přesouvají z jednoho konce zeměkoule na jiný? Naučili se totiž využívat sezonních výhod mírného pásma, kde je daleko méně predátorů než v tropech, v létě hojnost potravy a delší den, takže se zde dá vychovat více mláďat. Navíc – navzdory obecnému přesvědčení – tah sám nepředstavuje pro ptáky nadměrné riziko. Jsou k němu uzpůsobeni a nepůsobí jim významnější ztráty. „Samozřejmě pokud nepřijde náhlá vlna nepříznivého počasí nebo nenarazí na nějakou překážku. V současnosti je jednou z velkých hrozeb světelné znečištění,“ připouští Petr Procházka.

Dříve se poznatky o tom, jak daleko a kudy ptáci pravidelně táhnou, získávaly v první řadě kroužkováním. Moderní technika (nejprve satelitní vysílače připojované na tělo větších ptáků a především v nedávné době malícké geolokátory vhodné i pro drobné pěvce) však dodala fascinující informace, kdy se přesouvají či zda a kde odpočívají.

MIGRACE SE MĚNÍ

Geolokátor zaznamenává intenzitu světla: z ní lze určit dobu východu a západu slunce v různých částech naší planety a délku dne v různých částech roku. Podle těchto údajů lze stanovit přibližnou zeměpisnou polohu daného opeřence. „Podařilo se nám takto sledovat několik druhů a získat zajímavé výsledky, kde které populace zimují.“ Petr Procházka a jeho kolegové také poprvé experimentálně prokázali, že drobní pěvci, kteří při přeletu Sahary v naprosté většině táhnou v noci (ohrožuje je méně predátorů a neztrácejí tolik vody jako ve dne), často prodlužují noční cestu ještě do světlé části dne.

Moderní technika umožňuje měřit kromě intenzity světla rovněž atmosférický

TYPY PTAČÍCH KŘÍDEL PODLE TVARU A ZPŮSOBU LETU



Eliptická

Dovolují snadné manévrování v omezeném prostoru. Obvykle nemají velké rozpětí, takže je najdeme u většiny malých ptáků, jako jsou červenky nebo vrabec, kteří hnízdí v lesích, remízcích a křovinách a musejí se prodírat vegetací. Zakulacená křídla mají i ptáci, kteří potřebují rychle vzlétnout, často prakticky kolmo, aby unikli predátorům, jako třeba bažanti či křepelky. Krátká široká křídla slouží k rychlému manévrování v hustém porostu, např. krahujcům. Nejsou však vhodné pro delší namáhavý let.



Vysoce štíhlá

Velice rychlý let využívají např. vlaštovky nebo někteří mořští ptáci. Dlouhá zašpičatělá křídla pomáhají spouštět se za potravou z velkých výšek, nebo dokonce i pod vodní hladinu. Poštolce umožňují třepotavý let, při kterém se drží ve vzduchu na jednom místě a jakmile zahlédne kořist, zaútočí na ni střemhlavým letem. Podobně je tomu u rybáka, který se vrhá střemhlav dolů chytat ryby blízko u hladiny. Štíhlá křídla albatrosa stěhovavého mají největší rozpětí ze všech současných ptáků – v průměru přes tři metry.



Široká obdélníková

Vyznačují se jimi velcí ptáci, třeba supi, kondoři, orli a další, kteří dokážou využívat větru či teplých stoupavých proudů v blízkosti skal nebo vzhledných proudů na náběžné straně mořských útesů. Pomalu létají nebo plachtí ve velkých výškách téměř bez vynaložení námahy, neztrácejí velkou energii máváním křídel. Teprve když spatří kořist, spustí se za ní dolů. Na koncích křídel mají dlouhá pera – ruční neboli primární letky, které jsou při letu prstovitě roztažené, čímž se snižuje indukovaný odpor.



Rychlá špičatá

Většinou kratší s velkou frekvencí mávání jsou vlastní nejrychlejším ptákům včetně sokola stěhovavého; kratší najdeme i u kachen či alek, jimž slouží i k pohybu pod vodní hladinou. Alky se mohou ponořit až do hloubky 100 m. Křídla mají v poměru k velikosti těla malá, takže jimi musí při letu mávat velmi rychle. Podobně křídla papuchalků jsou primárně uzpůsobená k plavání a potápění, kdy jim slouží jako pádla. Aby se udrželi ve vzduchu, musí papuchalkové mávnout křídly až 400x za minutu. Přesto dokážou dosáhnout rychlosti přes 80 km/h.

Typů křídel je hodně. Podle způsobu života a opatrování potravy jsou natolik specializovaná, že konkrétní pták v jiném prostředí nemusí přežít. Kdyby se třeba vyměnil albatros se supem, což jsou oba výborní státičtí plachtaři s velkým rozpětím a malým aerodynamickým zatížením křídel, sup by nad mořem zahynul a stejně tak albatros nad zemí.

tlak, teplotu a zrychlení v trojrozměrném prostoru. Z toho se dá odhadnout výška letu, jestli sledovaný pták odpočíval, poskakoval ve vegetaci nebo letěl jedním směrem, tedy jestli byl na tahu.

Se změnou globálního klimatu se mění i migrační zvyklosti. „Například západoevropská populace čápa bílého, která klasicky směřovala minimálně do Maroka nebo ještě dál do západní Afriky, už v dnešní době zůstává ve Španělsku a přizívuje se na skládkách,“ upozorňuje Petr Procházka.

Je známo, že se sýkory ze severu na zimu posouvají k nám a naše kousek na jih. Někteří kosi se urbanizovali, protože ve městech je vyšší teplota, méně predátorů a více potravy. Kupříkladu v Praze už nacházíme stále, nemigrující populace. Ovšem na venkově hnízdí stále ještě kosi, kteří přezimují v severní Itálii nebo v jižní Francii. „Nejzajímavějším případem je asi pěníce černoohlavá, jejíž některé populace si vytvořily poměrně netradiční zimoviště ve Velké Británii, protože tam lidé ptáky v zimě masivně přikrmují.“ Mnohé druhy, jako bělořit šedý, jsou naopak velice konzervativní a stále táhnou obrovskými oklikami podle svého historického šíření po zeměkouli.

CO SE DĚJE V TĚLE TAŽNÉHO PTÁKA

Kromě podrobné znalosti migračních tras a důležitých tahových zastávek by se Petr Procházka a jeho kolegové chtěli dozvědět co nejvíce i o místech kritických pro

přežívání tažných ptáků. Co je ovlivňuje v rámci celého ročního cyklu? Kde jsou slabé body, jež mohou pro populaci představovat riziko? „Jde o poznání geografických slabin, míst s vysokou koncentrací ptáků, která jsou však ohrožená úbytkem vhodného prostředí. Třeba v místech tahových zastávek ve Středomoří se staví hotely pro turisty a podobně.“

Další otevřenou problematikou je dramatická proměna ptačího organismu před tahem. Budoucí migrant začne přijímat hodně potravy, založí si zásobu tuku a prochází celou řadou dalších fyziologických, hormonálních i neurologických změn. „Představte si, že když se letošní mládě drobných druhů osamostatní, často letí samo v noci, potmě a bez pomoci 3500 km někam jižně od Sahary. To znamená, že musí mít v těle zabudované jasné instrukce, co dělat, musí mít vrozené období tahového neklidu, směr tahu a podobně.“

Obdivuhodný je třeba budniček větší – váží 10 gramů, a přitom z východní Sibíře do východní Afriky uletí kolem 13,5 tisíce kilometrů! Obdobně rákosník velký uletí do Afriky a zpět 8000 kilometrů. „Využívá přitom příznivé vzdušné proudy, takže místy vystoupá do výšky až 3000 metrů. A to váží kolem 30 gramů,“ nešetří obdivem Petr Procházka: „Existují navíc záznamy, že někteří jedinci dosáhli dokonce až 6000 metrů.“ Neuvěřitelný výkon.

Na základě dat z geolokátorů a satelitní telemetrie vědci upřesnili též rychlost letu a vzdálenost, kterou různé druhy ptáků uletí za den. „Pozoruhodné ale je, že o jejich migraci stále víme tak málo,“ připouští Petr Procházka. Jde přitom o jev natolik komplexní, že zabere určitě ještě hodně let intenzivního výzkumu.

Už to, co o schopnostech ptáků, hmyzu a také netopýrů víme dnes, však nepřestává vzbuzovat obdiv a zároveň touhu také vzlétnout do nebeských výšin. □



REKORDY

ptačí říše

Téma | A / Věda a výzkum 3/2019

ALBATROS STĚHOVAVÝ *DIOMEDEA EXULANS*

Má největší rozpětí křídel – až 3,7 m.

RORÝS OBECNÝ *APUS APUS*

Extremně vytrvalý. Letem tráví v podstatě celý život. Během etu i spí, přijímá potravu, pije, páří se, sbírá hnízdní materiál. Létá prakticky nepřetržitě – s výjimkou doby, kdy samice sedí na vejcích a zahřívá mláďata. Když třeba přichází bouřka, rorýsi odletí i 1000 km mimo ni a pak se opět vrátí.

RYBÁK DLOUHOOCASÝ *STERNA PARADISAEA*

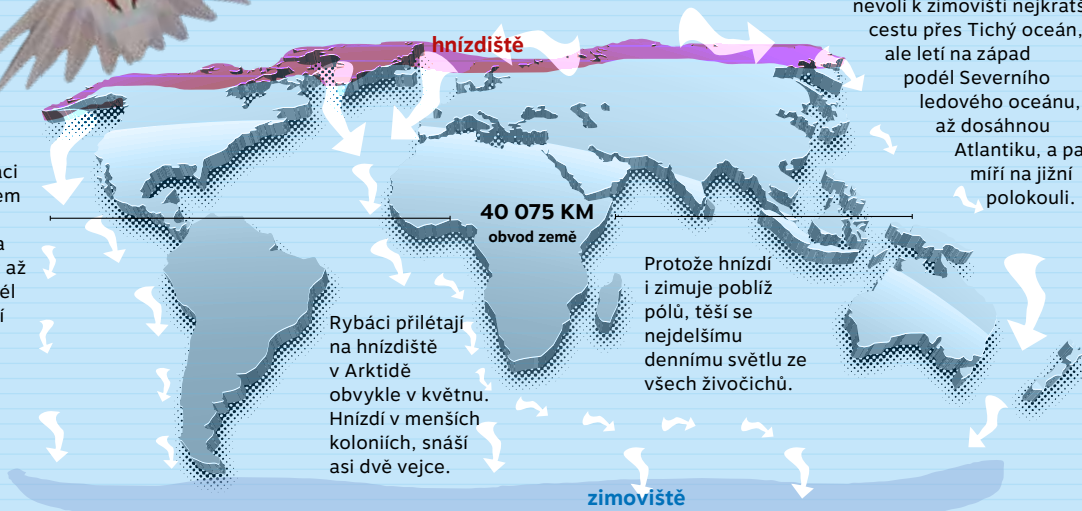
Zřejmě největší vzdálenosti překonává při tahu rybák dlouhoocasý: ročně uletí v průměru 70 až 80 tisíc km. Hnízdí v arktickém pásmu Evropy, Asie a Severní Ameriky, ale zimuje až v pobřežních vodách kolem Antarktidy a při tahu uletí v průměru přes 500 km denně. Jelikož se dožívá i víc než 30 let, může za svůj život uletět téměř 2,5 milionu km. Jako by třikrát letěl ze Země na Měsíc a zpět!

Rybáči z východní Sibíře nevolí k zimovišti nejkratší cestu přes Tichý oceán, ale letí na západ podél Severního ledového oceánu, až dosáhnou Atlantiku, a pak míří na jižní polokouli.

Do zimovišť rybáči odlétají už koncem července, nejvíc se jich vydává na tah v srpnu, část až v září. Létají podél pobřeží, přelétají ale i Atlantik a přezimují až v pobřežních vodách kolem Antarktidy.

Rybáči přilétají na hnízdiště v Arktidě obvykle v květnu. Hnízdí v menších koloniích, snáší asi dvě vejce.

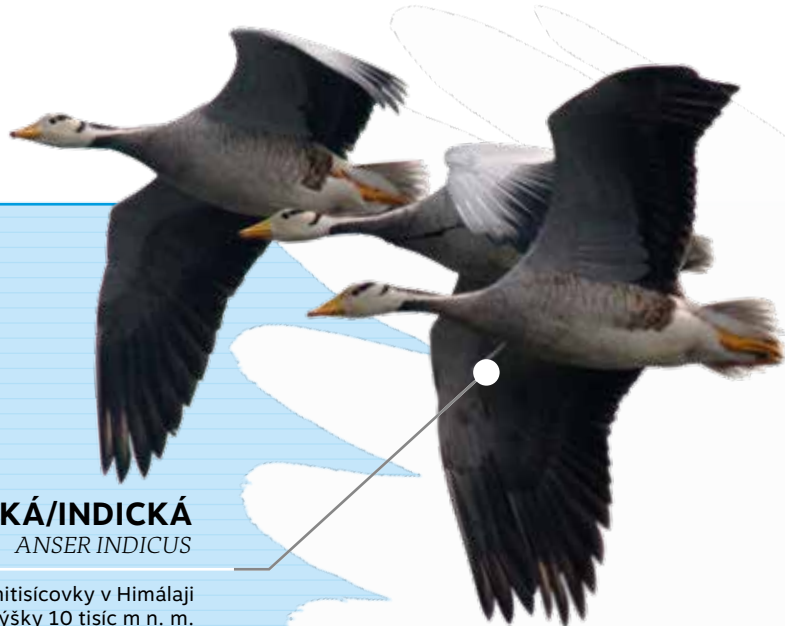
Protože hnízdí i zimuje poblíž pólů, těší se nejdélšímu dennímu světlu ze všech živočichů.



KALYPTA NEJMENŠÍ

MELLISUGA HELENAE

Tento maličký druh kolibříka má nejmenší rozpětí – v průměru pouze 3,25 cm. Kolibříci mají křídla zároveň nejrychlejší – mávnou jimi až 200x za sekundu.



HUSA TIBetskÁ/INDICKÁ

ANSER INDICUS

Musí přeletět osmitisícovky v Himálaji a vystoupá až do výšky 10 tisíc m n. m.

SOKOL STĚHOVAVÝ

FALCO PEREGRINUS

Někteří ptáci jsou schopni krátkodobě vyvinout rychlost až 350 km/h. Zatím nejvyšší byla zaznamenána u sokola stěhovavého při střemhlavém letu – 389 km/h.



MIGRACE PTACTVA Z ČESKÉ REPUBLIKY

druh	zimoviště
čáp bílý	jižní i severní Afrika
drozd zpěvný	západní Evropa
dudek chocholatý	severní Afrika
holub hřivnác	jižní Evropa
husa velká	severní Afrika
hýl rudý	jižní Asie
konipas bílý	jižní Evropa
lejssek malý	západní Asie
lyska černá	jižní Evropa
racek chechtavý	západní Afrika
slavík obecný	severní Afrika
špaček obecný	jižní Evropa
vlaštovka obecná	jižní Afrika
volavka popelavá	západní Afrika

Migrační rozhraní se nachází na 16°30' východní délky, což odpovídá přibližně poloze České Třebové.

JÍŘIČKA MODROLESKLÁ

PROGNE SUBIS

Geolokátory připevněné na záda jjiříček modrolesklých před jejich letem ze zimovišť v tropech do hnízdišť v Pensylvánii ukázaly, že se tyto ptáci vracejí z jihu domů rychlostí i více než 550 km za den. Jedna z jjiříček urazila za 13 dnů dokonce 7500 km.

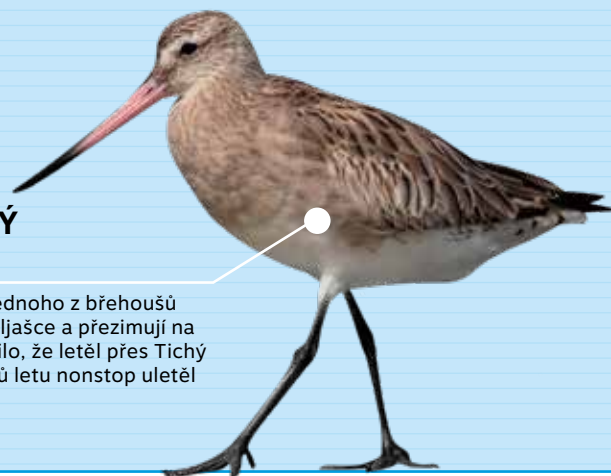


Ptáci se z České republiky vydávají k jihu různými směry. Pokud žijí východně od oblasti kolem České Třebové, volí cestu k jihu přes Maďarsko a Balkán, kdežto ptáci na západ od tohoto migračního rozhraní se vydávají přes Itálii.

BŘEHOUŠ RUDÝ

LIMOSA LAPPONICA

Satelitním sledováním jednoho z břehoušů rudých, kteří hnízdí na Aljašce a přezimují na Novém Zélandu, se zjistilo, že letěl přes Tichý oceán a během osmi dnů letu nonstop uletěl 11 600 km!



JAK ZARUČIT bezpečný let

Všechny součásti letadel, od motoru až po poslední nýtek na trupu, musí spolehlivě vydržet nesmírně náročné podmínky provozu. **Sebemenší porucha totiž může mít fatální následky.**

Obvykle letadlo stojí na letištní ploše se studeným motorem. Pak vzlétne a motor se rychle zahřeje na vysoké teploty a zatíží. Po pár hodinách přistane, motor opět zchladne – a tak stále dokola. Lopatky turbín přitom musí vydržet nejen obrovské teplotní rozdíly, ale také působení velikých odstředivých sil v důsledku velmi vysokých otáček a vibrací. Míjejí totiž pevný bod až 20 000× za sekundu. Rozkmitávají se, což může vyústit ve vznik trhlin a lomů s katastrofálními důsledky. Jejich povrch navíc může poškozovat nasávaný písek z pouští a sopečný prach, případně střet s ptákem. Trup letadla zase musí odolat nízkým teplotám a změnám tlaku vysoko nad zemí. V takových extrémeh jen tak nějaký materiál neobstojí!

SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY SUPERSLITIN

Dobrat se podstaty poškození a navrhnout nové lepší materiály se snaží na několika pracovištích Akademie věd ČR. Kupříkladu v Ústavu fyziky materiálů AV ČR se zabývají mj. monokrystalickými niklovými superslitinami. Ty se nejlépe osvědčují u turbín motorů letadel, v nichž se teplota za provozu šplhá přes 1000 °C, neboť ani za vysokých teplot neztrácejí příliš ze své pevnosti. Niklové superslitiny jsou velmi komplexní materiály a k dosažení co nejlepších vlastností se legují: to znamená, že se k nim přidávají další prvky, nejčastěji chrom, kobalt, hliník, titan, wolfram a tantal. Při hodně vysokých teplotách nastupují kobaltové slitiny. Právě super-

slitiny rozhodují o výkonu a životnosti motorů, jejich spolehlivosti i maximální rychlosti letu, protože jsou osazovány do kritických míst turbíny s nejvyššími pracovními teplotami, jako jsou lopatky či spalovací komory. Zejména díky zpevňujícím částicím, tzv. precipitátům, které obsahují kromě niklu především hliník a titan a u nejnovějších superslitin páte generace v menší míře i vzácné a těžké prvky, vydrží materiál vysoké teploty.

Stejně jako ostatní konstrukční materiály i superslitiny často obsahují různé defekty zkracující jejich životnost. Aby vydržely neustálé teplotní změny a mechanické namáhání (tzv. cyklické termomechanické namáhání), musí se chránit speciálními vrstvami, které mají malou tepelnou vodivost, jsou odolné vůči korozi a teplotním šokům. Různými komplexními povrchovými úpravami se dá oddálit únava materiálu a jeho degradace, koroze, oxidace, důsledky dopadů částic nebo nečistot ve žhavých plynech a podobně.

Existuje několik typů povrchových úprav založených na různých technologiích. Patří mezi ně difuzní povlaky či vrstvy, kdy se na základní materiál neboli substrát nanese vrstvička obsahující prvek, jímž je potřeba hlavní materiál obohatit. Pak se vše vystavuje vysoké teplotě. „Atomy z povlaku difuzí částečně přejdou do substrátu – a z něj naopak přecházejí jiné atomy do povlaku,“ vysvětluje Karel Obrtlík z Ústavu fyziky materiálů AV ČR. Nakonec mezi základním materiálem a povrchovou vrstvou přestane být ostrá hranice (neboli rozhraní) a vytvoří se přechodná, tzv. difuzní vrstva. Tím se dál zvyšuje oxidační a korozní odolnost základního materiálu, popřípadě se zacelují povrchové vady. ▶

Dále se využívají keramické povlaky nanášené na povrch, který není hladký, ale cíleně se zdrsňuje tryskáním, ostrými korundovými částicemi apod. Díky tomu do sebe částičky povlaku a substrátu jakoby „zapadnou“. Odborníci mluví o vytvoření mechanických zámeků.

Výsledkem těchto postupů jsou tzv. termální bariéry. Jde o keramické vrstvy sloužící k ochraně základního materiálu před vysokými teplotami. K nanášení na niklové superslitiny se používá plazmový nástřík. Na základní materiál se nejdříve nanese kovový vazebný povlak, který má kompenzovat odlišné mechanické vlastnosti substrátu a nejvrchnější keramické vrstvy. Na vazebný povlak se pak deponují keramické vrstvy požadovaných vlastností.

„Kov a keramika mají rozdílné koeficienty teplotní roztažnosti. Kdyby se na sebe nanasly přímo

a materiál se zahřál na provozní teplotu, mohlo by dojít k oddělení povlaku od substrátu nebo by mohl povlak různě praskat, což samozřejmě nechceme,“ vysvětluje specialista na termální bariéry Ivo Šulák z Ústavu fyziky materiálů AV ČR.

PLAZMA POMÁHÁ CHRÁNIT KOVOVÉ ČÁSTI LETADEL

Díky keramické vrstvě chráníci motor se dá zvýšit teplota spalování, a tedy snížit spotřeba paliva a zlepšit efektivita motoru. „Kdyby se však zvyšování teploty přehnal, ochranný nástřík se z lopatek oloupe,“ varuje Radek Mušálek z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR. I tam se badatelé snaží zdokonalovat plazmové nástříky s cílem vylepšit strukturu ochranných vrstev tak, aby

Radek Mušálek

vyhověly rostoucím nárokům. Využívají k tomu metodu plazmového stříkání práš-

„
Povrchové inženýrství dnes už od ochranných nástříků vyžaduje hned několik funkcí. Toho se nejlépe dosáhne tím, že začnete ochranné vrstvy kombinovat.



Experimentální uspořádání pro zkoušky termomechanické únavy superslitiny s termální bariérou. Střední část zkušebního vzorku (rozžhavená žlutooranžová oblast) upevněného v čelistech se indukčně ohřívá na teplotu 900 °C.

3D TISK

V Ústavu fyziky materiálů AV ČR se intenzivně věnují materiálům připravovaným 3D tiskem. „Touto metodou se dají zhotovit tvary klasickým obráběním nedosažitelné, s různými vnitřními kanálky, tuny a podobně. Při tisku není třeba žádné obrábění, což znamená významnou úsporu drahého materiálu,“ říká ředitel Ludvík Kunz. Zdálo by se – ideální technologie. Jenže do hry vstupují parametry, které mohou vyvolat výskyt defektů uvnitř i na povrchu materiálu.

Také struktura tištěných kovových materiálů je úplně jiná než těch, jež se vyrábějí klasicky. Je tedy zřejmé, že tato progresivní technologie vyžaduje nové poznatky o chování materiálu, vzniku a šíření trhlin.

ků, suspenzí nebo nejnovější postup zvaný plazmové stříkání roztoků. Ve třetím případě se do plazmatu nevpravuje předem připravená sloučenina, ale jednotlivé chemické látky, které spolu za vysokých teplot reagují. Přímou během depozice na konkrétní podklad tak vzniká požadovaný materiál s jedinečnými vlastnostmi.

„Povrchové inženýrství dnes už od nástříků vyžaduje hned několik funkcí. Toho se nejlépe dosáhne tím, že začnete vrstvy kombinovat,“ říká Radek Mušálek. V Ústavu fyziky plazmatu AV ČR se tedy vydávají směrem k přípravě tzv. vícevrstevných vrstev. Ty lze vytvořit kupříkladu smícháním dvou různých suspenzí, které společně dodají novou funkci, nebo postupným nástříkáním vrstvy A, na ni vrstvy B, dál C atd., přičemž každá nepatrně tenoučká vrstva má jinou funkci. Vrchní třeba chrání proti abrazi (mechanickému obrušování), kdežto spodní propůjčuje nízkou tepelnou vodivost, zvýšenou chemickou odolnost apod.

POUŠTNÍ PÍSEK A SOPEČNÝ POPEL

Pro letadla znamená velký problém let nad oblastmi s množstvím prachových částic ve vzduchu, např. nad pevnin-



PROČ JSOU OKÉNKA OBLÉHO TVARU

Moderní proudová letadla se pohybují ve větších výškách než dřívější vrtulová, jejich kabina tak musí být přetlakovaná. Původně byla okénka těchto letadel hranatá – jenže v každém rohu obecně dochází ke koncentraci napětí. „V nýtovaných spojích tak vznikaly trhliny, které se postupně šířily, až se roztrhl plášť letadla a to spadlo,“ říká Jan Klusák z Ústavu fyziky materiálů AV ČR. Právě proto se po několika takových haváriích začala okénka letadel dělat kulatá nebo oválná.

skou Čínou či Afrikou. Prach v leteckých motorech totiž působí jako brusivo a poškozuje povrch lopatek včetně pečlivě připravených termálních bariér. „Jakmile se částice vulkanického původu nebo písky unášené větrem z pouští nasají do motoru, roztaví se právě na ochranných keramických vrstvách. Nejenže je dokážou při vysokých teplotách rychle narušit, ale vytvoří skelný povlak zatékající až do pórů keramiky,“ vysvětluje Radek Mušálek. „Tím se snižuje pórovitost keramiky a nežádoucím způsobem roste tepelná vodivost. Když motor vychladne, může se v důsledku rozdílné tepelné roztažnosti keramické vrstvy a skla ochranná vrstva oloupat.“ Pomoci by mohlo používání celokeramických lopatek, které ovšem potřebují zcela jinou ochranu, například proti koroznímu působení vodní páry.

Také Ivo Šulák se zaměřil na výzkum speciálních, tzv. gradientních povlaků obsahujících více mezivrstev. S kolegy už navrhl povlaky na bázi barya, hořčíku, hliníku a křemíku, resp. oxidů těchto prvků, které by měly odolat agresivnímu prostředí a též degradačnímu působení prachových a pískových částic po dopa-

du z okolního prostředí. Ve spolupráci s kolegy z CEITEC VUT v Brně a z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR je testují, jestli dlouhodobě vydrží vysoké teploty.

Vzorky se vkládají do pece a opět vytahují dvacetkrát až padesátkrát; celkově v peci setrvávají 100–500 hodin. Tím se definuje základní oxidační odolnost povlaku. Pokud je výsledek uspokojivý, vzorků se opět ujmou odborníci z Ústavu fyziky materiálů AV ČR a po různé dlouhou dobu povlaky testují při termomechanickém namáhání. Tyto složité experimenty mají ověřit, jestli má vůbec smysl nový povlak nanášet. I kdyby totiž měl sám o sobě výborné ochranné schopnosti vůči vnějším vlivům, mohl by zhoršit únavovou životnost samotného substrátu, resp. samotné lopatky.

KOMPOZITY, KERAMICKÉ MATERIÁLY A 3D TISK

Plášť letadel se již dnes vyrábějí i z kompozitních materiálů, různé další komponenty pak z velmi lehkých slitin. Jednou z možností, jak ještě vylepšit jejich kvalitu, je upravit jejich povrch vysokoenergetickým laserovým svazkem. „To dovedou kolegové v laserovém centru HiLASE, se kterými spolupracujeme v rámci Strategie AV21. My umíme stanovit, jestli se tím vylepšily, nebo zhoršily únavové vlastnosti či jak se změnila struktura materiálu,“ poukazuje na širší spolupráci mezi různými pracovišti Ludvík Kunz, ředitel Ústavu fyziky materiálů AV ČR.

Pro jeho kolegu Jaroslava Poláka byl jedním z nejzajímavějších projektů výzkum kompozitního materiálu obsahujícího

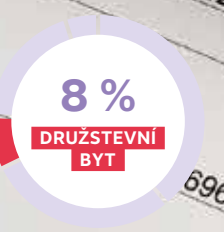
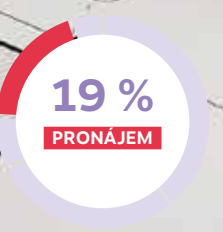
hliník a skleněná vlákna. „Když v materiálu začne vznikat únavová trhlinka, nejprve roste pomalinku, ale poté se rychle zvětšuje. Skleněná vlákna však její šíření zadržují, protože ji přemostují, a trvá delší dobu, než se sama také opotřebují.“ V důsledku toho je rychlost šíření trhliny stálá, takže se dají spolehlivěji plánovat servisní prohlídky. Finanční úspora je nezanedbatelná, jelikož se materiály na bázi hliníku a skleněných vláken používají pro konstrukci celého draku letadla. Dnes ovšem jejich místo začínají přebírat ještě kvalitnější a pružnější polymerní materiály s uhlíkovými vlákny.

Snahou vědců, konstruktérů i výrobců je samozřejmě co nejdříve využít nejnovější výsledky výzkumů v praxi. V letectví to však není tak snadné. I když se podaří najít materiály pevnější, odolnější vůči prudkým změnám teplot, únavě či nepříznivým vnějším vlivům, není zdaleka vyhráno. Než se z nich začnou vyrábět součásti do letadel, uběhne dlouhá doba. Mnozí letečtí konstruktéři se totiž zdráhají vyměnit dosud fungující materiály za jiné, sice lepší, ale v praxi zatím nevyzkoušené – a nelze se jim ani tolik divit. Jejich prvořadým zájmem je přece bezpečnost. Je proto nezbytné, aby vědci do nejmenších podrobností popsali všechny mechanismy související s únavovými poruchami, pevností, odolností, strukturou a dalšími vlastnostmi nových materiálů. Rozhodující slovo tudíž budou mít další vědecké experimenty a dlouhodobé testování nových materiálů. □

Kupodivu u plazmově stříkaných termálních bariér je výskyt určitého množství mikroskopických defektů (trhlin a pórů) velmi žádoucí. Snižují totiž teplotní vodivost těchto vrstev a zlepšují jejich odolnost proti teplotním šokům.



JAK BYDLÍ ČEŠI?



Zdroj: ČSÚ, 2018

BYDLENÍ, VĚC VEŘEJNÁ

Najít v Praze bydlení za dobrou cenu, ať už vlastní, či nájemní, je nesnadný úkol. **O mnoho lépe na tom nejsou ani další větší česká a moravská města.** Jak může dostupnosti bydlení pomoci vědecký výzkum?

Zatímco Belgičanům stačí k pořízení běžného bytu o velikosti 70 m² necelé čtyři průměrné roční platy, Italové si musejí připravit přes šest ročních platů a Britové dokonce téměř 10. Zdá se vám to hodně? Jenže to ještě nic není... rekordmany v tomto směru jsou totiž Češi. Pro koupi nového bytu si musíme připravit více než 11 průměrných ročních platů – nejvíce v Evropě.

Pokud si chceme pořídit byt v hlavním městě, musíme sáhnout do kapsy ještě hlouběji. Z dat společnosti Deloitte, která situaci dlouhodobě monitoruje, vyplývá, že Pražané vydělávají na vlastní bydlení téměř 15 let! Současná situace na trhu s bydlením v České

republice vůbec není optimistická. Ceny nemovitostí i pronájmů se šplhají do horentných výšin a lidé s průměrnými příjmy, kteří aktuálně na trh vstupují, mají jen nepatrnou šanci si vlastní bydlení pořídit – především v Praze a některých dalších velkých městech.

Jak zajistit dostupné bydlení? Tuto otázku si pokládá Tomáš Samec ze Sociologického ústavu AV ČR. Odpovědi nabízí ve stejnojmenné publikaci a na webových stránkách.

Podle něj existují strukturální a kulturní příčiny, proč jsme se ve stávající situaci ocitli. Nejen v Evropě, ale na celém světě je tendence k tomu, co nazýváme financializace bydlení. Jinak řečeno, z bydlení se stává investice, kam ▶

mohou velcí institucionální investoři nebo fondy, ale i obyčejní lidé ukládat volně prostředky. Roli sehrála také privatizace státního, respektive obecního bytového fondu. „Struktura bydlení je nastavena tak, že máme většinu vlastnického bydlení, menší část soukromého nájemního, trochu družstevního a nejmenší část obecního bydlení,“ upřesňuje a dodává, že nemovitosti by primárně neměly být vnímány jako investice. Když do nich totiž začnou investovat fondy nebo institucionální aktéři, kterým jde v první řadě o co nejvyšší zisky z pronájmů, tlačí ceny nahoru.

KDO ZA TO MŮŽE?

Ve srovnání s jinými velkými městy rostlo nájemné v metropoli mnohem rychleji. Od roku 2010 se podle Českého statistického úřadu a studie společnosti Deloitte jeho hladina zvýšila v Praze o zhruba 50 %, stejně jako ceny bytů. Průměrný měsíční nájem za metr čtvereční dosahuje už více než 300 korun (za sedmdesátimetrový byt tedy okolo 21 tisíc korun, a to bez služeb a energií). Nejhuře je na tom širší centrum. Pokud hlavní město srovnáme s dalšími evropskými velkoměsty, rovněž nedopadne zrovna nejlépe. „Praha je atraktivní, protože poskytuje pracovní a studijní příležitosti. Zároveň je ekonomickým centrem a místem, které

Nemovitosti by primárně neměly být vnímány jako investice.

přitahuje zahraniční investory. Nakupují nemovitosti s představou, že jejich cena poroste,“ popisuje Tomáš Samec důvody, proč je v hlavním městě tak vysoká poptávka po koupi bytů i jiných prostor. Dodává, že odhadovat, jaký vliv mají zahraniční investice na celkový trh, jde jen stěží, protože nemáme k dispozici tvrdá data.

Díky poměrně přesným statistikám na portálu AirDNA se o něco lépe dá odhadnout efekt krátkodobých pronájmů a turismu, například tolik diskutované služby Airbnb. V současné době se v Praze touto formou pronajímá přibližně 12,5 tisíce bytových jednotek, především v centru a čtvrtích, jako jsou Vinohrady, Žižkov či Smíchov. Nabídka rekreačních podnájmů ovlivňuje především dlouhodobé nájemní bydlení. „Byty, kde dříve žili například studenti ve sdíleném ubytování nebo středostavovské rodiny, z trhu mizí, a to žene nájem nahoru,“ podotýká Tomáš Samec. K tomu je třeba připočítat i další negativa, která se promítají do kvality života nejbližších sousedů: hluk, vyšší spotřeba energií a vody, celkově vyšší náklady. Řešení? Transparentní regulace krátkodobé

ho pronajímání, například formou progresivního zdanění majitelů většího počtu nemovitostí.

Ačkoli za Paříží či Londýnem (dvěma nejdražšími evropskými městy) Praha stále pokulhává, v nedostupnosti bydlení předstihla velkoměsta jako Brusel, Vídeň, Milán či Frankfurt. Proč tomu tak je? Na rozdíl od nás je v některých těchto městech silný segment nájemního a obecního bydlení, který poptávku rozfedi. Rozdílly jsou i historické a kulturní. „U nás panuje představa, že dobře bydlet je možné jen ve vlastnickém bydlení. V nájmu to bude nevýhodné, nejisté,“ uvádí Tomáš Samec další důvody, proč ceny šplhají tak vysoko.

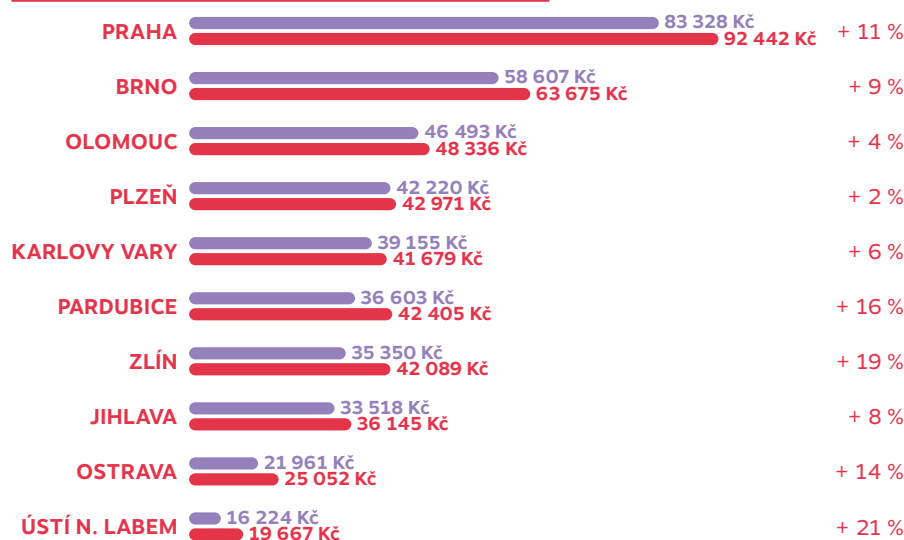
Z historického hlediska sehrála roli privatizace bytového fondu. Krátce po roce 1989 se obce v několika vlnách privatizace „zbavily“ svého majetku, který získaly převodem od státu. Praha prodala zhruba 85 % obecních bytů, jež si nájemníci koupili za velmi výhodné ceny hluboko pod tržní hodnotou. Obcím však nezbyly téměř žádné jednotky (v Praze jen asi 30 tisíc bytů), které by zájemcům mohli nabídnout v případě, že prodejní i nájemní ceny poženou nahoru. A to se stalo.

Podle Tomáše Samce by pomohlo, kdyby se obce znovu zhostily role poskytovatele jistého a kvalitního bydlení. „Když se chtějí mladí osamostatnit a založit vlastní domácnost, nemuseli by se hned uvazovat do hypotéky nebo být v neisté pozici nájemníka. V obcím by měli jistotu, že se budou takřikajíc dodržovat pravidla hry,“ dodává sociolog. Už se objevují první vlašťovky, Praha se snaží svůj obecní bytový fond kultivovat, opravovat, dokonce i rozšiřovat. Změny jsou však pomalé a bude to běh na dlouhou trať.

HOMO HYPOTHECUS

Úrokové sazby hypotečních úvěrů se v době finanční krize – před zhruba 10 lety – pohybovaly okolo 5 %. Od té doby klesaly, až se v roce 2015 dostaly na 2 % i méně. V současnosti jsou na úrovni okolo 3 %. „Ekonomice se dařilo, hypoteční úvěry byly levné, nebo je tak přinejmenším média a banky prezentovaly, a pro mnoho lidí představovaly nejlepší možnost, jak si pořídit vlastní bydlení,“

JAK VZROSTLY CENY BYTŮ ZA JEDEN ROK? (PRŮMĚRNÁ CENA V KČ ZA 1 M² BYTU)



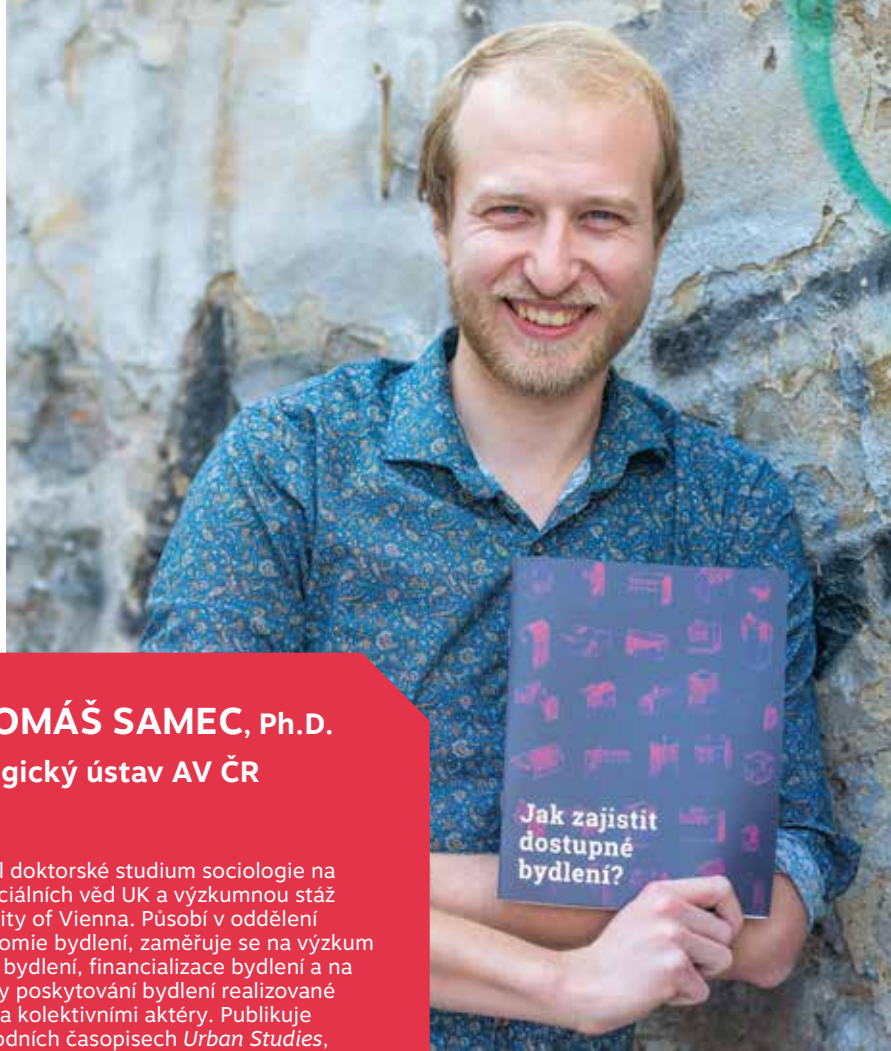
říká Tomáš Samec. Čím víc lidí si však hypotéku pořídilo, tím se zvyšovala poptávka po bydlení, která hnala ceny nahoru.

Tlak na člověka, aby bydlel „ve vlastním“, pramení podle sociologických výzkumů ze zažitých kulturních a generačních zvyklostí, utváří se už v rodinách. Placení nájemného lidé často vnímají jako „házení peněz z okna či cpaní peněz do kapsy někomu cizímu“. Ačkoli ještě před pěti či deseti lety bylo výhodnější financovat koupi bytu hypotékou, v současnosti se z ekonomického hlediska jeví lépe nájem. To se samozřejmě může opět změnit. Důležité je si uvědomit, že není automaticky dané, že „vlastnické bydlení (pomocí hypotéky) je vždy a za všech okolností to nejlepší“. Občanský zákoník navíc nabízí poměrně dobrou ochranu nájemníka.

„Neříkáme, co je lepší a co horší, záleží to na mnoha faktorech – v jaké situaci se rodina nachází, kolik má naspořeno, jestli jsou rodiče ochotní dětem finančně přispět, jaká je aktuální ekonomická situace,“ vypočítává Tomáš Samec. Velkou roli hraje i faktor mezigenerační výpomoci nebo dědictví. Lidé, kteří nemají rodiče vlastníci nemovitost, budou mít jinou startovní pozici než ti, kteří například něco zdědí. Nerovnosti se tak mezigeneračně reprodukuje.

INSPIRACE ZE ZAHRANIČÍ

Vlastnictví bytu a bydlení v nájmu ale nejsou jedinými dvěma možnostmi, jak vyřešit potřebu bydlení. I když je méně obvyklé, stále existuje také možnost bydlení družstevního. Přestože má v České republice punc něčeho zastaralého, známého z dob socialismu, v zahraničí je jednou z běžných forem sdíleného bydlení (označuje se jako commons). Družstevníci si kupují podíl v družstvu a to je právní entitou, která fakticky vlastní a spravuje bytový dům.



Mgr. TOMÁŠ SAMEC, Ph.D. Sociologický ústav AV ČR

Absolvoval doktorské studium sociologie na Fakultě sociálních věd UK a výzkumnou stáž na University of Vienna. Působí v oddělení socioekonomie bydlení, zaměřuje se na výzkum diskurzu o bydlení, financionalizace bydlení a na nové formy poskytování bydlení realizované veřejnými a kolektivními aktéry. Publikuje v mezinárodních časopisech *Urban Studies*, *Journal of Cultural Economy*, *Housing, Theory and Society*. Je editorem publikace *Jak zajistit dostupné bydlení?*, která je k dispozici online na dostupnebydleni.soc.cas.cz.

V Německu a Rakousku existují takzvané baugruppe, které jsou méně formální. Skupina lidí se rozhodne pro sdílené bydlení (nikoli ve společné domácnosti), vytvoří si stavební projekt, sdílí úvěr a samozřejmě také rizika. Čím více aktérů, tím více se riziko mezi ně rozloží, např. v případě ztráty zaměstnání nebo dlouhodobé nemoci. V Česku vznikla iniciativa Sdílené domy, jejíž členové založili sociální družstvo Vlaštovka, pilotní projekt sdíleného bydlení. „U nás ale narážíme na to, že banky nejsou připraveny poskytovat úvěr kolektivům. Hypotéka je pro firmu, developera nebo pro jednotlivce či domácnost,“ dodává Tomáš Samec. Navíc je založení a vedení družstva poměrně složité a administrativně náročné. Chybějí mechanismy, které by podobné záměry usnadnily.

S jiným řešením nedostupnosti bydlení přišel kanadský Vancouver. Zavedli zde

daň z prázdné nemovitosti. „Vancouver je emblematický příklad hodně přehřátého trhu s nemovitostmi. Zavedením daně se snaží regulovat spekulativní nákupy,“ vysvětluje Tomáš Samec. Mohla by se podobná daň uplatnit i v České republice? Počty prázdných nemovitostí u nás nejsou známy. Když se nedávno primátor Prahy Zdeněk Hřib snažil získat relevantní čísla, nepochodil. Určitě je však podobné zdanění jedním z možných řešení, které by pomohlo „ochladit“ poptávku po spekulativních investičních nákupech.

Situace není optimální, ale na druhou stranu nikoli neřešitelná. Na realitním trhu se totiž může stát cokoli. Jen málokdo by donedávna například věřil, že se cena bytu v Praze může za pět let zvýšit o polovinu. A přesto k tomu došlo. „Systém by měl být co nejvíce různorodý. Aby tu nebylo jen vlastnické a nájemní bydlení, ale i další alternativy – obecní, družstevní, družstevní s podporou obcí, sdílené...“ uzavírá Tomáš Samec, toho času sám nájemník. Pokud se tedy dokážeme vymanit ze zažitých stereotypů, může se i sen o dostupném bydlení stát realitou. □

Matematika KRÁSNÁ I UŽITEČNÁ

Potkáváme se s ní v obchodech, dopravě, elektrotechnice, strojírenství, stavebnictví, medicíně i v GPS a aplikacích Google. **Matematika...**

U školáků často neoblíbená, jako vědní obor neuvěřitelně komplikovaná. Tento pohled se neúnavně snaží změnit matematik Michal Křížek.

prof. RNDr. MICHAL KŘÍŽEK, DrSc.

Matematický ústav AV ČR

—
Je vedoucím oddělení konstruktivních metod matematické analýzy. Na kontě má bezmála 200 článků v odborných časopisech a 2200 citací (bez autocitací spoluautorů). Jeho kniha *Abelova cena – nejvyšší ocenění za matematiku* získala v červnu 2019 Cenu Josefa Hlávky za vědeckou literaturu. Stejný úspěch zaznamenal Michal Křížek už v roce 2010 s knihou *Kouzlo čísel*, kterou napsal s Lawrenceem Somerem a Alenou Šolcovou. Tato populárně-naučná publikace o matematice se v roce 2018 dočkala již třetího vydání. V říjnu 2013 obdržel za celoživotní dílo Cenu předsedy AV ČR za propagaci či popularizaci výzkumu, experimentálního vývoje a inovací.



Přednášíte, jste autorem populárně-naučných knih o matematice, rád ji popularizujete. Máte nějaký úspěšný návod, jak vysvětlovat tento obor žákům, studentům či veřejnosti?

Nejlépe praktickými příklady ze života, které dokládají, že bez matematiky by to opravdu nešlo. Byl jsem kupříkladu v nemocnici se zlomenou nohou. Společně se mnou tam ležel asi desetiletý chlapec – vážil kolem 30 kilogramů. Tři sestřičky mu potřebovaly nasadit antibiotika, jenže v návodu měly uvedenou dávku jen pro sedmdesátikilogramového dospělého člověka. Trojčlenkou se tedy snažily spočítat, kolik mililitrů mají chlápci dát. Jedné vyšlo asi dva a půl mililitru, druhé dva a třetí nevyšlo vůbec nic. Po chvíli se rozhodly, že podají raději nižší dávku. Chlapec naštěstí přežil. Třetí sestřičky jsem se poté zeptal, proč šla na zdravotní školu. Odvětila: „Protože tam není matika.“

”

Složitě rovnice se dříve řešily na mechanických kalkulačkách s klikou a ozubenými koly, kdy bylo třeba provést i miliony početních operací a neudělat chybu.

Poněkud smutný případ... Vybavíte si ještě jiný?

Poblíž obce Osečany jakýsi zemědělec špatně vypočítal množství postřiku na pole. Vyhubil tím včely v okruhu asi dvou kilometrů. Můj strýc si pro změnu objednal dřevo na střešní štíty, ale protože si nepamatoval vzorec pro plochu trojúhelníka, spočetl ji jako obdélník a na dvorku měl pak dvojnásobek materiálu, než potřeboval.

Určité elementární matematické nebo početní znalosti tedy očividně mít musíme. Ve škole se ale učí i složitější věci. Komplexní čísla, posloupnosti, funkce...

Máte pravdu, studenti se občas ptají, k čemu jsou komplexní čísla vlastně dobrá. Ale třeba obyčejný počítačový tomograf v nemocnicích by bez nich nefungoval. Nebo sinus a kosinus – v mo-

bilu je používáme všichni, ani o nich nevíme. Přitom JPEG formát fotografii využívá šachovnice o rozměru 8×8 pixelů, na kterou aplikuje diskrétní siny a kosiny. Je tak velice jednoduché obrázek zvětšit třeba o jednu řadu pixelů. Jak byste to jinak udělal? Tím, že je obrázek vyjádřený nikoli jako bitová mapa, ale v sinech a kosinech, se „vlny“ pouze „natáhnou“.

Školáci mají občas pocit, že matematika je od reálného života přespříliš vzdálená, moc abstraktní a k životu ji vlastně nepotřebují...

Asi ne ke každé profesi ani každý den. I když například Google by bez sofistikované matematiky určitě nefungoval. Matematika je i součástí naší kultury. Umožňuje odhlédnout od nepodstatných věcí. Tento přístup by se měl na základní škole učit především – jak takřikajíc vyhmátnout to podstatné. Dětem někdy nejdou slovní úlohy, přičemž se obvykle řeší jednoduchou trojčlenkou. Někteří žáci ji nejsou schopni sestavit, protože slovní úloha je zdánlivě pokaždé jiná. V podstatě tedy jde jen o extrakci toho, co je důležité a co nikoli.

Poznat, co je důležité, se vlastně týká i vaší práce. Říkáte, že nejdůležitější je „nejen umět něco spočítat, ale také vědět, o kolik jsem se spletl“.

Přesně tak. Většinu obtížnějších matematických problémů nelze vyřešit jednoduchým vzorečkem, proto hledáme vhodný způsob, jak získat alespoň přibližné řešení pomocí tzv. numerických metod. Například kdysi dávno chtěl Archimédes spočítat obsah (plochu) kruhu o poloměru jedna. Začal tedy vepisovat dovnitř kruhu pravidelné mnohoúhelníky. Čím více stran měly, tím více se po-



MATEMATIKA PRAŽSKÉHO ORLOJE

Michal Křížek se s dalšími kolegy věnoval matematice ukryté v pražském orloji. Uvnitř neuvěřitelně složitěho systému je mj. mnoho velkých ozubených kol. Konstrukteři orloje se museli vyrovnat s dělením kružnice na prvočíselný počet dílů (např. jak přesně pravidelně rozmístit 379 zubů na jednom ozubeném kole). Hodiny, ukazatele Slunce a Měsíce, otáčení zodiaku, zvony – pracují s matematickými posloupnostmi, dělitelností, trojúhelníkovými čísly... Není možné, aby člověka tento již více než 600 let fungující stroj nefascinoval. Pražský orloj přitom není na světě nejstarší. V době svého vzniku (asi 1410) už orloje existovaly v Německu, Itálii nebo třeba ve Švédsku, ale většina z nich v současnosti již nefunguje. „Navštívil jsem spoustu orlojů v Evropě a řekl bych, že ten pražský je nejlepší, co se týče zachovalosti i údržby,“ říká Michal Křížek.

dobaly kruhu a blížily se obvodové kružnici zevnitř. Totéž udělal i zvnějšku kruhu. Ziskal tím zaručený dolní a horní odhad čísla, které dnes známe jako pí (π), aniž by tušil cokoli o iracionálních číslech. Hledání hranic, mezi kterými se s jistotou nachází řešení, je pro numerické matematiky tím nejpodstatnějším.

■ Předpokládám, že totéž platí i pro praxi?

Samozřejmě. Řešil jsem například vedení tepla v obřích transformátorech pro některé české elektrárny. Pro takto složité geometrické objekty prostě neexistuje vzoreček, který by určit přesnou teplotu v daném bodě. Proto se tato úloha řeší přibližnými numerickými metodami. Vyšetřované těleso se rozdělí třeba na malé krychličky, což pak vede na řešení rozsáhlých soustav algebraických rovnic. Jde o to určit, o kolik jsme se v daném bodě odchýlili od přesné teploty, naměřené kupříkladu teploměrem. Nebo jiný příklad. Kolem roku 1954 se v našem oddělení počítala stavba přehrady Orlík. Když se betonuje tak velký objekt, potřebujete vědět, jak vysokou vrstvu betonu lze postavit naráz. Při tvrdnutí betonu se totiž uvolňuje obrovské množství tepla, které je třeba odvádět – v tomto případě chladit vodou protékající v železných trubkách. Šlo o složitou nelineární diferenciální rovnici, která se řešila na mechanických kalkulačkách s klikou a ozubenými koly. Bylo třeba provést zhruba tři miliony operací – a neudělat chybu. Počítaly to současně dvě výpočtačky a vždy po deseti krocích si kontrolovaly mezivýsledky. Bylo nepředstavitelně obtížné zorganizovat výpočet, aby dal správné hodnoty.

■ Čím se zabývá oddělení konstruktivních metod matematické analýzy, které vedete, v současnosti?

Zejména numerickým řešením diferenciálních rovnic. Hledáme meze, kde s jistotou leží přesné řešení. Tedy až na zaokrouhlovací chyby, protože těm se v podstatě vyhnout nedá. Věnujeme se ale i jiným oblastem. Jeden z kolegů počítá na ostravském superpočítači proudění tekutin. Někteří naši kolegové působí v zahraničí – například v Japonsku, kde řeší hyperbolické rovnice, či provádějí paralelní výpočty na superpočítači v Německu. Zabýváme se též řešením velkých soustav lineárních algebraických rovnic, což další kolega popsal ve své nové knize. Jeden z našich pracovníků se zabývá archeologickými daty. Kupříkladu letadlo letící nad terénem může měřit hodnotu gravitačního potenciálu. Když je tedy někde dejme tomu pravěké sídliště, projeví se to zřetelnými pravidelnými zlomy. S využitím takových výpočtů byla objevena již mnohá archeologická naleziště. Dají se tak hledat i ložiska nafty či jiných surovin. Aplikací numerických metod je spousta...

■ Dnešní matematika je složitá disciplína, která se dá těžko přiblížit veřejnosti. Zkusme ale popsat nějaký výsledek vaší práce, který by byl čtenářům srozumitelný.

Mnozí jistě znají sudoku, kde je čtverec 9×9 rozdělen na devět menších bloků rozměru 3×3 . Ve výsledném postavení sudoku musí každý blok, každý řádek a každý sloupec obsahovat právě jednu z číslic 1, 2, ..., 9. Řádkové i sloupcové součty jsou tedy všechny stejné. Dosti podobné je to s magickými čtverci. Je třeba rozmístit vzájemně různá celá kladná neboli přirozená čísla na „ša-

MAGICKÝ ČTVEREC

Magické čtverce znali Číňané už v 7. století př. n. l. Jde o libovolně velkou šachovnici, přičemž součet každého řádku, sloupce i obou úhlopříček musí být stejný. Používají se pouze kladná celá čísla. Michal Krížek prokázal, že pro jakkoli velkou šachovnici lze nalézt magický čtverec složený pouze z prvočísel.

1249	199	1669	→ 3117
1459	1039	619	→ 3117
409	1879	829	→ 3117
3117	3117	3117	→ 3117

chovnici“ o rozměru $n \times n$ tak, aby byl součet čísel v libovolném řádku, v libovolném sloupci i na obou hlavních diagonálách stejný. S Lawrencem Somerem z USA jsme objevili a matematicky dokázali, že pro libovolné $n > 2$ existuje magický čtverec obsahující pouze prvočísla.

■ To zní docela pochopitelně a snad je to srozumitelné i laikům.

Samo tvrzení nebo přesněji matematická věta asi ano. Dokonce ani náš důkaz není nijak extrémně složitý – má asi deset řádek. Podstatně ovšem využívá Greenovu-Taovu větu, jejíž důkaz má přes padesát stránek.

■ Greenova-Taova věta je jedním z překvapení matematiky posledních patnácti let. V podstatě říká, že pro každé přirozené číslo n existuje aritmetická posloupnost (řada čísel, kdy každé následující získáme zvětšením o stejnou hodnotu) délky n obsahující pouze prvočísla; například pro $n = 5$ je to řada pěti čísel: 5, 11, 17, 23, 29 (přičítáme šestku). Proč tohle do roku 2004 nikoho nenapadlo?

Někdo o tom možná přemýšlel, ale jde o to takové tvrzení dokázat. Stávající důkaz je mimochodem nepředstavitelně složitý. Matematici oceňují takové věty, jejichž formulace zabere jeden dva řádky, ale důkaz je dlouhý. Nejslavnější je Velká Fermatova věta, jež říká úplně jednoduše, že rovnice $x^n + y^n = z^n$ nemá řešení pro přirozená čísla, pokud je exponent n větší než 2. (Pro $n = 2$ jde o pythagorejské trojice.) Důkaz, který publikoval Andrew Wiles společně s Richardem Taylorem v roce 1994, měl kolem 150 stránek. A to se přitom odkazoval ještě na spoustu dalších tvrzení z literatury. Kdyby byl celý důkaz napsán dohromady, zabral by přes tisíc stránek. Existují ale i jednoduché důkazy jiných ▶

Historie a duše matematika

Pochází z dlouhé generace vědců. „Můj dědeček byl matematik, maminka také a tatínek byl fyzik,“ vypočítává Michal Křížek. Na jeho webových stránkách najdete rodokmen prarodičů vysledovaný až k 17. století. „O matematiku jsem se zajímal již od svých čtyř let. Když se ohlédnu zpět, jsem přesvědčen, že jsem se pro matematiku narodil. Velice mě těší, že v této cestě pokračují i oba moji synové. Nadání, kterého se mi v matematice dostalo, si nadmíru cením a vždy jsem se snažil jej využít pro lepší budoucnost vědy i naší společnosti. Doufám, že moji následovníci budou jednou moci říci, že jsem tento talent nepromarnil.“



překvapivých vět. Při popularizačních přednáškách s oblibou uvádím tvrzení, že prvočísel je nekonečně mnoho. Důkaz vymyslel Eukleidés už někdy ve třetím století před našim letopočtem a zabere jen šest řádek.

S tímto historickým odkazem jste mi nahrál. Je přece logické, že je současná odborná matematika příliš složitá – jako vědní obor existuje de facto tisíce let, zatímco jiné vědní disciplíny třeba jen desítky let.

Máte naprostou pravdu. Navíc v současnosti existuje celosvětově asi tři tisíce mezinárodních matematických časopisů. Není v silách jednoho člověka všechno obsáhnout. Matematici z různých specializací si často vzájemně nerozumí. Kdybych poslouchal specializovanou přednášku třeba z logiky nebo topologie, asi bych se po pár větách ztratil.

Zmínil jste Velkou Fermatovu větu, která se dočkala důkazu po asi 350 letech. V matematice je časté, že se některá řešení problémů hledají dlouho a výsledky najdou uplatnění až po desítkách či stovkách let...

Velká Fermatova věta zatím žádné praktické uplatnění v podstatě nemá. K jejímu důkazu se ale muselo nalézt mnoho jiných důkazů a pokročit ve zdánlivě nesouvisejících oblastech matematiky. Pro rozvoj oboru tedy měla velký význam. Rovněž po asi 350 letech se přišlo na to, že praktické aplikace by mohla mít i takzvaná Malá Fermatova věta, a to pro kódování a šifrová-

ní. Například se pomocí ní šifrují finanční data, která se posílají mezi bankami. Nikdy nevíme, kdy bude konkrétní výsledek využit. Například dvojková soustava, vynalezená před 3000 lety, našla praktické uplatnění až v minulém století.

Velká Fermatova věta se týká celých čísel. Přejděme tedy k nim. Oproti diferenciálním rovnicím jde přece jen o něco, co si lidé lépe představí. V prosinci roku 2018 bylo objeveno už 51. Mersennovo prvočíslo (tj. číslo ve tvaru $2^p - 1$). Je nepředstavitelně obrovské, má bezmála 25 milionů cifer. Kdybychom ho chtěli napsat, zabralo by sotva uvěřitelných pět tisíc stránek tohoto časopisu. K čemu hledat taková velká prvočísla?

Je to podobné jako vylézt na Mount Everest – prostě proto, že je nejvyšší na světě. Konkrétně tohle číslo asi žádný praktický význam zatím nemá. Obecně se ale velmi velká prvočísla využívají v kryptografii. Mimochodem, odhaduje se, že počet elementárních částic (protonů, neutronů, elektronů...) ve vesmíru je asi 10^{80} , což je jednička a za ní 80 nul. Vámi zmíněné číslo je nesrovnatelně větší. Astronomové sice pracují s astronomickými čísly, ale pro matematiky jsou stále neskonale malá.

Věděl jsem, že se dříve či později k astronomii dostaneme. Jako matematik se astronomickým tématům věnujete poměrně hodně. Ale platíte tak trochu za rebela. Tvrdíte například, že temné hmoty ve vesmíru vůbec nemusí být takové

množství, jako se běžně uvádí. Jak se na takovou kontroverzní teorii dívá astronomická obec?

Standardní kosmologický model je založený na Einsteinových rovnicích a vykazuje řadu paradoxů. Domnívám se, že jsou důsledkem nekorektních extrapolací těchto rovnic na kosmologické škály. Většina astronomů s mými závěry zatím nesouhlasí. Je ale také spousta astronomů, kteří používají jiné argumenty než já, ale došli ke stejnému závěru. Mám k dispozici pouze matematické argumenty, oni observační. Třeba trpasličí galaxie kolem naší Galaxie se nechovají tak, jako by tady bylo velké množství temné hmoty. Domnívám se proto, že současný standardní kosmologický model s ohromným množstvím temné hmoty a temné energie nepopisuje vesmír správně a pravděpodobně jej bude třeba v brzké době změnit.

Je možná dobré připomenout, že žádné vzorečky, které se učíme ve škole, a dokonce ani zmíněné Einsteinovy rovnice nejsou zákonem, podle kterého se příroda přesně chová, ale jen matematickým modelem, tedy popisem jevů kolem nás.

V určitých případech poskytuje matematický popis dobré výsledky, v jiných tomu tak být nemusí a je třeba aplikovat jiný model nebo teorii upravit. Žádný model totiž nepopisuje realitu naprosto přesně.

Ani třeba jednoduchý vzorec pro rychlost z newtonovské fyziky ($\text{rychlost} = \text{dráha} / \text{čas}$), který se každé dítě učí ve škole...

Pro běžné rychlosti dosahované třeba autem postačí bez problémů. Ale ve skutečnosti vzorec nebere v potaz například princip neurčitosti a kvantové jevy, protože pro výsledek nehrají roli – projeví se tak nepatrně, že je možné je s klidem zanedbat. Podobně pro kosmologické vzdálenosti uvedený vzoreček nepopisuje realitu věrně, protože se vesmír rozpíná. Nemožno ho tedy použít vždy a všude, protože na čím menší či větší škály jej použijí, tím víc zvětšují původně zanedbatelnou chybu, až se z ní postupně stane chyba již zanedbatelná. Právě tak jako na mikrokosmos používáme Schrödingerovu rovnici a kvantovou mechaniku, na velké vzdálenosti aplikujeme Einsteinovy rovnice, které se ale pouze testují na škálách Sluneční soustavy. Otázka ovšem zní, zda věrně popisují realitu i na galaktických škálách nebo rozměrech celého vesmíru.

Tvrdíte také, že rychlost šíření gravitace musí být konečná (v newtonovské fyzice se předpokládá, že je nekonečná), což souvisí se zákonem zachování energie. Podle vás nemusí platit úplně přesně. Nepouštíte se na příliš tenký led?

Většina fyziků se mnou nesouhlasí. Je ale nutné zdůraznit, že se jedná o jakýsi vnitrodruhový boj – my vědci musíme neustále testovat vědecké hypotézy, zda obstojí vůči naměřeným datům. Ať je to, jak chce, bez matematicko-fyzikálních věd bychom neměli

žárovky, telefony, kamery, družice, počítače, prostě nic. V žádném případě nechci kritizovat fyziku, protože bez ní bychom asi žili stále v jeskyních. Ze všech vědních oblastí nám fyzika dala nejvíce. Důležité však je za všech okolností hledat pravdu a já mám k dispozici desítky konkrétních příkladů, že zákon zachování energie je mírně narušen.

Vraťme se nyní zpět k matematice. Co považujete za svůj největší vědecký úspěch?

Nejvíce si cením svého důkazu, že pětirozměrný prostor nelze rozdělit na ostroúhlé simplex. Zní to složitě, ale simplex je vlastně trojúhelník, jen ve více rozměrech. Ostroúhlým trojúhelníkem lze vyplnit celou rovinu. V trojrozměrném prostoru je simplexem čtyřstěn, taková trojboká pyramida. I tam lze prostor vyplnit ostroúhlými čtyřstěny. Jestli to jde ve čtyřrozměrném prostoru, dosud nevíme, je to otevřený problém. Ale od páté dimenze výše už vyplnit nelze, což se mi podařilo dokázat.

Jak víte, čím se v matematice jako vědě zabývat, jaké problémy řešit? Témata si hledáte sami?

Vědec se stává vědcem právě v okamžiku, kdy sám přesně ví, kterými tématy je třeba se zabývat. Pokud by jen plnil zadání někoho jiného, nemohl by se v současné ostré konkurenci ve vědě vůbec uplatnit. Já osobně mám nasbíraný dlouhý seznam otevřených problémů, na kterých spolu s kolegy pracujeme. Vyřešením jednoho problému se ale obvykle objeví dva nové.

Takže ani svým podřízeným nezadáváte úkoly, na kterých by měli pracovat?

Samozřejmě. Nikomu neříkám: „Dělej tohle.“ Alespoň tak to funguje v matematických vědách. Často se v této souvislosti traduje historka, jak k Pierru Curieovi přišel do laboratoře nový pracovník. Dostal od věhlasného vědce úkol, a když jej odevzdal, žádal další. Pierre Curie však odvětil, že je propuštěn, když si neumí najít vlastní problém.

Takže být matematikem je tak trochu osamocená práce?

To určitě ne. Myslím, že ve všech vědních oborech je vzájemná spolupráce nepostradatelná. Například s jedním kolegou jsme se pokoušeli dokázat ekvivalenci jistých dvou tvrzení. Po víkendy jsem mu říkal, že se mi bohužel podařilo dokázat jen jednu implikaci. On přitakal, že jedna implikace je poměrně snadná. Mysleli jsme si, že jsme vyřešili tu samou. Pak se ale ukázalo, že já jsem dokázal implikaci jedním směrem a on směrem opačným. Ekvivalence tak byla dokázána. V matematice to sice obvykle nefunguje jako v biologii či astronomii, kde se na vědeckém výsledku podílejí i desítky vědců. Autory matematických článků v odborných časopisech bývají často jen dva tři lidé. Napsal jsem několik článků i sám, ale nejlépe se píše ve dvou nebo třech. Mimo jiné máte kontrolu nad tím, zda jsou vaše postupy správné. Spolupráce mezi matematiky je zcela jistě zásadní. □

„Existují asi tři tisíce mezinárodních matematických časopisů. Není v silách člověka všechno obsáhnout, matematici různých specializací si často vzájemně nerozumí.“

Nová Země NA OBZORU

V současnosti známe přes 4000 planet nacházejících se mimo Sluneční soustavu, takzvaných exoplanet. **Žádná z nich se ale nepodobá Zemi.** Je naše planeta skutečně tak výjimečná?

Z počátku se zdálo, že půjde o docela obyčejný den. Toto datum však v mnoha směrech určilo, jak bude vypadat náš svět další desítky let. V neděli 4. června roku 1989 čínská vláda krvavě potlačila demonstrace na náměstí Nebeského klidu v Pekingu. Komunismus v Číně vládne dodnes. Ten den se do čela Íránu postavil Ájatolláh Chamenei. Duchovním vůdcem země je dodnes. A ve stejný den vyšel ve vědeckém časopise *Nature* článek o objevu prvního objektu, který dnes označujeme za exoplanetu. Ale všechno je trochu složitější...

Americký astronom David W. Latham tehdy spolu s kolegy napsal o objevu souputníka hvězdy HD114762. Podle jejich názoru se mohlo jednat o hnědého

trpaslíka – záhadný objekt menší než hvězdy, ale větší než planety. V současnosti se však vědci kloní k názoru, že jde o plynného obra, a NASA už jej řadí do oficiálního katalogu exoplanet. Objekt HD114762 b je tak nejspíše první pozorovanou planetou mimo naši Sluneční soustavu, ačkoli na definitivní potvrzení jeho hmotnosti si budeme muset počkat na měření ze satelitu Gaia.

Jiný plynný obr – 51 Pegasi b – je tak zatím první exoplanetou, u níž známe i hmotnost (asi poloviční oproti Jupiteru). Obíhá hvězdu velmi blízko, rok jí trvá 4,2 pozemského dne. V roce 1995, kdy Michael Mayor a Didier Queloz oznámili její objev, nebylo jasné, zda takhle blízko hvězdy může plynný obr existovat. Nakonec se ukázalo, že je to vcelku běžné.

V současnosti mají astronomové na seznamu čtyři tisícovky nejrůznějších planet. A skoro stejný počet čeká na potvrzení (jsou takzvanými kandidáty). Víme o třech tisícovkách planetárních systémů, o plynných obrech nevidaných rozměrů, ale i o malých kamenitých objektech o poloměru polovičním než Země. Vědci dokoňce našli některé exoplanety v takzvané obyvatelné zóně – tedy prostoru, kde kolem dané hvězdy mohou panovat podmínky, za nichž je voda na planetě v kapalném stavu.

Dosud ale nikdo neobjevil objekt nachlup podobný Zemi – stejně velký a obíhající v obdobné vzdálenosti od hvězdy, tedy za 365 pozemských dní, navíc srovnatelné s naším Sluncem. „Že jsme druhou Zemi zatím nenašli, ▶

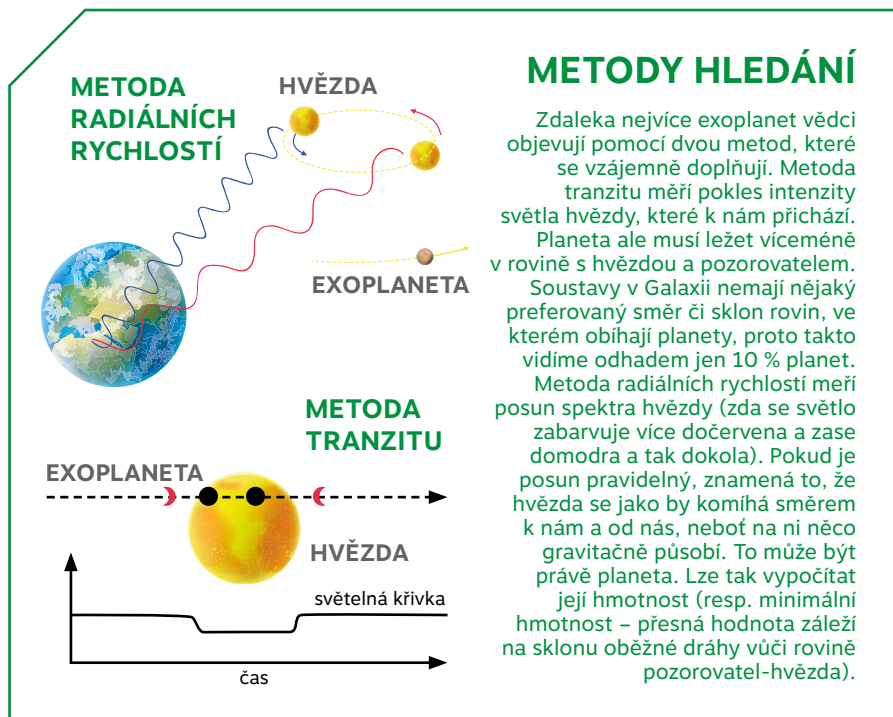


neznamená, že někde není," upozorňuje Petr Kabáth z Astronomického ústavu AV ČR, který se spolu s kolegy zúčastní přípravy mezinárodní mise PLATO. Tento projekt ESA odstartuje do vesmíru v roce 2026. Jedním z cílů bude hledat ve vesmíru právě planety podobné té naší.

JAK SE HLEDÁJÍ

Nejvíce exoplanet dosud objevila sonda Kepler (NASA). Hledala je pomocí takzvané tranzitní metody: když pozorujeme hvězdu a máme štěstí, že planeta zrovna přejde přes její sluneční kotouč, jas nepatrně poklesne. Planeta zastíní malou část světla, které k nám přichází – podobně jako při vhodné konstelaci můžeme pozorovat přechod Venuše či Merkuru přes sluneční kotouč. Jakmile se planeta dostane ve svém putování z našeho pohledu mimo oblast hvězdy, její jas se opět vrátí na původní hladinu. „Abychom však mohli říci, že jde o planetu, musíme takový přechod nebolí tranzit pozorovat nejméně dvakrát a nejlépe třikrát v pravidelné periodě, což nám dodá jistotu, že se nejedná o nahodilý jev – například skvrny na hvězdě,“ vysvětluje Petr Kabáth.

Tato metoda má své meze. Je potřeba, aby oběžná dráha planety ležela zhruba v rovině s hvězdou a Zemí, jinak bychom ji neviděli. Pokud tomu tak není, planetu musíme hledat jinak – například metodou radiálních rychlostí. O co jde? Když kolem vás projede velkou rychlostí motorka nebo auto, slyšíte, že se tóny zvuku přijíždě-



METODY HLEDÁNÍ

Zdáleka nejvíce exoplanet vědci objevují pomocí dvou metod, které se vzájemně doplňují. Metoda tranzitu měří pokles intenzity světla hvězdy, které k nám přichází. Planeta ale musí ležet víceméně v rovině s hvězdou a pozorovatelem. Soustavy v Galaxii nemají nějaký preferovaný směr či sklon rovin, ve kterém obíhají planety, proto takto vidíme odhadem jen 10 % planet. Metoda radiálních rychlostí měří posun spektra hvězdy (zda se světlo zabarvuje více dočervena a zase domodra a tak dále). Pokud je posun pravidelný, znamená to, že hvězda se jako by komíhá směrem k nám a od nás, neboť na ni něco gravitačně působí. To může být právě planeta. Lze tak vypočítat její hmotnost (resp. minimální hmotnost – přesná hodnota závisí na sklonu oběžné dráhy vůči rovině pozorovatel-hvězda).

dějícího a vzdalujícího se stroje liší. To je právě ono charakteristické „uuuuuuuum“, které slychají ti, kdo sledují motoristické sporty. Když se nad tím zamyslete, nedává onen zvuk smysl. Motorka, formule nebo třeba sanitka přece znějí za jízdy stále stejně. Proč je tedy vnímáme jinak, když se k nám blíží, a jinak, když se vzdalují?

Jedná se o tzv. Dopplerův jev. Zvuk je vlnění a frekvence vln přibližujícího se objektu se nám jeví kratší než toho, jenž se vzdaluje. Protože světlo je rovněž vlnění, stejný efekt lze pozorovat i u něj. Podle posunu spektrálních čar směrem

k modré nebo červené oblasti (podobně jako u zvuku k vyššímu nebo nižšímu tónu) mohou vědci měřit, zda se pozorovaná hvězda pohybuje směrem k nám, nebo naopak od nás. Pokud se její pohyb pravidelně střídá, jako by se komíhala sem a tam, znamená to, že na ni musí něco gravitačně působit.

Dejme tomu, že kolem hvězdy obíhá jen jedna planeta. Ve skutečnosti těleso neobíhá kolem hvězdy, ale protože na sebe působí vzájemně, rotují oba objekty kolem společného těžiště. Posun tohoto těžiště oproti středu hvězdy může být malý, dokonce ani nemusí ležet mimo hvězdu samotnou a závisí na hmotnosti planety. Ale již takto malý pohyb se ve spektru světla pozorované hvězdy projeví. Záleží pak už jen na citlivosti dalekohledu, zda jsme schopni jej zaznamenat. U malých planet (a velkých hvězd) je totiž potřeba citlivost, která zaznamená změnu rychlosti v řádu centimetrů za sekundu, což je nepředstavitelně malá změna (třeba jako rychlost chůze) měřená na vzdálenost mnoha světelných let.

„Jedině kombinací obou metod dokážeme vypočítat průměr a hmotnost planety – určit tedy její hustotu a usoudit na její typ. Tedy zda je plynná nebo má pevný povrch,“ objasňuje Petr Kabáth.

SPOR O PRVENSTVÍ

Kterou planetu mimo naši Sluneční soustavu astronomové objevili jako první? Byla to opravdu HD114762 b v roce 1989? Tento objekt sice NASA řadí do oficiálního katalogu exoplanet, ale dodnes nikdo nezná přesně jeho hmotnost. Podle výpočtů jde o planetu přinejmenším 11× a nejvýše 63× hmotnější než Jupiter. Přesnou hodnotu určí až data ze sondy Gaia v roce 2021, nicméně pokud se potvrdí vyšší odhady, přeřadí se z planet mezi hnědé trpaslíky. Protože přesný údaj zatím neznáme, většinou se uvádí, že první pozorovaná exoplaneta je 51 Pegasi b, objevená v roce 1995. Její hmotnost, odpovídající zhruba polovině hmotnosti Jupitera, známe celkem přesně. Jde tedy prázatím o první potvrzenou planetu obíhající kolem hvězdy tzv. hlavní posloupnosti. Jinou exotickou planetu ale vědci pozorovali již v roce 1992 – šlo o objekt PSR B1257+12 b obíhající kolem pulsaru (rotující neutronové hvězdy) v souhvězdí Panny. Nicméně tyto objekty nejsou pro hledání života, jak ho známe ze Země, právě ideální. Panují na nich „pekelné“ podmínky dané mimo jiné silným magnetickým polem pulsaru.

Některé objekty tak zůstanou ve skupině kandidátů, protože jejich tranzit pozorovat nejde.

DALŠÍ METODY

K potvrzování předpokládaných planet se používají středně velké dalekohledy, mezi něž se řadí i ten největší český – dvoumetrový Perkův dalekohled v Ondřejově. Při tranzitní metodě družice na oběžné dráze pozoruje více hvězd naráz, protože víc objektů zvyšuje pravděpodobnost pozorování přechodu. Zatímco při měření radiální rychlosti se pozemský dalekohled musí zaměřit přímo na konkrétní hvězdu, u které astronomové již tuší případnou exoplanetu (anebo musí mít velké štěstí na náhodný objev).

Výhodou je, že planeta nemusí obíhat úplně v rovině s osou Země-hvězda. Ale zase nesmí být nakloněná příliš. Kdyby totiž měla oběžnou dráhu kolmou k nám (jako kdybychom se dívali na hodiny), nepomůže ani měření spekter, protože

hvězda by se nekomíhala směrem k nám a od nás, ale ze strany na stranu. I takové planety umíme odhalit, například pomocí tzv. astrometrické metody, nicméně je to velmi složité a je třeba neuvěřitelně přesného měření. Proto s její pomocí byla dosud objevená a potvrzená jen jedna exoplaneta.

Vědci dokážou planety pozorovat i přímo z fotografických snímků. Je k tomu ale nutné odstínit jas hvězdy, jejíž světlo totiž hledaný objekt v našich zobrazovacích zařízeních zcela „přesvítlí“. Jako kdybyste si svítili slabou baterkou v jasně osvětlené místnosti. Neuvidíte, že svítí. Stačí však zastínit lustr a kužel světla baterky se stane viditelným. Je ovšem nezbytné, aby planeta byla od hvězdy dostatečně daleko, jinak nebude vidět. A to hodně, hodně daleko. Oběžné doby takových planet jsou desítky až stovky let a zatím jich známe pouze několik. Tou nejbližší ke své hvězdě, jakou se

podářilo vyfotografovat, je Beta Pictoris b, jejíž rok trvá asi 21 pozemských let.

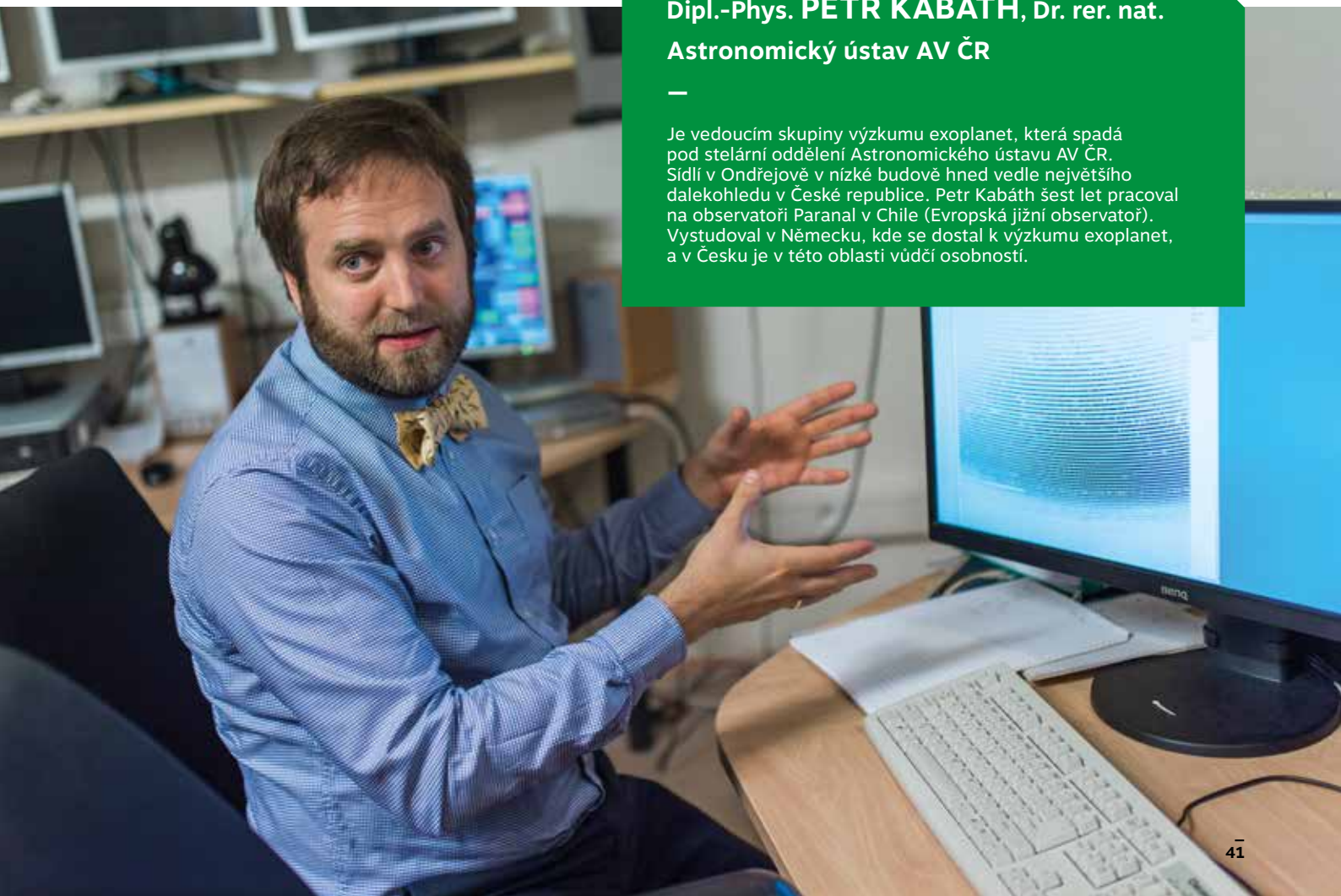
PROČ NEVÍME O DRUHÉ ZEMI?

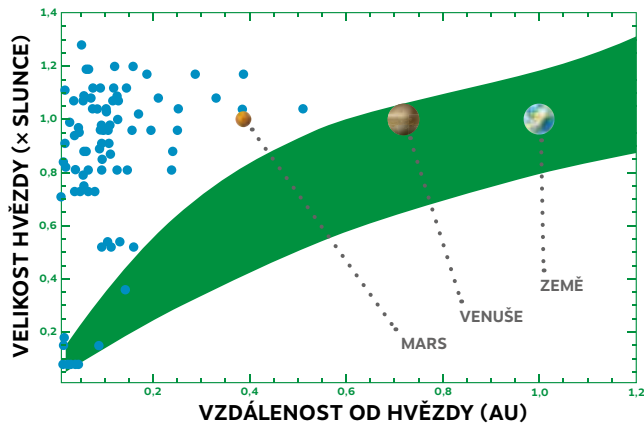
Čím je hvězda od nás vzdálenější (a čím je menší), tím klesá pravděpodobnost, že zakrytí přístroje zaznamenají. Stejně tak u metody radiálních rychlostí – čím větší je planeta, tím výrazněji gravitačně působí na hvězdu a posuv je zřetelnější. Většina objevených planet je tedy poměrně velkých – jde o objekty s hmotností násobků Jupitera. Nicméně jak se zdokonalují pozorovací metody, tak se rozměry nově objevených planet zmenšují.

Mnoho exoplanet je srovnatelných také s Neptunem – jsou plynné, patrně ale s jádrem z ledu či kamene. Vědci objevili také spoustu planet, které nazývají „superzeměmi“. Jsou výrazně větší než Země a nejspíše mají pevný povrch. Díky ▶

Dipl.-Phys. PETR KABÁTH, Dr. rer. nat. Astronomický ústav AV ČR

Je vedoucím skupiny výzkumu exoplanet, která spadá pod stelární oddělení Astronomického ústavu AV ČR. Sídlí v Ondřejově v nízké budově hned vedle největšího dalekohledu v České republice. Petr Kabáth šest let pracoval na observatoři Paranal v Chile (Evropská jižní observatoř). Vystudoval v Německu, kde se dostal k výzkumu exoplanet, a v Česku je v této oblasti vůdčí osobností.





Graf ukazuje známé (exo)planety s pevným povrchem (modře), označované jako superzemě. Zelená plocha vyznačuje obyvatelnou zónu. Planetu podobnou Zemi jsme ještě nenašli.

pokročilým přístrojům ale už dokážeme odhalit také planety, které jsou naopak menší než Země. Prozatím vidíme především ty, které se nacházejí velmi blízko svých hvězd. Typické exoplanety, jež známe, obíhají svou hvězdu blíže než Merkur Slunce. Rok na takových planetách trvá třeba jen několik pozemských dní.

Dá se tedy říci, že donedávna měla čistě statisticky vzato typická sluneční soustava v naší Galaxii pouze jednu pla-

netu – plynného obra, na němž rok trvá pouhých pár desítek či stovek pozemských hodin. Nicméně taková interpretace dat by byla s největší pravděpodobností chybná. Vychází totiž z měření, na která stačily naše dosavadní technické možnosti. Koneckonců před rokem 1989 bychom museli tvrdit, že typická sluneční soustava v Galaxii nemá planetu žádnou, protože jsme tehdy ještě nevěděli, zda nějaké planety kolem jiných hvězd vůbec obíhají. Bylo logické to předpokládat (proč by měla být naše Sluneční soustava něčím výjimečná?), ale důkazy chyběly. Nejnovější teorie dokonce předpokládají, že malých planet je mnohem více než těch velkých. Se zdokonalováním přístrojů ambice astronomů rostou.

Nastala chvíle, kdy se na hledání „nové Země“ mohou zaměřit. Právě takový cíl má evropská mise PLATO. Odhaduje se, že jich najde alespoň několik desítek. Zaměří se na planety v okolí hvězd podobných Slunci, v obyvatelné zóně, veliké zhruba jako Země a s dobou oběhu přibližně jeden rok. Zapojí se i Češi. Speciální high-tech kontejnery pro přepravu vysoce citlivých kamer pro misi dodá česká firma a experti z Akademie věd chystají kalibrační software.

„Budeme dodávat například softwarové algoritmy pro vyhodnocování kvality snímků. Není to jednoduché, musíme najít algoritmus pro charakterizaci snímků – říct, kdy je zobrazení hvězdy ostré, jak se mění v závislosti na teplotě; určit, jak se má přístroj zkalibrovat a podobně,“ upřesňuje Petr Kabáth.

Na pátrání po planetách se bude navíc podílet i dvoumetrový ondřejovský dalekohled, který přispěje ke třídění vhodných kandidátů (jako hrubé síto). Nadějnější objekty určené k pozorování pak prozkoumají ty největší pozemské teleskopy, jež mají podstatně větší „roz-

DRUHÉ ZEMĚ*

7 PLANET



SOUSTAVA

Kolem hvězdy s názvem Trappist-1, vzdálené asi 39 světelných let od Země, rotuje hned sedm exoplanet.

TRAPPIST-1 f

Tím je mezi dosud objevenými systémy poměrně výjimečná, zpravidla nevíme o tom, že by kolem hvězdy obíhalo tolik objektů. Tři z nich leží v tzv. obyvatelné zóně. Nejpodobnější Zemi je planeta Trappist-1 f. Hvězda je ale poměrně slabá, jde o červeného trpaslíka o hmotnosti 8 % Slunce. Planety tak obíhají velmi blízko, rok na „efku“ trvá asi 9,2 pozemského dne. Odhadovaná gravitace na planetě dosahuje 62 % zemské. Naše Sluneční soustava má o jednu planetu více. Takový systém známe jen jeden: hvězda Kepler-90 ale leží 2840 světelných let od nás a žádná z jejích osmi planet neleží v obyvatelné zóně.



DOBA OBĚHU

Exoplaneta Kepler-452 b je Zemi docela podobná. Její rok trvá jen o pár dní déle než náš. Jde o první planetu v obyvatelné zóně (třebaže leží na její hraně) obíhající kolem hvězdy podobné Slunci. Planeta je ale podstatně větší než Země, přinejmenším třikrát hmotnější. Gravitace na povrchu je oproti Zemi dvojnásobná. Teoreticky může hostit život, také na to měla více času než Země, je totiž asi o dvě miliardy let starší. Je od nás ale poměrně daleko, přes 1200 světelných let.

384,8 DNE

KEPLER-452 b

lišení“ než ten český. Ale toto zkoumání bude probíhat za účasti českých vědců.

NAJDEME NA DRUHÉ ZEMI ŽIVOT?

Pokud PLATO objeví hledanou planetu v obyvatelné zóně, neznamená to ještě, že na ní je život, ani že se někdy stane cílem vesmírné kolonizace. Je třeba postupovat po krocích. A tím druhým po nalezení bude zkoumání chemického složení atmosféry. Vědci budou pátrat po tzv. biomarkerech (zjednodušeně řečeno: předpokládá se, že kyslík v atmosféře musí být produktem života). Neobejdou se ale bez dalších obřích zařízení jako třeba chystaného dalekohledu Jamese Webba. Počítá se i s pomocí mise ARIEL (ESA) s plánovaným startem v roce 2028, na níž se budou také podílet čeští vědci, konkrétně z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR a z Astronomického ústavu AV ČR.

Ale to už je výhled do vzdálené budoucnosti. Pro misi PLATO mezitím Petr Kabáth nejen s kolegy z Astronomického ústavu AV ČR plánuje projekt PlatoSpec – pozemní spektrograf na La Silla v Chile



Na hoře La Silla v Chile (hlavním pozorovacím stanovišti Evropské jižní observatoře) plánuje Petr Kabáth nový spektrograf.

se stokrát větším rozlišením než ondrějovský dalekohled. Měl by začít fungovat v roce 2022 až 2023. Bude pomocí přesné spektroskopie v řádech metrů za sekundu charakterizovat nadějně hvězdy, kolem kterých by mohly obíhat planety. Zapojí se také do konkrétních pozorování kandidátů jako „jemnější síto“.

Nejprve ale bude třeba splnit české úkoly pro samotnou misi: dodat high-tech kontejnery na přepravu kamer a vypracovat

algoritmy pro software. „Podstatné je, že se nám do mise PLATO vůbec podařilo na poslední chvíli dostat,“ neskrývá nadšení Petr Kabáth. Není se co divit – vědce přiblíží k odpovědi na otázku, zda jsou sluneční soustavy jako ta naše v Galaxii běžné. Tedy zda je Země výjimečnou planetou, nebo není. Potažmo zda ve vesmíru existuje nějaký další život (nikoli nutně inteligentní). Zkrátka, až se objeví druhá Země, čeští vědci budou u toho. □

0,98 x ZEMĚ



HMOTNOST

Exoplaneta YZ Ceti c je Zemi z dosud objevených nejpodobnější co do hmotnosti a velikosti. Průměr má stejný jako naše planeta, hmotnost o 2 % nižší. Jako většina objevených exoplanet neleží v obyvatelné zóně, ale mnohem blíže své mateřské hvězdě – oběhne ji za pouhých 3,1 pozemského dne. I její sesterské planety (b, d) mají podobnou hmotnost a jsou rovněž ke hvězdě blíže než obyvatelná zóna, obíhají ji v řádu dnů (2, resp. 4,7). Aspoň jsou blízko k nám, jen 12 světelných let od Slunce.



YZ CETI c



VZDÁLENOST

Nejbližší exoplanetu s pevným povrchem, kterou známe, objevili vědci v roce 2016. Obíhá kolem hvězdy Proxima Centauri v obyvatelné zóně, asi 4,2 světelných let od naší Sluneční soustavy. Také ona obíhá velmi blízko své hvězdy – jeden rok na ní trvá 11,2 pozemského dne. Silný sluneční vítr pravděpodobně znemožňuje existenci atmosféry.

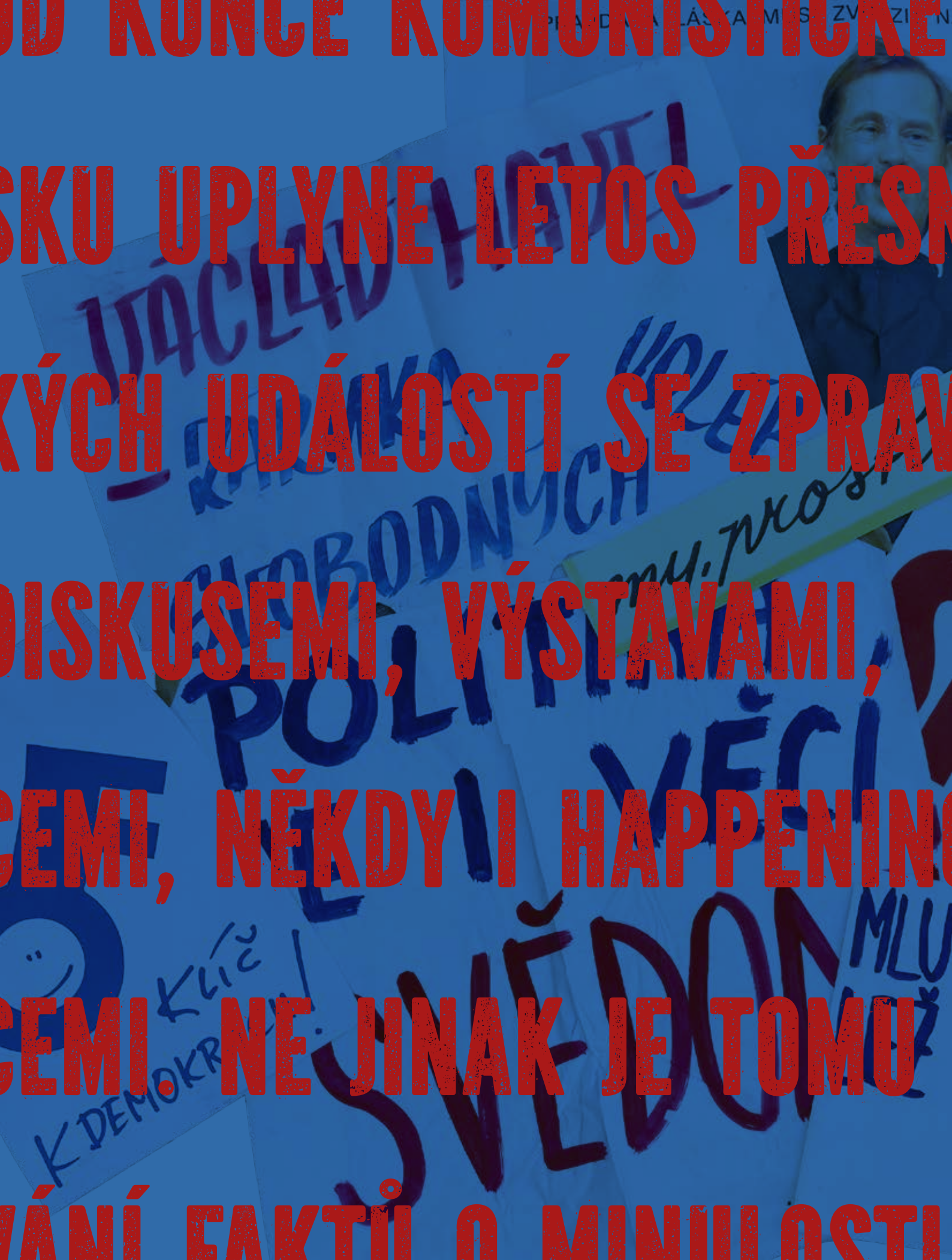
Dosud nejrychlejším strojem, které lidstvo vyrobilo (raketě Atlas V či ve vesmíru letící sondě Voyager), by trvalo hodně přes 70 tisíc let, než by k planetě dorazily.



4,2 LY

PROXIMA CENTAURI b

* Dosud známé exoplanety, jež se v některém z aspektů podobají Zemi.



OD KUNCE KOMUNISTICKÉ
SKU UPLYNE LETOS PŘESN
KÝCH UDÁLOSTÍ SE ZPRAV
DISKUSEMI, VÝSTAVAMI,
CEMI, NĚKDY I HAPPENING
CEMI. NE JINAK JE TOMU
VÁNÍ EKTIÍ O MINULOSTI

NOU REZIMU V ČESKOSLOV

NĚ TŘICET LET. VÝROČÍ V

VIDLA SPECIÁL PŘIPOMÍNÁ

1989

KONFER

GY, PRŮVODY A MANIFEST

LETOS. HLEDÁNÍ A OVĚRO

A PROMÝŠLENÍ SOUVISL



SAMETOVÉ OTAZNÍKY

Co dnes s odstupem víme o sametové revoluci? Nestvořili jsme mýtus?
Jsme demokracií, kterou jsme chtěli být, nebo odbočujeme jiným směrem?
A co znamená 17. listopad 1989 pro generace narozené dávno po něm?



Přicházejí pořád další a další lidé. Je to neuvěřitelné, už jich může být snad 25 tisíc! Je pátek 17. listopadu 1989 a na pražském Albertově se scházejí vysokoškoláci – ale jak se záhy ukazuje, nejen oni – k povolené vzpomínkové akci, svolané k padesátému výročí násilného potlačení protinacistických studentských demonstrací.

Začíná být jasné, že jen o pietu za oběti nacistické zvěle nepůjde, sílí hlasy proti panujícímu komunistickému režimu. „Obrana svobody – základního rozměru lidského života, obrana národní sebeúcty – to je poselství studentských demonstrací z počátku nacistické okupace,“ říká v projevu jeden z organizátorů, student Martin Klíma. Ozývá se potlesk a skandování: „Svoboda“. Naopak vystoupení představitelů vedení Socialistického svazu mládeže doprovází nespokojený pískot.

Rozhodující moment ale nastává až po oficiálním ukončení shromáždění na Albertově. Průvod se má podle předem schváleného scénáře odebrat na Vyšehrad a tam má akce skončit. Jenže dav, který se mezitím rozrostl na přibližně 50 tisíc lidí, získává vlastní dynamiku. Sestupuje k nábřeží a míří k Václavskému náměstí.

„Zažil jsem většinu předchozích demonstrací, ale vždycky nás byl jen hlouček (...). Vždycky jsme se snažili jednat slušně, neprovokovat, zastavovat na červenou. Kdežto tenhle dav, to bylo něco jiného. Byl si vědom vlastní síly, jak se valil těmi ulicemi, ignoroval dopravu, světla a prostě šel,“ vzpomíná po letech Martin Klíma v knize *Sto studentských revolucí*.

CO SE STALO NA NÁRODNÍ

„Myslím, že tam do nás jako by bouchla druhá vlna energie, že jsme si řekli: my na ten Václavák prostě dojdeme, protože teď za sebou máme desetitisíce lidí,“ líčí v knize další z přímých účastnic, Monika MacDonagh Pajerová. „Velmi rázným, už takovým odhodlaným krokem jsme šli po nábřeží, to už nebylo žádné plížení se jako na Albertov s květinou. To množství nám dodalo hroznou sílu a energii a s tou jsme bohužel nastoupili do Národní, netuše, že to je past.“

Na Národní třídě narazil průvod na policejní kordon, část demonstrantů stihla utéct, části umožnili policisté odejít, asi dvě tisícovky lidí ale zůstaly na místě a nemohly ani dopředu, ani zpět. Krátce před osmou hodinou večer bezpečnostní síly zcela uzavřely všechny přístupové cesty. „Po hodinách pochodu jsme byli naprosto vyčerpaní, seděli jsme na té ulici bez jídla, bez pití, bez možnosti dojít si na záchod (...). Najednou jsem nikde v davu neviděla známou tvář, byla jsem sama, bez možnosti utéct. V tu chvíli jsem si pomyslela, že to možná nepřežiju,“ vypráví Monika MacDonagh Pajerová.

Sedící demonstranti drželi v rukou hořící svíčky a zpívali, s transparenty „Ne násilí“ a „Svoboda“ nad hlavami. Naproti nim stála neprostupná řada uniformovaných příslušníků pořádkových sil s přilbami na hlavách a s obuškami a štíty v rukou.

Po osmé hodině situace eskalovala. Ozbrojenci začali dav stlačovat a přitom útočili obuškami proti jednotlivcům. Nastala panika. Lidé křičeli, báli se, jestli nedojde k masakru. Policisté vytvořili uličky a pomalu pouštěli demonstranty ven, při průchodu je ale surově mlátili. Šokující zprávy o brutálním zásahu ozbrojenců proti manifestujícím studentům se rychle šířily, vzbudily velké pohoršení obyvatel a znamenaly začátek konce totalitního režimu u nás.

MÝTUS O STUDENTSKÉ REVOLUCI?

Vzpomínky studentů z roku 1989 historici poprvé zaznamenali po deseti letech v knize *Sto studentských revolucí* (letos vyjde v přepracovaném vydání). Po třiceti letech se k nim opět vrací v knize *Sto studentských revolucí* (vyjde na podzim). Názvy jsou velmi podobné, titul druhé publikace však napovídá, že se v ní dočteme, jakým vývojem zpodobání studenti během tří desetiletí prošli. Dnešní padesátníci jsou na profesním vrcholu, obohaceni životními zkušenostmi, a historici se jich proto na listopadové události 1989 zeptali znovu. Nešlo jim přitom už jen o pouhý popis, ale o hodnocení smyslu tehdejších událostí a jejich zasazení do současného kontextu.

Za oběma knihami stojí tým z Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR, byť se v čase proměnil. Dnes jej tvoří kolektiv třicátníků a čtyřicátníků, tedy lidí, kteří v roce 1989 byli často dětmi a od tehdejších událostí mají určitý odstup. Spojující osobou je vrstevník zpodobaných Miroslav Vaněk – současný ředitel pracoviště a jeden ze zakladatelů oboru orální historie u nás.

„Váhal jsem, jestli s projektem pokračovat, nechtěl jsem se podílet na utváření mýtu o studentech 17. listopadu, z nichž někteří začali připomínat samozvané kazatele morálky, věrozvěsty jediného správného příběhu,“ říká



Státní bezpečnost (StB) znemožňuje konání fóra Charty 77, kterého se mělo zúčastnit 60 představitelů této nezávislé iniciativy.

Tisíce katolíků demonstrují v Bratislavě za náboženskou svobodu. Policejní jednotky dav rozhánějí obuškami a vodními děly.

Vzniká Nezávislé mírové sdružení – Iniciativa za demilitarizaci s cílem pořádat veřejné diskuse a demonstrace.

Předsednictvo ÚV KSČ schvaluje text dopisu základním organizacím KSČ v celé zemi, v němž je varuje před „aktivizací sil vnitřního a vnějšího protivníka“.

Policisté rozhánějí další fórum Charty 77, sešlo se na něm zhruba 50 chartistů.

1988



17. LEDNA

6. BŘEZNA

25. BŘEZNA

10. DUBNA

16. DUBNA

23. DUBNA

29. DUBNA

14. KVĚTNA

Asi 8000 věřících se (navzdory provokacím StB) schází v katedrále sv. Víta při mši konané na počest Anežky Přemyslovny.

StB znemožňuje koordinační schůzku mluvčích Charty 77 v soukromém pražském bytě.

Kardinál František Tomášek píše dopis vládě, požaduje změnu postoje státu k církvi. Před arcibiskupským palácem se na jeho podporu schází asi 3000 věřících.



REVOLUCE PRO MĚ ZNAMENALA OSTRÉ ROZČÍSNUTÍ VŠE PROSTUPUJÍCÍ TENZE, ZOUFALSTVÍ A ŠEDIVOSTI.

Zdena Kolečková, 20 let,
studentka UJEP v Ústí nad Labem



Miroslav Vaněk. Naráží přitom na fakt, že už v devadesátých letech se kolem bývalých studentských vůdců vytvořila jakási gloriola patrná například v médiích opakujících stále stejné hrdinské příběhy.

Po téměř třiceti letech však podle Miroslava Vaňka a jeho kolegů nastala správná doba na oprášení tématu. O potřebě vyjádřit se k étosu listopadu 1989 právě dnes se v knize zmínili i mnozí studentští vůdci (v orálně-historickém výzkumu se zpovídáním říká narátoři).

„Někteří narátoři se dříve nechtěli vyjádřit, neměli zájem se svěřovat se svým příběhem. Ale dnes mají pocit, že musí. Že se minulost včetně roku 1989 zlehčuje, a oni cítí, že musí promluvit, že je potřeba říct, jak to bylo,“ upozorňuje Petra Schindler-Wisten, jedna z tazatelek aktuálního projektu a současná vedoucí Centra orální historie Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR.

Události z roku 1989 už jsou historií a pro dnešní děti a teenagery dokonce historií velmi dávnou. Také proto je dobré téma znovu otevřít a pohlédnout na něj novými očima. „Mám tři-

náctiletou dceru a s ní se o sametové revoluci už dá povídat. Ale myslím, že to bere podobně, jako když za nás chodili vyprávět do škol partyzáni. To bylo taky nějakých dvacet nebo třicet let poté, co se to stalo,“ vzpomíná další z narátorů Tomáš Záborský, který se v roce 1989 účastnil revolučních změn v Olomouci.

Pokud se minulost dostatečně nereinterpretuje a vědecky nezkoumá, vytváří se prostor pro utváření kolektivně sdílených mýtů – třeba toho, že se „studentské“ revoluce aktivně účastnila většina vysokoškoláků. Statistiky účasti na revolučním dění samozřejmě neexistují, už kvůli bezpečnosti se tehdy žádné nevedly a ani by to nebylo reálné. Přesto se z některých pramenů a především z výpovědí samotných účastníků odhaduje, že skutečně aktivních bylo tehdy v průměru jen asi deset procent studentů v celé zemi. „Spousta z nich odjela domů, ať už z lenosti nebo ze strachu a vykašlala se na to, takže o hrdinských milionech studentů to nebylo,“ vzpomíná v knize *Sto studentských evolucí* na ostravskou realitu Jan Král.

Pro představu, jedna desetina československých vysokoškoláků v roce 1989 představuje v přepočtu asi 12 až 17 tisíc lidí (na celkem 69 fakultách 23 veřejných vysokých škol tehdy studovalo 113 tisíc lidí). I když byly i výjimky. Zejména umělecké školy byly nepoměrně aktivnější. Na DAMU stávkovali prakticky všichni a na FAMU a UMPRUM převážná část studentů.

Být aktivní při tehdejších událostech znamenalo chodit na manifestace, koordinovat akce, psát a kopírovat různá prohlášení, vylepovat plakáty, objíždět zemi a informovat ostatní o tom, co se děje. Studenti, kteří se účastnili stávky vyhlášené 18. listopadu, třeba týden nebyli doma, přespávali na fakultách, spousta práce se dělala po nocích. Mnozí vzpomínají, že nestihli dát vědět rodičům, ti leckdy ▶

V Praze, Bratislavě a krajských městech se konají krajské (městské) konference KSČ: strana má přibližně dva miliony členů.



Předsednictvo ÚV KSČ se zabývá nedostatkem toaletního papíru: ročně se u nás v té době vyrábí 37,5 tisíce tun toaletního papíru, na „uspokojení potřeb občanů“ by ale bylo nutné zásobit trh 50 tisíci tunami papíru.

Podle ÚV KSČ by měly Lidové milice (téměř 88,5 tisíce příslušníků) více pomáhat policistům (Sboru národní bezpečnosti) při potlačování protirežimních akcí.

Nezávislé mírové sdružení se pokouší uspořádat diskusní fórum na Václavském náměstí. StB zatýká 11 čelných představitelů sdružení. I tak se odpoledne u sochy sv. Václava shromažďuje několik set lidí.

15. KVĚTNA

28. KVĚTNA

Vzniká nezávislá iniciativa České děti, která se hlásí k hodnotám a tradicím Českého království.

17. ČERVNA

21. SRPNA

Demonstrace na Václavském náměstí k 20. výročí vojenské intervence do Československa se účastní několik tisíc lidí. Brutálně proti nim zasahují policejní jednotky.

25. SRPNA

24. ZÁŘÍ

několik dní ani netušili, kde jejich potomci jsou (připomeňme, že nebyl internet ani mobilní telefony).

Není divu, že někteří studenti po tak vypjatých dnech až týdnech zkolabovali a načas se odmlčeli. „My jsme vlastně všichni zdravotně úplně odpadli na zbytek toho semestru. Já si pamatuji, že jsem se probrala nějak v březnu 1990, kdy jsem se vyhrabala ze zánětu ledvin, z neustálých viróz a nemoci,“ vzpomíná Monika MacDonagh Pajerová.

KDO HLASITĚJI CINKAL KLÍČI?

Čas od času se vynořuje otázka, kdo se o revoluci víc zasloužil. Byli hlavní hybnou silou studenti, nebo přišli už k připravenému a jen „škrtili zápalkou“? Neměli na ní spíše hlavní zásluhu disidenti, kteří s režimem bojovali po celá osmdesátá léta? Anebo bylo nejpodstatnější, že se k manifestacím ihned po 17. listopadu masově přidali dělníci a další občané?

Zejména v poslední době charakteristické chaosem informační inflace se zdá, že přibývají nejrůznější konspirační teorie o předem připraveném předání moci. Role všech jmenovaných aktérů se bagatelizuje, o žádnou revoluci prý nešlo. Historik Pavel Mücke z Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR upozorňuje, že podobné teorie se objevují od samého začátku. „Jde o způsob vyprávění, který je tady hluboce zakořeněný, u líčení takzvaných velkých událostí z politických dějin se periodicky vynořují informace, že se něco děje podle předem daného scénáře, že někdo tahá za nitky,“ vysvětluje.

Tento postoj prý souvisí i s většinovou pasivitou české společnosti. „Pokud sám nejste ve své době aktivní, můžete si pak retrospektivně myslet, že jedná někdo jiný v pozadí; a tím si ospravedlnit vlastní pasivitu, zbavit se tak svého dílu pomyslné historické zodpovědnosti,“ dodává Pavel Mücke.

Navzdory představě o „studentském listopadu“ nelze říct, že by revoluce byla dílem pouze jedné skupiny obyvatel. Studenti sami by nic nemohli, pokud by se k nim nepřidali dělníci a lidé ze všech koutů země. Stejně tak by nedokázali sami zajistit hladké předání moci od komunistů, pokud by se vyjednávání nechopili disidenti, lidé často o generaci starší a zkušenější, jmenovitě Václav Havel.

Poznámky o údajném přehánění role studentů coby hybné síly revoluce se objevily v polovině devadesátých let ze strany někdejších zástupců undergroundu. „Mám pocit, že úloha studentů i herců na událostech se přeceňuje,“ napsala v roce 1996 v novinách *Babylon* publicistka a bývalá chartistka Petruška Šustrová. Petr Placák, zhruba stejně starý jako tehdejší studenti, který ale z politických důvodů nemohl školu dostudovat, mluvil v roce 1995 o „mýtu studentů coby původců pádu komunistického režimu“. Loni se podobně vyjádřil při rozhovoru v České televizi někdejší chartista Jan Macháček: „Studenti mají sílu, ale vstupují až v závěrečné



“
BYL TO SKVĚLÝ
HAPPENING,
KTERÝ JSME SI
STRAŠNĚ UŽILI,
ALE SKUTEČNÝMI
HYBATELI HISTORIE
JSME NEBYLI.

Šimon Pánek, 22 let,
student UK v Praze

Nezávislé iniciativy ohlašují, že 28. října – v den 70. výročí vzniku Československa – uspořádají na pražském Václavském náměstí pokojnou manifestaci. Příslušný úřad manifestaci zakazuje.



Na Václavském náměstí se schází několik tisíc lidí na demonstraci k 70. výročí vzniku Československa. Bezpečnostní složky reagují vodními děly a pendrekry.

Do Československa přijíždí francouzský prezident François Mitterand. Schází se s představiteli státu z strany, o den později s disidenty.



1988



10. ŘÍJNA

15. ŘÍJNA

28. ŘÍJNA

11. LISTOPADU

8. PROSINCE

10. PROSINCE

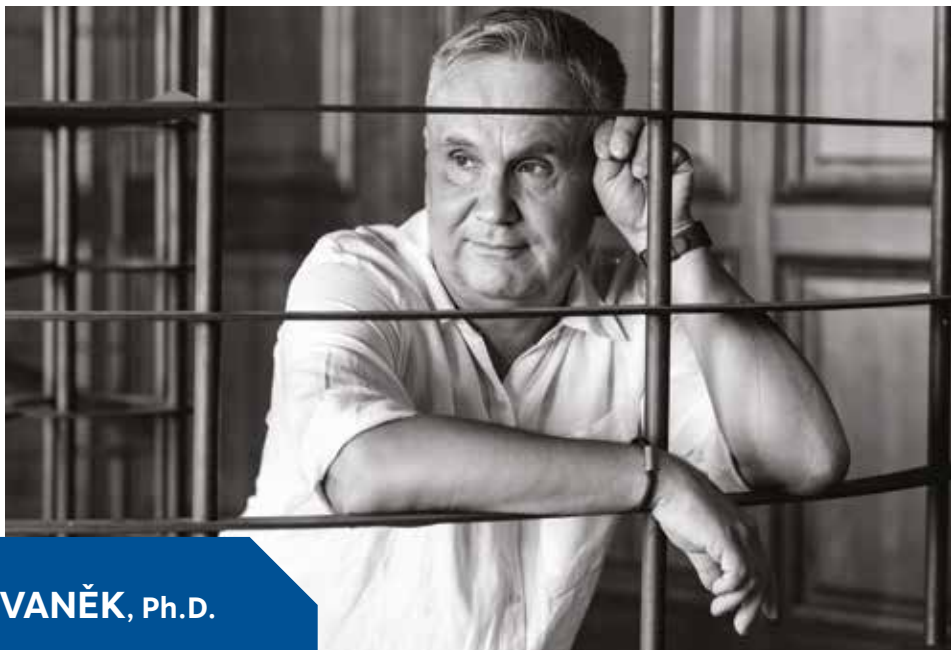
Vzniká Hnutí za občanskou svobodu (HOS) a zveřejňuje manifest *Demokracie pro všechny*. Proti signatářům StB okamžitě zahajuje represivní opatření.

StB narušuje konání mezinárodního symposia *Československo 88*, které se mělo zabývat mezníky našich dějin (1918, 1938, 1948 a 1968).

Několik tisíc lidí manifestuje v Den lidských práv na Škroupově náměstí v Praze.

fázi a předtím se demonstrací neúčastnili“. Určitou podezřívavost si u disidentů vysloužili mimo jiné proto, že mnozí z tehdy studujících byli členy Socialistického svazu mládeže – tedy organizace chápáné jako předstupeň vstupu do komunistické strany. Vádilo jim také, že se někteří studentští vůdci, v devadesátých letech označovaní za novodobé hrdiny, většinou neúčastnili protestních akcí před listopadem, kdy hrozily perzekuce.

Samozřejmě, situace nebyla černobílá. I z výpovědí narátorů v knize vyplývá, že někteří se demonstrací, včetně Palachova týdne v lednu 1989, účastnili. Obě skupiny se navíc částečně překrývaly. Mezi studenty byli výjimečně



prof. PaedDr. Mgr. MIROSLAV VANĚK, Ph.D. Ústav pro soudobé dějiny AV ČR

Životopisné rozhovory s bývalými studenty, kteří se účastnili listopadových událostí v roce 1989, začal zaznamenávat v letech 1997–1998. V období listopadu 1989 učil druhým rokem na základní škole, od roku 1992 působí v Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR. Od roku 2017 je jeho ředitelem. Stál u zrodu a etablování oboru orální historie v České republice. Orální historici zaznamenávají rozhovory s pamětníky, a vytvářejí tak prameny k dalšímu historickému studiu.

potřeba posuzovat i s ohledem na mezinárodní souvislosti. Už v červnu 1989 se díky masové podpoře opoziční Solidarity zhroutil systém jedné strany v Polsku, v Maďarsku režim skončil v říjnu a 9. listopadu 1989 padla berlínská zeď. Zásadní změny se navíc děly v Sovětském svazu v důsledku perestrojky vyhlášené Michaiilem Gorbačovem... Československý režim tak zůstával u moci jako jeden z posledních mohykánů východní Evropy. Naše občanská společnost se probouzela z letargie jen velmi pomalu.

i potomci z disidentských rodin, jako například Jiří Dienstbier nebo Marek Benda. I proto se nám spor mezi studenty a disidenty, případně mezi studenty svazáky a nezávislými studenty, který občas (dodnes) probublává v médiích, může z odstupu zdát malicherným.

Aktivní roli studentů přímo kolem 17. listopadu a dlouhodobé protirežimní úsilí disidentů je

ská společnost se probouzela z letargie jen velmi pomalu.

ATENTÁT NA CHARAKTER OBYVATELSTVA

Většinu obyvatel Československa negativně ovlivnily extrémní historické zkušenosti: mnichovská dohoda v roce 1938, nacistická okupace od roku 1939, vykonstruované politické procesy padesátých let, násilné potlačení pražského jara v srpnu 1968, normalizace od roku 1969... Osmdesátá léta se často popisují jako doba, kdy už národ jako by rezignoval. Disidentů bylo velmi málo a žili v izolaci, takzvaná ▶



Na Václavském náměstí se koná nepovolené pietní shromáždění k 20. výročí sebeupálení Jana Palacha. Na místě je 2200 policistů a 1300 milicionářů, kteří akci brutálně potlačují. Začíná tzv. Palachův týden.

ÚV KSČ informuje funkcionáře o „nepřátelských aktivitách nelegálních skupin“: v zemi podle zprávy působí 20 opozičních formací reprezentujících asi 500 „aktivních exponentů“ a 5000 sympatizantů.



Režimní prvomájové oslavy na Václavském náměstí (dříve se konaly na Letné). Na náměstí přicházejí i odpůrci režimu, policie proti nim zasahuje.

1989



15. LEDNA

21. LEDNA

2. ÚNORA

12. ÚNORA

1. KVĚTNA

17. KVĚTNA

Spontánní mítinky vrcholí 21. ledna poutí k hrobu Jana Palacha ve Všetatech. Režim zatýká stovky lidí včetně Václava Havla.

Celkem 670 odborných pracovníků 70 vědeckých institucí, zejména ústavů Akademie věd, odsuzuje v dopise premiéru Ladislavu Adamcovi represe proti ledným demonstracím.

Soud podmíněčně propuští Václava Havla z vězení.

mlčící většina s nimi nebyla prakticky v žádném kontaktu. Několik desítek let trvající život v totalitě nutně zanechal na duši obyvatelstva velké rány. V psychologických studiích se v této souvislosti dočítáme dokonce o tzv. posttotalitním syndromu, jenž je důsledkem vyrovnání se s prožitým útlakem. Ve společnostech, které zažily totalitu, pozorují psychologové převahu negativních emocí a pesimismu, nízké nebo naopak přebujelé sebevědomí, myšlenkovou rigiditu a naučenou bezmocnost, kdy se jedinci ztotožňují s postoji „my“ versus „oni“, „my“ za nic nemůžeme, „oni“ za nás rozhodují...

Ide o strategie, které lidem pomáhají přežít útlak, ale ve změněných podmínkách se proti nim samým obracejí. „Navyklou pasivitou a negativismem brání rozvoji demokratické samosprávy a otvírají cestu k pohodlným zkratkám ve formě následování populistických a demagogických svodů,“ vysvětluje Martina Klicperová z Psychologického ústavu AV ČR.

Totalitní režimy se u moci udržují kombinací fyzické síly, všudypřítomné propagandy a cíleným neustálým psychologickým nátlakem na obyvatelstvo. „Za extrémní formu atentátu na charakter lze považovat politické procesy. Oběti přitom není jen odsouzený, ale i velká část veřejnosti, kterou morálně mrzačí,“ zdůrazňuje Martina Klicperová.

K lámání charakteru docházelo v Československu opakovaně, mimo jiné za normalizačních prověrek po roce 1969. Lidé byli nuceni na pracovištích explicitně vyjadřovat souhlas s okupací, aby nepřišli o práci a jejich děti o možnost studovat. Postavit se takové hrozbě dokázal málokdo. Podobně destruktivně působila snaha režimu diskreditovat disidenty, nabádat občany k podpisům různých petic, především proti Chartě 77.

„Je paradoxní, že třeba hrubý nacistický nátlak s hrozbou poprav způsobil menší psychologickou deformaci než mírnější přesvědčovací prostředky za komunismu. V praxi se tak u nás ověřila Festingerova teorie, předpovídající velký efekt malého úplatku,“ dodává Martina Klicperová. Zmíněná psychologická teorie vychází z experimentu, v němž lidé dostávali odměnu za lež – jeden, nebo dvacet dolarů. Vlastním lžím nakonec uvěřili spíše ti, kteří dostali jen dolarovku. Proč? Lidé s velkým úplatkem si své nemorální chování snadno zdůvodnili, ale ti, co lhali za malou částku, se vnitřně se svou zradou smířovali hůře (často přesvědčili sami sebe, že vlastně nelhali). „Dodnes je znát, že u těch, kdo byli ke komunismu loajální, ač z toho ‚nic neměli‘, loajalita mnohdy trvá dodnes. Zatímco ti, které štědře odměňoval, bez skrupulí převlékli kabát.“

Změna společenského nastavení se buduje dlouho a určitě déle, než si lidé v roce 1989 mysleli, což potvrzují i někteří studentští vůdci. „Devalvace společnosti, kterou komunismus za sebou nechal, je daleko hlubší a ve více sektorech, než jsme si tenkrát uměli představit,“ říká v knize *Sto studentských revolucí* Šimon Pánek.



STO STUDENTSKÝCH EVOLUCÍ

Miroslav Vaněk a kol.

Třisvazková publikace *Sto studentských revolucí*, kterou před třicátým výročím sametové revoluce vydává nakladatelství Academia, je výsledkem orálně-historického výzkumu Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR. Kniha po dvaceti letech navazuje na předchozí publikaci *Sto studentských revolucí*. Historici znovu vyzpovídali účastníky událostí konce roku 1989 a zasadili jejich vzpomínky do současného kontextu.

Podobné jevy přitom vnímá i v sousedních postkomunistických státech. „Vidíme nesebevědomou společnost, lidi, kteří nevěří sami sobě, nevěří svým politikům, nevěří v budoucnost, jsou v zásadě xenofobní, bojí se čehokoli nového, jsou málo mobilní, mají strach, ne jeden strach, ale různé strachy. Hodně se to třeba odráží ve vztahu k uprchlíkům.“

JE U NÁS DEMOKRACIE?

O paternalismu a pasivitě postkomunistických společností se píše také v politologické a socio-

Průzkum veřejného mínění: téměř polovina respondentů nepovažuje politický systém v ČSSR za demokratický a projevuje souhlas nebo tolerantní přístup k demonstracím v době Palachova týdne.

Nezávislé iniciativy včetně Charty 77 vyjadřují nesouhlas s brutálním zákrokem čínských ozbrojených sil proti demonstrantům na náměstí Nebeského klidu.

Slavnostní bohoslužbou v katedrále sv. Víta v Praze vrcholí oslavy 90. narozenin kardinála Tomáška, účastní se jí asi 5000 věřících.

Kardinál Tomášek píše vládě a straně otevřený dopis, v němž vyjadřuje podporu petici *Několik vět* a nabízí se jako prostředník společenského dialogu.

1989



KVĚTEN

30. KVĚTNA

Nově vzniklá iniciativa Pražské matky manifestuje za lepší životní prostředí.

5. ČERVNA

29. ČERVNA

Petice *Několik vět* vyzývá stát k provedení „důsledných systémových změn“ a k zahájení „svobodné a demokratické diskuse“. Za petici, kterou podepsalo 1800 lidí, stojí Václav Havel, Jiří Křížan, Alexandr Vondra a Stanislav Devátý.

1. ČERVENCE

4. SRPNA



DOSTAL JSEM ZA ÚKOL PŘEDSTAVIT HAVLA. ALE TO BYL PRO MĚ OŘÍŠEK, PROTOŽE JÁ O NĚM NIC NEVĚDĚL.

Marek Wohlgemuth, 23 let, student VŠSE v Plzni

logické literatuře. V devadesátých letech se politologové hodně zabývali teoriemi tzv. přechodů k demokracii (používá se též termín tranzitologie). Tranzicí se míní přechod systému z totalitního (nebo autoritářského) k demokratickému. Zkoumá se na úrovni institucí, politické reprezentace, chování aktérů, politické kultury a stavu občanské společnosti.

„Třicet let od sametové revoluce už se ne bavíme o tom, jestli Česká republika demokracií je, nebo není, případně jestli je, nebo není demokracií transformující se. Nyní hovoříme o její kvalitě, případně míře demokratické konsolidace, kterou srovnáváme s jinými, například západoevropskými demokraciemi,“ říká politoložka Petra Guasti, která působí v Sociologickém ústavu AV ČR a na Goetheově univerzitě ve Frankfurtu nad Mohanem.

V žebříčcích posttransformačních demokracií (index BTI – Bertelsmann Stiftung's Transformation Index) se Česká republika dlou-

POSTTOTALITNÍ SYNDROM JAKO DĚDICTVÍ TOTALITY

Martina Klicperová popisuje typické znaky společností, které prožily totalitu:

- Převaha negativních emocí, pesimismus (xenofobie)
- Poruchy identity a individuality (nízké, nebo naopak přebujelé sebevědomí)
- Poznávací poruchy (černobílé myšlení, myšlenková rigidita)
- Pasivita a naučená bezmocnost (perspektiva „my“ versus „oni“)
- Amoralnost, vyhýbání se odpovědnosti

hodobě drží na předních příčkách. Přesto se v posledních pár letech její postavení zhoršilo. Zatímco v roce 2010 dosáhlo Česko v BTI indexu v kategorii „stav demokracie“ hodnoty 9,8 bodu z 10, v roce 2014 to bylo 9,6 a loni 9,4 bodu. Za mírné zhoršování přitom podle hodnotitelů můžou nedávné změny v mediální sféře (propojení politiků a médií) a nejasné přetváření stranického systému.

„Pouze pokud mají občané objektivní informace, může docházet k demokratickému formování vůle,“ komentuje výsledky Petra Guasti. Co se týče stranického systému, ten nebyl v České republice nikdy příliš pevný, většina politických stran se u nás vždy potýkala s vnitřními rozkoly a odštěpeneckými tendencemi. Až zhruba do roku 2010 ale existovala určitá víceméně jasná pravo-levá škála stran s dominantními občanskými a sociálními demokraty, stranami klasického typu s danou strukturou a ideologií. V posledních zhruba sedmi letech ale v Česku vzniklo hned několik subjektů úplně nového typu, jež podle slov svých představitelů nechtějí mít s tradičními stranami nic společného. U některých převažuje autoritativní vedení a spoléhání se na populismus a politický marketing spíše než dlouhodobé strategické utváření politických myšlenek.

Jako velmi úspěšný se ukázal zejména koncept hnutí ANO současného premiéra Andreje Babiše, který ve volbách v roce 2017 získal téměř 30 procent hlasů. ANO se za stranu, jak ji definují politologové, nepovažuje, samo sebe označuje za neideologické hnutí. Zcela záměrně se staví do role antipolitického subjektu, který nabízí správu věcí veřejných odborníky – nikoli politiky (výraz politik nabývá negativní konotace). Petra Guasti používá v této souvislosti termín „technokratický populismus“ vyjádřený heslem „budeme řídit stát jako firmu“.

TECHNOKRATICKÉ VLÁDNUTÍ

Je současný důraz na odbornickou správu věcí veřejných něčím zcela novým, nebo oprašujeme už dříve vyzkoušené? Koncept technokratického vedení byl silně přítomný mimo jiné v československém režimu sedmdesátých a osmdesátých let 20. století. „Fenomén Babiš nepředstavuje zásadní diskontinuitu s polistopadovým ▶

Několik tisíc lidí si na Václavském náměstí připomíná srpnovou intervenci 1968. Policejní jednotky akci rozhánějí a zatýkají 105 československých a 56 zahraničních účastníků.

Lidé demonstrují na Václavském náměstí u příležitosti 71. výročí vzniku Československa, policie zasahuje a dav rozhání.



Ceremonie svatořečení Anežky Přemyslovny v Římě se účastní tisícičky československých věřících.

Povolená studentská manifestace uspořádaná k 50. výročí smrti Jana Opletala se postupně mění v protirežimní demonstraci, ke studentům se přidávají další lidé, celkem asi 50 tisíc. Otevírá se cesta k definitivní změně režimu.

21. SRPNA

28. ŘÍJNA

12. LISTOPADU

17. LISTOPADU

8. ZÁŘÍ

9. LISTOPADU

Běh třídou Politických vězňů za propuštění politických vězňů násilně přerušuje policie, několik účastníků policisté zatýkají a při výslechu bijí.

Pád Berlínské zdi. Do té doby od září uprchlo tisíce východních Němců na západ přes pražskou německou ambasádu (asi 42 tisíc).

JE DNES LÉPE NEŽ PŘED ROKEM 1989?

Výrok: **Před listopadem 1989 byly poměry lepší**



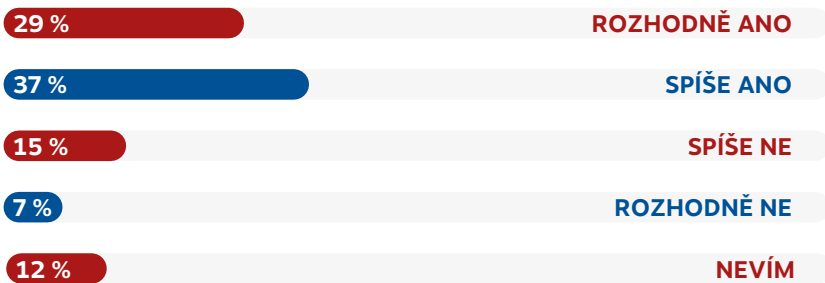
Výrok: **Poměry jsou lepší dnes**



Výrok: **Je to tak půl napůl, nedá se říct**



STÁLA ZMĚNA SPOLEČENSKÉHO SYSTÉMU, K NIŽ DOŠLO V ROCE 1989, ZA TO?



Zdroj: CVVM SOÚ AV ČR, Naše společnost, 2016

vývojem, případně nějaké antisystémové zaškokbrtnutí, které vychýlilo dosud fungující demokratické ekvilibrium, úspěch hnutí ANO je důsledkem a završením vývoje, který se začal psát na stolech prognostiků a v kuloárech osvětlených technokratů v komunistickém Československu," míní Petr Agha z Ústavu státu a práva AV ČR.

Nová společenská smlouva s občany po potlačení pražském jaru spočívala v tom, že když se nebudou plést do politiky, režim jim zajistí stabilitu a určitou

míru prosperity. Technokratický populismus dnešní doby odmítá tradiční systém politických stran a tvrdí, že problémy by měli řešit nepolitici odborníci nezávisle na ideologiích. Pro manažersky řízenou administrativu je výhodnější, když občané zůstávají pasivní a příliš se neangažují. Maximálně jednou za čtyři roky ve volbách.

Tento druh odpolitizované politiky ale vyvolává kritiku, ozývají se hlasy, že se vrací „normalizace“ a nespokojenost občanské společnosti neustále narůstá.

SAMETOVÝ SYMBOL

V zatím nejviditelnější míře se občanská nespokojenost projevila letos v červnu demonstrací na Letné, které se zúčastnilo čtvrt milionu lidí. Přišlo jich mnohem více než na jakoukoli protestní akci od dob sametové revoluce.

Podle politoložky Petry Guasti, která spolupracuje na mezinárodním srovnávacím výzkumu demokracií nazvaném V-Dem, je současná mobilizace občanské společnosti pozitivním rysem české demokracie. „Aktuální výzkumy V-Dem ukazují, že aktivní občanská společnost může zabránit případné dekonsolidaci demokracie. Česká společnost stojí na rozcestí, na výběr má maďarskou či polskou neliberální cestu, nebo liberální demokracii, jaké dali přednost v letošních prezidentských volbách občané Slovenska,“ domnívá se Petra Guasti.

Souvislost s aktuálním třicátým výročím se nabízí. Organizátoři demonstrací cíleně pracují s étosem sametové revoluce a znovu připomínají myšlenky Václava Havla. Symbol sametu rezonuje i u protestujících, z nichž mnozí se odvolávají na listopadové ideály.

Důležitou roli hraje i symbolika samotného data – 17. listopadu. Hlavní svolavatel červnové demonstrace spolek Milion chviliek pro demo-



Vzniká Občanské fórum (OF) a Verejnost proti násiliu (VPN). KSČ uvádí do pohotovosti milicionáře a apeluje na strany, aby učinili „vše potřebné pro odmítnutí nepřátelských snah“.



Statisíce lidí celý týden manifestují v Praze, Bratislavě a dalších městech Československa.

Na Letné se na demonstraci pořádané Občanským fórem shromáždí **milión lidí**. Masové demonstrace bezprostředně **vedou k pádu režimu**.

1989



19. LISTOPADU
18. LISTOPADU

Studenti, herci a další umělci se v Realistickém divadle shodli na týdenní stávce a na pondělku 27. listopadu jako době generální stávky.

21. LISTOPADU
22. LISTOPADU **25. LISTOPADU**
26. LISTOPADU

Vedení KSČ odvolává z pohotovosti milicionáře.

Začínají politické rozhovory mezi delegací OF vedenou Václavem Havlem a předsedou vlády ČSSR Ladislavem Adamcem.



“
**KLADEME SI
 OTÁZKY, KTERÉ
 JSME NEČEKALI.
 DŘÍVE BY NIKOHO
 NENAPADLO, ŽE SI
 BUDEME MUSET
 POTVRZOVAT, JESTLI
 OPRAVDU CHCEME
 BÝT V EVROPĚ A ŽÍT
 V DEMOKRACII.**

Miroslav Vaněk

kracii svou úplně první výzvu zveřejnil na Facebooku 17. listopadu 2017, tedy v den 28. výročí sametové revoluce. Za spolkem stojí, podobně jako tehdy 17. listopadu 1989, opět mladí lidé, dnešní dvacátníci.

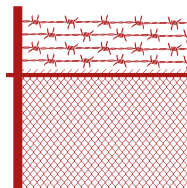
Tato generace se poprvé zřetelněji projevila už tři roky předtím, v roce 2014 – při 25. výročí revoluce, kdy se konal první ročník happeningu Korzo Národní – Díky, že můžem. V jednom ze svých úvodních prohlášení organizátoři Korza napsali: „Naším cílem je uspořádat důstojnou pozitivní oslavu svobody, která v lidech probudí to dobré, co jsme po 17. listopadu jako společnost získali. Snažíme se vše pojmut takovou formou, aby zaujala i ty, kteří revoluci ani totalitu neza-

žili.“ Korzo se od té doby koná každoročně, loni se kulturně-vzpomínkové akce na Národní třídě zúčastnilo přibližně 84 tisíc lidí.

„Ukazuje se to i skrze naše rozhovory s někdejšími studentskými vůdci, kterých jsme se ptali také na názory jejich dětí, že nazrála určitá generační otázka,“ říká Miroslav Vaněk. Po třiceti letech od sametové revoluce dorůstá nová generace nezatížená totalitní minulostí, generace, která za podstatné považuje už úplně jiné problémy než mladí v devadesátých letech. Například stav životního prostředí a klimatická změna – to jsou témata, která pálí dnešní studenty a jimž politici, pro které je symbolem pokroku kouřící komín a síť dálnic, nemají co nabídnout.

Zdá se, že pro tyto mladé lidi se 17. listopad stal významným symbolickým datem, k němuž se vztahují, přestože v té době nežili. A možná právě proto, že s ním nemají přímou zkušenost, si pokládají otázky, které by pamětníky nenapadly. Jak to tenkrát doopravdy bylo? Mělo všechno to dění smysl? Jaký je odkaz 17. listopadu? Co nám může přinést do budoucna? Chceme jej předávat a rozvíjet? Dostaneme se o krok dál, nebo se vydáme jiným směrem? □

Federální shromáždění ČSSR vypouští z ústavy články o vedoucí úloze komunistické strany a o marxismu-leninismu jako státní ideologii.



Ministři zahraničních věcí ČSSR a SRN Jiří Dienstbier a Hans-Dietrich Genscher symbolicky přestřihují ostnatý drát na československo-německé hranici.

Federální shromáždění na Pražském hradě jednomyslně volí Václava Havla československým prezidentem.

Václav Havel

27. LISTOPADU
29. LISTOPADU

V celé republice se koná široce podporovaná generální stávka, která plní funkci neformálního referenda o konci režimu.

10. PROSINCE
23. PROSINCE

Prezident Gustáv Husák jmenuje novou federální vládu a vzápětí abdikuje. OF vyhláší na Václavském náměstí kandidaturu Václava Havla do úřadu prezidenta republiky.

29. PROSINCE
 Kompletní časová osa
 na www.89.usd.cas.cz

MEMENTA KOMUNISTICKÉHO REŽIMU

OBĚTI KOMUNISMU

Přes 200 tisíc odsouzených, bezmála 250 popravených a 4,5 tisíce lidí, kteří nepřežili komunistické věznění. Jím a dalším stovkám tisíc perzekvovaných Čechoslováků je věnován působivý památník od sochaře Olbrama Zoubka a architektů Zdeňka Hölzela a Jana Kerela na úpatí Petřína. Sousoší kráčejších lidských postav symbolizuje dehumanizované oběti režimu, které se postupně mění v lidské trosky.



ZNIČENÝ VENKOV

Plastika ve tvaru trsu rašícího osení spoutaného ostnatým drátem, která se tyčí před budovou ministerstva zemědělství, připomíná oběti násilné kolektivizace a zničení venkova v letech 1948–1989. Oběťmi kolektivizace se stali nejen bohatí sedláci, ale i drobní zemědělci, kteří byli nuceni odevzdat půdu a zvířata do JZD.



POZOROVATELNA STB

Na pozorovatelnu Kajka ve zvonici u chrámu sv. Mikuláše na Malé Straně vede téměř 300 schodů, výšlap ale stojí za to. Místo nabízí unikátní vhléd do metod Státní bezpečnosti v totalitním Československu. Pozorovatelna zůstala takřka v původním stavu včetně výzdoby, návštěvník se tak může vžít do role špiona a oválnými okénky zkontrolovat dění v okolních ambasádách západních zemí.

BOJ REŽIMU S CÍRKVÍ

Kardinál Josef Beran je jedním ze symbolů perzekuce církve totalitními režimy. Druhou světovou válku strávil v koncentračních táborech Terezín a Dachau. Po roce 1948 odmítl podřídit církev komunistické moci, a čelil tak neustálému tlaku StB. Zemřel v roce 1969 v Římě. Jeho ostatky se podařilo zpět do vlasti převézt až v roce 2018. Pomník stojí od roku 2009 v Praze před Arcibiskupským seminářem.



SANATORIUM

Streetartové portréty na fasádě bývalého Borůvkova sanatoria v Legerově ulici v Praze připomínají dvě konkrétní oběti komunistického režimu, které zemřely právě zde: studenta Jana Palacha, který se upálil na protest proti vpádu vojsk Varšavské smlouvy, a umučeného kněze Josefa Toufara. Výtvarník Otakar Dušek portréty vytvořil k 45. výročí Palachovy smrti 19. ledna 2014.



QUO VADIS

Bronzová socha kráčejícího auta od Davida Černého připomíná desítky tisíc východních Němců, kteří na podzim 1989 emigrovali přes Prahu do západního Německa. Celé rodiny se tehdy tísnily na zahradě velvyslanectví Spolkové republiky Německo a žádaly o vpuštění na západ. Ambasáda pro ně nakonec vypravila speciální vlakové spoje a z Prahy se načas stalo obrovské parkoviště opuštěných trabantů.



SRDCE VÁCLAVA HAVLA

Plastika ve tvaru srdce vytvořená sochařem Kurtem Gebauerem zdobí od roku 2016 piazzetu Národního divadla, dnes nazvanou náměstí Václava Havla. Instalována byla při příležitosti jeho nedožitých 80 let. Jméno dramatika, disidenta a prvního polistopadového prezidenta Václava Havla nese také největší české letiště a lavičky umístěné v několika městech České republiky, ale i ve Washingtonu, Barceloně či Tel Avivu.



VÍCE NA

WWW.PAMETNIMISTA.USD.CAS.CZ

ODPOVĚDNÝ REDAKTOR: ZELENÝ MYSLIVEC

Literární historici Alena a Michal Příbáňovi popisují detektivní pátrání po utajených vydavatelích **českého samizdatu** a vznik knihy *Český literární samizdat 1949–1989*.

Byl jarní den roku 1988 a dvaadvacetiletý student brněnské univerzity Michal Příbáň šel na rande se svou novou přítelkyní Alenou. V tašce měl dva svazky *Inženýra lidských duší* Josefa Škvoreckého, který mu půjčil jeho bývalý profesor z gymnázia.

Šlo o samizdatový strojopis, za jehož přechovávání a šíření hrozil Michalovi přinejmenším vyhazov ze školy. Svému profesorovi sice svatosvatě slíbil, že strojopis za žádných okolností nikomu neukáže a za dva dny mu ho vrátí zpátky, ale touha předvést se před půvabnou černovláskou byla silnější.

SE SAMIZDATEM NA PRVNÍ RANDE

„Říkal jsem si, že Alenu trochu vzdělám. Byla o čtyři roky mladší, tak aby věděla, co je to samizdat,“ vzpomíná dnes Michal Příbáň. Snažil se tenkrát udělat dojem a *Inženýra lidských duší* vytahoval z tašky takřka obřadně, ale Alenina reakce byla nečekaně studená: „Tuhle knihu opisoval můj otec. A pan profesor Staněk mu přísahal, že ji nedá z ruky!“

Pro Alenu to ovšem nebyla úplně nová situace – nedávno předtím si její maminka zapomněla tatínkův samizdat u holiče: „Byl to jediný okamžik v životě, kdy to vypadalo, že tatínek maminku zabije.“

Sebevědomý nápadník se zálibou ve slovníčích nemohl tenkrát tušit, že Alenin otec Leo Rajnošek spolupracuje se samizdatovými vydavateli „brněnské Petlice“, že na šedém psacím stroji značky Consul ve volném čase opisuje Bohumila Hrabala, Jana Zahradníčka či texty Karla Kryla a svým přátelům je posílá jako vánoční dárky či novoročenky. A že mu o prázdninách pomáhá i jeho dcera Alena, která si tak přivydělává ke studiím. Aleně se v tu chvíli honilo hlavou, jestli ten Příbáň není malinko hazardér, ale vyhodnotila to následovně: „Kdyby tu knížku vytáhnul někde v hospodě, kde ho mohla vidět spousta jiných lidí, tak bych s ním možná ani nezačala chodit.“

O pár měsíců později se z Aleny Rajnoškové stala Alena Příbáňová a spisovatel Josef Škvorecký, se kterým se pak manželé Příbáňovi hodně spřátelili, si tuhle historku nechával několikrát opakovat.

JAK OBEJÍT STÁTNÍ BEZPEČNOST

Manželé Příbáňovi spolu dnes pracují v lexikografickém oddělení Ústavu pro českou literaturu AV ČR a působí jako dokonale sehraný tým. Tím ostatně byli

již krátce po svém seznámení: Alena začala s Michalem spolupracovat na jeho samizdatové edici, kde vázala strojopisy z díla Josefa Škvoreckého, Milana Uhdeho či Ludvíka Kundery do desek z měkkého kartonu.

Když se pak v Brně na náměstí 25. února (dnešní Zelný trh) otevřela jedna z prvních veřejných kopírek firmy Océ, nechala se tam zaměstnat jako uklízečka. Když po večerech luxovala koberce, stál Michal u kopírky a množil výtisky Lidovek nebo půjčených exilových knih. Umožnili mu to zaměstnanci „océčka“ Magdalena Dostálová, Pavel Hudeček a Rostislav Andres, kteří však věděli, že do provozovny kromě kamarádů chodí i provokatéři z nedaleké „leninky“ a že se proto musí mít na pozoru.

Mezi klienty Océ patřila i svérázná brněnská osobnost Slávek Popelka. Ten si zde nechával množit papíry s hesly „Za svobodné volby“ nebo „Ať žije Charta“, které pak rozstříhal na malé kousky a rozhazoval z nejvyššího patra obchodního domu Jiskra procházejícím lidem na hlavu. Zaměstnanci provozovny ho upozorňovali, že to bohužel budou muset nahlásit, ale Slávek Popelka si s nimi vyjednal úmluvu: „Dejte mi deset minut, než to v klidu rozházím.“

Pracovníci Státní bezpečnosti se snažili mít každý kopírovací stroj pod kontrolou, a tak nalepili na okraj skleněné desky kopírky na náměstí 25. února malou cedulku s nápisem SMB: Služby města Brna.

„Od té chvíle měl každý, kdo do océčka přišel, na okraji každé kopie tuhle značku, takže bylo jasné, kde mu ji pořídili. Jenže osmnáctiletý ▶

“

**OD JEDNOHO ČLOVĚKA
JSME PUTOVALI
K DRUHÉMU, SKORO
KAŽDÝ NÁM DAL TIP
NA JINÉ VYDAVATELE,
VZPOMÍNAL,
JAKÝMI CESTAMI
SE K SAMIZDATU
DOSTÁVAL, A MY JSME
SE POTOM VYPRAVILI PO
STOPĚ.**

Alena Příbáňová

CONSUL 2224

zaměstnanec Pavel Hudeček, kterého do té doby zajímaly hlavně motorky, se silně namíchl, chvíli kopírku zkoumal a pak ji nastavil tak, aby kopie cedulku SMB minula. Prostě ten papír jel o pár milimetrů vedle," vzpomíná Příbáň.

NEJVYŠŠÍ ČAS

Tragikomické příběhy ze sklonku totality však vypovídají i o něčem mnohem podstatnějším: že všechno souvisí se vším a že vůbec nebyla náhoda, když se Michal Příbáň se svým oddělením v roce 2014 pustil do úkolu, který literární vědci do té doby jenom rozpačitě obcházel: připravit první ucelený přehled českého samizdatu. Úkol byl o to komplikovanější, že k tématu neexistovala téměř žádná podrobnější literatura.

Když za Příbáněm přišli jeho kolegové Petra Loučová a Michal Jareš s prvním nápadem, moc se mu do toho nechtělo.

„Při rešerších mi vyskakovaly jen a jen otázky: když nevíte, co kdo vydával, tak ani nevíte, na koho se obrátit pro informace,“ říká Michal Příbáň. Všichni si však uvědomovali, že jednou už nebude koho se zeptat, jak to vlastně tehdy bylo, že právě teď je možná nejvyšší čas začít. Se svým týmem si nakonec Česko rozdělili podle původních krajů: Michal Příbáň měl jižní Moravu, Alena Příbáňová severní, Michal Jareš severní Čechy, Eduard Burget západní, Petra Loučová východní, Veronika Košnarová jižní Čechy, Andrea Vitová střední a s Prahou vypomohli Marta Edith Holečková a Pavel Šidák.

„Byla to práce opravdu týmová. Každý z nás musel na čas odhodit své vlastní odborné zájmy a po celé čtyři roky jsme všichni žili jenom samizdatem,“ dodává Michal Příbáň.

MINIGOLFISTA Z KOJETÍNA

Východiskem celého výzkumu se stala pražská knihovna Libri prohibiti vydavatele samizdatové edice Popelnice Jiřího Gruntoráda, který za „rozvracení republiky“ strávil čtyři roky v těžkých komunistických žalářích Minkovice a Valdice. Přesto ani jeho rozsáhlé katalogy nebyly úplné a vyskytovala se v nich řada otazníků i zašifrovaných údajů. „Od jednoho člověka jsme putovali k druhému, skoro každý nám dal tip na jiné vydavatele, vzpomínal, jakými cestami se tehdy k samizdatu dostával, a my jsme se potom vypravili po stopě,“ vysvětluje Alena Příbáňová.

A tak to bylo i v případě časopisu *Protější chodník*, který vycházel v Opavě v letech 1987 až 1988 a jedním z vydavatelů byl tehdejší kulisák operní scény Slezského divadla Ivo Mludek. Když za ním Alena Příbáňová přijela na návštěvu, ptala se podobně jako vždy: Kdo řídil redakci? Kdo navrhl název časopisu? Kolik čísel vyšlo? Měnili jste formát? Kdo vám poskytoval fotografie? Kolik se pořizovalo opisů? Jak probíhala distribuce? Kde jste ukrývali kopie? Postihla vás někdy domovní prohlídka?...

Po několikahodinovém rozhovoru ukázal Aleně někdejší vydavatel svoji knihovnu, plnou samizdatových exemplářů. Procházeli jednotlivé svazky, když najednou vytáhl strojepis formátu A5 svázaný v hnědém plátně. „To je moje knížka básní z edice Červená karkulka. To určitě znáte, tady na severní Moravě to byl pojem,“ usmíval se. „A já jsem se zděsila, o Červené karkulce jsem v životě neslyšela,“ vzpomíná Alena Příbáňová. A příliš jí nepomohla ani tiráž, kterou Mludkova sbírka z roku 1987 obsahovala: jako hlavní nakladatel tam byl uveden Š(edý) Vlk, odpovědný redaktor obsahu S(tará) Babička, odpovědný redaktor obalu Z(elený) Myslivec a korektorem byl H(luboký) Les.

Ivo Mludek však literární historičku nasměroval na vydavatele celé edice Ivana Roemera, který podle záznamů z Gruntorádovy knihovny zřejmě pocházel z Jihlavy. „Bohužel žádného Roemera jsem v Jihlavě neobjevila, zato na mě při hledání na internetu vypadl Ivan Roemer v *Kroměřížském deníku* a výsledkové listiny turnajů v dráhovém golfu v Kojetíně, Tovačově, Přerově...“ popisuje Alena Příbáňová.



Knihu *Český literární samizdat 1949–1989* autorsky připravil devítičlenný kolektiv pracovníků Ústavu pro českou literaturu AV ČR pod vedením Michala Příbáňe. V roce 2018 ji vydalo Nakladatelství Academia.

Než však poprosila klub dráhového golfu o kontakt, ještě chvíli zkoumala novinovou fotografii tělnatého muže v modrobílém tričku, který podle popisku „zahrál na čtyři okruhy 91 úderů a bezpečně vyhrál soutěž seniorů“. Je to, nebo není ten „jejich“ Roemer? „No, kdyby byl mladší o třicet let, proč ne?“ vyjádřil se Ivo Mludek a bylo rozhodnuto.

Vydavatel Červené karkulky to skutečně byl. S Alenou se sešel v sídlištní restauraci v Kojetíně (ta na nádraží byla zrovna zavřená). „A tam mně vyrazil dech sdělením, že edice celou dobu vycházela u nás v Brně, nikoli v Jihlavě, jak jsme si všichni mysleli. V Jihlavě měl Roemer jenom přítelkyni.“ Do Brna se přesunul počátkem osmdesátých let, když opustil místo technika v přešovské chemičce, a na severní Moravu výtisky vozil při svých cestách za undergroundovými koncerty a minigolfem. Jak později vyšlo najevo, v českém undergroundu byl dobře známý pod přezdívkou „Smraďoch“. „A bydlel tři ulice od nás, určitě jsme se tehdy museli potkávat v tramvaji,“ podotýká Alena Příbáňová.

NA CHALUPÁCH SE SAMIZDATEM

A tak se pozvolna, od hesla k heslu, od vydavatele k vydavateli, vědci prokousávali nezmapovaným terénem a s úžasem zjišťovali, že těch odvážných „v národě“ nebylo zas tak málo. „Určitě mnohem více, než i ti největší optimisté mezi námi odhadovali. Původně jsme měli naplánováno 150 hesel, nakonec je jich 311. A to si rozhodně nedělám iluzi, že jsme našli všechny, kdo samizdat vydávali či opisovali,“ pokračuje Alena Příbáňová. Doufá, že publikace *Český literární samizdat* zlomí nebo alespoň nahodlá tezi o všeobjímajícím normalizačním nihilismu a bezčasí.

„Ano, spousta lidí se tehdy stáhla do soukromí a jezdila na chalupy, ale mnozí proto, aby se tam scházeli s přáteli a pracovali na samizdatech. A za to by si všichni zasloužili pomník,“ dodává.

Stejně jako její kolegové zažívala při práci na knize rozporuplné pocity: na jednu stranu radost z fascinujících setkání a nečekaných objevů, na druhou stranu mrazení, když se jí vracela atmosféra totality – včetně tehdejšího jazyka, hodnot i strachů. „Vlastně jsme se do té doby znova nastěhovali. Jeden z našich starších spolužáků z univerzity, Roman Ráček, který spolu s přáteli vydával *Revue 88*, mi napsal, že když si ty strojopisy zase otevřel, tak se mu udělalo úplně mdlo.“

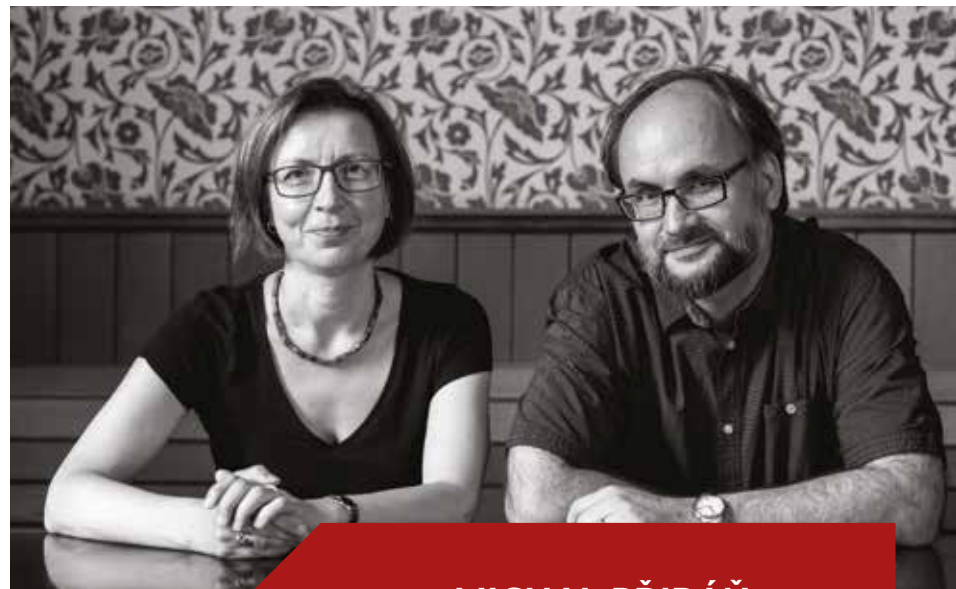
Vědci často pracovali na několika heslech současně a vzájemně si předávali tipy, když pátrání uvízlo ve slepé uličce. Zatímco Michal Přibáň například sháněl kontakty na vydavatele tajemné knižní edice Josefa Plotzera v pokladně znojenského kina, kde prý kdysi pracoval, jeho kolegové pátrali po vydavateli časopisu *Ars boutique* z poloviny sedmdesátých let. Michal Jareš v něm textovou analýzou rozpoznal v šifře „i-pová“ povídku tehdy ještě ne dvacetileté spisovatelky Ivy Procházkové a Edovi Burgetovi, který v knihovnách procházel ročníky starých literárních časopisů, se podařilo úspěšně rozšířovat značku „jp“ pod úvodníkem prvního čísla. Skrýval se pod ní ten stejný Plotzer, kterého sháněl Michal Přibáň...

MIKROBIOLOG S RUČNÍKEM

Lexikografové se přitom občas museli uchýlit i k „estébácké“ metodě srovnávání psacích strojů. „Někdy nám to pomohlo, jindy ne. Všimnete si třeba, že písmeno ypsilon vysazuje stroj kousek pod řádek. Takže pak najdete sedm knížek, které k sobě patří, ale to hlavní, totiž kdo je vydával, stejně nezjistíte. Navíc se stávalo, že i sami vydavatelé zapomněli, co vlastně vydali,“ říká Michal Přibáň.

Při své detektivní práci vědci narazili i na mnoho fascinujících okolností: že jeden z vydavatelů sehnal spolupracovníky své edice přes inzerát v *Mladém světě* nebo že i v „ocelovém srdci republiky“ Ostravě, kde měli disidenti zřejmě nejtěžší život (například básník Jaromír Šavrdla strávil kvůli strojopisům pět let ve vězení), se vyskytovali lidé, kteří samizdat vydávali a nijak zvlášť při tom „nekonspirovali“. Jako třeba inženýr Jiří Vrtný.

Tomuto bývalému učiteli biologie a chemie, který po vyhazovu v osmašedesátém pracoval jako prachoměřič v dolech OKD, se nakonec



PhDr. MICHAL PŘIBÁŇ, Ph.D.

PhDr. ALENA PŘIBÁŇOVÁ, Ph.D.

Ústav pro českou literaturu AV ČR

podařilo získat místo v bakteriologické laboratoři Okresní hygienické stanice v Karviné. Na pracovním psacím stroji tam pak během služby nerušeně přepisoval Švandrlíkovy *Černé barony*, Solženicynovo *Souostroví Gulag* nebo Orwellův román *1984*.

„Když musel do laboratoře, prostě přes stroj hodil ručník a šel si zkontrolovat vzorky. Když se vrátil, pokračoval v přepisování. Vrtný opisy šířil i mezi své kolegy, a exilové

knížky si dokonce za poplatek nechával kopírovat ve vědecké knihovně. A nikdo ho nikdy neudal,“ vzpomíná Alena Přibáňová. „Přitom ve stejné vědecké knihovně pracovala i Jitka Radkovi-

čová, která měla dost velkou opisovačskou dílnu a bála se cokoli zmínit v práci, aby nikoho – a hlavně sebe – neuvrhla do neštěstí. Svým kolegům raději nedůvěřovala. Jak by mohla tušit, že si tam někdo klidně kopíruje zakázanou literaturu?“ □

Michal Přibáň řídí internetový *Slovník české literatury po roce 1945* a vedl autorský kolektiv publikace *Česká literární nakladatelství 1948–1989*. Trvale se věnuje dílu Josefa Škvoreckého: s přáteli sestavil jeho bibliografii, připravil několik svazků jeho *Spisů* a připravuje monografii věnovanou jeho životu a dílu. Román Michala Přibáňe *Všechno je jenom dvakrát* byl nominován na cenu Magnesia Litera. Alena Přibáňová analyzuje dílo Věry Linhartové, Josefa Jedličky, Jiřího Kratochvíla a Michala Viewegha. Je redaktorkou online *Slovníku české literatury po roce 1945* a příležitostně překládá z angličtiny beletrii i odbornou literaturu. Připravila několik svazků pro řadu *Spisů* Josefa Škvoreckého a nyní pracuje na monografii věnované Zdeně Salivarové a nakladatelství Sixty-Eight Publishers.



DATA V MLZE

Modely předpovědi počasí se neustále zlepšují a zpřesňují. **Přesto jsou oblasti, které zatím není snadné rozklíčovat** – jednou z nich je vliv částic prachu, popílku, pylu, ale i mořské soli na vznik a dobu setrvání oblaků a srážek.

Hospody se staví většinou na dobře přístupných místech. Proč si hostinský Anton Weber před 200 lety vybral pro své podnikání zrovna vrchol největrnějšího kopce v Čechách, zůstane asi navždy záhadou. Tehdy se mu říkalo Hromová hora (Donnersberg), dnes jej známe jako Milešovku. Vitr tam prý nefouká jen asi osm dní v roce, věčně je tam mlha a časté bouřky doprovázejí blesky, které dominanta středohoří vysloveně přitahuje. Zdá se neuvěřitelné, že tam podnikavý hostinský postupně vybudoval dvě jídelny s tančírnou, obchůdek a kapličku. Však také

brzy vyšlo najevo, že spíše než pro popíjení piva bude Hromová hora ideální lokalitou pro meteorologickou pozorovatelnu.

Počasí se na Milešovce sleduje už bezmála 115 let. Dnes observatoř obsluhují pracovníci Ústavu fyziky atmosféry AV ČR a desítky různých přístrojů slouží nejen jim, ale i kolegům z jiných pracovišť a oborů. Stejně jako v 19. století vede k vrcholku kopce úzká kamenitá stezka. Autem se na něj vyjet nedá. Vědec, který chce na Milešovce pracovat, tak musí být zároveň zdatným turistou. Žádný bílý plášť, ale pohorky a větrovku jako pomůcky nezbytné k práci při svých pra-

videlných cestách k observatoři využívá i meteoroložka Naděžda Zíková z Ústavu chemických procesů AV ČR.

Jedním z cílů jejího týmu je zlepšit modely předpovědi počasí a šíření znečištění vzduchu, ve kterých chybí přesnější určení vlivu atmosférických aerosolů na klima. „Víme, že aerosoly, tedy směs pevných a kapalných částic v atmosféře, ovlivňují dynamiku srážek, ale detaily nejsou zcela známé,“ vysvětluje Naďa Zíková.

Na svůj projekt získala finanční podporu z Grantové agentury ČR a letos v červnu převzala také Wichterleho přemii určenou pro mladé perspektivní ►





RNDr. NADĚŽDA ZÍKOVÁ, Ph.D. Ústav chemických procesů AV ČR

Působí jako vědecká pracovníce v oddělení chemie a fyziky aerosolů ve výzkumné skupině Vladimíra Ždímalá. Zabývá se souvislostmi mezi atmosférickými aerosoly (částicemi v atmosféře) a hydrometeorologií (srážky, mlha atp.). Vyučuje meteorologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Je držitelkou Prémie Otto Wichterleho, prestižního ocenění pro mladé vědce a vědkyně do 35 let z AV ČR. V červnu 2019 ji obdrželo 23 odborníků.

vědce a vědkyně. „Ocenění chápu jako povzbuzení a jako závazek, že musím vytrvat,“ říká. Situaci jí komplikuje, že grant z agentury dostala těsně po narození potomka a prémie přebírala už s malým Jáchymem v kočárku.

NA MILEŠOVKU S NOSÍTKEM

„Hodně teď pracuji po večerech a po nocích, úkoly zpracovávám podle toho, jak jsou prioritní, na nic navíc není čas,“ podotýká Naďa Zíková a upozorňuje na palčivý problém, který řeší mnoho (nejen) vědkyň v její situaci. V České republice je zoufalý nedostatek možností kvalitní a dostupné předškolní péče o děti mlad-

že pracovní e-maily vyřizuje běžně kolem půlnoci, ale na pravidelné kontroly aparatury stoupá na příkrý vrchol Milešovky s malým synem v nosítku.

Tým Nadi Zíkové využívá na Milešovce přístroje vhodné k analýze oblaků. Jedním z nich je tzv. cloud radar (nebo cloudprofiler), který detekuje typy oblačných a srážkových částic. Dokáže například rozlišit, zda, kde a v jakém množství jsou v oblaku kapičky vody nebo ledové částice. Dalším přístrojem je tzv. ceilometr určený k zaměření výšky oblačnosti. „K těmto základním přístrojům, které jsou na Milešovce umístěny trvale, jsme nahoru přivezli naše spektrometry, díky

ší tři let a ženy, které chtějí pokračovat ve své profesi, musejí vyvinout nadlidské úsilí a pili, aby se jim to dařilo. Naďa Zíková tak nejen-

nimž můžeme vzorkovat aerosoly při zemi ve velikostech od 15 nanometrů do 20 mikronů. Díky nim víme, jaká je početní a velikostní distribuce aerosolu v přízemní vrstvě,“ vysvětluje Naďa Zíková.

JAK SE SUŠÍ KAPKY VODY

Sběr dat se soustřeďuje do čtyř intenzivních kampaní – podzim 2018, jaro 2019, podzim 2019 a jaro 2020. Kampaň je naplánovaná vždy na šest týdnů v obdobích, kdy jsou časté (nemrzoucí) mlhy – tedy na jaro a podzim. V létě nemá smysl vzorky sbírat, protože je málo přízemní oblačnosti a v zimě je často zmrzlá. Mlhy

Vzdušné hmoty jdoucí z oceánu mohou být velmi rychlé, k Milešovce se dostanou už třeba po dvou třech dnech a přinášejí s sebou spoustu mořské soli.

(v odborném jazyce horizontální hydro-meteory) se na Milešovce, která se svými 837 metry nad mořem ční nad okolní krajinu, vyskytují v průměru více než 220 dní v roce.

Co všechno můžeme v mlze najít? Mlhu tvoří vodní pára, kapičky vody, ledové částice a částice atmosférického aerosolu, které jsou obsažené v kapkách a ledových jádrech, ale i mimo ně. „Je to taková směs různých věcí.

Abychom se k nim dostali, je nutné kapky vysušit a podívat se na rezidua, tedy aerosolové částice, které jsou ukryté uvnitř kapek,“ popisuje Naďa Zíková. Kapky se suší v tzv. difuzních sušičích plných silikagelu, který známe jako malinké kuličky v pytlíčcích přidávaných do kabelek, batohů či krabic s botami. Kuličky jsou z granulóvitě pórovitě formy oxidu křemičitého SiO_2 , známého schopností pohlcovat vlhkost.

Do válcovitého sušiče se vpustí vlhký vzduch, a zatímco vodní páru pohltí silikagel, suché části – pevné částičky aerosolu – zůstanou. Ty se pak následně analyzují, tj. změní se jejich velikosti a zjistí se, co jsou zač. Přístroje dokážou spočítat, kolik přesně a jak velkých částiček v sušiči je, a rozdělí je také do skupin podle velikosti – s rozlišením v jednotkách nanometrů.

SŮL Z OCEÁNU NAD MILEŠOVKOU

Aerosol tvoří částice nejrůznějšího chemického složení, např. uhlík nebo soli. Najít v něm můžeme všechno, co se dostává do atmosféry, včetně popílku z lesních požárů či sopečných erupcí, písku z pouště a soli z oceánu. Záleží na vzdušných proudech, odkud a jakou trasou k nám částičky putují. Převažuje proudění z prostoru západní Evropy a od oceánu, ale míří k nám také vzdušné hmoty od jihovýchodu nebo takové, které se různě motají v prostoru nad střední Evropou; právě ony bývají dost znečištěné, obzvlášť pokud přecházejí přes Polsko. Oceánské

proudy mohou být velmi rychlé, třeba dva tři dny před tím, než doputují k Milešovce, se pohybují ještě nad oceánem a přináší s sebou spoustu mořských solí. Východní proudy bývají spíše pomalejší a za svou pouť na sebe nabalí nejrůznější nečistoty z průmyslových zdrojů, ale i ze zemědělské produkce.

Jak zdůrazňuje Naďa Zíková, cílem projektu není určovat intenzitu znečištění, která se dá

zjistit podle koncentrace chemických prvků. Zaměřuje se primárně na rozdělení částiček aerosolu podle velikostí a hledá souvislosti vzájemného působení aerosolů s mlhami a oblačností. „Ideálním cílem je zkusit z těchto souvislostí vyvodit určité zákonitosti, které pomůžou při budoucím modelování.

OVLIVNÍME SVĚTOVÉ KLIMATICKÉ MODELY?

Projekt je v českém kontextu poměrně unikátní a ani ve světě se souvislostem

mezi atmosférickými aerosoly a hydro-meteory na takto detailní úrovni mnoho týmů nevěnuje. Díky rychlému vývoji přístrojů schopných identifikovat i ty nejmenší částice ale jde o oblast velmi perspektivní a rozvíjející se.

Cílem aktuálního projektu milešovského týmu je shromáždit potřebná data – k následnému modelování pak bude potřeba navázat spolupráci s dalšími subjekty, které disponují výkonnými počítači a znalostmi. Třeba s matematicko-fyzikální fakultou, kterou Naďa Zíková vystudovala. „To už je námět a vize do budoucna,“ dodává mladá vědkyně.

Detailní vliv aerosolů na klima v modelech prozatím chybí, neví se přesně, jaký je a do budoucna bude, což jako jednu z velkých nejistot ve své zprávě zmiňuje i Mezivládní panel pro změny klimatu (IPCC).

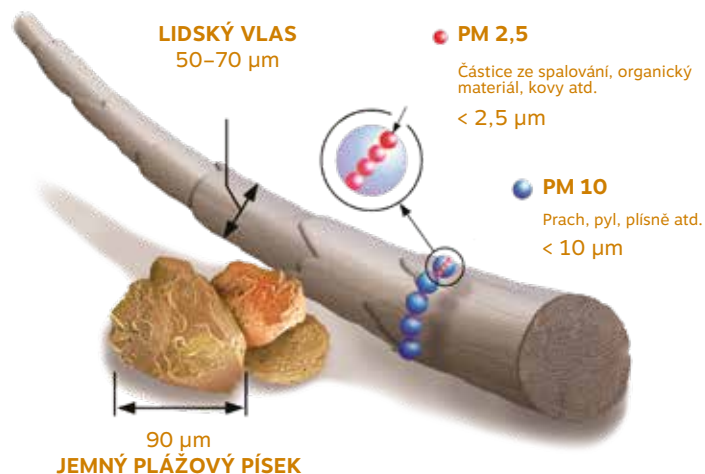
Jedním ze snů mladé vědkyně je dostat výsledky svého výzkumu právě k odborníkům z IPCC, a pomoci tak zmírnit nejistoty, které v této oblasti panují. To vše díky datům sesbíraným na Hromové hoře, kde ještě před dvěma stovkami let stála jen hospoda s tančírnou Antona Webera. □

” Toužila jsem stát se archeoložkou, ale rodiče mě nabádali, ať prý vystuduju něco pořádného. Říkala jsem si, co může být pořádnějšího než „matfyz“?

Naďa Zíková

CO NAJDEME (NEJEN) V MLZE?

Ve vzduchu kolem nás poletují drobné částičky prachu, popílku, písku i různých organických látek. Tyto pevné částice (v angličtině particulate matter, odtud zkratka PM) se zařazují do kategorií podle velikostí (ty nejmenší mohou proniknout až dovnitř našich buněk a poškodit je). Prokazatelným karcinogenem jsou různé typy prachu, kouře a vlákenka azbestu.





Záhadné KOSMICKÉ ZÁŘENÍ

Vlétnou do zemské atmosféry s nepředstavitelnou energií, až stamilionkrát vyšší, než dokážeme dosáhnout v urychlovačích. **Ultraenergetické částice kosmického záření však stále odmítají prozradit**, kde a v jakých extrémně bouřlivých procesech ve vesmíru získaly své enormní energie.

OBSERVATOŘ PIERRA AUGERA

V observatoři Pierra Augera v Argentině slouží dva typy detektorů. Za prvé 27 vysoce citlivých fluorescenčních teleskopů – více než polovina z nich je vybavena českými zrcadly.

Sledují ultrafialové záření, které při svém průletu zanechává sprška částic kosmického záření v atmosféře. Za druhé bylo po celé ploše observatoře (3000 km²) rozmístěno 1600 vodních detektorů – obrovských, elektronikou nabitých „sudů s vodou“.

Zaznamenávají typické záření, jež vzniká při průletu částice vodou. Nyní se modernizují, aby se dala určit nejen energie, ale i hmotnost prvotních částic kosmického záření.

Před více než sto lety se rakouský fyzik Viktor Hess v Ústí nad Labem vznesl v balonu do výšky přes pět kilometrů, aby odhalil, proč je zemská atmosféra elektricky vodivá. Měřením prokázal, že s výškou její vodivost neklesá, ale naopak stoupá – tudíž za ni sotva může jen přirozená radioaktivita hornin. Hlavním „pachatelem“ je ionizující záření ustavičné k nám proudící z vesmírného prostoru. Když za tento objev přebíral Nobelovu cenu, stěží mohl tušit, že k odhalení všech tajemství kosmického záření nepostačí ani celé následující století.

OD KULIČKY KE SLUNCI, OD VŠEDNÍCH K VZÁČNÝM

Kosmické záření tvoří protony, jádra různých atomů, elektrony a jiné částice pocházející z vesmírného prostoru. Většina jich nese elektrický náboj a jejich energie se mohou lišit až o jedenáct řádů, tedy sto miliardkrát! Pro představu: v délkové míře by takový rozdíl znamenal zhruba poměr velikosti hliněné kuličky na hranici velikosti Slunce.

Částice s nízkou energií bombardují Zemi v nepřehledném množství, jejich zdrojem mohou být například výbuchy supernov v Galaxii, ale i Slunce. Zato ty nejenergetičtější jsou doslova raritou. Odhaduje se, že za celý rok dopadne na plochu 100 km² jedna jediná! Ani dnes si astrofyzikové nejsou zcela jisti všemi procesy, které je mohou urychlit na energie přesahující lidskou představivost.

Takové extrémně energetické částice je obtížné vůbec zpozorovat, natož rozpoznat jejich zdroj. Jenže zrovna ony budí největší zvědavost odborníků. Získávají svou energii při nějakých ohromných kosmických explozích či při kolizích galaxií? Nebo když černá díra polyká hvězdu? Mohou za všim stát jiné, zatím nepoznané děje?

U částic s úplně nejvyššími energiemi kosmologové dokonce teoretizují o vlivu zatím hypotetických objektů z doby těsně po velkém třesku, jako jsou např. kosmické struny, monopóly, doménové stěny a jiné tzv. topologické defekty. Otázek i hypotéz je mnoho, definitivních odpovědí zatím poskrovnou.

Vědecké závěry se nedají vyvozovat z jediného nebo několika málo ojedinelých pozorování. Aby astrofyzikové měli vůbec šanci o částicích s extrémními energiemi něco obecnějšího zjistit, musejí zachytit co nejvíce případů. Jenže jak, když jsou nesmírně vzácné?

Nezbylo než rozmístit detektory na dostatečně velké území a vybudovat observatoř nevidaných rozměrů. Rozprostírá se na ploše 3000 km² v argentinské pampě, kde panují příznivé klimatické podmínky. Vznikla díky spolupráci vědců ze 17 zemí a více než 50 institucí z celého světa. Od samého začátku mezi nimi hrají nepřehlédnutelnou úlohu odborníci z Fyzikálního ústavu AV ČR včetně Jana Ebra: „Podílime se jak na výstavbě, provozu a údržbě zařízení observatoře, tak na testování nových technik a přístrojů a samozřejmě i na zpracování a analýze naměřených dat.“

JAK ULOVIT SPRŠKU ČÁSTIC

Když vysokoenergetická částice kosmického záření vletí do zemské atmosféry, už ve velké výšce se srazí s jejími atomy a molekulami. Při kolizi vzniká množství druhotných částic, které se samy střetávají s molekulami vzduchu. Opět se štěpí a rozlétají do všech stran. Tak to pokračuje dál a dál, až nakonec z jediné původní částice vznikne široká kaskádovitá sprška mnoha milionů až miliard sekundárních částic, jež mohou při dopadu na zemský povrch pokrýt až desítky km².

Smyslem projektu Cherenkov Telescope Array (CTA) je vybudovat největší pozemní observatoř nové generace pro detekci vysokoenergetických fotonů záření gama. Předpokládá se, že svou obrovskou energií získávají stejnými astrofyzikálními procesy jako ultraenergetické kosmické záření. Na CTA se podílí téměř 1500 vědců z 32 zemí včetně České republiky (Fyzikální ústav AV ČR).

Tento jev objevil francouzský fyzik Pierre Auger, jehož jméno argentinská observatoř nese.

Atmosférické spršky kosmického záření za sebou zanechávají otisky v podobě slabého ultrafialového záření a viditelného světla. To se snaží zachytit jednak fluorescenční teleskopy sledující ultrafialovou stopu spršky částic v atmosféře, jednak vodní detektory. Jejich úkolem je zaznamenávat tzv. Čerenkovovo záření, které vzniká při průletu částice vodou. Když vědci zkombinují údaje z obou typů detektorů, dokážou celou atmosférickou spršku zpětně rekonstruovat – od zemského povrchu až k jejímu vrcholu v horních vrstvách atmosféry. Doberou se tak k původní částici kosmického záření. Pak se mohou pokusit určit její vlastnosti i směr přiletu.

A co přineslo více než deset let měření? Konečné odpovědi nikoli. Na observatoři Pierra Augera se nicméně podařilo zaznamenat dostatečný počet případů ultraenergetických částic, aby se daly vyvodit alespoň nějaké obecnější závěry. „Nejde nám o určení, odkud přilétá každá jednotlivá částice. Sledujeme však, jestli – když vezmeme všechny pozorované dohromady – přicházejí z nějakého preferovaného směru, nebo ne,“ objasňuje Jan Ebr. Definitivně jasno sice není, přesto se ukazuje, že existuje zóna, odkud přilétá částic víc než odjinud. „Zdroj toho přebytku je poměrně daleko, takřka na opačné straně, než leží střed naší Galaxie.“

Nejen pozorování, ale i výsledky počítačových modelů stále víc podporují předpoklady, že kosmické záření s nejvyššími energiemi pochází z oblastí mimo Galaxii. „Najít v naší Galaxii zdroje, které by uměly urychlit částice na tak extrémní energii, je obtížné.“ Dokázat by to ovšem mohla tzv. aktivní jádra cizích galaxií s černou veledírou ve svém středu. Právě fyzikální procesy v jejím nejbližším okolí mohou být zdrojem (nebo jedním ze zdrojů) ultraenergetického kosmického záření.

DO CESTY SE STAVÍ MAGNETICKÁ POLE

Jednoznačně určit konkrétní místo ve vesmíru, odkud k nám částice kosmického záření přilétají, je přes sebevětší

Mgr. JAN EBR, Ph.D. Fyzikální ústav AV ČR

Věnuje se převážně astročásticové fyzice. Pozornost odborníků si získal výzkumem tzv. mionů v kosmickém záření, jehož výsledky publikoval v renomovaných recenzovaných časopisech. Zabývá se rovněž studiem atmosférických podmínek v astročásticových observatořích. V roce 2018 převzal významné ocenění AV ČR pro mladé vědce – Prémii Otto Wichterleho.

snahu téměř nemožné. Cestují totiž vesmírem notně křivolace. Kvůli svému elektrickému náboji podléhají vlivu spleťtých magnetických polí prostupujících celou Galaxii i mezigalaktický prostor. Ta znovu a znovu nabitě částice odklánějí a jejich trasu nepřehledně mění – jako když si vítr pohrává s ptačím pírskem.

Kosmické záření proto neletí od svého zdroje k Zemi přímočaře, ale zdánlivě odevšad. „Navíc dnes už poměrně dobře víme, že vysokoenergetické kosmické záření obsahuje částice jak lehké (protony), tak těžké (jádra těžších prvků). Hmotnější se kvůli svému silnému náboji stáčí v magnetických polích výrazně víc,“ objasňuje Jan Ebr. Pokud se tedy ještě ke všemu různé částice kosmického záření odklánějí odlišně, určit jejich původní společný zdroj je práce spíš pro detektivy než detektory.

Naštěstí magnetická pole nedokážou příliš výrazně odchýlit od původního směru ony nejvzácnější, ultraenergetické částice – právě vzhledem k jejich obrovské energii. Astrofyzikové proto věří, že přece jen objeví na obloze oblast, odkud přilétají nejčastěji, a dokážou je vystopovat zpět až k místu, odkud se k nám vydaly.

Klíčové je získat co nejvíce podrobnosti o sprškách vyvolaných původní částicí kosmického záření v atmosféře. Různé druhy částic (fotony gama, neutrino, protony, těžká jádra) totiž vytvářejí spršky s různými charakteristikami. Mohlo by se tudíž zdát, že poznat typ částice letící z vesmíru není nepřekonatelný problém. Jenže je tu velké „ale“.



ZMODERNIZUJME SUDY S VODOU

Fluorescenční teleskopy mohou pracovat pouze za jasných bezměsíčných nocí, daleko kratší dobu, než by vědci potřebovali. Rozhodli se proto více spolehnout na početné pozemní detektory s vodou – pracují nepřetržitě a pokrývají celých 3000 km² observatoře. Doplní je o nové scintilační detektory, které dovolí v atmosférických sprškách přesněji určit podíl elektronů, pozitronů a fotonů. Z toho pak astrofyzikové odvodí i množství pro ně zásadních částic zvaných miony.

Vznikají velmi brzy po proniknutí částice kosmického záření do atmosféry, a jelikož jsou těžké, letí volně vzduchem mnoho kilometrů. „Přinášejí s sebou informace, co stálo na samém začátku spršky, při jejím vzniku,“ konstatuje Jan Ebr. „Množství mionů přitom závisí na atomové hmotnosti prvotní částice. Z protonů jich získáváme mnohem méně než ze železa.“

Modernizace pozemních detektorů vyžaduje i vylepšení elektroniky pro nabírání

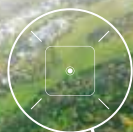
ni a zpracovávání velkého kvanta dat. Na tom nyní ve Fyzikálním ústavu AV ČR intenzivně pracuje tým Martiny Boháčové.

Poněvadž vědce zajímají především nejenergetičtější částice kosmického záření, které se pohybují nejpříměji, ovšem vyskytují se extrémně zřídka, je třeba modernizovat všech 1600 pozemních detektorů na celé ploše observatoře. To samozřejmě nějaký čas zabere. Další léta potrvá nasbírat dostatek dat, upozorňuje Jan Ebr. „Doufáme, že až si oblohu, označujeme vlastnostmi dotyčných částic, vyloupne se nám nějaká logičtější struktura. Pak bychom snad konečně mohli zodpovědět úplně nejzásadnější otázku – odkud přilétají.“

Současně by se astrofyzikům mohlo podařit jednoznačně určit i mechanismy, jimiž jsou ultraenergetické částice urychlovány na obrovské energie, zdaleka nedosažitelné v pozemských urychlovačích. A kosmické záření, které v roce 1912 objevil při svém památném letu balonem Viktor Hess, by mohlo po více než sto letech přece jen vydat svá největší tajemství. □

DVA kontinenty, JEDEN prajazyk

Kdo jsme a odkud jsme přišli? Koho by nezajímala naše takřikajíc rodinná prehistorie. Co nám o ní mohou prozradit dva zdánlivě nesouvisející obory – lingvistika a genetika?



SIBIŘ

Jenisejské jazyky patří do rodiny sibiřských jazyků, které již prakticky vymizely. V současnosti jimi hovoří pouze příslušníci národa Ketů. Zatímco dříve obývali rozsáhlé oblasti Západní Sibiře, dnes žijí podél Jeniseje, hluboko v tajze. Jejich řeč pravděpodobně brzy zanikne podobně jako jí příbuzné jazyky (například jughština) mezi 17. a 19. stoletím.



Populace
1500



Mluvčích
100–500

Oblast Beringovy úžiny mezi asijským a severoamerickým kontinentem byla vždy pro člověka nehostinným místem. Všude okolo jen skalnaté pobřeží s ledovci a všudypřítomné plující kry. Teploty dosahují až $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, sníh vydrží 8–10 měsíců, vytrvale fouká. Slunečné počasí vystřídá během několika minut sněhová vánice. Ještě drsnější klima zde panovalo na sklonku poslední doby ledové. Tehdy vody Tichého a Severního ledového oceánu ustoupily natolik, že mezi Asií a Amerikou vznikla v oblasti zdejšího průlivu souš. Říká se jí Beringie. Právě tady se před 6–5 tisíci lety odehrála jedna z důležitých migračních odyssejí člověka na nový kontinent.

EVROPANÉ ZE STEPÍ

Pavel Flegontov se původně zabýval v Biologickém centru AV ČR biodiverzitou a ekologií mořských protistů. Dnes je jeho hlavním odborným zájmem genetická historie lidstva. K jejímu studiu přistupuje docela originálně. Využívá totiž vědomostí rovnou tři disciplín – lingvistiky, archeologie a paleogenetiky. I když jde možná na první pohled o úplně odlišné obory, vzájemně se skvěle doplňují.

První díl do prehistorické skládky přináší lingvisté neboli jazykovědci. Srovnáváním slov a gramatiky indoevropské jazykové rodiny například zjistili, jak před šesti tisíci lety asi mohl vypadat prajazyk současných evropských jazyků. Při pátrání po původu indoevropských jazyků se přitom vedle klasické archeologie využívá i tzv. archeologie lingvistická.

Tato disciplína se ke slovu dostává jako d r u h á

v situaci, když se podaří nějaký prajazyk zrekonstruovat. Zaměří se na jeho jednotlivé složky a ty dále zkoumá v kontextu určité kultury a zeměpisné lokality.

Vědci tak v minulosti studovali třeba oblast Pontských stepí, které se rozkládají od Černého až po Kaspické moře. Právě tady žili lidé tzv. jámové kultury. Pavel Flegontov vysvětluje, že šlo o kulturu, která zřejmě hovořila nějakou z raných forem indoevropského jazyka. Někteří odborníci ale přišli s úplně jinou hypotézou. Podle ní způsobila šíření indoevropských jazyků někdy před 9–10 tisíci lety expanze farmářů a pastevců z oblastí současného Turecka do Evropy. „Bylo prakticky nemožné rozhodnout, která z teorií je správná,“ upozorňuje Pavel Flegontov.

Chybějící dílek skládky přinesli a záhadu „rozlouskli“ až tzv. paleogenetici, když sekvenovali (přečetli) DNA farmářů, původních Evropanů i příslušníků jámové kultury. Zjistili, že se starý kontinent stal někdy před pěti tisíci lety dějištěm rozsáhlé migrace z Pontské stepi. Geny původních Evropanů byly nahrazeny geny přichozích až z poloviny. „Mohli j s m e

ALJAŠKA

Oblast aljašské tundry, kanadských arktických ostrovů a Grónska osídlili jako první tzv. Paleoeskymáci. Přes Beringovu úžinu přešli zhruba před pěti tisíci lety. Později se ale vrátili na Čukotku, kde lovíli velryby. Zhruba před tisíci lety znovu expandovali na Aljašku a do dalších oblastí, ve kterých nahradili původní Paleoeskymáky. V současnosti existuje v oblasti Aljašky 13 jazyků, které řadíme do jazykové rodiny na-dené.



Mluvčích

110 000



Jazyků

13



Vzorky lidských lebek ukrývají důležité genetické informace. DNA se přitom nejlépe ukládá ve spánkové kosti. Jde totiž vůbec o nejtvrďší kost v našem těle.

CO VZKAZUJÍ LEBKY PŘEDKŮ

I když výše zmíněný předpoklad lingvistické stálosti většinou odmítají, mezi hypotézami o příbuznosti jazyků, které vědci dosud nepřijali, patří k nejlépe podloženým. „Abychom dokázali jejich nedůvěru překonat, použili jsme nejrůznější metody, jak sesbíraná data analyzovat. Od standardních až po nejmodernější. Poprvé se nám také podařilo získat genetické údaje starověkých Aleutů, Atabasků a Eskymáků z Čukotky,“ konstatuje Pavel Flegontov. Když jeho tým použil na sobě nezávislé grafové metody, dosáhl přesvědčivých argumentů.

Jak takový výzkum vypadá? Pavel Flegontov a jeho kolegové vzorky přímo nesbírají. Jejich bádání se odehrává především u obrazovky počítače – mj. také v ostravském superpočítačovém centru IT4Innovations, jehož partnerem je Ústav geoniky AV ČR.

Na celém světě se v muzeích a antropologických sbírkách uchovávají vzorky lidských lebek nebo zubů. Ty se nabízejí také archeogenetickým centrům, která je umějí analyzovat. „Většinou máme k dispozici vzorky ze zubů nebo z kochleární části spánkové kosti z vnitřního ucha. Jde o vůbec nejtvrďší kost v našem těle. A v ní se DNA dobře uchovává,“ přibližuje Pavel Flegontov.

Část povrchu zkoumané lebky se ozáří ultrafialovým světlem, případně vyčistí bělidlem. Snižuje se tak míra kontaminace moderní DNA. Poté se vzorek rozbije a kousek z kochleární části rozemele na prášek. Vytvoří se tzv. sekvenční knihovny. „Z nich získáváme informace. Máme čip s velkým počtem fragmentů DNA, které odpovídají proměnlivým pozicím v genomu. Odebereme čistý vzorek, který nám poskytne hledané informace,“ popisuje Pavel Flegontov.

V další fázi se testují možné topologie (podobu) genealogického stromu daných populací – čukotko-kamčatských, Paleoeskymáků, starověkých Atabasků, Aleutů i současných a starověkých Eskymáků a Inuitů. Shromáždit se podařilo vzorky genomů 11 jedinců Aleutů z období před 280–2050 lety, tři Atabasky (před 710 lety), 21 osob Esky-

ských jazyků s rodinou jazyků na-dené. Výsledky zveřejnil v červnu 2019 časopis *Nature* a Pavel Flegontov se rázem stal vědcem, jehož práci začala badatelská komunita bedlivě sledovat. Výstupy jeho pátrání jsou skutečně ambiciózní: chtějí totiž ukončit dlouholetý spor, který mezi vědci v současnosti panuje.

PŘEKROČÍ BERINGOVU ÚŽINU

Potvrzení určitých předpokladů ale neznamená, že je vědecká komunita bezvýhradně přijme za své. Ačkoli se výše zmíněná hypotéza prokázala, experti o ní stále diskutují. Pavel Flegontov a jeho kolegové z Ostravské univerzity a také z pracovišť v Rusku, Německu a v USA proto hledali další podobné migrační scénáře v jiných částech světa, které by podpořily, co dosud o našich předcích víme.

Jedním z nich je i pátrání po prehistorickém osídlení Ameriky a vztah jeni-

sejských jazyků patří k rodině jazyků, které již téměř vymizely. V současnosti jimi hovoří pouze Ketové. Žijí podél Jeniseje, hluboko v tajze a stovky kilometrů od civilizace. V roce 2002 dosahoval počet lidí, kteří se považovali za Kety, 1494 osob. Keštštinou však zřejmě mluví pouze 150 lidí. Podle Pavla Flegontova jejich jazyk pravděpodobně brzy zanikne. Podobně jako jemu příbuzné jazyky mezi 17. a 20. stoletím. Co je ovšem důležité, podařilo se je písemně zaznamenat. Lingvisté tak mohli díky seznamům slov a rovněž dalším datům zrekonstruovat prajenijský jazyk.

Na druhé straně Beringovy úžiny, v Severní Americe, mluví jazyky na-dené skupiny původních obyvatel převážně na Aljašce a místy v severozápadní Kanadě. Lingvisté přitom již nějakou dobu vědí, že se tato jazyková rodina od ostatních v Americe výrazně odlišuje. Někteří z nich proto přišli s domněnkou, že by mohla být příbuzná právě s jenijskými jazyky. Předpokládali totiž, že se mluvčí rodiny na-dené (například Čipevjané a Navahové) v posledních několika tisících let mísili s příslušníky původních obyvatel – tzv. Paleoeskymáky. A ti na kontinent přišli právě z oblastí Čukotky a Kamčatky.

STEJNÝ MATERIÁL, JINÉ VÝSLEDKY?

Cesty vědeckých teorií nebývají pokaždé jednoznačné. Vysvětlení prehistorického osídlení Ameriky v podání týmu Pavla Flegontova není v současnosti jedinou diskutovanou teorií. Dánský tým paleogenetiků v čele s Eske Willerslevem publikoval v letech 2014–2018 sérii článků, které tvrdí přesný opak. A to i přesto, že pracují s prakticky totožným materiálem. Podle jejich hypotézy se první obyvatelé americké Arktidy, tzv. Paleoeskymáci, s předky hovořícími jazyky na-dené nemísili.



PAVEL FLEGONTOV, M.Sc., Ph.D.

Biologické centrum AV ČR

Pochází z Rostovu na Donu. Ačkoli se v Parazitologickém ústavu Biologického centra AV ČR stále zabývá biodiverzitou a ekologií mořských protistů, jeho nynějším odborným zájmem je genetická historie lidstva. Od roku 2013 vede vlastní skupinu na Ostravské univerzitě. V září 2019 přechází na Harvardovu univerzitu, kde bude spolupracovat s uznávaným genetikem Davidem Reichem. Do České republiky se ale chce vrátit. Možná, že se za několik let stane Ostrava jedním z dalších světových center paleogenetiky.

máků z Čukotky (zhruba před 620–1770 lety) a také 12 jedinců z Bajkalské oblasti a jednoho Paleoeskymáka datovaného do doby před 1760 lety. Vědci ale zohlednili také genetická data moderních populací Inuitů z Aljašky, Ketů, Nganasanů, Enců a Selkupů ze západní Sibiře (93 osob). „Na sadě 133 tisíců populačních kombinací jsme otestovali nejpravděpodobnější pořadí větvení. Konkurenční topologii, ale i topologii, kterou jsme vytvořili při našich výzkumech,“ popisuje Pavel Flegontov.

Metodou, jež se zakládá na vzácných genetických variantách (tzv. Rarecoal), se ověřovaly nejpravděpodobnější topologie. Na rozdíl od tzv. metody admixture graph (spočívá v křížení nebo mísení genů mezi

lé grafové metody vylučují konkurenční hypotézu dánského paleogenetika Eske Willersleva,“ pokračuje Pavel Flegontov. Studie dánského týmu tvrdí, že příslušníci Paleoeskymáků a Atabasků (kmen z rodiny jazyků na-dené) nejsou geneticky příbuzní. Namísto toho předpokládaly, že se předci mluvčích jazyků na-dené mísili s příbuznými Korjaků a Čukčů – tedy původními obyvateli Kamčatky a Čukotky. To by ale muselo znamenat další migraci přes Beringovu úžinu – archeologové ji ale dosud nedoložili.

SPOLEČNÁ PREHISTORIE

Na konci této analýzy je poměrně spolehlivá představa o migračních proudcích,

populacemi) umožňuje Rarecoal určit stáří jednotlivých událostí v grafu. „Naše na sobě nezávislé rodiny jazyků ze Sibiře a Severní Ameriky. Existenci dené-jenisejského prajazyka přímo nepotvrzuje. Výzkumy Pavla Flegontova ovšem naznačují, že Paleoeskymáci mohli pravděpodobně „převézt“ jazyky mezi Sibiřany a příslušníky jazykové skupiny na-dené. Toto tvrzení navíc podporuje i skutečnost, že genový tok mezi Paleoeskymáky a dalšími příslušníky původních obyvatel Ameriky byl na velmi nízké úrovni – tedy, že se mezi sebou příliš nemísili.

Odpověď na důležitou otázku, jestli příslušníci jenisejské jazykové rodiny skutečně Beringovu úžinu před 6–5 tisíci lety opravdu překročili, je tak nyní v rukou jazykovědců. Genetici totiž nemohou potvrdit nebo vyvrátit jejich teorie. Mohou jim ale v jejich práci hodně pomoci. Nejnovější výzkumy s českou stopou totiž názorně ukazují, že existence společné dené-jenisejské jazykové rodiny může být zase o něco pravděpodobnější. □

Paleogenetika a úsvit lidské prehistorie

Obor na pomezí archeologie a genetiky využívá pokroku ve vývoji metod čtení genetické informace z prastarých kostí. S využitím nových metod analýzy genetických dat je důležitým nástrojem pro výzkum lidské prehistorie. Studium nedávné minulosti (posledních pět tisíc let) pomocí paleogenetických metod není ale jednoduché. S nárůstem hustoty obyvatelstva a rozvojem dopravních prostředků se totiž navýšil i pohyb lidí. Zatímco po dlouhá tisíciletí paleolitu žily skupinky lovců převážně izolovaně, od počátku neolitu populace stále častěji migrovaly a navzájem se mísily.

PATENT NA SRDCE

Srdce máme jen jedno, a když dobře funguje, ani jej nevnímáme. **Co když se však jeho rytmus změní a náhle nestihá** – ochrání ho nové léčebné metody?

STRATEGIE AV21





Ing. ILONA MÜLLEROVÁ, DrSc. Ústav přístrojové techniky AV ČR

Koordinátorka programu Strategie AV21 *Diagnostické metody a techniky*. Na brněnském pracovišti Akademie věd ČR působí od roku 1973. V roce 2012 se stala jeho ředitelkou. Věnuje se rastrovací elektronové mikroskopii s pomalými a velmi pomalými elektrony. Je mj. členkou Vědecké rady AV ČR a Vědecké rady Vysokého učení technického. Je držitelkou významných ocenění (Cena Československé mikroskopické společnosti za celoživotní přínos pro mikroskopii, Česká hlava společnosti Kapsch – Invence, Čestná oborová medaile Františka Křížka).

Noc na jednotce intenzivní péče náhle protíná pronikavý zvuk. Alarm přístroje, který nepřetržitě sleduje, jestli srdce jednoho z pacientů neohrožuje arytmie, signalizuje, že je něco v nepořádku. Sestry okamžitě spěchají k lůžku, aby zjistily, co se děje. Tentokrát šlo o falešný poplach. Při bližší kontrole monitoru se totiž ukáže, že spuštění alarmu způsobil banální technický problém. Pacient se zřejmě ve spánku pohnul a kontakt mezi ním a přístrojem se ztratil.

K planým alarmům dochází na jednotkách intenzivní péče po celém světě téměř v 90 % případů. V praxi to znamená, že se devět z deseti takových kontrol musí dělat kvůli chybám techniky. Jestliže se ale falešné poplachy během jedné směny stále opakují, pacienti s arytmií se mohou potýkat se spánkovou deprivací a stresem. Lékaři a sestry jsou unavení, a v důsledku toho méně ostražití. Když nastane skutečná pohotovost a je třeba okamžitě jednat, jejich reakce nemusejí být dosta-

tečně rychlé. Falešné alarmy na jednotkách intenzivní péče jsou tak skutečně závažným problémem. Mohou totiž vyústit v ohrožení života.

APLIKACE HRAJÍ PRIM

Podněty, které srdce nebo mozek vysílají, dlouhodobě zkoumají odborníci na celém světě. V posledních letech se jim věnují také v oddělení medicínských signálů Ústavu přístrojové techniky AV ČR. Hlavním úkolem zdejšího týmu inženýrů je pokusit se odpovědět na otázku, jak by šlo v praxi využít nové technologie a metody zpracování signálů, na kterých zde pracují.

Koordinátorka programu Strategie AV21 *Diagnostické metody a techniky* a ředitelka brněnského pracoviště Ilona Müllerová potvrzuje, že expertům z Akademie věd ČR jde nejen o základní výzkum jako takový, ale i možnosti, jak jeho poznatky a vědomosti „přetavit“

do užitečných aplikací. Strategie AV21 v tomto ohledu pomáhá Ústavu přístrojové techniky AV ČR naplno využít jeho vědeckého potenciálu. „Podařilo se navázat spolupráci s partnery z oblasti klinického výzkumu, a urychlit tak úsilí při zlepšování kvality života společnosti. Naši zkušení inženýři spolupracují s odborníky z praxe – a to nejen s brněnskými lékaři, ale i s odborníky z dalších pracovišť, jako jsou Fakultní nemocnice Královské Vinohrady v Praze nebo Univerzita v Rochesteru a Klinika Mayo v Minnesotě v USA,“

Metodiku pro měření dyssynchronie, kterou vyvinuli v Ústavu přístrojové techniky AV ČR, chrání od roku 2018 americký patent.

vyzdvihuje klady společného působení Ilona Müllerová.

V Ústavu přístrojové techniky AV ČR, který se zaměřuje na nejrůznější směry s aplikačním potenciálem, tak mají přístup k důležitým informacím a datům doslova „z první ruky“. Mohou proto efektivně vyvíjet algoritmy neboli přesné postupy a také potřebný počítačový software. Ať už třeba pro usnadnění „lovu“ falešných signálů nebo metodiku, která by pomohla určit tzv. elektrickou dyssynchronii srdečních komor.

KDYŽ SRDCE ZAVOLÁ

Jednotlivé typy arytmií – jako asystolie (zástava), bradykardii (velmi nízká tepová frekvence), extrémní tachykardii (velmi vysoká tepová frekvence), komorovou tachykardii nebo fibrilaci komor – už lékaři v minulosti popsali. Dobře tak vědí, jaká je jejich podstata a jak k nim mají přistupovat. Vědci pro ně proto vyvíjejí metody a diagnostické postupy, které by lékaři mohli ve své praxi využívat.

Spolupráce brněnských inženýrů s lékaři z Fakultní nemocnice sv. Anny nebo Mezinárodním centrem klinického výzkumu v Brně, které je součástí tohoto zdravotnického zařízení, má jasný smysl. Vedle falešných alarmů na jednotkách intenzivní péče či automatické detekce dalších patologií se věnují například i oblasti tzv. synchronizace kontrakce srdečních komor. Nedostatečně

synchronní kontrakce mohou vyústit až v závažné srdeční selhání. Takovým pacientům činí potíže i pouhé stoupání do schodů. Rychle se zadýchají. Srdeční selhání lze přitom poměrně úspěšně léčit prostřednictvím speciálního kardiostimulátoru – tzv. resynchronizační terapie.

Tento typ léčby se u pacientů, jejichž srdce selhává, využívá rutinně. U části z nich se ale projevuje tzv. pomalá elektrická aktivace komorové svaloviny. Patrná je z tzv. elektrokardiogramu, který známe pod zkratkou EKG. Jinak řečeno: jde o poruchu vedení vzruchu myokardem, která vzniká v důsledku postižení převodního srdečního systému. Levá či pravá komora srdce poté reaguje se zpožděním. Dochází k dyssynchronii srdečních komor.

Dyssynchronii mohou lékaři zmírnit právě s pomocí srdeční resynchronizační léčby. Funguje tak, že se jedna elektroda kardiostimulátoru implantuje do pravé komory a druhá na povrch levé. „Všichni pacienti ale na tuto léčbu nereagují

dobře. Statistiky uvádějí, že dokonce až každý třetí s ní má problémy. Je to proto, že dosud neexistuje dostatečně přesný postup, který by umožnil stanovit míru tohoto postižení srdce,“ vysvětluje Filip Plešinger z oddělení medicínských signálů. A tak se o případné implantaci kardiostimulátoru rozhoduje sice na základě doporučených, ale pouze nepřímých

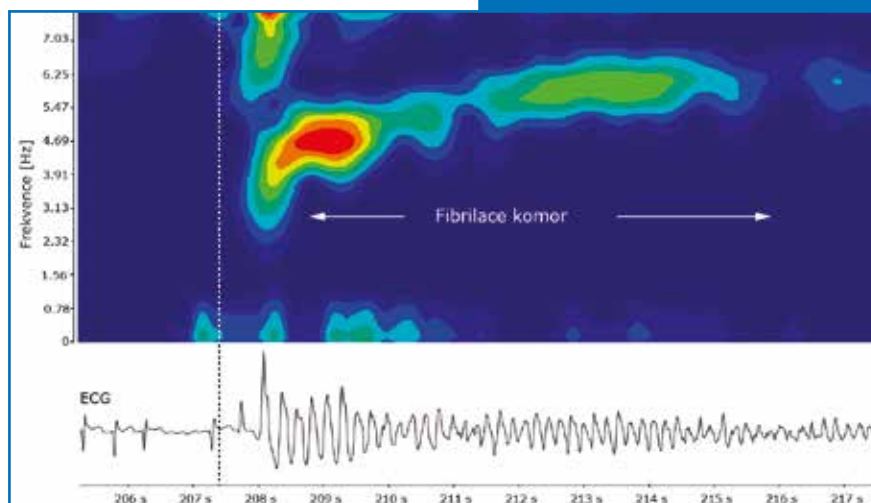
ukazatelů. Vedoucí oddělení Pavel Jurák doplňuje, že léčba dyssynchronie je něco jako seřízení zapalování spalovacího motoru. „Pokud víme, že je výkon motoru snížený v důsledku špatně nastaveného předstihu, je řešení jednoduché a efektivní. Jestliže je ale problém jinde, seřízení zapalování nepomůže.“

Ilona Müllerová

Podobně platí, že nevhodně stanovená terapie pacienta zatěžuje. A jeho stav může dokonce i zhoršit.

Tým inženýrů z oddělení medicínských signálů v této souvislosti již několik let vyvíjí metodiku, která by elektrickou dyssynchronii srdečních komor uměla stanovit. A jejich software dokáže míru této

„Přesnější a citlivější diagnostické metody umožní včasnou diagnózu, a tudíž i léčbu. Pokud bychom uměli pravděpodobnost vzniku onemocnění předpovědět, vhodné preventivní postupy by mohly vzniku onemocnění zabránit.“



LOVCI SIGNÁLŮ

Jednou z aktivit oddělení medicínských signálů Ústavu přístrojové techniky AV ČR je vývoj softwaru SignalPlant. Slouží ke zpracování signálů ve více než osmdesáti zemích (stav k roku 2017) a používá se k prohlížení a zpracování především biologických signálů jako EKG a EEG. I když je určen pro práci s biologickými signály, jeho součástí jsou nástroje, jež lze využít i pro jiné oblasti zpracování signálu. Software je volně přístupný na www.medisig.com/signalplant. Brněnské pracoviště pořádá pod hlavičkou Strategie AV21 každoročně workshop pro veřejnost, který se zaměřuje právě na tento softwarový nástroj. Letos se uskuteční 24. října 2019.

srdeční vady určit právě z EKG záznamu. Klinicky perspektivní diagnostický nástroj dokonce obdržel mezinárodní ocenění Clinical Translational Award (Rennes, Francie, 2017).

Pojďme ale zpět k falešným alarmům. Jak je možné, že jich monitory na jednotkách intenzivní péče produkují tak vysoký počet? Šlo by jim předejít, když by se použilo více typů signálů současně?

ALGORITMY PROMLOUVAJÍ

Tutéž otázku si v roce 2015 položili organizátoři mezinárodní soutěže PhysioNet/CinC Challenge. Chtěli totiž zjistit, jestli by šlo vytvořit nové algoritmy, které by potvrdily, nebo naopak vyvrátily alarmy na záznamech z monitorů různých výrobců a z jednotek intenzivní péče. PhysioNet je zároveň největší světová

databáze se záznamy elektrofyziologických signálů člověka.

V roce 2015 měly týmy k dispozici celkem 1250 záznamů. Obsahovaly dva EKG kanály a až tři další signály – arteriální krevní tlak, fotoplethysmografickou křivku a respirační signál. „Přesné místo hlášení alarmu se vždy nacházelo v páté minutě každého záznamu. Poté se rozdělily na veřejnou skupinu se 750 záznamy a skrytou testovací skupinu (500 záznamů), což je běžný postup pro zajištění validity navrženého algoritmu,“ vysvětluje Filip Plešinger, který s kolegy Petrem Klimešem, Josefem Halámkem a Pavlem Jurákem vymyslel originální řešení. V mezinárodní konkurenci jim vyneslo první místo – a to jak v oficiálním kole soutěže v roce 2015, tak v následném „follow-up“ kole v roce 2016.

V čem spočívá? Podle zadání a standardů pro monitory, jež se používají na jednotkách intenzivní péče, se alarm musí spustit do 10 sekund od život ohrožující arytmie. Kvůli častým technickým problémům v signálech se nejprve rozpoznávají nepoužitelné oblasti jednotlivých kanálů. Dále se pro každý kanál prostřednictvím různých metod detekují srdeční tepy podle typu daného kanálu. „U detekce z EKG jsme navrhli metodu, která vedle poznatků o poloze každého tepu obsahuje informaci o jeho frekvenčním složení. Napoví nám, jestli daný tep můžeme, nebo naopak nemůžeme označit jako komorovou extrasystolu,“ vysvětluje Filip Plešinger.

Když se podařilo srdeční tepy z jednotlivých kanálů detekovat, testovalo se, jestli některý z kanálů obsahuje běžnou sekvenční QRS komplexů (projev šíření akčního potenciálu v obou srdečních komorách). Následovala analýza vzdáleností mezi jednotlivými tepy a pozorování změn v jejich frekvenčním složení. V kladném případě se test ukončil a alarm byl vyhodnocen jako falešný. Filip Plešinger dodává, že v opačném případě se přešlo k testu, který zjišťoval konkrétní typ arytmie.

S kolegy prý spoléhali spíše na přímou logiku: „Byli jsme rádi, že náš algo-

Když srdce bije NA POPLACH

KARDIOVASKULÁRNÍ ONEMOCNĚNÍ: HLAVNÍ PŘÍČINA ÚMRTÍ V EU



3,9
MILIONU

Ročně zemře na kardiovaskulární onemocnění 3,9 milionu lidí v Evropě (1,8 milionu v EU).

45
PROCENT

Jsou příčinou 45 % všech úmrtí v Evropě (37 % v EU).



210 000 000 000

EUR

Roční výdaje spojené s léčbou nemocí srdce a cév v Evropské unii.



DIAGNOSTICKÉ METODY A TECHNIKY

Česká republika má ve strojírenství, optice či přístrojové technice tradici a těší se vynikajícím renomé. Stojí za tím, jak se říká, nejen zlaté české ručičky, ale i štěstí na výjimečné osobnosti, jako byl například zakladatel Ústavu přístrojové techniky AV ČR Armin Delong. Abychom si premiantství udrželi a dále jej rozvíjeli, vznikl program Strategie AV21 *Diagnostické metody a techniky*. Smyslem tohoto badatelského okruhu, na kterém spolupracuje několik pracovišť Akademie věd ČR, je využít nové postupy a metody v základním i aplikovaném výzkumu a nalézt pro ně uplatnění v průmyslové sféře.

JEDEN NANOSVĚT NESTAČÍ

Nanotechnologie a nanomateriály mají v současné vědě důležité místo. Stejně jako poměrně nový obor – nanodiagnostika. Proč se ale vědci o „nano“ zajímají? Nanodiagnostiku můžeme pojmut zeširoka. Označujeme tak třeba lékařskou diagnostiku, která využívá malé objekty – tzv. nanosondy. Ty se umějí navázat na specifické druhy biologických objektů (třeba biomolekul) a zpřístupnit informace o vlastnostech a chování živé hmoty na submikrometrové úrovni. Do jisté míry jde o analogii toho, jak se využívají kontrastní látky při vyšetření magnetickou rezonancí. V oblasti techniky pod pojmem nanodiagnostika chápeme technickou diagnostiku, která zjišťuje strukturu a vlastnosti objektů v nanoměřítku (s rozlišením 100 nm). K posílení postavení na vědecké mapě otevřel Ústav přístrojové techniky AV ČR v roce 2013 Aplikační laboratoře pokročilých mikro- a nanotechnologií. Nanopohled na svět okolo nás je zkrátka dalším dílem do mozaiky jeho pochopení a krokem k rozvoji nových technologií.

ritmus dosáhl nejlepšího skóre. A čas, který nám zbyl, jsme využili, abychom prozkoumali frekvenční složení signálů v místech, kde nelze pracovat s běžnou detekcí srdeční aktivity a její analýzou – například u fibrilace komor.“

Odborníci z Akademie věd ČR ale museli také vzít v potaz, aby byl jimi vyvinutý algoritmus takřikajíc dostatečně robustní. To proto, aby jej co nejméně ovlivňovaly nestandardní situace. Třeba EKG elektrody nalepené jinde, než by měly běžně být, k čemuž může vést například poranění pacienta.

CESTA K PATENTU

Brněnští inženýři zatím nevědí, zda originální metoda pro analýzu falešných alarmů z dílny Ústavu přístrojové techniky AV ČR najde brzy uplatnění. „Určitě bychom chtěli náš nápad dále rozvíjet a hledat pro něj využití. Dokud ale takové zařízení nezíská potřebnou certifikaci jako zdravotnický prostředek, nesmí se v klinické praxi využívat,“ upozorňuje Filip Plešinger.

Vědci z moravské metropole ale rozhodně nezahálí. Metodiku pro měření dyssynchronie totiž od roku 2018 chrání americký patent. Ústav přístrojové techniky AV ČR jej získal společně s Mezi-

národním centrem klinického výzkumu Fakultní nemocnice sv. Anny v Brně a firmou M&I Praha. Nová technologie využívá tzv. vysokofrekvenční složky v signálu EKG. „Určí rozložení elektrické aktivity v jednotlivých částech srdečních komor a stanoví případné časové zpoždění. Tento číselný údaj v milisekundách poskytne lékařům důležitou informaci, jestli je terapie pomocí speciálního kardiostimulátoru pro pacienta vhodná,“ vysvětluje Pavel Jurák.

Diagnostiku zpoždění aktivity levé komory mj. představili také v americkém časopisu *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. Práce, v níž prokázali, že měření časové zpoždění před zavedením terapie jednoznačně ukazuje na následnou úspěšnost léčby, se mj. zařadila mezi nejvýznamnější studie tohoto žurnálu za rok 2018.

Výhodou technologie vysokofrekvenčního EKG je jednoduchý a neinvazivní postup. Personál nemusí mít specifické znalosti obsluhy a zpracování je navíc plně automatické. „Pro účinnou diagnostiku stačí běžné umístění elektrod, které se v klinické praxi využívá pro měření dvanáctisvodového EKG. Diagnostika je také levná, a tedy dobře dostupná,“ podotýká Pavel Leinveber, vedoucí výzkumu v ústavu Biomedicínské inženýrství

Mezinárodního centra klinického výzkumu. Na novém diagnostickém monitoru vědci v současnosti pracují. „Chceme vytvořit jednoduché experimentální zařízení, které by sloužilo pro ověření metodiky v klinické praxi. Dokončit bychom je měli ještě letos,“ doplňuje Pavel Jurák. Pokud bude vývoj nové diagnostické techniky AV ČR úspěšný, cílový výrobce ji stvrdí certifikací a technologie může přejít do následného klinického využití.

Od nápadu, který vznikne v laboratoři, až po jeho uplatnění v praxi vede vskutku dlouhá cesta. Není výjimkou, že zabere i několik let. A když jde o lidské zdraví, platí to dvojnásob. „Jednotky intenzivní péče totiž nejsou místem, kde by se chtěl někdo pouštět do experimentů,“ uzavírá Filip Plešinger. □

Zařízení MPM pro měření rychlosti šíření pulzní vlny v různých částech krevního řečiště současně. Poskytuje informace o pružnosti, a tedy stavu cév.



TÉMA PRO...

Laboratoř ALMA

Věda a umění se dají propojovat různými způsoby – v laboratoři ALMA se například výtvarná umělecká díla mění na výzkumné objekty. Co nového může přírodovědec prozradit o italské barokní malbě nebo o tom, jak restaurovat staletá díla?

Poslyšte příběh: na počátku byl strom. Ten strom pokácel dřevorubec a dřevo dal řezbáři. Řezbář z něj vytvořil sošku Madony s dítětem a kdosi ji krásně vymaloval. Věnoval ji pak církvi, nebo se stala součástí domácího oltáře – předmětem lidové zbožnosti. Dlouhé roky jí lidé sdělovali své modlitby. Soška stárla, rudý plášť už nebyl tak zářivý jako dřív, zlaté lemování vybledlo docela. Tady se ulomil kousek ručky, támhle se odštípl kus trůnu. Hlavička po staletích zmizela úplně. Tu a tam se našel někdo, kdo chtěl sošce vrátit její dřívější krásu. A tak původní barvu překrývaly nové a nové vrstvy a Madona už vůbec nevypadala jako dřív. ▶



Dřevěná polychromovaná soška pochází pravděpodobně z doby před rokem 1200. Panna Marie sedí na trůnu, na levém kolenní nese žehnajícího Ježíška a v pravé ruce drží zlaté jablko.

MINIATURNÍ PORTRÉTY

V dobách, kdy ještě světu nevládla fotografie, byly oblíbeny portrétní miniatury. Pomocí prozařovacích a neinvazivních analytických metod v laboratoři ALMA zkoumají techniky miniaturní malby různých zástupců evropských škol. Portréty jsou totiž tak malé a malba natolik detailní, že odebrání vzorků nepřicházelo v úvahu. Vynález fotografie znamenal konec portrétní malované miniatury a nástup dílenské výroby jejich falzifikátů. Řešitelkou projektu s názvem Neinvazivní výzkum portrétních miniatur pro účely jejich datace, autentikace, prezentace a ochrany je Janka Hradilová z Akademie výtvarných umění v Praze, na projektu se však synergicky podílejí obě části společné laboratoře. Miniatura na fotografii pochází ze sbírek Oblastního muzea v Chomutově.



Co před osmi sty lety začalo jako kus neopracovaného dřeva, je dnes starobylým uměleckým dílem. A zároveň objektem zájmu historiků umění, restaurátorů, ale také přírodovědců, především pracovníků Akademické laboratoře materiálového průzkumu malířských děl (ALMA).

MOST MEZI PŘÍRODNÍMI VĚDAMI A UMĚNÍM

Ve vnitrobloku holešovických činžáků se nachází jedna z částí laboratoře ALMA, společného pracoviště Akademie výtvarných umění v Praze a Ústavu anorganické chemie AV ČR. Právě je tu „na návštěvě“ i velmi výjimečná dáma – románská Madona s Ježíškem typu Sedes Sapientiae, což znamená „Trůnící moudrost“. Tato vůbec nejstarší malovaná soška v Čechách se podrobí zkoumání unikátním zařízením – velkoplošným rentgenovým fluorescenčním skenerem. Výsledkem budou detailní mapy chemického složení vrchních vrstev malby, které odhalí aspoň část z dlouhé historie díla a pomohou vyřešit otázku, jak Madona vypadala původně.

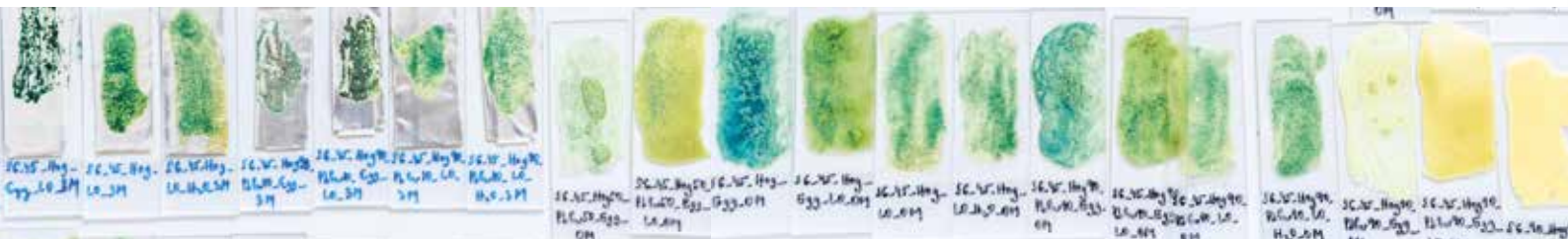
Ačkoli členové laboratoře pracují s uměleckými díly a spolupracují s restaurátory, nejde o žádnou restaurátorskou dílnu. Na prvním místě je výzkum, a to na světové úrovni. Důraz kladou také na interdisciplinaritu. „Máme silný mezioborový přesah, v laboratoři pracují hlavně přírodovědci, ale tradičně je součástí týmu umělecký historik nebo restaurátor. Nejde jen o spolupráci přírodovědných oborů, hranici překračujeme směrem k uměleckým a umělecko-historickým oborům,“ zdůrazňuje vedoucí společné laboratoře David Hradil z Ústavu anorganické chemie AV ČR. Své pracoviště vnímá jako pomyslný most, který spojuje zdánlivě vzdálené obory.

Získané informace pomohou při rozřešení otázky původu výtvarného díla, jeho stáří, provenience i autorské pravosti. Aby nedocházelo k dezinterpretacím, je důležité, aby si odborníci z různých oborů vzájemně rozuměli: co je pro chemika hlinito-křemičitan nebo pro mineraloga kaolinit, je pro malíře hlinka. A kdo by například tušil, že „zem zelená“ neoznačuje skupinu ekologických aktivistů, ale zelenou hlinku.

Klíčovými slovy výzkumu jsou výtvarné materiály a technika malby neboli technický projev autora. Výzkumníci je interpretují z jiných hledisek než historici umění, které zajímá například ikonografie, kompozice, tahy štětcem... „Nás zajímá způsob provedení. Jaké materiály umělec používal, odkud je bral, jak je připravoval, nanášel, vrstvil,“ upřesňuje David Hradil. Obraz zde nepředstavuje plochý, ale trojrozměrný více vrstevnatý objekt, kde každá z vrstev může prozradit něco nového.

VYBROUSIT A PŘEŘÍZNOUT

Nezbytným pomocníkem a chloubou laboratoře ALMA je přístrojové vybavení. Některá umělecká díla si vědci mohou „přivést“ přímo do laboratoře, za jinými musí putovat. V terénu využívají mobilní analytické přístroje. V materiálovém výzkumu je zásadní rozlišovat invazivní a neinvazivní metody. Neinvazivní zachovají organickou strukturu díla a nepoškodí ho, není nutné odebírat žádný vzorek. Patří sem například rentgenová fluorescence, díky níž výzkumníci rozpoznají prvkové složení. „Pro nás je nejuniverzálnější metodou, protože měří chemické prvky a tuto znalost potřebujeme téměř vždy. Používáme ale také přenosné spektroskopické přístroje,“ dodává David Hradil. Neinvazivní jsou také klasické prozařovací metody, které používají i restaurátoři k vizua-



lizací vnitřní struktury díla (radiografie nebo infračervená reflektografie).

Pro invazivní (laboratorní) metody je nutné odebrat vzorek. Aby se dílo nepoškodilo, jeho velikost je miniaturní, pár milimetrů, často i méně. „V některých případech restaurátoři odebírají vzorky rovnou a ani nedělají neinvazivní výzkum, což je chyba. Když ho uděláte, limitujete odběr vzorku tím, že si vytipujete místa nejlepší pro odběr,“ vysvětluje David Hradil. Namísto dvaceti pak stačí třeba jen dva reprezentativní vzorky. Je lepší odebrat menší vzorek z barevné plochy než větší z okraje či defektu.

Lupínky se odebírají tak, aby obsahovaly všechny vrstvy. Následně se zalévají do syntetické pryskyřice: „Formu na led vylijeme do poloviny pryskyřici, necháme ji ztvrdnout a přidáme vzoreček. Na něj nalijeme zbytek pryskyřice, a když ztvrdne, vymáčkneme ho a opatrně brousíme.“ V ideálním řezu jsou zachyceny všechny vrstvy – říká se tomu stratigrafický sled. K popisu vrstev, odlišování originální malby od přemaléb a dalších druhotných zásahů se využívají hlavně mikroskopické metody.

Díky porovnávání mikrovzorků (které se pečlivě archivují) mohou vědci přispět i k odhalení falzifikátů. „Materiály i technika malby různých děl se totiž v rámci mezioborového výzkumu srovnávají. Padělek lze někdy rozpoznat rovnou, velmi často to však bez komparací nejde,“ říká Janka Hradilová, manželka a zástupkyně vedoucího laboratoře Davida Hradila. Holešovický tým, který vede, se specializuje právě na tyto pokročilé interpretace.

OLEJ PLUS KOV ROVNÁ SE PUCHÝŘ

Z drobného zrnka materiálu lze však zjistit ještě více: kde byl použitý pigment vytěžen, jak byl vyroben, jakými změnami prošel v důsledku chemických degradací. Odpovědi hledají ve druhé části laboratoře ALMA, v Řeži. K rozborům mikrovzorků maleb používají pokročilé analytické přístroje, infračervený mikroskop či práškovou rentgenovou mikrodifrakci. Věnují se také experimentálnímu výzkumu historických materiálů a jejich interakcí.

V jednom z projektů zkoumají ohrožení olejomalb saponifikací – zmydlněním. Jde o chemickou reakci olejového pojiva s pigmentem, který obsahuje kovový prvek jako třeba olovo nebo zinek. Vznikají tak různé karboxyláty neboli kovová mýdla. Ta



Po odebrání se mikrovzorek zalije do pryskyřice a brousí tak dlouho, až se získá ideální příčný řez, kde jsou patrné jednotlivé vrstvy.

rostou a agregují, takže se z místa vzniku mohou protlačit ven na povrch, kde vytvoří puchýřky, které se odlupují a malbu mechanicky poškodí. „Nejde jen o to, že spolu reagují dvě komponenty, roli v procesu hrají i klimatické podmínky jako teplota a vlhkost. A právě na to se zaměřujeme v rámci experimentálního výzkumu,“ dodává David Hradil.

Záběr laboratoře ALMA je široký. Kromě projektů, které se věnují materiálovému složení výtvarných děl a technice malby, pracují vědci i na projektech zabývajících se vývojem metodických postupů a přístrojového vybavení. Hledají nové výzkumné cesty, z nichž mohou vzejít užitečné informace využitelné jak v restaurování a ochraně památek, tak v umělecko-historických oborech.

David Hradil popisuje, jak ve zchátralém kostele v Kuřívodch analyzovali unikátní gotické fresky, na které umělec použil pigmenty reagující na světlo. Malby po odkrytí dále degradovaly a bledly. „Pokud to restaurátoři nevědí, tak si jako první rozsvítí lampy, aby dobře viděli. To je ukázka situace, kdy my, vědci, můžeme poradit a říct: nesvitte, zbytky maleb se pak neztratí.“

Pod rukama pracovníků laboratoře ALMA prošla díla moderních umělců zvučných jmen (norský malíř Edvard Munch či zástupci české moderny Emil Filla či František Kupka), italských mistrů (Michelangelo Merisi známý jako Caravaggio) i středověkých tvůrců (gotický řezbář a sochař Mistr Pavel z Levoče). A nejstarší malby? Třeba řecké antické vázy nebo dřevěná Madona z 12. století... □

Experimentální výzkum interakcí pigmentů s pojivem se provádí na sériích modelových vzorků. Začíná se jednoduchými nátěry a pokračuje složitějšími systémy, které imitují reálnou malbu.



DĚNÍ V AKADEMII



NA LÁDVÍ SE BUDUJE NOVÉ VÝZKUMNÉ CENTRUM

Během následujících dvou let vznikne v areálu akademických ústavů na pražském Ládví nové výzkumné centrum Fyzikálního ústavu AV ČR. Zaměří se na studium procesů v moderních materiálech a nanostrukturách a vývoj nových materiálů, součástek a aplikací pro oblasti techniky, energetiky nebo lékařství. Slavnostního poklepání základního kamene nového

pavilonu se 14. srpna 2019 zúčastnili předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová, místopředseda AV ČR Jan Řídký, ministr průmyslu a obchodu Karel Havlíček, náměstek MŠMT Václav Velčovský, ředitel Fyzikálního ústavu AV ČR Michael Prouza a další hosté. Autorem architektonického návrhu budovy je studio Bogle Architects, které se podílelo také na projektu laserového centra ELI Beamlines v Dolních Břežanech. Stavba je součástí projektu SOLID21 (Solid State Physics for 21st Century – Fyzika pevných látek pro 21. století), podpořeného z dotačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání.



TELEFONÁT Z MARSU

V roce 2021 dosedne na Mars první evropské planetární vozítko. Ponese mj. český vědecký přístroj, který má v paměti 11 zvukových nahrávek. Jedna z nich bude odvysílána zpět k Zemi, což pomůže ověřit funkčnost přístroje. Porovnáním nahrávky zasláné z Marsu s kopií, která neopustí zemský povrch, navíc vědci zjistí, jaká je kvalita přenosového kanálu. Český modul z Ústavu fyziky atmosféry AV ČR bude v rámci mise ExoMars vedené Evropskou vesmírnou agenturou ESA měřit změny elektromagnetického pole v pásmu slyšitelných kmitočtů a hledat odpověď na otázku, jestli na čtvrté planetě Sluneční soustavy existují blesky. Vědci je totiž dříve zaznamenali kromě Země na Jupiteru, Saturnu, Uranu a Neptunu (sporný je jejich záznam na Venuši).



HEDVIKA KADLECOVÁ USPĚLA V SOUTĚŽI PRO ŽENY VE VĚDĚ

Jednou ze tří vítězek prestižní soutěže L'Oréal-UNESCO Pro ženy ve vědě se stala Hedvika Kadlecová z laserového centra ELI Beamlines v Dolních Břežanech, které spravuje Fyzikální ústav AV ČR. Stejně jako další laureátky získala finanční odměnu ve výši 200 tisíc korun, kterou převzala na slavnostním ceremoniálu na francouzském velvyslanectví v Praze. Ve svém projektu Hedvika Kadlecová zkoumá kvantové částicové procesy ve vakuu. Ocenění se v Česku uděluje již 13 let a má podpořit ženské vědecké talenty. Do letošního ročníku se zapojilo celkem 40 českých vědkyň, přičemž do dubnového finále jich postoupilo 13.

BIOCEV PŘEDSTAVIL

VÝSLEDKY VÝZKUMŮ

Centrum BIOCEV, společný projekt šesti ústavů Akademie věd ČR (Ústavu molekulární genetiky, Biotechnologického ústavu, Mikrobiologického ústavu, Fyziologického ústavu, Ústavu experimentální medicíny a Ústavu makromolekulární chemie) a dvou fakult Univerzity Karlovy, uspořádalo ve dnech 17.–18. června 2019 ve Vestci u Prahy mezinárodní konferenci nazvanou Dny BIOCEV. Čeští i zahraniční odborníci na ní prezentovali aktuální vědecké projekty a nejnovější poznatky v oblasti složitých funkcí genů a jejich interakcí nejen v lidském organismu, vývoje nových diagnostických metod a postupů při léčbě běžných i vzácných chorob, výzkumů biologicky aktivních látek včetně chemoterapeutik či proteinového a tkáňového inženýrství a jejich využití v praxi. „Jednotlivé skupiny představují buď vrchol své práce, nebo si pozvou hosty, kteří s nimi už spolupracují nebo s nimiž by eventuálně do budoucna rádi spolupracovali. Je to výborná příležitost navázat nové spolupráce, případně oživit ty už probíhající a zároveň prezentovat významné výsledky,“ uvedl ředitel centra Pavel Martásek.



ETICKÉ OTÁZKY

AUTONOMNÍCH VOZIDEL

O etice autonomních vozidel se hovořilo 27. a 28. června 2019 na mezinárodní konferenci v Praze. Uspořádalo ji Centrum Karla Čapka pro studium hodnot ve vědě a technice. Zúčastnili se jí nejen vědci, ale také zástupci automobilového průmyslu. Předpokládá se, že pokud by se na silnicích pohybovala pouze autonomní vozidla, zcela by vymizely nehody zaviněné mikrospánkem, nepozorností řidiče či jeho iracionálním chováním. Počet smrtelných nehod by se tak podařilo snížit o více než 90 %. Umělá inteligence by se nezatažovala emocemi a instinktem, o to větší by se na ni zřejmě kladly bezpečnostní nároky. Základním modelem, který se pro studium etiky samořiditelných vozů používá, je tzv. tramvajové dilema. Vědci se však chtějí posunout o pár kroků dál, pražské setkání si kladlo za cíl otevřít nové perspektivy a přístupy. Jejich závěry shrne publikace *Autonomous Vehicle Ethics: Beyond the Trolley Problem*, která vyjde v nakladatelství Oxford University Press.



AKADEMIE VĚD SPOLUPRACUJE

S PLZEŇSKÝM KRAJEM

Rámcovou smlouvu o spolupráci uzavřeli 21. června 2019 předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová a hejtman Plzeňského kraje Josef Bernard. Plzeňský kraj je v pořadí jedenáctý, se kterým AV ČR navázala spolupráci. Podle hejtmána Josefa Bernarda by se vědci mohli podílet například na hledání řešení problémů spjatých s vodním hospodářstvím, zadržováním vody v krajině, případně s rozvojem silniční a železniční sítě. „Od podpisu smlouvy si slibujeme možnost dlouhodobější a koncepční přípravy projektů, která by umožňovala využití úspěšných postupů z oborů, které se dosud v regionální spolupráci dobře uplatnily,“ uvedla při podpisu smlouvy Eva Zažímalová.

STOLETÝ ASTRONOM LUBOŠ PEREK



Význačný představitel české, respektive československé, ale i světové astronomie Luboš Perek oslavil 26. července 2019 sté narozeniny. Kromě vědeckého přínosu k mnoha oborům astronomie, zejména stelární statistiky a dynamiky Galaxie i výzkumu planetárních mlhovin, má výrazný podíl na tvorbě kosmického práva, mimo jiné na definování kosmického prostoru. Jako první poukázal na problém kosmického smetí, zásadním způsobem se zasloužil i o vznik dvou největších dalekohledů v naší republice. Do budovy Akademie věd ČR na pražské Národní třídě přišlo jubilantovi blahopřát několik desítek gratulantů – čelní představitelé Akademie věd ČR, zástupci Astronomického ústavu AV ČR, České astronomické společnosti a mnozí další. Předseda Senátu Jaroslav Kubera udělil Luboši Perkově jako výraz ocenění jeho práce Stříbrnou pamětní medaili Senátu Parlamentu ČR za zásluhy o rozvoj světové i české astronomie.





VELETRH VĚDY ZAZNAMENAL

REKORDNÍ ZÁJEM VEŘEJNOSTI

Přes 30 tisíc návštěvníků, více než 100 vystavovatelů na rekordní ploše 8000 m², ústavy AV ČR, univerzity z celé republiky a desítky firem zabývajících se inovacemi. Takový byl řečí čísel Veletrh vědy, který se konal od 6. do 8. června 2019 v pražských Letňanech. Uspořádala jej již popáté Akademie věd ČR. „Mám velkou radost, že se rok od roku zlepšuje prezentace stánků a zvyšuje se počet vystavovatelů, kteří srozumitelnou formou prezentují široké veřejnosti výsledky své práce. Je úžasné sledovat, s jakým nadšením tu vědci vyprávějí o své práci a jak umí návštěvníky nadchnout,“ říká předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová. Letošní ročník byl výjimečný ve všech ohledech. Bylo zde nejvíce návštěvníků, konal se na největší ploše a byla zastoupena většina z 54 pracovišť Akademie věd ČR. A právě ta představila návštěvníkům neuvěřitelnou podívanou – ať už šlo o interaktivní expozice, pokusy, přednášky, workshopy, pečlivě vybrané exponáty nebo science show.



POMNÍK K POCTĚ FYZIKA

VÁCLAVA DOLEJŠKA

Při procházce areálem ústavů Akademie věd ČR v Praze na Mazance je od června možné vidět nové umělecké dílo – pomník akademického sochaře Františka Svátka věnovaný fyzikovi a účastníkovi protinacistického odboje Václavu Dolejškovi. Téměř sedm metrů vysoký stěžeň s pohyblivými skružemi slavnostně odhalili předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová, ředitel Ústavu termomechaniky AV ČR Jiří Plešek, starosta Prahy 8 Ondřej Gros společně s Dolejškovou dcerou Věrou Hauptfeld-Dolejšek, synem Zdeňkem Dolejškem a dalšími rodinnými příslušníky. Václav Dolejšek objevil dlouho hledané série N rentgenových spekter prvků uranu, thoria a bizmutu a stal se zakladatelem české vědecké školy rentgenové spektroskopie. Myšlenka na vybudování pomníku vzešla od pracovníků Ústavu termomechaniky AV ČR, kteří iniciovali proměnu parku a na realizaci projektu vyhlásili veřejnou sbírku, ve které se (především od vědců) vybralo více než 100 tisíc korun.



PŘÍŠTĚ



Vydává

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

Adresa redakce

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

Šéfredaktor

Viktor Černoch

Zástupkyně šéfredaktora

Leona Matušková

Redaktoři

Jana Olivová, Luděk Svoboda,

Markéta Wernerová

Fotografka

Jana Plavec

Produkční

Markéta Wernerová

Korektorka

Irena Vítková

Sociální síť

Petr Cieslar

Grafika

Pavlna Jáchimová, Josef Landergott

Redakční rada

Markéta Pravdová (předsedkyně),

Josef Lazar (místopředseda),

Petr Borovský, Jiří Chýla, Jan Kolář,

Michael Londesborough, Jan Martinek,

Radek Mikuláš, Jiří Padevět,

Tatána Petrasová, Daniela Procházková,

Michal Salaj, Kateřina Sobotková,

Pavel Suchan, Michaela Trtíková Vojtková

Tisk

Triangl, a. s.

Distribuce

CASUS Direct Mail, a. s.

Číslo 3/2019, vychází čtvrtletně, ročník 3

Vyšlo 11. září 2019

ISSN 2533-784X

Cena: zdarma

Evidenční číslo MK ČR E 22759

Nevyžádané materiály se nevracejí.

Za obsah inzerce redakce neodpovídá.

Změny vyhrazeny. Veškeré texty a dále

fotografie na str. 4, 31–33, 36, 40, 51,

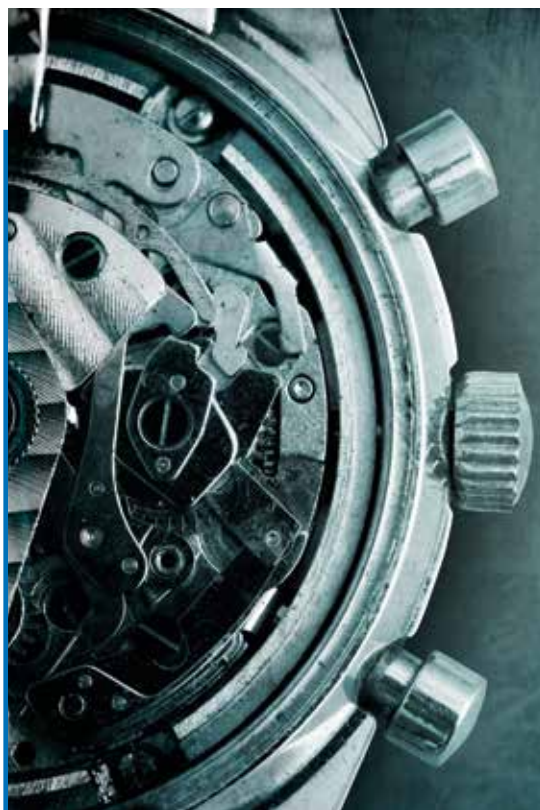
56–63, 66, 71, 75, 78, 82–85 jsou uvolněny

pod svobodnou licencí **Creative commons**

CC BY-SA 3.0 CZ.

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

www.avcr.cz



ČAS

Čas jsou peníze. Čas kvapí. Nežrácej čas... ale co to ten čas vlastně je? Na jedné straně je fyzikální veličinou, která se dá přesně měřit. Na straně druhé je těžko uchopitelným tématem, o kterém filozofovali mnozí významní myslitelé už od dob Aristotela. Neoddiskutovatelnou úlohu hraje ve vědách historických. Zatím však přináší více otázek než odpovědí. Existuje čas objektivně, nebo jen subjektivně, jak ho vnímá lidský mozek? Plyne jen kupředu, nebo může plynout i zpátky? Jak se čas chová ve vesmíru a jakou má souvislost s teorií relativity? Co na tyto otázky odpovídají fyzikové, filozofové, přírodovědci?

JAZYKOVÁ PORADNA

Včera jsem v kině shlédl zajímavý film. Nebo snad zhlédl? Kdo neví, jak správně větu napsat, může si heslo vyhledat v Internetové jazykové příručce, případně se s dotazem obrátit na jazykovou poradnu Ústavu pro jazyk český AV ČR. Co uživatele češtiny zajímá nejvíce?



ROSTLINY POD ZEMÍ

Funkční ekologie rostlin zkoumá vlastnosti rostlin a jejich vztah k prostředí. Jitku Klimešovou z Botanického ústavu AV ČR v Třeboni zajímá především to, co se skrývá pod zemí – kořeny, hlízy, oddenky... Rostliny sbírá, studuje, kreslí a své poznatky shromažďuje i v internetové databázi CLO-PLA.



Foto: Shutterstock (2), Jana Plavec

POJMENUJ EXOPLANETU

XO-5 (hvězda)

VZDÁLENOST OD ZEMĚ: 278 pc (906 světelných let)

HMOTNOST: 0,88 hmotnosti Slunce

VIDITELNOST ZE ZEMĚ: dalekohledem o průměru 10 cm

XO-5b (planeta)

TYP: horký Jupiter

VELIKOST: 1,03 poloměru Jupitera

DOBA OBĚHU KOLEM HVĚZDY: 4,19 dne (100,5 hod.)

SOUHVĚZDÍ RYSA
a pozice hvězdy XO-5

XO-5 b

Název planetárního systému okolo XO-5

Odeslat

WWW.POJMENUJEXOPLANETU.CZ

#POJMENUJEXOPLANETU

Více informací naleznete zde





Akademie věd
České republiky

A VĚDA A VÝZKUM

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



www.avcr.cz



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



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



[https://twitter.com/
akademie_ved_cr](https://twitter.com/akademie_ved_cr)