VĚDA A VÝZKUM

Akademie věd České republiky
magazín AV ČR | 3/2020

Odpad

Problém, příležitost i výzva

400 let od Bílé hory: čas na změnu pohledu

Jak se hledají orchideje v jihoamerické džungli

Český přístroj pomůže pacientům s covidem-19

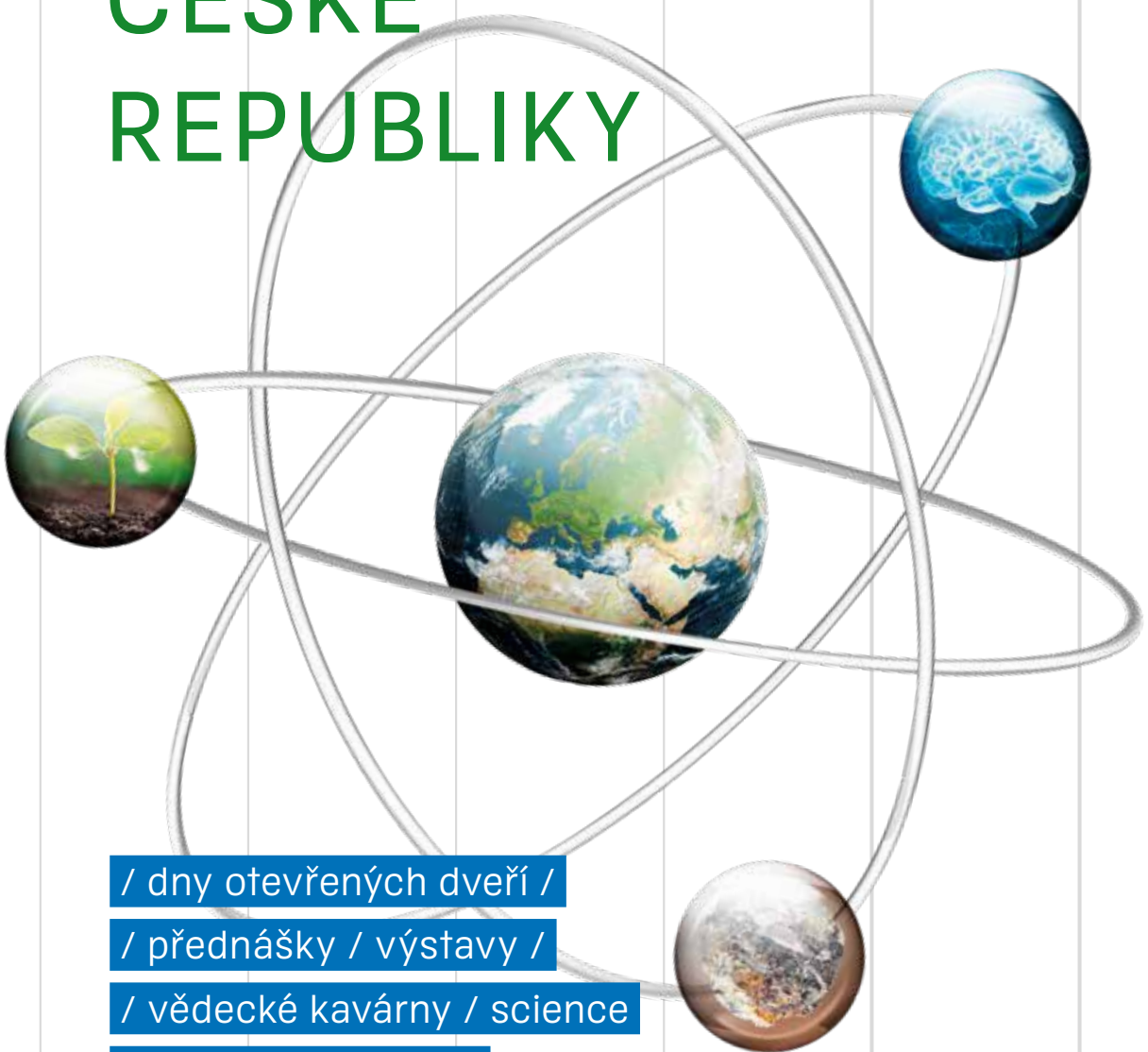
T | Ý | D | E | N | V | T

Akademie věd České republiky

WWW.TYDENVEDY.CZ

TÝDEN VĚDY A TECHNIKY 20

AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY



2—8/11/2020

/ dny otevřených dveří /
/ přednášky / výstavy /
/ vědecké kavárny / science show / workshopy /

NEJVĚTŠÍ VĚDECKÝ FESTIVAL V ČESKÉ REPUBLICE

EDITORIAL

Foto: Pavlína Jáchimová

Vážení čtenáři,

naše společnost je jistě bohatší, než bývala před desítkami let. Máme dostatek jídla i pití, nabídka obchodů s oblečením a botami je nepřeberná, dětské pokojíčky jsou přeplněné hračkami, neustále se vyrábějí a prodávají nová auta, pokročilejší elektronika a mnoho dalšího. Stinnou stránkou toho všeho je ale narůstající množství odpadů.

Když se letos v červnu ptali sociologové lidí v České republice, který z globálních problémů považují za nejzávažnější, dozvěděli se, že právě hromadění odpadu. Téměř dvě třetiny (65 procent) dotázaných označily tento problém za „velmi závažný“, dalších 27 procent za „dosti závažný“ (studie Centra pro výzkum veřejného mínění Sociologického ústavu AV ČR).

Odpady považují za velký problém (ale i příležitost) také vědci a vědkyně z různých pracovišť Akademie věd České republiky. Některé jejich postřehy vám přibližujeme v tomto čísle časopisu *A / Věda a výzkum*. Dočtete se třeba o zcela nečekaných souvislostech mezi obsahem popelnic a stavem společnosti nebo o tom, že i odpad může být uměním a umění odpadem.

Dále zjistíte, jaké jsou možnosti využití recyklovaného odpadu, a dozvíte se podrobnosti o unikátní technologii, která umí přeměnit nebezpečný nemocniční odpad ve využitelný plyn.

Věděli jste, že z jedné tuny spáleného komunálního odpadu vznikne zhruba 250 kilogramů škváry, která končí na skládkách? I z takového materiálu je přitom ještě možné něco získat – například částečky železa, hliníku, mědi, a dokonce i zlata.

Další zajímavosti ze světa vědy a výzkumu se dozvíte také na našich profilech na sociálních sítích, na webu a rovněž v nových podcastech Akademie věd ČR.

Milí čtenáři, přeji vám inspirativní čtení.

Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR

72 Téma pro... MILOVICE

Desítky zubrů, praturů a divokých koní se svobodně pohybují a pasou v rozlehlé rezervaci u středočeských Milovic, a pomáhají tak přetvářet místní ekosystém. Lokalita nabízí ideální možnosti pro přírodovědný výzkum.

Foto na titulní straně: Getty Images
Foto: Michal Köpping / Česká krajina, Shutterstock, Marta Kolanowska, Wikimedia Commons, Jana Plavec

OBSAH

V OBRAZE
6 Vědecké důlní dílo

Z AKADEMIE
8 Nové vědecké objevy AV ČR

ZE SVĚTA
12 Komentáře expertů AV ČR

TÉMA
18 Zahodit a zaklapnout víko

HISTORIE
32 Návrat Bílé hory

BIOLOGIE A EKOLOGIE
38 Nejkrásnější z květů

ROZHOVOR
42 Věda umí být až nemravně krásná (Pavel Jungwirth)

MEDICÍNA
48 Nasadit nosní brýle a volně dýchat

VĚDY O ZEMI
52 Život v moři prvohor

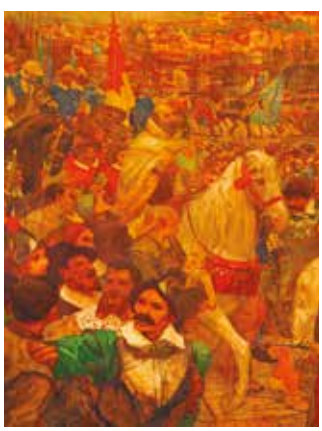
FOTOSTORY
58 Moravští Římané

HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY
62 Hledání jiskry konfliktu

STRATEGIE AV21
66 Za dubovou palisádou

TÉMA PRO...
72 Milovice

DĚNÍ V AKADEMII
78 Krátké zprávy z AV ČR



32 Návrat **Bílé hory**

Od bitvy na Bílé hoře letos uplyne 400 let. Jak se na událost díváme s odstupem? Skutečně byla národní tragédií?

38 Nejkrásnější **z květů**

Mnoho druhů orchidejí zůstává stále skrytých hluboko v jihoamerické džungli. Přinášíme příběh vědkyně, která je hledá.

52 Život v moři **prvohor**

Nejen trilobiti se prohánělí po mořském dně před 500 miliony let. Jak se studuje dávno vymřelá fauna a co všechno mohou prozradit zkameněliny?

58 **Moravští** Římané

Jižní Morava není jen rájem milovníků vína, ale také bohatou archeologickou lokalitou, například z dob Římské říše.

V OBRAZE

VĚDECKÉ DŮLNÍ DÍLO

Průzkumná štola uvnitř jedné z nejmladších čtvrtohorních sopek v ČR

Goetheho štola, která se nachází uvnitř Komorní hůrky na Chebsku, je pravděpodobně jediným důlním dílem na světě vyhloubeným čistě pro vědecké účely. U jejího zrodu stál před 200 lety svár dvou vědeckých frakcí, tzv. plutonistů a neptunistů. „Byl to zásadní geologický spor, který se týkal vzniku povrchu Země a zemské kůry o tom, zda vznikla usazeninami z moří, nebo sopečnými erupcemi," vysvětluje Milan Brož z Geofyzikálního ústavu AV ČR. Na žádost literáta a přírodovědce J. W. Goetheho zafinancoval hrabě Kašpar Šternberk důlní práce a nechal v letech 1834–1837 vykopat asi 200 metrů štoly. Po třech letech narazili havíři na sopouch vyplněný čedičem, a podali tak důkaz o sopečném původu Komorní hůrky a rozřešili geologický spor. V roce 2016 odstartoval v rámci spolupráce Akademie věd ČR s kraji a regiony projekt na obnovu zavalené a zanedbané štoly. Geofyzikální ústav AV ČR provedl ověření podzemních chodeb. Otevření Komorní hůrky pro veřejnost se plánuje letos na podzim.

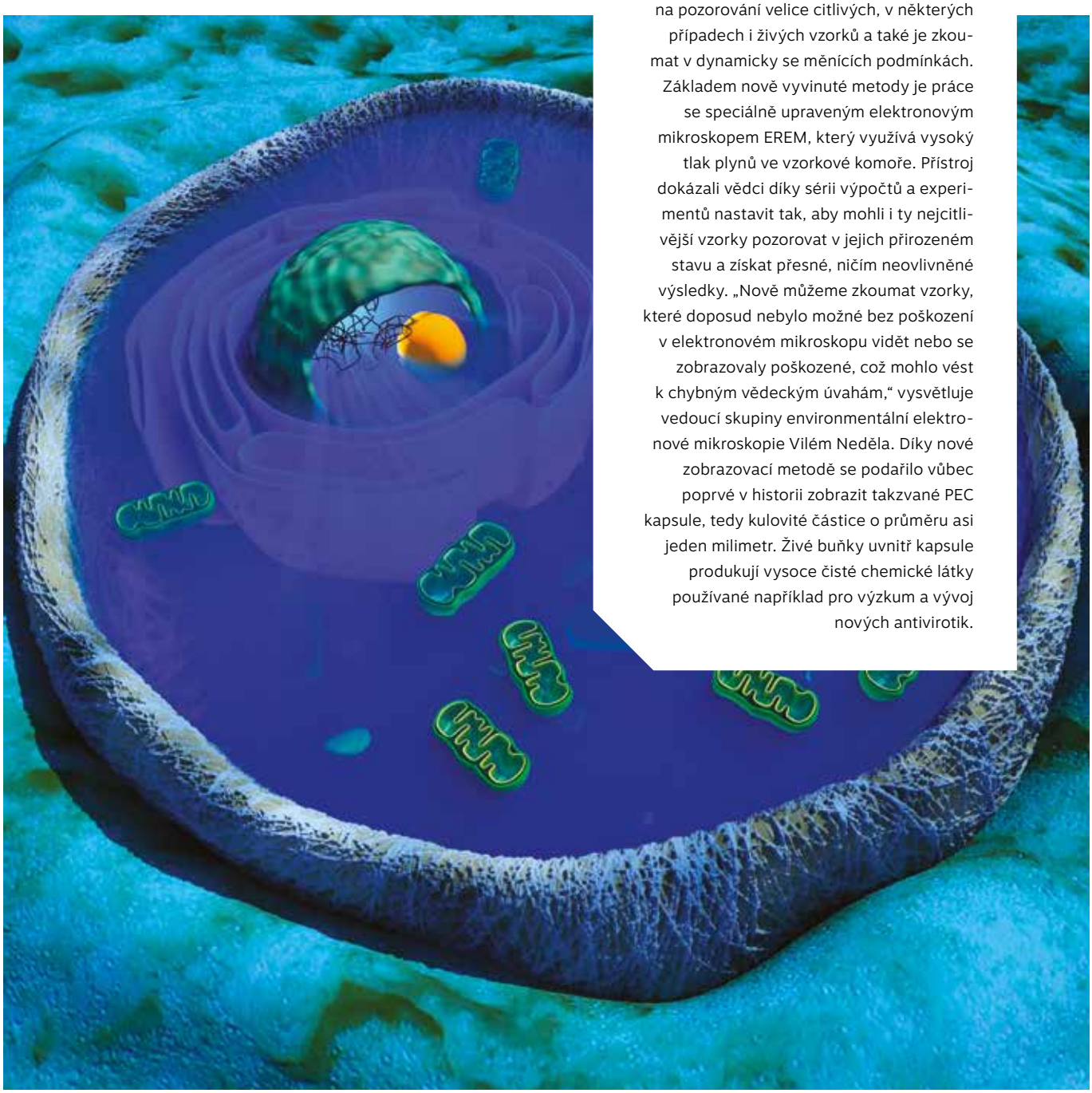
Text: Markéta Wernerová | Foto: Jana Plavec

Z AKADEMIE

ŽIVÉ VZORKY BUNĚK POPRVÉ POD ELEKTRONOVÝM MIKROSKOPEM

—

Ústav přístrojové techniky AV ČR



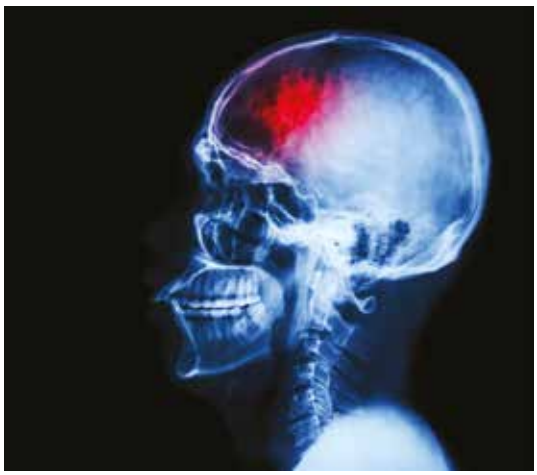
Výzkumníci z Ústavu přístrojové techniky AV ČR ve spolupráci se slovenskými kolegy výrazně přispěli k rozvoji elektronové mikroskopie. Jako jediní na světě mohou provádět unikátní vědecké experimenty zaměřené na pozorování velice citlivých, v některých případech i živých vzorků a také je zkoumat v dynamicky se měnících podmínkách. Základem nově vyvinuté metody je práce se speciálně upraveným elektronovým mikroskopem EREM, který využívá vysoký tlak plynů ve vzorkové komoře. Přístroj dokázali vědci díky sérii výpočtů a experimentů nastavit tak, aby mohli i ty nejcitlivější vzorky pozorovat v jejich přirozeném stavu a získat přesné, ničím neovlivněné výsledky. „Nově můžeme zkoumat vzorky, které doposud nebylo možné bez poškození v elektronovém mikroskopu vidět nebo se zobrazovaly poškozené, což mohlo vést k chybným vědeckým úvahám," vysvětluje vedoucí skupiny environmentální elektronové mikroskopie Vilém Neděla. Díky nové zobrazovací metodě se podařilo vůbec poprvé v historii zobrazit takzvané PEC kapsule, tedy kulovité částice o průměru asi jeden milimetr. Živé buňky uvnitř kapsule produkují vysoce čisté chemické látky používané například pro výzkum a vývoj nových antivirotik.

NA PRŮBĚH MOZKOVÉ MRTVICE MÁ VLIV I STÁŘÍ PACIENTA

—

Biotechnologický ústav AV ČR, Ústav experimentální medicíny AV ČR

Cévní mozková příhoda je celosvětově jednou z hlavních příčin úmrtí a dlouhodobé invalidity. V České republice postihuje asi čtyřicet tisíc obyvatel ročně. Ačkoli je toto onemocnění úzce spjato s věkem, vědci doposud přesné mechanismy příliš neznali. Tým odborníků z mezinárodního výzkumného centra BIOCEV využil metodu zvanou RNA sekvenování, s jejíž pomocí analyzoval změny způsobené mozkovou mrtvicí ve dvou skupinách rozdílně starých experimentálních zvířat. Vědci identifikovali konkrétní geny a buněčné procesy, které se změnily, a stanovili, čím se tato změna liší mezi mladými a starými zvířaty. Potvrdili tak, že věk pacienta sehrává svou roli. Získaná data by v budoucnu mohla pomoci při hledání nových terapeutických přístupů k léčbě následků mozkové mrtvice.



BIOLOGOVÉ OBJEVILI U ETIOPSKÝCH KRYS NOVÝ DRUH VIRU

—

Ústav biologie obratlovců AV ČR

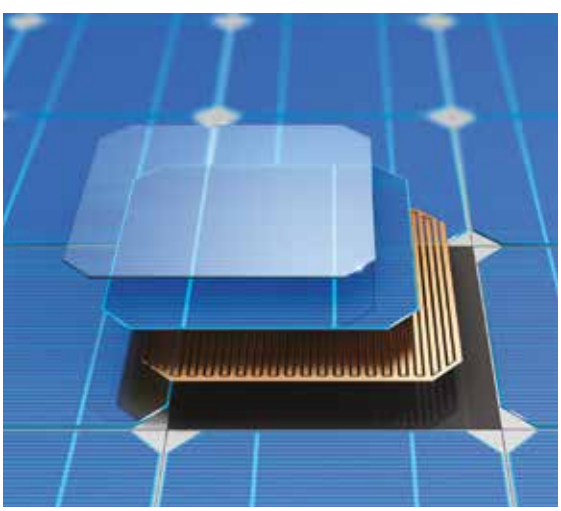
Krysa mnohobradavková *(Mastomys natalensis)* patří v subsaharské Africe mezi největší zemědělské škůdce a přenašeče chorob, například leptospirózy (krysí žloutenky), moru nebo leishmaniózy. Během svého vývoje se tento druh krys rozdělil na šest linií, přičemž se dosud vědělo, že zástupci pěti z nich jsou hostiteli alespoň jednoho z mammarenavirů. Vědci z Ústavu biologie obratlovců AV ČR nyní ve spolupráci s kolegy ze Severcovova institutu ekologie a evoluce Ruské akademie věd přišli na to, že hostiteli mammarenavirů jsou i krysy ze šesté linie. Nový druh viru pojmenovali *Dhati Welel* podle lokality výskytu. Stejně jako koronavirus patří mezi jednovláknové RNA viry, jeho přenos na člověka je však nepravděpodobný.

SOLÁRNÍ PANELY ÚČINNĚJŠÍ A LEVNĚJŠÍ

—

Fyzikální ústav AV ČR

Mezinárodní tým projektu NextBase, který podpořila Evropská unie v rámci programu Horizon 2020, vyvinul prototyp fotovoltaických článků s vysokou účinností a potenciálem pro nízké náklady. Podařilo se dosáhnout 25,4 % účinnosti článků (světový rekord je 26,7 %). Nová technologie bude vhodná pro automatizovanou sériovou výrobu a umožní obnovení evropské produkce fotovoltaických panelů. Novinkou je technika kontroly kontaktů na článcích s heteropřechody, ve kterých jsou kladné a záporné elektrody připraveny na desce křemíkového krystalu nanesením proužků amorfního křemíku tenkých jen několik nanometrů. Revoluční metodu kontroly vyvinul Martin Ledinský z Fyzikálního ústavu AV ČR.



NADĚJNÉ TESTY VAKCÍNY PROTI LYMSKÉ BORELIÓZE

—

Biologické centrum AV ČR

Běžně dostupná vakcína proti lymské borelióze neexistuje. To by se však mohlo změnit. Parazitologové z Biologického centra AV ČR otestovali novou očkovací látku, která vykazuje stoprocentní účinnost. Navazuje na svou americkou předchůdkyni založenou na povrchovém proteinu borelií v klíštěti, označovaném OspA. Vakcína však měla vedlejší účinky a zabírala jen na jeden druh borelie vyskytující se v klíšťatech v Americe. Dnes je přitom známo 21 druhů borelií s různými povrchovými proteiny. Farmaceutický koncern Sanofi vylepšil strukturu původní očkovací látky a pro otestování na evropském klíštěti *Ixodes ricinus* si vybral právě české vědce. Nový přípravek umožňuje imunitnímu systému rychle a spolehlivě rozeznat cizorodou látku v těle a vytvořit si protilátky. Zásadní inovace vakcíny však spočívá v tom, že cílí na všechny druhy borelií.

OBLIBA REGISTROVANÉHO PARTNERSTVÍ ROSTE

—

Sociologický ústav AV ČR

Od 1. července 2006 mohou v České republice osoby stejného pohlaví uzavírat registrované partnerství. Jaké trendy a tendence lze vysledovat? Ačkoli registrovaní partneři nemají v současné zákonné úpravě stejná práva jako manželé, stal se vznik tohoto institutu důležitým mezníkem v boji za práva sexuálních menšin. Od uzákonění do konce roku 2019 vstoupilo do svazku celkem 3625 párů. Po úvodním dvouletém nadšení (257 párů ročně) následující čtyři léta zájem klesal. Od roku 2011 začal opět mírně stoupat, aby za rok 2016 skokově narostl na historické maximum 348 nových partnerství. Podle sociologů to má více důvodů. Prvním může být početně silnější skupina lidí ve věku 35 až 45 let, kteří do registrovaného svazku vstupují nejčastěji. Dalším může být i poměrně dlouhá doba existence samotného institutu, která s velkou pravděpodobností přispěla u většinové společnosti k normalizaci pohledu na homosexuály.

VĚDCI ZPŘÍSTUPNILI ONLINE DATABÁZI ROZŠÍŘENÍ HUB NA ZEMI

—

Mikrobiologický ústav AV ČR

Na světě existují podle odhadů odborníků až čtyři miliony druhů hub. Jejich rozmanitost nám ale zůstávala dlouho utajená. Zavedením molekulární detekce organismů, a především moderních metod masivního paralelního sekvenování, se výzkumníkům daří rozpoznávat mnoho nových druhů hub, a to od arktických oblastí až po tropy. Dosažené objevy inspirovaly vědce z Mikrobiologického ústavu AV ČR k vytvoření unikátního souboru složení houbových společenstev všech suchozemských oblastí Země. Databáze GlobalFungi, přístupná nově i veřejnosti, obsahuje přes dvacet tisíc vzorků a více než šest set padesát milionů pozorování jednotlivých druhů hub. Na jejím sestavení pracoval tým třiceti vědců tři roky. V budoucnu může sloužit jako podklad pro analýzu vlivu klimatu na rozšiřování těchto živých organismů.

POSLEDNÍCH 30 LET PATŘÍ K POVODŇOVĚ NEJAKTIVNĚJŠÍM

—

Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Povodně k Evropě neodmyslitelně patří. Jejich intenzita se ale v různých dobách měnila. Mezinárodní vědecký tým, jehož součástí byli i výzkumníci z Ústavu výzkumu globální změny AV ČR, sestavil chronologii povodní za pomoci analýzy záznamů o povodních na hlavních evropských tocích z různých zdrojů (kroniky, noviny, deníky či obrazová dokumentace) a systematických hydrologických pozorování. Zjistil, že poslední výraznější povodňová perioda zasáhla starý kontinent nedávno – v uplynulých třiceti letech. Vědci identifikovali celkem devět období zvýšené povodňové aktivity. Mezi ně patřila například léta 1560 až 1580 v západní a střední Evropě, v západní a jižní Evropě pak léta 1840 až 1870 a také zmiňované období mezi roky 1990 až 2016, kdy povodně sužovaly nejvíc západní a střední Evropu. Sem spadají i tragické záplavy na našem území v letech 1997 a 2002. Voda tehdy připravila o život mnoho lidí, odstranění následků ničivého živlu stálo desítky miliard korun. Na druhou stranu katastrofy podnítily úřady k zavedení nových protipovodňových opatření. Vědecká studie tak v budoucnu může sloužit mimo jiné při přípravě krizových plánů a řízení povodňových rizik.

ZE SVĚTA

BAREVNÝ SVĚT KOLIBŘÍKŮ

Zatímco lidské oko má tři typy čípků neboli receptorů zodpovědných za barevné vidění, ptáci mají i čtvrtý, který jim umožňuje rozlišovat širokou škálu barev včetně nespektrálních. Tým vědců z Princetonské univerzity publikoval v časopise *PNAS* výsledky experimentu, ve kterém podrobil divoké kolibříky testům barevného vidění. Prokázal, že oko tohoto drobného ptáka skutečně rozliší různé nespektrální barvy včetně kombinací ultrafialových barev s červenou, žlutou, zelenou a fialovou.

KOMENTUJE ONDŘEJ KAUZÁL

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Barevné vidění člověka je založené na porovnávání signálu ze tří druhů čípků rozlišujících tři základní barvy – zjednodušeně modrou, zelenou a červenou. Stimulací dvou druhů čípků, které spolu spektrálně sousedí, vidíme i jejich kombinace. Všem těmto barvám říkáme spektrální, vznikají totiž působením monochromatického světla a jsou to přesně ty barvy, které vzniknou rozkladem bílého světla, např. v duze. Kromě nich ale můžeme vidět i tzv. barvy nespektrální, které vznikají stimulací dvou „nesousedících" typů čípků. Pro nás je to typicky purpurová barva, kterou bychom v duze hledali marně. Vzniká složením dvou monochromatických světelných zdrojů – modrého a červeného. Ptáci, stejně jako většina obratlovců, vyjma savců, mají však ve svých očích více typů barevných čípků, v drtivé většině čtyři. U ptáků je čtvrtý druh čípků citlivý na blízké ultrafialové záření (a to více, či méně – u různých druhů ptáků existují dvě varianty). Nicméně až doposud chyběl přesvědčivý důkaz, že jsou ptáci schopni rozlišovat nespektrální barvy, včetně kombinací s ultrafialovými barvami. Podařilo se to až týmu vědců z Princetonské univerzity. Pomocí na míru vyrobených krmítek s proměnlivými zdroji světla dokázali, že divoce žijící kolibříci rozlišují barvy v celém teoreticky předpovězeném barevném ptačím spektru. Navíc pomocí počítačového modelování zjistili, že ptačí svět je pravděpodobně plný nespektrálních barev, mnohem bohatší než lidský, a pro nás tedy zároveň velmi těžko představitelný.

Připravily: Markéta Wernerová, Radka Římanová | **Foto:** Shutterstock

ZAMĚSTNÁNÍ A DUŠEVNÍ ZDRAVÍ

Pandemie nemoci covid-19 přesměrovala na několik měsíců miliony zaměstnanců na režim práce z domova. Jiní ale museli vzhledem k povaze své profese i nadále na pracoviště docházet. Logicky vyvstaly otázky, jak pracovní podmínky ovlivňují naše zdraví. Autoři studie publikované v časopise *Journal of Applied Psychology* uvedli, že duševní zdraví a úmrtnost silně korelují s rozsahem naší pracovní autonomie, profesní zátěží, požadavky, které jsou na nás kladeny, a naší schopností je řešit. Zjistili například, že stres v práci častěji vede k depresi (i smrti) u takových pozic, kde mají pracovníci malou kontrolu, nebo u lidí s nižšími kognitivními schopnostmi. Vedoucí zaměstnanci by tedy svým podřízeným měli umožnit vyšší míru kontroly, případně snížit nároky na ně kladené.

KOMENTUJE KATEŘINA ZÁBRODSKÁ

Psychologický ústav AV ČR

Psychologie pracovního zdraví již poměrně dávno odhalila klíčový vliv autonomie a pracovní zátěže na duševní zdraví. Dnes již klasický Karáskův model ukazuje, že pracovní stres je výsledkem interakce mezi mírou autonomie (volnosti či svobody v tom, jak svou práci vykonáváme) na jedné straně a mírou pracovní zátěže (množství a tempo pracovních činností) na straně druhé. Obecně tak platí, že nejvyšší spokojenosti dosahují lidé, kteří mají v práci vysokou míru autonomie a zároveň i vůči svým schopnostem optimální míru pracovní zátěže. Novější teorie, například teorie pracovních nároků a zdrojů (JD-R Theory), vztah mezi autonomií a pracovní zátěží doplnily o řadu dalších proměnných, ale poznatek o klíčovém pozitivním vlivu autonomie zůstává. Z této perspektivy tak pandemie covidu-19 mohla u některých profesí – zejména tvůrčích – paradoxně snížit míru pracovního stresu, protože se díky práci z domova zvýšila míra autonomie: svoboda rozvrhnout si denní a týdenní harmonogram, zvolit si místo pro svou práci, formát a čas schůzek atp. Zároveň se však nepochybně objevily nové vážné stresory, například konflikt mezi rodinou a prací: desetitisíce rodičů najednou musely skloubit osmihodinovou pracovní dobu, péči o děti a domácnost a domácí vyučování. Tuzemské výzkumy však ukázaly, že většina rodičů se s touto výzvou dokázala vypořádat, možná právě i díky relativní volnosti v jejím řešení. Co bychom si tedy z pandemie v souvislosti s citovanou studií měli odnést? Nejspíše to, že po jejím skončení by zaměstnavatelé neměli usilovat o znovuobnovení kontroly svých zaměstnanců, ale naopak o podporu a optimálně i navýšení jejich autonomie. Podpoří tak nejen jejich duševní zdraví, ale i schopnost zvládat vysokou pracovní zátěž.

CO OVLIVŇUJE VÝŠKU POHOŘÍ

Určují výšku horských pásem hlavně tektonické procesy, nebo eroze? Studie v časopise *Nature* naznačuje, že klíčová je rovnováha sil v zemské kůře. Nejvyšší pohoří na Zemi se tyčí podél konvergentních hranic tektonických desek, kde se dvě desky pohybují k sobě a jedna je tlačena pod druhou do zemského pláště. Při tom dochází k silným zemětřesením a po miliony let se na okrajích kontinentů formují pohoří.

KOMENTUJE CHRISTIAN SIPPL

Geofyzikální ústav AV ČR

Po celá desetiletí se geovědci domnívali, že hlavním faktorem určujícím, jak vysoko mohou různá horská pásma vyrůst, je síla erozních procesů. Například nižší nadmořskou výšku jižních And obvykle vysvětlovali větším vlivem glaciální eroze ve vyšších zeměpisných šířkách. Armin Dielforder se svými spolupracovníky vypočítal modely rovnováhy sil pro 10 profilů napříč různými orogény (pásmy pohoří) a zjistil, že celkovou výšku pohoří lze vysvětlit pouze z velikosti tření na podložních zlomech na rozhraní tektonických desek. Výsledky neukázaly významný vliv eroze na výšku horských pásem. To znamená, že jižní Andy nejsou nižší kvůli ledovcové erozi, ale kvůli pod ně podsouvané mladší a teplejší tektonické desce a vlivem subdukce většího množství sedimentu. Oba tyto faktory vedou k velmi slabým zlomům na hranici desek. Koncept otevírá řadu nových cest výzkumu. Z vyhodnocení morfologie horských pásem by mělo být například možné odhadnout pevnost zlomů na hranici tektonických desek, což je nezbytné pro sledování nebezpečí velkých zemětřesení.

TAJEMSTVÍ VNÍMÁNÍ VŮNÍ

Jak dokáže mozek savců rozlišovat různé vůně? Vědci z NYU Grossman School of Medicine za pomoci optogenetiky nasimulovali v mozku geneticky upravených myší signál, který zvířata vnímala jako pach. Čichové neurony detekující konkrétní vůni se v mozku sbíhají do tzv. glomerulů. Při experimentech vědci zkoušeli aktivovat jednotlivé glomeruly pokusných myší v různém pořadí. Ukázalo se, že právě sled a načasování aktivace je pro výsledné vnímání pachu zásadní.

KOMENTUJE JOSEF SYKA

Ústav experimentální medicíny AV ČR

Práce z dílny Dmitryho Rinberga je zajímavá především po metodické stránce. Vědci během experimentů pracovali s myší, u které geneticky pozměnili glomeruly olfaktorického bulbu, tj. struktury, v nichž se stýkají výběžky čichových neuronů a mitrálních buněk, a to tak, aby se staly světločivými. Světelnými paprsky pak stimulovali určité prostorové vzorce glomerulů a také měnili časové parametry experimentu. Myš byla v bdělém stavu a byla schopna pomocí behaviorální metody vjemy těchto „umělých pachů“ rozlišit. Přitom se například ukázalo, že významnější úlohu pro stabilitu čichového vjemu mají ty glomeruly, které jsou aktivovány v rané fázi stimulace. Autoři sami netvrdí, že jejich závěry jednoznačně vysvětlují princip detekce přirozených pachů či vůní v čichovém bulbu, ale jsou přesvědčeni, že výsledky získané pomocí „umělých pachů“ budou využity při hledání základních principů neuronového kódování senzorických podnětů.

MOLEKULA HUBNUTÍ

Nadváhou trpí zhruba třináct procent světové populace. Nyní však tlouštíkům svítá naděje, že by se mohli nadbytečných kil zbavit i bez náročných diet a cvičení. Mezinárodní tým vědců totiž během pokusů na myších ověřil účinnost molekuly, jež redukuje množství tělesného tuku, aniž by se snížil příjem potravy nebo narostla tělesná teplota. Jde o mitochondriální rozpojovač BAM15, který dokáže změnit buněčný metabolismus tak, že tělo začne spalovat více kalorií. Podle studie publikované v časopise *Nature Communications* navíc látka snižuje inzulinovou rezistenci a má silný antioxidační efekt. Na základě výsledků výzkumu u myší vědci plánují, že vyvinou lék proti obezitě a chorobám s ní spojeným pro lidské pacienty.

KOMENTUJE MARTIN ROSSMEISL

Fyziologický ústav AV ČR

Uvnitř buněk – v mitochondriích – probíhá převážná část buněčného dýchání, kdy dochází k oxidaci (rozkladu) různých organických látek, což poskytuje energii pro tvorbu adenosintrifosfátu (ATP). ATP zajišťuje skladování a přenos chemické volné energie v buňce. Pro pochopení funkce BAM15 je třeba vědět, že v průběhu buněčného dýchání dochází k pumpování protonů na vnější stranu vnitřní mitochondriální membrány, přičemž jejich návrat do mitochondriální matrix na základě koncentračního gradientu zprostředkovává membránový protein ATP syntáza za současné tvorby ATP. Existují však situace, kdy se část protonů navrací do mitochondrií, aniž by poháněly syntézu ATP. Jedná se o takzvané „odpřažení“ (anglicky „uncoupling“), což má za následek snížení účinnosti tvorby ATP. Odpřahující protein 1 (UCP1) v buňkách hnědé tukové tkáně funguje jako přenašeč protonů (tzv. protonofor), čímž umožňuje „uncoupling“ a produkci tepla namísto tvorby ATP. Farmakologická indukce hnědé tukové tkáně by mohla pomoci v léčbě obezity. Již v roce 1995 Jan Kopecký z Fyziologického ústavu AV ČR se spolupracovníky prokázal, že „uncoupling“ indukovaný transgenní expresí UCP1 v mitochondriích buněk bílé tukové tkáně myší navodí rezistenci k obezitě. Jako protonofory mohou fungovat i různé chemické látky, včetně BAM15. Například ve třicátých letech 20. století se s úspěchem používala látka 2,4-dinitrofenol k léčbě obezity u lidí, ale vzhledem k nežádoucím vedlejším účinkům bylo její klinické využití zastaveno. Také podávání BAM15 obézním myším vedlo k redukci tělesného tuku a zároveň zlepšilo citlivost organismu k inzulinu. Navzdory těmto nadějným výsledkům není jasné, kdy a zda vůbec vstoupí BAM15 do fáze klinického testování a jestli se neobjeví nežádoucí účinky, které jsou pro tuto skupinu látek typické (např. laktátová acidóza, hypertermie). Leč nechme se (příjemně) překvapit.

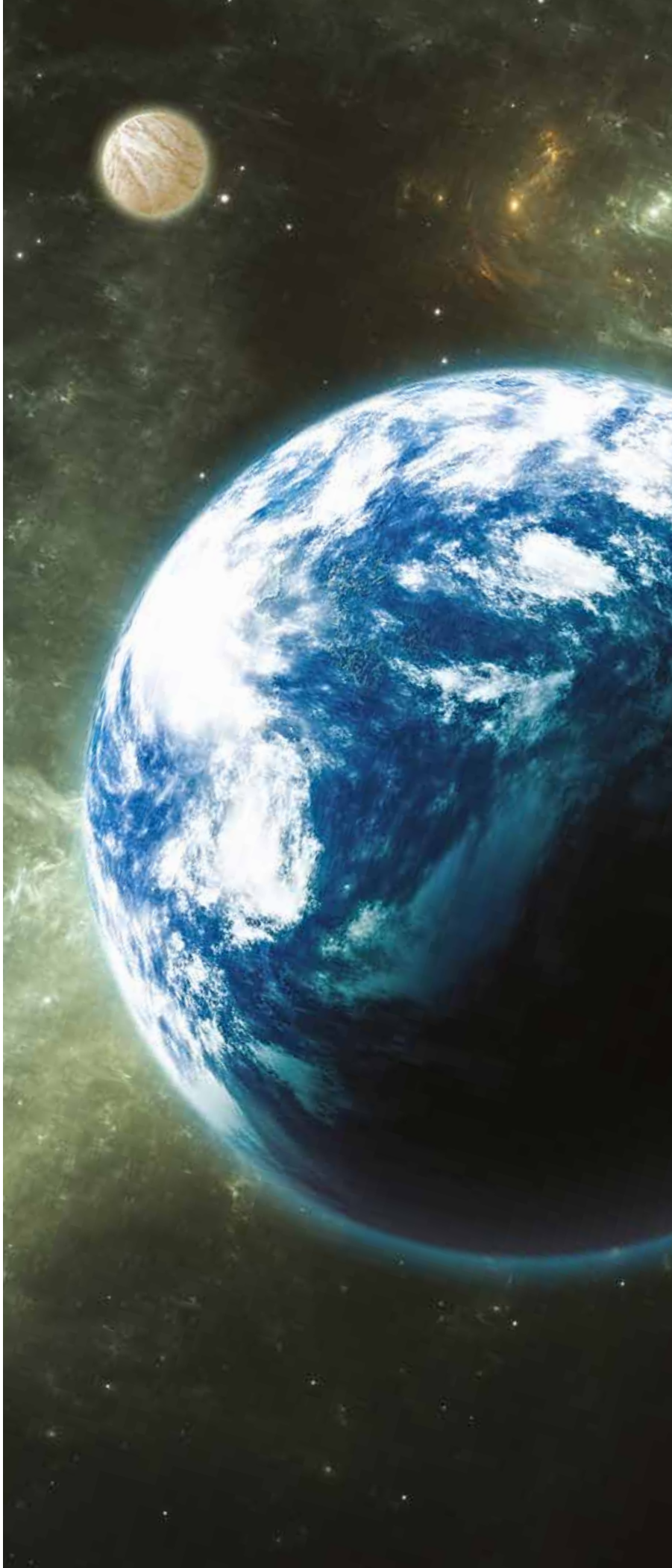
LIDSKÁ VAJÍČKA SI VYBÍRAJÍ „VÍTĚZNOU“ SPERMII

Neoplodněná lidská vajíčka uvolňují takzvané chemoatraktanty, jimiž k sobě lákají spermie. Vědci z univerzit ve Stockholmu a Manchesteru však nyní odhalili, že tyto látky působí odlišně na sperma různých mužů a v podstatě určují, která spermie bude úspěšná. A zdaleka ne vždy upřednostní tu od stálého partnera. „Očekávali jsme, že se do výsledků experimentů promítne partnerský efekt, ale v polovině případů vajíčka zvolila spermie náhodných mužů,“ uvedl pro CNN John Fitzpatrick ze Stockholmské univerzity, jeden z autorů studie zveřejněné odborným časopisem *Proceedings of the Royal Society B*. Tyto chemické signály tedy zřejmě umožňují ženám, aby si pro oplodnění vybraly geneticky nejvhodnější protějšek. Výsledky výzkumu by mohly pomoci v léčbě neplodnosti.

KOMENTUJE KATEŘINA KOMRSKOVÁ

Biotechnologický ústav AV ČR

Zmiňovaný výzkum dokládá, že vajíčko není pasivní objekt, který čeká, až bude oplodněn spermiemi, ale že je schopné si spermie vybírat, a to i u člověka. Vědci ukázali, že strategie výběru spermie vajíčkem je mnohdy zcela odlišná od výběru partnera. V této souvislosti je třeba si uvědomit, že výběr nejlepší spermie probíhá na mnoha úrovních a také na různou vzdálenost. Existuje mnoho selekčních bariér, kde spermie skládají test nejen z fitness, ale i z „dospělosti“ (tzv. maturace), která obnáší mnoho klíčových kroků zásadních k získání schopnosti oplození. Vědci však nyní ukázali, že vajíčko neponechává nic náhodě a zásadně posouvá jazýček vah směrem ke spermiím mužů, kteří mohou být pro početí potomka vhodnější. K tomu vajíčku slouží tzv. folikulární tekutina vylučovaná při ovulaci. Ta obsahuje chemické látky, tzv. chemoatraktanty, které mohou selekci spermií zásadně ovlivnit. Nicméně je třeba si uvědomit, že stejně jako výběr partnera, tak i výběr spermie není jednostranný proces. Jedná se o vzájemnou komunikaci mezi pohlavními buňkami, kdy i spermie musí oplývat schopností na signály vysílané vajíčkem reagovat. Objasnění signifikance chemické komunikace mezi vajíčkem a spermiemi u člověka a pochopení molekulární podstaty může přispět k cílené diagnostice neplodnosti a podpořit snahu vědců v hledání nových přístupů v léčbě poruch plodnosti z neznámých příčin. Je však nutné vzít v potaz, že od základního výzkumu k aplikovanému s jeho následným uplatněním v klinické praxi vede dlouhá cesta s rozdílnou mírou úspěšnosti.



ŠEST MILIARD ZEMI PODOBNÝCH PLANET

Data z mise vesmírného dalekohledu Kepler, který po dobu devíti let hledal nové planety mimo náš planetární systém, posloužila pro teoretický výpočet počtu možných Zemi podobných exoplanet v naší Galaxii. Měly by mít přibližně velikost naší mateřské planety a obíhat v obyvatelné zóně hvězdy třídy G (jako je Slunce). Podle odhadů astronomů z univerzity v Britské Kolumbii uveřejněných v časopise *The Astronomical Journal* existuje asi šest miliard hvězd, které by mohly mít Zemi podobnou planetu.

KOMENTUJE MICHAL BURSA

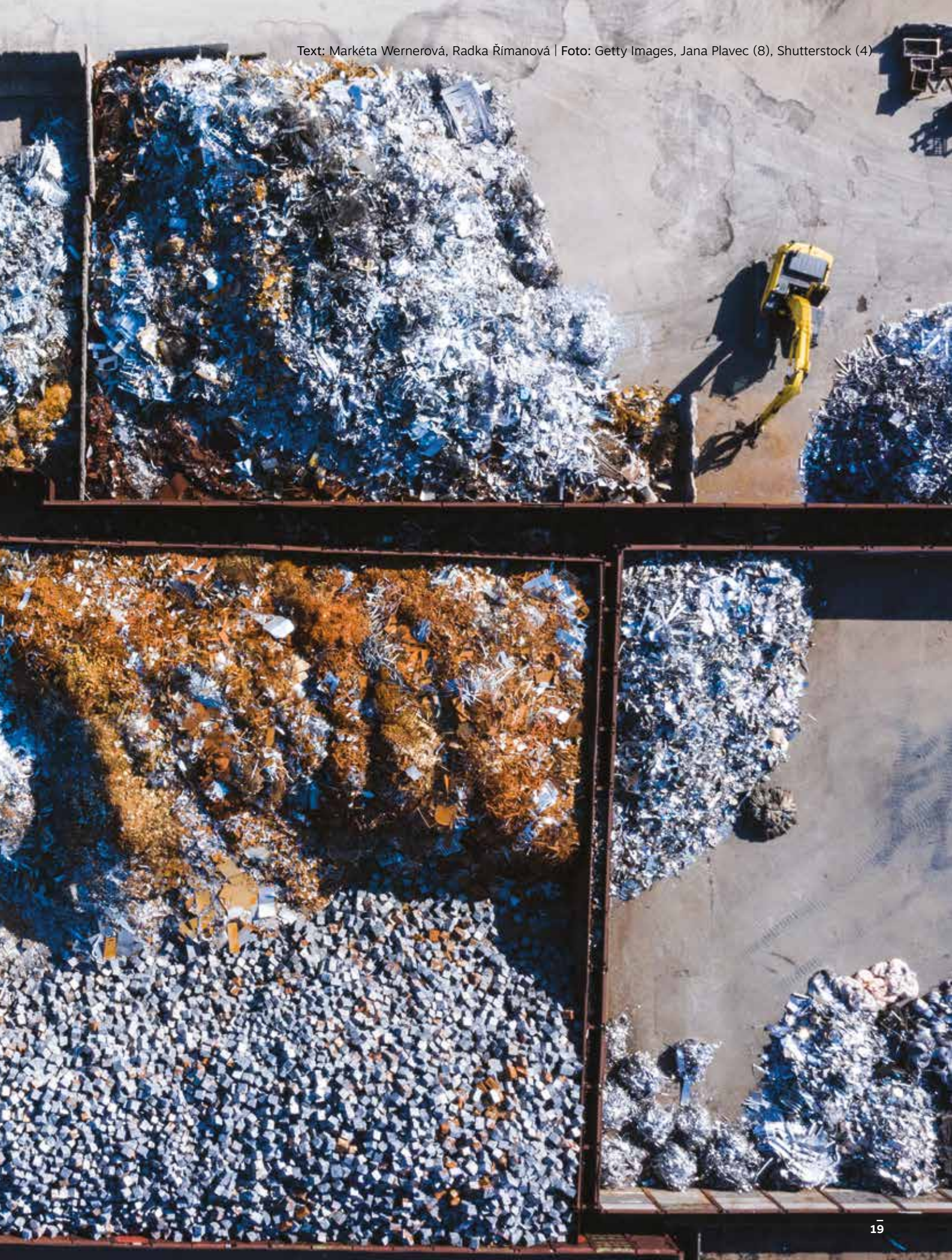
Astronomický ústav AV ČR

Družice Kepler proměnila náš pohled na svět podobně, jako když Mikuláš Koperník, Galileo Galilei a Giordano Bruno odebrali Zemi její výsadní postavení ve středu vesmíru. Ještě před deseti lety bylo známo 400 exoplanet vesměs podobných Jupiteru, tedy plynných obrů, a astronomové jen spekulovali o tom, kolik hvězd v naší Galaxii má vlastní planetární soustavy a zda vypadají podobně jako ta naše. Odhady se různily, nicméně objevy stovek exoplanet, které přišly vzápětí především díky dalekohledům umístěným na oběžné dráze, dalece předčily i ty nejodvážnější předpovědi. Dnes víme, že planety obíhají okolo každé třetí hvězdy, možná dokonce okolo téměř každé druhé. Jen v nepatrném okolí 100 světelných let od Země, kam doputoval signál našeho rádiového a televizního vysílání, odhadujeme, že se nachází na 30 000 exoplanet. Při takovém počtu se musíme ptát, zda na nich jsou podmínky pro život a zda se na nich nějaký život též vyvinul. Na první část otázky odpověď známe, na druhou část ji (zatím) můžeme jen odhadovat. Planet, kde by mohly panovat pro život příznivé podmínky, známe již několik desítek, i když tzv. Zemi 2.0, tedy kamennou planetu obíhající v obyvatelné zóně okolo hvězdy podobající se Slunci, jejíž dráha by nebyla narušována gravitačním vlivem blízkých obřích planet Jupiterova typu, jsme dosud nenalezli. Nabízí se další otázka – zda při takovém počtu planet existuje inteligentní život i jinde než na Zemi. Nejnovější odhad anglických astronomů týkající se počtu inteligentních civilizací říká, že by jich jen v naší Galaxii mělo být nejméně 36.

ZAHODIT
a zaklapnout víko

Kontejnery na tříděný odpad už mají více barev než pastelky v penále. Odpady však nejsou jen o třídění a recyklaci. **Co nám mohou prozradit o lidech a o společnosti?**

Text: Markéta Wernerová, Radka Římanová | **Foto:** Getty Images, Jana Plavec (8), Shutterstock (4)



POKLADY Z POPELA

Staré hrnce, konzervy, víčka od jogurtů, ale i části propadlých platebních karet. Do běžných popelnic Češi denně vyhodí obrovské množství kovů, které pak s ostatním smetím putují do kotlů spaloven. Chemici z Akademie věd ČR je však dokážou ze vzniklé škváry a popílku znovu „vydolovat“.

Kolik času stráví člověk tím, že zkoumá, do jakého kontejneru odpad vlastně patří? Někoho to nezajímá, protože netřídí. Pro jiného je to běžná věc. A někteří tomu přizpůsobili svůj životní styl. Prohlížíme značky na obalech, zjišťujeme, zda jde o plast, jenž patří do žluté popelnice. Googlujeme, je-li pravda, že obaly od vajec se do modrých kontejnerů na papíry neházejí. Listujeme časopisem a říkáme si, na jakém papíře je vytištěný… Co nás k tomu vede? Šetrnost? Zodpovědný přístup k životnímu prostředí? Nebo jsme jen podlehli tlaku médií a veřejnosti?

Zákon o odpadech definuje odpad jako něco nepotřebného, čeho se lidé chtějí zbavit. Pokud ovšem v určitém místě a čase přiřadíme nějaké věci nálepku „nepotřebné“, v jiném místě či čase, případně pro jiného člověka může ta samá věc být naopak užitečná. Co je pro někoho odpadem, je pro jiného pokladem. Sám pojem je tudíž relativní.

Mnoho příkladů by se našlo v současnosti: vysypaný odpadkový koš. Pokud jej najdeme před domem na ulici, je to odpad a vyžaduje úklid. Co když na něj ale natrefíme uvnitř muzea či galerie? Samozřejmě, může jít jen o obyčejný vysypaný koš, ale co když se jedná o exponát! O to důslednější musí být jeho ochrana před úklidovou četou. V roce 2014 se omylu dopustila uklízečka na výstavě moderního umění v italském Bari. Zametla totiž rozdrobené sušenky, které však byly součástí instalace kontroverzního britského umělce Damiena Hirsta.

Recyklace není výdobytkem moderní éry, znali ji již staří Římané. Zjistili to archeologové, kteří zkoumali Pompeje a nalezli hromady roztříděného odpadu před městskými branami. Původně se domnívali, že byl určen k vyhození, bližší zkoumání však odhalilo, že jej naopak dále využívali například jako stavební materiál.

Před šesti lety začínali vědci z týmu Michala Šyce z Ústavu chemických procesů AV ČR jako Popelky. A to doslova. Každé ráno zabořili ruce do kopy odpadní škváry a popelavou hmotu částečku po částečce rozebírali ve snaze najít stopy kovů.

„Složení odpadu se lokálně velmi liší – třeba ve Švýcarsku je úplně jiné než u nás. Museli jsme si tedy nejprve ověřit, jestli je v tuzemské škváře dostatek kovů, aby mělo smysl vyvíjet po vzoru některých evropských států technologie k jejich separaci. A jediný způsob, jak to zjistit, je stará dobrá ruční analýza,“ vysvětluje vedoucí oddělení environmentálního inženýrství Michal Šyc.

Z každé z tehdejších tří tuzemských spaloven komunálního odpadu si jeho skupina odebrala stovky kilogramů škváry a přebírala a přebírala. „Někteří kolegové mě za to nesnášejí dodnes,“ směje se chemik.

OD KUSŮ ŽELEZA PO ČÁSTEČKY ZLATA

Z jedné tuny spáleného komunálního odpadu vznikne zhruba 250 kilogramů škváry, která v Česku končí na skládkách. Špinavá mravenčí práce vědců přitom ukázala, že více než desetinu této škváry tvoří znovu využitelné kovy. Tým se proto vrhnul na výzkum separačních technologií a dnes už z každé kopky dokáže „vytěžit“ různé kovy – od železa přes hliník, měď až po zlato.

Železa je ve škváře pochopitelně nejvíc a dostat ho z ní je za pomoci magnetické separace poměrně snadné. Nemá však velkou ekonomickou hodnotu. K získávání o poznání cennějšího hliníku, kterého tato odpadní hmota ukrývá také poměrně dost, se používají separátory vířivých proudů.

„Takto získaný hliník má hlavně velkou environmentální hodnotu. Primární produkce tohoto neželezného kovu je totiž energeticky velmi náročná a je spojená s ohromnými emisemi skleníkových plynů,“ poukazuje Michal Šyc.

Zajistit, aby škvára vydala ještě vzácnější kovy, je pak podle něj opět spíše práce pro trpělivou (a hlavně chemicky zdatnou) Popelku. „Škvára obsahuje miliontiny procenta zlata. Přesto je z ekonomického hlediska její nejvýznamnější složkou. Jenže abychom dosáhli tak malých částic, musíme škváru podrobit množství předúprav a separačních metod. Je to zkrátka jako vybírat mouku z popela,“ dodává vědec.

Ani kovů zbavená škvára by pak podle něj nemusela putovat na skládky. Může se totiž hodit ve stavebnictví, třeba jako podkladová vrstva pro budování silnic. Zatímco ale například v Dánsku, Nizozemsku nebo Francii ji k těmto účelům využívají zcela běžně, u nás to legislativa zatím neumožňuje. Michal Šyc se pokouší vyjednáváním s příslušnými úřady situaci změnit.

Michal Šyc z Ústavu chemických procesů AV ČR spolupracuje v rámci výzkumu také se spalovnou v pražských Malešicích, kde je i poloprovozní experimentální zařízení.

OUTSIDER POPÍLEK

Popílek se z mnoha důvodů řadí mezi nebezpečné odpady. Nejčastěji se proto zneškodňuje tzv. solidifikací, kdy se přidá do směsi podobné betonu, čímž se stabilizuje a sníží se riziko vyluhování škodlivin do životního prostředí. V této podobě se pak skládkuje. I z méně než milimetrových částic odpadního popílku přitom věda dokáže „vyždímat“ něco užitečného.

„Umíme z něj vedle rozpustných solí vyseparovat i některé kovy. Je to ale o dost komplikovanější než v případě škváry – v popílcích jsou totiž kovy jako zinek nebo měď chemicky vázané. Abychom je z nich mohli získat, museli jsme vyvinout speciální metody loužení,“ popisuje Michal Šyc a doplňuje, že podobným způsobem nakládají s popílky, které tvoří tři až pět procent hmotnosti spalovaného odpadu, také například ve Skandinávii.

V Česku je jeho tým jedinou skupinou, jež se využitím pevných zbytků ze spalování odpadu zabývá. Při bádání vědci spolupracují se všemi čtyřmi českými spalovnami, kde dlouhodobě testují jednotlivé separační metody. Mimochodem, velmi úspěšně.

O tom, jestli se získávání kovů z odpadní škváry a popílku stane v tuzemsku každodenní praxí, však rozhodnou jen a pouze peníze. Zavedení separačních technologií do provozu by totiž pro spalovny znamenalo investice v řádu desítek až stovek milionů korun.

„Jsem skálopevně přesvědčen, že to minimálně v případě škváry vyjde a že budeme z ní vyseparované kovy v Česku za pár let běžně vracet zpět do metalurgického průmyslu k dalšímu zpracování,“ uzavírá Michal Šyc optimisticky.

Podobných případů je z médií známo několik. Odpad využívá ke své tvorbě mnoho umělců. Vytvářejí sochy z kovového šrotu, obrazy z plastových brček, plechovek či kostí od oběda. Často tak upozorňují na celospolečenské problémy, jako je plýtvání, znečišťování či nešetrné využívání přírodních zdrojů. Rozlišit, kdy se opravdu jedná o zamýšlený exponát a kdy o nepořádek, může být klíčové.

Pro další příklady relativnosti pojmu odpad stačí zapátrat v minulosti. Krátce po listopadové revoluci se zejména v pohraničí objevil fenomén takzvaných hromádek. Naši němečtí sousedé (v té době bohatší i technologicky vyspělejší) vyhazovali na skládky elektroniku, autorádia, hračky, oblečení, obuv i další věci, považované za nepotřebné. Pro českého kutila, případně i „šmelináře“ to ale bylo kvalitní zboží, často luxusní, které se u nás tehdy nesehnalo. Někdy stačila drobná oprava, jindy jen vyčištění a hodnotná komodita, ▷

se kterou bylo možné dále nakládat, byla na světě.

Definovat, co je odpad, není jednoduché. Podle české legislativy jím je „každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl či povinnost se jí zbavit“. Nemůže ale být odpadem třeba věc nemovitá? Polorozpadlá ruina? Nebo myšlenka? Věta? Názor? A co třeba lidské tělo? Určitá skupina lidí?

Zastavme se u výrazu „definovat“ z předchozího odstavce. Lidská společnost jako taková, ale především lidé, kteří stojí v čele (států, krajů, obcí), jasné definice vyžadují. Potřebují dané rámce a kategorie, aby dokázali rozhodovat – v případě odpadu, aby jej uměli rozeznat, onálepkovat a určit, jak s ním naložit. „Proti tomu však stojí samotná povaha odpadu jako sociální kategorie, kdy odpad není vlastnost nějakého materiálu. Vždy je relační, má vztahy a souvislosti, existuje v časoprostoru. Co se stane odpadem v určitou chvíli, už za hodinu, den či měsíc odpadem být nemusí,“ namítá Daniel Sosna z Etnologického ústavu AV ČR, který se problematice odpadů badatelsky věnuje.

> „Odpad má neuvěřitelnou schopnost rozdělovat společnost, mobilizovat emoce, ale také umožnit ekonomický profit.
>
> Daniel Sosna

„Pokud bychom velmi zjednodušeně vnímali, že odpad je něco nepotřebného a neužitečného, čeho se lidé chtějí zbavit, vždycky se budeme bavit o konkrétním okamžiku a vztahu ke konkrétním aktérům, kteří řeknou: toto je odpad. Ale v delší trajektorii se to může velmi dynamicky měnit,“ vysvětluje. Zároveň dodává, že odpad má silnou kapacitu se neustále proměňovat a díky tomu odolává naší snaze nějakým způsobem ho vykolíkovat, uzavřít a jednoznačně podchytit.

Zákon o odpadech uvádí nejen, jaké druhy odpadů existují, ale také jak s nimi nakládat, jak je skladovat, převážet či likvidovat. Rovněž jaké jsou sankce v případě jeho porušení. Vyhláška, která klasifikuje jednotlivé typy odpadů, takzvaný Katalog odpadů, uvádí řádově stovky podkategorií. Nalezneme tu kaly z čištění odpadních vod, piliny a hobliny, saze, dehty, kyseliny, strusky, ale i „jiné úlety“ (jiný úlet a prach patří mezi odpady z tepelných procesů, například z pyrometalurgie olova či zinku).

Mgr. DANIEL SOSNA, Ph.D.

Etnologický ústav AV ČR

—

Vystudoval antropologii na Masarykově univerzitě v Brně a získal doktorát na Floridské státní univerzitě. Věnuje se ekonomické antropologii, garbologii, problematice odpadů, konzumace, smrti, pohřbívání a dalším tématům. V současné době je hlavním řešitelem projektu Odpadový režim na křižovatce: divergentní trajektorie věcí, aut a elektroniky.

Zdeněk Kruliš z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR se věnuje zejména tématu recyklace a zpracování polymerních materiálů.

LIDÉ JAKO ODPAD

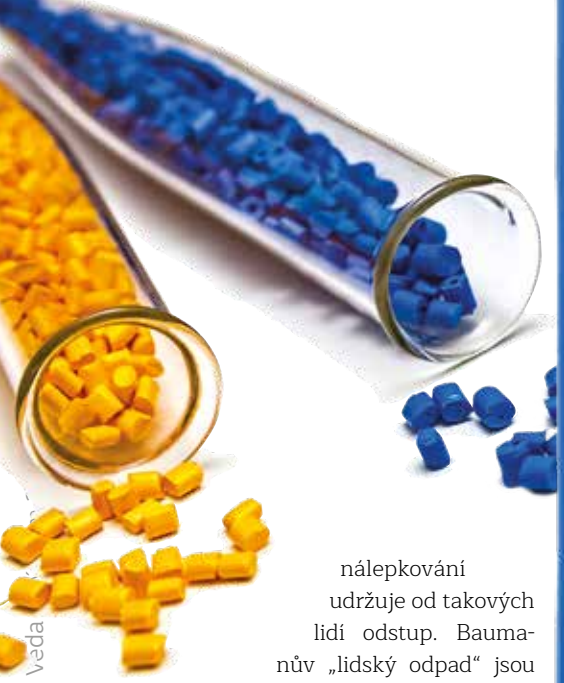
Odpad ale nemusí být nutně jen věc, materiál. „Přeneseně můžeme uvažovat třeba o lidském odpadu, například takzvaném white trash. Zygmunt Bauman zase mluví o human waste, tedy o určitých typech lidí, které je možné chápat jako odpad," vysvětluje antropolog Daniel Sosna a míří do velmi citlivých oblastí. Pejorativní označení white trash, česky doslova bílý odpad, pochází z počátku 19. století. Původně označovalo sociálně slabé, chudé, nevzdělané obyvatelstvo, především z jihu Spojených států. Později (i dnes) se vztahuje k lidem, kteří mají svou vlastní specifickou kulturu – žijí v karavanech, obvykle mají nízké vzdělání, nepracují, často užívají různé návykové látky. To, že jsou takto stigmatizováni a nazýváni odpadem, slouží zároveň jako nástroj k udržení sociální nerovnosti. Většinová společnost si i pomocí ▷

TŘÍDÍME HODNĚ, ALE ŠPATNĚ

Jen málo témat vzbuzuje tolik otázek jako třídění a recyklace. Dosud se s nimi pojí mnoho polopravd, omylů a mýtů. Máme kelímky od jogurtů vymývat? Kam házet kapsle z kávovarů? Hladinu emocí jitří zejména problematika plastů, které v České republice tvoří skoro 30 procent vytříděného komunálního odpadu. Z reklamy se na nás směje charismatický George Clooney a z malinkého šálku upíjí kávu. Připravil si ji z kapsle. Co s ní však udělal, když ji použitou vyndal z kávovaru? To už se z reklamy nedozvíme. Kapsle do kávovarů se vyrábějí z různých materiálů, včetně biodegradovatelných. Převažuje však kombinace polypropylenu (kalíšek) a hliníku (víčko). Patří tedy do směsného odpadu. „Ekologicky založení občané mohou použité kapsle rozebrat, oddělit hliníkové víčko od polypropylenového kalíšku, dát je do sběrných kontejnerů na kovy a plasty a vysypaným lógrem zušlechtit zeminu v květináči nebo na záhonku. Pochybuji však, že uživatelé kávových kapslí by si takto komplikovali život, když si chtějí ušetřit i práci s přípravou slušné kávy," říká Zdeněk Kruliš z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR, který se zabývá recyklací a zpracováním polymerních materiálů.

Obaly či výrobky, které nepatří do separovaného sběru, způsobují při recyklaci technologické potíže a patří do směsného odpadu. Mezi lidmi stále panují mnohé omyly. „Do separovaného skla rozhodně nepatří porcelán a varné sklo. Do papíru zase kartony s plastovou vrstvou nebo papíry lakované. Do plastového odpadu nevyhazujme nic z pryže ani z koženky," vyjmenovává Zdeněk Kruliš nejčastější chyby. A jak je to s tolik diskutovanými kelímky od jogurtů? Do žlutého kontejneru by měly přijít pokud možno bez větší porce jogurtu, postačí zběžně vypláchnout nebo ekologicky nechat vylízat pejskovi. Svozová firma je dopraví do třídírny, tam se separují do frakce „tvrdý plast" a následně zamíří do recyklačního závodu, kde se zpracují například na plotovou planku odolnou povětrnosti.

Riziko znečišťování životního prostředí se ve spojení s užíváním plastů skloňujíe čím dál víc. Z části jde o problém, který je třeba řešit, z části o mediální masáž různých ochranářských frakcí. Evropská komise našla řešení: zákaz plastových tašek, talířků, brček, kelímků či tyčinek na čištění uší na jedno použití. Je to krok správným směrem? Podle Zdeňka Kruliše jsou podobné restrikce úsměvné: „Zakazování plastů tam, kde za ně není po technické a ekonomické stránce rovnocenná nebo lepší náhrada, je holý nesmysl."



nálepkování udržuje od takových lidí odstup. Baumanův „lidský odpad“ jsou lidé, kteří nikam nezapadají, nikdo je nepotřebuje. Pro společnost jsou vlastně nadbyteční, protože nemají jasně danou roli. Tito nechtění lidé žijí přeneseně, ale i doslova na okraji společnosti. Skládkou lidského odpadu jsou pak různá ghetta, slumy. Podobnou optikou se někteří dívají třeba na léčebny dlouhodobě nemocných. Jako na odkladiště starých, nemohoucích lidí – pro někoho tudíž nepotřebných. Nechovají se tedy k seniorům a nemocným jako k odpadu? Zahodit a zaklapnout víko? Což takhle zvolit odlišný přístup a naopak hledat i na takových místech něco pozitivního a hodnotného? Pamětníky, kteří dokážou poutavě mluvit o historických událostech, jež sami prožili. Fachmany, kteří rozumějí dávno zapomenutým řemeslům...

Se všemi těmito skupinami lidí si stejně jako s odpadem spojujeme specifické vlastnosti: zápach, špínu, nemoci, strach, dokonce smrt. V souvislosti se smrtí se přidávají i další konotace: rozklad, hniloba. „Máme stejné dilema – co s lidmi, když zemřou,“ dodává antropolog a otevírá další citlivou otázku – pohřbívání. I u něj je možné vysledovat paralely: odpad – lidské tělo, skládkování – pohřbívání do země, spalování – kremace.

Americký antropolog Joshua Reno (věnoval se mj. problematice pohřbívání v pravěku), se kterým se Daniel Sosna seznámil při studiích ve Spojených státech, argumentuje, že běžní lidé svět odpadů málo reflektují, a nejsou proto schopni pochopit ani fungování současného kapitalismu. Zaklapnou víko koše a tím to pro ně končí. Dál se jich to

KDYŽ „UKLÍZÍ“ PLAZMA

Golem. Tak vědci interně přezdívají zařízení, které dokáže pomocí plazmové technologie vykouzlit třeba z haldy nebezpečných nemocničních odpadků využitelný plyn. Smetí se v něm totiž vystavuje extrémně vysokým teplotám. I takovým, které panují na povrchu Slunce.

CO JE PLAZMA?

Plazma je ionizovaný plyn (směs nabitých a neutrálních částic), který může podle typu buzení a prostředí vzniku dále vyzařovat energii (světelnou a/nebo tepelnou). Je čtvrtým skupenstvím hmoty a nejrozšířenější formou látky – tvoří až 99 % veškeré hmoty ve vesmíru. Příkladem přírodního plazmatu je Slunce nebo blesk.

Vypadá jako přerostlá termoska s hodně tlustými stěnami. Pokusný plazmochemický reaktor v laboratoři Ústavu fyziky plazmatu AV ČR přitom dokáže během hodiny nechat zmizet až sto kilo odpadků. Tedy ne tak docela...

„Naložíme do něj pevný nebo kapalný materiál a pomocí plazmatického hořáku ho zahřejeme natolik, že se rozloží na jednotlivé atomy. Ty se následně v chladnější části sloučí v plyn, který obsahuje hlavně vodík a oxid uhelnatý,“ popisuje Michal Jeremiáš, vedoucí oddělení plazmochemických technologií Ústavu fyziky plazmatu AV ČR.

Vzniklý vodík lze využít třeba v rafinérském průmyslu nebo pro výrobu hnojiv. V očištěné formě pak může posloužit jako pohon vodíkových automobilů.

„Jen pro představu: z jednoho velkoobjemového kontejneru komunálního odpadu je touto metodou možné získat až sto třicet kilo vodíku. A tolik paliva vystačí průměrnému řidiči vodíkového auta téměř na celý rok,“ vypočítává Tomáš Mates z Fyzikálního ústavu AV ČR, který se s Michalem Jeremiášem podílí na optimalizaci metody plazmatického zplyňování pro komerční uplatnění v rámci projektu NCK MATCA financovaném Technologickou agenturou ČR.

Vedle energeticky využitelného plynu „vyplivne“ zařízení, jež se oficiálně jmenuje PlasGas, už jen malé množství černých lesklých kamenů. „Jde o chemicky nereaktivní strusku, kterou je možné nadrtit do silnice nebo použít jako stavební materiál,“ doplňuje Tomáš Mates.

CO DOKÁŽE EXTRÉMNÍ HORKO

Teplota uvnitř reaktoru se v průměru pohybuje kolem 1200 °C. Plazmatický hořák je však schopen bez problémů vygenerovat násobně vyšší teplo a dosáhnout více než 5000 °C, které panují na slunečním povrchu.

Právě díky tomu si zplyňovací zařízení poradí i s toxickým odpadem z nemocnic. Rozloží ho totiž na prvotní molekuly. Stříkačky, kontaminované jehly nebo zbytky chemikálií by tak díky němu nemusely končit na skládkách, ale proměnit se v nitru přístroje v užitečné plyny. Vysoká teplota v reaktoru by podle Tomáše Matese měla umožnit také bezpečnou

Tomáš Mates z Fyzikálního ústavu AV ČR (vlevo) a Michal Jeremiáš z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR s plazmochemickým reaktorem na zplyňování odpadu

likvidaci odpadních látek z chemických závodů a mohla by pomoci desetinásobně zredukovat odpad z jaderných elektráren.

Kromě nebezpečného smetí PlasGas cílí hlavně na plast, který už není možné dále recyklovat. Materiál totiž obsahuje velké množství vodíku. A ten je ve světě stále cennější komoditou.

„Proces zplyňování se neobejde bez spotřeby elektrické energie. Naše zařízení je tedy poměrně provozně nákladné. Aby byla technologie rentabilní, je nutné mít na vstupu co nejlevnější materiál, který nejde zpracovat jinde, a na výstupu co nejdražší produkt, jako je právě vodík nebo pevný uhlík," poukazuje Michal Jeremiáš. Obyčejné komunální smetí by tak přístroj spíše přenechal síti tuzemských spaloven a zaměřil by se na vybrané typy odpadu, které se v nich běžně nezpracovávají.

Z LABORATOŘE DO BYZNYSU

Plazmové zplyňování odpadů není v zahraničí žádnou novinkou. Komerčně tuto technologii využívají například v Japonsku, ve Francii se pak tímto způsobem zbavují odpadního azbestu.

České experimentální zařízení však využívá světově unikátní zdroj plazmatu, za nímž stojí dlouhá léta výzkumu. Jde o hořák, který je schopen pracovat při výkonu nesrovnatelném s žádným konkurenčním přístrojem. Dokáže to díky tomu, že se plazmatický výboj udržuje v kombinovaném proudu plynu a vodní páry.

A kdy PlasGas opustí laboratoř a začne naše smetí proměňovat v plyn ve velkém? „Samotná technologie je prakticky připravená. Už proto jednáme s firmami, které ji chtějí uvést do praxe," říká Michal Jeremiáš.

Pokud budou úspěšné, mohla by se tato ekologicky šetrná alternativa ke skládkování a spalování rozšířit poměrně rychle. Plazmová zplyňovací zařízení totiž nemusejí být příliš rozměrná, a dají se tak postavit ve velmi krátkém čase. Vždyť jen Golem o metrovém průměru a výšce metr a půl by v případě kontinuálního provozu s přehledem vystačil menší obci. Jeho větší následovníci by zvládli zpracovat i několik tun odpadu za hodinu. A to se bude s blížícím se zákazem skládkování, který tuzemská vláda stanovila na rok 2030, rozhodně hodit!

netýká. „Říká, že jsme oddělení od umírání i od toho, co se děje s odpadem. Aby se něco zlepšilo, měli bychom podle jeho názoru mít s odpadem daleko intimnější a intenzivnější vztah," vysvětluje jeho český kolega. Jak, ptáte se? Joshua Reno navrhuje využít skládky i k ukládání našich mrtvých. To už je hodně kontroverzní nápad. Má však svou logiku: lidské tělo je z určitého hlediska také odpad. Pokud bychom na místech, kde ukládáme běžný komunální odpad, pohřbívali, vedlo by nás to k intenzivnějším prožitkům masy odpadů, které civilizace vytváří, a pochopení koloběhu výroby, spotřeby a vyhazování.

POHLEDEM ANTROPOLOGIE

Pojem odpad je velmi flexibilní a může se chápat různě. Jednoznačně říct a definovat, co je odpad, je velmi těžké. Daniel Sosna přidává ještě další příklady – existuje i myšlenkový odpad, můžeme tak označit články v bulváru, dokonce máme na ploše počítače ikonu koše, kam míří odpad „z jedniček a nul". Jak se v tom tedy vyznat? Jedna z možných cest je odklon od snahy odpad za každou cenu definovat. Chceme-li jeho prostřednictvím porozumět společnosti (což je hlavním cílem antropologie), je možná lepší poznat procesy, které souvisejí s tím, jak odpad vlastně vzniká, transformuje se a zaniká. Existuje podobor, takzvané discard studies (discard = odložit, odhodit), který se soustředí především na procesy související se zbavováním se věcí.

Jako antropolog se Daniel Sosna snaží pochopit různorodé významy, které ▷

> Zákon o odpadech definuje odpad jako něco nepotřebného, čeho se lidé chtějí zbavit. Pokud ovšem v určitém místě a čase přiřadíme nějaké věci nálepku „nepotřebné", v jiném místě či čase, případně pro jiného člověka může ta samá věc být naopak užitečná.

CO JSOU BIOPLASTY?

Plasty jsou tu s námi již nějakou dobu a budou i dlouho po nás. Prvním plastem vůbec byl parkesin. Na průmyslové výstavě v Londýně jej v roce 1862 představil anglický vynálezce Alexander Parkes. „Nitrát celulózy, později známý a průmyslově vyráběný jako celuloid, mohl být podle své převažující přírodní suroviny – celulózy – považován za bioplast. Americká auta padesátých let, známé ‚křižníky silnic', měla věnec volantu a ovládací prvky přístrojové desky právě z imitace slonoviny a želvoviny z triacetátu celulózy," vysvětluje Zdeněk Kruliš z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR. Z dnešního pohledu byly bioplasty prvními plasty, které se do technických aplikací rozšířily. A následovaly je mnohé další.

Vše, co je „bio" (popřípadě „eko"), je „in". „Vše bio- je správné, pokrokové a šetrné k životnímu prostředí, bio- prodává," říká s nadsázkou Zdeněk Kruliš. Bioplasty jsou plasty vyrobené z přírodních surovin. Označují se tak ale i biodegradovatelné plasty vyrobené z fosilních surovin, například polykaprolakton (PCL) nebo polylaktidy z kyseliny mléčné, připravené z etylenu nebo acetylenu, a rovněž rozložitelné plasty vyrobené z přírodních surovin, například polylaktidy (PLA) z kyseliny mléčné vyrobené bakteriální fermentací cukrů. Biodegradovatelných plastů se průmyslově vyrábí několik typů. Využití nalézají třeba v medicíně: z materiálů na bázi PLA nebo PCL se vyrábějí vstřebatelné tkáňové náhrady a šicí materiály.

Vlastnost, která je pro jedno odvětví výhodou, je pro jiné nevýhodou. „Biologicky rozložitelné plasty se těžko uplatní v potravinářské obalové technice, když základním požadavkem na materiál pro uchování potravin je jeho biologická stabilita," podotýká Zdeněk Kruliš. Ukrývají však i další nástrahy – jak je správně třídit? Biodegradabilní plasty je možné kompostovat, případně likvidovat se směsným odpadem. Dosud se však přesně neví, jak se budou v různých prostředích a za různých podmínek chovat. V přírodě mohou zůstávat i několik let a za určitých podmínek, zejména v suchém prostředí, se pravděpodobně úplně nerozloží. Pokud se dostanou k běžným plastům do žlutého kontejneru, mohou je kontaminovat a proces recyklace narušit. Na problémy spojené se zaváděním takzvaných bioplastů upozorňuje i Ministerstvo životního prostředí ČR.

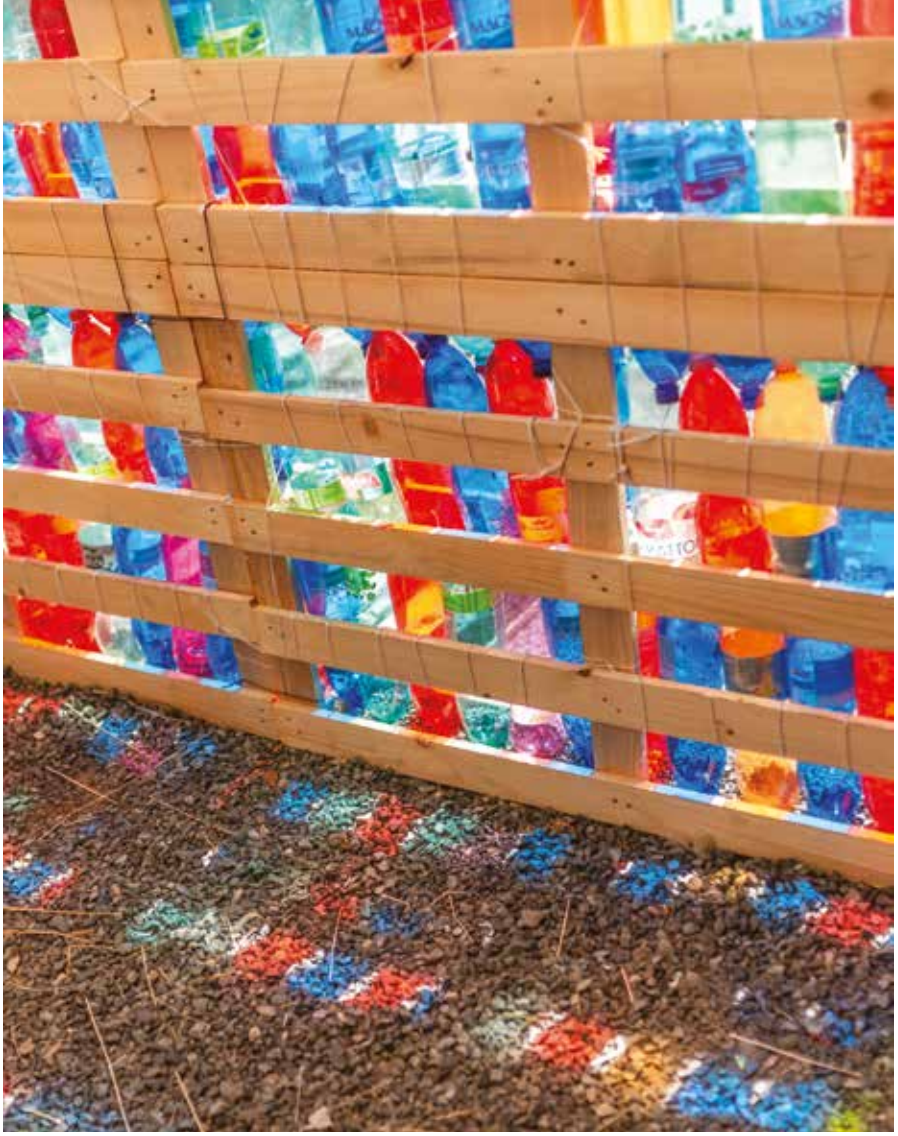
Umělkyně Veronika Richterová využívá pro svá díla především PET lahve, ale i jiné plasty a odpady vůbec. Tvoří z nich plastiky i další objekty, například tento domek z palet a PET lahví určený pro uprchlické tábory. Byl součástí letošní výstavy Estetika udržitelné architektury v Galerii Jaroslava Fragnera na Betlémském náměstí v Praze, jejímž spolupořadatelem byl Ústav dějin umění AV ČR.

toto téma může generovat. Zajímá ho, jakým způsobem se o odpadu mluví, píše v médiích, ve vyhláškách. Zkoumá, jak o něm hovoří konkrétní lidé. Nahlíží do světa dělníků, techniků, zaměstnanců, kteří pracují v odpadovém hospodářství a o fenoménu sami uvažují. To, co nikdo nevidí, jsou právě oni. Lidé přicházející denně do styku s odpadem. „Na ministerstvech či v parlamentu se rozhoduje, zda budou poplatky za třídění, zda firmy či obce budou nějak motivované, jestli je to zajímavé pro investory. Ale úplně chybí debata o tom, jak tato práce může být nepříjemná," upozorňuje antropolog, který při výzkumech strávil na skládce hodně času a na vlastní kůži poznal jejich každodenní realitu.

Jaké to bylo? Jeho první dojem byl šok. Jednak z obrovské masy a jednak ze zápachu. Pohyboval se i na skládce, nedaleko níž stála kompostárna. „Skládkaři, kteří jsou zvyklí na ledacos, si neustále stěžovali na neuvěřitelný smrad z kompostování, který se nedal vydržet," dodává. Kdo však tuto drsnou, nikterak dobře placenou práci vykonává? Pro Daniela Sosnu je důležité upozornit na skutečnost, že za vším jsou vždycky lidé. Jak sám zdůrazňuje, zatím to nedělají roboti. Jsou to lidské bytosti a dělají práci, jež může být velmi nepříjemná.

KDO VLASTNĚ PRACUJE NA SKLÁDCE?

O osobách pracujících na skládkách všeobecně panují zkreslené představy, co je to za lidi, proč tam jsou, jaké jsou jejich motivace. Navzdory stereotypnímu očekávání – ten, kdo se špatně učil, a nemá



tudíž jinou možnost – na skládkách často lidé pracují, protože jim toto zaměstnání poskytuje benefity, které nejsou na první pohled viditelné. „Znám například bývalé podnikatele, které už jejich práce nebavila, chtěli větší klid. Jezdí na drahé zahraniční dovolené, žijí překvapivě bohatým životem – určitě nezapadají do typické představy dělnické třídy," vyjmenovává Daniel Sosna.

Než pod vlivem EU zesílila debata o redukci skládkování, bývaly podle jeho názoru skládky stabilní prostředí, kde lidé pracovali i desítky let. Další motivací může být snaha něco si bokem přivydělat. Zde však vstupujeme na pole neformální šedé ekonomiky. Našlapujme opatrně.

Střetávají se tu dva principy. Ten první, legislativní, říká, že vše na skládce je majetkem provozovatele a že odsud nesmí nic „unikat". Druhý princip je morální. Pojí se s šetrností. Na skládkách se nachází spousta věcí, které jsou pro někoho využitelné. „Vzniká zajímavé dilema. Střet formálního systému, který má daná pravidla, s vyšším morálním principem. Shodneme se nejspíš na tom, že když se dá něco dále využít, je to morálně správné," argumentuje výzkumník. Přibližuje to na příkladu muže, který si buduje vlastní kolekci kol Favorit, soukromé muzeum. Skládkař s ním spolupracuje a nosí mu své nálezy, zachraňuje je před zničením. Věci, o které už nikdo nestojí, je možné rozdat jako dary, prodat, případně přetvořit v něco jiného, užitečného. Anglicky se tato činnost nazývá upcycling. Domek pro domácího mazlíčka ze starých kartonových krabic, látková hračka z roztrhané zástěry...

> „Lidé z odpadového hospodářství často lpějí na čistotě. Aby oddělili pracovní prostředí od soukromého, potřebují každodenní rituál přechodu. Spočívá v tom, že se na konci směny důkladně vymydlí a převléknou do čistého oblečení.
>
> Daniel Sosna

„Svět odpadů ale nabízí i jiné příležitosti. Zážitky, vzrušení, hledání pokladů, tajemství... Je to trochu jako houbaření," dodává s úsměvem a vypráví, jak i ti nejpomalejší zaměstnanci skládky zázračně ožijí a sprintují, když vidí, že se blíží nákladní vůz s „kvalitním zbožím".

ODPAD NELŽE, LIDÉ ANO

Poněkud jiný pohled přináší disciplína, která má odpadky přímo ve svém názvu – garbologie. Zkoumá, jakým způsobem lidstvo s odpadem zachází. I tento obor patří do repertoáru Daniela ▷

TROJSKÝ KŮŇ NANOPLAST

Denně je polykáme ve vodě, pivu i čaji, „koření“ nám jídlo i každý nádech. „Mikroskopickým částečkám plastu se dnes už nedá vyhnout. Na Zemi neexistuje místo, kam by se nedostaly,“ říká toxikolog a environmentální chemik Tomáš Cajthaml z Mikrobiologického ústavu AV ČR.

Jsou tři hodiny odpoledne. Kolik jste dnes už odhadem pozřel plastu?
Těžko říct. Předpokládá se, že za týden ho člověk sní a vypije zhruba pět gramů, což odpovídá hmotnosti platební karty. To by ovšem pro náš organismus neměl být až takový problém – částečky, které něco váží, tedy mikroplasty, z nás totiž zase vyjdou. Horší je to ale zřejmě s těmi ještě menšími, o jejichž existenci se před pár lety vůbec nevědělo: s nanoplasty.

S těmi se naše tělo tak snadno nevypořádá?
Jde o částečky menší než jeden mikrometr, které mohou vniknout do tkání a náš organismus je neumí vyloučit. Velmi pravděpodobně se v nás kumulují. Podle mnoha studií mají navíc tendenci nachytávat na sebe další nepolární látky, mezi které patří hodně škodlivin. Kousky plastu tak slouží jako jakási vozítka, díky nimž se tyto toxické látky, například staré typy pesticidů, dopraví do našeho těla. Fungují tedy jako bájný trojský kůň.

Takže spolu s plastem se v nás vesele hromadí i nejrůznější chemikálie. Co to s lidským organismem dělá?
Přesně nevíme. Bál bych se hlavně toho, co s námi budou dělat v budoucnu. Světová spotřeba plastu totiž neustále roste a s ní i množství nanoplastů v prostředí. Vždyť plast, který dnes svačíme v jídle, pochází ze zhruba třicet let starého odpadku. A od té doby se globální produkce tohoto materiálu zčtyřnásobila. Zatím tedy nanoplasty nemají zásadní dopady na naše zdraví, ale za pár let to může být jinak. Stačí se podívat na výsledky studií u vodních organismů, které vědci vystavili vysokým koncentracím těchto částic.

Co ukázaly?
Během krátké doby se u zkoumaných živočichů objevily různé formy neurotoxicity. Šneci přestali reagovat na predátory, perloočky se začaly chovat divně... Rybám se plast usazuje v játrech, což jim v těle vyvolává záněty. Mikro- i nanoplasty navíc způsobují oxidativní stres, což je forma buněčné toxicity, která může vést až k rakovině. To všechno by mohlo dohnat i nás.

Světová zdravotnická organizace se přitom loni vyjádřila, že mikroplasty v pitné vodě lidské zdraví zásadně neohrožují.
Oznámila jen, že v tuto chvíli nemáme dostatek důkazů, abychom tvrdili, že jsou plasty ve vodě pro člověka nebezpečné. A to je pravda. Věda se tímto tématem zabývá jen několik let. Musíme počkat na výsledky dalších studií. V ústavu například vystavujeme mikroplastům lidské tkáňové buňky. Je patrné, že tyto částice ovlivňují buněčné mechanismy. Ještě to však musíme dalším výzkumem potvrdit.

Tomáš Cajthaml se zabývá znečištěním životního prostředí produkty lidské činnosti, ekotoxicitou organických polutantů a jejich mikrobiálním rozkladem.

Kolik je dnes odhadem v přírodě nanoplastů?
Podle výpočtů OSN bylo v roce 2018 v životním prostředí jednapadesát bilionů kusů těchto částic. Jde ale o absolutně nesmyslné číslo. Loni například kanadští vědci analyzovali, kolik plastu se uvolní z „lepších“ pytlíků s čajem po zalití horkou vodou. V jediném hrnku naměřili miliony mikročástic, zatímco nanoplastů nádoba obsahovala celé miliardy! Spočítat, jak moc je jimi svět zamořen, je proto naprosto nemožné.

Částečky plastu tedy nepocházejí jen z odpadu, ale i z nových výrobků…
Ano, odpad je ale jejich primárním původcem. Do prostředí se mikroplasty dostaly také s kosmetikou, do níž se přidávaly ve formě kuliček. Ze zubních past nebo peelingů pak putovaly do odpadních vod. Ty jsou plné plastu i kvůli oblibě textilií jako fleece, který se vyrábí z recyklovaných PET lahví. Když vyperete jedinou fleecovou mikinu, do vody se uvolní desetitisíce mikrovláken plastu.

Dá se od něj svět ještě nějak vyčistit?
V tuto chvíli ne. Sice umíme odstranit z pitné vody většinu nanoplastů, ale takovou vodu nemůžeme vyrábět pro zvířata, plnit s ní rybníky, zalévat s ní. Plastem je zamořená celá hydrosféra, půda i vzduch a zbavit se ho už nelze.

To nezní moc optimisticky.
Jediná možnost, jak to celé zbrzdit, je přestat plast nadužívat a naučit se s ním jako s odpadem zacházet. Vždyť ročně se na světě vyrobí čtyři sta milionů tun plastu a čtyřicet procent z toho padne na jednorázové obaly! Vzhledem ke zmíněným poznatkům o potenciální škodlivosti nanoplastů bychom přitom k plastu měli přistupovat spíše jako k nebezpečnému odpadu.

A co když se nic nezmění? Může nás plast časem vyhubit?
Některé mořské druhy živočichů jsou již dnes plné mikroplastů a není nepředstavitelné, že by to mohlo vést až k jejich vymření. A jestli to potká i nás? Těžko říct, zda se o vyhynutí lidstva postará globální oteplování, válka o vodu nebo plast.

> „Svět odpadů nabízí i jiné příležitosti. Zážitky, vzrušení, hledání pokladů, tajemství… Je to trochu jako houbaření.
>
> Daniel Sosna

Sosny. Analýzou vlastních materiálních zbytků konzumace se dozvídáme něco o současné společnosti. Co lidé nakupují, co vyhazují. „U citlivějších témat – kolik lahví vína vypijete – mohou mít lidé problém odpovědět. Buď skutečně nevědí, nepamatují se, nebo záměrně zkreslují,“ říká. V jednom z výzkumů se spolu se svým týmem zabýval potravinovým odpadem. Jak probíhal?

Nejprve svezli odpad, půl tuny až tunu materiálu. Vyklopili ho a analyzovali složení. Zjistili mimo jiné, že ačkoli jsou Češi v recyklaci na špici, stejně zůstává velké množství materiálu, které by bylo možné vytřídit a znovu využít. Samotný „garbologický projekt“ pojali netradičně: panuje všeobecná představa, že ve městě se více plýtvá, výzkumníky tedy zajímalo, jak je tomu ve vesnickém prostředí.

Dva roky zkoumali malou českou vesnici. Zjistili, že na venkově je ve srovnání s evropským průměrem minimum potravinového odpadu, přibližně desetina. Jak je to možné? Na vsi mají zvířata, která zkonzumují zbytky potravin, ty se jinak ve městě vyhazují. Také pěstují vlastní ovoce a zeleninu, které pak chápou jako výrazně hodnotnější. Je tu silnější morální apel: být šetrný a neplýtvat. „Když víte, kolik energie a času to stojí, potom se vám více příčí něco vyhodit. Proto má smysl vystavovat lidi z měst, především děti, zkušenosti, jak to chodí, co to obnáší,“ říká antropolog.

V tomto ohledu si stojíme celkem obstojně. Někteří lidé si dokonce šetrné a smysluplné nakládání s odpady zvolili jako svůj životní styl. Propagují život bez odpadu, takzvaný zero waste, nulový odpad. Ti nejlepší „zerowasteři“ dokážou vším, co za celý rok vyhodí, naplnit ▷

pouhou zavařovací sklenici! Vedle třídění a recyklování můžeme nakupovat v bezobalových obchodech, kompostovat biologický odpad a využívat i další způsoby, jak množství smetí umenšit.

SVĚT SILNÝCH HRÁČŮ

Zjistili jsme, co nám odpad může říci o lidech, a naopak lidé o odpadu, stále se však pohybujeme v mezích vztahu k běžnému člověku a hovoříme o komunálním odpadu (nám nejznámějším typu). Ten ale tvoří jen nepatrnou část celosvětové produkce. Data za rok 2018 dokládají dramatický nepoměr. V České republice se vyprodukovaly čtyři miliony tun komunálního a dvacet čtyři milionů tun podnikového odpadu. Nejvíce ho je v energetikce a stavebnictví.

Ve veřejné sféře se uměle vytváří představa, abychom se jako běžní lidé cítili vinni, že svým konzumním stylem života zaplavujeme planetu tím, co vyhazujeme. „Nikde se také explicitně nehovoří o tom, že je to jen část příběhu. Tím rozhodně neříkám, že třídění nemá smysl, naopak, má. Aby se člověk cítil zodpovědný, aby žil se světem v rovnováze. Je však důležité zmínit, že existuje velmi významná část reality, která se netematizuje, protože je to svět silných hráčů," upozorňuje Daniel Sosna. Jinými slovy, odpadové hospodářství je byznys. Je třeba vnímat jej nejen ekologicky, ale také ekonomicky. Existuje také takzvaný greenwashing, kdy firmy šíří dezinformace o tom, jak jsou jejich výrobky či podnikání vlastně ekologické.

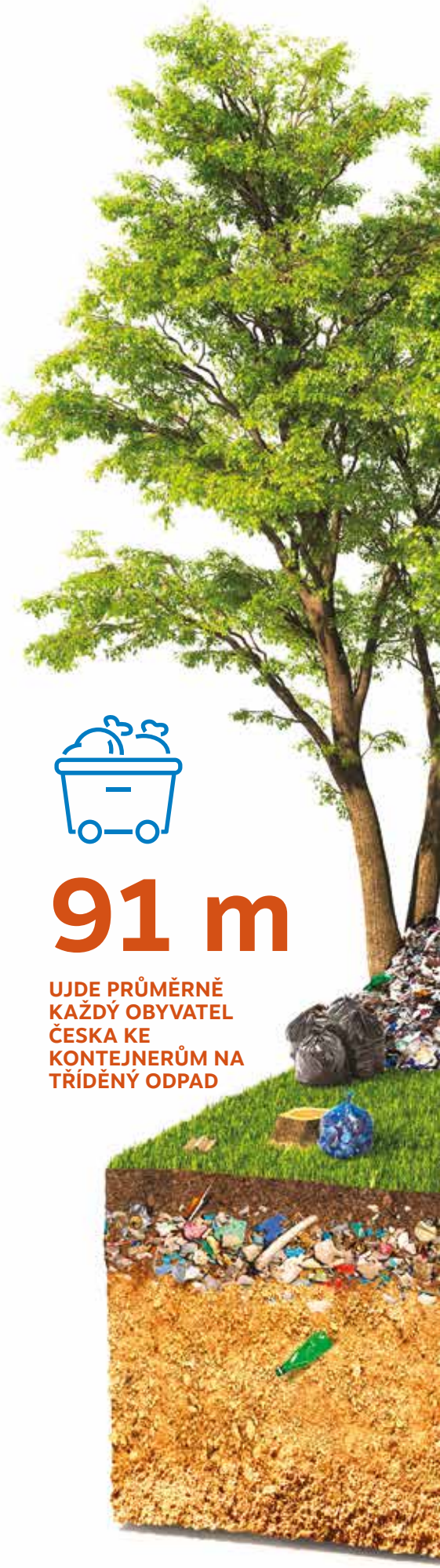
I nepotřebné, odložené věci totiž musejí vydělávat. Je třeba zaplatit svozy, třídění, recyklaci, kompostování, skládkování, spalování. Personál, stroje, technologie a tak dále. Navíc se odpad mnohem více pohybuje, než tomu bylo dříve. „Ještě v osmdesátých letech existovalo velké množství menších, lokálních skládek, jejichž počty se v devadesátých letech zredukovaly; vznikly velké skládky, kam se odpad svážel z celého regionu," říká Daniel Sosna. Navíc určitá část míří i za hranice, protože některé státy nemají na zpracování kapacitu. Do jihovýchodní Asie plují obří lodě naložené evropskými či americkými plasty. A ty zanechávají nepředstavitelnou uhlíkovou stopu – část plastů se tedy v zámoří zrecykluje, ale opravdu to stojí za to?

Významný antropolog a odborník na problematiku odpadů Michael Thompson tvrdí, že status člověka (ale i celé společnosti), jeho bohatství či chudobu poznáme podle toho, kolik odpadu produkuje. Čím bohatší člověk, tím vyšší spotřeba a zároveň i množství odpadu. Zdá se tedy, že žijeme v blažené době. Přesto si musíme klást otázku, zda to, co je pohodlné pro člověka, je zároveň dobré pro životní prostředí a naši planetu.

Tematiku odpadů a odpadového hospodářství jsme probrali z mnoha různých úhlů. Znovu jsme si uvědomili, že odpady jsou globální celospolečenský problém, který je třeba řešit. Co ale můžeme udělat každý sám za sebe? Především se netvařme, že tento problém neexistuje. V praktické rovině odborníci nabízejí několik jednoduchých doporučení: třídit a recyklovat (pokud je to možné); používat věci opakovaně, a nehodí-li se nám, poslat je dál, třeba je ještě někdo jiný využije. V ideálním případě nevytvářet odpad žádný! Angličané hovoří o třech „R" – recycle, reuse, reduce. Až si tedy přečtete náš časopis, neházejte ho do koše ani modrého kontejneru, ale pošlete ho dál. Třeba si ho rád přečte váš kolega či soused. ▯

ARCHEOLOGIE ODPADU

Za pionýra garbologie je považován americký antropolog William Rathje, autor známého „odpadového projektu" ze sedmdesátých a osmdesátých let 20. století. Zajímalo ho, co lze z odpadků zjistit o společnosti. Chtěl identifikovat vzorce konzumního jednání obyvatel. Jeho tým třídil a analyzoval odpad z domácností ve městě Tucson ve Spojených státech. Zjistil například, že lidé ve skutečnosti vyhazují více, než kolik uvádějí v dotazníkovém šetření (počet lahví a plechovek od alkoholu ukázal, že vypijí až o 60 % více, než připouštějí při rozhovorech). Badatelé sledovali spotřební návyky, míru plýtvání i recyklace a také trendy oblíbenosti obchodních značek.



91 m

UJDE PRŮMĚRNĚ KAŽDÝ OBYVATEL ČESKA KE KONTEJNERŮM NA TŘÍDĚNÝ ODPAD

684 918 t

TUHÉHO KOMUNÁLNÍHO ODPADU SE V ROCE 2019 SPÁLILO V TUZEMSKÝCH SPALOVNÁCH

65 %

ČECHŮ POVAŽUJE HROMADĚNÍ ODPADŮ ZA VELMI ZÁVAŽNÝ GLOBÁLNÍ PROBLÉM

1000 Kč

JE PRŮMĚRNÁ CENA ZA ODSTRANĚNÍ JEDNÉ TUNY SMĚSNÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ NA SKLÁDCE

51,3 kg

ODPADU PRŮMĚRNĚ VYTŘÍDIL KAŽDÝ Z NÁS V ROCE 2019

73 %

OBYVATEL ČR PRAVIDELNĚ TŘÍDÍ ODPAD

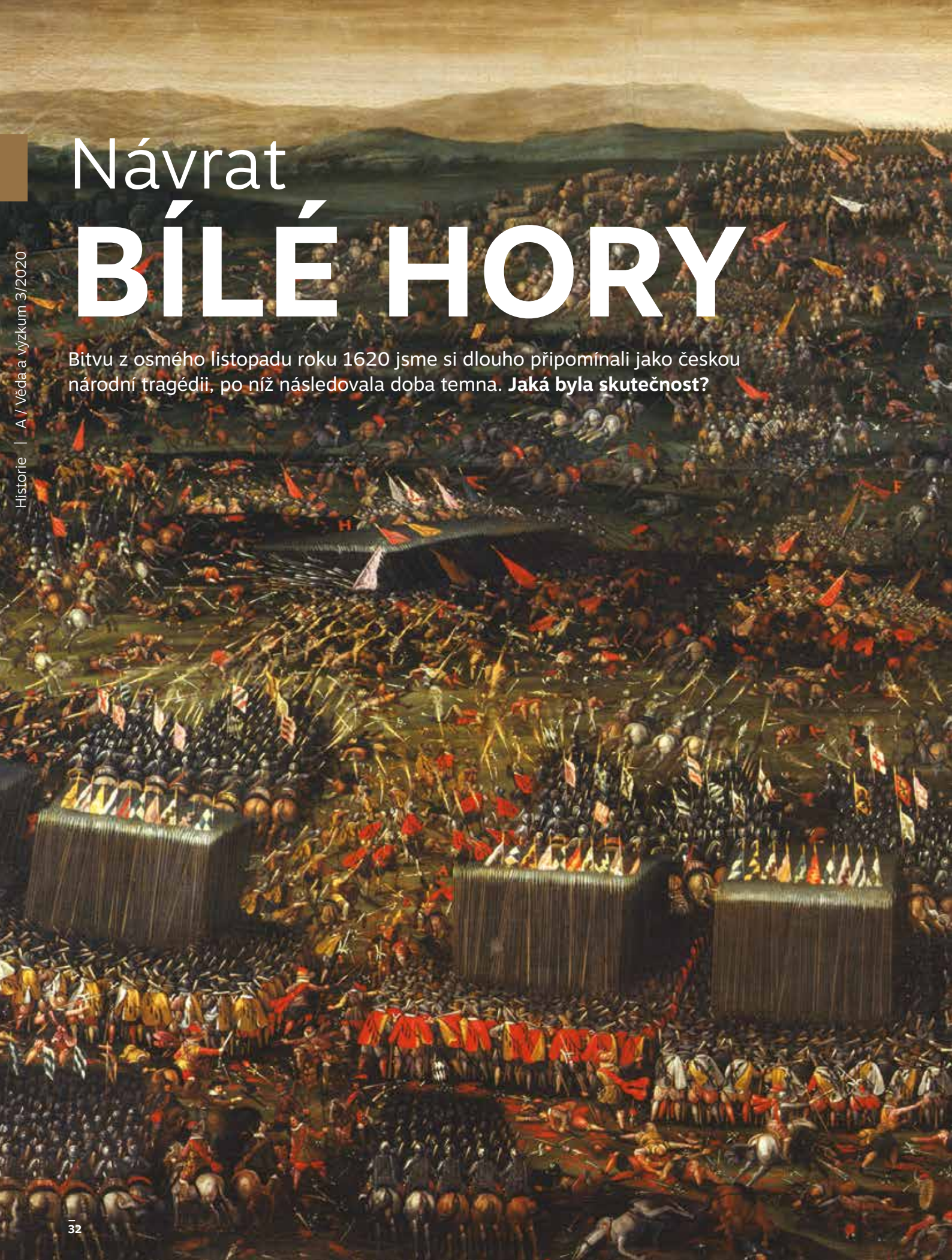
473 359

VEŘEJNĚ DOSTUPNÝCH BAREVNÝCH KONTEJNERŮ BYLO V ROCE 2019 V ULICÍCH ČESKÝCH MĚST A OBCÍ

Zdroj: CVVM, ČAOH, EKOKOM

Návrat BÍLÉ HORY

Bitvu z osmého listopadu roku 1620 jsme si dlouho připomínali jako českou národní tragédii, po níž následovala doba temna. **Jaká byla skutečnost?**



Text: Leona Matušková | **Foto:** Alessandro Vasari, Wikimedia Commons, Jana Plavec, Petr Horník / Právo / Profimedia (4)

Bitvy na Bílé hoře se zúčastnily desítky tisíc mužů naverbovaných prakticky ze všech koutů Evropy. V řadách Katolické ligy prý bojoval také filozof René Descartes (byť jeho aktivní účast není prokázaná).

Bílá hora, odvozující své jméno od světlé opuky v podloží, není nijak zvlášť vysoká. Přesto se směrem od západu zvedá o šedesát výškových metrů, a u vojáků, kteří k ní před čtyřmi sty lety přicházeli, tak mohla vyvolat dojem mohutné zdi. Početně slabší stavovské vojsko zaujalo strategičtější pozici na vrcholu kopce někdy kolem půlnoci ze 7. na 8. listopadu. O pár hodin později pod horu postupně dorazily asi tři desítky tisíc vojáků, aby hájili moc císaře a katolické církve.

Měli za sebou vyčerpávající hodiny, dny i měsíce putování, příležitostných střetů a menších bitev. Zatím ale žádnou, která by rozhodla doutnající spor mezi zastánci převážně evangelických stavů a přívrženci katolíků a habsburské dynastie.

„Ráno jsme v sedm hodin trochu pojedli, ale večer se celá večeře omezila na černý chléb. Po tom přepychu se každý pokoušel najít nějaké místo ke spaní, protože jsme po celý den cestovali v mlze a v chladu. Spánek netrval ani půl hodiny a přišel posel s tím, že všichni musejí odejít a vydat se na cestu vzhledem k tomu, že se hnul nepřítel," vzpomínal na přesun k Bílé hoře jezuita páter Drexel, který cestoval společně s bavorskými jednotkami.

Vojáci stavů, kteří zaujali pozice na kopci, slyšeli v mlžnaté tmě stále větší lomoz. Mnozí usnuli, jiné však udržovaly v bdělosti zvuky blížících se protivníků. Nic ale neviděli...

VOJENSKÝ BABYLON

Co dnes víme o bitvě na Bílé hoře? Možná si vybavíme zažité výrazy jako „drtivá porážka českého národa" nebo „národní katastrofa". Jenže už tady narážíme na první velkou nepřesnost. Například právě u slova „národ" a „národní". Identita společenství se v bělohorské době nezakládala primárně na mateřském jazyku, ale na příslušnosti k náboženské víře (katolíci vs. evangelíci) a na vztahu k politické moci (počátkem 17. století se u nás prohlubovaly konflikty mezi panovníkem a opozicí, tzv. stavů, tedy pánů, rytířů a měšťanů).

Tehdy na habsburském trůně seděl stárnoucí císař Matyáš, bratr zemřelého Rudolfa II., a marně se snažil bránit drolící se panovnickou autoritu (omezoval například svobodu vyznání ve prospěch katolické víry). Takzvané české stavovské povstání naplno propuklo 23. května 1618 defenestrací královských místodržících z Pražského hradu (Vilém Slavata z Chlumu a Košumberka a Jaroslav Bořita z Martinic; následně byl z okna vyhozen i sekretář Filip Fabricius).

Spory mezi zeměpanskou mocí a nekatolickými stavy se v českých zemích stupňovaly. Nábožensko-politické napětí bylo ve druhém desetiletí 17. století silné takřka v celé Evropě a pomalu se schylovalo k velkému konfliktu. U nás jiskru zažehla stavovská rebelie a první fáze tzv. třicetileté války (1618–1648) vyvrcholila na Bílé hoře v listopadu 1620. (Třicetiletá válka je souhrnný název pro sérii konfliktů, které jsou známé jako válka česká, falcká, dánská, švédská a švédsko-francouzská.)

Jak na straně evangelických stavů, tak na straně císařské armády a armády tzv. Katolické ligy bojovali v Čechách vojáci naverbovaní z nejrůznějších částí Evropy. U Bílé hory byste tehdy zaslechli francouzštinu, italštinu, španělštinu a němčinu, ale i polštinu, češtinu, maďarštinu a mnoho dalších jazyků a dialektů.

Stavovské vojsko bylo armádou složité koalice, která zahrnovala vojáky z Čech, Slezska, obojí Lužice, Moravy, Horních a Dolních Rakous, německých zemí a uherské spojence, ale také Holanďany, Angličany a Skoty. V císařské a ligistické armádě byste vedle rekrutů z Čech, Moravy, Rakous a Bavorska potkali také muže z Valonska, Španělska, Neapolska a Francie.

„Vnímání pobělohorské doby jako porážky českého národa je dnes neudržitelné. Musíme si uvědomit, že stavovské povstání bylo vším jiným než nacionálním konfliktem, to s tím opravdu nemělo

Stavovská armáda nebyla v listopadu 1620 v příliš dobré kondici. Její soudržnost ohrožovala řevnivost mezi jednotlivými generály a nedostatek peněz. Vojáci si stěžovali, že nedostávají pravidelný žold, a chyběla jim motivace k zapálenému boji. Stavové původně drželi strategicky výhodnější pozici na vrcholu kopce, ale bylo jich mnohem méně než nepřátel. Bitvu se jim tak nepodařilo vyhrát.

Mapka bojiště uveřejněná v německy psané knize o dějinách Evropy z roku 1880

co dělat," říká Tomáš Sterneck z Historického ústavu AV ČR. „Symbolem katastrofy českého národa a jeho germanizace se Bílá hora stává až v době národního obrození v 19. století, kdy se do popředí dostává právě jazykové a nacionální hledisko," dodává historik.

Rozmanitost tehdejší doby, kterou není radno pojímat černobílou optikou, lze ilustrovat na příkladu dvou měst. Jak bělohorské období prožívali obyvatelé většinově katolického královského města České Budějovice a naopak evangelického Brna?

VŽDY VĚRNÉ MĚSTO

Královské město České Budějovice se těšilo obchodně strategické poloze na spojnici mezi rakouskými zeměmi a Prahou. Bylo důležité například pro převážení soli, tehdy klíčové komodity, směrem na sever. V době eskalujícího konfliktu stoupal i vojenský význam Budějovic, které byly většinově katolické a věrné císaři (zatímco například Tábor nebo Třeboň byly evangelické a prostavovské).

Mgr. TOMÁŠ STERNECK, Ph.D.

Historický ústav AV ČR

—

Je vědeckým pracovníkem Centra raně novověkých studií v Českých Budějovicích při Historickém ústavu AV ČR. Studuje české dějiny 16. a 17. století se zaměřením na vývoj měst a šlechty a hospodářskou a vojenskou historii. Edičně zpřístupňuje pozdně středověké a raně novověké prameny. Je autorem několika historických románů. Své vlastní kořeny má zmapované až do předhusitské doby. Jeho prapředkem byl primátor Kašpar Doudlebský ze Sternecku, který se v roce 1618 zasloužil o to, že České Budějovice zůstaly věrné císaři a neotevřely brány stavovskému vojsku.

Už krátce po vypuknutí rebelie tak vydal císař Matyáš pokyn k utvoření místního praporce, který měl Budějovice ubránit před případným obléháním nepřátelskými stavy. Verbování a velení svěřil solnímu úředníkovi Janu Aulnerovi z Birkenfelsu. Stavovské vojsko se na jihu Čech objevilo ani ne měsíc po pražské defenestraci. Jeho velitel Jindřich Matyáš Thurn zahájil po polovině června 1618 s Budějovickými jednání. Vzkázal jim, že nehodlá město ohrozit ani komukoli ublížit, zároveň však po měšťanech požadoval okamžité vyjádření, zda se mu hodlají poddat.

„Pokud odmítnou, oblehne město a zničí je ohněm a mečem, přičemž neušetří ani nenarozené děti v lůně obtěžkaných žen," cituje dobové prameny Tomáš Sterneck, který se dějinami Českých Budějovic detailně zabývá.

Vrcholní představitelé města se dohodli, že stavům brány otevřou. Měšťané s tím ale nesouhlasili, shromáždili se a vynutili si přístup k radě. Jako jejich mluvčí vystoupil v bouřlivé diskuzi koželuh Jiří Plodík, k němuž se přidali i primátor Kašpar Doudlebský (od roku 1620 s přídomkem ze Sternecku) a velitel praporce Jan Aulner z Birkenfelsu. Podařilo se jim městskou elitu přesvědčit, a tak se 22. července 1618 na budějovickém náměstí konalo velké shromáždění měšťanstva, na kterém všichni přítomní ▷

odpřisáhli věrnost císaři a odhodlání bránit se případným útokům.

Z královského města se postupně stala hlavní vojenská základna habsburské strany. V listopadu 1618 do Budějovic vešlo asi pět tisíc císařských vojáků vedených Karlem Bonaventurou Buquoyem. Po jeho odchodu velel zdejší posádce generál španělského původu Baltazar Marradas, který si město velmi oblíbil, našel si v něm družku a zplodil syna.

V okolí Budějovic pak se střídavými úspěchy docházelo k mnoha šarvátkám a menším bitvám mezi císařskými a stavovskými ozbrojenci. Na počátku roku 1620 přibylo ve městě několik tisíc zejména španělských a italských vojáků. Koncem září sem dorazily sbory Katolické ligy vedené Maxmiliánem I. Bavorským a císařské armády v čele s Buquoyem. Na třicet tisíc ozbrojených mužů se následně vydalo na sever, vstříc Bílé hoře.

TRESTÁNÍ PORAŽENÝCH

Budějovičtí se díky rozhodnutí zachovat věrnost císaři ocitli po Bílé hoře na straně vítězů a nepostihly je, s jednou výjimkou, konfiskace majetku, zatýkání nebo sankce. Většinově evangelická města, která se přikláněla na stranu stavovské rebelie, dopadla mnohem hůře. Sankce vyhlášené císařem proti rebelujícím městům tvrdě dopadly kupříkladu na Brňany. „Na konci dvacátých let 17. století Brno dlužilo něco mezi půl a tři čtvrtě milionu zlatých. Což byla enormní suma, uvážíme-li, že roční rozpočet celého města se pohyboval v řádu desítek tisíc zlatých," zdůrazňuje Tomáš Sterneck. Měšťané museli konvertovat ke katolictví a ti největší rebelové byli odsouzeni k potupným veřejným pracím – například zámožný měšťan Havel Roučka několik měsíců zametal ulice.

> Vnímání pobělohorské doby jako porážky českého národa je dnes už neudržitelné.
>
> Tomáš Sterneck

Nutno ovšem dodat, že moravští stavové byli ušetřeni nejvyšších trestů, kterým se naopak nevyhnulo 27 pánů, rytířů a měšťanů z Českého království při tzv. staroměstské exekuci 21. června 1621.

Mnozí obyvatelé českých a moravských měst zvolili po porážce stavovské rebelie emigraci do některé z protestantských zemí. Jedna z největších migračních vln směřovala do sousedního Saska, zejména do Pirny. Vystěhovalci se ale v průběhu času různě přemisťovali, protože se v nových domovinách ne vždy cítili dobře (Sasku dominovali luteráni, kteří neměli pochopení pro tu část exulantů, jež se hlásila k Jednotě bratrské). Někteří tak dožili například ve skandinávských zemích nebo v Livonsku (dnes Estonsko a Lotyšsko).

Lidské osudy se po Bílé hoře lišily podle toho, kdo stál na které straně, černobílé hodnocení v duchu „národní katastrofy" a „doby temna" je nepřesné a zavádějící. Současní historici se snaží období po roce 1620 v českých zemích detailně zmapovat a interpretovat. „V poznání pobělohorského období je nesrovnatelně více bílých míst než v problematice stavovského povstání, a to přesto, že se výzkum dějin 17. a první poloviny 18. století oprostil od ideologických schémat. Stále je zde mnoho prostoru jak pro objevování dosud neznámých

1/ Děla v době bitvy na Bílé hoře ještě neumožňovala přesné míření (zdokonalila se až v průběhu třicetileté války). Hlavním úkolem dělostřelectva tak bylo hřmotnou náhodnou palbou a dýmem vnést zmatek do sevřených protivníkových řad.
2/ Mužům s dlouhými kopími (píkami) se říkalo pikenýři. Pobírali prý dvojnásobný žold než mušketýři, zřejmě proto, že zacházet s více než pět metrů dlouhou tyčí nebylo snadné. Pikenýři s mušketýry vytvářeli bojové sestavy k ochraně vojenských útvarů.

1

2

informací, tak i pro nové interpretace nebo komparace s vývojem v evropských zemích," zdůrazňuje Jiří Mikulec z Historického ústavu AV ČR.

VRAŤME BÍLOU HORU DĚJINÁM

Obecné porozumění období před Bílou horou i po ní je dosud zatížené představami z 19. a 20. století, z dob národnostních třenic a prosazování ideologických dogmat. „Bílá hora zde například figuruje jako národní tragédie, Habsburkové jsou podlí nepřátelé českého národa, tuhá germanizace likviduje český jazyk, cizácká šlechta krutě vysává poddané. Tyto i další stereotypy naprosto nehistoricky využívají při pohledu na vzdálenou minulost novější hodnotové žebříčky a postoje, které raný novověk neznal, a tudíž se jimi nemohl řídit," dodává Jiří Mikulec.

Abychom Bílou horu a její význam skutečně pochopili, nezbyde nám než se oprostit od ideologických nánosů posledních dvou staletí. „Porozumění tomu, co se na ní stalo, začíná tím, že dáme onen národní mýtus do závorek. Je nezbytné vrátit Bílou horu 17. století," píše v monografii nazvané *Bílá hora* francouzský historik a velký znalec české historie Olivier Chaline.

Co se vlastně stalo 8. listopadu 1620? Poté co většina ligistického vojska zpomalila, dostaly se v mlze a tmě nad ránem vpřed skupiny valonských a polských ozbrojenců bojujících na císařské straně, kteří byli odhodláni najít nepřítele a zaútočit. V neznámém terénu trochu zabloudili, až narazili na vesnici Ruzyně, kde noc trávili prostavovští uherští vojáci. Nastalo krveprolití... Valoni a Poláci překvapené Uhry pobili a ves zapálili. Mezitím se na úpatí hory šikovaly další početné jednotky císařské a ligistické armády.

Kolem poledne se v císařsko-ligistickém táboře konala válečná porada. Názory jednotlivých velitelů se lišily. Zaútočit? Nezaútočit? Pokud ano, kdy? K rozhodnutí ale nakonec došlo. Ano, zaútočí se, a to hned. Olivier Chaline přitom vyzdvihuje klíčovou roli karmelitána Dominika à Jesu Maria, který prý svým plamenným proslovem přítomné vojevůdce přesvědčil.

Následoval vyčerpávající střet plný zvratů. Navzdory lepší poloze se početně slabším stavovským vojákům nepodařilo nápor odrazit. Demoralizované jednotky se daly na ústup. Stejně se zachoval i český (zimní) král Fridrich Falcký, který se o porážce dozvěděl v Praze teprve cestou na bojiště, obrátil koně a následně opustil i zemi, jíž měl vládnout.

Samotná bitva netrvala dlouho, přesto se stala významným mezníkem politických dějin českých zemí, který odděluje období „před Bílou horou" a dobu „pobělohorskou". Co přesně ale tyto termíny znamenají? V předchozích dvou staletích jsme se na ně možná dívali příliš ovlivněni optikou národnostních sporů mezi Čechy a Němci. Dnešní výzkum se tohoto ahistorického hlediska nedrží, přesto v lidovém povědomí přetrvává.

Co tedy s tím? „Vysvětlování historických stereotypů a jejich uvádění na pravou míru je samozřejmě nesmírně důležité, ale osobně si myslím, že by mělo dojít k systémovější změně. Především je třeba nabídnout veřejnosti jiné uvažování o dějinách, a to nejen o těch z počátku 17. století, než je to tradiční, které se odehrává mezi póly dobrý a špatný, bílá a černá," uzavírá Jiří Mikulec z Historického ústavu AV ČR.

3/ Těžkou jízdu tvořili kyrysníci (kyrys byl plátový ochranný kryt trupu, s kompletním příslušenstvím sahal ke kolenům a kryl i paže a ruce). Lehkou jízdu tvořili arkebuzíři s přilbicí na hlavě a kyrysem zahalujícím hruď (arkebuza byla palná zbraň, menší a lehčí než mušketa).
4/ Mušketýr potřeboval nejméně dvě minuty na nabití – pokud tedy chtěla armáda postupovat, musela se rozestavět do několika řad, které střílely postupně jedna po druhé. Když první řada vystřelila, udělala úkrok vpravo a přesunula se na konec, kde si znovu zbraň nabila.

3

4

NEJKRÁSNĚJŠÍ Z KVĚTŮ

Objevit nový druh – třeba novou rostlinu, kterou ještě nikdo dosud nepopsal – je snem kdejakého dobrodruha. **Marta Kolanowska jich objevila už bezmála tři stovky.**

Text: Viktor Černoch | **Foto:** Pavlína Jáchimová, Marta Kolanowska (4)

NOMEN OMEN

Každá nově objevená rostlina musí být pojmenována. Toto privilegium náleží v botanice autorovi nálezu. „Většinou dávám jména odvozená od morfologických znaků rostliny, geografické lokality, kde jsem ji našla, případně po významných botanicích," vysvětluje Marta Kolanowska. „Někdy mne na první pohled něco zaujme. Třeba jeden květ nového druhu z rodu *Telipogon* mi připomínal ďáblův obličej, tak jsem ji nazvala *Telipogon diabolicus (na ilustraci, pozn. red.)*. Květy jiné orchideje zase vypadaly jako pavouk, proto jsem ji pojmenovala *Pterichis aragogiana* – jako odkaz na obřího pavouka ze série o Harrym Potterovi."

Všude číhá nebezpečí. Jedovatí hadi, sklípkani, štíři, anakondy, krokodýli, jaguáři... Každý chybný krok nebo pohyb se může stát osudným. Tak asi vypadá celkem běžná představa o jihoamerické džungli. Ve skutečnosti většinou žádná nebezpečná zvířata nepotkáte. Jakmile člověka uvidí, ucítí nebo uslyší, dají se na útěk nebo se schovají. Číhá v ní ale jiná nástraha – v hustém ekosystému se velmi snadno ztratíte a výprava se může zvrtnout v boj o přežití.

Vyprávět by o tom mohl Yossi Ghinsberg, přesněji řečeno o tom opravdu vypráví – ve své knize *Ztracen v džungli*. Před třemi lety byla dokonce zfilmovaná, ve stejnojmenném dramatu si zahrál hlavní roli Daniel Radcliffe. Zkrátka ztratit se v divočině není právě nejpříjemnější, ale ani úplně výjimečné. „Stalo se mi to dokonce několikrát," přiznává také Marta Kolanowska, vědkyně Ústavu výzkumu globální změny AV ČR a laureátka Prémie Otto Wichterleho 2020 pro nadějné vědce do 35 let.

V jihoamerických tropických deštných lesích pátrá po nových druzích orchidejí. A nutno říci, že úspěšně. Na svém kontě jich má už 275. Neobjevila je ovšem pouze v džungli, ale o tom později. Když putovala Panamskou šíjí, najala si spolu s dalšími lidmi místního průvodce. „A ztratili jsme se hned první den," vypráví Marta Kolanowska. „Po dvou dnech nám došlo jídlo a museli jsme jíst to, co jsme si ulovili v řece. Nakonec jsme našli cestu – a skončili zpátky ve vesnici, odkud jsme vyrazili."

Prostupovat tropickým lesem není jednoduché, povrch tvoří hnijící biologický materiál, je to jako chodit močálem. Pozor si člověk musí dávat nejen na zemi, ale i ve vzduchu. Na okolních rostlinách mohou být trny a také mravenci. Jejich štípnutí jsou velmi nepříjemná. Často prší a jsou vedra. Většina lidí pociťuje nesnesitelnou vlhkost vzduchu. „Mně to naštěstí nevadí a v takových podmínkách se snažím hledat orchideje. Mnohé z nich jsou přitom docela maličké – jen pár centimetrů vysoké rostlinky s květy o průměru pět milimetrů!" popisuje mladá vědkyně. „Na práci v tropech je nejlepší, že nikdy ▷

dopředu nevíte, co tam najdete. I když se vrátím na stejné místo, najdu něco nečekaného."

V BEZPEČÍ ZÁPADNÍ CIVILIZACE

Ne vždy ale pro nové přírůstky musí chodit dlouhé kilometry neprostupnou džunglí. Stačí trocha papírování, a především velká porce trpělivosti. V herbářích – sbírkách sušených rostlin – nejrůznějších muzeí a univerzit čeká mnoho orchidejí na identifikaci. Některé jsou špatně pojmenované, jiné nezařazené nebo zařazené nesprávně. Někdy se také k Martě Kolanowské dostanou data od kolegů, kteří mají problém určit orchidej, již sami nalezli. A právě při takovéto práci lze najít zcela neznámý druh. Jak ale poznat, že je nový, dosud nepopsaný?

Samozřejmě je potřeba nejprve ověřit, že nejde o druh již známý. To znamená projít literaturu, porovnat s herbářovými vzorky a znovu prozkoumat všechny podobné druhy stejného rodu a zjistit morfologické odlišnosti. „Je to snadné, pokud je rod malý. Například než jsem popsala novou orchidej *Hirtzia barrerana*, byly známé jen další dva druhy rodu *Hirtzia*. Ale třeba rod *Epidendrum* má přes patnáct set druhů!" Pak jde o vskutku mravenčí a zdlouhavou práci.

Člověka by napadlo, zda nelze využít analýzu DNA. Na rozdíl od běžných představ utvářených populárními filmy nebo seriály to ale není tak jednoduché. Neexistuje totiž databáze DNA všech v současnosti známých druhů orchidejí, takže by novou analýzu nebylo s čím porovnat a ověřit tak, že jde o odlišný druh.

K ČEMU JE TO DOBRÉ

Marta Kolanowska ale nejmodernější technologie používá, třeba takzvanou ENM metodu (ecological niche modeling). Počítačové algoritmy předpoví výskyt konkrétního druhu v prostoru a čase za použití environmentálních dat, především klimatologických.

Znalost diverzity orchidejí je klíčová pro vyhodnocení jejich stupně ohrožení. Mnoho druhů se nachází jen v jediné lokalitě na světě a porucha v ekosystému daného místa může vést k jejich vyhynutí.

Každý vzorek v herbáři má uvedenou přesnou lokalitu, kde byl nalezen. Stejně tak se při expedici sbírají data o místech, kde danou rostlinu vědci objevili. Když se informace zkombinují s různými klimatickými mapami, lze odhadnout plochu na mapě, kde se konkrétní rostlina mohla vyskytovat v minulosti za jiných klimatických podmínek, stejně jako modelovat, kde a zda se bude růst v budoucnosti, v době poznamenané globálním oteplováním.

Lze tak zrekonstruovat migrační trasy daných rostlin od poslední doby ledové, odhadnout šíření invazních druhů do budoucna nebo ztrátu přirozeného prostředí ohrožených druhů.

Ve své poslední práci se Marta Kolanowska soustředila nejen na dopad klimatické změny na orchideje, ale také na hmyz, který je opyluje. Protože mnohé druhy opylují jen jeden nebo velmi málo druhů hmyzu, budoucí ztráta přirozeného výskytu rostlin se musí odhadovat na základě obou parametrů. „I když třeba daný druh orchideje nebude globálním oteplováním přímo postižen, klimatická změna může vést k eliminaci hmyzu z konkrétních lokalit. To znemožní dlouhodobou stabilitu populace orchidejí a může vést až k vyhynutí druhu," vysvětluje Marta Kolanowska.

ZPĚT V DŽUNGLI

Údolí Sibundoy na jihozápadě Kolumbie, nedaleko hranic s Ekvádorem, není zrovna turisticky nejnavštěvovanější oblast. Ale je tu krásná příroda a původní obyvatelé si zde ještě hýčkají

Brachionidium dorisiae – druh z údolí Sibundoy v Kolumbii, kde se chystá výzkumná stanice s účastí Akademie věd ČR.

Cryptocentrum vallecaucanum – tuto orchidej objevila Marta Kolanowska v Kolumbii během doktorských studií.

Orchidej *Draconanthes ecuadoriana* pochází z Ekvádoru. Popsána a uznána jako nový druh byla v roce 2020.

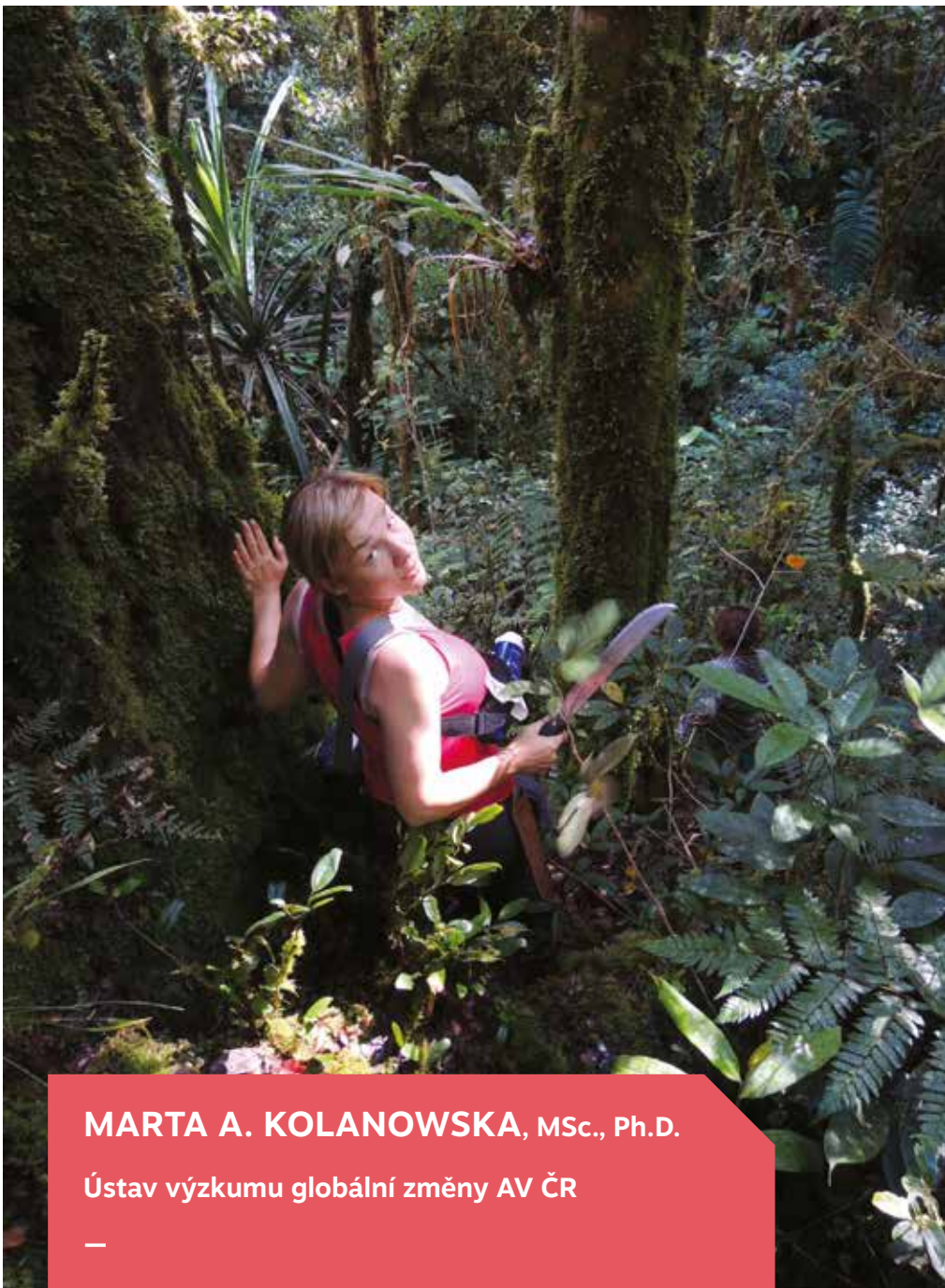
Lesy mírného pásma už vědci prozkoumali, ale v tropické džungli nikdy nevíte, co objevíte. „I když se vracím do oblasti, kterou už jsem dříve navštívila, nacházím tam rostliny, které ještě nikdo neviděl," říká Marta Kolanowska.

svoji kulturu. Na rozhraní hor a džungle žijí dva domorodé kmeny – Kamentsá (v překladu „lidé odsud") a Inga („dobří přátelé").

Na tomto odlehlém místě chce nadace Biodiversitatis zřídit soukromou přírodní rezervaci. V ní vznikne výzkumná stanice, kterou bude provozovat Akademie věd ČR (Ústav výzkumu globální změny) a Univerzita v Lodži. Půjde o první vědeckou základnu v oblasti. „Právě zde jsem našla několik nových druhů orchidejí," říká Marta Kolanowska, mj. zakladatelka a prezidentka nadace.

Jejím velkým úkolem je právě zbudování rezervace a výzkumné stanice – nejen abychom se dozvěděli více o tropickém lese v Andách, ale také o biodiverzitě v souvislosti s masivním kácením lesů v Jižní Americe. Území rezervace bude na andských svazích v nadmořské výšce přibližně 2500 metrů. Zkoumat se tu budou nejen rostliny a živočichové, ale také houby. A to vše samozřejmě v dlouhodobém měřítku, což nyní není možné.

„Doufáme také, že vznik první soukromé rezervace v této oblasti přitáhne k místu ekoturisty, což může mít pozitivní finanční efekt pro místní obyvatele," říká vědkyně a věří, že to povzbudí lokální vlastníky půdy k vytvoření dalších rezervací, což následně pomůže kolumbijské (potažmo světové) biodiverzitě. Některé odhady totiž uvádějí, že kvůli odlesňování v Jižní Americe každý den zmizí z povrchu planety 137 druhů – nenávratně vyhynou. Marta Kolanowska ale neztrácí naději: „Věřím, že soukromé iniciativy, jako je ta naše, pomohou toto číslo aspoň trochu zmenšit." Aby se tak kromě lidí v pralese neztrácely i celé živočišné a rostlinné druhy.



MARTA A. KOLANOWSKA, MSc., Ph.D.

Ústav výzkumu globální změny AV ČR

—

Magisterské a doktorské vzdělání absolvovala na Univerzitě v Gdaňsku. Dnes působí na Univerzitě v Lodži a pracuje také v Českých Budějovicích v Ústavu výzkumu globální změny AV ČR v oddělení výzkumu biodiverzity. Mnoho času tráví na expedicích v Jižní Americe (Kolumbie, Ekvádor, Peru, Bolívie) a v herbářích na Harvardově univerzitě či Přírodopisném muzeu v Londýně. Momentálně pracuje na prezentaci kompletní flory orchidejí v Kolumbii, projekt je plánován na 15 knih. Dvě už vyšly. Začíná blíže studovat také orchideje v Bolívii. Podílela se i na zprávě OSN z května 2019 publikované Mezivládním panelem OSN pro biodiverzitu a ekosystémové služby. Je laureátkou Prémie Otto Wichterleho 2020 – prestižního ocenění pro vědce a vědkyně do 35 let, které vedle ní letos obdrželo dalších 21 vědeckých talentů.

Věda umí být až NEMRAVNĚ KRÁSNÁ

Rád se na téměř zapomenuté a hlavně nedořešené vědecké problémy dívá novýma očima. A vyplácí se mu to. **Naposledy fyzikální chemik Pavel Jungwirth oprášil prastaré pokusy s házením sodíku do vody a kapalného amoniaku.** A podařilo se mu detailně popsat přerod nekovu v kov.

prof. Mgr. PAVEL JUNGWIRTH, CSc., DSc.

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR

Působí jako vedoucí skupiny molekulového modelování Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. Zároveň vyučuje na katedře chemické fyziky a optiky MFF UK a předsedá Učené společnosti ČR. Dlouhodobě pracoval na univerzitách v USA, Izraeli, Švýcarsku nebo Finsku. Získal již dvanáct významných tuzemských i zahraničních vědeckých ocenění. Je editorem amerického časopisu *Journal of Physical Chemistry* a nadšeným popularizátorem vědy. Zabývá se zejména modelováním interakcí iontů s biomolekulami v roztocích.

Text: Radka Římanová | Foto: Jana Plavec (3), archiv Pavla Jungwirtha, Stanislava Kyselová

Váš aktuální objev se dostal až na titulní stranu prestižního časopisu *Science*. To je sen každého vědce, nebo ne?

Kdybych to dotáhl na obálku *Playboye*, bylo by to ještě lepší *(směje se)*. Teď ale vážně: měli jsme s týmem samozřejmě velkou radost, slavili jsme, ale člověk by to neměl moc prožívat. Mým cílem není okupovat titulky magazínů, ale dělat pěknou vědu. Mimochodem, je legrační, že jsme takový úspěch sklidili zrovna s něčím, co začalo spíše jako klukovské hraní či terapie proti pracovnímu vyhoření.

Co si pod tím představit?

Možná si ze školních hodin chemie pamatujete efektní pokus, kdy učitel obřadně vhodil kousek sodíku do misky s vodou a...

A směs vybouchla!

Přesně tak. Zhruba před osmi lety jsme se s mým britským kolegou Philem Masonem začali ve volném čase tímto klasickým experimentem bavit. Ve škole jsem ho nějak vynechal, takže jsem si tímto způsobem vlastně trochu doháněl pubertu.

Poněkud explozivní zábava. Okolí z vás asi mělo radost.

Měli jsme tehdy naštěstí v práci balkon, který byl na výbušné pokusy ideální. Když jsme se pak přestěhovali do budovy, kde žádný nebyl, podařilo se mi dokonce „vydyndat" z ředitele ústavu malou laboratoř jen na tyto víkendové kratochvíle. Pak už nás ale přestalo bavit pořád po explozích uklízet. A tak jsme se před pěti lety rozhodli, že zkusíme méně výbušnou cestu a vodu nahradíme tekutým amoniakem.

To ale také nebyla žádná novinka, že?

Vůbec ne, podobné pokusy prováděl anglický chemik sir Humphry Davy už před více než dvěma sty lety. Již tehdy pozoroval, jak sodík v parách amoniaku krásně zmodrá a směs se změní v elektrolyt. Už dlouho se také ví, že když se do kapalného amoniaku alkalického kovu přidá víc, roztok získá zlatavou nebo bronzovou barvu a začne se chovat jako kov. Dosud ale nikdo netuší, co přesně se při té změně děje na molekulové úrovni. Dlouhá léta to bylo velké téma. Po druhé světové válce se dokonce věřilo, že by tak šly připravovat vysokoteplotní supravodiče, což se ale brzy ukázalo jako slepá ulička. Postupně se pak problém úplně vyčerpal, došly techniky, jak ho zkoumat.

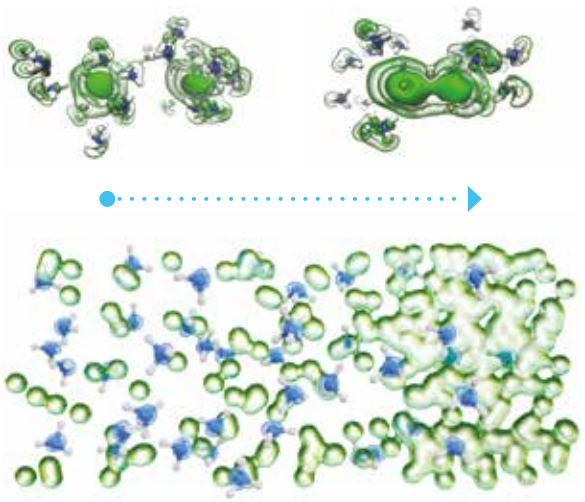
> Nejlepší vědci světa se zabývají novými věcmi. My vytahujeme staré problémy, ale pracujeme s nimi nově. A umíme to vážně dobře.

Vy jste tedy v podstatě vykopali vědeckou mrtvolu...

Přesně tak. A vyhrabat zombie se vyplatilo! Stačilo se podívat na starou věc současnýma očima a díky tomu se nám podařilo rozkrýt, jak přesně přechod nekovu v kov probíhá. Nekovový systém je spletí izolovaných elektronů, které mohou i za jeho modrou barvu. Oproti tomu kov se skládá z delokalizovaných elektronů, které jsou vzájemně propojené. Je to takový rosol, jenž se dokáže kolektivně hýbat a oscilovat na charakteristické frekvenci, což způsobuje typický kovový lesk a barvu. Nás zajímalo, jak se z izolovaných – chemických – elektronů stanou delokalizované – fyzikální, kovové.

JAK SE NEKOV MĚNÍ V KOV

Nekovový systém je spletí izolovaných elektronů, zatímco kov se skládá ze vzájemně propojených elektronů, které způsobují jeho elektrickou vodivost. Mezinárodnímu týmu vedenému Pavlem Jungwirthem se nyní podařilo detailně zmapovat, jak přesně probíhá přechod nekovu v kov na elektronové úrovni.



Izolované elektrony v nekovovém roztoku kapalného amoniaku se sodíkem se po přidání většího množství tohoto alkalického kovu vzájemně propojují a mění se na elektrony kovové. Tvoří se vodivostní pás a roztok získává vlastnosti kovového drátu.

Co jste zjistili?

Izolované elektrony si můžete představit jako rozplizlé tenisové míčky. Když přidáte sodíku do amoniaku víc, míčků přibude, začnou se dotýkat a propojovat. Tím vznikne vodivostní pás a roztok získá vlastnosti kovového drátu. Stejně dobře pak vede elektřinu. Zajímavé je, že přechod je pozvolný – není tam žádná přesná hrana, jako když například při konkrétní teplotě taje led na vodu.

Nic z toho se dosud nevědělo?

Ne v detailu, nebylo totiž jak probádat elektronovou strukturu té změny. My jsme to zkusili pomocí fotoelektronové spektroskopie. Ta spočívá v tom, že na látku posvítíte rentgenovým paprskem o definované vlnové délce, vyrazíte z ní elektrony a ty doletí k detektoru, který změří jejich kinetickou energii. Tak zjistíte, jak silně jsou v materiálu jednotlivé elektrony vázané. Funguje to ale jenom ve vakuu a umístit do něj těkavou tekutinu, jakou je právě ka-

palný amoniak, se dosud považovalo za nemožné. Všechno se ale dá obejít.

Povídejte.

Rozhodli jsme se, že zkusíme amoniak vstřikovat do vakua pomocí mikrotrysek tenčích než lidský vlas. Věřili jsme totiž, že když se tam materiálu dostane jen minimální množství, vakuum se zkazí jen málo a budeme to schopni změřit. Na samotný experiment jsme se v Praze připravovali rok. Až pak jsme vyrazili, abychom si jej zkusili naostro, na berlínský synchrotron BESSY II, kde jsme dostali pět měřicích dní. Jde o neskutečně drahé zařízení velikosti fotbalového stadionu, kde panují striktní bezpečnostní pravidla. Když jsme tam tedy dorazili s kilem sodíku a bombou amoniaku, nebyli z nás němečtí kolegové moc nadšení.

Báli se, že jim to tam vyhodíte do povětří?

Ze začátku ano. Mysleli si, že jsme blázni. Pak se ale pro náš projekt nadchli a začali nám důvěřovat. Makali jsme čtyřiadvacet hodin denně a nakonec to vyšlo – díky metodě mikronástřiků jsme dokázali proměřit elektronovou strukturu celé proměny nekovu v kov. A ještě jsme u toho vyrobili spoustu zmrzliny. Bohužel jen té amoniakové.

To asi nebude jedlá lahůdka.

Kdepak. Tato smradlavá žíravá hmota rozhodně není k snědku. Jejímu vzniku jsme se ale nemohli vyhnout. Amoniak je totiž při pokojové teplotě plyn, a když jsme jej chtěli zkapalnit, museli jsme ho zchladit alespoň na minus třicet tři stupňů Celsia. Mikrotrysky jsme proto chladili tekutým dusíkem ve směsi s etanolem. Když z nich pak kapalný amoniak dopadal na chladný povrch, hned zamrzal a z každého experimentu nám tak vzniklo asi půl kila nechutné zmrzky.

Takže o tom, jak se mění nekov v kov, už má lidstvo díky vám jasno.

Ne tak docela. Chybí ještě detailně prozkoumat molekulární strukturu amoniaku při té změně. K tomu je ale třeba provést jiný složitý experiment – neutronový rozptyl. Brzy nás snad čeká další výlet, tentokrát na jaderný reaktor do Grenoblu ve Francii.

K čemu tak důkladné objasnění této reakce poslouží?

Jde o krásný model, na němž se dá ve školách vyučovat přechod mezi chemií a fyzikou. Studenty by mohl nadchnout pro vědu. Pro nás však byla práce s tekutým amoniakem hlavně tréninkem na náš nejvýbušnější sen: přípravu kovové vody.

Vrátíte se tedy zpět k explozím?

Už se nám je podařilo obejít. Zlatý grál tak máme v podstatě na dosah. Problém je, že kovová voda strašně rychle chemicky reaguje. Zatímco kovový amoniak vydrží i den, tato tekutina existuje jen asi dvě vteřiny. A rozhodně jí nevyrobíte kýbl, ale jen tenkou vrstvu na povrchu kapky alkalického kovu. Logicky vás teď asi napadne, k čemu je tedy kovová voda dobrá. Upřímná odpověď zní, že naprosto k ničemu.

Proč se s ní pak vůbec trápíte?

Protože vytvořit něco takového je až nemravně krásné. Vnímám vědu tak trochu jako sportovní utkání. K čemu je dobré, že se fotbalista prodere třemi obránci a pak kopne balon do branky? K ničemu, ale když je to pěkné, přijde se podívat spousta lidí. Samozřejmě, že je skvělé vyvinout praktické věci jako vakcínu proti koronaviru, ale udělat něco „jen“ hezkého má podle mě také smysl. Ukážeme tak lidem, že věda umí být krásná, že je součástí širší kultury a že může být zábavná stejně jako třeba sport. A pak zase vymyslíme něco užitečného.

Například jak dostat léky do buněk za pomoci peptidů?

Třeba. Tento náš výzkum má praktický potenciál. Naše peptidy jsou kladně nabité krátké sekvence aminokyselin, které dokážou proniknout do buňky. Dala by se na ně tedy navěsit některá léčiva. Dnes se látky do buňky dostávají pomocí transportního váčku a buňka pak musí vynaložit energii, aby ten pomyslný vagon s nákladem naložila a poté i vyložila. Peptidy se přitom ▷

VĚDECKÝ KLAN JUNGWIRTHOVÝCH

Příjmení Jungwirth má v české vědě mimořádný zvuk. Otec Pavla Jungwirtha Karel stál u zrodu laserového centra PALS, na které navazuje středisko ELI Beamlines s nejvýkonnějším laserem na světě. Byl místopředsedou Akademie věd ČR a následně ředitelem Fyzikálního ústavu AV ČR. Tamní oddělení spintroniky a nanoelektroniky momentálně vede Pavlův mladší bratr Tomáš, jehož výzkumy mají mimo jiné potenciál až tisícrát zrychlit budoucí počítače. Je také členem Evropské výzkumné rady (ERC). Oba sourozenci patří ve svých oborech mezi špičku. „Každý si hlídáme své pole a o našich vlastních výzkumech se moc nebavíme. Když se sejdeme na kafe, řešíme tenis a hokej nebo vědní politiku – vědecké drby nám jdou skvěle,“ usmívá se Pavel Jungwirth. Ani jedno z jeho čtyř dětí se nepotatilo. „Jsem rád, že si potomci zvolili humanitní zaměření. Jednou se ta naše fyzikálně-chemická linie přetrhnout musela.“ Na snímku s bratrem Tomášem při zasedání Valného shromáždění Učené společnosti ČR v roce 2013.

Fyzikářka přede mnou prchla

„Oba rodiče dělali vědu a ode mě se jako od prvorozeného syna očekávalo, že půjdu v jejich šlépějích. Takže zatímco brácha byl divoch s kytarou, já se pořád šprtal. Fyzikářku jsem bombardoval dotazy natolik, že raději změnila třídu. Na matfyz jsem šel z rodinné setrvačnosti. Můj pubertální vzdor spočíval v tom, že jsem si nezvolil čistou fyziku jako táta, ale chemickou. K chemii jako takové jsem pak dodriftoval dílem osudu. Když jsem si jako čerstvý otec na jaře 1989 po nocích tiskl diplomku, namnožil jsem u toho i dopis za propuštění politických vězňů. Jeden z listů se mi do diplomky omylem přilepil, já ji s ním odevzdal a měl průšvih. Magistra mě sice na matfyzu dokončit nechali, ale pokračovat na postgraduál jsem tam nemohl. A tak jsem změnil obor a stal se chemikem. Mimochodem, s bratrem jsme si to trochu vyměnili – ze mě je skoro v pětapadesáti dlouhovlasý puberťák, zatímco on je seriózní vědec.“

do buněk umí dostat i pasivně. A tento mechanismus se snažíme pochopit a ochočit si ho.

Co by se změnilo, kdyby se to podařilo?

Transport léčiv do buněk by byl efektivnější. Jejich dávka, kterou by pacient musel spolykat, by se tak třeba desetkrát snížila. A s ní i vedlejší účinky. Ale to je ještě opravdu daleko – zatím jsme s mými kolegy v Česku, Německu a Izraeli navěsili na peptid jen fluorescenční barvičku, abychom si posvítili na to, jak vláček projíždí tunelem, tedy jak peptid prochází přes buněčnou membránu. Než případně dojde na léky, čekají nás ještě léta práce s počítačovými simulacemi a elektronovými a fluorescenčními mikroskopy.

> „Když míček Petry Kvitové těsně přeletí síť a protihráčka jej nevybere, svět se nestane lepším, ale hezky se na to kouká. A stejné je to s vědou – některé výzkumy nezachrání životy, ale jsou prostě krásné.

Zkoumal jste moře v Kalifornii, bouřkové mraky, fungování mořské vody v atmosféře i ionty solí v lidském těle. Nejste tak trochu vědecký fluktuant?

Ve střídání témat jsem skutečně extrém. Sám sebe proto označuju za vědního turistu, který zvolna přechází od fyziky přes chemii k biologii. Moje výzkumy ale nejsou každý pes jiná ves, jak by se mohlo na první pohled zdát. Spojuje je jeden leitmotiv, a sice nabité částice ve vodě. To je něco, čemu vážně rozumím. Slaná voda je pak vyloženě moje srdeční záležitost.

Máte nějakou srdcovku i mimo svět vědy? Co vás baví?

Spousta věcí! Momentálně je ale mojí největší vášní tenis. To je absolutní droga. Těší mě i pěstování a výroba vína, což je vlastně taky trochu věda. Snoubí se v něm biologie, chemie i fyzika, což je hrozně zajímavé. Mám malý vinohrad v Hlubočepích a musím se pochlubit, že už dva roky se moje produkce dá i pít *(směje se)*. Velkou srdcovkou je samozřejmě taky rodina. Hodně si teď užívám dvě malá vnoučata.

Na dědečka by vás asi na ulici tipoval málokdo.

S manželkou jsme založili rodinu dost brzo. Teď máme čtyři dospělé děti a po pětadvaceti letech v jednom kole je najednou čas na koníčky. Chodíme do divadel, lezeme po horách,

Poslední objev Pavla Jungwirtha se dostal na titulní stranu prestižního vědeckého časopisu *Science*.

cestujeme. Hodně zemí jsme navštívili pracovně, takže teď spíš hledáme takové špeky, kam moc lidí nejezdí. Jednou ročně se snažíme vyrazit na dovolenou i s dětmi, pěkně celá rodina. Osvědčil se nám model, kdy potomci vyberou lokalitu a rodiče to „zatáhnou". Podívali jsme se tak už třeba do Náhorního Karabachu, Gruzie, Bosny, Jordánska...

Prý nezkazíte žádnou zábavu. Je to pravda?

Jsem takový věčný showman. Legrace je podle mě důležitá i při popularizaci vědy, které se hodně věnuju. Osvědčila se mi metoda dvorního šaška. Snažím se říkat vážné věci nevážně, zabalit je do žertu, což je užitečný trik, který dává protistraně možnost informace strávit. Tímto způsobem se dá krásně podtrhnout absurdita špatného postoje a podobně. Chce to ale dovednosti a trénink.

Jak se takové šaškování trénuje?

Nacvičuju si třeba dramatičnost projevu, snažím se být ekonomický v mluvení... Zbytečně se nerozkecávat jsem se naučil hlavně díky dlouholetému psaní popularizačních sloupků do *Respektu*. I dvorní šašek zkrátka musí něco umět, jinak by byl prostě jenom trapný. Základem je ale nebýt nudný patron.

Proto jste si na přebírání profesury do Karolina vzal snowboard, batůžek a PET lahev?

To je veselá příhoda *(směje se)*. Diplom mi předával tehdejší prezident Václav Klaus a já s tím měl z mnoha důvodů morální problém. Tak jsem se ověsil věcmi, které Václav Klaus považoval za znaky levicových intelektuálů, a do kapsy saka jsem si dal obří zvýrazňovač s rokem konce jeho mandátu a smajlíkem. Byla to narážka na tehdy čerstvou kauzu, kdy náš prezident v Chile ukradl protokolární pero. Musím říct, že on se moc nesmál, ale rodinu jsem pobavil královsky.

Objevujete se na demonstracích, podepisujete různé petice... Nakolik se podle vás vědci mají vyjadřovat k politice?

Existují dva modely: ten americký, kdy si výzkumník dělá svou práci a nechává politiku politikům, a evropský, kdy vědec do všeho strká nos. Já se snažím najít zlatou střední cestu a hlavně oddělovat, co říkám jako občan a co jako pracovník Akademie věd ČR. Na demonstracích jsem sám za sebe, ale když se třeba politické téma dotkne mojí odbornosti, beru to jako příležitost přispět do diskuze fundovaným vědeckým názorem. Vědci mají k mnoha aktuálním tématům co říct a mohou veřejnosti poskytovat zajímavé a výzkumy podložené pohledy na věc. Třeba prostřednictvím Učené společnosti ČR.

V květnu jste se stal jejím předsedou. Jaké s ní máte plány?

Chtěl bych, aby byla víc vidět a lépe využívala svůj kredit. Když jsem do ní před deseti lety vstoupil, byl to takový uzavřený gentlemanský klub, o jehož existenci se moc nevědělo. Od té doby se naštěstí mnohé změnilo. Věřím však, že máme ještě na víc. Nejsme sice hráči v politické hře, ale můžeme pomoct kultivovat společnost tím, že jí budeme efektivněji předávat to, co víme. Teď třeba připravujeme velkou debatu o klimatu.

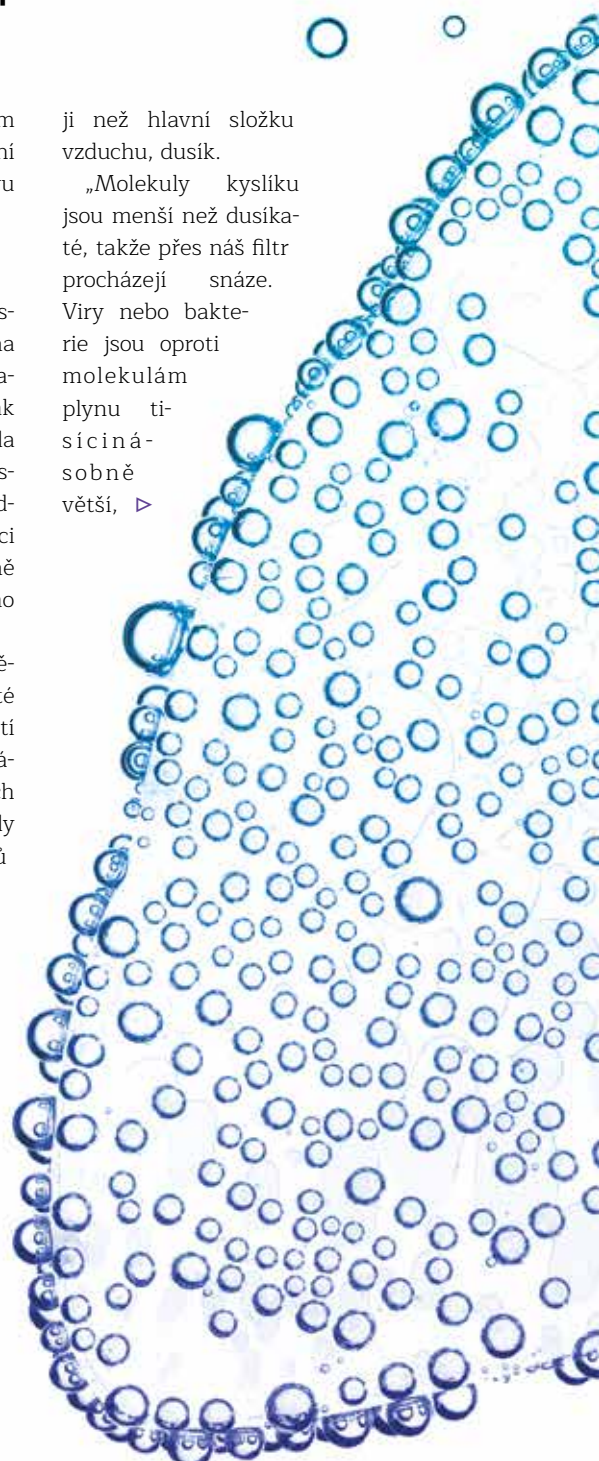
Máte stále pusu od ucha k uchu, jste vyhlášený optimista. Nenaštval byste se prý, ani kdyby vám někdo ukradl výzkum – bral byste to jako pochvalu. Kam na tak pozitivní přístup chodíte?

Část mého optimismu zřejmě plyne z určité povrchnosti a z toho, že si věci nepřipouštím. Podvědomě samozřejmě chápu, že doba není úplně veselá, ale dokážu to celkem dobře vytěsnit. Mně to vyhovuje, okolí už mnohdy méně. Manželka Ivka mi třeba říká, že se se mnou někdy nedá vydržet. Možná by chtěla, abych byl alespoň občas seriózní vědec. Chápu, že by se to často hodilo víc, než se jenom pořád „tlemit". Jenže já byl vážný celé dospívání a teď si to prostě vynahrazuju *(směje se)*.

Část vakuové aparatury k pokusům s kapalným amoniakem a alkalickými kovy

Nasadit nosní brýle A VOLNĚ DÝCHAT

Lidem s dýchacími potížemi během chvilky napumpuje do nosu vzduch obohacený až dvojnásobným množstvím kyslíku, navíc zbavený všech virů či bakterií. **Nový membránový oxygenerátor z dílny trojice českých vědců může pomoct pacientům s covidem-19.**



Začátek dubna 2020. Média chrlí děsivé zprávy o řádění nového koronaviru v Itálii. Ze znepokojujících statistik však lze vyčíst i jednu veskrze pozitivní: polovina tamních pacientů s covidem-19 se vyhnula nasazení plicní ventilace, která vyžaduje zavedení asi dvaceticentimetrové trubice do krku. A to jen díky tomu, že je lékaři nejprve napojili na obyčejný přístroj na podporu dýchání. Dobrá zpráva však má jeden háček: ani těchto zařízení není v italských nemocnicích dostatek.

„Když rozumíme plynové separaci, nemohli bychom takový přístroj sestavit?“ vrtalo doma hlavou Janu Žitkovi z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR po vyslechnutí těchto novinek. Druhý den ráno už vědec s kolegy z oddělení polymerních membrán Jakubem Peterem a Zbyňkem Pientkou odemykal v době celostátní karantény takřka liduprázdnou budovu ústavu. A trojice se vrhla do díla...

Jednou z hlavních výhod membránového oxygenerátoru je jednoduchost – může ho bez obtíží ovládat i laik. Přístroj je také možné připojit i na poměrně znečištěný zdroj stlačeného vzduchu, třeba na kompresor nákladního auta, a k nemocnému se přesto dostane vzduch zcela nezávadný. Zařízení by se tak podle jeho tvůrců hodilo například i k armádnímu využití v terénu.

VĚDCI V HOBBY MARKETU

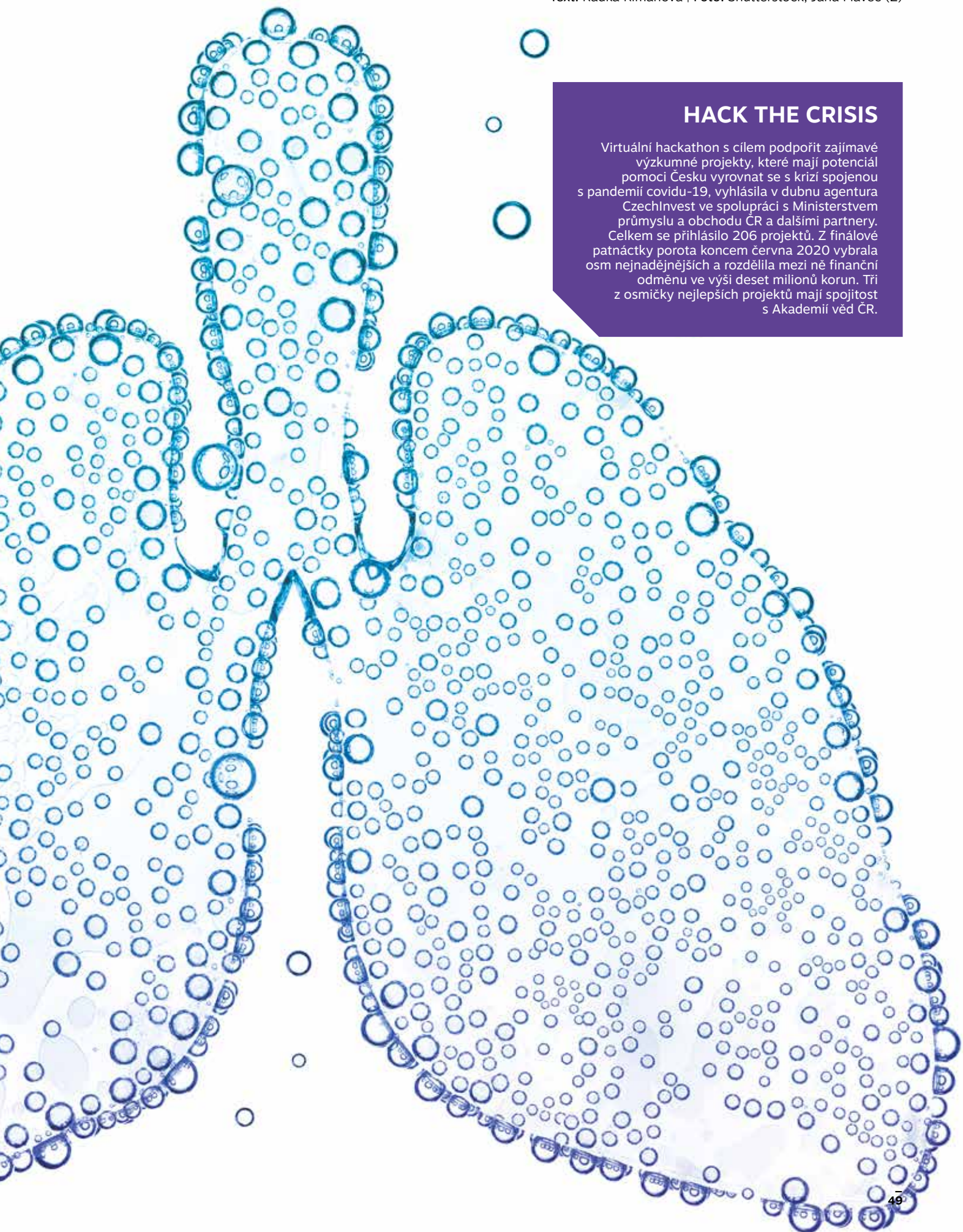
„Posledních více než pět let jsme s českou firmou MemBrain spolupracovali na vývoji membránových modulů k odstraňování oxidu uhličitého z bioplynu. Tak jsme si je vypůjčili a snažili se zjistit, zda by je nebylo možné použít i na směsi kyslíku a dusíku. A ono to šlo,“ vypráví nadšeně Jakub Peter. Do večera výzkumníci dali dohromady první alespoň částečně fungující prototyp oxygenerátoru. Mimo jiné i díky návštěvě hobby marketu.

„Ke zkompletování nám chyběly některé základní prvky, které však v té době prakticky nešlo sehnat. Naštěstí má jeden z nás živnostenský list, na základě kterého tehdy pouštěli do velkých prodejen pro kutily. Nasadili jsme si tedy roušky, zařadili se do fronty instalatérů a stavařů a v obchodě pak dohledali za chybějící díly náhradu,“ směje se Zbyněk Pientka.

I v těchto téměř polních podmínkách se vědcům podařilo během několika následujících týdnů vyvinout světový unikát. A to hlavně díky zmiňovaným dutovlákenným membránám, které dokážou obohatit vzduch přiváděný k pacientovi z běžných jednadvaceti až na padesát procent kyslíku. Tento plyn totiž jejich speciální vlákna propouštějí až osmkrát rychleji než hlavní složku vzduchu, dusík.

„Molekuly kyslíku jsou menší než dusíkaté, takže přes náš filtr procházejí snáze. Viry nebo bakterie jsou oproti molekulám plynu tisícinásobně větší, ▷

Text: Radka Římanová | **Foto:** Shutterstock, Jana Plavec (2)



HACK THE CRISIS

Virtuální hackathon s cílem podpořit zajímavé výzkumné projekty, které mají potenciál pomoci Česku vyrovnat se s krizí spojenou s pandemií covidu-19, vyhlásila v dubnu agentura CzechInvest ve spolupráci s Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR a dalšími partnery. Celkem se přihlásilo 206 projektů. Z finálové patnáctky porota koncem června 2020 vybrala osm nejnadějnějších a rozdělila mezi ně finanční odměnu ve výši deset milionů korun. Tři z osmičky nejlepších projektů mají spojitost s Akademií věd ČR.

a proto se přes něj absolutně nemají šanci dostat," vysvětluje Jakub Peter princip separační technologie, kterou se nový oxygenerátor odlišuje od běžných komerčních zařízení na podporu dýchání.

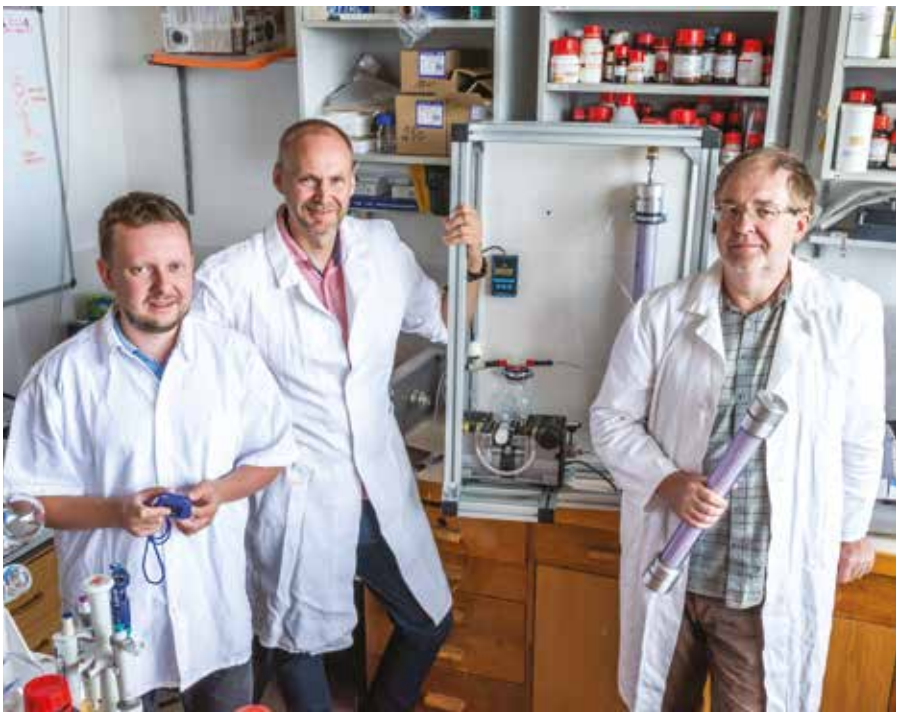
DVOJNÁSOBNÁ PORCE KYSLÍKU AŽ DO NOSU

Samotné membrány připomínají tenké duté nitě, které vědci smotali do svazku a vložili do tubusu. Když se tímto modulem prožene natlakovaný vzduch z jakéhokoli kompresoru, z druhé strany vyjde okysličený vzduchový proud. Ten už stačí jen zvlhčit a připojit na takzvané nosní brýle, tedy dvojici trubiček, které pacientovi s dýchacími problémy přivedou kyslíkovou nálož až do nosních dírek.

„Jednou z hlavních výhod našeho přístroje je jednoduchost. Může ho bez obtíží ovládat i laik – zařízení jen připojí do elektrické sítě, zmáčkne tlačítko a čerpá generovaný kyslík, jehož množství a koncentraci lze snadno regulovat," líčí Jakub Peter.

Oxygenerátor se proto dá využívat nejen v domácích podmínkách, ale třeba také v domovech důchodců a jiných menších zařízeních, která na rozdíl od nemocnic nemají zbudované nákladné rozvody kapalného kyslíku. I tento přístroj přitom v případě potřeby, která může v souvislosti s šířením nového koronaviru snadno nastat, dokáže při použití většího modulu zásobit kyslíkem více osob zároveň. Navíc není ve srovnání s běžnými zařízeními na podporu dýchání náchylný na pachy a nečistoty.

„Dá se připojit i na poměrně znečištěný zdroj stlačeného vzduchu, třeba na kompresor nákladního auta, a k nemocnému se přesto dostane vzduch zcela nezávadný," popisuje Zbyněk Pientka. Membránový oxygenerátor by se tak podle něho hodil třeba i k armádnímu využití v terénu.



Membránový oxygenerátor Jana Žitky (vlevo), Jakuba Petera (uprostřed) a Zbyňka Pientky z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR získal na hackathonu 4. místo.

K PACIENTŮM NEBO ZA RYBIČKAMI

Epidemiologové předpovídají, že nás na podzim čeká další vlna pandemie nemoci covid-19. Pomůže už v té době vynález vědců z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR lidem s lehčími příznaky choroby?

„Technologicky jsme připraveni. Náš prototyp je ale ještě třeba řádně prozkoušet na dobrovolnících, aby mohl projít schvalovacím procesem nutným pro nasazení skutečným pacientům," říká Jan Žitka a dodává, že získat potřebné certifikace může trvat zhruba rok.

Vyrábět tento ryze český produkt ve velkém by už pak podle něho neměl být problém. A to i díky kontaktům v byznysu, které vědcům přinesla účast v hackathonu Hack the Crisis pro projekty, jež mohou pomoci v boji s pandemií covidu-19. Jejich oxygenerátor se v něm z více než dvou stovek zúčastněných umístil na čtvrtém místě a tým získal finanční podporu sedm set tisíc korun. O zařízení je zájem i z celkem nečekaných míst. „Oslovila nás jedna kyjovská firma, která se věnuje aquaponii, což je systém spojující chov ryb s pěstováním zeleniny. Chtěli vědět, zda by náš oxygenerátor dokázal navýšit koncentraci oxidu uhličitého v atmosféře, v níž pěstují rostliny. Zvedla by se jim totiž díky tomu produkce," vypráví Jan Žitka. „Přístroj to dovede. Možná tedy ještě dřív, než budeme moci pomáhat lidem, zabrousíme k rybičkám a listovému špenátu," směje se vědec.

NANOFILTR VIRY ZACHYTÍ A USMRTÍ

Pomyslnou bronzovou medaili a odměnu ve výši jeden milion korun v hackathonu vybojoval projekt s oficiálním názvem Active nanofilters against covid-19 z dílny firmy LAM-X, která vznikla spojením i&i Prague (biotechnologického inkubátoru Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR) a dceřiné společnosti Univerzity Karlovy s názvem Charles University Innovations Prague (CUIP). Jejich aktivní nanofiltr, který by se měl stát součástí roušek, dokáže nejen zachytit širokou škálu virů a bakterií, ale následně zvládne tyto mikroorganismy také aktivně zničit. Materiál jen stačí krátce ozářit světlem. Na tomto inovativním řešení LAM-X momentálně spolupracuje s Technickou univerzitou v Liberci. Běžně se však firma zabývá vývojem nanovláken pro výrobu obvazů, jež po nasvícení samy dezinfikují rány, které zakrývají.

TESTY NA COVID-19: ULTRACITLIVĚ, RYCHLE A VE VELKÉM

Běžně pracuje na vývoji nových laboratorních diagnostických metod nebo třeba léků proti chřipce, či dokonce rakovině. V březnu si však firma DIANA Biotechnologies (spin-off Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR) pod tlakem pandemie odskočila k projektu automatizovaného testování na covid-19. A s ním také ovládla hackathon Hack the Crisis.

Testovací mašina v akci
Vypadá jako velká nemotorná krabice. V útrobách nového automatu na testování viru SARS-CoV-19 se však dějí věci, které lidské oko pomalu ani nestačí sledovat. Vylepšený laboratorní přístroj je schopen pipetovat a s potřebnou šesticí chemikálií promíchávat až 384 vzorků najednou. Výsledky testů přitom vydá do pouhých dvou hodin.

„Jedna taková mašina dokáže v základní verzi zanalyzovat až patnáct set vzorků denně. Jen pro představu: v celé republice se v červenci testovaly v průměru čtyři tisíce vzorků za den. Ideálně by to měl být alespoň pětinásobek. A to by naše přístroje umožnily," vysvětluje Václav Navrátil z firmy DIANA Biotechnologies, která sídlí ve Vestci u Prahy. Společností vyvinuté řešení přitom k analýze využívá chemické sloučeniny vlastní výroby, a není tedy závislé na nejistých dodávkách ze zahraničí. Je založené na momentálně nejběžnější a nejspolehlivější testovací metodě izolace RNA a následné kvantifikaci pomocí RT-PCR. „Naše měření je však ještě citlivější než jiné možnosti na trhu. Umíme odhalit i pouhé jednotky virových molekul," doplňuje Václav Navrátil.

Pomoc pro Česko i zahraničí
První prototypy automatizovaných testovacích souprav se firmě díky bohatým zkušenostem s vývojem diagnostických metod podařilo dokončit během několika málo týdnů. Nyní už sety nesou CE IVD značku, která umožňuje nabízet chemikálie pro diagnostiku na evropském trhu. „Jakmile pandemie na podzim znovu udeří, budeme připraveni pomoct. Testovací soupravy budeme schopni produkovat ve velkém," říká Václav Navrátil a dodává, že k urychlení výroby firmě pomůže i třímilionová odměna, kterou jí přineslo vítězství v hackathonu. Vedle tuzemských laboratoří mají o řešení už nyní zájem také v zahraničí, zejména v Polsku.

Pozná rovněž chřipku
Metodu, kterou tým Václava Navrátila vyvinul na testování covidu-19, je navíc možné snadno upravit tak, aby uměla zároveň detekovat i virus chřipky. A to by se mohlo na podzim, až se tato choroba jako každoročně rozšíří, hodit. „U pacientů s příznaky respiračních onemocnění totiž bude třeba vyloučit nákazu novým koronavirem. Jinak by s každým zakašláním skončilo obrovské množství lidí v karanténě," uvažuje Václav Navrátil. Firma DIANA Biotechnologies, kterou pojmenoval po své manželce, se nyní zabývá také zkoumáním možností detekce covidu-19 ze slin, jež by výrazně usnadnila a zlevnila sběr vzorků. Zatímco dnes pacienti kvůli stěru z nosohltanu musejí k lékaři, protože je k němu potřeba nejen odbornost, ale i speciální odběrová tyčinka, při analýze ze slin by stačilo jen naplivat do nádobky a poslat ji do laboratoře.

Život v moři PRVOHOR

Díky nalezištím fosilií po celém světě máme představu, jak asi vypadal život na Zemi před stovkami milionů let. **Přesto leccos zůstává skryto.**

Najít zkamenělinu může člověk docela snadno i v Česku, dokonce v hlavním městě. Můžeme narazit na zbytky trilobitů, různé druhy měkkýšů, ramenonožců a dalších živočichů. Nepřekvapí proto, že o životě v dávné minulosti paleontologové vědí už poměrně hodně. Zdaleka ne však všechno. Většina zkamenělin totiž představuje pouze zbytek tvrdé schránky nebo kostry. Podobně jako je mušle, kterou sebereme na dovolené vyplavenou na pláži, už jen neživým pozůstatkem po uhynulém živočichovi, také fosilie trilobita je často jen zkamenělinou pevné schránky. A zrovna tak jako lastura z pláže neprozradí, jak přesně vypadala měkká část mlže – původního obyvatele schránky –, ani trilobity bychom neznali tak, jak známe dnes, kdyby se k našemu štěstí v některých případech nezachovaly i měkké části těl těchto pradávných obyvatel moří a oceánů.

NA POČÁTKU PRVOHOR

Závěrem října 1909, s blížícím se koncem terénních prací oné sezony, objevil paleontolog Charles Doolittle Walcott v kanadských horách zvláštní zkamenělinu. Napřesrok se proto na místo vrátil a pokračoval v hledání – během následujících let nashromáždil desítky tisíc vzorků. Ve snaze je roztřídit a biologicky uspořádat pokračoval až do své smrti v roce 1927. Zásadní význam lokality ale zůstal nerozpoznán až do šedesátých let 20. století.

Oblast v Britské Kolumbii v Kanadě se nazývá Burgesské břidlice a jde o jedno z nejvý-

Text: Viktor Černoch, Lukáš Laibl | **Foto:** Shutterstock (3), Jana Plavec, Lukáš Laibl

znamnějších nalezišť prvohorních fosilií. Na rozdíl od klasických oblastí, kde paleontologové nacházejí pouze tvrdé části těl (kosti, schránky nebo ulity), se zde dochovaly rovněž otisky měkkých tkání, a to i těch živočichů, kteří žádnou pevnou část těla vůbec neměli. Tvorové, jejichž zkameněliny se tam dají nalézt, žili před 508 miliony let. Tedy v nejstarším období prvohor – kambriu.

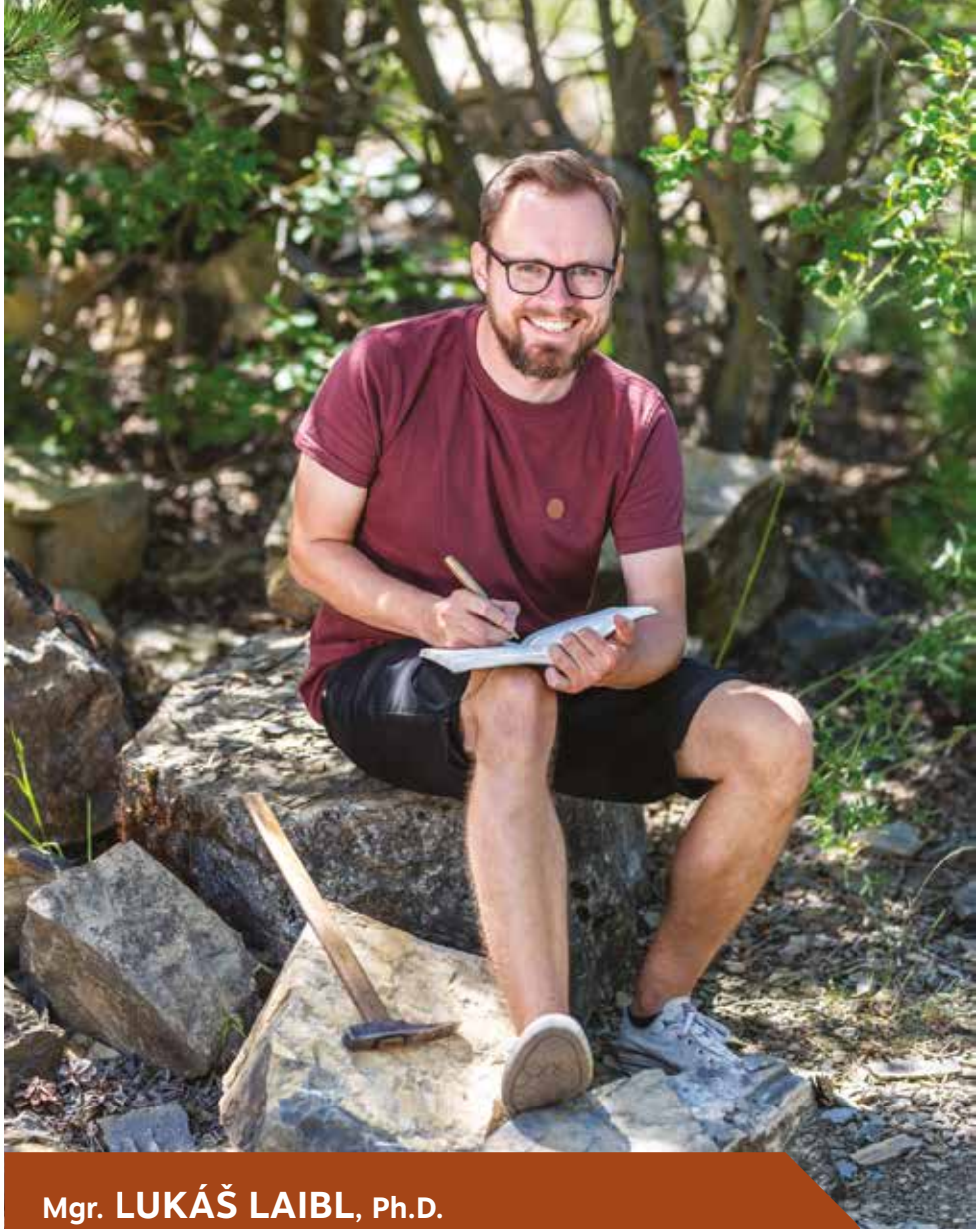
Právě díky hojným kambrickým zkamenělinám se ví, že v té době už moře a oceány hýřily životem. Ekosystémy tehdy obývalo mnoho organismů, včetně zástupců současných kmenů (například měkkýšů, členovců, strunatců nebo ostnokožců). Z geologického hlediska velmi rychle – za několik desítek milionů let – se objevily četné živočišné skupiny, což dnes označujeme jako kambrickou explozi. Vedle živočichů nám důvěrně známých oživovali tehdejší moře i další, velmi podivně vypadající tvorové, kteří představovali slepé evoluční linie a později vymřeli.

ZMĚNA EKOSYSTÉMŮ

Druhé nejstarší období prvohor – ordovik – bylo ve znamení vývinu nových živočichů, již podobnějších dnešním zástupcům fauny. Objevili se první čelistnatí obratlovci, moře brázdili také ostrorepi (čtyři druhy žijí ještě v současnosti). Klíčovou událostí se stala ordovická biodiverzifikace (v odborné literatuře označovaná jako Great Ordovician Biodiversification Event), při níž došlo jednak k prudkému nárůstu počtu rodů a jednak k výrazným změnám v tehdejších ekosystémech. Už na konci kambria a na samém začátku ordoviku (asi před 490 až 470 miliony let) výrazně přibylo organismů, které se pasivně nechávaly unášet mořskými proudy – tedy planktonu.

Během ordoviku tak v mořské vodě žilo mnoho druhů řas, podivných graptolitů a dalších živočichů. V důsledku toho se vyvinuli také gigantičtí filtrátoři planktonu. Někteří kambričtí predátoři, jako byli ▷

Takhle nějak mohlo vypadat mořské dno na počátku prvohor. Vedle všudypřítomných trilobitů zde ale žilo mnoho dalších organismů.



Mgr. LUKÁŠ LAIBL, Ph.D.

Geologický ústav AV ČR

—

Působí v oddělení paleobiologie a paleoekologie. Vystudoval geologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Dva a půl roku strávil jako postdoktorand na univerzitě ve švýcarském Lausanne, kde se věnoval výzkumu marockých zkamenělin z Fezouaty pod vedením profesorky Allison C. Daleyové. Věnuje se především studiu trilobitů – jejich biologii, fylogenezi (vývoj druhů) a ontogenezi (vývoj jedince). Zkoumá také morfologii a evoluci dalších prvohorních členovců. Díky studiu kambrických a ordovických trilobitů se dostal k problematice spojené s kambrickou explozí a ordovickou biodiverzifikací a momentálně řeší grantový projekt zaměřený na vývojové změny u vymřelých členovců v průběhu těchto globálních událostí.

Trilobitů je popsaných asi dvacet tisíc druhů. Přitom jen asi u dvacítky z nich víme, jak vypadaly jejich končetiny. Netušíme také, jaké bylo zbarvení trilobitů.

radiodonti, dosahovali v ordoviku až dvou metrů a jejich končetiny připomínaly jemné síto, kterým pravděpodobně zachytávali drobné planktonní živočichy, podobně jako dnešní velryby používají kostice.

Vedle těchto změn ve vodním sloupci začala na počátku, ale především pak uprostřed ordoviku (asi před 480 až 460 miliony let) prudká diverzifikace organismů žijících na mořském dně. To se hemžilo různými druhy ramenonožců, plžů, mlžů či ostnokožců. V druhé polovině ordoviku (před 470 až 450 miliony let) se výrazně rozšířily i útesové druhy, jako jsou koráli, mechovky, houbovci nebo dnes již vyhynulé stromatopory. S určitým zjednodušením se dá říci, že na konci ordoviku struktura mořských ekosystémů vypadala téměř jako v současnosti, jen je obývali jiní živočichové.

Ještě donedávna vědci bohužel z doby ordovické biodiverzifikace neznali prakticky žádnou lokalitu, kde se hojně zachovaly měkké části těl nebo měkkotělí živočichové. To vedlo k několika problémům. Jednak nebylo jisté, zda někteří podivní kambričtí živočichové skutečně vymřeli – nikdo totiž nevěděl, jestli náhodou nepřežili až do ordoviku nebo i déle – a další komplikací bylo, že při srovnávání jednotlivých prvohorních ekosystémů chyběla podstatná dávka informací z ordoviku. „Paleontologové měli dlouhou dobu štěstí na lokality s dobře zachovanými fosiliemi z období, které časově spadá do kambrické exploze – nejen Burgesské břidlice v Kanadě, ale také další místa třeba v Číně, Austrálii nebo Grónsku. Kdežto z období ordovické biodiverzifikace jsme znali jen ty oblasti, kde se zachovaly pouze tvrdé části těl," vypráví Lukáš Laibl z Geologického ústavu AV ČR.

NEČEKANÉ NALEZIŠTĚ

Pak ale přišel překvapivý objev v Maroku. Na přelomu tisíciletí místní sběratel Mohamed Oussaid Ben Moula kontaktoval belgického paleontologa Petera Van Roye, který tam právě pracoval na své disertaci, s tím, že našel „podivné trilobity". Van Roy ve zkamenělinách rozpoznal neobvyklé ordovické klepítkatce (skupina, kam patří mimo jiné dnešní pavouci) a společně s Ben Moulou začali oblast systematicky studovat. Postupně vedle

všudypřítomných trilobitů, ramenonožců a ostnokožců nalezli další organismy s měkkými částmi těl, mnoho z nich nápadně připomínající kambrické kuriozity.

Tak se zrodilo naleziště Fezouata, které představuje jakési dosud chybějící místo paleontologických dějin. Usazené horniny na Fezouatě totiž časově zahrnují úsek před 480 až 470 miliony let, a spadají tak právě do počátečních fází ordovické biodiverzifikace. Zároveň obsahují výjimečně zachované zkameněliny.

Nálezy z tohoto místa doložily, že mnoho organismů, jež měli vědci za dávno vymřelé, ve skutečnosti přežívalo ještě v ordoviku. Například některé archaické formy členovců, houbovců, měkkýšů nebo třeba takzvaní lobopodi, což jsou živočichové blízcí společnému předku dnešních drápkovců a členovců, byli ještě na začátku ordoviku podobně početní jako v kambriu. Stejně tak již zmiňovaní radiodonti, kteří v ordoviku dokonce vytvořili formy neznámé z kambria. Společenstvo z mořského dna na Fezouatě navíc doplňuje mnoho skupin živočichů, jež v kambrických mořích chyběly nebo byly extrémně vzácné – mlži, hlavonožci, ostrorepi, někteří korýši či nové formy ostnokožců.

POPULÁRNÍ TRILOBITI

Mezi nejhojnější exempláře z marocké lokality patří bezpochyby trilobiti. Některé druhy měří dva až deset centimetrů, ale jsou mezi nimi i obři delší než dvacet centimetrů. Nejenže jsou zde nálezy samotných hřbetních krunýřů, které měli trilobiti zpevněné uhličitanem vápenatým, vědci nacházejí i jedince se zachovanými končetinami nebo trávicí soustavou. Na mělčinách žili většinou menší trilobiti, s hloubkou se pak jejich velikost zvětšovala. Souviset to může s takzvaným bouřkovým vlněním. Za bouře se voda rozpohybuje a vyvolá vlny. Ty v pobřežních vodách ovlivňují také mořské dno – promíchávají jej a posouvají. Mnohé trilobity tak mohlo silné bouřkové vlnění doslova pohřbít. Od jisté hloubky však nejsou ani bouřkou vyvolané vlny natolik silné, aby dno ovlivnily. Tam je pak klidnější prostředí pro život, což zřejmě vyhovovalo velkým druhům trilobitů.

JAK TO CHODÍ V MAROKU

Hledání fosilií je v Maroku pro část obyvatel zdrojem obživy, obzvláště v jihovýchodní části země, v okolí měst Erfoud, Rissani a Alnif. Místní sběratelé se specializují na konkrétní lokality a materiál dále přeprodávají preparátorům nebo překupníkům. Někteří sběratelé organizují terénní exkurze pro turisty zajímající se o geologii a paleontologii. Cena za fosilie je různá, většinou závisí na tom, jak hojná konkrétní fosilie je, jak moc náročná byla její preparace nebo zda byly chybějící části „dodělány“. Většinou je cena předmětem smlouvání. Rodina objevitele Fezouaty (Mohameda Oussaida Ben Mouly) strávila sběrem na jednotlivých lokalitách několik let a shromáždila první desítky tun materiálu. Na rozdíl od jiných sběratelů se většinou snaží udat sbírku z konkrétních let jako celek a své nálezy obvykle nabízí primárně vědeckým institucím. Původně fosilie vykupovala Yaleova univerzita, majitelem sbírky z let 2014 až 2016 se stala Univerzita v Lausanne. Nejnovější nálezy v loňském roce odkoupila Harvardova univerzita a Lukáš Laibl se podílel na jejich předběžné katalogizaci.

„Na základě výzkumu z Fezouaty si myslíme, že velikost trilobitů ve větších hloubkách souvisí nejen s absencí bouřkového vlnění, ale i velkých predátorů. V bezstresovém prostředí zkrátka mohli trilobiti dorůstat větších velikostí,“ myslí si Lukáš Laibl, který se na průzkumu marockých fosilií podílí.

Díky zachování měkkých částí vědí vědci o trilobitech a jejich způsobu života překvapivě mnoho. Nicméně nález čehokoli jiného než jen tvrdého krunýře je vzácností. „Trilobitů je popsaných asi dvacet tisíc druhů, avšak jen u dvacítky z nich víme, jak vypadaly jejich končetiny. Přitom dnešní členovci jsou klasifikováni primárně podle morfologie končetin,“ vysvětluje Lukáš Laibl. Právě fezouatské zkameněliny poskytují lepší pohled na evoluci měkkých částí těl trilobitů. Končetiny různých kambrických druhů jsou si navzájem velmi podobné, naproti tomu už z počátku ordoviku jsou známi trilobiti s výraznými odlišnostmi. To naznačuje úzkou potravní specializaci jednotlivých druhů, kterou mohla způsobit změna ekosystémů v průběhu ordovické biodiverzifikace.

Většina členovců zpracovává potravu končetinami. Právě jejich tvar může napovídat, čím se živili. Podobné je to u trilobitů – k tomuto účelu často měli ozubené kyčle: dlouhé tenké zuby svědčí o tom, že si vybírali měkkou „kluzkou“ kořist, ▷

Ostrorepi jsou dodnes žijící vodní členovci patřící mezi klepítkace (jako pavouci). Tělo mají chráněno kutikulou. Samičky ostrorepů východoasijských mohou dorůstat délky přes 70 cm (včetně mečovitého výběžku na konci těla).

Jedna z ikonických zkamenělin Fezouaty, členovec rodu *Furca*. Jedinec na obrázku měří asi tři centimetry a krom hlavového štítu s výraznými trny se u něj zachoval i zbytek těla včetně končetin. Právě zachování těchto nepříliš tvrdých částí je hlavním důvodem, proč je naleziště na Fezouatě pro paleontology tak důležité.

zatímco druhy s robustními tupými zuby naznačují, že nejspíš něco drtily. Kyčle ale také mohou být bez jakýchkoli stop po zoubcích, bez specializované struktury, která by umožňovala porcování stravy. Daný druh se pak nejspíše živil požíráním sedimentu, řas, bakterií a dalších organických zbytků. Koneckonců to bylo u trilobitů běžné. Byli to takoví zametači mořského dna.

VÝVOJOVÉ STRATEGIE DÁVNÝCH ŽIVOČICHŮ

Na Fezouatě se dají nalézt i drobná vývojová stadia trilobitů, která mohou pomoci osvětlit, jak asi vypadal jejich životní cyklus a jestli se během ordovické biodiverzifikace nějak výrazně proměňoval. U dnešních členovců můžeme zjednodušeně odlišit dva typy vývoje. Některé současné druhy hmyzu nebo korýšů a také všichni pavoukovci mají přímý vývoj: z vajíčka se vylíhne mládě, které vypadá jako malý dospělec, a postupně se zvětšuje, roste. Existuje ale také nepřímý vývoj s proměnou, který známe například u motýlů nebo brouků. Z vajíčka se nejprve vylíhne housenka či ponrava, po čase se zakuklí a teprve pak se vylíhne dospělý jedinec. „Obdobně to funguje u mnoha dnešních korýšů, jen

proměna nejde přes kuklu, nýbrž larvu, která se většinou volně vznáší v mořské vodě, následně se svlékne a dosedne na mořské dno jako krab nebo svijonožec," popisuje Lukáš Laibl.

Vývoj trilobitů začal studovat před deseti lety a za tu dobu nashromáždil velké množství dat včetně těch nasbíraných během několika terénních sezon v Maroku. „Nejstarší trilobiti měli přímý vývoj, během kambria ovšem všechny tyto původní druhy vyhynuly. U některých skupin se už v průběhu kambria, ale především na začátku ordoviku – čili v období náhlé diverzifikace planktonu – vyvinul nepřímý vývoj s proměnou. Současně se nejspíše otevřel nový prostor pro opětovný přímý vývoj – trilobiti jednoduše vypustili stadium před metamorfózou. Tyto mechanismy jsou známé i u současných druhů živočichů," vysvětluje paleontolog Lukáš Laibl.

Na konci ordoviku přišla doba ledová a s ní spojené hromadné vymírání. Na změnu klimatu doplatilo i velké množství trilobitů. A to ti s nepřímým vývojem. Zásadní roli zřejmě hrála skutečnost, že jejich larvy byly o něco menší a volně se vznášely ve vodě coby součást planktonu. Vlivem zalednění jim však zmizel hlavní zdroj potravy, fytoplankton. Větší larvy trilobitů s přímým vývojem žily na mořském dně a se situací si dokázaly poradit lépe.

SROVNÁNÍ LOKALIT

Aby paleontologové mohli zhodnotit změny v biodiverzitě a ve struktuře ekosystémů během kambria a ordoviku, potřebují co nejvíce informací. Obzvláště pokud srovnávají výjimečné lokality, kde se zachovaly i měkkotělé organismy. Každá oblast je totiž jiná a při vzniku zkamenělin vstupuje do hry mnoho faktorů. Pokud porovnáváme diverzitu živočichů, jejichž tělo se za normálních okolností snadno rozkládá, musíme nejprve vzít v potaz potenciál nalezišť zachovat konkrétní tkáň, aby nedocházelo k mylným závěrům.

„Zjistili jsme, že na Fezouatě se sice zachovávají měkké části, ale nikdy ne ty úplně nejměkčí, jako je například nervová tkáň. Zrovna tak nemá šanci hodně měkké zvíře bez kutikuly," vyjmenovává Lukáš Laibl. Nálezy z Fezouaty tudíž nejsou srovnatelné s fosiliemi z Burgesských břidlic nebo z některých kambrických lokalit v Číně. Způsob zachování zkamenělin na Fezouatě je jistě unikátní, ale má své limity. Vědci tam identifikovali živočichy s pevnými schránkami, obohacenými o různé minerály (například měkkýši, někteří členovci, ostnokožci), dále také organismy, které sice nemají pevnou schránku, ale disponují podobným typem kutikuly jako ostrorepi nebo někteří červovití živočichové, navíc se zachovaly i měkké části těl živočichů, třeba trávicí soustava, ovšem pouze u těch, kteří zároveň mají pevnou schránku.

> V bezstresovém prostředí větších mořských hloubek mohli trilobiti dorůstat větších velikostí.
>
> Lukáš Laibl

Rozdíly v zachování zkamenělin na Fezouatě a na některých kambrických lokalitách neznamenají, že vědci nemohou porovnávat složení společenstev a diverzitu mezi nimi. Například na některých kambrických lokalitách jsou velmi hojní hlavatci neboli červovití živočichové s vychlípitelným chobotem (22 druhů žije i v současnosti). Na Fezouatě se skoro žádní hlavatci nenašli, naopak se tam vyskytuje podobná již vymřelá skupina – paleoskolecidi. Rozdíl v zastoupení červovitých živočichů je patrně odrazem skutečného stavu tehdejší fauny. Jak hlavatci, tak paleoskolecidi totiž mají kutikulu, a tedy stejnou šanci zachovat se na všech srovnávaných lokalitách. „Naproti tomu skutečnost, že na Fezouatě nenacházíme žádné primitivní strunatce jako v Burgesských břidlicích, je nejspíš způsobena tím, že se jejich tkáně prostě bezezbytku rozložily, jelikož měli moc měkká těla bez kutikuly; rozhodně nemůžeme tvrdit, že v té době nežili," uzavírá Lukáš Laibl.

LOVCI A PLANKTONOŽROUTI Z PRVOHOR

Radiodonti jsou skupina podivných živočichů, kteří jsou příbuzní dnešním členovcům, tedy pavoukům, krabům či rakům. Měli výrazné článkované přední končetiny, složené oči, ploutvovité končetiny po stranách těla a kruhovitý ústní otvor. Jejich typickým zástupcem je rod *Anomalocaris*, obávaný predátor kambrických moří. Radiodonti měli celkem měkké tělo, s výjimkou hlavového štítu a předních končetin, jež byly částečně zpevněny organickými látkami. K lovu kořisti využívali přední končetiny. Některé rody – například ordovický *Aegirocassis*, který pochází z marocké Fezouaty a mohl dosahovat délky až dva metry – měly přední končetiny s výrazně protaženými trny, připomínajícími hřebínky. Sady těchto hřebínků vytvářely filtrační síto, jímž *Aegirocassis* zachycoval plankton. Radiodonti tak vyvinuli, podobně jako dnešní velryby nebo žraloci, několik strategií získávání potravy, které byly různě úspěšné.

MORAVŠTÍ ŘÍMANÉ

Text: Markéta Wernerová | Foto: Jana Plavec

STOPY ŘÍMSKÝCH VOJSK

Jižní Morava. To není jen malebná krajina, nekonečné řady vinné révy a sklípky lákající milovníky lahodného vína. Je to také oblast prodchnutá tradicí, historií a památkami. Právě v tomto regionu se nachází několik významných archeologických nalezišť a oblastí, které se vážou (nejen) k našim dějinám. Jedním z takových míst je návrší Hradisko u Mušova, kde se rozkládala největší pevnost římské armády z dob markomanských válek. Nebyl to ale tábor pro řadové vojáky, spíše velitelská a logistická základna, která sloužila i pro skladování zásob a výrobu či opravy vojenské výstroje a výzbroje.

VĚRNÁ DESÁTÁ LEGIE

Římští legionáři byli zvyklí na dlouhé pochody a přesuny, denně ušli třeba 20 kilometrů. Vše potřebné včetně zbraní a štítu si nosili s sebou. Historici odhadují, že průměrná zátěž běžného vojáka činila přibližně 30 až 40 kilogramů. Nálezy z Hradiska u Mušova dokládají, že tábor obývali příslušníci desáté legie, která trvale tábořila na území dnešní Vídně. Nápis LEG.X.GPF na praporu neboli vexillu označoval její název – Legio X Gemina Pia Fidelis, v překladu desátá legie zdvojená, zbožná, věrná. Voják, který vexillum nosil, se nazýval vexillarius nebo též vexillifer.

OTEVŘELA SE BRÁNA DO ŘÍMSKÉ ŘÍŠE

Jihomoravskou krajinu v okolí Pálavy zkoumají archeologové již více než století a za tu dobu vydala nespočet cenných pokladů. Nedaleko nádrží Nové Mlýny se 18. června 2020 otevřelo Návštěvnické centrum Mušov – Brána do Římské říše. Vzniklo s finanční podporou Akademie věd ČR a veřejnosti se představilo v roce, kdy brněnský Archeologický ústav AV ČR slaví padesáté výročí samostatné existence.

Jeho záměrem je představit poutavou formou památkovou hodnotu a historický význam římské pevnosti na Hradisku, ukázat stopy, které na našem území zanechaly římské legie ve 2. století n. l., a přiblížit vybrané aspekty života tehdejších obyvatel. Otevírá se zde prostor pro moderní, interaktivní a edukativní formu prezentace archeologických výzkumů. Vedle vitrín s exponáty, digitálních informačních ploch a filmových promítání se návštěvníci mohou těšit na příležitostné ukázky ze života římských legionářů a obyvatel regionu v prvních staletích našeho letopočtu.

CO ZBYLO PO LEGIONÁŘÍCH

Archeologické naleziště ukrývalo množství unikátních předmětů, některé z nich se staly součástí expozic návštěvnického centra. K vidění jsou například části šupinových a kroužkových pancířů, stříbrné a zlaté mince zobrazující římské panovníky a jejich manželky, střepy z keramických nádob, hroty kopí a další pozůstatky vojenské výzbroje a výstroje.

Text: Leona Matušková | **Foto:** Shutterstock, Jana Plavec

HLEDÁNÍ JISKRY KONFLIKTU

I zdánlivě bezproblémová společnost se může zvrtnout v konfliktní prostředí, v němž bují nesnášenlivost a agrese. **Hranice je tenčí, než se zdá.**

Když je vám pětadvacet, jste čerstvý absolvent ekonomie z Česka a vyjedete učit jako dobrovolník do středoafrické Ugandy, zapůsobí na vás spousta věcí. Všudypřítomná chudoba, společnost traumatizovaná desetiletími občanských válek a kmenových rozepří, početné rodiny s mnoha dětmi, které je často těžké uživit. Ptáte se, čím to je, že stále žijí v bídě, když jejich země oplývá nádhernou přírodou, průzračným Viktoriiným jezerem i unikátními ledovci a bývá označována za „perlu Afriky“. Přemýšlíte, zda a jaká pomoc má smysl.

Spolužákům z Institutu ekonomických studií UK v Praze Michalu Bauerovi a Julii Chytilové půlroční pobyt v Ugandě v roce 2005 změnil život. Profesní i osobní. Původně uvažovali, že by se věnovali kariéře v investičním bankovnictví nebo poradenství, po návratu z Afriky ale svou energii naplno nasměrovali k dokončení doktorátu a výzkumné práci. Od té doby tvoří sehraný vědecký i partnerský tým (jsou manželé).

„Byla to velmi cenná zkušenost, která nás tehdy nakopla k přemýšlení nad mnoha tématy. Proč jsou vlastně lidé chudí? Čím to je, že někde přetrvává hluboká nerovnost? Z čeho vznikají konflikty ve společnosti a jaké jsou jejich dopady na sociální vazby a identitu lidí?“ vzpomíná po patnácti letech Michal Bauer z CERGE-EI, společného pracoviště Akademie věd ČR a Univerzity Karlovy.

> Zkušenost z Ugandy krátce po studiích pro nás byla zásadní. Nakopla nás k přemýšlení o příčinách chudoby a konfliktů ve společnosti. Tento zájem nás drží dodnes.
>
> Michal Bauer

„To všechno se nám honilo hlavou, jenže jsme nechtěli zůstávat v rovině spekulací a dohadů. Od té doby proto organizujeme ekonomické experimenty v terénu v různých zemích světa, sbíráme data a snažíme se těmto složitým otázkám trochu více porozumět,“ dodává Julie Chytilová, rovněž z CERGE-EI.

OBĚTNÍ BERÁNEK

Už dřívější studie ve světě ukázaly, že konflikty a války se často rodí tam, kde se lidé dostanou pod určitý tlak, třeba ekonomický. Příkladem může být druhá světová válka (1939–1945) následující po velké ekonomické krizi ve třicátých letech nebo třeba třicetiletá válka (1618–1638) po vlně špatných úrod v tzv. malé době ledové. Také protižidovské pogromy se děly v dobách, kdy se většinové komunity cítily ohrožené a oslabené. V takových chvílích se hledá viník. „Lidé mají tendenci vylít si vztek na slabších nebo na skupinách, které si lze asociovat se zdrojem problémů, a to často iracionálně. Najdou si obětní beránky,“ říká Michal Bauer.

Pro studium těchto témat nabízí současná ekonomie sadu nejrůznějších nástrojů. Experimentální metody, schopné přesněji odhalit lidské preference a jejich proměny, vznikají v tzv. ekonomických laboratořích na univerzitách. Pilují se mezi studenty a pak se uzpůsobují pro terénní výzkum. Ten je třeba vždy připravit tak, aby otázky účastníci chápali. ▷

doc. PhDr. MICHAL BAUER, Ph.D.

doc. PhDr. JULIE CHYTILOVÁ, Ph.D.

Národohospodářský ústav AV ČR

—

Oba působí jako vědečtí pracovníci CERGE-EI (společné pracoviště Centra pro ekonomický výzkum UK a Národohospodářského ústavu AV ČR) a v Institutu ekonomických studií FSV UK. Mají za sebou studijní a výzkumné pobyty v Berkeley, na Harvardu a New York University a také v Jihoafrické republice. Pravidelně publikují v mezinárodních vědeckých časopisech. Michal Bauer je nositelem Prémie Otto Wichterleho a Julie Chytilová laureátkou Ceny Neuron pro mladé nadějné vědce a Ceny MŠMT za mimořádné výsledky výzkumu. Jejich studie o diskriminaci minorit (ve spolupráci s Vojtěchem Bartošem a Filipem Matějkou) získala mezinárodní cenu Exeter Prize za nejlepší článek v oblasti behaviorální a experimentální ekonomie publikovaný v roce 2016. Jsou manželé a vychovávají spolu dvě děti.

Každému sběru dat proto předchází důležitá pilotní fáze, kdy se testuje porozumění a zaškoluje tým místních tazatelů. Michal Bauer s Julií Chytilovou prováděli nebo koordinovali terénní sběr dat v Ugandě, Indii, Gruzii, České republice nebo ve vyloučených lokalitách na východním Slovensku.

Představte si, že jste obdrželi stokorunu a někdo jiný stejnou částku. Dostanete možnost zaplatit deset korun ze své částky za to, že ten druhý bude mít pouze padesátikorunu. Anebo naopak: můžete zaplatit desetikorunu za to, aby někdo druhý získal padesátikorunu navíc (tedy celkem 150 korun). Jako „ten druhý" v otázce může figurovat třeba někdo z etnické menšiny ve vaší zemi (Rom, Vietnamec) či někdo z jiné země či kulturní oblasti (Asiat, Afričan...). Na základě odpovědí na jmenované otázky se dá docela dobře zjistit, zda má daná společnost sklony jiné komunitě spíše škodit, anebo pomáhat.

Data se získávají z rozsáhlých skupin populace, ideálně z tisíce odpovědí, aby bylo možné odhadnout efekt různých ekonomických a sociálních faktorů na chování; následuje datová analýza. „Jde o velmi dlouhodobý proces. Jeden výzkumný projekt trvá průměrně pět šest let. O zjištěních diskutujeme při prezentacích s kolegy i na mezinárodních konferencích. Výsledná analýza se vzájemnou debatou a zpětnou vazbou tříbí," popisuje Michal Bauer.

ROLE ZDRAVÍ A VZDĚLÁNÍ

Příkladem takového dlouhodobého projektu je sledování vztahu mezi zdravím dětí, jejich vzděláním a následným stavem společnosti v africké Keni. Před dvěma desítkami let jej inicioval ekonom Michael Kremer z Harvardovy univerzity, loňský nositel Nobelovy ceny za ekonomii. „Děti v náhodně vybraných školách v Keni dostaly zdarma k dispozici odčervovací tabletku. Zbavila je parazitů, děti

byly zdravější, častěji chodily do školy a později dosáhly zaměstnání s vyšším příjmem ve srovnání s dětmi, které tabletku nedostaly," komentuje první část projektu český ekonom.

„Nyní jsme zapojeni do další fáze tohoto projektu. Studujeme stejný vzorek pěti až šesti tisíc lidí v Keni a chceme zjistit stav po dvaceti letech, například vliv na sociální chování a etnickou snášenlivost," přibližuje Michal Bauer. Společně s Julií Chytilovou byli zhruba před rokem v Keni, kde školili tým asi dvaceti tazatelů, kteří budou mít za úkol objet tisícovky domácností s dotazníky. Na projektu spolupracují s americkým ekonomem Edwardem Miguelem, který byl členem už původního Kremerova týmu.

„Těsně před vypuknutím koronavirové krize jsme byli jako hostující výzkumníci na univerzitě v Berkeley, abychom s ním doladili detaily projektu. Pracovat s profesorem Edwardem Miguelem je pro nás pocta a inspirace," dodává Michal Bauer. První výsledky této fáze keňského projektu by podle něj mohly být k dispozici za dva tři roky.

KORONAVIRUS JAKO SPOUŠTĚČ KONFLIKTU?

Pandemie nemoci covid-19 mnoha vědcům zkomplikovala práci, na druhou stranu ale vyvolala i úplně nové výzkumné otázky. Například jaký vliv bude mít tato bezprecedentní celosvětová zdravotní krize na společnost? Probudí situace v lidech spíše soucit a vůli pomáhat si vzájemně, anebo strach spojený s pandemií vyprovokuje uzavření do sebe, násilí a konflikt?

„Zjistili jsme, že pandemie posiluje negativní vztah k cizincům, přesněji řečeno k lidem žijícím za hranicemi Česka, především k ostatním Evropanům. Vztah k nim se zhoršil. Naopak postoj k našim etnickým menšinám, například Romům či migrantům se vlivem pandemie nezměnil. Ten je ale špatný bez ohledu na covid-19," podotýká Michal Bauer. Průzkum kupodivu nepotvrdil hypotézu, že by koronavirová krize lidi stmelila a povzbudila u nich altruismus, jak se zdálo z médií, která referovala o dárcovství doma šitých roušek, rozvozu potravin zdravotníkům atp. Dobrovolnické vzepětí tak bylo zřejmě jen menšinovou či chvilkovou záležitostí, která se nepromítla do průměru celé společnosti.

Průzkum se uskutečnil přes internet v době karantény letos na jaře mezi reprezentativním vzorkem 2186 respondentů napříč Českou republikou. Vztah k lidem mimo komunitu (cizincům, menšinám, obyvatelům jiných regionů, s odlišným náboženstvím a hodnotami atp.) se zkoumal prostřednictvím výše popsaných metod (zjednodušeně: máte sumu peněz a svým rozhodnutím, co s nimi uděláte, určité skupině buď pomůžete, anebo uškodíte).

Studie prokázala, že pandemie covidu-19 může mít nejen negativní ekonomické důsledky, ale i mnohem širší dopady na společnost. „To je potřeba mít na paměti a vědět, že by bylo velmi nebezpečné podporovat představy, že za šíření nemoci mohou cizinci. Reakce lidí, kteří jsou pod tlakem, může být nebezpečná, může se objevit přirozená tendence hledat viníka a vytvářet mezi lidmi příkopy. Konstruktivnějším přístupem je zdůrazňování, že všichni čelíme stejnému problému a hledáme společné řešení," dodává Michal Bauer. A viník se vždycky snáze hledá mimo vlastní komunitu – důkazy o tom přinesly další průzkumy dvojice Bauer–Chytilová a jejich týmu – například studie rozhodování adolescentů na východním Slovensku.

> Moderní ekonomie je otevřená věda, už dávno se neomezuje jen na finance a makroekonomické indikátory. Klade si široké otázky na pomezí různých oborů. Ekonomie je mnohem bohatší, než se může na první pohled zdát.
>
> Julie Chytilová

Výzkumníky v ní zajímal vliv sociálního prostředí na rozhodování jednotlivců. Dotazovaní si měli v sadě možností zvolit, jestli někomu uškodí (sníží druhým odměnu, i když tím obětují vlastní prostředky), anebo ne – otázky se týkaly různých skupin obyvatel (většina vs. romská menšina na Slovensku). „Někoho jsme nechali rozhodnout se samostatně, jiné skupině jsme řekli, jak se zachovali jejich vrstevníci. Lidé mají obecně tendenci následovat rozhodování své skupiny. Nesnášenlivé chování se ale šíří podstatně rychleji, pokud je zacílené na člověka z etnické menšiny," přibližuje Julie Chytilová.

„Pro společnost je tedy velmi důležité, aby se etnicky motivované projevy nesnášenlivosti podchytávaly již v zárodku a jasně se odsoudily. Ve chvíli, kdy se takové chování začne nabalovat a stane se společenskou normou, může být pozdě," dodává Michal Bauer.

PROCES POZNÁNÍ TRVÁ, ALE VYPLATÍ SE

Čeští ekonomové podobné výzkumy provádějí na různých místech světa, proto se nabízí otázka, jestli se domnívají, že obdobné vzorce chování platí pro všechny lidi napříč planetou. „Výzkumník musí neustále pochybovat, zda jsou platné obecně, či pouze lokálně. V současných sociálních vědách je silná snaha motivovat badatele, aby výsledky co nejvíce replikovali, tedy zkoušeli experimenty opakovaně a v různých prostředích, aby se z jednoho dílčího průzkumu nedělaly dalekosáhlé závěry," vysvětluje Michal Bauer.

Editoři velkých vědeckých časopisů tak výzkumníky často žádají, aby posbírali data u ještě větších skupin lidí a ověřovali je i v jiných prostředích. Jednotlivé studie se sice zaměřují na často velmi konkrétní otázky, ale poskytují spolehlivější odpovědi, což následně umožní jednodušší hledání vědeckého konsenzu, jak problémy řešit. Nashromážděné závěry pak ubírají prostor pro ideologická řešení, která nevedou k dobrým koncům.

Na začátku, před patnácti lety, podnítil jeden pobyt v africké Ugandě spoustu otázek. Cesta za odpověďmi přitom stále pokračuje. Není přímočará a může se zdát, že vede různými oklikami. „Současný vědecký přístup ke studiu chudoby a dalších sociálních problémů je často postupný, možná pomalý, ale stojí za to," uzavírá Michal Bauer.

Text: Martin Ocknecht | **Foto:** Profimedia, Jana Plavec, Shutterstock

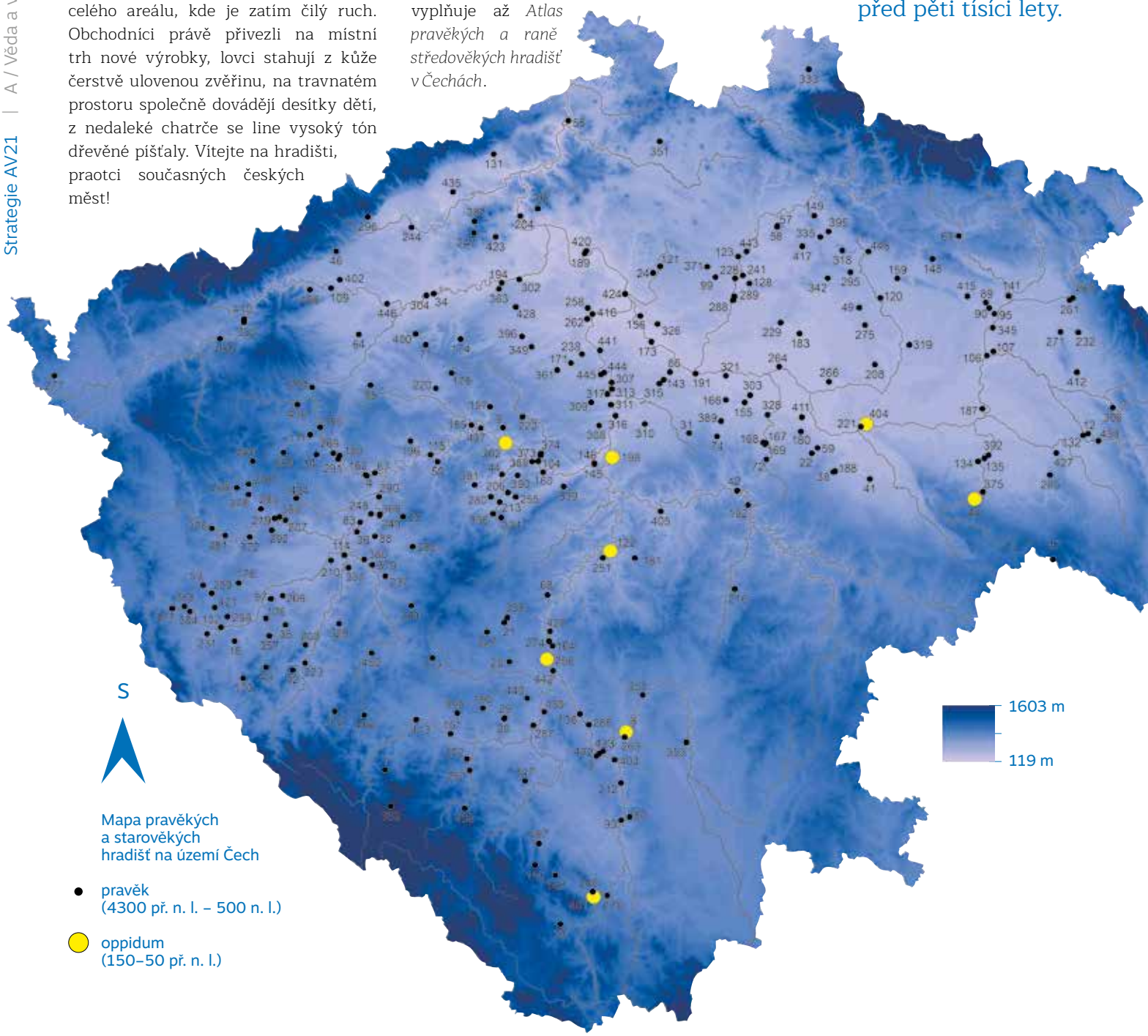
Za dubovou PALISÁDOU

Hradiště. Po staletí v nich naši předci žili, bojovali a umírali. **Svůj název od nich odvodily desítky českých obcí, osad a kopců.** Přesto zůstávají ve stínu honosnějších hradů a měst. I jejich výzkum však přináší mnoho překvapivých poznatků.

Úzká klikatá stezka stoupá strmě vzhůru směrem k mohutnému hliněnému valu. Jeho okolí chrání systém důmyslných překážek a pastí. Pohyb každého příchozího sledují z dřevěných věží ostražití lučištníci. Je zřejmé, že si obyvatelé úzkého ostrohu vysoko nad řekou svoje hájemství bedlivě chrání. Po průchodu mohutnou vstupní branou se návštěvník konečně dostává dovnitř celého areálu, kde je zatím čilý ruch. Obchodníci právě přivezli na místní trh nové výrobky, lovci stahují z kůže čerstvě ulovenou zvěřinu, na travnatém prostoru společně dovádějí desítky dětí, z nedaleké chatrče se line vysoký tón dřevěné píšťaly. Vítejte na hradišti, praotci současných českých měst!

Hradiště, tedy opevněná sídliště, jsou dlouhá tisíciletí nedílnou součástí našeho území. Tato osídlení v minulosti vznikala z nejrůznějších důvodů. Některá sloužila jako opěrné body pro kontrolu obyvatelstva, území nebo důležitých obchodních stezek, jiná naopak lidé využívali k náboženským účelům. Přes jejich důležitou historickou roli se ještě nikdo nepokusil zmapovat všechna tato osídlení komplexně. Dosud bílé místo vyplňuje až *Atlas pravěkých a raně středověkých hradišť v Čechách*.

Závist, největší keltské oppidum na českém území, se nacházela nad bývalým soutokem Berounky a Vltavy nedaleko dnešních Dolních Břežan. Svou rozlohou zabíralo plochu tří set fotbalových hřišť. Okolí bylo osídleno už před pěti tisíci lety.



Mapa pravěkých a starověkých hradišť na území Čech

- pravěk (4300 př. n. l. – 500 n. l.)
- oppidum (150–50 př. n. l.)

doc. PhDr. VLADIMÍR SALAČ, CSc.

Archeologický ústav AV ČR, Praha

—

Působí jako vedoucí vědecký pracovník oddělení archeologie pravěku v Archeologickém ústavu AV ČR v Praze. Specializuje se na dobu laténskou, starší dobu římskou a politickou ekonomii mladšího pravěku. Vystudoval prehistorii na Filozofické fakultě Univerzity Karlovy v Praze, kde také mnoho let působil, dnes vyučuje na Západočeské univerzitě v Plzni. Absolvoval četné zahraniční studijní pobyty, přednášel na univerzitách v Lipsku, Vídni, Kielu a Štrasburku.

Kniha autorského kolektivu pod vedením Vladimíra Salače z Archeologického ústavu AV ČR v Praze shrnuje polohy 450 hradišť v české kotlině od počátků eneolitu (pozdní doby kamenné) v 5. tisíciletí před naším letopočtem až po 12. století našeho letopočtu. Svým rozsahem tak vznikla práce, která nemá na evropském kontinentu obdoby.

K vydání atlasu vedlo Vladimíra Salače studium keltských oppid. „Uvědomil jsem si, že my archeologové jsme dost izolovaní. Já se zabývám Kelty, kolegové se věnují například době kamenné nebo bronzové, ale často nevnímáme širší kontext a chybí nám možnost srovnání. Atlas nám umožní vnímat problematiku hradišť mnohem komplexněji," popisuje důvody vzniku knihy.

Počátek, rozvoj i konec užívání hradišť v Čechách v zásadě odpovídá pravěkému a raně středověkému vývoji ve střední Evropě. Konec tohoto typu osídlení přichází až v období raného středověku, kdy musela ustoupit modernějším urbanizačním celkům.

PODŘÍDIT SE VĚTŠÍMU CELKU

Dlouho předtím sloužila hradiště jako důležitý stabilizační prvek mnoha kultur působících na našem území. Do této kategorie spadají jak nevelká a velmi jednoduchá opevnění využívající v maximální míře především okolní přírodní překážky, tak rozsáhlé pevnosti v čele s impozantními keltskými oppidy. Významnou roli sehrála hradiště i při vzniku prvních státních útvarů na našem území. Sjednotitel Slovanů, bájný kupec Sámo, údajně porazil vojska franského krále Dagoberta I. v bitvě u hradiště Wogastisburg. Existenci tohoto místa se ovšem archeologům dodnes nepodařilo prokázat. První historicky doložený český kníže Bořivoj sídlil na Levém Hradci a právě zde nechal po přijetí křtu založit kostel svatého Klimenta, nejstarší církevní stavbu v Čechách. Hradiště v Libicích bylo zase v roce 995 tichým svědkem brutálního vyvraždění velmožského rodu Slavníkovců konkurenty z řad Přemyslovců. Tento druh opevněného sídliště tak hrál důležitou roli na úsvitu českých dějin.

Kromě toho byla hradiště místem, kde se naši předci učili žít pohromadě v ohraničeném prostoru. Vznikaly tam důležité sousedské a přátelské vztahy, a proto bylo často nutné podřídit osobní ambice zájmům celku. Obyvatelé je společně zakládali, stavěli a opravovali, zároveň ale byli připraveni při jejich obraně nasadit i vlastní život. Postavit hradiště přitom nebylo nic jednoduchého. Dávní budovatelé k tomu potřebovali dostatek materiálu, především zeminu, dřevo a kameny. Dřevěné palisády navíc vyžadovaly pravidelný „servis" v podobě výměny postupně hnijících kůlů. Po vytěžení lesů v nejbližším okolí tak bylo třeba materiál dovážet z širokého okolí. To představovalo logistický problém a vyžadovalo velké množství pracovních sil. Ještě těžší bylo udržet hradiště v dlouhodobém provozu. Osídlení se ne vždy vázala na blízké a kvalitní zemědělské zázemí, v některých případech bylo proto nutné dovážet zásoby z velké dálky. Provoz hradiště tak znamenal výraznou organizační a ekonomickou zátěž, kterou některá společenství nemohla nebo nechtěla podstupovat. I z tohoto důvodu se na našem území od zániku keltských oppid kolem roku 50 před naším letopočtem až do 6. století hradiště vůbec nestavěla.

KELTŠTÍ MEGALOMANI

Keltská oppida představují zcela samostatnou kapitolu. Od jiných hradišť se ▷

odlišovala zejména rozlohou. Jestliže průměrná velikost hradiště byla přibližně šest hektarů, u keltského oppida činila 40 hektarů, v případě Závisti u Prahy šlo dokonce o 157 hektarů. Toto velikářství s sebou samozřejmě neslo problémy především se zásobováním. Uživit takto rozlehlé sídliště nebylo vůbec jednoduché a podle archeologů to může být jeden z důvodů, proč keltská oppida nakonec zanikla.

A jak vlastně vypadal život v nich? Z dosavadních archeologických výzkumů v Závisti víme, že zde postupně vznikaly rozsáhlé dvorce s obytnými i hospodářskými objekty, většinou ze dřeva. Do oppid se koncentrovala zejména specializovaná výroba včetně mincovnictví, doložený je ale i dálkový obchod. Osídlení obklopovaly obranné linie s kamennou hradbou vyztuženou dubovými kmeny. Brány doplňovaly mohutné strážní věže. Celková délka hradeb v Závisti se odhaduje na úctyhodných devět kilometrů. Pro srovnání, nejdelší u nás dochované hradby v Poličce měří „pouhých" 1220 metrů. V celém komplexu tak žilo pohromadě několik tisíc lidí, v případě nebezpečí v něm ale mohlo najít ochranu až 40 000 uprchlíků. Celá společnost se proto musela řídit jasně danou hierarchií. Její složení ovšem – i kvůli chybějícím písemným záznamům – dodnes neznáme.

Badatelé v Závisti objevili fragmenty tkalcovského stavu, kovářské dílny, kuchyňské keramiky, a dokonce zbytky importovaného skla a bronzových nádob. Z uvedených nálezů vyplývá, že Závist byla zejména v posledních dvou stoletích před naším letopočtem důležitým mocenským centrem v Čechách, které mělo značný vliv na dění ve svém okolí. To by mohlo podle odborníků dokazovat teorii, že byla sídlem keltské elity na našem území.

TAJEMSTVÍ OPPID

Oppida bývají často označována jako nejstarší města severně od Alp. Tým Vladimíra Salače nicméně v publikaci prokazuje, že ve střední Evropě představují slepou uličku vývoje sídlišť, a nikoli základ pozdějšího urbanizačního vývoje. Zatímco z původně keltského osídlení Lutetia později vyrostla metropole Paříž, v Závisti dnes najdeme nanejvýš altánek pro výletníky.

> „Keltové zřejmě doplatili právě na svoje megalomanství, na zcela předimenzované a nepraktické stavby. To může být v současné době, kdy řešíme limity udržitelnosti naší civilizace, velkým varováním."
>
> Vladimír Salač

Vznik a rozvoj keltských oppid nejen na našem území vnímají badatelé především jako reakci na ekonomické a společenské změny, jako byl nárůst počtu obyvatel nebo hospodářský vývoj. Jejich umístění v krajině se ovšem dodnes nepodařilo uspokojivě vysvětlit. Většina z osmi dosud objevených českých oppid stála izolovaně na vysokých kopcích, daleko od důležitých dopravních tepen a klíčových průsmyků. Z vojenského hlediska tak jejich poloha nedává téměř žádný smysl.

To by potvrzovalo teorii o tom, že Keltové stavěli svá opevněná sídla z jiných než strategických důvodů. Podle Vladimíra Salače je pro pochopení vzniku a smyslu oppid nutné opustit četné, dosud zažité představy: „My se stále snažíme na oppida nahlížet tak, jak to známe ze *Zápisků o válce galské* od Julia Caesara. Ve střední Evropě ale s tímto pohledem neuspějeme. Jako důležité opěrné body u nás oppida zkrátka nesloužila," zdůrazňuje historik. Možný náboženský podtext jejich výstavby zase vyvrací fakt,

PŘESHRANIČNÍ SPOLUPRÁCE

Atlas pravěkých a raně středověkých hradišť v Čechách vyšel v rámci programu Strategie AV21 Evropa a stát: *Mezi barbarstvím a civilizací* a grantu Oppida a jiná hradiště podpořeného Grantovou agenturou ČR. Při přípravě knihy spojili síly pracovníci několika českých a německých archeologických pracovišť. Díky badatelskému pobytu ve Šlesviku navázal Vladimir Salač spolupráci s Centrem pro baltskou a skandinávskou archeologii. Jeho pracovníci následně zpracovali získaná data a mapové podklady pomocí Geografického informačního systému (GIS). Výsledkem více než tříletého snažení je práce umožňující celkový pohled na rozložení hradišť v české kotlině, ale i následné podrobnější analýzy v rámci jednotlivých archeologických období, vědeckých témat, regionů či ještě menších oblastí. A kromě jiného prokazuje, že výstavba oppid se skutečně vymykala všem předchozím i následujícím stavbám opevněných sídlišť.

že se na žádném českém oppidu dosud nenašly pozůstatky keltských svatyní.

Na druhou stranu musela existovat určitá síla, která donutila tehdejší obyvatele opustit dosavadní způsob života a začít budovat opevněná sídliště v kopcích. V případě Závisti to znamenalo vznik doslova monumentálního areálu o velikosti zhruba tří set fotbalových hřišť. Ve vyšších polohách oppida, zvláště na tzv. akropoli, navíc chybí zdroj vody, jeho tehdejší obyvatelé proto museli tuto životodárnou tekutinu složitě dopravovat pravděpodobně pomocí nosičů a mezků z Břežanského potoka či z Vltavy. I proto je umístění oppida daleko od pramene přinejmenším nepraktické.

Hradiště na našem území během tisíciletí postupně vznikala a zase zanikala. Za jejich koncem často stály tlaky jiných kultur, problémy s logistikou, změny společnosti, ale třeba také klimatu nebo toku řek. Postupně tak mohlo v jednom prostoru vzniknout i několik na sobě nezávislých sídlišť.

V lokalitě Závist stálo první opevnění snad již v pozdní době kamenné, poté jistě v době bronzové a zvláště mohutné pak ve starší době železné v 6. století před naším letopočtem. Jeho největší slávu ale archeologové datují o 400 let později, kdy na místě vzniklo právě rozsáhlé keltské oppidum. Po jeho zániku zde měli své sídliště nejdříve Germáni, později i Slovani.

MÁME PŘEPSAT ŠKOLNÍ UČEBNICE?

Je možné, že vydaný atlas nepostihuje všechna hradiště, která na našem území v minulosti stála. Česká krajina během staletí výrazně měnila svoji podobu, řeky se často vinou jinak než v minulosti, odborný průzkum dávného osídlení ztěžuje i následná výstavba středověkých a novodobých sídlišť. Asi už nikdy se tak s určitostí nedozvíme, zda existovalo pravěké hradiště na kopci, kde dnes stojí Pražský hrad. Pozdější románské, gotické a barokní budovy další archeologický výzkum pravěkých pozůstatků v tomto prostoru prakticky vyloučily.

Publikace svým komplexním pojetím a podrobným zpracováním vyvrací některé desítky let zažité stereotypy. Mezi ně patří i ve školních učebnicích dlouho tradovaná představa o řece Ohři jako důležitém obchodním a vojenském spojení. Z podrobných archeologických srovnání zanesených v atlase přitom zjišťujeme, že břehy této řeky na severozápadě Čech až do středověku naši předci téměř neobývali.

Hradiště zakládali naši předci především na vyvýšených místech.

Kromě toho neplatí ani úměra mezi množstvím nerostných surovin či úrodností půd a množstvím hradišť. Jejich zvýšený počet by se dal očekávat v Podkrušnohoří, v blízkosti bohatých zdrojů cínu, mědi a železa, zde je ovšem jejich výskyt sotva průměrný. Naopak značné nahromadění hradišť lze pozorovat např. na Domažlicku, tedy mimo nejúrodnější a surovinově nejbohatší oblasti. Vůbec největší shluk hradišť se nachází mezi Labem a střední Sázavou, kde jsou podmínky pro zemědělství sice příznivější, na druhou stranu zde zcela chybějí potřebné nerostné suroviny.

Roli při umístění hradišť přitom hrálo mnoho faktorů, patřila mezi ně například nadmořská výška. Opevněná osídlení se stavěla kvůli zásobování především v dosahu nížiny. Přesto se našly i výjimky. Pět procent hradišť leželo v nadmořské výšce nad 650 metrů, to nejvýše položené, v Albrechticích na Šumavě, dokonce ve výšce 902 metrů nad mořem.

Vydaný atlas nevypovídá pouze o hradištích samotných, ale jejich prostřednictvím i o rozsahu a struktuře pravěkého a raně středověkého osídlení v Čechách, a tím i o starých společnostech jako takových. Osud mnoha hradišť a zejména keltských oppid může být přitom poučením i pro moderní společnost v 21. století. „Keltové zřejmě doplatili právě na svoje megalomanství, na zcela předimenzované a nepraktické stavby. To může být v současné době, kdy řešíme limity udržitelnosti naší civilizace, velkým varováním," uzavírá Vladimír Salač.

HLEDÁNÍ SPOLEČNÉ ŘEČI

Spolupráce česko-německého týmu probíhá hladce od roku 2015. Pouze občas museli vědci hledat společný jazyk. A to doslova. Německý digitální systém měl zpočátku problémy s diakritikou v pojmenování českých hradišť a následně i abecedním řazením lokalit. Badatelé museli databázi dodatečně nastavit tak, aby rozeznávala i takové ryze české názvy, jako jsou Češov, Řepice či Úhošťany.

TÉMA PRO...

MILOVICE

Dlouhá desetiletí sloužila krajina kolem Milovic vojákům, dnes se po ní svobodně prohánějí divocí koně, pratuři a zubři, kteří ji proměňují k nepoznání. **Rezervace je rájem velkých kopytníků i unikátní výzkumnou lokalitou.**

Červencové slunce ostře pálí a prudce osvětluje step porostlou nevysokými travami a trsy převážně žlutých a občas modrých květin. První stádo divokých koní vidíme až po několikaminutové jízdě terénním autem. Navzdory svému jménu unaveně a líně polehávají pod skupinou stromů. Není divu, blíží se poledne a je opravdu horko. Cítíme se trochu jako na safari uprostřed Afriky a s nadsázkou vtipkujeme, kdy zpoza stromu vykoukne lev. Samozřejmě žádné až tak cizokrajné zvíře v ten den nespatříme, ale vůbec nám to nevadí, nádherní koně s lesklou hnědou srstí, málo známí rohatí pratuři a mohutní chlupatí zubři nám ho bohatě vynahradí. ▷

Text: Leona Matušková | **Foto:** Jana Plavec

Výhodou velkých kopytníků je, že jim na rozdíl od menších ovcí nebo koz velmi chutnají i špatně stravitelné trávy, a v případě zubrů dokonce i dřeviny. Už několik měsíců poté, co se na pastviny nastěhovali koně (1), zubři (2) a pratuři (3 a 4), se vzhled krajiny změnil oproti původnímu stavu k nepoznání.

1

2

Ještě před pěti lety všude kolem rostly jen nevzhledné husté vysoké trávy a téměř žádné kvetoucí byliny. Dominantní druhy trav, jako jsou třeba ovsík vyvýšený, třtina křovištní nebo sveřep, vůbec nedaly jiným rostlinám šanci. „Je až překvapivě těžké si představit, jak to tady ještě před pár lety vypadalo. Všude jen vysoká tráva, květin málo, jako not na buben, prosadil se třeba jen řepík, který je dost vysoký, aby se prodral za sluncem, sem tam třezalka či pcháč rolní. Tím nektarodárné byliny končily," říká Miloslav Jirků z Biologického centra AV ČR, náš průvodce pastevní rezervací Milovice.

Výhodou velkých kopytníků je, že jim na rozdíl třeba od menších ovcí nebo koz špatně stravitelné trávy chutnají. První stádo divokých koní z anglického Exmooru se do milovické rezervace dostalo začátkem roku 2015, na podzim stejného roku k nim přibyla menší skupina rohatých praturů. Už za pár měsíců se okolní krajina začala měnit.

První a druhý rok ubývalo velkých vzrostlých trav a osmělovaly se byliny, které po dlouhá desetiletí jen živořily v jejich stínu, nebo skrývaly svá semínka v půdě, v takzvané semenné bance. Jakmile dostala semena méně průbojných rostlin životní prostor a vhodné podmínky, vyrostla, aniž by je někdo musel vysévat a sázet.

Ve třetím roce pastvy se na prvních desítkách hektarů obnovily květnaté louky, po dlouhé absenci se začaly vracet třeba mateřídoušky, pcháč bezlodyžný nebo černýš rolní. „To je moje oblíbená kytka, je velice zajímavá – když ji utrhnete a dáte si ji do herbáře, zčerná. Žije jako poloparazit – někteří botanici ji s nadsázkou označují za ‚Robina Hooda' mezi rostlinami. Ke svému růstu využívá dominantní a konkurenčně zdatné trávy, ubírá jim vodu i minerály, čímž je oslabuje, a jakmile uvadne a rozloží se, uvolní do svého okolí velké množství živin dobře dostupných pro ostatní byliny," ukazuje nám rostlinu s hustými kuželovitými klasy tmavě růžových květů Miloslav Jirků.

VZÁCNÉ KVĚTINY A MOTÝLI

Nejenže je taková krajina hezčí na pohled, ale především poskytuje vhodné prostředí pro rozmanitá společenstva hmyzu. Různé druhy motýlů či blanokřídlých dávají přednost jiným květinám, a čím více jich je na výběr, tím více druhů motýlů nebo třeba včel se v krajině objevuje. Na ještě nedávno zarostlé plochy bývalého milovického vojenského prostoru se díky velkým kopytníkům vrací například velmi vzácný modrásek hořcový, druh motýla, který ke svému vývoji potřebuje jednu konkrétní hostitelskou bylinu – hořec křížatý.

V Česku patří hořec mezi silně ohrožené druhy. Vyžaduje hodně slunečního svitu a jeho semínka klíčí jen na ploškách holé půdy, na louce porostlé hustou vysokou trávou nějakou dobu přežije, ale nedokáže se množit a časem vymizí. Zároveň ale ne-

Zatímco dříve krajině kolem Milovic dominovaly husté vysoké trávy a křoviny, které nedaly šanci jiným bylinám, dnes ji zdobí množství nektarodárných květin, poskytujících vhodné prostředí pro rozmanité druhy hmyzu a ptactva. Milovičtí kopytníci jsou plaší, pro návštěvníky jsou připravené vyhlídky za ohradou, ale nečekejte obdobu zoologické zahrady.

3

4

Trus velkých kopytníků výrazně přispívá k vytváření organické složky v půdě, která pak funguje jako houba a mnohem lépe vsakuje vodu.

snese ani kosení, protože většinou se louky kosí v době, kdy hořec kvete nebo plodí. Také v kosené louce může přežívat mnoho let, ale bez možnosti tvořit semena časem vyhyne. Díky koním a praturům se mu v Milovicích nabízí ideální stanoviště zbavené vysokých hustých trav, zato s dostatkem řídkých prosluněných trávníků a půdou narušovanou kopyty. „Dobře si prohlédněte listeny v okolí květů hořce, všechny ty malé bílé kuličky jsou vajíčka modráska hořcového," ukazuje nám Miloslav Jirků.

O kousek dál se snažíme překročit čerstvý trus některého z kopytníků. Kupodivu necítíme žádný zápach a trochu překvapivě hledíme na Miloslava Jirků, který si ke koblížku klekne a sáhne na něj. „Je ještě teplý... Lidé se ošklíbají, ale není důvod. Díky přirozené vláknité stravě mají naši koně zdravý mikrobiom a výborné trávení," vysvětluje přírodovědec. Zkouším na trus také sáhnout a dávám mu za pravdu. Přestože je čerstvý, na ostrém slunci se na něm už stihla vytvořit pevná krusta, takže nijak nešpiní. Pomocí klacíku svrchní vrstvu odkrývám a vidím propletené chodbičky chrobáků. Tito brouci odvádějí velkou práci, když pomáhají odstraňovat trus z povrchu, zpracovávají ho ▷

ZNOVUZROZENÍ PRATUŘI V MILOVICÍCH

Poslední skutečný pratur uhynul v roce 1627 při královské honitbě v Polsku. Milovičtí „pratuři" patří k plemeni tauros a jsou součástí mezinárodního programu tzv. zpětného šlechtění. V horizontu několika desítek let by se mělo plemeno tauros stát fenotypovým a ekologickým ekvivalentem vyhubeného divokého předka skotu, pratura. Program zpětného šlechtění pratura, resp. plemene tauros započali v roce 2008 odborníci z nizozemské nadace Taurus Foundation ve spolupráci s vědci z Wageningenské univerzity. Použili přitom několik primitivních evropských plemen, která byla praturovi geneticky a vzhledově nejblíže. Pro pratury jsou typické mohutné slonovinově světlé rohy s černými špičkami. Jejich letní srst je hladká a krátká, na zimu zhoustne a prodlouží se. Býci mají černé zbarvení se světlým pruhem podél páteře, světlejší čupřinou delších chlupů mezi rohy a bílým okolím tlamy a nozder. Samice jsou hnědočervené, podobně jako telata. Pratur se kdysi vyskytoval ve velké části Eurasie a severní Afriky od Atlantiku po Pacifik.

Mgr. MILOSLAV JIRKŮ, Ph.D.

Biologické centrum AV ČR

Působí jako vědecký asistent v laboratoři rybí protistologie Parazitologického ústavu Biologického centra AV ČR, kde se zabývá zejména parazity studenokrevných obratlovců. Zároveň tam hrdě zastává funkci zahradníka. Zajímá ho též vliv velkých kopytníků na přírodní stanoviště, přírodě blízký management krajiny a obnovování přírodních biotopů. Je jedním ze dvou iniciátorů vzniku pastevní rezervace u Milovic a programu návratu divokých koní, praturů a zubrů do české krajiny. Vystudoval obor ochrana a tvorba životního prostředí na Univerzitě Palackého v Olomouci a doktorát získal z veterinární parazitologie na Veterinární a farmaceutické univerzitě Brno. Zúčastnil se vědeckých expedic v Angole, Demokratické republice Kongo, Středoafrické republice, Súdánu, Ugandě, Keni a dalších zemích.

a zahrabávají hluboko do země. Přispívají tím k obnově půdy – zpřístupňují důležitou organickou složku půdním organismům (edafonu) a kořenům rostlin. Právě na výzkum koprofilních chrobáků se zaměřuje jeden z výzkumných projektů, které v Milovicích probíhají.

Jiný se pak soustředí na studium společenstev parazitů koní nezatížených medikací. „Zajímají nás dlouhé časové řady vylučování parazitů v trusu, už teď máme k dispozici jedinečný dvouletý dataset," přibližuje Miloslav Jirků výzkum, na němž Biologické centrum AV ČR spolupracuje s Veterinární a farmaceutickou univerzitou Brno a Masarykovou univerzitou. Už první výsledky ukazují rozdíly mezi koňmi žijícími na volné pastvě v Milovicích a těmi v běžných chovech, kteří se pasou jen částečně.

U hospodářských koní už menší množství strongylidních hlístic a dalších parazitů představuje zdravotní riziko a chovatelé je musejí odčervit. Přitom milovičtí hřebci a klisny mají i třikrát více vajíček hlístic a jsou zcela zdraví. „Umějí si s nimi poradit. Jsou v perfektní kondici, mají lesklou srst a každý rok se rodí nová a nová hříbata," dodává vědec.

Navazující projekt se nově zaměřuje také na studium potravních preferencí jednotlivých druhů velkých kopytníků. „Jakkoli to může znít překvapivě, něco tak základního, jako je spektrum druhů rostlin, kterými se živí jednotlivé druhy velkých kopytníků, zůstává do značné míry velkou neznámou," doplňuje Miloslav Jirků.

IMPOZANTNÍ ZUBŘI

Zatím skoro nebyla řeč o dalších velkých milovických kopytnících – o zubrech. Ti totiž žijí o kus dál, v druhé části pastevní rezervace. Uvolňujeme a vracíme zpět elektrický ohradník, vyjíždíme autem ven z první lokality a míříme směrem k Benátkám nad Jizerou, k části rezervace vyhrazené koním a zubrům. Její povrch se trochu od předchozí liší. Je méně přehledný, protože jej částečně pokrývají vzrostlá křoviska znemožňující výhled. Zatímco v první lokalitě byly znatelné vyježděné stezky, v této nejsou, zdoláváme kopečky, zatáčky, rozrytou půdu a velké louže. Drncáme se v autě poměrně dlouho, než narazíme na první zvířata. Nečekaně vjíždíme přímo mezi stádo zubrů, kteří si nás zvědavě prohlížejí. Vypínáme motor a děláme jakoby nic. Chceme, aby si na nás kopytníci zvykli a neutekli.

Jsou to impozantní zvířata, velká, srstnatá. Připadáme si trochu nepatřičně, jako nezvaná návštěva v cizím obývajícím pokoji. Náš průvodce nás vyzývá, ať zůstaneme v autě, kolegyně fotografka tedy zaměřuje objektiv jen otevřeným okýnkem. Zubr opravdu vzbuzuje respekt. Je největším volně žijícím suchozemským obratlovcem evropského kontinentu. Samci dosahují hmotnosti až 920 kilogramů!

V minulosti se zubři vyskytovali od dnešní severovýchodní Francie přes střední a východní Evropu až po severní Kavkaz. Dokázali se přizpůsobit různému prostředí – lesostepím, stepím v okolí Kaspického moře i listnatým a jehličnatým lesům od pobřeží Baltského moře po vrcholky Alp a Kavkazu. Bohužel, člověku neodolali, ve volné přírodě jim byli vyhubeni (v polské Bělověži v roce 1919 a na Kavkaze roku 1927), přežila jen hrstka zubrů v zoologických zahradách a soukromých rezervacích.

Dnes, téměř po sto letech systematické ochrany, najdeme zubry v pěti desítkách volně žijících stád a populací, stále častěji však také v rezervacích, jako je ta středočeská. Zubři v Milovicích spásají nejen trávy, ale i dřeviny. Svými těžkými kopyty narušují půdu, a umožňují tak vyklíčit semenům ukrytým v půdě, stejně jako konkurenčně slabým rostlinám, které nedokážou vyklíčit v hustém porostu.

Svou činností rovněž udržují množství větších i menších louží a tůní. K jedné takové tůňce se po vycouvání ze zubřího stáda vydáváme. Vidíme v ní množství larev pakomárů, ale také něco, co připomíná živou mouku. „To jsou dafnie, miniaturní sladkovodní korýši," prozrazuje Miloslav Jirků a upozorňuje nás na další pozoruhodnosti. Například žábronožky. Jejich velikost odhaduju zhruba na jeden centimetr, jsou průhledné. Některé mají po bocích modrý váček (samičky s vajíčky), jiné kleštičky na konci ocásku (samečci). Jak se dozvídáme, samičky kladou velké množství velmi odolných vajíček, která jsou schopna přežít i desítky let sucha, vysoké i mrazivé teploty.

OBŽIVLÍ TRILOBITI

Žábronožky jsou starobylí korýši, jen málo se liší od svých předků, kteří obývali Zemi před stovkami milionů let! Společně s nimi se v loužích často vyskytují listonozi a je tomu tak i v Milovicích. Listonoha sice hledáme déle, ale nakonec jednoho objevíme. Fascinovaně hledím na podivné stvoření připomínající delší trubičku pokrytou zeleným listem a zakončenou dvojitým vlásčitým ocáskem. Vepředu má jakoby hlavičku se dvěma malýma očkama zakončenou fousky.

Pod krunýřem (co vypadá jako list) se schovává tělo přibližně se stem nohou! Podobně jako žábronožky se na Zemi vyskytují už více než dvě stovky milionů let a řadí se mezi tzv. živoucí fosilie. Ostatně nejsou až tak nepodobní trilobitům, které dnes nacházíme coby zkamenělé svědky prvohor.

Zatímco si u louže pozorně prohlížím živoucí fosilie, Miloslav Jirků vyměňuje fotopasti. Jsou rozmístěné po celé rezervaci a mnohdy vydávají nečekaná svědectví o místním životě. Díky fotopastem tak třeba víme, že v milovické rezervaci dlouhodobě žije šakalí pár, který většinou rok co rok úspěšně vyvádí mláďata, nebo že sem zavítali vlci.

Po všem, co jsme v ten den u Milovic viděli a zažili, začínám pomalu věřit tomu, že snad zpoza stromu opravdu může vykouknout třeba lev. Ale i bez těchto exotických zvířat je krajina zděděná po vojácích a přeměněná v unikátní rezervaci plná neuvěřitelně rozmanitého života. Jak dodává Miloslav Jirků, spousta přírodovědných projektů se v Milovicích rozbíhá, vždyť rezervace funguje teprve šestým rokem. Už teď je ale jisté, že se můžeme těšit na zajímavé výsledky v mnoha biologických oborech.

Slunce dále žhne a za naším autem se zavírá brána. Opouštíme unikátní lokalitu, která patří svobodně žijícím koním, praturům, zubrům, motýlům, divokým včelám, žábronožkám, listonohům a mnoha dalším živočichům.

Vzácný modrásek hořcový

Hořec křížatý, hostitelská rostlina modráska hořcového

V tůních se vyskytují žábronožky.

DĚNÍ V AKADEMII

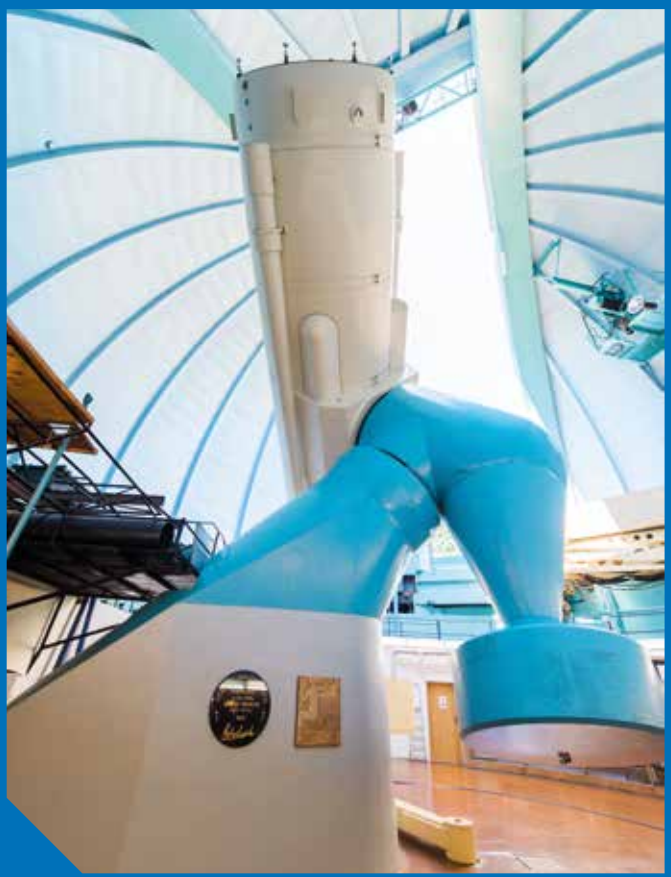
VĚDA HRAJE PŘI ZVLÁDÁNÍ PANDEMIE KLÍČOVOU ROLI

Vědci jednali spontánně, pružně a zásadně pomohli Česku překlenout období pandemie. I to zaznělo na konferenci o významu vědy a výzkumu pro zvládnutí zdravotních a socio-ekonomických dopadů nemoci covid-19. Akce se konala ve středu 15. července 2020 v Ústavu molekulární genetiky AV ČR a uspořádala ji Akademie věd ČR ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR, Radou pro výzkum, vývoj a inovace a Českou konferencí rektorů. „Říká se, že věda je investice do blízké i vzdálené budoucnosti. A pod to bych se stokrát podepsala. Pandemie nám ukázala, jak moc je důležité, že má naše země relativně rozvinutou vědecko-výzkumnou infrastrukturu. Ta je totiž naprosto klíčová proto, aby se stát mohl v kritických situacích tohoto typu bránit," uvedla na konferenci předsedkyně Eva Zažímalová. Připomněla, že akademická pracoviště v boji s novým koronavirem zdaleka nepřispěla jenom testováním. Věnovala se také vývoji ochranných pomůcek, nových materiálů a testovacích metod nebo výzkumu viru samotného. Pandemie ale zaměstnala i odborníky na ekonomiku či sociální a humanitní vědy. Předsedkyně zdůraznila, že aktivita, kterou výzkumné instituce vyvíjely, vycházela většinou zezdola a byla naprosto spontánní. Vědci podle ní budou spolehlivou zálohou i v případě další vlny pandemie či jiných hrozeb.

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Jana Plavec (3), Pavlína Jáchimová, Stanislava Kyselová, Ústav experimentální botaniky AV ČR, Shutterstock

PODPORA ŠPIČKOVÉHO VÝZKUMU

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR se stal novým partnerem Nadačního fondu Neuron, který oceňuje špičkové české vědce. Cílem je nejen podpořit výjimečné výzkumníky, ale také ty začínající a mladé a motivovat je k návratu z ciziny zpět do Česka. Ceny Neuron se udělují v sedmi vědeckých disciplínách, za deset let svého trvání se na prémiích vyplatilo 85 vědcům a vědkyním 66 milionů korun. „Partnerství je přirozený krok, protože obě organizace si uvědomují, jak důležitá je dlouhodobá a koncepční podpora excelentní vědy," říká Monika Vondráková, spoluzakladatelka a předsedkyně Správní rady Nadačního fondu Neuron.



PERKŮV DALEKOHLED JE O DESÍTKY PROCENT ÚČINNĚJŠÍ

Největší tuzemský dalekohled pojmenovaný po žijící legendě české astronomie Luboši Perkovi váží přes osmdesát tun a průměr jeho zrcadlového objektivu činí dva metry. Ve službě na ondřejovské observatoři je již více než padesát let. Za tu dobu prošel několika modernizacemi. Po optické stránce byl však dalekohled dosud téměř v původním stavu. A to se nyní vědci rozhodli napravit. Díky radikální změně optické konfigurace narostla účinnost přístroje o desítky procent, což vědcům dovolí pozorovat i málo jasné objekty. Nově přidaná zobrazovací kamera jim navíc umožní pořizovat přímé snímky vesmírných objektů. Na modernizaci spolupracoval tým stelárního oddělení Astronomického ústavu AV ČR s Výzkumným centrem speciální optiky a optoelektronických systémů TOPTEC z Turnova, které je součástí Ústavu fyziky plazmatu AV ČR.

NADAČNÍ FOND JAROSLAVA TUPÉHO PODPORUJE MLADÉ VĚDCE

Ústav experimentální botaniky AV ČR založil za podpory americké firmy Varieties International LLC nadační fond pojmenovaný na počest Jaroslava Tupého, významného biologa a šlechtitele jabloní, který v ústavu celý život pracoval. Cílem je podporovat výzkumné aktivity studentů a mladých vědců v oboru rostlinné biologie. O příspěvek na realizaci konkrétního projektu mohou žádat nejen zdejší (zejména mladí) vědci a vědkyně, ale také vysokoškolští studenti a studentky, kteří s ústavem spolupracují. Nadační fond chce zároveň přispět k posílení mezinárodní kooperace se soukromým sektorem a k řešení sociálních či environmentálních problémů. Letos získají finance dva projekty. První se týká medicínsky zajímavých látek z kapradin a druhý vývoje nových sloučenin odvozených od rostlinných hormonů giberelinů.

NOVÁ SPOLUPRÁCE S MINISTERSTVEM KULTURY ČR

Předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová podepsala 18. srpna 2020 memorandum o spolupráci s ministrem kultury Lubomírem Zaorálkem. Domluvili se spolu na sdílení a využívání vědeckých poznatků v oblasti kultury, na možnosti společných výzkumných aktivit, zpracovávání expertiz, konzultacích a organizování odborných seminářů a konferencí. Spolupráce mezi oběma institucemi se předpokládá například v oblasti památkové péče a archeologického výzkumu. Memorandum nabízí obecný rámec pro uzavírání následných konkrétních smluv.

DVACETILETÉ VÝROČÍ VÝZKUMU HUSTÉHO PLAZMATU

Ve druhé polovině devadesátých let uzavřela Akademie věd ČR dohodu se Společností Maxe Plancka a za symbolickou jednu německou marku odkoupila terawattový jódový laserový systém Asterix IV. Nový domov získal v kampusu Na Slovance, kde se stal klíčovým velkým laserovým zařízením Centra PALS (Prague Asterix Laser System), společné laboratoře Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a Fyzikálního ústavu AV ČR. Právě před dvaceti lety, ve čtvrtek 8. června 2000, poskytl tento systém první krátké laserové impulzy s energií až tisíc joulů. Přístroj poskytující krátké impulzy záření nesoucí velké množství energie slouží k výzkumu horkého hustého plazmatu. Vědci studují jeho vznik, vlastnosti i vývoj v čase a prostoru.

EXPERTI VARUJÍ PŘED HROZBOU INVAZNÍCH DRUHŮ

Je nezbytně nutné učinit kroky k prevenci šíření invazních nepůvodních druhů rostlin a živočichů, jejich vyhledávání a udržení pod kontrolou na lokální i celosvětové úrovni. To je závěr nové studie zveřejněné v časopise *Biological Reviews*, jejímž autorem je Petr Pyšek z Botanického ústavu AV ČR.

Nepůvodními druhy se rozumějí rostliny, zvířata a mikroorganismy neúmyslně nebo úmyslně zavlečené lidmi do oblastí, ve kterých se přirozeně nevyskytují. Mnohé z nich se pak nekontrolovaně šíří, přičemž mnohdy mají škodlivý vliv na životní prostředí, ekonomiku i lidské zdraví. Počet invazních druhů se rapidně zvyšuje, po celém světě je jich v tuto chvíli zaznamenáno více než osmnáct tisíc. Vědci tento nárůst biologických invazí připisují zvyšujícímu se počtu a různorodosti cest, kterými se mohou druhy šířit, a také rostoucímu objemu přepravy.

PŘÍŠTĚ

3. místo
ZLATÝ STŘEDNÍK 2018

OBRAZ

Zobrazovací techniky a metody se neustále vyvíjejí a vylepšují. Pomáhají přitom nejen v medicíně, zejména diagnostice, ale také v oblasti výtvarného umění. Například počítačová tomografie dokáže odhalit skryté vady a poškození u stovky let starých dřevěných soch. Jak se vyvíjejí a testují algoritmy pro různé zobrazovací metody? Co všechno lze zobrazit a v jak vysokém rozlišení? Jak lze upravovat nedostatečně kvalitní záznam? Jak důležitý je pro člověka obraz jako umělecký předmět? A co zajímavého se dozvídáme při porovnávání starých krajinomaleb se současnou realitou?

DOMÁCÍ NÁSILÍ ZA KORONAKRIZE

Na jaře letošního roku se v důsledku pandemie nemoci covid-19 partneři, manželé či rodiny s dětmi ocitli téměř ze dne na den v nezáviděníhodné situaci, kdy byli doslova vytrženi ze svého běžného života. Vzrostl v důsledku nouzového stavu počet případů domácího násilí? Reagovaly státní instituce adekvátně? Situaci mapoval výzkum Sociologického ústavu AV ČR a Univerzity Karlovy.

VÝZKUM NA TAIWANU

Už několik let funguje na Taiwanu malé pracoviště Orientálního ústavu AV ČR. Čím se zabývá a jaký je jeho význam? Co se díky pobočce dozvídáme o ostrovní zemi, kterou sousední, mnohem větší Čínská lidová republika dodnes nepovažuje za samostatný stát?

Foto: Shutterstock

A VĚDA A VÝZKUM

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

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

Šéfredaktor
Viktor Černoch
Zástupkyně šéfredaktora
Leona Matušková
Redaktoři
Martin Ocknecht, Radka Římanová,
Luděk Svoboda, Markéta Wernerová
Fotografka
Jana Plavec
Produkční
Markéta Wernerová
Korektorka
Irena Vítková, Jana Bečvářová
Sociální sítě
Petr Cieslar
Grafika
Pavlína Jáchimová, Viktor Černoch,
Josef Landergott

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

Tisk
Triangl, a. s.
Distribuce
CASUS Direct Mail, a. s.

Číslo 3/2020, vychází čtvrtletně, ročník 4
Vyšlo 9. září 2020
ISSN 2533-784X
Cena: zdarma
Evidenční číslo MK ČR E 22759

Nevyžádané materiály se nevracejí. Za obsah inzercí redakce neodpovídá. Změny vyhrazeny. Veškeré texty a dále fotografie na str. 3, 6–7, 21–23, 25–29, 35, 38–39, 42–43, 45–47, 50–51, 54, 58–61, 64, 69, 72–79 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

J. A. K.

Komenský v kulturách vzpomínání

8. 9.
—
21. 10.
—
2020

Galerie Věda a umění
Akademie věd ČR, Národní 3, Praha 1

Vstup volný
Po—Pá 10.00—18.00

Akademie věd
České republiky

Špičkový výzkum
a tradice od roku 1890

VĚDA A VÝZKUM

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

www.avcr.cz

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

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

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

https://twitter.com/akademie_ved_cr