A VĚDA A VÝZKUM

Akademie věd České republiky

magazín AV ČR | 2/2020

Půda

Do hloubky poznání

Zázrak lidské řeči: jak se děti učí mluvit

Nový biosenzor bude odhalovat koronavirus

Taktický urbanismus pomáhá znevýhodněným

T | Ý | D | E | N | V | T

Akademie věd České republiky

TÝDEN VĚDY A TECHNIKY 20

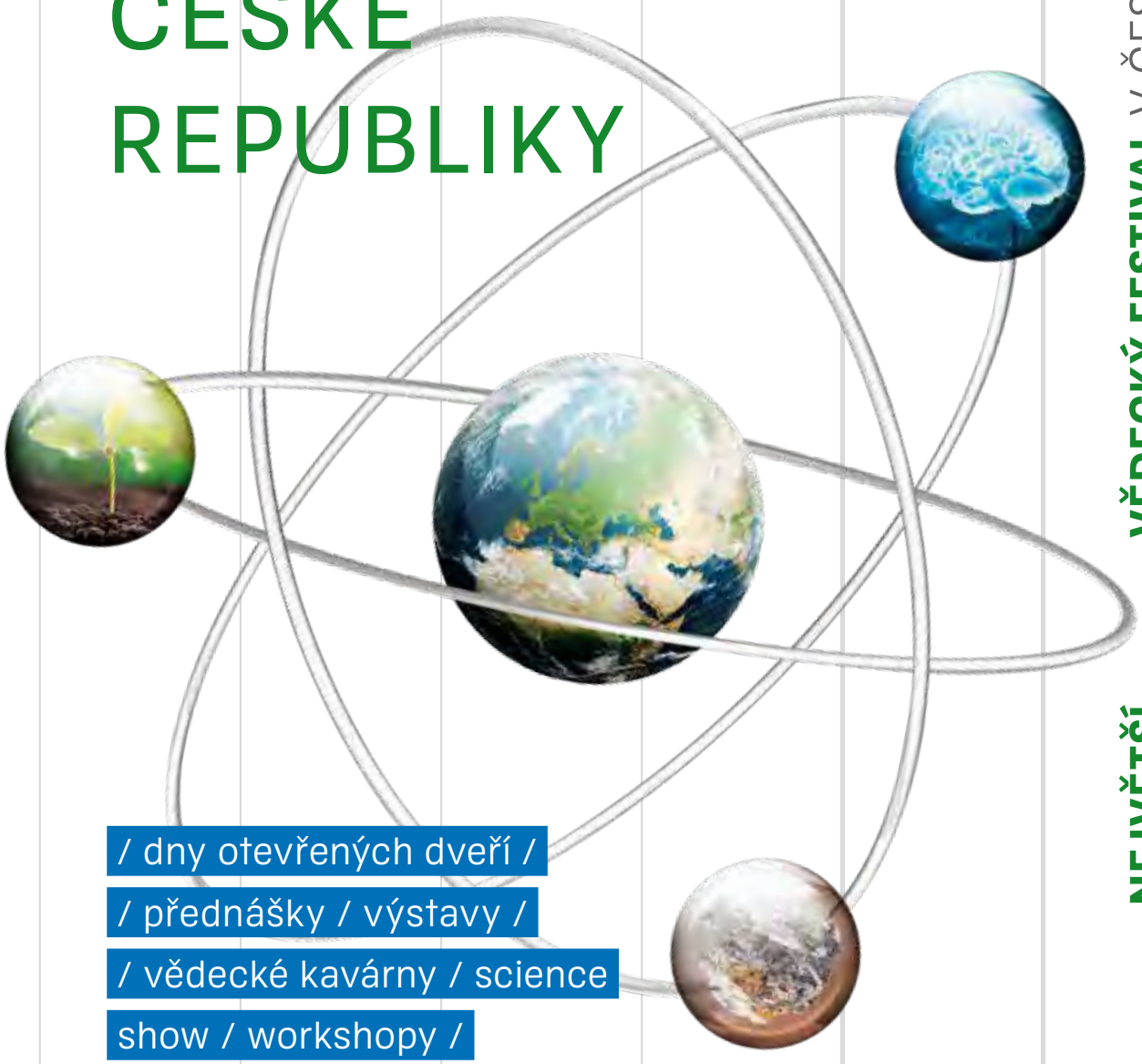
AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY

WWW.TYDENVEDY.CZ

2—8/11/2020

VĚDECKÝ FESTIVAL V ČESKÉ REPUBLICE

NEJVĚTŠÍ



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

Foto: Pavlína Jáchimová

EDITORIAL

Vážení čtenáři,

letošní jaro jsme všichni prožívali úplně jinak než v předcházejících letech. Kvůli pandemii koronaviru mnozí z nás nemohli chodit do zaměstnání nebo do školy a museli pracovat nebo učit se z domovů. Všechno zlé je ale k něčemu dobré. Díky bezprecedentním opatřením jsme netrávili čas v obchodních centrech a ulicích měst, o to víc jsme mohli vyrážet do probouzející se přírody. Měli jsme tak jedinečnou možnost vnímat zelenající se stromy a rostliny rašící z odpočinuté půdy. V jaké kondici jsme ale půdu zastihli?

Zima naneštěstí nepřinesla tolik sněhu, kolik by bylo potřeba pro doplnění spodních vod. Sucho, které nás sužuje několik posledních let, se tudíž nadále prohlubuje. Půda tím nesmírně trpí a její zranitelnost se zvyšuje. Jaká asi bude letošní úroda? Poradí si s nepříznivými klimatickými podmínkami české zemědělství?

Jak ukazuje hlavní text v tomto čísle časopisu *A / Věda a výzkum*, půda se umí vypořádat s lecčím. Jenže způsob, jakým s ní zacházíme v posledních minimálně sto letech, jí nedovoluje její schopnosti naplno využít. Více než kdy dříve je nezbytné půdu dopodrobna zkoumat, přinášet o ní nové poznatky a informovat o nich. K tomu chce přispět i náš časopis.

Výzkumná práce badatelů z Akademie věd ČR se v době koronaviru nezastavila. Naopak, mnozí kolegové se velmi aktivně zapojili do testování jak vzorků na přítomnost viru, tak i vlastností různých materiálů pro ochranné pomůcky, do výroby ochranných masek, analýz ekonomického a společenského vývoje a dalších aktivit. Vše přehledně najdete na webových stránkách avcr.cz a na sociálních sítích. Pozoruhodným výsledkem výjimečné situace je rovněž náš nový projekt Věda na doma, kde najdete tipy na pokusy, testy a kvízy, streamy přednášek z domova vědců a vědkyň a také audiorozhovory (podcasty) z vědeckého prostředí.

Milí čtenáři, přeji vám inspirativní čtení.

Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR

52 Fenomenální VČELY

Včely jsou symbolem píle a užitečnosti. Jihočeští vědci z Biologického centra AV ČR postavili na svých pozemcích experimentální včelnici, aby mohli zkoumat aspekty života tohoto hmyzu a testovat speciální doplňková krmiva.

Foto na titulní straně: Shutterstock
Foto: Jana Plavec (2), Shutterstock (2), SOkA Liberec

OBSAH

V OBRAZE
6 Koronavirus – pozitivní, nebo negativní?

Z AKADEMIE
8 Nové vědecké objevy AV ČR

ZE SVĚTA
12 Komentáře expertů AV ČR

TÉMA
18 Životadárná, mocná a ohrožená

HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY
30 Rodilým mluvčím už v děloze

HISTORIE
36 Jantarové bohatství rané doby bronzové

MEDICÍNA
40 Národní nádor

ROZHOVOR
46 Od hamburgeru ke koronaviru

FOTOSTORY
52 Fenomenální včely

VĚDY O ZEMI
56 S taktikou na městské bariéry

BIOLOGIE A EKOLOGIE
62 Také s rostlinami cvičí hormony

HISTORIE
66 Umění pod novým pánem

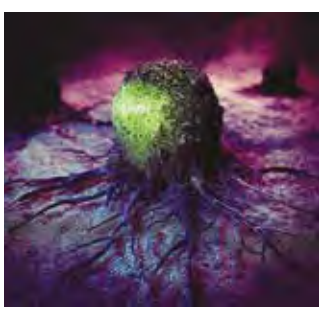
STRATEGIE AV21
70 Jiný pohled na svět

TÉMA PRO...
76 TOPTEC

DĚNÍ V AKADEMII
80 Krátké zprávy z AV ČR

30 Rodilým mluvčím už **v děloze**

Jak se děti učí svému rodnému jazyku? Zajímavé závěry přinášejí výzkumy Psychologického ústavu AV ČR.



40 Národní **nádor**

Rakovina tlustého střeva ohrožuje velkou část české populace. Jaké jsou nové možnosti prevence, diagnostiky a léčby?

62 Také s rostlinami cvičí **hormony**

Může být květina ve stresu? Čeho se nejvíce bojí? Nejen na lidi, ale také na rostliny mají enormní vliv hormony. Roli hrají třeba i v tom, jak vypadají.

66 **Umění** pod novým pánem

Odebírání majetku československých Němců po druhé světové válce zůstává dodnes palčivou kapitolou našich dějin.

V OBRAZE

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Jana Plavec

KORONAVIRUS – POZITIVNÍ, NEBO NEGATIVNÍ?

Pracoviště testují vzorky na přítomnost viru SARS-CoV-2

Jaro roku 2020 se do naší paměti navždy zapíše jako období, kdy lidstvo čelilo zdravotní krizi nebývalého rozsahu. Pandemie nemoci covid-19 zasáhla a ochromila celou naši planetu. Do pomoci se postupně zapojily také vědecké instituce – Akademie věd ČR neváhala a nabídla své síly, zkušenosti a vybavení – vyčlenila své laboratoře i vyškolené pracovníky a zapojila se do testování vzorků na přítomnost nového koronaviru SARS-CoV-2. Povolení získal od Státního zdravotního ústavu například Ústav molekulární genetiky AV ČR, sídlící v pražské Krči. Zdejší tým pod vedením Petra Bartůňka přizpůsobil pro testování BSL2+ laboratoř, kde za zvýšených bezpečnostních a hygienických opatření dokážou pomocí robotické stanice otestovat až tisíc vzorků denně. Po přenesení vzorků z odběrových zkumavek do laboratorních 96jamkových destiček (foto) izolují virovou RNA s využitím magnetických kuliček vyvinutých v Česku. Poté metodou qPCR (kvantitativní polymerázové řetězové reakce) detekují přítomnost koronaviru ve vzorku. Přehled dalších aktivit a pracovišť zapojených do boje s pandemií najdete na stranách 78 až 81.

Z AKADEMIE

PŘENOS STŘEVNÍCH PARAZITŮ MEZI LIDMI A PRIMÁTY

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Lidem jsou nejblíže příbuzní šimpanzi, gorily a další lidoopi. Náš genom je identický až z 96 % a sdílíme i určité znaky chování. Vědci z Ústavu biologie obratlovců AV ČR se ve svém výzkumu zaměřili na podobnost složení střevní mikrofauny. Jde o první studii, která detailně zkoumá přenos parazitů mezi lidmi a primáty. Dosud se parazité zkoumali jednotlivě, ale například strongylidní hlístice, na něž výzkumníci cílili, tvoří komplikovaná společenstva. Pro výzkum využili tzv. vysoce výkonné amplikonové sekvenování (vzorek trusu se rozmixuje a pomocí různých chemikálií „vyčistí“, až zbyde jen DNA všech obyvatel střeva, a poté se osekvenuje pouze DNA společenstva hlístic). Výsledky jsou překvapivé. Očekávalo se, že přenosy parazitů budou probíhat především mezi skupinami primátů přivyklých na lidi a lidmi, kteří jsou s nimi v denním kontaktu. To však studie nepotvrdila. Ze všech nalezených hlístic lidé sdílejí s ostatními studovanými primáty pouze parazity z rodu *Necator*, kteří se přenášejí přes kůži. Jejich přenos je nejsnadnější a téměř se mu nedá zabránit.

PORTÁL PŘEDPOVÍDÁ RIZIKO POŽÁRŮ V ČESKÉ REPUBLICE

—

Ústav výzkumu globální změny AV ČR

V posledních letech se naše země potýká s obřími vlnami sucha a platí to zatím i pro letošní rok. Projekt InterSucho monitoruje situaci v České republice už od roku 2012, nově se k němu přidává i portál FireRisk, který předpovídá míru rizika vzniku požárů. Jejich zvýšenému počtu nahrává jak sušší krajina a vysoké teploty, tak větrné počasí. Rizikem jsou i bouřky, které klimatologové očekávají v letních měsících stále častěji, protože roste extremita počasí. Portál ukazuje data na šest dnů dopředu na pětistupňové škále od zanedbatelného požárního rizika až po vysoké. Usnadní práci státní správě i samosprávám, které vyhlašují preventivní opatření. Na jeho vývoji spolupracovali především vědci z Ústavu výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe), Českého hydrometeorologického ústavu a Ústavu pro výzkum lesních ekosystémů. Najdete jej na stránkách www.firerisk.cz.

DUSÍK VYHÁNÍ VZÁCNÉ DRUHY ROSTLIN Z EVROPSKÝCH LESŮ

—

Botanický ústav AV ČR

Zatímco před čtyřiceti lety se lidé v lese mohli celkem běžně potěšit pohledem na planě rostoucí orchideje, dnes tyto kriticky ohrožené rostliny v přírodě stěží vyhledá odborník. Vzácné druhy totiž ubývají ve prospěch těch hojnějších. A je to zřejmě vinou rostoucího množství dusíku v krajině. „Dusík je pro rostliny jednou z klíčových živin. Zejména kvůli spalování fosilních paliv a nadměrnému hnojení v zemědělství je ho však nyní v krajině přebytek. To svědčí rostlinám, které jsou na dusík náročné. Jde však hlavně o různé plevele, například ostružníky nebo netýkavky," vysvětluje jeden z autorů studie Radim Hédl z Botanického ústavu AV ČR. Tyto druhy se tak v posledních desetiletích rozšířily evropskými lesy, a to na úkor rostlin nenáročných na živiny, kterých je dnes v krajině podstatně méně.

ASTRONOMOVÉ ZKOUMAJÍ IMPAKTNÍ KRÁTERY V GRÓNSKU

—

Astronomický ústav AV ČR

Impaktní krátery vznikají při srážce dvou pevných těles v planetární soustavě. Vědci doposud zaznamenali asi dvě stovky útvarů. Identifikaci ovšem často komplikuje nepřístupný terén kolem místa dopadu. Původ dvou kráterů ukrytých pod kilometr, respektive dva kilometry silnou vrstvou ledu pod ledovci v Grónsku pomohla potvrdit speciální metoda vyvinutá týmem Jaroslava Klokočníka z Astronomického ústavu AV ČR. Využívá gravitační aspekty získané z družicových i pozemských měření po celém světě. Analýzou gravimetrických dat je tak možné usuzovat na existenci skrytých struktur pod zemí i pod ledem a mnohem důkladněji popsat podpovrchové hustotní anomálie různého původu.

CHARIZMA INVAZIVNÍCH DRUHŮ

—

Biologické centrum AV ČR

Mezinárodní tým, ve kterém nechyběli vědci z Biologického centra AV ČR a Botanického ústavu AV ČR, zkoumal vliv charizmatu na zacházení s invazními druhy. Atraktivita rostlin či živočichů totiž ovlivňuje, jak je lidé vnímají – pokud se jim líbí, podílejí se na jejich zavlečení do nových prostředí a brání jejich vymýcení. Mnohé nepůvodní druhy se podmínkám v novém prostředí nedokážou přizpůsobit, jiné populace však úspěšně zdomácní a mohou přivodit problémy těm původním. Atraktivní druh, ať je to okrasná rostlina, pestrobarevná akvarijní rybka či roztomilá veverka, přijímá veřejnost lépe než druh neatraktivní a nevýrazný, a má tak vyšší šanci zdomácnět. To komplikuje ochranářská opatření, jejichž účelem je bránit šíření druhu – chybí totiž podpora veřejnosti.

ČERVENÉ ŘASY POMÁHAJÍ RECYKLOVAT VZÁCNÉ KOVY

—

Mikrobiologický ústav AV ČR

Týmu vědců z Centra ALGATECH se ve spolupráci s rakouskými kolegy podařilo recyklovat vzácné kovy z elektronického odpadu. Využili k tomu červené řasy. „Prvky vzácných zemin jsou vyčerpatelný zdroj. Navíc přes devadesát procent produkce drží Čína, která si diktuje cenu prodeje a těžbu provádí z ekologického hlediska v naprosto katastrofálních podmínkách," popisuje vedoucí výzkumného týmu Milada Vítová z Mikrobiologického ústavu AV ČR motivaci pro hledání sekundárních zdrojů. Exponované červené řasy do sebe absorbují prvky vzácných kovů, které si vytáhnou z luminoforu, tedy z rozemletého prášku elektronického odpadu. Výsledným produktem je biomasa obsahující vzácné kovy. Tu lze využít jako vydatné hnojivo, případně jejím spálením získat přímo samotné kovy.

ODKUD SE REKRUTUJÍ VÝZKUMNÍCI NA UNIVERZITÁCH

—

Národohospodářský ústav AV ČR

Nová studie think-tanku IDEA při Národohospodářském ústavu AV ČR ukazuje, že české vysoké školy zaostávají v najímání vědců z jiných pracovišť. Tuzemské univerzity mají na rozdíl od evropských a zámořských významně méně výzkumníků ze zahraničí a častěji zaměstnávají vlastní absolventy. Podobně jsou na tom univerzity z dalších zemí Visegrádské čtyřky. Analýza dokládá, že mají mezi výzkumníky někdy až polovinu vlastních absolventů. Podle autorů studie se tak připravují o nové myšlenky i postupy a hrozí, že se školy uzavřou ve vlastních ideových mantinelech. Pokud už najímají někoho zvenčí, jde spíše o odborníky z jiných lokálních univerzit než ze zahraničí. Na špičkových univerzitách, jako jsou americký Princeton nebo britský Oxford, přitom tvoří vlastní absolventi obvykle méně než čtvrtinu výzkumných pracovníků.

BAHNO NA MARSU MŮŽE TÉCT JAKO LÁVA

—

Geofyzikální ústav AV ČR

Na Marsu se nacházejí desítky tisíc kuželů velkých několik stovek metrů, o jejichž původu vědci stále diskutují. Mohly vzniknout sopečnou činností, ale i erupcemi bahenních sopek. Evropský tým výzkumníků pod vedením Petra Brože z Geofyzikálního ústavu AV ČR napodobil na britské Open University nehostinné marťanské podmínky za pomoci nízkotlaké komory. Za nízkých tlaků simulujících podmínky na rudé planetě badatelé vylévali na studený písčitý povrch dobře tekoucí bahno bohaté na vodu a sledovali, jak nestabilita vody za nízkého atmosférického tlaku změní jeho chování. Zjistili, že bahno by se na povrchu Marsu rozlévalo podobným způsobem jako některé lávové proudy na Havaji nebo na Islandu (tzv. láva typu Pāhoehoe). Experimenty prokazují, že geologické procesy nefungují na jiných planetách Sluneční soustavy stejně jako na Zemi. Rozdílné chování bahna souvisí s tím, že marťanská atmosféra je přibližně 150× méně hustá než zemská. Při nízkém atmosférickém tlaku totiž voda není stabilní a začíná se vařit a odpařovat. Odpařováním se bahno ochlazuje a nakonec zamrzne. Bahenní vulkanismus tedy mohl či stále může na povrchu Marsu fungovat, bahenní sopky se však mohou od pozemských značně lišit. (Na snímku bahenní sopka Bakhar v Ázerbájdžánu.)

ZE SVĚTA

NEVYUŽITÝ POTENCIÁL MĚSTSKÉHO ZAHRADNIČENÍ

V českých městech zahradničí lidé na balkonech, komunitních zahradách a nově také na střechách budov. Nešlo by pro pěstování ovoce a zeleniny využít i další plochy městské zástavby? Nad otázkou se zamysleli britští vědci ze Sheffieldské univerzity a studii zveřejnili v magazínu *Nature Food*. Spočítali, že pokud by se k pěstování využilo jen 10 % městské zeleně (která v Británii tvoří až polovinu rozlohy měst) a dalších vhodných ploch, pokryla by produkce spotřebu ovoce a zeleniny až 15 % místní populace. Značné možnosti skýtá například využití hydroponických a aquaponických systémů na střechách.

KOMENTUJE BARBORA DUŽÍ

Ústav geoniky AV ČR

Nejen zahraniční příklady ukazují, že ve městech existuje slušný potenciál pro produkci ovoce a zeleniny a rozvoj tzv. městského zemědělství. Cesta k praktické realizaci však není tak snadná, záleží na územních faktorech (soulad těchto produkčních ploch s vymezením využití v územních plánech, zapracování případných změn týkajících se například přeměny veřejných parků v zahrady) a životním prostředí (jak vyřešit případné znečištění půdy apod.). Důležitý je i lidský faktor, ochota a schopnost pěstovat vlastní potraviny, otázka vlastnických vztahů, otevřený přístup ke změnám a novým formám soužití městského člověka s možností vlastní produkce nebo odběru potravin. Česká republika má bohatou tradici hobby zahrádkaření u domů, chat nebo v zahrádkových osadách, které vymezují územní plány měst, označovaných zpravidla jako plochy individuální rekreace. Dále fungují školní pozemky nebo zahrady při střediscích ekologické výchovy. Rozvíjejí se nové formy zahrádkaření včetně vertikálních zahrad a jiných pěstebních postupů bez potřeby půdy apod. Především zahrádkové osady jsou vhodným materiálem pro nejrůznější studie, které analyzují nejen jejich produkční potenciál, ale i další sociologické, ekonomické a environmentální přínosy. Studie ze Sheffieldu je unikátní svým komplexním přístupem. Bere totiž v úvahu produkční potenciál hobby i komerčního pěstování ovoce a zeleniny k dostupné a potenciální ploše a vztahuje jej k počtu obyvatel daného území včetně jejich průměrné spotřeby. Studie, která by řešila potravinovou soběstačnost na regionální úrovni nebo přímo na úrovni vybraného města, u nás chybí a byla by velmi přínosná. Zvláště vzhledem k aktuální situaci, kdy v přímém přenosu pozorujeme, jak je současné nastavení produkce potravin zranitelné a neudržitelné.

Připravily: Markéta Wernerová, Jana Olivová | **Foto:** Shutterstock

ŽIVOT HLUBOKO POD MOŘSKÝM DNEM

Japonští geobiologové našli v jílem vyplněných prasklinkách ve vyvřelých horninách hluboko pod mořským dnem bohaté společenstvo bakterií. Je jich odhadem až 10 miliard v jediném cm^3. Podle studie v odborném časopise *Communications Biology* odebrali badatelé vzorky hornin z konce druhohor až paleogénu (stáří od 33,5 do 104 milionů let) v hloubce několika desítek až prvních set metrů pod oceánským dnem. Analýzy DNA bakterií prokázaly, že patří k různým druhům. Objev života na tak nečekaných místech by mohl znamenat i posun při hledání života jinde ve vesmíru, konkrétně na Marsu. I na něm se totiž hojně vyskytují vyvřelé horniny. V místech, kde přicházejí do styku s kapalnou vodou, by mohl být i mikrobiální život.

KOMENTUJE RADEK MIKULÁŠ

Geologický ústav AV ČR

Kontroverzní americký geobiolog Thomas Gold přišel v roce 1999 se široce pojatou teorií horké hluboké biosféry. Předpokládala, že v hloubce několika set kilometrů pod zemským povrchem kypí v pórech krystalických hornin bakteriální život. Ten využívá k rozmnožování a (zřejmě omezenému) pohybu energii některé z mnoha oxidačních reakcí, které umožňuje okolní prostředí. Oxidovanou „surovinou“ může být například sirovodík, metan a vodík. Podle Golda jsou tyto reakce zdrojem uhlovodíků v ropných pastech („klenbách“ nepropustných hornin) a z toho plyne, že ropná ložiska mohou být vyčerpána nanejvýš dočasně – po čase se sama doplní. Myšlence doplňování ropných ložisek se nebrání ani většina „tradičních“ ropných geologů, kteří si vznik ropy představují jako destilaci gigantických celků usazených hornin s obsahem uhlíku ve velkých hloubkách. V různých hlubokých vrtech byly sice nalezeny důkazy existence hluboko žijících bakterií, nepodařilo se však najít těžitelná ropná ložiska. A obvykle se nepodařilo ani napodobit prostředí, v němž bakterie z horkých hlubin Země žily, ani vypátrat jejich metabolické dráhy. První léta po vydání knihy Thomase Golda o horké hluboké biosféře byla zřejmě dosavadním vyvrcholením pátrání po mikrobech velmi hluboko pod našima nohama. U nás se tématem zabývali například Václav Cílek, Anton Markoš a Jindřich Hladil. Je potěšitelné, že práce na tomto bezesporu fascinujícím tématu se nezastavily. Objev japonských geobiologů podpořený možností levné a rychlé analýzy DNA by mohl někdejšímu vzrušujícímu tématu dodat nový impulz.

BUŇKY, KTERÉ POMÁHAJÍ ZAPOMENOUT

Kromě neuronů, tedy nervových buněk, je v mozku také téměř stejný počet buněk gliových. Dříve se soudilo, že jejich role je pouze podpůrná – slouží jako mechanická opora, výživa, pomáhají s „úklidem“ nervové tkáně a podporují imunitu. Nedávné nálezy však naznačují, že hrají důležitou úlohu i ve výpočetních procesech mozku. Již před pár lety vědci zjistili, že myši, do jejichž mozku byla transplantována lidská glie, se lépe učí. Článek v časopise *Science* nyní ukázal, že určitý typ glie, tzv. mikroglie, napomáhá zapomínání některých vzpomínek.

KOMENTUJE ALEŠ STUCHLÍK

Fyziologický ústav AV ČR

Zapomínání je důležitá součást paměti. Jde o aktivní a důležitý proces, nezbytný pro fungování všech paměťových systémů. Víme, že reorganizace synaptických spojení mezi neurony a změny propojení mezi sítěmi neuronů mohou vést k vymazání dřívějších vzpomínek. A jakou roli v tom mohou hrát mikroglie? Jsou to jakési malé améby, které cestují mozkem a kromě toho, že likvidují („odklízejí“) nežádoucí částice, také selektivně odstraňují některá synaptická spojení mezi neurony, čímž umožňují zapomínání.

PŘÍLIŠ HORKÝ SATURN

Proč jsou teploty horní vrstvy atmosféry plynných obrů (Jupiteru, Saturnu, Uranu a Neptunu) o několik set stupňů Celsia vyšší, než by měly být vzhledem k jejich vzdálenosti od Slunce? Možné vysvětlení nabízí analýza dat ze sondy Cassini, která podle studie v odborném časopise *Nature Astronomy* poskytla poprvé ucelenou představu o dění ve vysoké atmosféře od pólu k pólu.

KOMENTUJE ONDŘEJ SANTOLÍK

Ústav fyziky atmosféry AV ČR

Při oběhu kolem Saturnu zachytila sonda Cassini zvláštní druh rádiových vln, aurorální sykot, který připomínal jevy nad oblastmi polárních září na Zemi. Podařilo se nám tehdy s kolegy z univerzity v Iowě vysvětlit tato pozorování pomocí soustavy elektrických proudů vedených v magnetosférickém plazmatu planety. Rozbíhaly se z prstence B, z místa, kde se vyrovnává oběžná rychlost pevných, převážně ledových částic v prstenci s rychlostí okolního plazmatického prostředí, které rychle rotuje spolu s planetou. Následující měření vedla k objevům soustav elektrických proudů, které ohřívají ionosféru a horní vrstvy atmosféry planety na podobném principu jako elektrická přímotopná tělesa. Z nich, pokud je nezakryjeme (což se nemá), proudí do okolí ohřátý vzduch. V případě Saturnu ovšem až donedávna teoretické modely naznačovaly, že jeho „topná tělesa“ na vysokých šířkách jsou dobře zakryta (působením Coriolisovy síly a brzděním iontů v neutrální atmosféře) a teplo z nich nemůže proudit k rovníku. Sonda však uskutečnila zajímavá pozorování průchodu světla vzdálených hvězd vrchními vrstvami Saturnovy atmosféry, která ukázala, že Saturn svá topná tělesa nezakrývá a teplo z nich k rovníku přece jen proudí.

PŘILÉTÁ SRŠEŇ ASIJSKÁ

Invazivní druhy rostlin či živočichů se s těmi původními často příliš „nekamarádí“. Nejinak je tomu i se sršní asijskou (*Vespa velutina*), která pochází z jižní a východní Asie. Do Evropy se dostala na lodi v kontejneru s bonsajemi přes Francii přibližně před 15 lety. Postupně se rozšířila do Itálie, Španělska, Portugalska, Velké Británie či Německa. V létě roku 2019 se tento dravý druh, který představuje nebezpečí především pro včelaře, objevil v okolí Hamburku. Podle příspěvku německých biologů v časopise *Evolutionary Systematics* se šíří z Francie na sever, a to rychleji než dosud, zdá se také, že se usídluje v klimaticky méně příznivých oblastech. K českým hranicím už to tedy nemá daleko.

KOMENTUJE ALEŠ BEZDĚK

Biologické centrum AV ČR

Článek německých kolegů vycházel z jediného chyceného živého exempláře *Vespa velutina*, který byl nalezen na začátku září 2019 v hamburské čtvrti Billbrook. V té době tedy nebylo jisté, jestli se nejedná pouze o náhodně zavlečený exemplář například z jihozápadní Evropy. Později se ovšem ve stejné hamburské čtvrti našlo hnízdo asi s 80 jedinci. Jde tedy zjevně o životaschopnou populaci. *Vespa velutina* se postupně šíří z Francie směrem na severovýchod, v Německu se určitě vyskytuje také v Bádensku-Württembersku, Hesensku a patrně už i v Bavorsku. Pokud se potvrdí rychlost šíření její populace, což je asi 70 kilometrů za rok, mohli bychom ji v České republice očekávat během dvou nebo tří let. Dělnice jsou specialistkami na vylupování včelích úlů. Cukernaté látky slouží jako potrava dospělým sršním, ulovené včelí larvy a dospělé včely jsou zdrojem proteinů pro jejich larvy. Východoasijské včely se jejich útokům naučily bránit – včelí dělnice útočící sršeň obklopí, nabalí se na její tělo a během několika minut ji zahubí. Uprostřed chomáče je teplota okolo 46 °C a koncentrace CO_2 zhruba 3,7 %, to je pro sršeň smrtelná kombinace. Evropské populace včel ovšem tuto strategii neovládají.

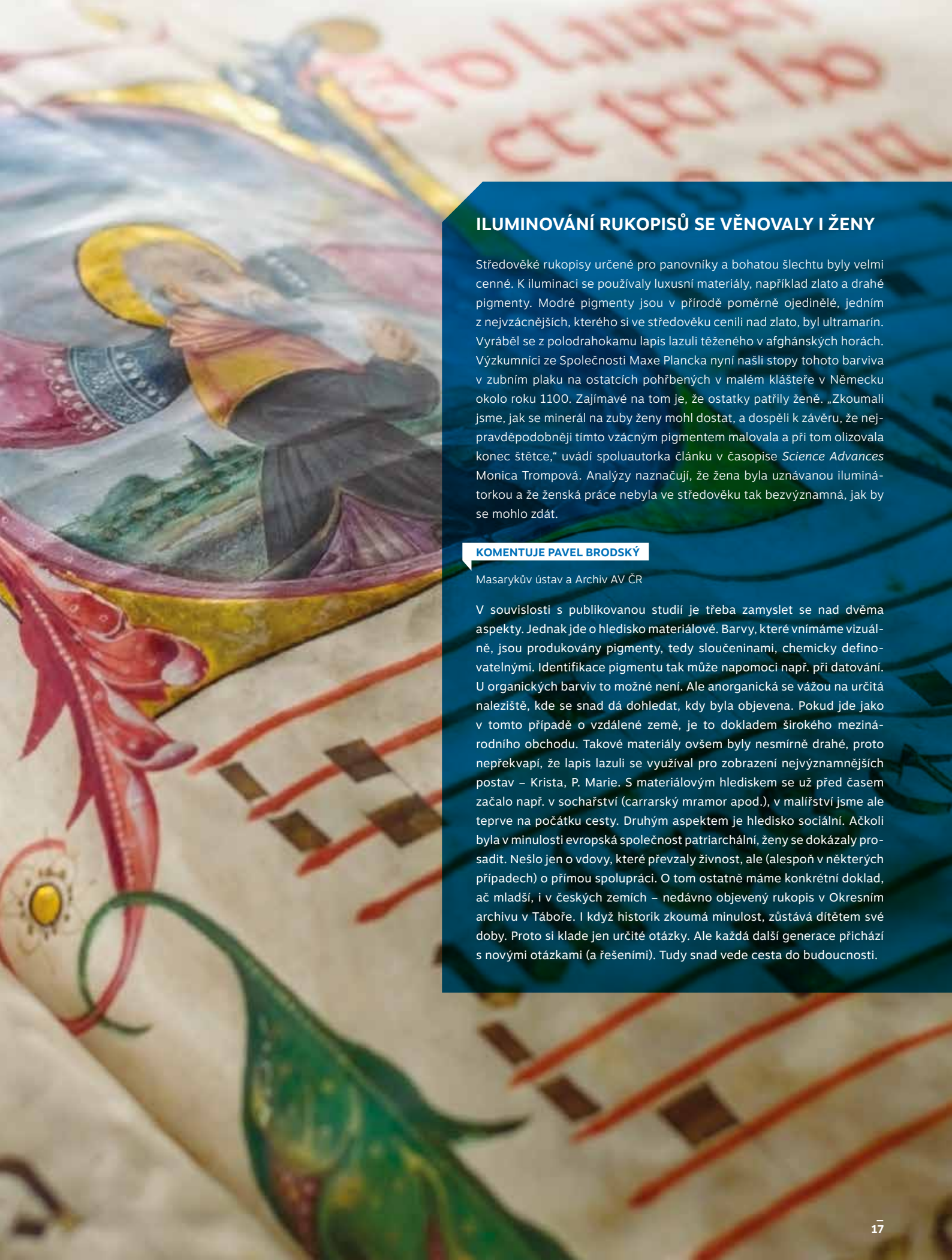
POLYESTEROVÉ OBLEČENÍ VERSUS ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Výsledky zajímavého experimentu zveřejnili výzkumníci z Univerzity v Plymouthu. Testovali čtyři různé druhy oblečení vyrobeného z polyesteru a měřili, kolik mikrovláken se uvolní do okolí při běžném nošení v porovnání s praním. Navázali tak na svá předchozí měření, ve kterých potvrdili, že během praní se z prádla uvolňuje do vody velké množství mikrovláken – až 4000 na gram tkaniny. Výsledná čísla je překvapila: při nošení se z oblečení během pouhých 20 minut uvolní přibližně 400 vláken na gram tkaniny. Znamenalo by to, že ročně „vyprodukuje“ jeden člověk téměř 300 milionů polyesterových mikrovláken při praní oblečení a více než 900 milionů při jeho nošení. Ať už se mikroplasty dostanou do vody nebo do vzduchu, znamená to pokaždé to samé – další znečištění životního prostředí.

KOMENTUJE MARTIN PIVOKONSKÝ

Ústav pro hydrodynamiku AV ČR

Obecně se ukazuje, že narůstající produkce plastů a nesprávné zacházení s nimi vede ke značné kontaminaci všech složek životního prostředí včetně vody. Dominantním zdrojem mikroplastů je právě uvolňování syntetických vláken při nošení a následném praní syntetických oděvů. Takto vzniká celých 35 % mikroplastů (měřeno jako počet částic) uvolněných do životního prostředí. Dalších přibližně 28 % vzniká otěrem pneumatik a 24 % představuje tzv. městský prach bez bližšího určení primárního zdroje polutantů. Zbylých 13 % pochází z kosmetických přípravků, syntetických barev a z rozpadu plastových výrobků, např. obalů či PET lahví. Podle některých studií se také ukazuje, že průměrný občan „západního“ světa vyprodukuje téměř 2,5 kilogramu mikroplastových částic ročně. Z toho celých 1,2 kilogramu tvoří otěr z pneumatik. Naopak používání syntetických tkanin na oblečení vede k produkci „pouhých“ 80 gramů na osobu za rok, což představuje asi 3 %. V případě mikroplastů je rozhodující spíše jejich počet než to, kolik váží. Přestože o jejich výskytu a zdrojích v životním prostředí víme stále více, o jejich vlivu na ekosystémy a lidské zdraví jsou naše informace stále velmi omezené. Představují pravděpodobně jeden z dosud nejméně prozkoumaných typů znečištění životního prostředí.



ILUMINOVÁNÍ RUKOPISŮ SE VĚNOVALY I ŽENY

Středověké rukopisy určené pro panovníky a bohatou šlechtu byly velmi cenné. K iluminaci se používaly luxusní materiály, například zlato a drahé pigmenty. Modré pigmenty jsou v přírodě poměrně ojedinělé, jedním z nejvzácnějších, kterého si ve středověku cenili nad zlato, byl ultramarín. Vyráběl se z polodrahokamu lapis lazuli těženého v afghánských horách. Výzkumníci ze Společnosti Maxe Plancka nyní našli stopy tohoto barviva v zubním plaku na ostatcích pohřbených v malém klášteře v Německu okolo roku 1100. Zajímavé na tom je, že ostatky patřily ženě. „Zkoumali jsme, jak se minerál na zuby ženy mohl dostat, a dospěli k závěru, že nejpravděpodobněji tímto vzácným pigmentem malovala a při tom olizovala konec štětce," uvádí spoluautorka článku v časopise *Science Advances* Monica Trompová. Analýzy naznačují, že žena byla uznávanou iluminátorkou a že ženská práce nebyla ve středověku tak bezvýznamná, jak by se mohlo zdát.

KOMENTUJE PAVEL BRODSKÝ

Masarykův ústav a Archiv AV ČR

V souvislosti s publikovanou studií je třeba zamyslet se nad dvěma aspekty. Jednak jde o hledisko materiálové. Barvy, které vnímáme vizuálně, jsou produkovány pigmenty, tedy sloučeninami, chemicky definovatelnými. Identifikace pigmentu tak může napomoci např. při datování. U organických barviv to možné není. Ale anorganická se vážou na určitá naleziště, kde se snad dá dohledat, kdy byla objevena. Pokud jde jako v tomto případě o vzdálené země, je to dokladem širokého mezinárodního obchodu. Takové materiály ovšem byly nesmírně drahé, proto nepřekvapí, že lapis lazuli se využíval pro zobrazení nejvýznamnějších postav – Krista, P. Marie. S materiálovým hlediskem se už před časem začalo např. v sochařství (carrarský mramor apod.), v malířství jsme ale teprve na počátku cesty. Druhým aspektem je hledisko sociální. Ačkoli byla v minulosti evropská společnost patriarchální, ženy se dokázaly prosadit. Nešlo jen o vdovy, které převzaly živnost, ale (alespoň v některých případech) o přímou spolupráci. O tom ostatně máme konkrétní doklad, ač mladší, i v českých zemích – nedávno objevený rukopis v Okresním archivu v Táboře. I když historik zkoumá minulost, zůstává dítětem své doby. Proto si klade jen určité otázky. Ale každá další generace přichází s novými otázkami (a řešeními). Tudy snad vede cesta do budoucnosti.

600 000 ha
orné půdy ztratilo přirozenou schopnost zadržovat vodu.
NADLOŽNÍ HORIZONT
Zbytky rostlinných a živočišných částí
HUMUSOVÝ HORIZONT
Rozložená organická hmota promíchaná s minerální složkou
PŘEMĚNĚNÝ HORIZONT
Hromadí se v něm jíly, humusové látky, železo, hliník atd.
5000 ha
zemědělské půdy mizí každý rok kvůli stavbě skladů, sídlišť a silnic (více než 13 ha denně).
o 94 %
klesla výměra pěstování lnu v roce 2018 proti roku 1988.
PŮDOTVORNÝ HORIZONT
Vzniká rozpadem matečné horniny.

Text: Leona Matušková | **Foto:** Jana Plavec (5), Shutterstock (10)

Životadárná, MOCNÁ A OHROŽENÁ

Schopnosti půdy udržet, podpořit, rozložit a znovu stvořit život se zdají téměř nekonečné. **Pokud do nich nezasahuje člověk.**

o 303 %
se zvýšila výměra řepky v roce 2018 proti roku 1988.

20 milionů tun
ornice se ročně ztratí vlivem eroze.

PODLOŽNÍ HORIZONT
Matečná hornina

Psal se rok 1837, od pětileté dobrodružné výpravy na lodi Beagle uplynulo už pár měsíců a mladý přírodovědec Charles Darwin začínal být uznávanou osobností. Při průzkumné plavbě si vydobyl jisté renomé, ale vrátil se s pochroumaným zdravím. Aby si odpočinul a přišel na jiné myšlenky, odjel na venkov navštívit svého strýce Josiaha Wedgwooda.

Jak se brzy ukázalo, vědecké záhady si ho našly i tam. Strýc ho vzal na několik svých polí, která prý ještě patnáct let předtím obsahovala jen prach a vápno. Při vědcově návštěvě už ale původní povrch zakrývala kvalitní úrodná půda. Nikdo ji tam nenavezl, vytvořila se zdánlivě sama. Strýc vyslovil hypotézu, že za přeměnu neúrodné pevniny v pole můžou žížaly.

„Dá se pochybovat o tom, jestli jsou vůbec na světě živočichové, kteří kdy hráli významnější úlohu v historii světa, než tato titěrná stvoření," napsal o více než čtyřicet let později Charles Darwin ve svém posledním velkém díle, které zasvětil výzkumu žížal a jejich úloze při tvorbě úrodné půdy. Ve své době se kniha stala bestsellerem, stejně úspěšným jako dnes mnohem známější *O původu druhů* (kniha o žížalách v češtině nevyšla, na internetu se ale dá najít její digitalizovaná podoba pod originálním názvem *Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms*).

Studiu žížal a jejich role v půdotvorném procesu se Charles Darwin dlouhodobě a velmi pečlivě věnoval. Dělal s nimi nejrůznější pokusy. Některé se nám můžou zdát úsměvné, třeba když testoval jejich sluch hlasitou hrou na klavír. Jiné experimenty ale přinesly dodnes platné závěry. Hlavním výsledkem bylo zjištění, že žížaly se velmi významně podílejí na vzniku humusu v jílovitých půdách, kde vytvoří až dva a půl kilogramu humusu na metr čtvereční ročně, tedy zhruba tři milimetry silnou vrstvu. Dnes už víme, že hlavní autorství při tvorbě půdy zdaleka nepatří jen žížalám, ale mnoha dalším drobným živočichům a bezpočtu mikroorganismů. Jejich schopnosti přetvářet mrtvý substrát v kvalitní úrodnou půdu jsou obdivuhodné.

NA POČÁTKU VŠEHO BYL KÁMEN

„Existence půdy je naprosto fascinující, tedy fakt, že se vůbec v přírodě vyvinula. Jen si představte, jaký by byl svět bez půdy," uvádí Miloslav Šimek z Ústavu půdní biologie Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích. „Život v něm by jistě také vznikl, ale výsledkem by byl vodní svět, úplně jiný, než jak jej známe dnes."

> „Degradace půdy nás půdní odborníky velice trápí. Je rozsáhlá, postihuje rozmanité vlastnosti i funkce půdy a souběžně s nedostatkem vody a její kvality je hlavním problémem současné České republiky.
>
> Miloslav Šimek

Když si uvědomíme, že více než sedmdesát procent povrchu Země zabírají oceány – skutečně můžeme planetu do určité míry nazývat „vodním světem". Naštěstí pro nás zbývající povrch pokrývá souš, která nám prostřednictvím půdy nabízí vhodné místo k žití i zdroj potravy.

Půda vzniká a vyvíjí se na povrchové vrstvě souše působením mnoha různých faktorů. Základem je takzvaná matečná hornina, která zvětrává vlivem různých klimatických jevů a dále se přeměňuje díky práci mnoha živých organismů.

„Půdu definujeme různým způsobem. Samozřejmě víme a poznáme, co je plně funkční půda. Ale kdy vlastně můžeme hovořit o půdě poté, co skálu pokryje vrstvička něčeho živého? Spíše umíme přesně říct, co půda není – ani kámen, ani písek – protože v nich chybí život," říká Miloslav Šimek.

ÚSTAV PŮDNÍ BIOLOGIE BIOLOGICKÉHO CENTRA AV ČR

Jedno z nejmenších pracovišť Akademie věd ČR se věnuje mezioborovému výzkumu půdy. Přistupuje k němu z pohledu půdní zoologie, mikrobiologie, chemie a mikromorfologie, řeší základní otázky spojené s tvorbou, úrodností a obnovou půd. Ústav vznikl v roce 1986 a dnes je součástí Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích. Úzce spolupracuje s výzkumnou infrastrukturou SoWa, která sídlí na stejné adrese a zabývá se interakcemi půdy a vody.

PŮDA JE VODA I VZDUCH

Určit přesnou definici půdy je nesnadné zejména proto, že jí je velké množství druhů, jedna „typická" půda neexistuje. Přesto k určitému zjednodušení musíme přistoupit, abychom se vůbec o tématu mohli dál bavit.

Když vezmeme půdu do ruky, můžeme mít pocit, že ji tvoří jen pevná část, kousky kamínků, písek a rozložené zbytky rostlin. Ve skutečnosti je její velmi důležitou součástí také složka kapalná a plynná. Představme si typickou minerální hlinitou půdu v kyblíku. Skoro půlku objemu by vyplňovaly úlomky hornin a minerálů, jejich zrnka a krystaly různé velikosti. Druhou polovinu voda a vzduch v poměru závislém na klimatických podmínkách. Pouze malou část kyblíku (kolem pěti procent) zabere takzvaná organická hmota. Tvoří ji různé mikroorganismy, kořeny, humus a živočichové, jako jsou třeba chvostoskoci nebo žížaly.

Společenstvu organismů, které žijí v půdě, se souhrnně říká edafon. Vytvářejí neskutečně rozmanitý a bohatý svět – v jediném gramu zdravé a kvalitní půdy žijí miliardy mikroorganismů (včetně bakterií a archeí – jedné z nejstarších forem života na naší planetě).

Na každém metru čtverečním plochy pole, louky či lesa se v půdě do hloubky několika desítek centimetrů vyskytují biliardy (10^{15}) bakterií a dalších mikroorganismů a miliony až miliardy metrů mikroskopických houbových vláken. Naprostou většinu nemáme šanci pouhým okem spatřit a rozeznat, můžeme pozorovat jen větší živočichy, například

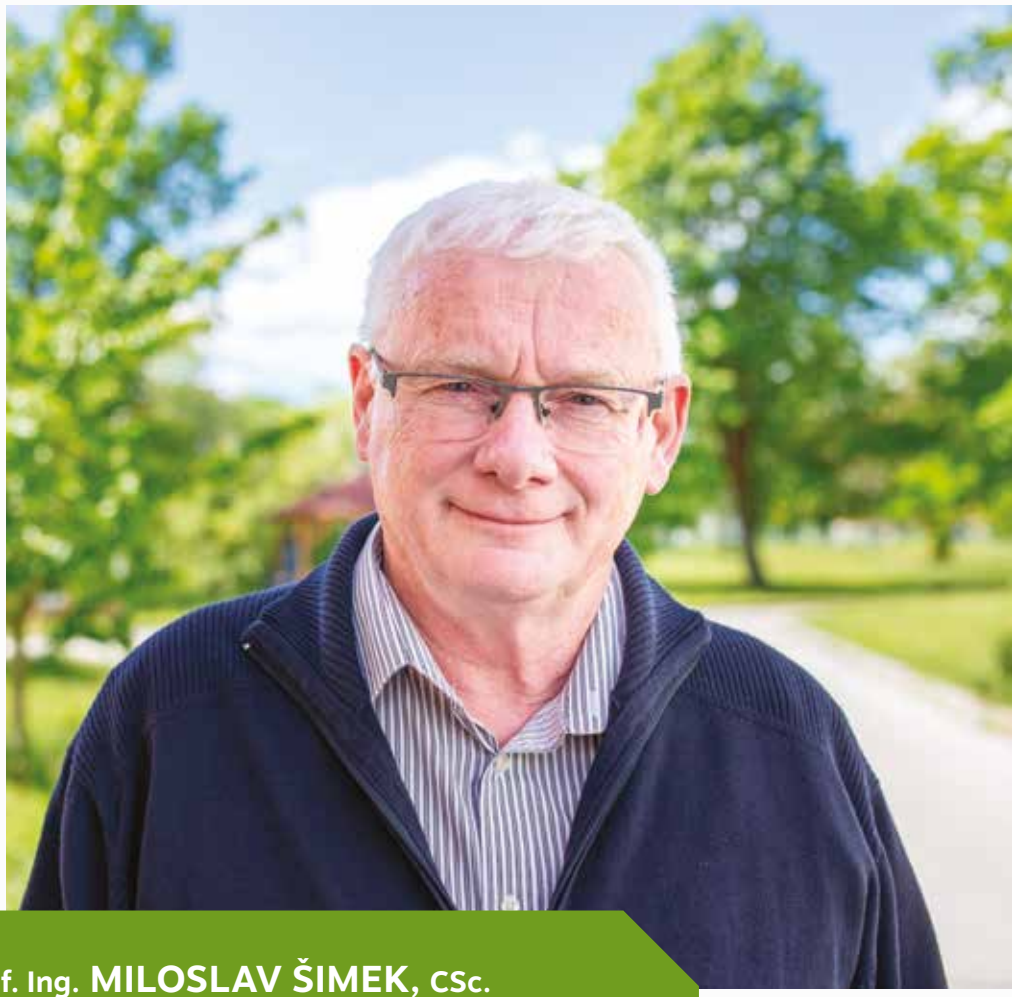
žížaly, pavouky, brouky, nadšenější přírodozpytci pak zahlédnou různé stonožky či mnohonožky. Uvádí se, že na jednom metru čtverečním se můžou nacházet desítky až stovky žížal a stejné množství dalších drobných živočichů. Velká většina živých organismů se vyskytuje ve svrchních zhruba patnácti až třiceti centimetrech.

ŽELVUŠKY, VÍŘNÍCI I TERMITI

V odborné literatuře nalezneme mnoho údajů o početnosti a hmotnosti živých organismů v půdách. S trochou nadsázky se dá říct, že co článek či učebnice to jiný údaj. Miloslav Šimek k tomu v souhrnné publikaci *Živá půda*, kterou loni vydalo Nakladatelství Academia, podotýká, že kromě přirozené pestrosti a rozmanitosti půd jsou údaje poplatné postupům, metodám a technologiím, které jsou nebo byly v té které době přístupné. Rozvoj molekulární biologie a bioinformatiky některé dřívější, ale stále hojně citované poznatky mění a v budoucnu měnit bude. To ale přenechme autorům odborných statí. Nám laikům vyrážejí dech čísla nejen aktuální, ale i ta, která uvádějí starší publikace.

Na ploše jednoho hektaru se ve svrchní vrstvě půdy hluboké obvykle několik desítek centimetrů (až maximálně pár metrů) vyskytuje asi deset tun kořenů rostlin a pět tun půdních organismů. Necelé tři tuny připadají na bakterie, dvě tuny na houby, asi sto kilogramů na žížaly, roupice, stejnonožce a podobné živočichy. Při vyjmenovávání zástupců půdní mikroříše zaplesá srdce každého milovníka češtiny – do takzvané mikrofauny řadíme hlístice, vířníky, želvušky či prvoky (měňavky a nálevníky), do mezofauny chvostoskoky, roupice, všekazy a roztoče, do makrofauny stejnonožce, stonožky, žížaly, brouky, pavouky a měkkýše. Největšími obyvateli megafauny jsou krtci, myši a další půdní organismy větší než dva centimetry.

Představit si stonožku není nic složitého, u želvušek nebo hlístic už naše fantazie pokulhává, i když jejich poetické názvy nám mohou napovědět. U obrovského množství bakterií a archeí už ale můžeme mít problém uvědomit si, o co jde. Ty přitom v půdě hrají velice důležitou roli, zpracovávají organickou hmotu a podílejí se na koloběhu živin. Jejich neviditelná práce je zásadní i pro lidstvo, pomáhají totiž regulovat skleníkové plyny v atmosféře. Také proto se na ně soustředí pozornost stále většího počtu vědeckých týmů.



prof. Ing. MILOSLAV ŠIMEK, CSc.

Biologické centrum AV ČR

—

Specializuje se na výzkum skleníkových plynů vytvářených půdními mikroorganismy a živočichy. Je hlavním autorem publikací *Skleníkové plyny z půdy a zemědělství* (Nakladatelství Academia, 2019) a *Živá půda* (Nakladatelství Academia, 2019). V Ústavu půdní biologie Biologického centra AV ČR vede oddělení půdní mikrobiologie. Vyučuje na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

MIKROSVĚT POD LEDOVCEM

„Do půdy vidíme mnohem méně než do jakéhokoli jiného prostředí. Vládne v ní ▷

Dvousvazková publikace *Živá půda* nabízí jedinečný souhrn dosavadních odborných znalostí o půdě. Kniha poslouží zejména studentům a učitelům jako studijní materiál. Na *Živou půdu* naváže praktická příručka, která přinese konkrétní doporučení zemědělcům a zahrádkářům.

obrovská diverzita a velmi složité vzájemné vazby. Její složitost je pro mnoho odborníků odstrašující, proto se bohužel studuje mnohem méně, než odpovídá její důležitosti pro celý ekosystém i lidstvo," říká Miloslav Devetter z Biologického centra AV ČR. Jeho osobně náročnost tématu naopak přitahuje, a dokonce fascinuje, jak sám říká.

Komplikovanost půdního mikroživota a jeho vazeb si cíleně „zjednodušuje" v terénních podmínkách, kde se půdy teprve vyvíjejí. Jezdí odebírat vzorky na místa nově odkrývaná po ustupujících ledovcích, například na souostroví Svalbard ve Špicberkách nebo do Himálaje, a připravuje se na výpravu k jednomu z posledních afrických ledovců.

Do Ugandy měl Miloslav Devetter odjet původně už letos na jaře, plány mu ale zkřížila pandemie nového koronaviru a výpravu musel odložit. Přitom právě u afrických ledovců hraje čas zásadní roli. S oteplováním klimatu ledovce rychle tají, zejména tropické. Reálně hrozí, že část tamní biodiverzity zmizí, aniž by ji kdokoli prostudoval.

„Zatím nevíme, jaké půdní organismy se tam vyskytují, ale je důvod se domnívat, že jejich společenstva budou díky lokální izolovanosti odlišná od ostatních ledovců," míní Miloslav Devetter. Naopak některé druhy například želvušek nebo vířníků se nacházejí i na geograficky velmi vzdálených lokalitách ve světě. Mají totiž jedinečné schopnosti přežití v extrémních podmínkách.

Je to neuvěřitelné, ale život, a tedy základ případné budoucí půdy vzniká i přímo na povrchu ledovce. Vítr přenáší na ledovou krustu jemný prach z okolí, takže zaprášené místo absorbuje více slunečního záření a nerovnoměrným táním na něm vznikají různě velké vodní nádržky. Kryotelmy, jak se nazývají, můžou mít objem několika mililitrů až desítek litrů. Právě ty se stávají pomyslným tavicím kotlíkem nového života.

> „Do půdy vidíme mnohem méně než do jakéhokoli jiného prostředí, protože v ní vládne obrovská diverzita a velmi složité vazby.
>
> Miloslav Devetter

CESTOVÁNÍ ČASEM

Na Svalbardu bývá nejčastějším obyvatelem nádržek vířník rodu *Macrotrachela*, který se živí jemnými částicemi ve vodě, především bakteriemi a řasami. Za souseda často mívá například želvušku rodu *Cryoconicus*. Oba se řadí mezi takzvané půdní hydrobionty, tedy organismy vázané na vodu v půdních pórech (připomeňme, že zdravá kvalitní půda sestává přibližně ze čtvrtiny z vody).

Vířníci a želvušky (ale i hlístice, roupice, případně ploštěnky a břichobrvky) mají velkou konkurenční výhodu, protože se umějí přizpůsobit měnícím se podmínkám. „Organismus trpící nedostatkem má v zásadě dvě možnosti, musí se přesunout v prostoru nebo čase. V prostoru se přesouvají velcí živočichové včetně člověka, ale když jste hodně malí, třeba jako vířník, nezbývá než cestovat v čase," říká Miloslav Devetter.

Jak je to možné? Třeba tak, že se necháte zmrazit a oživit až tehdy, když nastanou příznivé podmínky. U člověka sci-fi, u vířníka realita. Říká se tomu anhydrobióza a spočívá v dehydrataci těla a zastavení metabolismu. Přejít do takového stadia trvá vířníkovi deset až dvacet minut, probouzení mu zabere jen o něco málo déle.

Zatímco typické půdní organismy, jako jsou chvostoskoci nebo roztoči pancířníci, se v arktických podmínkách vyskytují na

Mnohonožky *Cylindroiulus caeruleocinctus* fixované lihem ve zkumavkách. Vědci z Ústavu půdní biologie Biologického centra AV ČR je využívají k výzkumu ukládání (sekvestrace) organického uhlíku v půdě.

RNDr. MILOSLAV DEVETTER, Ph.D.

Biologické centrum AV ČR

—

Zabývá se ekologií a taxonomií půdní mikrofauny, zejména vířníků v různých ekosystémech po celém světě. Zvláštní pozornost věnuje ekosystémům polárním a vysokohorským, ale také ekologii zooplanktonu a jeskynních živočichů. Terénní průzkumy prováděl na Špicberkách, v Himálaji a chystá se do Ugandy. Působí v oddělení půdní zoologie Ústavu půdní biologie Biologického centra AV ČR a vyučuje na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Celosvětově obsahuje půda asi třikrát více uhlíku, než ho je v atmosféře. Přitom podstatná část se váže na lesní půdy.

samé hranici svých fyziologických možností, hydrobionti si vytvořili strategie, jak přežít ještě daleko extrémnější situace – velmi nízké i velmi vysoké teploty, sucho a dokonce i radiaci. Pokud někde ve vysoce nehostinných podmínkách – holých skalách, výsypkách po těžbě nebo vulkanické vyvřelině – má jednou vzniknout základ půdy, můžeme se vsadit, že želvušky a vířníci budou u toho.

JAK VZNIKÁ PŮDA

Výhodou studia půdy v arktické oblasti je, že výzkumník může být skutečně u zdroje. Na vlastní oči pozoruje, jak půda vzniká, jak se vyvíjí. „Některé oblasti tam vypadají jako suché kamenité pouště, které bičuje ostrý studený vítr, i tam už ale můžete najít život," popisuje Miloslav Devetter. Na základě výzkumu arktických oblastí se dá docela přesně popsat, jak vypadá půda a život v ní po pár letech, po stovce, tisícovce, ale i více než deseti tisíci letech.

Už nejmladší, jen několik málo let odledněné plochy obývá půdní mikroflóra (řasy, sinice, bakterie). Souběžně s ní se objevují její konzumenti (vířníci a hlístice); později se uchytí první odolné druhy cévnatých rostlin (například lomikámen vstřícnolistý).

Na plochách starých přes sto let najdeme společenstva takzvaných půdních krust, tvořených sítí houbových vláken, mechových rhizoidů (pakořínků), řas, sinic a kořeny prvních rostlin. Tato síť pokrývá a zpevňuje povrch půdy ve vrstvě silné i několik centimetrů. Půdní krusta zadržuje vláhu, chrání povrch před větrnou erozí a napomáhá ukládat organický uhlík. Na takových místech už je docela čilý život: najdeme zde mnoho druhů vířníků a hlístic, želvušky i roztoče.

Tisícileté lokality jsou typické dalším rozvojem vyšší vegetace včetně mechů, lišejníků a půdních krust. Ke společenství zmiňovaných vířníků, hlístic a želvušek ▷

HLAVNÍ DŮVODY POŠKOZENÍ PŮDY V EVROPĚ

- Ztráta půdy kvůli výstavbě
- Vodní a vzdušná eroze
- Narušení půdní struktury
- Ztráta půdní organické hmoty
- Zasolení nebo okyselení
- Znečištění půdy cizorodými látkami

Zdroj: Zpráva poradní skupiny EASAC

se přidávají chvostoskoci a roupice. Nejstarší plochy se v Arktidě nacházejí na terasách vyzdvižených z moře na konci poslední doby ledové před deseti až dvanácti tisíci lety. Rostou na nich první trávy, vrby polární nebo například kasiope čtyřhranná. Půda je bohatá na kořeny a mrtvou organickou hmotu, která se velmi pomalu rozkládá.

Aktuálním cílem výzkumníků v Arktidě ale není „jen“ zkoumat vývoj půdy, ten už je docela dobře popsaný. Jedním ze současných problémů číslo jedna je globální oteplování vyvolané uvolňováním skleníkových plynů do ovzduší. Přitom půda je (nebo by mohla být) velmi mocným nástrojem při regulaci uvolňování nebo ukládání uhlíku. Právě na tento aspekt se badatelé zaměřují.

„Půda nám může pomoci vyřešit problémy, které lidstvo v současnosti trápí, problémy týkající se sucha a globálního oteplování. Jenže její úloha v tomto směru je zatím velmi málo doceněná. Je potřeba se půdou ještě více zabývat, více ji studovat a využívat její úžasné schopnosti,“ říká Veronika Jílková z Biologického centra AV ČR, která se na výzkum ukládání (neboli sekvestrace) uhlíku v půdě specializuje.

ZAVŘÍT UHLÍK DO PODZEMÍ

Celosvětově obsahuje půda asi třikrát více uhlíku, než je ho v atmosféře. Přitom podstatná část se váže na lesní půdy. Ukládání uhlíku ovlivňuje více faktorů: klima, podloží, biologická aktivita, využití půdy, rostlinná skladba a další. Dá se proto předpokládat, že úpravou některých z těchto podmínek by se dalo množství uhlíku regulovat.

„Existuje odborná iniciativa nazvaná 4 per 1000 neboli Čtyři z tisíce, která podporuje ukládání uhlíku do půdy. Tvrdí, že kdyby se zvýšilo o pouhé čtyři promile, měli bychom problém s globálním oteplováním vyřešený,“ přibližuje Veronika Jílková.

Jak vlastně funguje koloběh uhlíku mezi půdou a vzduchem? Uhlík najdeme například v půdní organické hmotě, tedy třeba v listu, který spadl ze stromu na zem a postupně se rozkládá a ukládá do půdy (takzvaný opad). List se nerozpadne sám, jeho zpracování mají na starosti půdní organismy. „Organickou hmotu využívají jako zdroj živin a energie. Půdní organismy, stejně jako my, vylučují odpadní produkty metabolismu, v tomto případě oxid uhličitý,“ vysvětluje bioložka. Množství takto vzniklého oxidu uhličitého uvolněného do ovzduší je asi desetkrát větší než množství oxidu uhličitého, který vzniká spalováním fosilních paliv!

> „Půda nám může pomoci vyřešit problémy, které lidstvo v současnosti trápí, problémy týkající se sucha a globálního oteplování. Jenže její úloha v tomto je zatím velmi málo doceněná.
>
> Veronika Jílková

Veronika Jílková právě dokončuje projekt, v němž detailně zkoumala půdy jehličnanů, v plánu má zaměřit se na opad listnatých stromů. „Vzorky lesní půdy odebíráme na hoře Kleť kousek od Českých Budějovic, ale jezdíme také na sokolovské výsypky, které nám nabízejí jedinečné experimentální prostředí,“ dodává bioložka. V lese stráví odběrem vzorků spolu s kolegy vždy několik dní, v laboratoři je pak analyzují týdny i měsíce.

Cílem je stanovit aktivitu mikroorganismů a obsah organické hmoty a živin v půdě. Určit, jestli se organická hmota (a uhlík) poutá na minerální částice, čímž se stabilizuje, nebo zda je v ní spíše ve formě snadno dostupné pro organismy, a tudíž rychleji přeměňované na oxid uhličitý uvolňovaný do ovzduší.

VÝSYPKY JAKO PŘÍRODNÍ LABORATOŘ

Rozklad půdní organické hmoty má vliv jak na uvolňování oxidu uhličitého do ovzduší, tak na schopnost zadržovat vodu v krajině. V současné době globálního oteplování a katastrofálního sucha se tak půda může stát jedním z nástrojů, jak situaci na planetě zlepšit, nebo naopak výrazně zhoršit.

„Změníme-li způsob užívání půdy, může se významně upravit obsah organické hmoty. Na akumulaci uhlíku v půdě můžou mít pozitivní efekt například pěstování víceletých pícnin na orné půdě, přechod na bezorebné technologie, do určité míry pěstování lesa a také zazelenění výsypek," vyjmenovává Jan Frouz, ředitel výzkumné infrastruktury SoWa (Soil and Water) při Biologickém centru AV ČR.

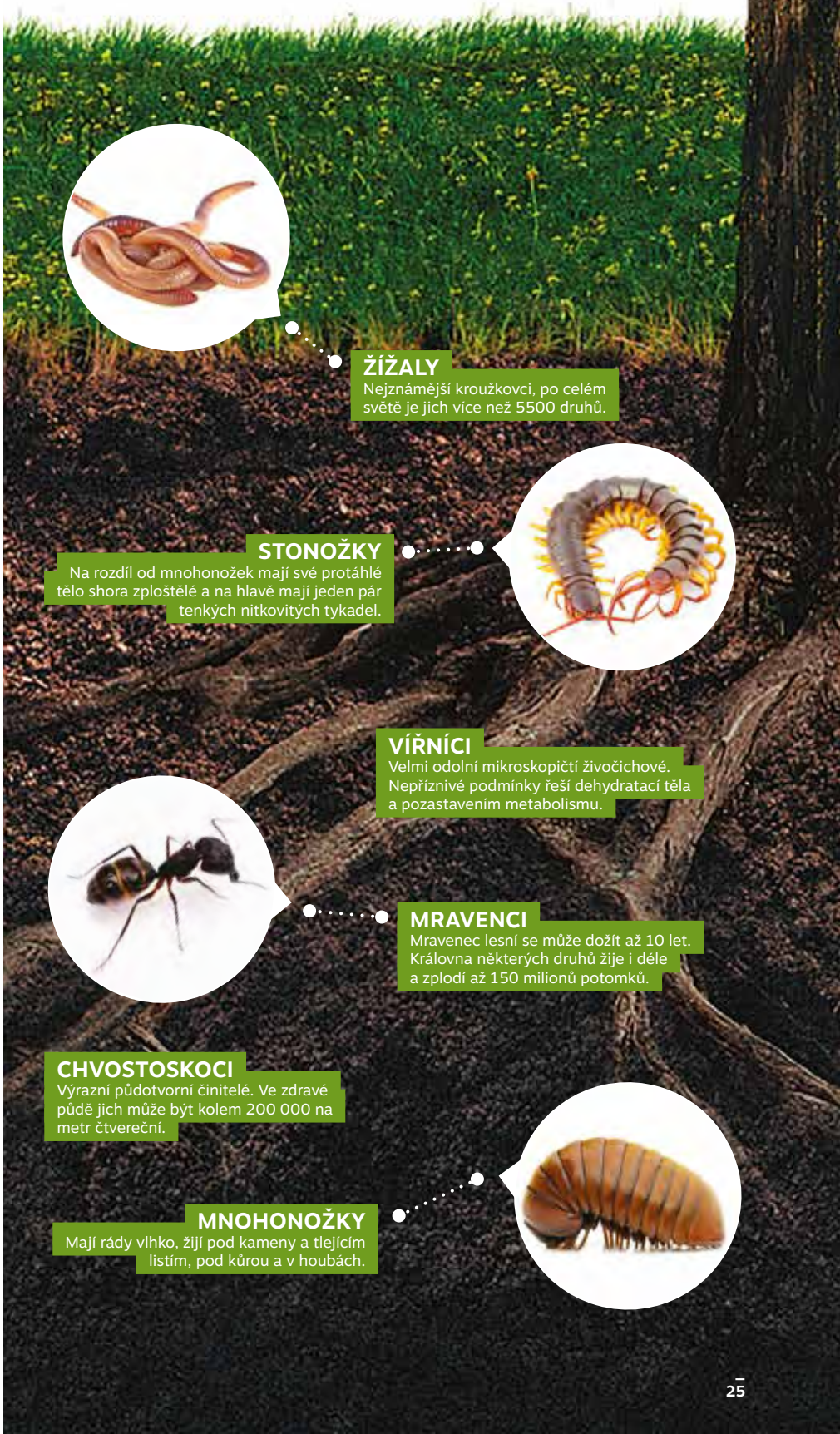
Po ukončení těžby, zhruba před čtyřiceti lety, lesníci vysázeli na výsypkách u Sokolova smíšený les. Přestože zpočátku měly všechny stromy totožný substrát, dnes je jasně patrné, že různé druhy stromů nahromadily odlišné množství uhlíku. „Druhy produkující hodně opadu, který se rychle rozkládá, hromadí v půdě uhlíku nejvíce. Třeba olše vytvořila až patnáct centimetrů mocný humusový horizont, ale pod smrkem není skoro nic," vysvětluje Jan Frouz.

MOCNÉ ŽÍŽALY

Hromadění uhlíku v nových (iniciálních) půdách koresponduje s množstvím žížal v okolí. Čím více žížal jednotlivé porosty stromů hostí, tím více uhlíku v půdě hromadí. Zároveň se zvyšujícím se množstvím žížal a uhlíku narůstá také schopnost půdy zadržovat vodu.

Pokusy na sokolovských výsypkách ukázaly, že když je osídlí žížaly, zvětší se přibližně o třetinu množství vody, které jsou půdy schopné dlouhodobě zadržet. Jak je to možné? Odpověď hledejme v žížalích exkrementech. Jejich výzkumu se věnoval už Charles Darwin, současní badatelé mají ale nesrovnatelně lepší technické možnosti. Pomocí rentgenové tomografie tak například odhalili, že se v trávicím ústrojí žížal nacházejí kousky organické hmoty obalené jílovými ▷

EDAFON
Společenstvo půdních organismů, dříve známé pod poetickým názvem živěna půdní. Je neskutečně rozmanité. Ve zdravé půdě je obvykle kolem několika stovek gramů (200–300 g) až několik kilogramů (1–3 kg) biomasy půdních organismů (nezapočítáváme kořeny a jiné orgány rostlin) na každý metr čtvereční (do hloubky několika desítek centimetrů). Přidržíme-li se nižšího odhadu, je v půdách asi půl kilogramu biomasy organismů na metr čtvereční (5000 kg/ha).



minerály. Díky takto zpevněným slepencům se organická hmota stabilizuje, půda se lépe vstřebá a využije vodu (a zadrží více uhlíku).

Žížaly se živí především odumřelou organickou hmotou, nejlépe se jim tráví zbytky vojtěšky, jetele a některé druhy trav, naopak obtížně stravitelný je opad jehličnanů. Vysloužily si přezdívku „ekosystémoví inženýři“, protože umí svou aktivitou zcela přebudovat prostředí, v němž žijí. Ve střední Evropě žížaly ročně uloží na půdní povrch čtyřicet až padesát tun exkrementů na hektar, což představuje vrstvu o čtyřech až pěti milimetrech! Žížaly přetvářejí, provzdušňují a zpevňují půdu také svými rozlehlými chodbičkami, vymazanými slizem.

Díky pomalému a setrvalému přežvykování organické hmoty žížalami je půda odolnější vůči suchu a unikání uhlíku… jenže žížal v člověkem obdělávané půdě ubývá. A nejen žížal. Zejména intenzivně obhospodařovaná zemědělská půda se v dnešní době podobá spíš mrtvé poušti než druhově bohaté zdravé krajině.

ZMĚŇME HOSPODAŘENÍ S KRAJINOU

Za poslední čtvrtstoletí ztratilo v České republice zhruba šest set tisíc hektarů zemědělské půdy přirozenou schopnost zadržovat vodu a kvůli erozi zmizí každoročně ornice o celkové hmotnosti přesahující dvacet milionů tun! Plochy zemědělské půdy se neustále snižují ve prospěch výstavby skladišť, obchodních center a silnic. Mezi roky 2000 a 2017 jí takto podle statistiků ubylo přibližně sedmdesát sedm tisíc hektarů. Mění se i její využití.

Kvůli nastavení státní a evropské dotační politiky dávají zemědělci přednost plodinám, které se jim vyplatí, ale jejichž pěstování poškozuje půdu i životní prostředí (zejména kvůli vysokým dávkám průmyslových hnojiv a pesticidů). Například osevní plocha řepky se za posledních třicet let zvýšila čtyřikrát.

„Degradace půdy nás půdní odborníky velice trápí. Je rozsáhlá, postihuje rozmanité vlastnosti i funkce půdy a souběžně s nedostatkem vody a její kvality je hlavním problémem současné České

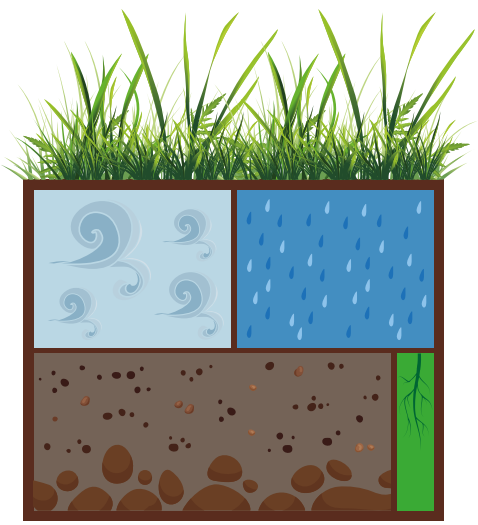
Mgr. VERONIKA JÍLKOVÁ, Ph.D.

Biologické centrum AV ČR

Zabývá se výzkumem ukládání uhlíku do lesních půd a úlohou lesních mravenců jako ekosystémových inženýrů. Vede laboratoř půdní organické hmoty Ústavu půdní biologie Biologického centra AV ČR a podílí se na výzkumné práci v infrastruktuře SoWa. Je držitelkou prestižní ceny pro vědce do pětatřiceti let Prémie Otto Wichterleho.

SLOŽENÍ PŮDY

Průměrné zastoupení jednotlivých složek minerální hlinité půdy v příznivém stavu:



25 % půdní vzduch
25 % půdní voda
45 % minerální podíl
5 % organický podíl

Degradace našich půd, znečistění vod a destrukce krajiny pokračují plíživě, ne skokem. Ale po dosažení kritického stavu hrozí zhroucení celého systému, kdy půda přestane poskytovat služby, které stále náročnější populace požaduje.

republiky," zdůrazňuje Miloslav Šimek. Společně se stovkami českých i zahraničních kolegů nedávno podepsal výzvu evropským politikům, aby přenastavili zásady společné zemědělské politiky Evropské unie.

Žádají v ní, aby se při udělování dotací hodnotila kvalita hospodaření, nikoli jen kvantita. V návrhu nové zemědělské politiky se totiž stále počítá s velkým podílem přímých plateb na plochu s nízkými nároky na šetrné hospodaření. Požadavky na takzvanou zelenou architekturu jsou v plánech natolik vágní, že poskytují zemědělským podnikatelům možnost je lehce obcházet.

„Rád bych věřil, že bude výzva úspěšná, ale v Evropě jsou země s velmi silnou zemědělskou lobby a prosadit změny v hospodaření vůbec nebude jednoduché," říká Miloslav Šimek. Eroze a ubývání kvalitní úrodné půdy se zdaleka netýká jen naší země, jde o problém celoevropský (a celosvětový). Tím, co už všichni vnímáme na vlastní kůži a vidíme na vlastní oči, je ale sucho. Katastrofální sucho, které v posledních letech krajinu vysloveně decimuje. Poradí si s ním naše půdy?

JAK NA SUCHO

Půda má úžasnou schopnost hospodařit s vodou, my lidé ji ale zatím neumíme využít. Spíše jí v tom naopak bráníme. „Jen voda v prvním půl metru půdy několikrát převyšuje množství vody zadržené všemi vodními nádržemi – jezery, rybníky a přehradami – které u nás máme," upozorňuje Jan Frouz, který se souvislostmi mezi půdou a suchem dlouhodobě zabývá.

Kouzelným slůvkem je v tomto případě „kapilarita" – schopnost půdy zadržet vodu. Představme si domácí rostlinu v květináči. Když ji zalejeme svrchu, voda zpravidla neodteče, ale vsákne se. Zadrží ji takzvané kapilární póry, díky nimž může voda dokonce stoupat navzdory gravitaci. Je to podobné, jako když položíte kostku cukru na talířek s trochou rozlité kávy. Kapalina začne stoupat kostkou cukru směrem vzhůru; mezi cukrovými zrnky jsou totiž prostory kapilární velikosti.

Počet kapilárních pórů, které pomáhají zadržovat vodu v půdě, je možné ovlivnit. Jak? Například strukturou půdy, tím, co na ní pěstujeme, jak se o ni staráme, jakou organickou hmotu v půdě ponecháme, nebo jestli ji naopak odklízíme. Schopnost správně fungující půdy vodu nejen vsáknout, ale také zadržet, je dána tím, že jednotlivé částečky půdní hmoty se v půdě stmelují do takzvaných agregátů. Uvnitř těchto slepenců jsou póry schopné vodu zadržet, zatímco v prostorech mezi nimi převažují nekapilární póry, jimiž se voda vsakuje. Na utváření agregátů mají velký vliv půdní organismy – třeba právě žížaly, o kterých už byla řeč.

Ale nejen ony. Obrovskou porci práce v utváření půdních agregátů odvádějí mikroorganismy, například půdní bakterie, které vytvářejí obalové vrstvy svých buněčných stěn. Pomáhají jim přilepit se k podkladu a vytvářet celé shluky bakterií na povrchu organických částeček nebo jílových materiálů. Tak ve výsledku ▷

vznikají mikroagregáty. Podobnou funkci mohou mít také látky vytvářené podhoubím.

Půda na dnešních polích má nicméně málo stabilní agregáty. Je v ní totiž mnohem méně organické hmoty, než by bylo potřeba. Nezaorávají se zbytky plodin do půdy, nepoužívá se dostatek organických hnojiv... Půda tak na dlouhotrvající sucho není připravená.

Velmi ji poškodila intenzifikace zemědělství v druhé polovině 20. století, zvětšení lánů, těžká technika, škodlivé hnojení včetně jedovatých pesticidů a také odvodňování krajiny. Všechny tyto kroky vedly postupně ke snížení obsahu organické hmoty a obrovské ztrátě využitelného uhlíku v půdě. „Naše studie odvodněných luk u Senotína ukázala, že jsme snížili schopnost půdy zadržet vodu o padesát až sedmdesát mililitrů srážek na metr," doplňuje Jan Frouz. „Při průměrném dešti spadne šest set mililitrů vody, desetina zásoby by po každém takovém dešti mohla zůstat v půdě, kdyby nebyla odvodněná."

PŘEŽIJÍ NÁS ŽIŽALY?

V dobách, kdy se výzkumu půdy věnoval Charles Darwin, byla v Anglii módním oborem archeologie. Zajímalo ho, nakolik se půdní organismy podílejí na ukrývání starověkých památek, několikrát proto detailně zkoumal okolí legendárního Stonehenge. Ve své poslední velké odborné knize popisuje, jak se některé kamenné bloky propadly hlouběji do země právě vlivem činorodé aktivity žížal.

Britové o památku řádně pečují, proto žížaly nemají šanci pohřbít kamenné kvádry úplně. Tajemné Stonehenge stále stojí, co je ale naopak v ohrožení, je kvalitní úrodná půda. Na vině však nejsou žížaly, ale člověk.

Ve střední Evropě žížaly ročně uloží na půdní povrch čtyřicet až padesát tun exkrementů na hektar, což představuje vrstvu čtyř až pěti milimetrů.

prof. Ing. Mgr. JAN FROUZ, CSc.

Biologické centrum AV ČR

—

Dlouhodobě se zabývá souvislostmi mezi půdou a vodou, rolí půdních organismů v tvorbě půd a koloběhu živin, obnovou výsypek a ekologií mravenců. Je ředitelem výzkumné infrastruktury SoWa při Biologickém centru AV ČR a vyučuje environmentální vědy na Univerzitě Karlově.

„Poškozování stavu našich půd pokračuje plíživě dál a po dosažení kritického stavu hrozí zhroucení celého systému," varuje Miloslav Šimek. Může nastat situace, že nám půda přestane být schopná poskytovat služby, které stále náročnější a početnější populace vyžaduje. Krajina nám nezajistí čistou vodu a půda kvalitní potraviny.

„Rád bych byl optimistou. Při přípravě manuálu, který navazuje na knihu *Živá půda*, jsem obešel mnoho zemědělců a ptal jsem se jich na zkušenosti a názory. Potkal jsem hodně chytrých lidí, kteří hospodaří dobře, a spoustu takových, kteří vědí, co je pro půdu správné, ale zároveň tvrdí, že si to nemůžou z finančních důvodů dovolit," podotýká Miloslav Šimek. Účinným nástrojem ke zlepšení stavu půdy a krajiny by podle něj byla již zmíněná změna dotační politiky, ale prosadit ji nebude snadné.

Nezbývá než doufat, že se lidstvo ze současné nepříznivé situace dříve nebo později poučí. Půda, která si neumí poradit se suchem a extrémními výkyvy počasí, nám bude k ničemu. Ukolébat se přitom nadějí, že si potraviny dovezeme ze zahraničí, se taky nemusí vyplatit, vždyť půda je poškozená i jinde ve světě.

> Voda v prvním půl metru půdy několikrát převyšuje množství vody zadržené všemi vodními nádržemi, které u nás máme.
>
> Jan Frouz

Zničená půda se může zase obnovit, ať už na našem území nebo jinde, pomůžou jí přitom miliardy šikovných mikroorganismů a miliony všemocných žížal. Jenže proces její regenerace je pomalý, může trvat desítky let či déle. Mnohem více než kdy jindy se ukazuje, že je nezbytné stále studovat a hlouběji zkoumat, jak to v půdě vypadá a funguje. Pokud půdu a její zákonitosti správně pochopíme, existuje šance, že bychom mohli do budoucna volit taková opatření, kterými jí spíše pomůžeme, než uškodíme.

TOP 10 PRVNÍCH SLOV ČESKÝCH DĚTÍ

Ham, máma, mňam, bác, táta, venku, tenhle, dobře, pápá, haf

Pozn.: Odhad vychází z výzkumu Filipa Smolíka z Psychologického ústavu AV ČR.

Text: Radka Římanová | **Foto:** Shutterstock, Getty Images (4), Jana Plavec, Current Biology

RODILÝM MLUVČÍM UŽ V DĚLOZE

Ham, máma, mňam, bác a táta. To jsou jedna z nejčastějších prvních slov českých dětí. **Osvojování mateřštiny ale začíná dávno před tím, než batole poprvé promluví.** Dokonce dřív, než vůbec přijde na svět...

Tak to ty jsi ten, co do mě pořád kopal, prohlíží si matka roznežněle pár minut po porodu svého synka ve filmu *Kdopak to mluví*. A ty jsi zase ta, co jedla všechna ta kořeněná jídla, odpovídá jí v duchu malý Mikey dospělým hlasem.

Představa tvůrců slavné americké komedie z konce osmdesátých let o tom, jak novorozenci rozumí svému okolí a ovládají mateřštinu, je samozřejmě náležitě nadsazená. Přesto toho čerstvě „vyklubaná“ miminka o jazyce vědí víc, než běžný rodič předpokládá.

„Děti vnímají řeč už v matčině děloze. Již v osmdesátých letech výzkumy prenatální citlivosti dokázaly, že sice neslyší detaily, ale rytmus a melodiku ano. Díky tomu se ještě před narozením naučí, jak zní jejich mateřština a rozpoznají od sebe jazyky různého rytmického typu,“ říká Filip Smolík z Psychologického ústavu AV ČR, který se osvojováním jazyka u dětí dlouhodobě zabývá.

Jak ale vědci něco takového zjistili? Pouštěli ještě nenarozeným miminkům nahrávky jejich mateřštiny a dalších jazyků a sledovali, co na to jejich srdce.

DĚTI VE SLUŽBÁCH VĚDY

Osvojování jazyka u našich nejmenších vědci zkoumají např. za pomoci EEG, kdy prostřednictvím elektrod na povrchu lebky měří aktivitu mozku při změnách zvuků. U starších dětí využívají metodu zrakové preference, při níž sledují, kam se děti při poslechu výrazů dívají. Z reakcí se vyhodnocuje, v jakém věku děti získávají povědomí o existenci gramatických jevů v jazyce apod. Laboratoř behaviorálních a lingvistických studií v pražské Hybernské ulici průběžně hledá rodiče s potomky ve věku 4–12 měsíců a 18–30 měsíců, kteří by se chtěli zapojit do výzkumu jazykových kapacit u malých dětí. Kontakt pro zájemce a podrobnější informace o průběhu experimentů naleznete na https://bit.ly/3cqLueD nebo na https://bit.ly/2Lo7NWB.

Záznamy z echokardiografu, který měřil srdeční ozvy plodu, odhalily, že děti na řeč pronesenou v dosud neznámém jazyce reagují zvýšením pulzu.

JAK SE BREČÍ FRANCOUZSKY

Křik a pláč. To jsou první zvukové projevy každého novorozence. A dokonce už v nich je patrný vztah dítěte k rodnému jazyku. Malý Francouz zkrátka pláče jinak než třeba Němec nebo Čech.

„Dokládají to výzkumy, které sledovaly rozdíly mezi projevy miminek z různého jazykového prostředí. Spektrogramy jejich pláče se lišily podle intonace v mateřštině," vysvětluje Filip Smolík.

Odhalit, že i novorozenci vnímají rozdíly mezi jazyky a zvuky, vědcům kromě jiného pomohly také obyčejné dudlíky. Výzkumníci je v rámci takzvané dudlíkové metody napojují na spínače, které v závislosti na intenzitě kojencova sání spouští zvuky z reproduktoru.

Vypadá to zhruba takto: když dítě uslyší nový zvuk, zaujme ho a začne sát intenzivněji. Po chvíli však nadšení z opakujícího se podnětu opadne (dojde k tzv. habituaci) a kojenec v sání poleví. Když se však zvuk změní a dítě je schopné to rozlišit, začne opět sát s vervou.

Dnes už však dudlíkovou metodu z experimentů vytlačuje čím dál tím dostupnější elektroencefalografie, kdy výzkumníci při změnách zvuků měří aktivitu mozku dítěte elektrodami na povrchu jeho lebky.

NENÍ WEST JAKO VEST

Obzvlášť citliví jsou kojenci podle odborníků k hláskovým kontrastům v mateřštině. „Už krátce po narození by se o dítěti dalo říct, že je rodilým mluvčím svého jazyka," konstatuje ve videodokumentu o řeči dětí z cyklu Česká věda kolegyně Filipa Smolíka Kateřina Chládková, jež se na výzkum osvojování jazyka u úplně nejmenších dětí specializuje. „Zhruba desetiměsíční miminko, které vyrůstá v anglicky mluvícím prostředí, ví, že existují dvě různé souhlásky ‚v' a ‚w', které mohou změnit význam slov, jako třeba – vest a west, tedy nátělník a západ," popisuje vědkyně. České dítě v tomto věku podle ní zase vnímá rozdíl mezi ‚ť' a ‚č' nebo ‚ř' a ‚ž', zatímco jeho vrstevník žijící v Anglii ho neslyší.

> Zhruba půlroční dítě si začíná pamatovat tvary slov a sledy slabik, kolem osmého měsíce už je zřejmé, že některým výrazům rozumí, a v roce používá první slova.
>
> Filip Smolík

Kojenci jsou tedy ke své rodné řeči velmi citliví, z vyprávění jako takového však zatím příliš moudří nebudou. A je jedno, jestli jim budete číst o perníkové chaloupce nebo vysvětlovat teorii relativity. Význam prvních slov totiž začínají chápat až mezi šesti a osmi měsíci věku. Povídat si s nimi přesto rozhodně není na škodu.

„Děti se tím učí, jak vypadá struktura jazyka na úrovni hlásek a slabik. Pomůže jim to naučit se vydělovat slova z proudu řeči, což je jeden z nejtěžších úkolů druhé poloviny prvního roku života," říká Filip Smolík.

Slova totiž v mluveném jazyce neoddělují momenty ticha – ty se naopak častěji vyskytují uvnitř výrazů. Děti si tak musí najít jiná vodítka, aby jednotlivá slova identifikovaly. Pomáhá jim třeba přízvuk, ale i to, že vypozorují, jaké hlásky či slabiky se v jejich jazyce často objevují na konci či na začátku slov. V češtině například málo výrazů začíná na ‚a', ale hodně jich na něj končí. Tyto pravděpodobnostní vztahy dítě v řeči hledá, protože mu umožňují hádat, kde vlastně hranice mezi slovy jsou.

POMALU, ALE BEZ ŠIŠLÁNÍ

„Ňo, ty jsi takovej náš dlobeček loztomilej! A jak umíš kjásně ležet na bžíšku!" I takto občas hovoříme na naše nejmenší. A to není dobře.

Miminka se totiž jazyk učí zejména nápodobou, takže šišlání nebo napodobování nedostatků jejich řeči se rodičům může řádně vymstít. Nicméně mluvit s kojencem stejně „dospěle" jako třeba s kolegou v práci je také kontraproduktivní.

„Malé děti jsou ve zpracovávání informací pomalejší, a proto na ně musíme hovořit pomaleji," poukazuje Filip Smolík. „Většina lidí v komunikaci s nejmenšími intuitivně používá baby talk, tedy řeč zaměřenou na dítě. To znamená, že k nim promlouvají zvolna, s výraznější melodickou konturou, v krátkých větách a zřetelněji artikulují. A to je bezpochyby funkční," doplňuje.

Podle něj se v rozmlouvání s dětmi vyplatí i hojné používání zdrobnělin. Může jim to totiž pomoci snáze ovládnout skloňování. Jak to? Všechny zdrobněliny určitého rodu se totiž v češtině skloňují podle jediného vzoru. Malé dítě se tak například nemusí hned zorientovat ve složitém skloňování podle čtyř vzorů ženského rodu, ale vystačí si s jedním. ▷

OD ŽVATLÁNÍ KE KONVERZACI ANEB JAK SE DĚTI ROZMLOUVAJÍ

První slova s významem děti začínají produkovat kolem prvního roku života. Po druhých narozeninách je vývoj slovní zásoby velmi dynamický a přestává být pohodlně měřitelný. Pasivní slovní zásoba v jednotlivých obdobích tvoří podle odhadů vědců několikanásobek zásoby aktivní.

VĚK DÍTĚTE	PRŮMĚRNÁ AKTIVNÍ SLOVNÍ ZÁSOBA
12 měsíců	1–3 slova
18 měsíců	30–50 slov
2 roky	cca 200 slov
3 roky	řádově tisíce slov

POHLED NAPOVÍ

„Koukni, podívej! Takový krásný… kočička," ozývá se velmi pomalu z reproduktoru a na televizní obrazovce se zároveň objevují dva obrázky – jeden s kočkou a druhý se psem. Dvouletá Ema spokojeně trůní před televizorem na maminčině klíně a vše bedlivě poslouchá a sleduje. A vůbec netuší, že je součástí vědeckého experimentu.

I takto badatelé v pražské laboratoři behaviorálních a lingvistických studií, kterou Filip Smolík vede, zkoumají, kdy české děti začínají mít povědomí o tom, že v naší řeči existuje gramatický rod.

„Používáme metodu zrakové preference, při níž se opíráme o to, kam se dítě dívá. Když před sebou vidíte dva obrázky a slyšíte jejich pojmenování, spontánně se kouknete na obrázek, který slovo znázorňuje. Pokud dítě před sebou vidí kočku a psa a do toho slyší: ‚takový krásný kočička', chápe-li už shodu, podívá se nejprve na obrázek psa," líčí vědec a dodává, že oči dítěte během pokusů natáčí kamera (případně je snímá eye tracker, tedy přístroj na sledování očních pohybů) a jeho reakce pak výzkumníci analyzují.

Za pomoci této metody se týmu Filipa Smolíka podařilo dokázat, že už dvouletí Češi chápou, že když ve větě zazní slůvko „hezký", měl by následovat výraz v mužském rodě. Mezi dvěma a dvěma a půl roky věku pak naši potomci vědí, že uslyší-li spojení „tady je", přijde po něm slovo v jednotném, nikoli v množném čísle.

> „Ze závěrů našich výzkumů vyplývá, že již čtyři až šest měsíců staré děti zřejmě rozeznávají cizí přízvuk v češtině.
>
> Filip Smolík

RODIČOVÉ, JÁ MLUVÍM!

Dosud byla řeč hlavně o tom, jak kojenci a batolata rodný jazyk vnímají a jak mu rozumějí. Co ale samotné mluvení?

„První slova s významem děti začínají produkovat kolem prvního roku života, ale jsou v tom mezi nimi velké rozdíly. Pak už to jde poměrně rychle. S tříletým potomkem můžete dětsky konverzovat a pětileté dítě dokáže celkem koherentně vyprávět," konstatuje Filip Smolík.

Student na konci střední školy rozumí podle odhadů zhruba třiceti až padesáti tisícům slov. Výzkumníci z toho vyvozují, že se v průběhu dětství učíme asi pět až deset nových výrazů denně. A to není málo. Zdárný rozvoj slovní zásoby svých potomků rodiče pochopitelně nejlépe podpoří tím, že na ně budou hodně mluvit. Není ale mluvení jako mluvení.

„Velice důležitým mechanismem raného učení je sdílená pozornost. To znamená, že se s dětmi bavíme o tom, co je zajímá. Prohlížíme si s nimi knížky a ukazujeme jim obrázky, vysvětlujeme. Pouhé povídání nestačí – zásadní je kvalita interakce s dítětem," upozorňuje vědec. Potomek výřečných rodičů na tom tedy s rozvojem jazyka nemusí být automaticky lépe než dítě z tiché rodiny.

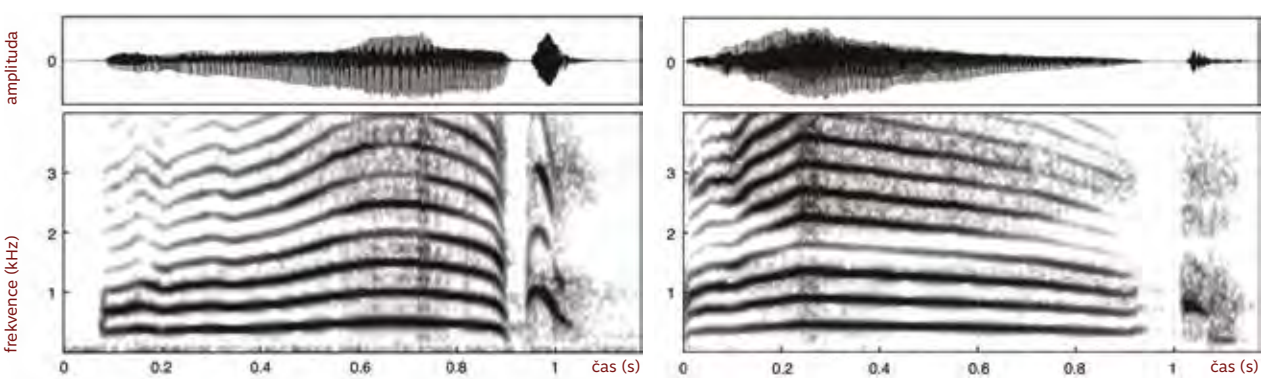
OSVOJOVÁNÍ ŘEČI NAPŘÍČ ZEMĚKOULÍ

Tuntussuqatarniksaitengqiggtuq. Tento výraz eskymáckého jazyka jup'ik v češtině znamená: Zatím ještě znovu neřekl, že se chystá na lov sobů. Eskymák je tedy schopen jediným slovem vyjádřit to, k čemu Čech potřebuje celé souvětí. Přesněji řečeno dospělý Eskymák. Tento jazyk a jemu podobné jsou totiž kvůli extrémně dlouhým slovům natolik složité, že v mnoha výrazech i pětiletí předškoláci tápou.

Podle některých autorů je osvojování řeči o nějaký ten měsíc pomalejší také v dánštině, a to kvůli velmi komplikované hláskové struktuře slov. Jinak je však průběh procesu v jednotlivých jazycích dosti podobný.

„Děti si v rodné řeči nejrychleji osvojují gramatické jevy, které jsou v ní potřebné k rozlišení významu. Anglickým dětem tak například ve srovnání s českými déle trvá gramatická morfologie, tedy používání koncovek. V angličtině totiž nejsou tak podstatné jako v češtině," přibližuje Filip Smolík. Oproti tomu slovosled podle něj malí Britové ovládají rychleji než dítka tuzemská, protože je v jejich řeči pro porozumění důležitější.

Naučit se jazyk na úrovni mateřského lze podle předpokladů vědců pouze v dětském věku, kdy je vnímavost k řeči



Výzkum německo-francouzské skupiny vědců z roku 2009 dokázal, že melodická struktura typického pláče čerstvě narozených dětí odpovídá intonaci v jejich mateřštině. Spektrogram typického francouzského breku se tak liší od německého.

doc. PhDr. FILIP SMOLÍK, Ph.D.

Psychologický ústav AV ČR

—

Působí jako vedoucí laboratoře behaviorálních a lingvistických studií Psychologického ústavu AV ČR a Filozofické fakulty UK. Doktorát z vývojové psycholingvistiky získal na University of Kansas v Lawrence. Zabývá se především osvojováním mateřského jazyka u dětí, zejména pak rozvojem porozumění gramatickým strukturám řeči. Je jedním z editorů jazykové sekce *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, významného amerického časopisu pro výzkum verbální komunikace a jejích poruch. V roce 2010 získal Prémii Otto Wichterleho pro mladé vědce do 35 let.

nejvyšší. Už kolem pátého roku života se totiž zejména schopnost napodobení zvuku cizího jazyka významně snižuje. Hovořit na děti odmala různými řečmi se i tak vyplatí. Naučí se díky tomu, že na světě existuje více jazykových kódů, a pochopí, že ten mateřský je jedním z nich.

KDYŽ SE MLUVA NEDAŘÍ

„Ten náš kluk už mluví jako kniha," chlubí se některé matky rády ostatním. A v rodičích jejich méně výřečných vrstevníků narůstají obavy, zda není s jejich potomkem něco v nepořádku.

Když dítě v roce a půl neříká „tabulkových" padesát slov, ale třeba jenom deset, je to sice málo, ale vše se ještě může rychle změnit. „Pokud však váš potomek ve dvou letech používá výrazně méně než dvě stovky výrazů, a hlavně je nekombinuje mezi sebou, je to varovný signál a stojí za to vyhledat logopeda," upozorňuje Filip Smolík. Podle výzkumů to totiž zhruba polovina takových dětí už nedožene a v šesti letech je pak zpoždění jejich jazykového vývoje znatelné.

Důvodem pomalejšího osvojování mateřštiny může být takzvaná vývojová dysfázie. Odborníci odhadují, že touto poruchou, která je z velké části daná geneticky, trpí zhruba sedm procent dětí. V každé školní třídě bychom tedy v průměru našli jednoho až dva žáky se závažným narušením vývoje jazyka. O existenci této diagnózy však mnoho lidí vůbec netuší, a tak se často zaměňuje s autismem nebo mentální retardací. Anebo zkrátka s nedostatkem inteligence.

„Mnohé z těchto dětí přitom mají nonverbální část intelektu velmi dobrou, vynikají třeba v technických předmětech. Musí se jim ale věnovat náležitá pozornost, aby mohly své schopnosti rozvíjet," říká jazykovědec. Pokud si je však okolí kvůli slabým vyjadřovacím schopnostem jednoduše zapíše jako ty „málo chytré" a vývojová dysfázie se u nich nepodchytí včas, dopady mohou být obrovské. A to jak na sociální život dítěte, tak na jeho další vzdělávání, které je stejně jako komunikace na jazyce založeno.

Zkoumat průběh osvojování mateřštiny u našich nejmenších je tedy už kvůli navýšení pravděpodobnosti včasného odhalení možných vývojových nedostatků potřeba. Badatelská motivace vědců je však mnohem širší.

„Jazyk je jednou z nejdůležitějších věcí, které dělají lidi lidmi, a je ostuda, že pořád ještě přesně nevíme, jak je vlastně možné, že každé malé dítě něco tak složitého ovládne, a to bez učebnic a vysvětlování," poukazuje Filip Smolík. On sám výzkumné experimenty zkouší i na vlastních potomcích. A vymýšlet stále nové a nové je pro něj čirá radost. „S dětmi je totiž vědecká práce zároveň také velká zábava," usmívá se psycholingvista. ▯

Jantarové bohatství RANÉ DOBY BRONZOVÉ

Archeologové i dnes pracují se štětečkem a lopatkou. **Odhalovat prastarou minulost jim však stále častěji pomáhají i nové přírodovědné a technické metody**.

Krášlila se nádherným trojřadým náhrdelníkem z několika set jantarových perel různého tvaru a velikosti. Jak ho získala? Byl znakem jejího výsadního postavení? Kdo jí drahocenný šperk dal – před asi čtyřmi tisíci roky? Vždyť tehdy, v počínající době bronzové, se jantar teprve začínal ve větším množství dostávat z pobřeží Baltského moře do střední Evropy. Někdo ho přesto dopravil až do osady poblíž dnešních Mikulovic. Na tamním starobronzovém pohřebišti archeologové nedávno prozkoumali nejen ostatky této ženy, ale i její překrásný jantarový náhrdelník.

POČÁTKY JANTAROVÉ STEZKY

Michal Ernée z pražského Archeologického ústavu AV ČR vyzdvihuje Mikulovice jako lokalitu bezesporu evropského významu: „Tamní kostrové hroby – bylo jich něco přes sto – jsou opravdu extrémně bohaté nejen na ‚běžnější' bronzové předměty, ale zejména na jantar." Našel se téměř v polovině všech ženských hrobů, jeden je dokonce na jantar vůbec nejbohatší v celé soudobé Evropě.

Důležité je nejen jeho celkové množství (téměř devět set jantarových perel, přičemž v nejbohatším hrobě se jich našlo přes čtyři stovky), ale i kvalita zpracování.

Právě s počátky doby bronzové se pojí zrod transevropské komunikace, jíž se později v antice začalo říkat Jantarová stezka. „Tehdy byly dnešní Mikulovice patrně jedním z důležitých uzlových bodů na této dálkové cestě. Zřejmě proto jsou zdejší hroby tak bohaté," vysvětluje Michal Ernée. Na území současných Čech bylo tenkrát vůbec nejvíc jantaru na celém evropském kontinentě! To mimo jiné potvrdil i nedávný projekt vedený právě Michalem Ernée. Na vlastní kůži zažívá obrovské proměny, kterými jeho obor v posledních desetiletích prochází. Stále více do něj pronikají nové, sofistikovanější postupy z oblasti přírodních a technických věd, různými datovacími metodami počínaje a molekulárněgenetickými analýzami či metodami dálkového průzkumu země konče.

Text: Jana Olivová | **Foto:** Jana Plavec

PRAEMIUM ACADEMIAE

Michal Ernée obdržel v loňském roce Akademickou prémii neboli Praemium Academiae. Mohou ji získat pouze vynikající vědecké osobnosti na špičkové mezinárodní úrovni, jejichž výzkumy mají perspektivu dalšího rozvoje. Je spojena s podporou ve výši až 30 milionů korun, která je rozložena na dobu šesti let, aby laureátům umožnila dlouhodoběji rozvíjet jejich výzkum.

ARCHEOLOGIE S NOVÝMI NÁSTROJI

„První přírodovědnou revolucí v archeologii byla metoda absolutního radiouhlíkového datování, známá zkráceně jako metoda ^{14}C, včetně později zavedené kalibrace naměřených dat. Umožňuje nám získávat poměrně přesnou představu o stáří některých artefaktů, nemovitých památek, staveb, ale zejména lidských či zvířecích kosterních pozůstatků," říká Michal Ernée.

V uplynulých dvou desetiletích došlo v archeologii k dalšímu velkému posunu. Analýzy izotopů stroncia, kyslíku, dusíku a uhlíku ve vzorcích z lidských i zvířecích zubů umožnily vědcům zjišťovat převratné informace o našich předcích – jejich stravovacích návycích, možných oblastech původu (tedy o jejich mobilitě) a v posledních několika letech díky bouřlivému rozvoji analýz archaické DNA také o jejich genetickém původu, fyzickém vzhledu či zdravotním stavu. ▷

Mgr. MICHAL ERNÉE, Ph.D., DSc.

Archeologický ústav AV ČR, Praha

Archeolog a prehistorik specializující se na období počátku doby bronzové a na využití přírodovědných metod v archeologii. Zaměřil se na terénní výzkumy, analýzu a interpretaci pravěkých terénních stratigrafií. Na jejich zásadní význam upozornil v monografii *Pravěké kulturní souvrství jako archeologický pramen*. Působí nejen u nás, ale i v zahraničí. Například díky prestižnímu stipendiu Nadace Alexandera von Humboldta se v Německu věnoval interdisciplinárnímu výzkumu pohřebišť z počátků doby bronzové. Na stejných tématech dále spolupracuje s Ústavem Maxe Plancka pro výzkum dějin člověka v Jeně.

Nové průzkumné a dokumentační metody dovolují studovat nejrůznější památky – od pravěkých hradišť, mohyl a mohylníků přes středověké cesty až po zaniklá sídla i středověké obléhací tábory, nebo dokonce celou minulou krajinu – neinvazivně, bez zásahu do jejich fyzické podstaty. Za všechny uveďme alespoň dálkový průzkum Země včetně leteckého laserového skenování (LIDAR), ze starších leteckou fotografii nebo geofyzikální průzkum. Velmi přínosná je zejména kombinace těchto metod.

Neustále přibývající přírodovědné metody znamenají pro archeology na jednu stranu ohromný přínos, na druhou stranu však mají i svá úskalí. Často totiž nejsou dostatečně prověřené praxí, jsou drahé nebo příliš náročné na čas či přístrojové vybavení. Data jsou platná pro jednotlivé případy a nedají se získávat ve statisticky průkazném množství. Někdy též vedou k příliš úzké specializaci na jeden malý detail, bez vazby na širší kontext – oborový, chronologický, geografický atp. To pak může vést k chybným interpretacím nebo k nerozpoznání skutečně důležitého fenoménu.

Přes sebevětší vědecký pokrok patří i dnes k základnímu vybavení archeologa škrabka, štěteček a lopatka. Aby totiž bylo možné archeologické nálezy analyzovat a interpretovat, musí se nejprve v terénu kvalifikovaně prozkoumat, zdokumentovat a vyzvednout. „Nesmíme zapomenout odebrat co možná největší množství vzorků, protože co v terénu zanedbáme nebo přehlédneme, se dodatečně dohonit nedá. Vyhodit se to dá vždycky," usmívá se Michal Ernée.

DOBA BRONZOVÁ NA NAŠEM ÚZEMÍ

Třetímu tisíciletí před naším letopočtem v Evropě dominovaly dva rozsáhlé komplexy tzv. pohárových kultur – se šňůrovou keramikou a se zvoncovitými poháry. Jejich hmotné památky, často kostrové hroby a pohřebiště s velmi specifickými typy artefaktů, se nacházejí v celé Evropě, od Ukrajiny po Portugalsko a od jižní Skandinávie po severní Afriku. „Na to navazují od doby přibližně 2200–2000 let před naším letopočtem počátky doby bronzové doprovázené zrodem masové výroby některých bronzových předmětů. Současně předpokládáme rozmach dálkových kontaktů v souvislosti s rozkvětem civilizací ve východním Středomoří," vysvětluje Michal Ernée.

> „Terénní archeologické výzkumy se u nás provádějí v zásadě jen tam, kde se potenciálně může nějaký archeologický nález zlikvidovat při stavebních pracích – říká se jim, trochu eufemisticky, záchranné.
>
> Michal Ernée

Jedním ze tří nejprogresivnějších center spojených zejména s rozvojem metalurgie a hierarchizací společnosti se stala oblast tzv. únětické kultury (podle Únětic poblíž Roztok u Prahy). Rozprostírala se zhruba mezi německým Harzem, jihovýchodním Slovenskem, polským Slezskem a dolním Rakouskem. Únětická kultura je známá zejména díky bohatým kostrovým pohřebištím a vyspělé metalurgii. „Produkty zdejších dílen najdeme až v jižní Skandinávii – a právě území dnešních Čech, zejména středních, bylo v té době jedním z ústředních regio-

Chce-li archeolog správně vyhodnotit své objevy, musí zároveň s nimi dobře prozkoumat i celou vrstvu, v níž se předměty nacházely.

nů celé širší střední Evropy, což dokládá mimo jiné i velké bohatství hrobů tehdejších lidí."

Proč bylo zrovna území dnešních Čech tehdy tolik významné? Bronz, který dal celé epoše název, je slitinou mědi a cínu, který je ovšem velmi vzácný. A jediná větší naleziště v celém regionu leží v Krušných horách. „Výzkumu jejich potenciálního využívání už v počátcích bronzové metalurgie ve střední Evropě, někdy kolem roku 2000 před naším letopočtem a po něm, se momentálně věnuje velmi nadějný projekt kolegů ze Saska. Doufám, že se z něho záhy stane také projekt mezinárodní s významnou účastí naší strany."

TAJEMSTVÍ UKRYTÁ POD POVRCHEM

Chce-li archeolog správně vyhodnotit své objevy, musí zároveň s nimi dobře prozkoumat i celou vrstvu, v níž se předměty nacházely. Uchovává v sobě výmluvné stopy minulých dějů a událostí. Vzniká postupně na povrchu terénu uvnitř pravěkého sídliště z nánosů běžného, každodenního odpadu. „Jsou to naše takzvané kulturní vrstvy," objasňuje Michal Ernée. „Hezky je můžete vidět třeba ve výkopu pro kanalizaci ve středověkých jádrech měst. Nejmladší vrstvou bývá většinou současná dlažba, ale pod ní se skrývá řada starších ‚dlažeb' oddělených vrstvami hlíny, písku, tedy odpadu a špíny, které po sobě zanechaly generace našich předků." Proto je kupříkladu v centru Prahy nynější povrch o několik metrů výše než ve 12. století.

Zdaleka ne všude však tyto vrstvy přetrvají dlouhá staletí či dokonce tisíciletí. Mohou zanikat v důsledku eroze, orby, stavební činnosti atd. A s nimi mizí – až na malá torza – vesnice, města, domy a vše, co bylo původně na povrchu terénu a nad ním. Pokud se ovšem zachovají, přinášejí většinou zcela unikátní a nenahraditelné poznatky o minulosti.

ZPŮSOBIL MOR VELKÉ MIGRACE?

Mezinárodní tým se už od roku 2015 snaží pomocí další moderní disciplíny – archeogenetiky – získat podrobné představy o vývoji lidských populací žijících na našem území od neolitu do doby bronzové. Soustřeďují se především na analýzy archaické DNA odebrané z lidských kosterních pozůstatků. „Jde nám o celkovou charakteristiku zdejších populací a jejich srovnání se sousedními i vzdálenějšími oblastmi, o sledování potenciálních migrací na naše území, detailní analýzy konkrétních lokalit, otázky příbuzenských vztahů na pohřebištích i o strukturu jednotlivých rodin," říká Michal Ernée.

V poslední době se stále intenzivněji rozvíjejí rovněž analýzy DNA paleopatogenů, které umožňují, aby se badatelé více dozvěděli o různých nemocech pravěkých populací. Vědci například zjišťují, jestli jednou z možných příčin velkých migrací do Evropy z východu nemohly být tehdejší morové epidemie.

Výsledky archeogenetických výzkumů se dále vyhodnocují spolu s poznatky antropologie, paleopatologie, různých izotopových výzkumů či s analýzami předmětů z hrobů. Včetně těch z pohřebiště v Mikulovicích, kde spočívaly ostatky ženy ozdobené překrásnými šperky. „Její hrob obsahoval jantarový náhrdelník z více než čtyř set jantarových perel, bronzové náramky a jehlice, mořské mušle, zlaté náušnice, prostě téměř vše, na co tehdejší žena mohla pomyslet." Na stejné lokalitě vědce překvapilo též několik ženských hrobů se sadami patrně šperkařských nástrojů, což opět není příliš obvyklé.

Ať už archeologové najdou cokoli, v Mikulovicích či jinde, vždy musí zvolit nejšetrnější a nejefektivnější metodu výzkumu a dokumentace. A mít zároveň na paměti, že co se v terénu nestihne či zanedbá, později už nikdo nezachrání. Největší odměnou je pak podle Michala Ernée objev, který mění dosavadní pohled na určitou etapu vývoje. „V takové chvíli mě moje práce naplňuje, mám pocit, že skutečně posouvá dopředu naše poznání minulosti a že má opravdu smysl."

NÁRODNÍ NÁDOR

Rakovina tlustého střeva je známým pojmem – spojujeme si jej především s nesprávnou životosprávou. **Česko donedávna patřilo mezi země s nejhorší statistikou…**

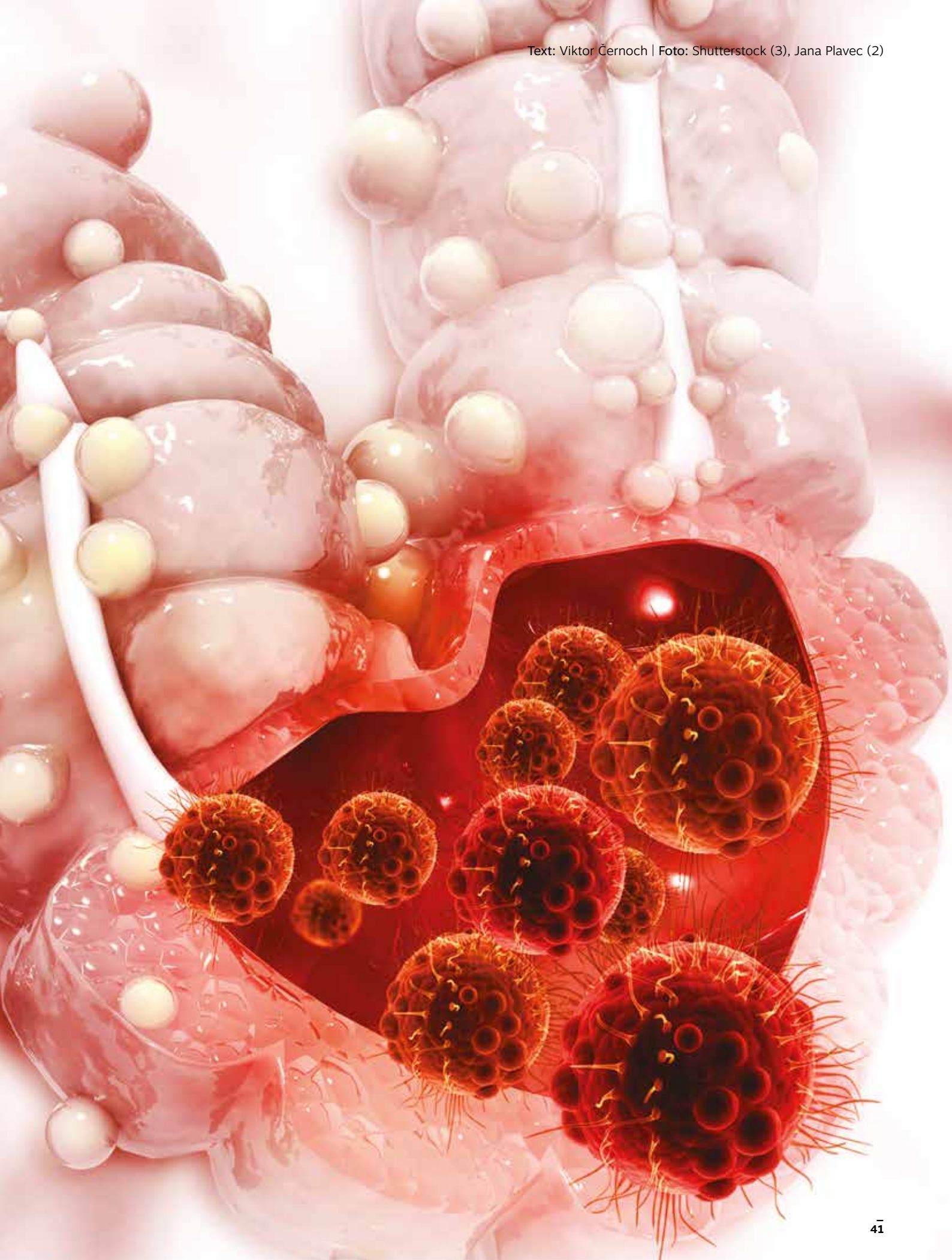
Existuje jeden bonmot: „Dříve se umíralo na stáří, dnes se umírá na rakovinu." Vypovídá o velké změně v životech lidí za posledních několik desítek let. Rakoviny přibylo. Ale proč? Částečně proto, že se zásadně změnil životní styl a zhoršilo ovzduší. Také jsme o nádorech prostě dříve dost nevěděli – dnes ke každému zemřelému přiřazujeme příčinu smrti. Víme tak, kolik lidí ročně zemře na jaké nemoci či úrazy, a vedeme o tom podrobné statistiky. Před dejme tomu 150 lety lidé jednoduše nemohli přesně vědět, kdo podlehl rakovině a kdo jinému onemocnění. Nebyly rentgeny, natož jiné zobrazovací metody, nedělaly se biopsie…

Že se dříve umíralo na stáří, zatímco dnes se umírá na rakovinu, můžeme chápat jako doklad úspěchů moderní medicíny. Průměrný očekávaný věk dožití se v českých zemích v 19. století pohyboval někde na hranici 35 let. Dítě narozené v roce 1800 se tedy v průměru dožilo roku 1835. (Mohla za to především infekční onemocnění – neexistovala antibiotika.) Dnešní tuzemské děti mají šanci se dožít skoro 80 let (79,6).

„Na stáří" lidé dříve umírali v mnohem mladším věku. Když před 200 lety zemřel padesátiletý „stařík", nebylo to nic divného – nehledala se v tom žádná podivná nečekaná příčina či zákeřná nemoc. Dnes bychom o takovém člověku řekli, že zemřel „mladý". Jinými slovy – lidé žijí ▷

Kolorektální karcinom se podle statistik vyskytuje nejvíce v Plzeňském kraji, nejméně v Královéhradeckém a Pardubickém kraji.

Text: Viktor Černoch | Foto: Shutterstock (3), Jana Plavec (2)



MUDr. PAVEL VODIČKA, CSc.

Ústav experimentální medicíny AV ČR

—

Vedoucí oddělení molekulární biologie nádorů. Zabývá se především genetikou, DNA a hledá molekulární charakteristiky nádorových onemocnění, především tlustého střeva a konečníku. Cílem je nalézt možnosti, jak identifikovat predispozice k onemocnění, pomoci s časnou diagnózou a také individualizací léčby. Působí rovněž v Biomedicínském centru v Plzni a na 1. lékařské fakultě UK v Praze (Ústav biologie a lékařské genetiky).

mnohem déle než dříve. A rakovina tak má více času, aby se projevila. Stala se běžnou součástí našeho života… i smrti.

Každoročně zemře v Česku přibližně 110 tisíc lidí. Čtvrtina z nich právě na zhoubné nádory. Více úmrtí mají na svědomí už jen nemoci oběhové soustavy (infarkty, mrtvice apod.). Asi 13 % z celkového počtu úmrtí na zhoubné novotvary v Česku připadá na karcinom tlustého střeva a konečníku, tzv. kolorektální karcinom (ne zcela správně běžně označovaný jako rakovina tlustého střeva).

Tato nemoc donedávna stavěla Českou republiku na jedno z čelných míst ve světě. Pokud něco lze označit za „typicky českou rakovinu“, byla by to tahle. Ale věci už se naštěstí změnily. Česko již není mezi prvními na světě a jak věda, tak medicína (prevence i léčba) dělají pokroky. „Za posledních deset let se střední doba přežití pacientů s touto diagnózou statisticky významně prodloužila,“ říká Pavel Vodička z Ústavu experimentální medicíny AV ČR. Oddělení molekulární biologie nádorů, které vede, se právě zhoubnými nádory tlustého střeva a konečníku zabývá především.

RAKOVINA PRO KAŽDÉHO

Jako u každé nemoci – a u zhoubných nádorů dvojnásob – i zde platí, že klíčem k úspěchu je včasná diagnóza. Lékaři rozlišují čtyři stadia rozvoje karcinomu tlustého střeva. První dvě, kdy útvar ještě neprorostl sliznicí střeva „na druhou stranu“, jsou obvykle řešitelná chirurgicky, případně v kombinaci s chemoterapií, třebaže léčba rozhodně nezaručuje úspěch. Další dvě stadia, kdy nádor už proroste skrz sliznici a dostane se do lymfatických uzlin, jsou ale kritická. Čtvrté stadium nemá dobrou prognózu – jen 12 % pacientů se dožije následujících pět let.

Jak tedy objevit rakovinu tlustého střeva včas? Není to jednoduché – příznaky problémů jsou nespecifické (navíc se většinou objeví, až když je rakovina v pokročilém stadiu). Zjednodušeně řečeno problémy s trávením či vyprazdňováním mohou mít mnoho příčin a většinou jimi není nádor. Klíčem je tak včasný screening – to znamená, že každý z nás by měl nejpozději po padesátém roce života pravidelně chodit na kolonoskopii. Není to právě nejpříjemnější, ale je to nezbytné. Kolorektálním karcinomem totiž člověk onemocní takřka s jistotou. Proč?

> Rizikovými faktory kolorektálního karcinomu jsou obezita a diabetes druhého typu, který se koneckonců vyvíjí především u obezity.

Na sliznici lidského tlustého střeva se časem objevují výrůstky, tzv. polypy. „Kdyby člověk mohl žít neomezeně dlouho, tak by se každý dočkal toho, že se polyp změní v nádor. Ale většina se toho samozřejmě nedožije, protože onen proces naštěstí postupuje velice pomalu

a člověka skolí něco jiného," uvádí Pavel Vodička. Pokud ale daný jedinec nemá genetickou zátěž či předpoklady, trvá nádoru nějakých 30 let či déle, než se objeví.

A to je doba, se kterou můžeme něco dělat. Pomoci může upravit jídelníček, vyhýbat se alkoholu, kouření, tučným jídlům, přemíře červeného masa a zejména uzeninám. Také některým úpravám jídla, především masa za vysokých teplot – grilování, smažení, ale kvůli přítomnosti rakovinotvorných látek i uzení. Riziko zvyšuje též špatné životní prostředí (smog, znečištěné ovzduší) a sedavý způsob života.

„Úplně nejhorší je kombinace užívání alkoholu a kouření. To je extrémně rizikový faktor," zdůrazňuje Pavel Vodička. Přesto ne každý člověk, který hodně pije a kouří, zemře na rakovinu tlustého střeva. Většinou tito pacienti umírají na oběhové potíže dříve, než se stihne rozvinout zhoubný nádor. Na druhou stranu, existují samozřejmě také pacienti, kteří žijí ukázkově zdravým životním stylem, a přesto se u nich karcinom rozvine. Proč?

„Nelze ukázat na jednu příčinu a říci – tohle je důvod, proč člověk onemocní rakovinou. Vždy je to kombinace mnoha faktorů. Představit si to můžete jako puzzle, skládačku, kde různě velké dílky jsou životní styl, prostředí a dispozice daného jedince," upřesňuje Pavel Vodička. Každý má tedy svůj „koktejl" namíchaný různě. A proto i léčba musí být individualizovaná.

Nejčastěji používané chemoterapeutikum, 5-fluorouracil, například zabírá jen asi u čtvrtiny pacientů. Teprve v kombinaci s dalšími látkami se dostane na padesátiprocentní účinnost (a to mluvíme jen o reakci na léčbu, což ještě nezaručuje, že se pacient z rakoviny vyléčí). Upravit terapeutický postup „na míru" každému pacientovi je proto více než potřebné. I s tím může pomoci Ústav experimentální medicíny AV ČR. Spolupracuje s několika nemocnicemi a lékařskými pracovišti a pomáhá právě s individualizací léčebných postupů.

Zkoumá se celá řada tzv. biomarkerů. Oddělení molekulární biologie nádorů se soustředí třeba na cirkulující DNA. Jak se rozpadají nádorové buňky, uvolňují do krevního řečiště svou DNA. Ta se pak dostává do plazmy či moči. „Z ní lze určit genetický fingerprint a podívat se, zda souvisí s nádorem, eventuálně se zjistí některé rysy, jež by mohly být nápomocné k předpovědi rezistence a odpovědi na léčbu," vysvětluje Pavel Vodička.

> „Kolonoskopie může odhalit polypy, které lze mikrochirurgicky odstranit, a tím pádem je člověk na pět až deset let víceméně v pořádku.
>
> Pavel Vodička

SOUBOJ S ČASEM

Jako většina současných výzkumů, i tato oblast se neobejde bez mezinárodní spolupráce. Pavel Vodička byl pozván do konsorcia GECCO (Genetics and Epidemiology of Colorectal Cancer Consortium), a mohl tak být součástí obřího projektu. Jednou ze studií, na kterých se podílel, byl genetický výzkum na asi 70 tisících vzorcích pacientů s kolorektálním karcinomem. „Z celogenomového skenu se nám podařilo vytipovat systém – takzvané polygenní rizikové skóre –, který je schopen predikovat riziko časného výskytu kolorektálního karcinomu. Ten se normálně objevuje až po padesátém roce života, ale incidence nádorů vzrůstá u mladších jedinců už po pětatřicátém roce věku," říká Pavel Vodička.

Například v USA se daří snižovat počet pacientů s touto diagnózou ve vyšší věkové skupině. Naopak ale vzrůstá počet případů u mladých lidí. Proto byl zmíněný vědecký výsledek tak důležitý. „Zjednodušeně řečeno, pomocí něj půjde vytipovat jedince, kteří mají jít na preventivní screening raději už po pětatřicátém roku života, a nikoli až po padesátce."

Pavel Vodička také doufá, že by mohl využít desetitisíce vzorků z konsorcia ke svému vlastnímu výzkumu, k testování délky telomer (koncových částí chromozomů). O co jde?

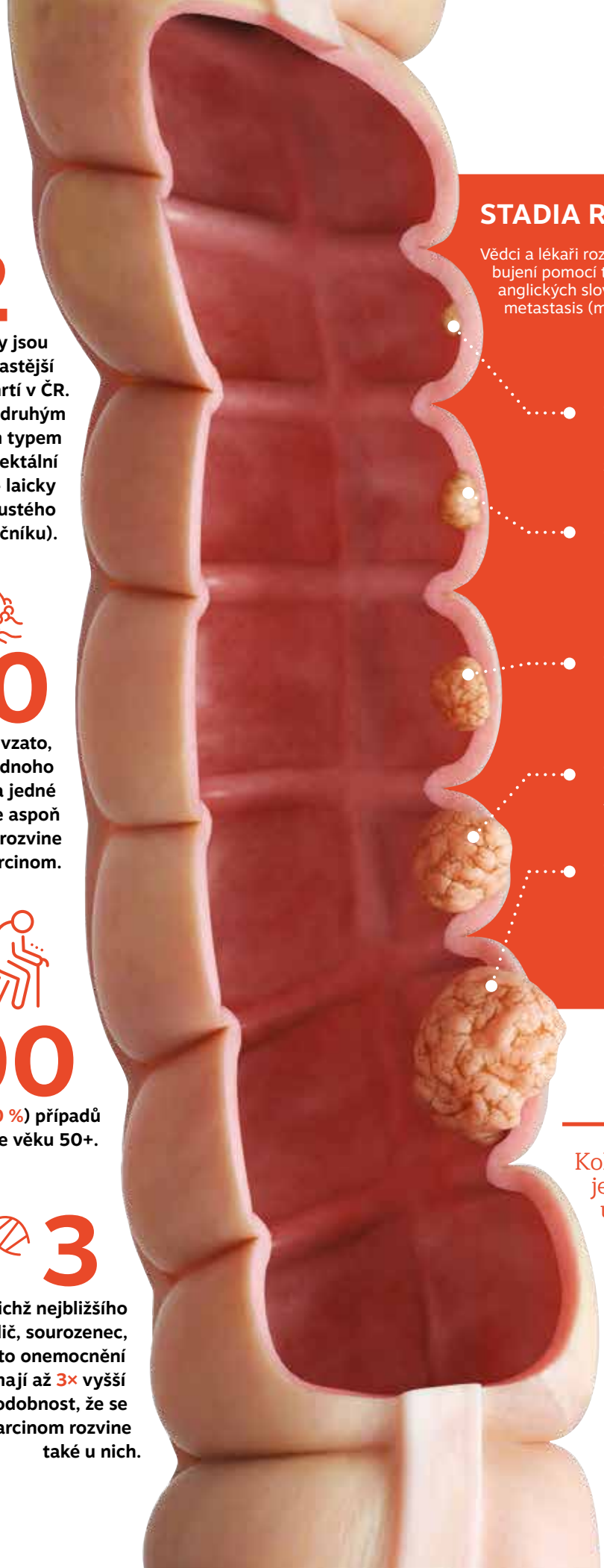
Každý člověk má jedinečnou sestavu svých genů, tzv. genetický makeup. Výzkumy Pavla Vodičky prokázaly spojitost mezi genetickým makeupem a rizikem kolorektálního karcinomu. Jestli existuje i souvislost s délkou telomer a jaký tento vztah je, se ale zatím spolehlivě neví. Právě to chce tým Pavla Vodičky zjistit.

Telomerická DNA definuje počet dělení buňky, jsou to jakési „buněčné hodiny". Nádorová buňka se brání tzv. telomerové krizi a naprogramované buněčné smrti, obchází proto různé mechanismy rovnováhy a vyvíjí způsoby zvětšování těchto úseků DNA, snaží se zkrátka prodloužit si život. Dochází tak k nekontrolovatelnému přežívání a růstu. Tým Pavla Vodičky prokázal na 700 vzorcích vztah mezi délkou telomer v nádorových buňkách a přilehlých nenádorových. Prodlužovaly se v závislosti na lokalizaci tumorů a na stadiu jejich rozvoje. Délka koncových částí chromozomů v nádorových buňkách také souvisí s kratší dobou přežívání pacientů. ▷

Co a jak zvyšuje riziko, že se u člověka rozvine kolorektální karcinom

Alkohol: 7% zvýšení rizika na každých 10 g etanolu denně.
Červené maso a uzeniny: 12% zvýšení rizika za každých 100 g na den.
Kouření: 15% zvýšení rizika.
Obezita: 18% zvýšení rizika na každých 5 bodů BMI.

Zdroj: *Molecular Aspects of Medicine*



2

Zhoubné nádory jsou druhou nejčastější příčinou úmrtí v ČR. Mezi nimi je druhým nejčastějším typem nádoru kolorektální karcinom – laicky rakovina tlustého střeva (a konečníku).

20

Statisticky vzato, přibližně u jednoho z 20 mužů (a jedné z 25 žen) se aspoň jednou za život rozvine kolorektální karcinom.

90

Většina (90 %) případů se týká lidí ve věku 50+.

3

Osoby, u jejichž nejbližšího příbuzného (rodič, sourozenec, dítě) se toto onemocnění vyskytne, mají až 3× vyšší pravděpodobnost, že se kolorektální karcinom rozvine také u nich.

STADIA RAKOVINY

Vědci a lékaři rozlišují pět stadií rakovinného bujení pomocí tzv. TNM systému. Podle anglických slov tumor (nádor), node (uzlina), metastasis (metastázování).

T0

Polyp na stěně střeva nejeví žádné známky rakoviny.

T1

Pokud se karcinom podchytí v tomto stadiu, prognóza je dobrá. Asi 90 % pacientů přežije příštích pět let.

T2

Nádor prorostl do hlubší silnější vrstvy střeva – svaloviny.

T3

Tumor již zasáhl stěnu střeva, případně již pronikl do okolní tkáně.

T4

Nádor pronikl střevem „na druhou stranu“ a zasahuje i okolní orgány či struktury. Prognóza je velmi špatná, následujících pěti let se dožije jen 12 % pacientů.

Kolorektální karcinom je jedno z mála onemocnění, u kterého hraje roli rasa a pohlaví. Nejčastěji zasahuje muže tmavé pleti, naopak nejméně ohroženy jsou asijské ženy.

OPRAVIT DNA

Podobnou závislost našli vědci u oprav DNA. V genetickém materiálu lidských buněk se totiž pravidelně něco „pokazí“. Systém člověka chybu zachytí a dokáže molekule DNA vrátit původní pořadí písmen. Chyby přitom vznikají samovolně, vlivem metabolismu, samozřejmě také při vystavení toxickým látkám, radioaktivitě apod. Opravy DNA jsou tedy zcela běžnou záležitostí, denně musí naše tělo opravit tisíce a tisíce DNA vláken. A sem tam při tom může nastat chyba. Ta má pak za následek zánik buňky, v horším případě rakovinné bujení.

Když tělo opravuje vzniklé poškození dobře a efektivně, je to určitě pozitivní. Pokud se však přesto vyvine v těle nádor, tato výhoda se rázem změní v nevýhodu. Léčiva totiž fungují tak, že záměrně DNA buněk poškozují. Pokud v organismu dobře funguje tento systém DNA oprav v nádorových buňkách, poškození léčivy tělo pohotově napravuje a nádor se dále rozvíjí.

DNA oprava je přitom jedním ze systémů, pomocí kterého tělo s rakovinou bojuje. Pro odhad, jak se zcela konkrétní „boj“ vyvíjí, je zásadní poměr mezi tím, jak probíhají opravy DNA v normálních buňkách a jak v nádorových. Když probíhají dobře opravy ve zdravých buňkách, je proces prognosticky pozitivní; pokud naopak dobře fungují opravy DNA v buňkách nádorových, je to zlá zpráva. Jenže výzkumy v této oblasti jsou poměrně složité. Za DNA opravy běžně odpovídá poměrně komplikovaný systém asi 250 genů, které spolupracují na různých úrovních a o jejich vzájemné součinnosti nejsou zatím k dispozici jednoznačné znalosti. Zkoumat jej jako celek je takřka nemožné.

Pavel Vodička ve studii, na které pracoval s univerzitou v Oslo, potvrdil, že příjem vitaminů, zeleniny a ovoce stimuluje jednu z DNA oprav, tzv. nukleotidní. „Ale to je jen jedna dráha z pěti. Když bude tato dráha posílená, vůbec nevíme, co to udělá s těmi dalšími. Že někdo bude jíst zdravě, mu nemusí pomoct. Je to otázka dávky,“ říká Pavel Vodička. Nicméně zdůrazňuje: „Když bude člověk žít zdravě, tak pravděpodobnost, že by si zadělal na kolorektální karcinom, je v každém případě nižší.“

Práce v laboratoři je nedílnou součástí denní náplně týmu Pavla Vodičky. Vzorky pacientům ale samozřejmě neodebírají, ty pocházejí ze spolupracujících nemocnic.

PRYČ ZE ŠPIČKY

Je dobře, že Česká republika už není na prvních místech na světě ve výskytu kolorektálního karcinomu (na počet obyvatel). Proč jsme se tam ale vůbec ocitli? Žijí Češi o tolik nezdravějším životním stylem než všichni ostatní? Může hrát roli něco jiného, třeba genetika?

Zdá se, že je to podobné jako s rakovinou samotnou – ve hře je více faktorů a nevíme, který je ten hlavní. Je dobré se třeba podívat, se kterými zeměmi jsme donedávna byli v čele smutné statistiky. Vedle nás bylo na špici Slovensko, Maďarsko, ale také třeba Dánsko. Určitě hraje roli více okolností, ale ty nejběžnější nebudou úplně zanedbatelné. Ze zemí OECD (data z r. 2016) mají Češi úplně nejvyšší spotřebu alkoholu na osobu (Slováci jsou čtvrtí, Maďaři pátí). Ze všech států světa jsou Češi sedmí ve statistice spotřeby tabáku (cigaret), Maďaři třináctí. Evropská unie má nejvyšší spotřebu vepřového na světě (první z EU je Dánsko). Zdá se tedy, že životní styl přece jen hraje velmi významnou roli. A vypadá to, že informovanost a tím pádem i chování Čechů se zlepšuje, už se pohybujeme kolem dvacátého místa (2018). Zatímco vedení zůstalo Maďarům (Slováci jsou třetí, Dánové šestí).

Každému člověku se sčítá to, jaký životním styl vyznával. Přemíra alkoholu, kouření a nezdravého jídla v kombinaci se špatným ovzduším neslibuje dobré vyhlídky. Přesto má ale vždy smysl přejít na zdravější životní styl a zkusit svoji kondici zlepšit. Jíst hodně vlákniny, pomáhají také mléčné produkty (vápník, vitamin D) a hlavně pohyb. Možná se ani tak člověk karcinomu nevyhne, ale sníží alespoň jeho pravděpodobnost. Nebo aspoň o kousek odloží jeho příchod. A může pak se zadostiučiněním konstatovat, že žil tak dlouho, že neumírá na stáří, ale na rakovinu. Protože umřít na rakovinu dost možná znamená umřít právě na stáří. ▯

Od hamburgerů KE KORONAVIRU

Jedno oko už jí neslouží, na druhém má zbytky tunelového vidění. To však biofyzičce a mámě tří dětí Haně Lísalové nijak nebrání ve špičkové vědecké kariéře. **Biosenzor, který momentálně vyvíjí, může pomoci lidstvu v boji s novým koronavirem.** A nejen s ním.

RNDr. HANA LÍSALOVÁ, Ph.D.

Fyzikální ústav AV ČR

–

Vystudovala biofyziku a chemickou fyziku na Matematicko-fyzikální fakultě UK. Po získání doktorského titulu se dva roky věnovala výzkumné činnosti na Washingtonské univerzitě v Seattlu. V letech 2013–2017 byla vědeckou pracovnicí v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR. Nyní působí jako vedoucí laboratoře funkčních biorozhraní Fyzikálního ústavu AV ČR. Zabývá se zejména vývojem specializovaných funkčních materiálů a inovativních biomateriálů. Publikovala více než tři desítky světově uznávaných odborných textů a je spoluinventorkou čtyř patentů. V roce 2011 získala stipendium L'Oréal Pro ženy ve vědě, je laureátkou Prémie Otto Wichterleho (2018) a Prémie Lumina quaeruntur (2019).

Text: Radka Římanová, Foto: Jana Plavec (5), Daniel Špaček / Neuroncollective.com

Zařízení, na kterém pracujete, dokáže rozpoznat třeba salmonelu v hamburgerech. Teď má však přispět k odhalování viru SARS-CoV-2 v lidském těle. Mají snad tyto dva původci nemocí něco společného?

To sice ne, ale naše technologie je natolik univerzální, že se dá relativně jednoduše přizpůsobit různým druhům detekovaných látek. Není to však samozřejmě otázka přepnutí jednoho tlačítka. Biočip, který je srdcem biosenzoru, se musí připravit dané látce na míru. To znamená, že ho musíme vybavit vhodnými receptory, takovými zachytávači, které ji dokážou rozpoznat a polapit. Je proto třeba přesně vědět předem, co bude senzor hledat.

> Alfou a omegou našeho výzkumu jsou vzájemné vztahy a interakce různých typů povrchů a materiálů s molekulami v přírodě nebo buňkami.

Vy jste s jeho pomocí původně pátrali po škodlivinách v jídle a pití. A velmi úspěšně…

Ano. Od začátku roku jsme pracovali na terénním biodetekčním systému k rychlému odhalování patogenů v potravinách pro Ochrannou službu Policie ČR. A opravdu se nám dařilo. Během dvaceti minut jsme například detekovali velmi nízké koncentrace bakterie *Escherichia coli O157:H7* nebo *Salmonella typhi* v hamburgeru. Dnes se přitom analyzované vzorky musejí odvážet do laboratoří a na výsledky se čeká klidně i několik dní. Náš biosenzor by mohl kontaminaci odhalit kdekoli v terénu, prakticky hned a v jakékoli zkapalněné potravině.

Hamburger ale není zrovna tekutá pochoutka, ne?

Musíte ho nejprve rozmixovat ve speciálním mixérku, a tím z něj poměrně jednoduše vytvoříte homogenizovaný vzorek. Tímto způsobem je pro naše měření nutné upravit všechny tuhé potraviny. Probíhá totiž za průtoku – vzorek tedy musí protéct nad povrchem biočipu, aby se na něm mohla hledaná látka zachytit.

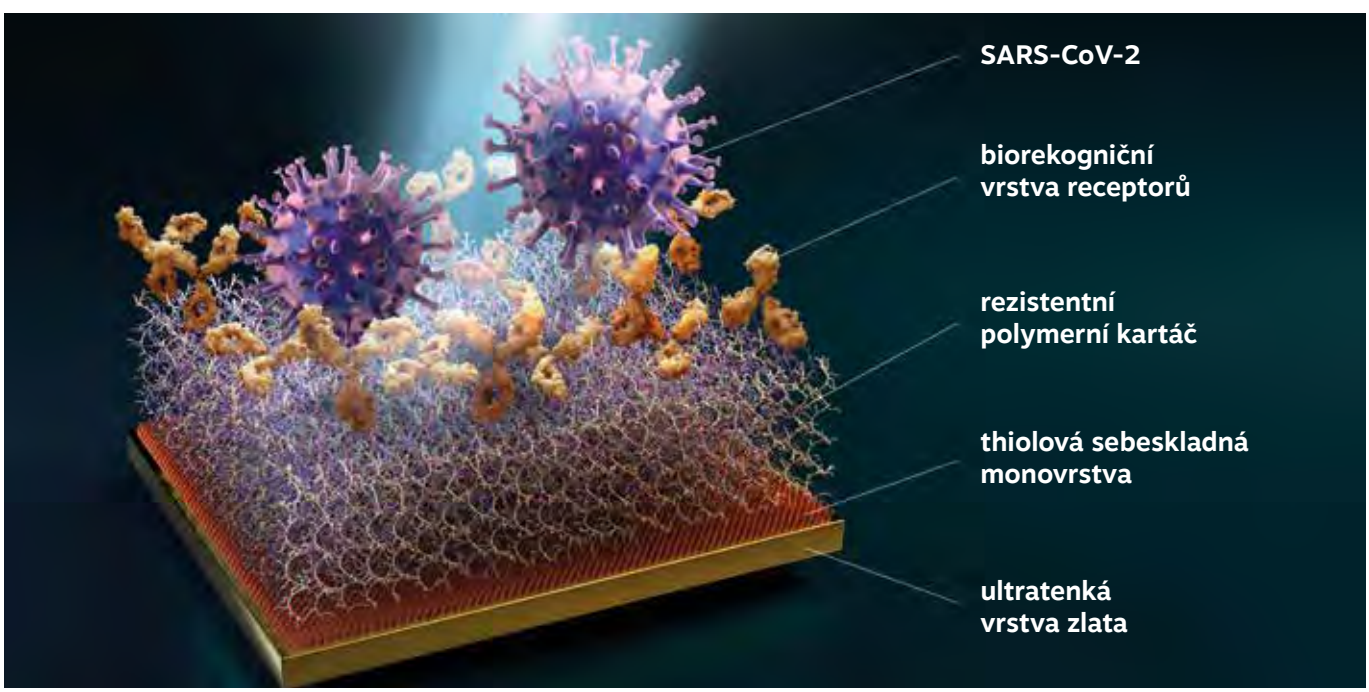
Kdy vás poprvé napadlo, že by mohl lapit i nový koronavirus?

Když jsem viděla odezvy našeho senzoru na virus hepatitidy A. Detekce virových částic pomocí biosenzorů zatím není popsaná do takových detailů jako třeba u bakterií. Viry totiž mají své mouchy, které výzkum komplikují. Když se nám tedy podařilo odhalit v potravinových vzorcích virus žloutenky, a to s velmi slušnou citlivostí, byli jsme nadšení. V té době zrovna propukla koronavirová pandemie a nás napadlo: jestliže jsme schopni detekovat původce hepatitidy A, proč bychom nedokázali vyhledávat SARS-CoV-2? Obzvlášť, když je zhruba čtyřikrát větší než virus žloutenky. Opatrně jsem tedy navrhla, že bychom možná mohli pomoci. A tehdy jsme naskočili do divoké řeky.

Povídejte…

Abychom mohli biočip vyvíjet, potřebovali jsme mít k dispozici danou virovou kulturu a vhodný zachytávač, tedy například dostatečně selektivní protilátku, která rozpozná SARS-CoV-2 a nezachytí třeba jiný typ koronaviru běžný při nachlazení. Na takto rizikovou práci ale náš ústav nemá potřebná povolení. Naštěstí nám vedení Akademie věd ČR zprostředkovalo důležité kontakty a propojilo nás s Biologickým centrem AV ČR a Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity, kde pro vyvíjený biosenzor připravují inaktivovanou virovou kulturu a testují protilátky. My

CHYTRÝ „LAPAČ“ KORONAVIRU POD DROBNOHLEDEM



CO JE AFINITNÍ BIOSENZOR?

Toto citlivé analytické zařízení převádí fyzikální nebo chemický signál na signál lépe měřitelný. Jeho „srdcem“ je rozpoznávací prvek biologického původu, například biočip, který má za úkol identifikovat analytický cíl (enzymy, protilátky, mikroorganismy atd.). Další důležitou součástí biosenzoru je převodník, který na základě optických, elektrochemických, piezoelektrických či jiných principů převádí vstupní signál na výstupní. Každý biosenzor má také zobrazovací zařízení, které uživateli srozumitelně zprostředkuje výsledek biosenzorového měření.

mezitím prakticky nepřetržitě pracujeme na zdokonalování naší technologie. A všechno jde neuvěřitelně rychle – co se běžně řeší celé měsíce, se pod tlakem pandemie zvládlo v řádu dní.

Takže nový biosenzor už je na dosah?

V horizontu několika měsíců bychom rádi dokončili funkční prototyp, který by pak pokračoval do certifikačního procesu. A to je ve vědě neuvěřitelný fofr! Zásadně nám ale pomohlo, že jsme měli díky zakázce pro Policii ČR již připravenou technologii s dobrými výsledky. A taky fakt, že se v oblasti biosenzorů pohybuji už patnáct roků. V jediné „krabičce“ tak můžeme zúročit všechny zkušenosti získané za léta praxe v jejich výzkumu.

Jak ona krabička vlastně funguje?

V biosenzorech se používají různé detekční technologie. V našem případě vypadá zatím nejnadějněji metoda zvaná křemenné krystalové mikrováhy neboli QCM. Biočipem takového senzoru je krystal, který vibruje na určité frekvenci. Ten se umístí do mikrofluidní cely, do které přivádíme zkapalněné vzorky. Když se na biočip naváže hledaná látka ze vzorku, dojde k povrchovým změnám na vibrujícím krystalu biočipu – jeho povrch se, laicky řečeno, zatíží, a na základě piezoelektrického jevu se tak změní výstupní frekvence. Při detekci bakteriálních patogenů i původce žloutenky typu A se nám tato metoda velmi osvědčila.

Budete tedy koronavirus v podstatě vážit?

Svým způsobem ano. Zkusím to vysvětlit ještě detailněji: samotný biočip si můžete představit jako lesklý plíšek. Je totiž z křemene a na něm je napařená tenká vrstvička zlata. Na ní se pak tvoří thiolová sebeskladná vrstva, což je vlastně hustá síť „sazeniček“ pro růst polymerního kartáče, který z nich po spuštění polymerní reakce začne rašit jako třeba stromy v lese. Na konci jeho štětin a částečně i uvnitř kartáče je nanovrstva receptorů neboli zachytávačů, v našem případě zejména protilátek. Když tedy nad povrchem biočipu protéká analyzovaný vzorek, receptory cílovou látku, tedy kupříkladu koronavirus, rozpoznají a zachytí. A čip začne, zjednodušeně řečeno, vibrovat na jiné frekvenci.

> „Náš biosenzor by měl koronavirus ve vzorku odhalit do třiceti minut, a to přímo v terénu.

Třeba virus chřipky by ale kolem něj proplul bez povšimnutí?

V tomto případě ano. Jak už jsem říkala, biosenzor se vždy připravuje na míru konkrétní látce a dalším požadavkům na detekci. Nic jiného než ji by pak čip vůbec neměl registrovat. A to je na jeho vývoji také to nejtěžší. Musí být sestaven tak, aby jeho povrch nepřitahoval pozornost jiných molekul ze vzorku. A že jich v komplexních roztocích bývá požehnaně!

Jak takové výběrové slepoty čipu dosáhnete?

Snažíme se těmto nespecifickým vazbám při stavbě kartáče zabránit úpravou jeho celkového náboje. Musíme přitom vzít v potaz spoustu parametrů. Momentálně jsme podali patentovou přihlášku na nový typ polymerního povrchu.

Váš biosenzor prý bude schopen odhalit původce nemoci covid-19 třeba i na svetru. Jak je to možné?

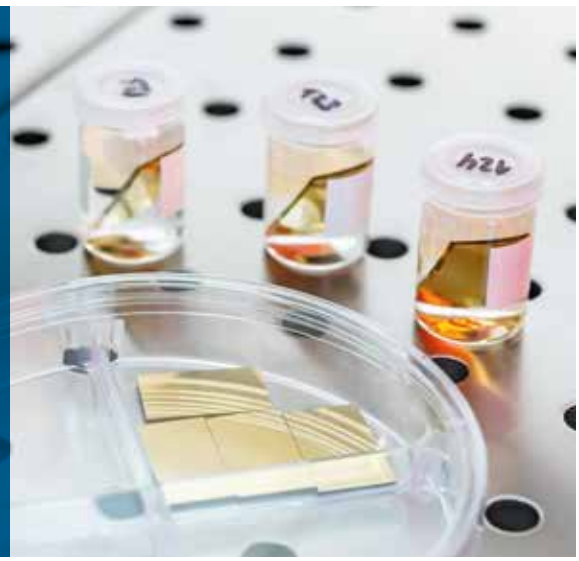
Funguje to podobně jako s těmi hamburgery. Pro naše měření potřebujeme jakýkoli tekutý vzorek. A všechny stěry se dají za pomoci definované procedury zkapalnit – jak ty z nosohltanu, tak třeba i z oblečení, klik a podobně. Naším cílem je, aby bylo virus možné detekovat nejen v tělních tekutinách a vodě, ale prakticky kdekoli. Byla by to jedna z klíčových výhod naší technologie.

Co ty ostatní?

Oproti současným rychlotestům je hlavním benefitem našeho biosenzoru kombinace rychlosti a citlivosti detekce. Dosavadní rychlotesty se totiž převážně zaměřují na zjišťování protilátek, které se však v těle pacienta dají naměřit až za několik dní od nákazy. Naše metoda by ale měla vyhledat přímo částice koronaviru a výsledek měření bychom měli k dispozici ▹

Od Merkuru k biofyzice

„Jako dítě jsem chtěla všemu rozumět a celé rodině jsem lezla na nervy svými věčnými otázkami. Když jsem nemohla přijít něčemu na kloub, hrozně mě to rozčilovalo. Nejraději jsem si hrála se stavebnicí Merkur po tátovi a budovala z ní všemožné kladky a jeřáby. Místo vyšívání kanavy jsem s kluky v lese stavěla bunkry a chodila rozcuchaná a neupravená v oblečení po bratranci. Od malička mě zajímalo, jak to funguje v přírodě, kde jsem s turistickým oddílem trávila spoustu času. K vědě mě pak přitáhli výborní učitelé matematiky a fyziky na gymnáziu. A cesta na matfyz byla díky nim jasnou volbou."



již do půl hodiny. Infekci by tak teoreticky bylo možné zachytit už v její počáteční fázi.

Zlatým standardem testování je dnes takzvaná metoda PCR. Mohla by ji vaše technologie nahradit?
Nic takového ani nechceme. Účelem biosenzoru není stávající testovací postupy vytlačit. Citlivosti PCR lze navíc metodami založenými na přímé detekci látek jen velmi obtížně dosáhnout. Naše zařízení tedy může zavedené technologie spíše zajímavě doplnit a nabídnout k nim rychlou, a navíc mobilní alternativu.

To znamená, že se vejde třeba do kufru?
Spíše do kufříku, zařízení je poměrně malé. Terénní zavazadlo s biosenzorem bude vybaveno pumpou, díky níž do přístroje kapalný vzorek dostaneme. Tajemství úspěchu totiž tkví v co nejefektivnějším způsobu jeho promíchání s povrchem biočipu. Díky pumpování a speciálním mikrofluidním trikům se viry k čipu dotlačí v maximální možné míře a zvýší se tak pravděpodobnost jejich záchytu. Výsledek měření se pak ukáže na vestavěném displeji.

Přístroj tedy nakonec jednoduše nahlásí, zda je vzorek negativní, či pozitivní?
Nejen to. V kufříku by měl být také zabudovaný počítač s vnitřní kalibrací pro hledanou látku, který signál převede do odhadu koncentrace koronaviru ve vzorku. Naším cílem přitom samozřejmě je připravit senzor co nejcitlivější, abychom mohli odhalit i malé množství viru. Samotný biočip bude v kufříku spočívat ve speciálním držáku tak, aby ho bylo možné snadno vyměňovat.

Bude jen na jedno použití?
Když se čip setká s negativním vzorkem, je stále funkční a může se využít opakovaně. Pokud ale narazí na koronavirus, zachytávače se jím v podstatě zaplácnou a čip se musí vyměnit. Momentálně hledáme metodu, jak virus omýt a čip regenerovat tak, aby byl i po jeho zachycení znovu použitelný.

Až tyto detaily doladíte a váš prototyp získá potřebnou certifikaci, plánujete biosenzory vyrábět ve velkém?
V našich podmínkách můžeme připravit maximálně sto biočipů za několik dní. Masivnější výrobu by tedy musel převzít průmysl. Už nás kontaktovalo několik firem. Jednání jsou ale ještě otevřená, takže nemohu prozradit, zda by se senzory vyráběly v tuzemsku nebo v cizině.

> „Ve vědě svým způsobem neustále soutěžíte s celým světem. K výsledkům vaší práce má kdokoli na planetě přístup a to vás tlačí do další práce. Jste součástí pokroku, což je úžasné.

Když už je řeč o zahraničí, máte někde na světě konkurenci?
Když vznikne potřeba rychlé detekce nějaké infekční látky, okamžitě se do výzkumu vrhají vědci a firmy na celé planetě. Vím minimálně o dvou projektech, které vypracovávají testy na podobném principu jako my a ve vývoji jsou dokonce ještě dál. Rozhodně tedy nejsme jediní a nemá smysl si to nalhávat. Konkurence je velká, což je v tomto případě vlastně dobře. Vzhledem k tomu, že pravděpodobnost dalších epidemií je značná, není vůbec špatné se na ně technologicky připravit. I kdyby se tedy teď komercionalizace našeho senzoru nezdařila, alespoň budeme mít v Česku náskok pro případ další hrozby.

A přístroj byste přeprogramovali na hledání jiného „neřáda"?
Dá se to tak říct. Využít by se dal třeba i na influenza virus A, což je nejčastější původce chřipky. To je ale hudba budoucnosti. Nyní je potřeba porazit SARS-CoV-2 a tomu se momentálně věnujeme na sto procent.

Z laboratoře teď asi skoro nevycházíte, je to tak?
Moje působení je spíše v kanceláři u počítače, na němž analyzuji výsledky měření. Práci v laboratoři už mi totiž zrak bohužel

neumožňuje. V pěti letech mi diagnostikovali degenerativní onemocnění sítnice. Projevilo se tehdy šeroslepostí. Jenže v průběhu času se mi zrak skokově zhoršoval. V deseti jsem přestala vidět do stran a v sedmadvaceti úplně oslepla na pravé oko. Dnes jsem vděčná, že mám zbytky tunelového vidění v oku levém. Naštěstí jsem si práce v laboratoři užila dost, a i díky těmto zkušenostem teď můžu vést desetičlenný tým.

Dělat vrcholovou vědu s takovým hendikepem musí být dost složité…

Práci mi usnadňují různé speciální pomůcky jako mluvící počítačové programy nebo zvětšovací a osvětlovací technika. Hodně také používám diktafon, abych nemusela vše hned zapisovat. Nejtěžší je ale pro mě skloubit vědu s rodinou. To je teprve výzva. Mám totiž tři malé dcery, přičemž nejmladší jsou dva roky. Naštěstí má manžel jako můj spolužák z matfyzu a vystudovaný biochemik pro vědu pochopení, ačkoli se jí už sám nevěnuje. Bez podpory jeho a Fyzikálního ústavu AV ČR, kde matkám vycházejí neuvěřitelně vstříc, bych to zkrátka nezvládla. Vždyť ještě před pár měsíci jsem měla přímo v kanceláři dětskou postýlku.

Tu bych v pracovně vědkyně nečekala. Překvapila by vaše kancelář návštěvníka ještě něčím?

Žádná kyvadla a podobně byste v ní rozhodně nenašli. Kromě počítačů v ní mám už jen pelíšek pro mého vodicího psa. A hrnek od kafe, který často vyplachuju dalším kafem. Jsme teď totiž v hrozném presu a denně doslova fofrujeme.

Stíháte si vůbec v takovém tempu alespoň trochu oddechnout? Máte například nějakou osvědčenou relaxační techniku?

Ne, ale zato mám výborného šéfa – když jsem si třeba předevčírem postěžovala, že jsem málo spala, nechal mě v kanceláři na hodinku zdřímnout. Hlavu si však nejlépe pročistím při běhu, ačkoli má rychlost není zrovna závratná. Když to tedy jen trochu jde, vyrážím se proběhnout do míst, kde dobře znám terén, abych minimalizovala pravděpodobnost zakopnutí. I tak často něco přehlédnu a vracím se domů lehce potlučená. Relax u večerní sklenky dobrého vína, když děti usnou a je konečně ticho, taky není k zahození.

Co třeba vaření? Tráví biofyzička čas také u plotny?

Někdy ano. Dokonce si myslím, že díky maminčině poctivé škole vařím docela dobře. Jen už si u toho kvůli zhoršenému zraku moc neodpočinu. Občas mám pocit, že v kuchyni pořád jen něco hledám, což je hrozně namáhavé.

Fušujete jak do fyziky, tak do biologie, chemie nebo informatiky. Jaké to je pracovat na rozhraní hned několika vědních disciplín?

Podle mě je to těžší než věnovat se jednomu oboru, protože toho musíte strašně moc nastudovat a sledovat. Někdy mívám noční můry, aby mi něco důležitého neuteklo. „Gró“ je pro mě biofyzika, například biologové už z mého pohledu mluví trochu jinou řečí,

takže když máme na něčem spolupracovat, musíme nejprve sladit jazyk. Věnovat se více oborům je sice složitější, ale zároveň krásné – moje zkušenost totiž říká, že ty nejzajímavější nápady se rodí právě z mezioborové komunikace.

Najde se u člověka, který má tak široký záběr jako vy, také něco, co by mu vyloženě nešlo?

Rozhodně. Třeba na malování jsem vysloveně levá, ačkoli mám umění obecně moc ráda. Nejsem taky zrovna velký kutil. Naštěstí to ale můžu svést na to, že prostě špatně vidím *(směje se)*.

FENOMENÁLNÍ VČELY

VČELAŘENÍ JE VÁŠEŇ

Včelaření není jen aktivitou s cílem získat med a další produkty. Pro někoho je to zajímavý koníček a zpestření volného času, pro mnoho včelařů se ale změnilo ve vášeň a jeden ze smyslů života. Příkladem takového člověka je Václav Krištůfek z Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích: „Když chováte včely, plně žijete s přírodou a se svým okolím. Je to pro mě vrcholem souznění člověka, přírody a včelího superorganismu.“ Chovu se věnuje už téměř třicet let a stále znovu se podivuje nad tím, co všechno ještě o včelách neví, co nového se o nich dozvídá. „Myslím, že právě divení se, pokora k přírodě a otevřenost k názorům druhých je cesta k úspěšnému včelaření,“ dodává. Zcela nový pohled do úžasného světa včel mu prý otevřela kniha profesora bavorské univerzity ve Würzburgu Jürgena Tautzeho *Fenomenální včely*. Bez přehánění se dá říct, že Václav Krištůfek jde ve šlépějích svého německého kolegy, jehož hlavním cílem je přinášet nové informace o tomto fascinujícím hmyzu a poutavě je sdělovat veřejnosti.

Text: Václav Krištůfek, Leona Matušková | **Foto:** Jana Plavec

AKADEMICKÁ VČELNICE

Vědci v Biologickém centru AV ČR v Českých Budějovicích chovají včely v rámci experimentální a výukové včelnice od roku 2016. Momentálně se starají o 44 včelstev. Sledují jejich zdravotní stav a délku života, zkoumají také například včelí jed a doplňková krmiva pro tento užitečný hmyz. Osvědčuje se jim zelená řasa *Chlorella*, která obsahuje velké množství bílkovin, minerálů a dalších látek přispívajících k rozvoji a dobré kondici včel. „S úspěchem ji aplikujeme formou cukerného roztoku nebo suchého prášku při tvorbě oddělků nebo v předjarním a podletním posilování včelstev," přibližuje Václav Krištůfek. K monitorování podmínek uvnitř včelstva využívají vědci nejrůznější informační a komunikační technologie; spolupracují přitom s Ústavem aplikované informatiky Jihočeské univerzity.

LÉKÁRNICE A STAVITELKY

Není mnoho organismů, které žijí trvale v tak těsné vzájemné blízkosti, jako je včela medonosná (*Apis mellifera*). Pojí se s tím různá zdravotní rizika, je proto nutné dbát na čistotu prostředí. Včely sbírají na pupenech, plodech nebo listech rostlin pryskyřici, kterou v úlu používají jako lék i tmel. Nazývá se propolis a má antibakteriální a fungicidní účinky. Ve stromové dutině osídlené včelami je jím vytmelen každý milimetr povrchu, přičemž nejde jen o hygienu, ale i o celkové zpevnění vnějších částí dutiny. Zvláštní význam má také tenká vrstvička z propolisu, která potahuje stěny buněk především v plodovém hnízdě.

Podíváme-li se pozorně na zavíčkovaný plást s plodem, nelze si nevšimnout roztroušených prázdných buněk. Jedná se o tzv. studánky nebo vyhřívací buňky. Včely-topičky zahřívají zavíčkovaný plod (kukly) pevným tisknutím hrudi na víčko buňky a předávají mu tak teplo. Existuje ještě druhá strategie vyhřívání plodu. Kuklám teplo dodává včela pilně pulzující v sousední buňce. Velmi ji to vyčerpává, a k rychlému dodání energie jí tak slouží blízká buňka-studánka plná medu.

PANENSKÝ PLÁST

Panenský plást (plástev, do které matka ještě nepoložila žádná vajíčka) z čerstvého bílého vosku s uloženým barevným pylem a nektarem nabízí krásný estetický pohled. Tloušťka stěn buněk po celé ploše plástů je přesně 0,07 milimetru a všechny úhly mezi hladkými stěnami svírají 120 stupňů. „Na jednom decimetru čtverečním včelího díla napočítáte čtyři stovky buněk," vysvětluje Václav Krištůfek. Včelí vosk je ceněnou surovinou v kosmetickém a potravinářském průmyslu a včelaři jsou zvyklí jej z plástů vytavit a zhodnotit.

S taktikou na MĚSTSKÉ BARIÉRY

Dříve se používal termín „postižení“, dnes se hovoří o „lidech se znevýhodněním“ – tělesným, smyslovým či mentálním. **Jak může věda, konkrétně sociální geografie, pomoci vytvářet přístupný prostor?**

Ulicí projíždí muž na elektrickém vozíku. Míří k lékaři do centra města. Dům je sice starý, ale tři schody u vstupních dveří už dávno překlenula nájezdová rampa – v domě je přece i ortopedie! Dveře jsou však zamčené, mladík musí zazvonit. Chvilku hledá ten správný zvonek, a už ho vidí. Je úplně nahoře. I když ruku natáhne, co to jen jde, ještě mu asi deset centimetrů schází. Na zvonek nedosáhne. Nezbývá mu než čekat, až půjde někdo kolem, a požádat o pomoc.

I když si oči zavážeme šátkem, stejně nepoznáme, jaké je pro nevidomého pohybovat se neznámou ulicí. Nasadíme si sluchátka, ale úskalím každodenního života neslyšících osob stejně neporozumíme. Můžeme usednout na vozík a vyzkoušet si, jak se dostat z domova do zaměstnání. Prožitek ani zkušenost nikdy nebudou stejné. Lidé, kteří jsou pohybově nebo smyslově znevýhodněni, totiž chápou prostor jinak. „Uživatelé a uživatelky vozíků například nepoužívají pro orientaci mapu stejně jako chodící lidé. V běžných i online mapách chybějí důležité informace o vertikálním rozměru prostoru, které jsou pro uživatele vozíků klíčové,“ upozorňuje sociální geograf Robert Osman z Ústavu geoniky AV ČR.

Se svými budoucími komunikačními partnery, jak je sám označuje, se poprvé setkal při studiích na univerzitě, na plese pořádaném jednou neziskovou organizací: „Moje spolubydlící studovala sociální politiku a sociální práci a na plese, kam mě pozvala, jsem zjistil, že mě tito lidé naprosto fascinují a chci s nimi spolupracovat.“ Ačkoli se původně úzce zaměřil na uživatele elektrického vozíku, kteří dospívali a osamostatňovali se v době krátce po revoluci, získal postupně vhled i do dalších oblastí disciplíny „disability studies“ – v jeho případě „disability geography“ (geografie znevýhodnění).

Tomuto v českém prostředí málo etablovanému oboru, zkoumajícímu vztah odlišnosti lidských těl a prostoru, se doposud věnuje jen hrstka odborníků a odbornic. Sociální geografie, kam se geografie znevýhodnění řadí, je obor na pomezí dvou disciplín, ale i dvou vědních světů, a to geografie a „disability studies“. Jde o vědu sociální, která se však u nás historicky řadí na přírodovědecké fakulty. „Používáme sociálně-vědní

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Shutterstock, Jana Plavec, Magistrát města Brna

GEOGRAFIE ZNEVÝHODNĚNÍ

Akademický zájem o „nenormální“ těla má za sebou už poměrně dlouhou cestu v podobě studií znevýhodnění (disability studies), nicméně zájem o „odlišná“ těla v prostoru je o poznání kratší. Snahy o zpřístupnění prostoru se pojí s rozvojem normativních konceptů univerzálního designu prostoru – počátky lze vysledovat až do šedesátých let 20. století. Tato materialistická perspektiva se však omezovala pouze na prostorovou přístupnost lidí k nejrůznějším zdrojům, službám a technologiím. Otázky, jakými těly a pro jaká těla jsou prostorové koncepty a teorie vytvářeny, se objevují až od devadesátých let v rámci tzv. geografie znevýhodnění (disability geography). Jde tedy o velmi mladou subdisciplínu humánní geografie, která se zabývá vztahem „odlišných“ těl a prostoru.

teorie, sociálně-vědní metody, rozhovory, pozorování, go-along, což znamená, že jdete ven zároveň s člověkem, procházíte se s ním, pozorujete ho a přitom vedete rozhovor,“ přibližuje výzkumník některé z metod sociálních geografů.

BRNO BEZ BARIÉR

Všechny uvedené postupy uplatní tým výzkumníků v tříletém projektu nazvaném Strategické nástroje pro utváření bezbariérového prostoru města, na kterém spolupracuje Ústav geoniky AV ČR a Masarykova univerzita. Zacílili jej na město Brno. Hned v začátcích analyzovali instituce, které se problematikou odstraňování bariér v Brně zabývají. Patří sem logicky Dopravní podnik města Brna, Brněnské komunikace, České dráhy, instituce, jako jsou knihovny, odbor školství či odbor zdraví brněnského magistrátu, ale také spolky či sdružení, které vytvářejí podmínky pro samostatnější život lidem s nějakým druhem tělesné odlišnosti: Liga vozíčkářů, Unie neslyšících, Tyflocentrum a mnohé jiné.

Cílem projektu není upozornit na bariéry a snažit se je odstranit, ale zmapovat situaci, vypracovat strategický plán, určit vhodné nástroje, vytvořit mapy a informační systémy, jež využijí odpovědné instituce – úředníci, kteří se bezbariérovostí zabývají. Na magistrátu působí Poradní sbor Rady města Brna pro bezbariérové Brno, který pro výzkumníky funguje jako modelový orgán, pro nějž jsou výsledky projektu určeny. Kolik dalších českých měst takový poradní orgán má? „V tuto chvíli pouze čtyři. Je to Praha, Olomouc, Pardubice a Brno – systematicky se problematice věnují a je to znát,“ podotýká Robert Osman.

Aby výstupy projektu měly smysl, musí se dostat k povolaným, zkrátka na ta správná místa. Jak taková spolupráce vypadá? Bezbariérovost se dotýká jak státní správy, tak i samosprávných institucí. Robert Osman ze zkušenosti dobře ví, jak složité je dostat všechny aktéry k jednomu stolu. Při rozhodování o odstranění určité bariéry je nejprve nutné dohledat, kdo je jejím vlastníkem (správcem) – může to být Brno, některá z městských částí, dopravní podnik... Do hry však vstupují i památkáři, stavební úřad, městské komunikace, technické sítě, dopravní inspektorát policie a mnohé další instituce, které mají právo se k zásahu vyjádřit. Dohledávání i domlouvání je tedy velmi komplikované. „Přesně proto vznikl jeden z výstupů projektu – informační systém, který se snaží tuto komplikovanost zjednodušit,“ dodává.

Nejinak je tomu i při rekonstrukcích a nových stavbách, je důležité, aby nevznikaly bariéry nové. Poradní sbor poskytuje konzultace a doporučení magistrátu či městským částem, ale investoři z řad soukromých developerů si radit nenechají.

JÍT NA TO TAKTICKY

Při tvorbě jednoho z prvních mapových výstupů si výzkumníci položili otázky: která místa a instituce by v Brně měly být bezbariérově přístupné a pro koho? Jsou někde koncentrované? Pokud ano, je možné poměrně malým, zato dobře cíleným zásahem zpřístupnit větší počet takových míst. Vezmeme-li to názorně: nachází-li se v jedné ulici, případně přímo v jedné budově například několik úřadů (finanční, stavební...), ale nejbližší zastávka MHD není bezbariérová, pomohlo by, kdyby byla? Ano, velmi. Přebudováním jediné zastávky a jejím bezbariérovým spojením s budovou by se občanům zpřístupnilo hned několik důležitých institucí.

Řešením podobných případů se zabývá přístup označovaný jako taktický urbanismus. O co jde? V české legislativě bezbariérovost ukotvuje takzvaný univerzální design prostoru. Znamená to, že by prostor měl být přístupný všude pro všechny. Tímto pojetím se řídí i architekti či stavebníci, a uvádí ji dokonce i mezinárodní Úmluva o právech osob se zdravotním postižením. Myšlenka však má i svá úskalí. Prosazuje se totiž na principu top-down, tedy odshora dolů. „Tímto systémem by Brno mohlo být plně bez-

1,2 MILIONU SPOLUOBČANŮ

V České republice žije přibližně 13 % osob se zdravotním znevýhodněním.

135 000

osob se sluchovým znevýhodněním – z toho 6500 osob neslyšících

830 000

osob s pohybovým znevýhodněním – z toho až 15 000 uživatelů vozíku

252 000

osob se zrakovým znevýhodněním – z toho 14 000 osob nevidomých

Zdroj: ČSÚ

RNDr. ROBERT OSMAN, Ph.D.

Ústav geoniky AV ČR

—

Věnuje se problematice brownfieldů, lidské a městské teritorialitě a v českých podmínkách poměrně okrajovému tématu „disability studies“. V současnosti se zaměřuje především na zkoumání bezbariérovosti veřejného prostoru. Působí rovněž na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity. Tamtéž vystudoval sociální geografii a získal doktorát v oboru Regionální geografie a regionální rozvoj.

bariérové řekněme za padesát let. To je ale dlouhá doba a není to efektivní. Když se přestavuje nějaký prostor, je na cestě z bodu A do bodu B několik úseků, které prošly rekonstrukcí dle zásad univerzálního designu, a několik dalších, které jí neprošly,“ konstatuje Robert Osman; podle něj se tak cesta ve výsledku nedá využívat, protože není bezbariérová v celé své délce.

Problematická je rovněž časová rovina. Bariéru je třeba odstranit hned, nelze čekat několik let. Zde přichází ke slovu zmiňovaný taktický urbanismus, který funguje na principu bottom-up, tedy odspodu. „Jde o lokální, rychlé, malé intervence do prostoru,“ vysvětluje Robert Osman. Taktika podle něj spočívá v tom, že za málo získáte hodně. Cílem není rekonstruovat veškeré veřejné prostory dle univerzálního designu, ale určit priority: co je nejdůležitější a pro koho. „Uveďme příklad: prodejna s bílými holemi je důležitým bodem pro lidi se zrakovým znevýhodněním, ale nikoli pro uživatele vozíků. Je tedy potřeba, aby od zastávky MHD do obchodu byly funkční vodicí linie. To, co je okolo, není prioritní.“

Ukažme si problematiku na dalším příkladu. Na jaká místa chodí nejvíce lidí? Úřady, školy, banky, pojišťovny… instituce, kam se potřebují dostat všichni. A pak jsou ty, které jsou důležité jen pro skupinu lidí s určitým znevýhodněním (škola pro lidi se zrakovým/sluchovým znevýhodněním).

Taktika tedy spočívá v tom, vytipovat místa a zároveň skupiny uživatelů, pro něž je přístupnost místa nejdůležitější. „Při tomto přístupu dokážeme za rok zpřístupnit třeba tři trasy. Od zastávky MHD k cílovému bodu. Nemusíme čekat padesát let, než se propojí všechny dílčí opravy, které město sjednotí na základě univerzálního designu,“ dodává Robert Osman. Díky tomuto přístupu budou za několik let hlavní trasy vyřešené a pozornost se bude moci soustředit na ty méně frekventované. Výzkumníci se v rámci projektu snaží nahlížet bezbariérovost optikou taktického urbanismu a zároveň jeho principy kombinovat s univerzálním designem.

Strategický plán, který výzkumníci pro Brno připravují, určuje priority ve třech krocích. V prvním vytipovali nejdůležitější instituce, místa, kde se instituce koncentrují, a skupiny obyvatel, pro něž jsou potřebné. Ve druhém vybrali šest oblastí, s nejvyšší koncentrací těchto institucí, a zároveň ty nejdůležitější, které slouží největší části populace. Město se tím zúžilo na šest relativně malých území, kam ve třetím kroku výzkumníci vyrazili a zmapovali všechny přítomné bariéry. „Zbývá ještě zjistit, jak složitě odstranitelné nalezené bariéry jsou. A nakonec natáhnout mezi zastávkou MHD a institucí cestu, která bude buď zcela bezbariérová, nebo povede přes nejsnáze odstranitelné bariéry,“ popisuje Robert Osman.

CO STOJÍ V CESTĚ A KOMU

Zpřístupňování veřejného prostoru všem skupinám obyvatel se týká také seniorů, lidí s berlemi, maminek s kočárky a dalších. Dobrým příkladem, že do skupiny, kterou omezuje určitá překážka, může za určitých okolností patřit téměř každý, byla značně medializovaná kauza nově vybudované pražské stanice metra Nádraží Veleslavín, odkud jezdí autobusy na letiště. Ve stanici totiž chyběly eskalátory a cestujícím s objemnými zavazadly činilo velké potíže dostat se na povrch. ▷

Přesný počet uživatelů a uživatelek vozíku v České republice neeviduje žádný úřad. Odhaduje se, že je jich přibližně 12 až 15 tisíc. Využití invalidního vozíku je podle Ministerstva práce a sociálních věcí ČR osobní věcí každého zdravotně znevýhodněného občana.

Na jaké typy prostorů se tedy zaměřit? Nejvíce bariéry překážejí a zároveň jsou nejlépe rozpoznatelné v exteriéru (schody, obrubníky), v interiéru (úzký výtah či dveře), v dopravních prostředcích (absence nízkopodlažních prostředků). Existuje ovšem i prostor komunikační, virtuální, gastronomický – všude tam se vyskytují další a další překážky.

Jsou v každém výtahu tlačítka označena Braillovým písmem? Jak neslyšící člověk pozná, že mu někdo na dálku odemkl dveře, když signalizace jen pípne či zabzučí? Kolik restaurací má toalety pro uživatele vozíků? Kolik jich je odemčených? A kolik z nich se nevyužívá jako sklad? Podobných otázek by se dalo položit nespočet. „Existují bariéry, na které je naše společnost zvyklá, zná je, už se je naučila rozpoznávat. Některé bariéry jí naopak unikají, a ještě o nich ani nezačala uvažovat," vysvětluje Robert Osman. V současnosti zatím česká společnost nemá moc velké pochopení pro psychické nebo mentální znevýhodnění, například pro lidi s poruchou autistického spektra. Intenzivní osvětlení, hlasitá hudba a jiné zvuky. Pro běžného nakupujícího nic zvláštního. Pro člověka s autismem ovšem téměř nepřekonatelná bariéra.

> Existují bariéry, na které je naše společnost zvyklá, zná je a naučila se je rozpoznávat. Některé bariéry jí naopak unikají.
>
> Robert Osman

Úplně jiný charakter mají bariéry pro nevidomé. Nejsou to schody, šířka dveří, velikost výtahu ani výška zvonků či tlačítek ve výtahu jako u uživatelů vozíku. Nevidomý potřebuje vodicí linie. Když nemá k dispozici přirozené, je třeba vybudovat umělé a ty musejí někde navazovat. Je-li vodicí linie špatně umístěna, nastává problém: „Mohou vést pod nízkým stromem, kde člověk narazí hlavou do větve, nebo kolem zdi, ze které trčí reklama či poštovní schránka. Dnes tyto bariéry ještě nevidíme, ale za pět až osm let už je snad uvidíme také," dodává optimisticky.

ŘEŠENÍ NEMUSÍ BÝT SLOŽITÉ

Podle Roberta Osmana už sice architekti či stavbaři dokážou relativně citlivě přizpůsobit prostor uživatelům vozíků, stále se ovšem nejvíce zapomíná na osoby neslyšící či nedoslýchavé. A přitom některá řešení jsou poměrně jednoduchá: „Na veřejných místech, kde se schází větší počet lidí, by měly být zabudovány indukční smyčky." Jsou to elektronická zařízení, která mají uživatelům sluchadel usnadnit komunikaci na veřejných místech, kde mikrofon zachycuje i rušivé zvuky z okolí, zjednodušeně řečeno jde o zesilovací systém. Podle vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj ČR musí prostory pro shromažďování padesáti a více osob nebo každé ozvučení či překladatelský servis kin, divadel a sálů umožňovat indukční poslech pro nedoslýchavé osoby. Výzkumník nabízí ještě jeden příklad – protipožární alarmy – běžně totiž jen houkají či pípají. Existují ale i ty, které jsou vhodné pro osoby neslyšící či nedoslýchavé, jsou vybaveny i světelnou signalizací. Maličkost, která však může zachránit lidský život. „Není to nic složitého, jen na to nikdo nemyslí," uzavírá.

Veřejnost se postupně učí, že pokud uděláme něco pro konkrétní skupinu obyvatel, má to pozitivní efekt i pro ostatní, kteří třeba žádné specifické nároky nemají. Nájezdová rampa neslouží jen uživatelům vozíků, běžně ji využívají i maminky s kočárky nebo cestující s objemnými zavazadly. Bariéry samé ani jejich „odstranění" – rampu překlenující pověstné tři schůdky vedoucí do oblíbené hospůdky nebo kamkoli jinam – lidé mnohdy vůbec nevidí. Až půjdete příště na procházku městem, zkuste se na své okolí podívat třeba očima člověka sedícího na vozíku, který svět pozoruje z výšky jen něco málo přes metr nad zemí. ▯

Z DENÍKU DOČASNÉHO VOZÍČKÁŘE
aneb Sedm dní vsedě

Aby Robert Osman dokázal pochopit, čemu jsou v běžném životě vystaveni uživatelé vozíku, rozhodl se, že si jejich svět vyzkouší na vlastní kůži. Elektrický vozík mu zapůjčila kamarádka a bylo jen na něm, jak se s experimentálním týdnem na čtyřech kolech popere. Při simulaci zažil překonávání bariér, soucitné pohledy i trable s cestováním.

DEN 1

Slečna prodavačka se na mě směje už z dálky. Podává mi zboží a pokládá otázku, která se velmi rychle stane leitmotivem celého pokusu: „Co se vám stalo?“ – „Ale nic. To je takový experiment.“ – „S tímhle se neexperimentuje,“ odvětí prodavačka a pak už jen stroze pokládá věci na pult.

DEN 2

Jedním z cílů, které jsem si stanovil, je sledovat chování vlastního těla. Jde primárně o zpocený zadek, záda a všechny části těla, kterými se dotýkám vozíku. Připadám si trochu bezvládně, trochu gumově, trochu odkázaně, trochu laxně...

DEN 3

Hlavním limitem života se stala toaleta. Pokud vyrazíte někam ven, do parku nebo třeba i do hospody, pravděpodobnost výskytu bezbariérové toalety hraničí téměř s nulou.

DEN 4

Dnes jsem jel poprvé tramvají. Opět jsem vymýšlel, jak bych to mohl ujet sám, kudy bych si mohl cestu zkrátit, že vlastně vůbec není nutné MHD na této trase použít. Cítil jsem, že se mi tam nechce...

DEN 5

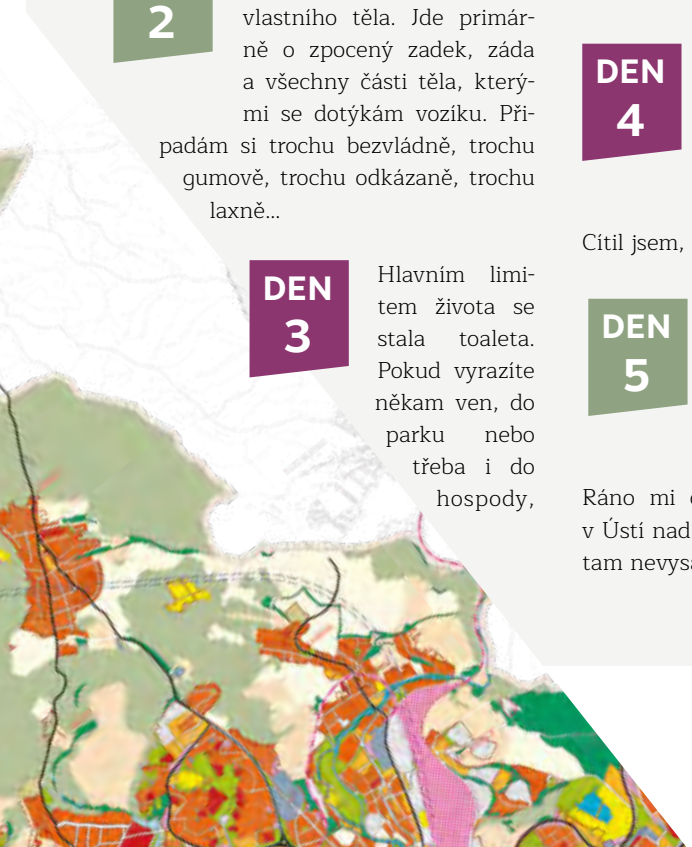
Rozhodl jsem se vyzkoušet vlak. Volba padla na mé rodiště – Ústí nad Orlicí. Objednávku přes České dráhy je nutné provést minimálně 24 hodin před odjezdem. Ráno mi ovšem volala paní z ČD, že v Ústí nad Orlicí nemají plošinu a že mě tam nevysadí. Vypracoval jsem náhradní plán: nechám se vysadit v České Třebové a zbytek cesty zkusím jet po cyklostezce.

DEN 6

Den jsem strávil v Ústí nad Orlicí, testoval jsem bezbariérovost nejrůznějších míst a institucí a prohlédl si Městské muzeum. Dokonce jsem si vyzkoušel plošinu. Skutečně mě děsila představa, že by plošina nevydržela a třeba se mnou spadla.

DEN 7

Už nemůžu. Začínám mít pocit, že to přesáhlo určitou únosnou hranici. Bolí mě břicho, jsem nafouklý, jím tak jednou denně a ani na to nemám chuť. Nemám vůbec žádný výdej energie, a tak nepotřebuju ani její příjem. Není mi dobře.



Také s rostlinami CVIČÍ HORMONY

Správné načasování klíčení, směr růstu kořenů nebo třeba natáčení květů za sluncem – to vše v rostlinách řídí hormony. Na svědomí toho ale mají mnohem víc.

Bouřkové mraky zaplavily letní oblohu, zvedá se vítr, začíná hřmít. Během chvilky už zemi bičuje pořádný slejvák a kroupy na sebe nenechají dlouho čekat. I ten nejmenší brouček vzal nohy na ramena a snaží se najít vhodný úkryt. Jen rostliny bouři hrdě vzdorují přesně tam, kde byly, když začala. Nic jiného jim ani nezbývá...

„Na rozdíl od živočichů nemohou před nepřízní počasí nebo nebezpečím nikam utéct. Musí proto neuvěřitelně mazaně koordinovat svůj růst a vývoj a umět se pružně přizpůsobit změnám prostředí. A přesně to jim umožňují rostlinné hormony neboli fytohormony," vysvětluje Jan Petrášek z Ústavu experimentální botaniky AV ČR.

Podle diktátu těchto látek se vyvíjí všech 350 tisíc rostlinných druhů, které na Zemi odhadem existují. Stometrovou sekvoj ve slunné Kalifornii tak řídí obdobné mechanismy jako drobnou sedmikrásku kdesi v příkopu u Horní Dolní. Výsledný vzhled každé květiny, keře nebo stromu je ostatně taky dílem hormonů.

A čím se tyto látky liší od svých jmenovců u člověka? Zatímco lidské hormony vznikají ve specializovaných orgánech, rostlinné se tvoří prakticky ve všech buňkách jejich těla. Na místo potřeby pak pletivy cestují i za pomoci přenašečů – buňky si tedy látku předávají mezi sebou a jejich toky rozhodují o reakci rostliny.

Každý z devíti dosud popsaných druhů fytohormonů pak plní hned několik funkcí a ve svém působení se všelijak doplňují. U lidí přitom platí: co hormon, to striktně daný úkol v konkrétní části organismu.

> „Fytohormony mohou za výsledný vzhled rostliny. Na nich záleží, jestli bude zakrslá nebo třeba vyšší než my, i jaký bude mít tvar.
>
> Jan Petrášek

ZA VŠÍM HLEDEJ AUXIN

„Proč v přírodě na místech, kam často chodíme ‚na malou', roste tráva rychleji než jinde?" lámali si hlavu naši předkové. I snaha získat odpověď na tuto zdánlivě banální otázku přispěla k objevu jednoho z nejvšestrannějších fytohormonů – auxinu.

Jeho účinky studoval britský přírodovědec Charles Darwin už na konci 19. století, neměl však tušení o chemické podstatě této látky. Tu vědci objasnili až ve čtyřicátých letech století následujícího, a to právě díky analýzám lidské moči, v níž hledali růstové látky a která shodou okolností obsahuje obrovské množství strukturou naprosto totožné sloučeniny.

„Tento hormon ovlivňuje především dělení a prodlužování buněk, a tím růst stonků, větví i kořenového systému. Vedle toho má však na svědomí také všechny ohybové reakce rostlin za světlem i to, že každá bylina nebo strom má hlavní stonek, který řídí růst ostatních výhonů," popisuje Jan Petrášek.

Tím však výčet rolí auxinu nekončí. Může třeba také za to, že kořeny spořádaně rostou ve směru gravitace. Částečně je k tomu nutí těžká škrobová zrna v buňkách jejich špičky, která ji táhnou dolů. Nicméně to, že kořen dokáže obrůst případnou překážku a na původní trasu navázat, už je zásluha auxinu.

Jak to zařídí? Fytohormon se začne více produkovat a přesouvat na jednu stranu špičky kořene. V části, kde je ho více, se pak pletivo neprotahuje tak intenzivně a kořen se ohýbá.

PIN NEMÁ JEN MOBIL A KREDITKA

Když už je řeč o dění v půdě, je třeba zmínit i to, že auxin stojí také za tvorbou postranních kořenů. Některé buňky kořenové špičky si totiž hned na začátku procesu zakořeňování doslova označkuje, a když za čas nastane vhodná chvíle pro větvení podzemního orgánu, hormon jim jednoduše přikáže, aby se začaly dělit.

„Ty označkované buňky se tak musí vysloveně procpat všemi buněčnými vrstvami, které se utvořily nad nimi, takže vznik postranního kořene musí podle mě organismus docela dost bolet," spekuluje Jan Petrášek.

Laboratoř hormonálních regulací u rostlin, kterou v pražských Lysolajích vede, se právě na výzkum auxinu a další ▷

Text: Radka Římanová, Foto: Shutterstock, Jana Plavec (4), Jan Petrášek

RNDr. JAN PETRÁŠEK, Ph.D.

Ústav experimentální botaniky AV ČR

Je vedoucím laboratoře hormonálních regulací u rostlin Ústavu experimentální botaniky AV ČR. Absolvoval obor biologie se zaměřením na fyziologii rostlin na Přírodovědecké fakultě UK, kde nyní vyučuje. Souběžně studoval klavír na pražské Konzervatoři Jaroslava Ježka. Věda však u něj zvítězila. Během postgraduálního studia se zaměřil na problematiku působení rostlinných hormonů, zejména auxinů a cytokininů, které se věnuje dosud. Výsledky svých výzkumů publikoval v mnoha prestižních vědeckých časopisech včetně *Science* a *Nature*.

důležité skupiny fytohormonů jménem cytokininy zaměřuje. A na kontě má spoustu důležitých objevů.

Nedávno se například tamním vědcům ve spolupráci s kolegy z Vídně podařilo jako prvním na světě přinést důkazy o tom, že sofistikovaný mechanismus přenosu auxinu z buňky do buňky za pomoci přenašečů v podobě bílkovin zvaných PIN má stovky milionů let starý původ.

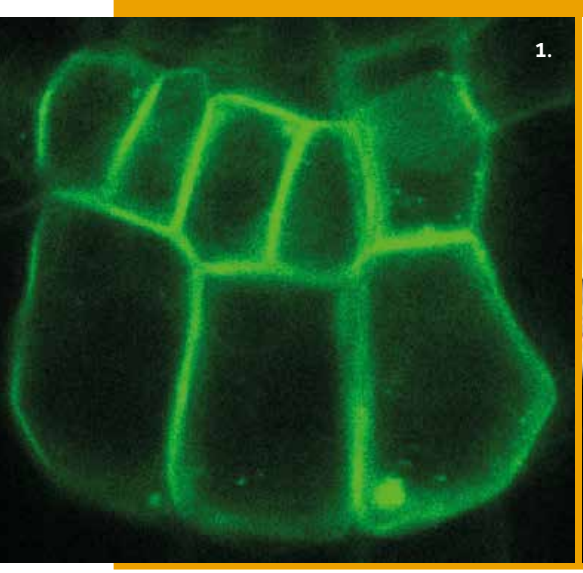
„Zjistili jsme, že tuto schopnost měly už zelené sladkovodní řasy, což jsou evoluční předci vyšších rostlin. Auxin tedy využíval tyto přenašeče už před přechodem rostlin na souš, který se odehrál asi před čtyřmi sty padesáti miliony let," shrnuje experimentální botanik výsledky studie publikované v prestižním vědeckém časopise *Nature Plants*.

KDYŽ SE KYTKA VYSTRESUJE

Přílišné horko či zima, sucho nebo napadení škůdci a chorobami. To jsou největší noční můry většiny zástupců vegetace. A taky zdroje pořádného stresu. I vystresovaná rostlina se však dokáže nepříznivým podmínkám aktivně bránit. Jak? Přece za pomoci fytohormonů. Ty totiž určují, jaké obranné strategie organismus v boji o přežití zaujme.

Třeba před okusem housenek některé rostliny chrání látka s poetickým jménem – kyselina jasmínová. A jde na to od lesa. Ve chvíli, kdy se hladový tvor zakousne do prvního lístku, spustí tento

1. Procesy přenášení auxinu v kořenové špičce, např. při jejím ohybu, vědci sledují za pomoci fluorescenčních bílkovin, kterými je na tomto snímku označen jeden z přenašečů rostlinného hormonu auxinu PIN3.
2. K pozorování přenosu hormonů v živých rostlinách výzkumníci využívají i tzv. horizontální mikroskop. Ten je oproti těm běžným v podstatě povalen na stranu, takže stolek se zkoumanou rostlinou kopíruje přirozený směr jejího růstu.



hormon produkci speciálních bílkovin, které zajistí, že další sousta už si nenechavý mlsoun rozhodně nevychutná. Pletivo celé rostliny se totiž díky zásahu kyseliny jasmínové promění v pro housenku zcela nechutnou a nestravitelnou hmotu.

Když si zase na bylinku troufne nějaká houba nebo bakterie, o její záchranu se postará kyselina salicylová, která zahájí syntézu ochranných proteinů. Při nedostatku vláhy pak zasahují třeba již zmiňované cytokininy – zvládnou totiž v případě potřeby přetvořit rostlinná pletiva tak, aby byla odolnější.

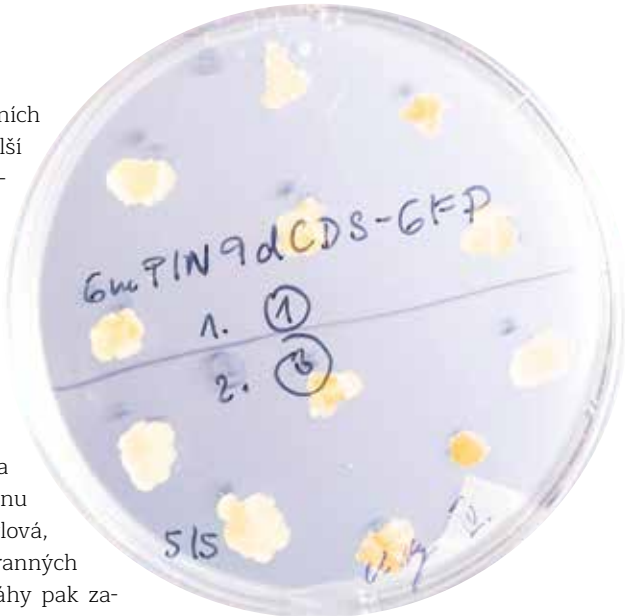
„Konkrétní obranné mechanismy rostlin v reakci na stres zkoumáme za pomoci nejrůznějších experimentů. Týden je třeba nezaléváme, vystavujeme je teplotním šokům a podobně. Každý pokus tedy potřebuje úplně jiný režim. Kultivačních boxů však máme k dispozici jen pár, takže máme na vědecké ‚týrání' rostlin neustále málo prostoru a o místo v boxech je často lítý boj," směje se Jan Petrášek.

Modelem lysolajským vědcům nejčastěji stojí drobná bylina huseníček rolní. A to nejen při „mučicích" experimentech. Zkoumají na něm hlavně, jak funguje spolupráce auxinu a cytokininu v rostlinách. Ideálním objektem pro tento výzkum jsou také jednoduché buněčné kultury tabáku.

K novým poznatkům pomáhá týmu Jana Petráška zejména nejlépe vybavená mikroskopická laboratoř v republice, ve které mohou výzkumníci například detailně pozorovat konkrétní signální dráhy jednotlivých hormonů v rostlinách. Jejich množství v pletivech pak určují pomocí špičkových analytických metod. Předpovídat, jak se bude organismus při hormonální změně chovat, jim umožňuje matematické modelování.

ZKLIDNI HORMON, BYLINO!

Kdesi uprostřed lesa se povaluje miniaturní semínko. A v něm zárodek nové květiny. Do života se ale moc nehrne. Vždyť v tomto stavu už rostlinné embryo strávilo celá léta. V cestě na svět mu totiž brání hormon jménem kyselina abscisová. Striktně a vytrvale. Když už jsou ale podmínky pro vyklíčení konečně dokonalé, vstupuje do děje kyselina giberelinová, svou kolegyni, která nad zárodkem držela nadvládu doposud, umlčí a semínku dovolí vesele bujet.



Jednoduché buněčné kultury tabáku jsou ideálním objektem pro sledování rostlinných hormonálních procesů.

„Tehdy nastává jakési období rozbouřených hormonů, kdy v rostlině probíhá mnoho důležitých vývojových procesů najednou," vypráví Jan Petrášek. „I s rostlinami tedy v podstatě cloumá puberta. Jen to na nich není tak vidět jako na našich potomcích," usmívá se vědec.

Co by se ale stalo, kdyby žádné fytohormony neexistovaly? Vyklíčila by vegetace vůbec? A pokud ano, vyrostla a zakořenila by pak nějak? Tyto otázky vrtají výzkumníkům v hlavách již dlouhá léta.

„Možná, že se v rostlinách skrývá ještě něco dalšího, co by jim umožnilo i bez pomoci hormonů obsloužit všechny jejich základní funkce. Zatím to tak ale nevypadá. Vždyť jen to, aby se nějaký jejich orgán protáhl, vyžaduje okamžitou součinnost hned tří fytohormonů," uvažuje Jan Petrášek. „Tyto látky zkrátka v rostlinách strkají prsty prakticky do všeho a bez nich bychom zeleň zřejmě ani neznali."

Hlavní architekti rostlin

Současná věda dělí rostlinné hormony do devíti skupin podle jejich rolí:

Auxin	Rozhoduje, zda se buňky budou dělit, nebo zvětšovat, formuje tvar rostlin (spoluhráč či protihráč cytokininů).
Cytokininy	Podporují dělení buněk, pomáhají rostlinám odolávat stresu (spoluhráči či protihráči auxinu).
Gibereliny	Probouzejí semena ke klíčení, spolurozhodují o tom, kdy rostliny vykvetou (spoluhráči či protihráči kyseliny abscisové).
Kyselina abscisová	Udržuje semena rostlin v neklíčícím stavu, pomáhá překonat období nedostatku vláhy (spoluhráč či protihráč giberelinů).
Kyselina jasmínová	Chrání rostliny před patogeny (spoluhráč či protihráč kyseliny salicylové).
Kyselina salicylová	Chrání rostliny před patogeny (spoluhráč či protihráč kyseliny jasmínové).
Brassinosteroidy	Řídí růst buněk (spoluhráči auxinu).
Etylén	Reguluje dozrávání plodů rostlin, podílí se na prodlužování buněk (spoluhráč auxinu).
Strigolaktony	Ovládají větvení rostlin (spoluhráči a protihráči auxinu a cytokininů).

Umění pod NOVÝM PÁNEM

Odebírání majetku československých Němců po druhé světové válce zůstává jednou z nejpalčivějších kapitol našich novodobých dějin. **Doba historických křivd mezi bývalými spoluobčany byla plná nenávisti a touhy po odplatě**.

Raspenava v severních Čechách, červenec 1945. K honosné vile průmyslnické rodiny Richterových přijíždí několik úředníků doprovázených příslušníky nově vzniklého Sboru národní bezpečnosti. Část unikátních uměleckých sbírek, a především mnoho vzácných obrazů, chybí. O bouřlivém rabovaní svědčí nejen nepořádek v místnostech, ale i knihy rozházené na podlaze. Muži zákona proto musí objekt zabezpečit a dveře přelepit páskou s nápisem Majetek československého státu. Jedním úřednickým rozhodnutím tak naráz oficiálně mění svého majitele nejen vila, ale i stovky vzácných předmětů v ní. Do německého exilu se Richterovi za pár měsíců vydají pouze s nejnutnějším oblečením a osobními věcmi.

OSOBY NEŽÁDOUCÍ

O vysídlení přibližně 2,6 milionu německých obyvatel z Československa rozhodla exilová vláda na základě principu kolektivní viny už před koncem druhé světové války. Po osvobození se pouze upřesňovala podoba samotného odsunu. Během léta a podzimu roku 1945 stát vyvlastnil československým Němcům většinu soukromého majetku na základě dekretů prezidenta republiky. Každý si mohl, stejně jako rodina podnikatele Richtera, ponechat pouze několik desítek kilogramů osobních věcí, ale žádné cennosti. Dalším dekretem ztratili obyvatelé německé národnosti až na výjimky československé občanství a zároveň začalo jejich vysídlování za hranice země. Kulturní statky – historická šlechtická sídla, vily, umělecké předměty, starožitnosti, historické dokumenty i knihy z jejich majetku – museli nechat v Československu.

KRÁSA NA SMETIŠTI

V důsledku všeobecné antiněmecké nálady ve společnosti, ale i kvůli chaotickým poválečným poměrům začali záhy lidé vyvlastňovaný majetek včetně jedinečných památek ničit. Nově příchozí osadníci často neměli k obsazovaným nemovitostem ani k předmětům, které v nich zůstaly, žádný vztah. Prostí lidé obyčejný keramický hrníček od míšeňského porcelánu většinou nerozeznali. „Stávalo se, že lidé nevěděli, co si s uměleckými předměty počít, a tak je jednoduše vyhazovali na skládku. Odtud se je jejich vzdělanější spoluobčané, jako byli učitelé nebo faráři, snažili zachraňovat," připomíná jednu z absurdit tehdejší doby Kristina Uhlíková, editorka publikace *Konfiskované osudy: Umělecké památky z německého majetku získaného československým státem a jejich severočeští majitelé.*

Text: Martin Ocknecht | **Foto:** NDI (ÚPS na Sychrově, SZ Sychrov, inv. č. S-18389), Jana Plavec (2), SOkA Liberec (sbírka obrazů, fotografií a fotonegativů)

Fotografie rodiny Carla Maxe Richtera pořízená u příležitosti oslavy jeho 60. narozenin v roce 1927. I takové osobní věci se po válce zabavovaly.

Našlo se hodně českých kulturních pracovníků i dobrovolníků z jiných oblastí, kteří se snažili nemovité památky i umělecké předměty různými cestami zachránit. Už 12. května 1945 tak vznikl Sekretariát pro evidenci a záchranu uměleckých a historických památek s cílem zajistit soupis zabaveného majetku.

Kromě toho se jeho pracovníci snažili i o osvětovou činnost – prostřednictvím novin a rozhlasu vyzývali obyvatele, aby předměty neničili a spíše naopak jejich možné ohrožení nahlásili. Pro systematickou záchranu odebraného majetku neměl sekretariát zpočátku dostatečné personální ani materiální kapacity, ▷

Vyvlastňovací dekrety prezidenta republiky postihly v roce 1945 rovněž majetek řady představitelů historických šlechtických rodů. V meziválečném období se totiž většina šlechticů hlásila k německé národnosti.

v prvních poválečných měsících se tak jeho pracovníci zaměřovali především na soupis a kategorizaci.

POD KURATELOU NÁRODNÍCH SPRÁVCŮ

Významnou úlohu při konfiskaci sehráli takzvaní národní správci. Jejich úkolem bylo na základě dekretu č. 5/1945 Sb. řídit majetek „Němců, Maďarů, kolaborantů a zrádců českého národa". Pod národní správu se tak jen do léta 1945 dostalo kolem sta tisíc objektů, skoro jeden a půl milionu hektarů zemědělské půdy, milion hektarů lesů a devět tisíc podniků zaměstnávajících dohromady přes milion lidí.

Sami správci se rekrutovali z nejrůznějších vrstev obyvatelstva, důležitá byla zejména jejich spolehlivost a oddanost nově osvobozené republice. Pověřovací dekret tak přednostně získávali například bývalí příslušníci československého zahraničního vojska. Tak tomu bylo i u národního správce, kterého ve filmu *Adelheid* z roku 1969 mistrovským způsobem ztvárnil herec Petr Čepek.

Charaktery a motivace národních správců byly různé. Většinou vykonávali službu poctivě s cílem zabezpečit a především uchovat nově nabytý československý státní majetek. Našly se ale samozřejmě i případy, kdy správci jednali především pro své vlastní obohacení. To byl i případ muže, který měl na starosti majetek nám už známé rodiny Richterových. Z dobových hlášení víme, že měl z konfiskátu mimo jiné ukrást vzácnou numizmatickou sbírku. Mince později roztavil a ukořistěné slitky ukrýval v odpadní nádrži.

> Vzpomínám si na moment, kdy se mi svěřil jeden z prosťáčků Božích, že má obrázek, který se mu velmi líbí, ale že je tam německý podpis, tak tedy, že tento podpis vyškrábe a buď tam napíše jméno známého českého malíře, nebo zanechá místo holé.
>
> Alfréd Piffl, správce zabaveného majetku v Ústí nad Labem

KDYŽ ŘÁDILI PŘEKUPNÍCI

Přes všechny snahy státu se tak velká část tehdy přerozdělovaného majetku dostala na černý trh, který získal i kvůli atraktivitě pašovaného kontrabandu mezinárodní charakter. „Máme poznatky o tom, že do Československa tehdy opakovaně přijížděli překupníci dokonce i ze Spojených států, kteří dokázali celou řadu uměleckých předmětů propašovat za hranice. Tyto cennosti pak končily v zámoří v rukou soukromých sběratelů a pro nás jsou tak dnes nenávratně ztracené," upozorňuje Kristina Uhlíková. Mezi lidmi se navíc po válce šířily mýty o ukrytých německých pohádkových pokladech a jejich důmyslném zabezpečení. Situaci ztěžovaly i zástupy dobrodruhů, kteří do pohraničí najížděli právě kvůli vidině brzkého zbohatnutí.

Prezident republiky Edvard Beneš i pod vlivem těchto událostí podnítil už v létě roku 1945 přípravy k založení instituce, která měla podle jeho představ převzít do své správy nejvýznamnější vyvlastněné objekty a vybrat nejcennější mobiliář z dalších odebraných nemovitostí. Tato meziresortní instituce s názvem Národní kulturní komise vznikla nakonec až na počátku roku 1947. V jejím čele stanul historik umění Zdeněk Wirth. Díky jeho zkušenostem, rozhledu a manažerským schopnostem se podařilo situaci kolem státem zabaveného majetku konsolidovat.

Národní kulturní komise postupně převzala sto historických šlechtických sídel a desetitisíce předmětů, knih a dokumentů z dalších vyvlastněných objektů. Částí tohoto mobiliáře postupně zařizovala hrady a zámky ve své správě a zpřístupňovala je veřejnosti. Další jeho podstatná část putovala do centrálních sbírkových institucí, knihoven a archivů. Zbytek, tzv. užitkový mobiliář, se využíval pro zařízení prezidentských sídel, zahraničních velvyslanectví v Praze a československých zastupitelství v zahraničí. Méně hodnotné předměty skončily ve státním podniku závodu Antikva, který od roku 1948 centrálně organizoval trh

Kniha *Konfiskované osudy* autorského týmu vedeného Kristinou Uhlíkovou předkládá příběhy majetku zabaveného v severních Čechách československým občanům německé národnosti. Více na webu konfiskovanepamatky.udu.cas.cz.

Mgr. KRISTINA UHLÍKOVÁ, Ph.D.

Ústav dějin umění AV ČR

Zabývá se především kulturní historií druhé poloviny 19. a celého 20. století se zaměřením na dějiny památkové péče. Do loňského roku vedla projekt zkoumající osudy movitých kulturních statků konfiskovaných po druhé světové válce obyvatelům Československa německé národnosti (financovaný v rámci programu NAKI II). Je vědeckou pracovnicí oddělení dokumentace Ústavu dějin umění AV ČR. Vystudovala dějiny umění a archivnictví na FF UP v Olomouci, doktorát získala v Ústavu pro dějiny umění FF UK v Praze.

se starožitnostmi a dalšími uměleckými předměty.

OD PALEČNICE K POVIJANU

V případě majetku rodiny Richterových tak putovalo celkem 125 kusů zbraní a brnění na zámek Frýdlant, dalších 473 předmětů směřovalo do skladů Národní kulturní komise na zámku Sychrov. Mezi nimi vyčnívala především sbírka popravčích a mučicích nástrojů – španělská bota, popravní kolo nebo palečnice. Soubor lidových a orientálních textilií naopak putoval do zámku v pražské Troji. Jak dokládá publikace *Konfiskované osudy*, noví správci zajistili i ryze osobní věci původních majitelů. Na seznamu zabavených předmětů tak najdeme kromě uměleckých sbírek i kravatu, 191 rámínek, americkou vlajku, povijan a věneček z umělých květin.

ODOSOBNĚNÁ MINULOST

Památky, které se podařilo po konfiskaci zachránit, postupně zaplnily depozitáře československých státních hradů, zámků, muzeí a galerií. Na majetek vyvlastněný podle prezidentských dekretů se přitom nevztahuje porevoluční restituční zákon. Tyto movité i nemovité pamětihodnosti tedy zůstávají ve správě českých veřejných sbírkových institucí a Národního památkového ústavu dodnes. V mnoha případech se tak staly odosobněnými a uměle navezenými upomínkami bez vazby na své původní vlastníky. Tak je tomu nejen u artefaktů severočeské rodiny Richterových, ale i u mnoha tisíc dalších předmětů. Odebraný německý majetek přitom není jen pouhou položkou na prohlídkových trasách pro návštěvníky. Především jde o smutný doklad pohnutých evropských dějin ve 20. století. ▯

Němečtí obyvatelé opouštějí v létě 1945 Československo přes přechod v Petrovicích.

Jiný pohled NA SVĚT

Filosofie a umění neřeší jen otázky smyslu života. Pomoci mohou také **v každodenní komunikaci nebo při hledání neotřelých řešení.**

Text: Luděk Svoboda | Foto: Pavlína Jáchimová (3), Jana Plavec, Alice Koubová, Národní divadlo

STRATEGIE AV21

Fantastický cestopis *Gulliverovy cesty* od Jonathana Swifta patří již tři sta let mezi knihy, u kterých se baví jak dospělí čtenáři, tak i děti. V oddělení řečí Lagadské akademie, kterou Lemuel Gulliver navštíví, přemýšlejí odborníci, jak nejlépe opravit jazyk a komunikaci. Navrhují například zkrátit víceslabičná slova a zbavit se sloves, protože vše důležité můžeme označit pomocí podstatných jmen.

V zájmu zdraví a stručnosti by ale bylo nejlepší odstranit všechna slova vůbec a vyjadřovat se přímo pomocí předmětů, které si každý ponese ve svém batohu. Jedinou nevýhodu tohoto návrhu vidí lagadští profesoři v tom, že velké a rozmanité předměty vyžadují adekvátně velké batohy. Kladou proto nemístné nároky na fyzickou kondici svých nositelů.

Akademická pracoviště, která leží za hranicemi Lagada a Balnibarbi, jsou při zkoumání komunikace uměřenější. Namísto návrhů radikálních změn a revolučních vynálezů se zabývají mnohotvárností způsobů, jakými lidé komunikují. Na jedné straně je komunikace univerzální lidskou vlastností, na druhé straně lidé komunikují kulturně odlišně.

Komunikace není pouze racionálním přenosem informace – plní mnohé funkce. Studiem komunikačních prostředků můžeme dospět nejen k jejich porozumění, ale výsledky můžeme považovat také za výchozí bod ke kultivaci naší vlastní komunikace – běžné, odborné i umělecké.

doc. RNDr. Mgr. ALICE KOUBOVÁ, Ph.D. et Ph.D.

Filosofický ústav AV ČR

–

Koordinátorka programu Strategie AV21 *Formy a funkce komunikace*. Je vědeckou pracovnicí Filosofického ústavu AV ČR a členkou vedení platformy Performance Philosophy. Kromě filosofie vystudovala také matematiku na MFF UK. Působí ve vědeckých i uměleckých institucích, je členkou řešitelského týmu několika projektů a autorkou mnoha knih – např. *Myslet z druhého místa. K otázce performativní filosofie* (NAMU, 2019), *Self-Identity and Powerlessness* (Brill, 2013) – a držitelkou ceny předsedkyně AV ČR za popularizaci, Prémie Otto Wichterleho či ocenění Libellus Primus a Ceny Josefa Hlávky.

VSTOUPIT DO ŘEKY KOMUNIKACE

Pod hlavičkou programu Strategie AV21 *Formy a funkce komunikace* se právě takovému zkoumání věnují vědci a vědkyně z Akademie věd ČR. „Výzkumy ukazují, že komunikace není prostým přenosem informačního obsahu či záměru toho, kdo komunikuje, do myslí těch, ke kterým nějaké sdělení míří," vysvětluje koordinátorka programu Alice Koubová z Filosofického ústavu AV ČR.

Pokud totiž jednou vstoupíme „do řeky" komunikace, staneme se aktéry složitého procesu. Skládá se z mnoha částí, které zpravidla nemají jediný kontext, nebo naopak mají takový, který vytvořili lidé před námi a my jej pouze přejímáme – například jazyk, kódy, gesta nebo fráze.

„Komunikace má různé funkce. Jejím prostřednictvím můžeme navázat vztah a v takovém případě nejde jen o obsah slov. Můžeme se ujišťovat o sounále-

žitosti, o shodném postoji, můžeme si potvrzovat či zesilovat svůj status. Nebo třeba vyprovokovat okolí k nějaké akci," pokračuje Alice Koubová.

NEČEKANÁ BLÍZKOST

Totéž platí i o umění, které je jednou z mnoha forem komunikace. Přestože se běžně může zdát, že je hůře srozumitelné, že není vždy jasné „co chtěl básník svým dílem říci", nelze ho považovat za méně pochopitelné než jiné formy. Naopak – někdy nám to, co je jinde skryto, klade před oči a upozorňuje na zastřené aspekty běžné komunikace, kdy spoustu jevů a událostí bereme jako normu. Nutí nás k zamyšlení nad tím, jak říká Alice Koubová, kdo nebo co v rámci komunikace komunikuje. V umění nejen autor, ale často i dílo jako takové, které navíc může komunikovat v rámci prostoru a časových následností ve vztazích s ostatními artefakty – třeba na výstavě. Význam uměleckého díla vzniká jako dialog s těmi, kteří se jeho předvedení účastní. V méně viditelné podobě to může platit i pro vědeckou konferenci, školní třídu nebo rodinnou oslavu.

„Umělecké dílo by mělo působit tak, že otevírá prostor určité svobody, ve kterém můžeme svět zažít jinak, než jsme zvyklí, v němž najdeme jeho nové podoby, které jsme dosud neviděli. Zkrátka opustit předem danou jednoznačnost světa," pokračuje Alice Koubová. Jak toho dosáhneme? Třeba tak, že opustíme osobní pohled ve prospěch básníkova nebo rozvineme vlastní představivost.

Možná vás překvapí, že filosofický postoj má s uměleckým mnoho společného. Není pravda, že filosofické vidění světa je vyloženě racionální a umění jen světem emocí. Vždy mezi nimi panovala specifická spřízněnost. Společně totiž nabízejí odstup od stereotypů. Můžeme tak vnímat svět jinak, a tím ho spoluvytvářet – nejen kopírovat.

„Abychom odstupu dosáhli, musíme být v pohybu, en-motion, v emoci. Pak uděláme flexi vůči tomu, v čem běžně žijeme – tedy re-flexi. Bez emoce a reflexe prostě žádný tvořivý prostor svobody nevzniká. Filosofie je umělecká, pokud s vámi pohne, a tím je i emoční," doplňuje Alice Koubová a pokračuje: „Umění je pro změnu filosofické, když nabízí odstup od běžnosti. Když odcházíte z divadla a přemýšlíte o nějakém tématu jinak než před představením."

Filosofie umění potřebuje a platí to i naopak. Společně mohou ovlivnit naše každodenní životy a činnosti, které s uměním a filosofií nemají možná zdánlivě nic společného.

> Filosofie není čistě racionální a umění se netýká jen emocí. Panuje mezi nimi blízkost – oba světy nabízejí odstup od stereotypů.
>
> Alice Koubová

ZA HRANICE VLASTNÍHO KLUBU

Také proto se program Strategie AV21 *Formy a funkce komunikace* snaží ukazovat, jak je důležité, aby věda vstupovala do veřejného prostoru. Odborné články a knížky si s chutí přečtou možná kolegové-vědci. „Mezi lidi" se ale dostávají složitěji.

Podle koordinátorky existují dvě rizika komunikace ve vědě. Tím, jak se vědci musejí a potřebují více profilovat, užívají jazyk, jímž se domluví jen mezi svými. Takový jazyk ale přerůstá v šifru, kterou rozkóduje pouze insider neboli člověk zevnitř. Druhé nebezpečí se pojí s tím, že vědci komunikaci považují někdy pouze za druhořadou nutnost propagace. „Částečně oprávněně, protože platí, že jsme pod tlakem soutěže o pozornost, jsme tlačeni k tomu se prodávat a předvádět, abychom uspěli. Na druhou stranu lze tento argument užít jako alibi pro to, abychom se o prezentaci vlastní práce nemuseli vůbec snažit." Pak ale hrozí, že vědci budou nesrozumitelní, uzavření do slonovinové věže akademismu. ▷

Jak souvisí filosofie s divadelní tvorbou? Co je performativní filosofie a čím se zabývá? Nejen na tyto otázky odpovídá Alice Koubová v nové knize *Myslet z druhého místa. K otázce performativní filosofie*. Hodit se může divadelníkům, výtvarníkům, performerům všeho druhu, ale i těm, kteří si myslí, že performery nejsou – jsme jimi totiž vždycky a nutně všichni.

DAR Z DRUHÉ STRANY

V časech koronavirové krize se část osobní i pracovní komunikace přesunula do online prostředí. Podle Alice Koubové z Filosofického ústavu AV ČR se už nikdy do normálu asi úplně nevrátíme: „Virus také neodejde, a navíc nás čekají i další krize jiného druhu. Posuneme se – a otázka je, jak moc a kam." Neklesejme ale na mysli. Online komunikace má své výhody: mezinárodní konference pořádané v online prostředí jsou například přístupnější, levnější a ekologičtější. Na druhé straně mnohé uživatele online komunikace vyčerpává více než fyzické setkání a zabírá jim dokonce více času, než když řeší věci přímo. „Možná, že si kvůli koronakrizi uvědomíme nezaměnitelnou hodnotu fyzické spoluexistence a budeme o ni pečovat jako o hodnotu, o dar, nikoli jako o běžnou věc," uzavírá Alice Koubová.

Jednu z neotřelých cest, jak hranice vlastního klubu překročit, nabízí tzv. performativní filosofie. I když jde o novodobý směr, jeho historie sahá do padesátých let 20. století. Tehdy britský filosof John L. Austin přišel s myšlenkou, že užívání jazyka je specifickým druhem jednání, které má svůj cíl a vyvolává jisté účinky.

Alice Koubová se touto disciplínou zabývá mnoho let. V roce 2017 se jí podařilo v Praze uspořádat konferenci na téma „Jak performativní filosofie jedná?". Nešlo přitom o formální akci, která by se jako mnohé jiné konala v přednáškovém sále plném židlí a usínajících posluchačů. Odehrávala se totiž v nestandardních prostorech Divadelní akademie múzických umění. Dovolovala pohyb, práci s kulisami, hudbou, emocemi a skupinovou interakcí. Upozorňovala tak různými způsoby, že je vědecká konference představením svého druhu a jak toho lze využít.

Podobný experiment nabídl cyklus takzvaných *No paper konferencí*, které Alice Koubová pořádá. Filosofové a filosofky při nich neprezentují své myšlenky z papíru nebo „slajdů", ale mluví spatra. Tempo se snižuje a prezentující vyjadřují stejné myšlenky opakovaně z různých perspektiv. Publikum jim pomáhá jejich výstupy zpřesňovat a účastní se i diskuse, která se obvykle protáhne déle, než bývá zvykem. „Účastníci si pochvalují, že neprožívají jen řetězec nadlidskou rychlostí přečtených esejů, ale živý zájem, společnou reflexi a nečekané poznatky. Nestává se, že by si vyřizovali e-maily, usínali nebo odcházeli předčasně," vyzdvihuje filosofka.

Performativní formát s názvem *Nová krev: Ticho! Filosofové po Wittgensteinovi* pro změnu přivedl v lednu 2020 filosofy a filosofky do Národního divadla. Měli reflektovat představení *Oběd u Wittgensteina* rakouského spisovatele a dramatika Thomase Bernharda. Divadelníkům přinesl zpětnou vazbu od specifické skupiny namísto divadelní kritiky, filosofové zažili konfrontaci s performativními vzorci mimo akademické prostředí i s komunikací vlastních myšlenek za hranicemi svého klubu. Navrch k tomu se dvě národní instituce – divadlo a Akademie věd – pomyslně „přes ulici" prolnuly ve společné aktivitě, která překračuje hranice filosofie a umění.

Může tedy být filosofie opravdu performativní? Alice Koubová tvrdí, že filosofie je taková vždy. Tento aspekt si ale o sobě neuvědomuje, nebo ho popírá. Tím, že je filosofické myšlení součástí jazyka, našich vztahů, společenských norem, emocí či prostředí, ovlivňují tyto síly způsob, jak filosoficky myslíme: „Filosofie nemůže mít své myšlení úplně pod kontrolou. Musí se fetiše vlastní autonomie vzdát. Přijmout svou vlastní performativitu."

NEBER ÚPLATKY

Studium komunikace se ale týká rovněž etických otázek. Jedním z příkladů je aplikovaný výzkum toho, jaké nástroje by se mohly ve státní správě využít, aby se podpořila vzájemná důvěra, zlepšila se kultura vyjednávání, sebeúcta a sdílely se hodnoty, které minimalizují tendence ke korupčnímu jednání. „Korupce je nezákonná a zákony ji ošetřují. Etické nástroje jsou ale měkčí. Nepracují se zákazy, příkazy a tresty, ale s kvalitou profesní komunikace, se vzájemnými vztahy a expertností. Díky tomu se vytváří na pracovištích stejný prostor komunikace, který v nás jinou cestou vyvolává umění a filosofie," vysvětluje filosofka.

V DOBĚ PANDEMIE

Komunikace během krize má jinou povahu než v „normálu". Z pohledu komunikace těch, kdo rozhodují, je důležité sledovat, zda se sami staví ke zbytku společnosti jako k těm, komu důvěřují a u koho si chtějí důvěru uchovat a budovat. Nebo naopak těch, kteří vydávají nařízení a kontrolují jejich plnění s výhrůžkou sankcí či zneužívají krizi a tiše přebírají moc, protože nikdo neklade v atmosféře generálního strachu dostatečný odpor. „Česko zažilo sílu solidarity a soudržnosti, stovky spontánních iniciativ, které vzešly z potřeby pomoci druhým, nikoli na základě pokynů shora. Šlo o dobrou zprávu o stavu občanské společnosti. Silný zážitek pro mě byla komunikace politické reprezentace o čínské ‚pomoci', jedné z nejdražších, co jsem mohla ve srovnání s jinými zeměmi zaznamenat," říká Alice Koubová.

Umění je jednou z mnoha podob komunikace. Ačkoli se může někdy zdát, že je hůře srozumitelné, nelze ho považovat za méně pochopitelné než jiné formy. Naopak – často nám klade přímo před oči to, co je jinde skryto, kdy spoustu jevů a událostí bereme jako normu. Nutí nás tak k zamyšlení nad tím, kdo nebo co v rámci komunikace komunikuje.

Pokud je v některé instituci dobře nastavená vnitřní kultura, mezilidská komunikace a důvěra, daná instituce funguje lépe pro stát i občany. Její provoz je pak také levnější a většina zaměstnanců je navíc spokojenější – právě takoví pracovníci jsou mnohem odolnější vůči neférovému, nebo dokonce úplatnému jednání.

Etickou kulturu je nezbytné dlouhodobě budovat a trénovat v mezilidském kontaktu. Specifické semináře pro státní úředníky existují například ve Finsku. Tamní úředníci ministerstev procházejí kurzem, ve kterém se sehrávají eticky náročné situace. O jejich přesvědčivost se starají profesionální herci, kteří hrají konkrétní postavy. A na jejich pokusy o úplatek, vydírání, výhrůžku nebo urážku se úředníci učí reagovat.

Může se filosofie objevit na jevišti? Odpověď nabízí experiment *Nová krev: Ticho! Filosofové po Wittgensteinovi*, který přivedl do Národního divadla filosofy a filosofky. Reflektovat měli představení *Oběd u Wittgensteina*. Jejich eseje se poté představily v různých podobách jako zápisníky, hlasitá deklamace, scénické čtení nebo instalace.

„Je to něco úplně jiného než si v příručce přečíst, že má být státní úředník slušný, poctivý, nestranný a že má upřednostňovat zájem lidí před politickou objednávkou a kufříkem peněz," uzavírá Alice Koubová, která na rozvoji etické kultury spolupracuje s Ministerstvem dopravy ČR v rámci grantu Technologické agentury ČR řešeného s Petrem Urbanem a Jurajem Hvoreckým z Filosofického ústavu AV ČR.

Performativní filosofie tak potvrzuje, že neotřelý přístup k řešení různých komunikačních situací může stejně jako ve světě *Gulliverových cest* vést k překvapivým výsledkům.

„Tahle věda není pro ženský!?"

„Na ženu jste to řekla chytře", „Rád vám povedu magisterskou práci. Aby ta práce byla ale dobrá, musí mezi vedoucím a studentkou vzniknout erótický vztah, chápete, je tam dlouhý ó, je to odvozený od slova Ερως." Jen zlomek reálných komentářů, které Alice Koubová z Filosofického ústavu AV ČR zaznamenala v akademickém provozu. Zeptáte-li se, proč ve filosofii prakticky žádné ženy nepůsobí, je třeba se tázat, jaké místo se jim nabízí: „Neznamená to, že všichni filosofové jsou misogyni. Problém je, když omlouvají jednání jiných, když třeba mlčí a urputně něco čistí na umakartové desce stolu, zatímco jejich kolega ženy zrovna zesměšňuje," vysvětluje a dodává: „Celý život jsem vyhledávala mužská pracovní prostředí, od matematiky po filosofii. Když jsem vstoupila po doktorátu z matematiky do filosofického prostředí, bylo pro mě šokující se od některých kolegů dozvědět, že moje myšlení i osobu je třeba nějak specificky hodnotit prizmatem toho, že jsem žena."

TÉMA PRO...

TOPTEC

Patří mezi nejmodernější pracoviště svého druhu v České republice. **Zkoumá a vyvíjí optické systémy pro supervýkonné lasery i pro výzkum kosmu.** Jak se speciální optika z malého českého města dostala do vesmíru?

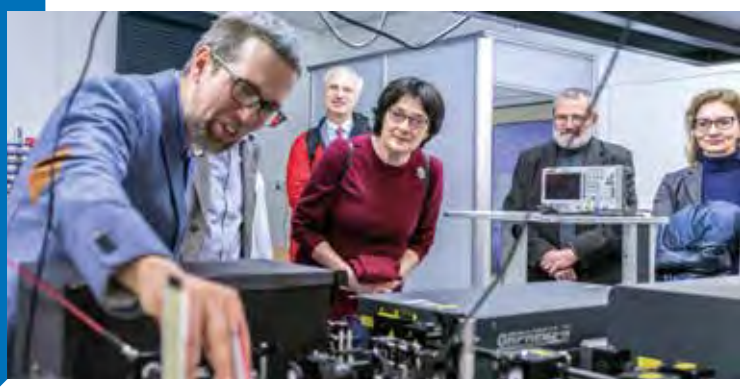
Nebe nad Floridou je jasné a temné. Odpalovací komplex na mysu Canaveral ozařuje několik světel, to nejjasnější se upírá na raketu Atlas V 411, která už za několik okamžiků odstartuje na svou misi. Je pondělí 10. února 2020, 4:03 UTC, tedy 5:03 našeho času. V Kennedyho vesmírném středisku zbývá téměř hodina do půlnoci. Pár vteřin před plánovaným startem se s ohlušujícím řevem spustí ▹

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Jana Plavec (3), Jared Frankle, NASA Solar Orbiter Social Participant

Na lešticím stroji se vyvíjejí procesy pro úpravu speciálních optických prvků z keramických a optických materiálů. Využívají se v soustavách výkonových laserů nebo umožňují miniaturizovat spektroskopické přístroje pro letecký a kosmický průzkum Země.

ŠPIČKA VE SVÉM OBORU

Centrum TOPTEC patří mezi aplikační centra Akademie věd ČR. Jde o špičkově vybavené pracoviště, které se zabývá výzkumem a vývojem opracování optických prvků, realizací tenkých vrstev a velmi přesným měřením. Hlavní náplní práce turnovského týmu je výzkum optiky, optoelektroniky a vývoj souvisejících aplikací. Podílí se na mnoha mezinárodních projektech, například v oblasti metrologie a vývoje optických systémů pro výzkum kosmu či pro vývoj supervýkonných laserů. Centrum vzniklo díky finanční podpoře z operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace hrazeného ze strukturálních fondů Evropské unie.



motory, během zážehu se uvolní spojení s plošinou a raketa stoupá vzhůru.

Ačkoli má Atlas V 411 za sebou již pět úspěšných startů, ten šestý je pro Českou republiku extrémně významný. Raketa totiž do vesmíru nese sondu Solar Orbiter, která bude pozorovat a zkoumat Slunce, jeho korónu a sluneční vítr. Vůbec poprvé nahlédnou přístroje také do oblasti slunečních pólů. Na palubě sondy se nachází desítka vědeckých přístrojů. Na čtyřech z nich se podíleli čeští vědci! Do projektu zařazeného do výzkumného programu Strategie AV21 *Vesmír pro lidstvo* se za Akademii věd ČR zapojily Astronomický ústav, Ústav fyziky atmosféry a Ústav fyziky plazmatu.

Členem mezinárodního konsorcia Evropské kosmické agentury (ESA) a NASA, které navrhlo, vyvinulo a postavilo přístroje pro unikátní misi ke Slunci, byl tým odborníků z Výzkumného centra speciální optiky a optoelektronických systémů TOPTEC v Turnově, jednoho z pracovišť Ústavu fyziky plazmatu AV ČR. Start sondy pozorovali z bezprostřední blízkosti: „Pozvali nás k oficiální účasti na startu a měli jsme možnost sledovat ho z VIP místa zvaného Banana Creek, kde je velmi dobrý výhled," popisuje nezapomenutelný zážitek výkonný ředitel centra TOPTEC Vít Lédl.

Obráběcí zařízení pracuje s přesností až tři nanometry. Proces může trvat několik desítek minut či hodin.

Turnovské pracoviště TOPTEC se podílelo na vývoji optiky a mechaniky koronografu METIS, určeného k pozorování sluneční koróny. Vzhledem k požadavkům kladeným na zrcadla je jejich výroba velmi náročná. Intenzita slunečního záření bude asi 13× větší než v okolí Země. Ačkoli je tepelný štít chránící sondu navržen tak, aby odolal i teplotám okolo 500 °C, přístroje uvnitř sondy musí vydržet teplotní rozdíly dosahující 80 °C.

Čeští výzkumníci a technici dodali pro koronograf dvě dvaceticentimetrová anulární asférická zrcadla (asférické plochy jsou nekulové a rotačně symetrické; anulární tvar je prstencový). Obě zrcadla i další prvky jsou vyrobeny z materiálu Zerodur, což je sklokeramika s neobvykle nízkou teplotní roztažností. Jejich optické plochy musejí vyhovět extrémním požadavkům na mikrodrsnost povrchu, a navíc je třeba dodržet i požadavek na celkovou hmotnost pod jeden kilogram (pro dvě hlavní zrcadla). Při výrobě se musí udržovat velmi čisté prostředí se stálou teplotou, jakákoli změna v místnosti se totiž projeví i na finálním výrobku. „Pro představu, pokud bychom zrcadla zvětšili na velikost Máchova jezera, nepřesnost na jejich povrchu při zachování měřítka by nepřekročila dvě desetiny milimetru," dodává Vít Lédl. Především díky nejmodernějším přístrojům a mnohaletým zkušenostem jsou pracovníci schopni podobně obtížné úkoly plnit.

OPTIKA Z TURNOVA

TOPTEC navazuje na dlouholetou tradici oddělení vývojových optických dílen, které v roce 1965 zřídil v Turnově Astronomický ústav ČSAV. V devadesátých letech se dílny osamostatnily a posléze se v roce 2006 začlenily pod Ústav fyziky plazmatu AV ČR. A proč zrovna tento region? Historie „řemesla" sahá až do 17. století, kdy se tu začaly těžit a brousit drahé kameny a také sklo (zejména pro bižuterii). První továrna na brýlovou optiku zde vznikla už na konci 19. století. Tradice ve výrobě a výzkumu optiky pokračuje dodnes, a to i díky centru TOPTEC.

„V roce 2009 připravil Ústav fyziky plazmatu projekt do operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace a získal přibližně 176 milionů korun. Díky němu jsme pořídili nové přesné stroje

a přístroje a také jsme významně rozšířili tým," popisuje Vít Lédl, jak z vývojových optických dílen vzniklo nové moderní centrum. Na prvních úkolech pro ESA začalo pracovat již v roce 2012.

Tým TOPTEC se podílel například na analýzách v rámci přípravy projektu TIRI, jehož cílem jsou „dostupné" optické družicové systémy pro přesná teplotní měření v infračervené oblasti. TOPTEC navrhl koncept optické části přístroje a provedl detailní analýzu jeho vlastností, a to i s ohledem na jeho vyrobitelnost. V současnosti se oddělení kosmické optiky podílí na dalších třech projektech určených k výzkumu vesmíru.

Jedním z nich je projekt ASPIICS náležející k misi Proba 3, která by měla odstartovat v polovině roku 2022. Do vesmíru tentokrát zamíří rovnou dvě družice. „Mise je zajímavá mimo jiné tím, že na oběžné dráze se dva satelity dostávají opakovaně do přesné formace a opět ji opouštějí. První satelit tvoří takzvaný zástin neboli umělý měsíc pro koronograf umístěný na druhém satelitu," vysvětluje Vít Lédl manévrování, při kterém se k sobě satelity přiblíží až na 140 metrů. Centrum TOPTEC má na starosti návrh a výrobu celé optické soustavy dalekohledu i reléové optiky koronografu včetně mechaniky. Opět jde o sestavu mnoha optických elementů připravovaných s vysokou přesností při dodržení extrémní čistoty.

INSPIRACE Z ŘÍŠE HMYZU

Tým TOPTEC se zapojil také do projektu NEOSTEL, jehož hlavní inspirací byl překvapivě hmyz, konkrétně oko mouchy. V současnosti ESA buduje soustavu dalekohledů rozmístěných podél rovníku, které budou pozorovat oblohu a vyhledávat potenciálně nebezpečné objekty v blízkosti Země. Nový koncept získal (nikoli překvapivě) přezdívku „FlyEye".

Tento typ dalekohledu poskytuje široké zorné pole asi 8 × 8 úhlových stupňů s rozlišením 1,5 úhlové vteřiny na pixel přes celou jeho šíři. Skládá se z velkého, asi 1,6metrového zrcadla – zachycený obraz je následně „přezobrazen" do šestnácti kamer šestnácti asférickými optickými elementy. I přes extrémně široké zorné pole dokáže teleskop na nízké orbitě Země rozlišit objekty o velikosti tenisového míčku! TOPTEC dodal systémy pro hrubou i precizní adjustaci optické cesty dalekohledu i zmiňované asférické optické elementy.

Příroda hraje roli i v dalším projektu ESA nazvaném FLEX, jehož mise je také v plánu na rok 2022. Satelit bude studovat zdraví pozemské vegetace – detekovat a měřit světlo vyzařované rostlinami při fotosyntéze. Evropským vědcům poskytne zcela nový typ dat a pomůže lépe porozumět faktorům ovlivňujícím rostlinstvo. „Zodpovídáme za komplexní optické analýzy, realizaci jednotlivých optických a mechanických elementů a jejich následnou integraci do plně funkčního systému," vysvětluje Vít Lédl.

Teleskop i spektrograf musí splňovat extrémně přísné nároky z pohledu vnitřní čistoty, hladkosti optických ploch a přesnosti justáže (nastavení měřicích přístrojů), aby se dostálo požadavkům na supernízký optický šum.

Projekty, kterých se turnovské pracoviště TOPTEC účastní, míří hodně vysoko – v přeneseném smyslu i doslova: zkoumání vesmíru, Slunce, ochrana planety před nebezpečím z vesmíru, monitorování rostlinstva… Sonda Solar Orbiter, která bude na své misi až deset let, je prvním velkým, ale zcela jistě ne posledním úspěchem optiky a optoelektroniky z nenápadného města v Českém ráji. Pozornost poutala zejména při startu, kdy každé úspěšné odhození vyhořelého motoru dávalo důvod k oslavě. Nyní ji čeká přibližně dva roky trvající cesta, než dosáhne své operační dráhy. Následovat bude tříapůlleté období určené pro její hlavní misi: snímkování Slunce a pozorování slunečních pólů. Na zajímavé informace o naší hvězdě získané i díky přispění českých odborníků si tedy ještě budeme muset počkat.

Vesmírná sonda Solar Orbiter odstartovala z Floridy 10. února 2020 tři minuty po páté hodině ráno. Bude následovat sondu Parker Solar Probe, která ke Slunci zamířila již v roce 2018.

DĚNÍ V AKADEMII

DENÁROVÝ POKLAD Z CHÝŠTĚ

Na poli nedaleko obce Chýšť na Pardubicku odkryli v roce 2016 archeologové soubor 1669 denárových mincí a jejich zlomků. Akademie věd ČR ve spolupráci s Východočeským muzeem v Pardubicích podala v roce 2018 návrh na prohlášení unikátního archeologického nálezu kulturní památkou. Ministerstvo kultury ČR jej schválilo a v březnu 2020 „Denárový poklad z Chýště“ kulturní památkou vyhlásilo. Jde o nejrozsáhlejší mincovní depot z 10. a počátku 11. století, který byl na našem území nalezen. Stříbrné denáry pocházejí z doby vlády knížete Boleslava II. a jsou velké přibližně jako současná korunová mince. Hodnotu pokladu určili odborníci na 23,5 milionu korun, historická hodnota je nevyčíslitelná. Vysoká je rovněž odměna vyplacená původnímu nálezci – dva miliony korun.

FOTOAKTIVNÍ NANOMATERIÁLY OCHRÁNÍ PŘED VIRY A BAKTERIEMI

Biotechnologický inkubátor i&i Prague, založený Ústavem organické chemie a biochemie AV ČR, a společnost Charles University Innovations Prague zřídily nový technologický spin-off. Firma LAM-X se zaměří na vývoj světlem aktivovaných nanomateriálů využitelných zejména ve zdravotnictví. Antimikrobiální materiály vyrobené technologií LAM-X jsou účinné proti široké škále patogenů, jako jsou bakterie a viry. Účinnost technologie potvrdila klinická studie zaměřená na léčbu bércových vředů. Vývoj se tedy bude primárně soustředit na nanomembránu, která by měla ochránit otevřené rány před infekcí.

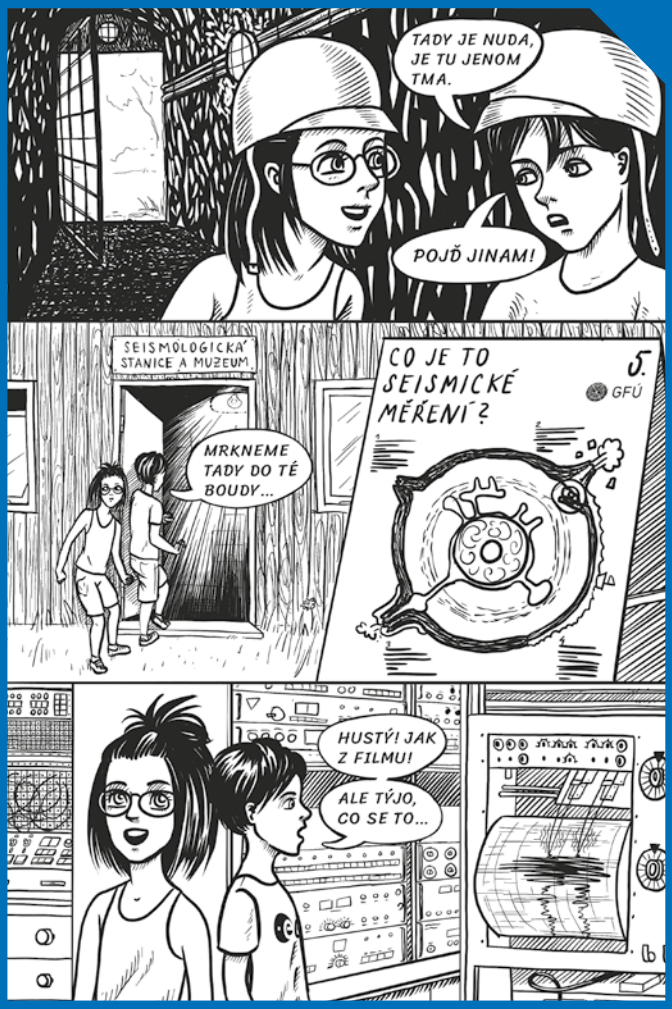
BUĎME ZEMÍ BUDOUCNOSTI, APELUJÍ NAŠI VĚDCI

Současná pandemie nemá vliv jen na zdraví obyvatel naší planety, způsobila také obrovský útlum ekonomiky spojený s dalšími problémy, jako jsou nezaměstnanost či platební neschopnost. „Pandemie však ukázala i nové příležitosti fungování společnosti s významně pozměněným denním stylem našich životů, který vede k nárůstu spontánní solidarity, rozšiřování propojení lidí a týmů pomocí nových komunikačních nástrojů či nalézání nových rozměrů rodinného života,“ říká Michal V. Marek, ředitel Ústavu výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe), který zveřejnil výzvu odborníků k převzetí odpovědnosti za budoucnost naší planety. Krize je dle jejich názoru také důsledkem globalizace současného světa a politická reprezentace by neměla sklouzávat k „lákavým“ ekonomicky atraktivním řešením, která mohou vést ke katastrofálním důsledkům pro celý svět. „Máme možnost vyvarovat se chyb minulých a výrazně akcentovat nové postupy, technologie, které budou mnohem šetrnější ke globálnímu životnímu prostředí,“ dodává Michal V. Marek. Celý text je k dispozici na webových stránkách CzechGlobe.

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Východočeské muzeum v Pardubicích, Shutterstock (4), Geofyzikální ústav AV ČR, Stanislava Kyselová, Tomáš Belloň / Ústav organické chemie a biochemie AV ČR (2), Jana Plavec (7), Kryštof Štafl / Ústav molekulární genetiky AV ČR (2)

KOMIKS O ZEMĚTŘESENÍ, TSUNAMI A STAVBĚ ZEMĚ

Jak se seismická vlna dostane hlubinami Země do seismometru v České republice? Odpověď nabízí Geofyzikální ústav AV ČR v novém komiksu pro žáky základních škol nazvaném *Když se Země chvěje, příběh seismické vlny*. Netradiční vzdělávací pomůcka dětem přibližuje vznik zemětřesení a seismických vln a jejich důležitost pro poznávání stavby Země. Hlavní hrdinkou je seismická Vlna P, která dětem vypráví, jak se zrodila na zlomu, proběhla skrz zeměkouli a vystoupila ze seismického záznamu na observatoři v Kašperských horách. Tištěný komiks je možné získat během návštěvy pracoviště nebo si jej můžete stáhnout ze stránek www.ig.cas.cz.



TEREZA STÖCKELOVÁ SE STALA NOVOU ČLENKOU COMEST

Generální ředitelka UNESCO jmenovala novou členkou Světové komise UNESCO pro etiku vědeckých znalostí a technologií (COMEST) na období 2020–2023 Terezu Stöckelovou ze Sociologického ústavu AV ČR. Jde o poradní orgán, jehož úkolem je formulovat etické zásady pro různá témata z oblasti vědy a technologií. Tvoří jej 18 odborníků z různých vědních, právních, filozofických, kulturních a politologických oborů. Tereza Stöckelová se věnuje sociologii vědy, technologií a medicíny, tematicky se zaměřuje na soudobé proměny v praxi výzkumu a vzdělávání, pohyb znalostí mezi vědou a společností, alternativní medicínu a její vztah ke konvenční západní medicíně.

COVID-19

AKADEMIE VĚD ČR PODÁVÁ POMOCNOU RUKU

Krátce po vypuknutí pandemie nemoci covid-19 nabídli vědci a vědkyně z pracovišť Akademie věd ČR své síly, zkušenosti i materiální a laboratorní vybavení na pomoc v boji proti šíření nového typu koronaviru. „Akademie věd je na jedné lodi se všemi – a intenzivně se věnujeme tomu, co by mohlo pomoci. Společnými silami situaci zvládneme," řekla předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová. Aby bylo možné zajistit dostatečné testování populace, které je klíčové pro boj proti nákaze, vyčlenila některá pracoviště své laboratoře a vyškolený personál a poskytla je k dispozici. Hlavním koordinátorem akademického testování se stal Jan Konvalinka z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, domovského pracoviště chemika Antonína Holého, na jehož výzkumy antivirotik navazuje také úspěch léku Remdesivir společnosti Gilead Sciences. Výzkumníci ze skupiny Jana Konvalinky vyvinuli ve spolupráci s dalšími partnery alternativní kity pro izolaci virové RNA, které umožnily diagnostiku onemocnění covid-19 v situaci, kdy komerční kity nebyly dostupné. K pomoci se přidala také společnost IOCB Tech, dceřiná firma Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, která se zaměřuje na transfer technologií. Na výzkum a vývoj nových diagnostických testů darovala sedm milionů korun.

AKADEMICKÁ PRACOVIŠTĚ TESTUJÍ VZORKY NA SARS-COV-2

Prvním pracovištěm Akademie věd ČR, které koncem března od Státního zdravotního ústavu získalo povolení k testování vzorků na přítomnost SARS-CoV-2, bylo Biologické centrum v Českých Budějovicích. Kromě diagnostiky vzorků z nemocnic se soustředí i na výzkum koronaviru SARS-CoV-2 a vyvíjí metodiku testování kvality protilátek z krve vyléčených pacientů. Virologové se rovněž podílejí na několika dalších projektech, v nichž řeší možnosti efektivnější diagnostiky a léčby koronaviru. K testování se přidala i další pracoviště Akademie věd ČR, především Ústav molekulární genetiky, který díky integrované robotické stanici dokáže otestovat až tisíc vzorků denně, dále centrum BIOCEV sídlící ve Vestci, kam míří vzorky z pražských nemocnic a domovů pro seniory. V regionech se připojilo také Centrum ALGATECH – třeboňské pracoviště Mikrobiologického ústavu, které na analýzách vzorků úzce spolupracuje s nemocnicí v Jindřichově Hradci, a od začátku dubna rovněž brněnský Biofyzikální ústav.

LABORATOŘE PROTI KORONAVIRU ONLINE

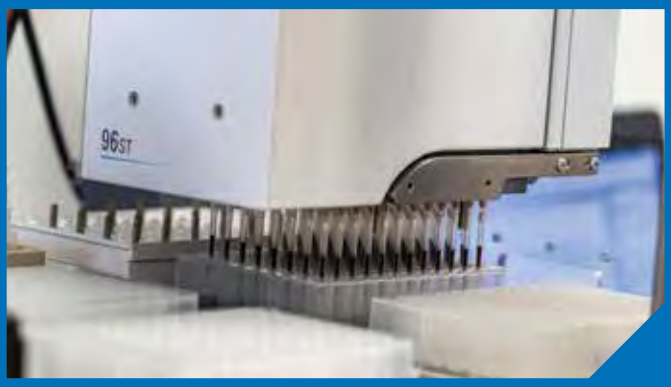
Akademie věd ČR spustila webový portál na pomoc diagnostickým laboratořím, které testují vzorky na přítomnost koronaviru. Propojuje je s dobrovolníky – vysokoškolskými studenty biologických oborů a výzkumníky nabízejícími pomoc. Platforma www.laboratore-proti-koronaviru.cz znázorňuje na mapě České republiky laboratoře registrované u Státního zdravotního ústavu – ať už jde o nemocnice, pracoviště Akademie věd ČR, univerzity či soukromé laboratoře. Ukazuje, kde jsou vítané dobrovolnické posily a kam či komu se mohou hlásit. Autorem nápadu je Julius Lukeš, ředitel Parazitologického ústavu BC AV ČR, webový portál připravilo Středisko společných činností AV ČR.

MĚŘENÍ ÚČINNOSTI MATERIÁLŮ VŮČI PRŮNIKU KORONAVIRU

Do boje s pandemií se zapojila i další pracoviště Akademie věd ČR. Odborníci testují materiály k výrobě ochranných pomůcek a roušky sériové i domácí výroby, měření se věnuje tým Vladimíra Ždímala z Ústavu chemických procesů. Používá k tomu speciální aparaturu, vyvinutou původně k ověřování filtrů pro kvalitu ovzduší. Analýza materiálů vychází z unikátní metody, kterou vědci úspěšně prokázali, že je možné zcela konkrétně určovat, jak jsou různé materiály schopné zachycovat aerosolové částice o velikostech 20 až 400 nanometrů. Ústav chemických procesů AV ČR také spolupracuje s ČVUT a Technickou univerzitou v Liberci na vývoji nové generace respirátorů české výroby.

NOVÝ MODEL OCHRANNÝCH MASEK OD ČESKÝCH VÝZKUMNÍKŮ

Firma CARDAM, dceřiná společnost Fyzikálního ústavu AV ČR, firmy Beneš a Lát a České zbrojovky, zahájila v dubnu sériovou výrobu ochranných masek určených pro nejvyšší stupeň ochrany, které vycházejí z původního modelu vyvinutého na ČVUT. Týdně se vyrobí 50 tisíc kusů těchto oproti běžné produkci kvalitnějších a zároveň levnějších modelů. Jedna z prvních dodávek směřovala na pracoviště Akademie věd ČR, kde vědci testují vzorky na přítomnost koronaviru, například do Ústavu molekulární genetiky, kde se předání zúčastnila také předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová.



VĚDCI NABÍDLI UNIKÁTNÍ PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

Laboratoře, přístroje, vyškolení pracovníci… jak epidemie sílila, přidávala se postupně další a další pracoviště, která nabízela pomoc. V Nemocnici Na Bulovce instalovali vědci robota pro usnadnění testování vzorků na přítomnost viru, kterého s nadsázkou pojmenovali Pipeťák. Vyvinuli ho výzkumníci z Ústavu jaderné fyziky AV ČR a ČVUT. Možnost bezplatné analýzy nanomateriálů, které se jeví perspektivní pro zmírnění šíření nákazy – materiálů pro výrobu roušek, filtrů apod., nabídl Ústav přístrojové techniky AV ČR. Brněnští pracovníci se zapojili i do výroby dílů pro obličejové štíty, ochranné pomůcky také sami distribuovali do potřebných zdravotnických zařízení. Vědci z Fyziologického ústavu AV ČR pro změnu zapůjčili síti klinických laboratoří Spadia přístroj pro analýzu vzorků pomocí kvantitativní PCR. Ústav výzkumu globální změny AV ČR nabídl dokonce letoun Cessna, který výzkumníci běžně využívají při vzdálených průzkumech a měřeních rozsáhlých území.

ZAPOJUJÍ SE SPOLEČENSKO-VĚDNÍ A HUMANITNÍ PRACOVIŠTĚ

Se svými výzkumy se k boji proti pandemii nemoci covid-19 přidala i pracoviště z oblasti humanitních a společenských věd. Think-tank IDEA při Národohospodářském ústavu AV ČR kontinuálně pod hlavičkou projektu IDEA antiCOVID-19 zveřejňuje studie, analýzy a modely, kterými chce podpořit snahu, aby měla současná situace na českou společnost a ekonomiku co nejmenší dopady. Iniciativa Model antiCOVID-19 pro ČR reaguje na potřebu vytvořit robustní nástroje – modely – k porovnávání dopadů jednotlivých opatření v průběhu epidemie. Dokumenty týkající se nezvyklé situace v době pandemie zveřejnil také Ústav státu a práva AV ČR. Odborníci z tohoto pracoviště, z Filosofického ústavu AV ČR a Ústavu informatiky AV ČR jsou zapojeni i v aktivitách Centra Karla Čapka pro studium hodnot ve vědě a technice. Zveřejnili web Etika epidemie, kde publikují články zaměřující se na otázky etiky, zejména ve zdravotnictví. Stranou nezůstal ani Sociologický ústav AV ČR, který se mimo jiné zapojil do reprezentativní studie promořenosti populace virem SARS-CoV-2. Oslovil 2000 respondentů zapojených do projektu Proměny české společnosti. Výsledky by měly napomoci lépe porozumět, jak se nemoc šíří a jaký má průběh.

ČESKÉMU HUMORU SE DAŘÍ I V DOBĚ PANDEMIE

Mezi lidmi se šíří mnoho různých fám. Kdo je za koronavirus zodpovědný, jak jej zaručeně vyléčit či jak se nákaze zcela vyhnout. „Koronavirová pandemie podnítila tvorbu lidové slovesnosti, která může mít nejrůznější podobu. Od neověřených zpráv a fake news, přes konspirační teorie až po vtipy kolující na internetu," říká Eva Šipöczová z Etnologického ústavu AV ČR. Vznikají nejen anekdoty, ale také nová slova. „Ženám, které šijí roušky, se říká roušičky. Rouška ušitá od maminky je mateřírouška. Sloupům, na kterých visí roušky k volnému odběru, se říká rouškovníky," vyjmenovává Markéta Pravdová z Ústavu pro jazyk český AV ČR. Výrazů, které obohatily český jazyk, jsou na čtyři stovky. Najít je lze v internetovém slovníku Čeština 2.0.

AKADEMIE VĚD ČR SPUSTILA PROJEKT VĚDA NA DOMA

V situaci, kdy děti nemohly chodit do školy, nabídla Akademie věd ČR dětem, rodičům, pedagogům i ostatním fanouškům vědy tipy na domácí pokusy, přednášky, e-zdroje, elektronické verze časopisů i online výstavy. Jedny z prvních nápadů přišly od vědců a vědkyň z Geofyzikálního ústavu AV ČR a Ústavu experimentální botaniky AV ČR, kteří na svém Facebooku zveřejnili streamované přednášky a tipy na jednoduché domácí pokusy. Postupně se přidala většina z více než padesátky pracovišť Akademie věd ČR po celé republice. Všechny aktivity a zdroje sdružují web vedanadoma.cz a sociální sítě AV ČR pod hashtagem #Veda_na_doma.

PŘÍŠTĚ

3. místo

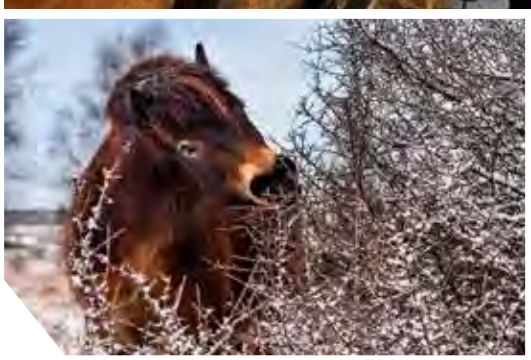
ZLATÝ STŘEDNÍK 2018

ODPADY

Kam se starou pneumatikou? Má třídění smysl? K čemu je dobrá biomasa? Sběr, třídění, recyklace, kompostování… Odpady jsou běžnou součástí našich životů. Něco, čeho se chceme zbavit. Můžeme na ně ale pohlížet také jako na cenný zdroj surovin či energie. Každý rok vyhodíme v Česku miliony tun odpadů (na každého obyvatele vychází přibližně dvě a půl tuny). Část se spálí, další putuje na skládky, něco se zrecykluje. Tématům souvisejícím s ochranou životního prostředí, například jak s odpady nakládat, případně je dále využít, se věnují také odborníci z Akademie věd ČR.

ŠTOLA VE VYHASLÉM VULKÁNU

Již za dob slavného básníka a mineraloga J. W. Goetheho byla pod Komorní hůrkou nedaleko Františkových Lázní vyhloubena průzkumná štola. Mapováním vulkanické činnosti a výzkumem zemětřesných rojů v této oblasti se zabývá Geofyzikální ústav AV ČR, který brzy plánuje zpřístupnění štoly pro veřejnost.



PASTVINY DIVOKÝCH KONÍ

Na území bývalého vojenského prostoru v Milovicích se místo těžké vojenské techniky prohánějí velcí kopytníci – zubři, pratuři a divocí koně. Na jejich návratu do přírody se podíleli i pracovníci Akademie věd ČR. Jak divoká zvířata pomáhají s návratem ohrožených druhů rostlin a živočichů do přírody?

Foto: Shutterstock, Martin Stolař / MAFRA / Profimedia, Michal Köpping / Česká krajina

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, Jana Olivová,
Radka Římanová, Luděk Svoboda,
Markéta Wernerová
Fotografka
Jana Plavec
Produkční
Markéta Wernerová
Korektorka
Irena Vítková
Sociální sítě
Petr Cieslar
Grafika
Pavlína Jáchimová, Josef Landergott

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

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

Číslo 2/2020, vychází čtvrtletně, ročník 4
Vyšlo 17. června 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. 3–4, 6–7, 21–23, 26, 29, 35, 36–39, 42, 45–47, 49–55, 59, 64–65, 70–72, 74, 76–78 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

VĚDA NA DOMA

www.vedanadoma.cz

#Veda_na_doma

Akademie věd
České republiky

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