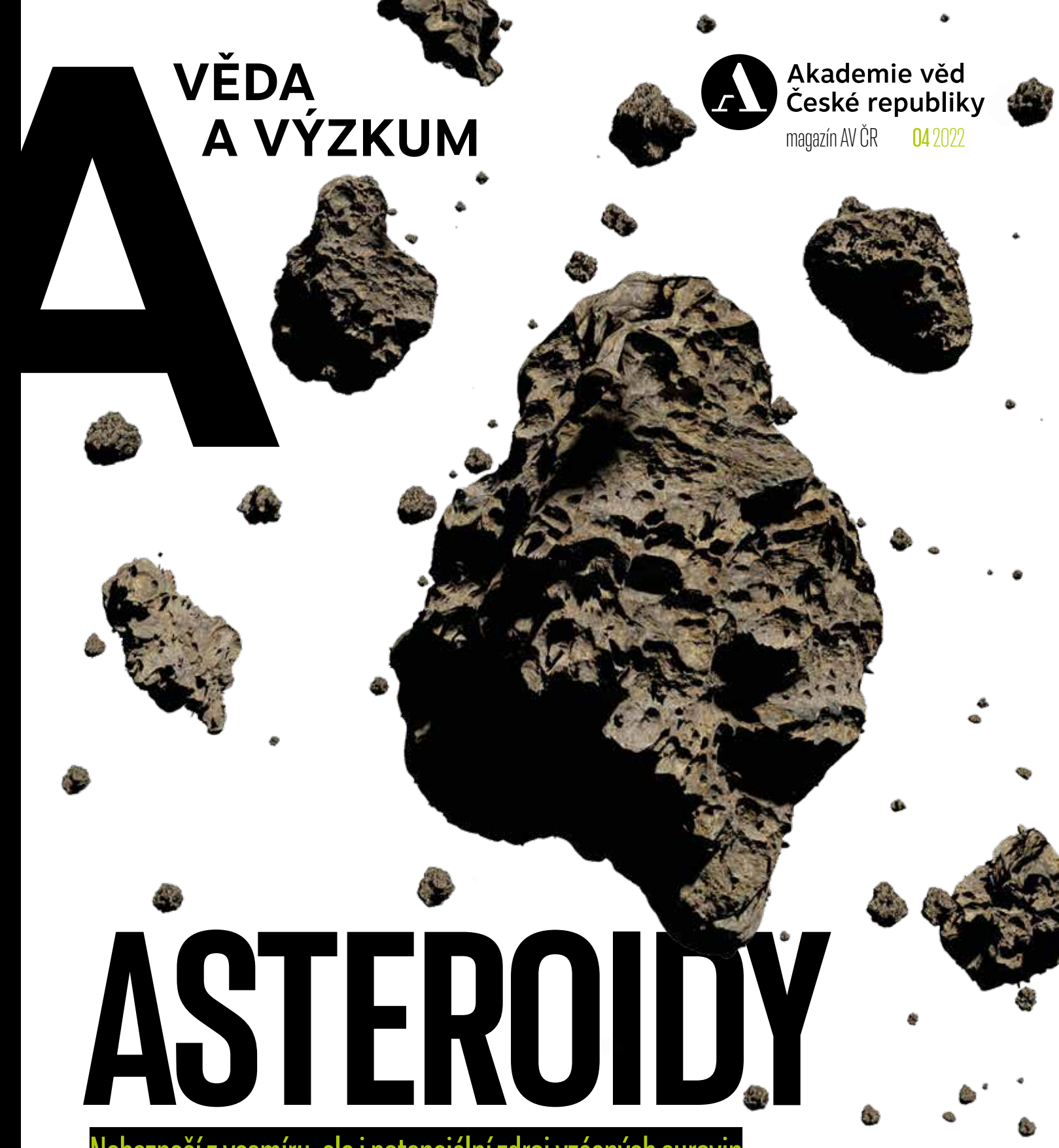
VĚDA A VÝZKUM

Akademie věd České republiky
magazín AV ČR 04 2022



ASTEROIDY

Nebezpečí z vesmíru, ale i potenciální zdroj vzácných surovin

Odkrývání nejstarších jeskynních kreseb

Jak upravit proteiny, aby byly účinnější

Plýtvání jídlem jako celosvětový problém

Výstava | Věda fotogenická

Reakce bromu s hliníkem

JAN HAVLÍK – Ústav organické chemie a biochemie AV ČR

30. 11. 2022 – 31. 1. 2023

Galerie Věda a umění

Akademie věd ČR, Národní 3, Praha 1

věda **foto**genická

Akademie věd České republiky

Foto: Ondřej Pýcha

Vážení čtenáři,

při pohledu na noční oblohu leckoho z nás občas napadne, jestli se k naší planetě neřítí nějaké vesmírné těleso. Vědecké myšlení (ale i zdravý rozum a pud sebezáchovy) nás vede k tomu, abychom své obavy přetavili v otázku: lze se na takovou eventualitu připravit, a jak? Položili si ji i odborníci z americké vesmírné agentury NASA a připravili speciální experiment, na němž se podíleli vědci z různých zemí světa včetně České republiky. Letos na konci září tak došlo přibližně jedenáct milionů kilometrů od Země k plánovanému nárazu sondy DART do měsíce asteroidu Didymos. Cílem bylo ověřit proveditelnost jedné z metod, která by v budoucnu mohla ochránit Zemi před nebezpečnými objekty. Vědci nyní analyzují velké množství získaných dat – z těch prvotních se zdá, že mise byla až nečekaně úspěšná – a já jsem velmi ráda, že se na tom všem podílí také Akademie věd ČR. Naši astronomové a fyzici navíc pracují i na dalších zajímavých výzkumných projektech s cílem lépe poznat asteroidy jako jedny z nejpozoruhodnějších, a dokonce potenciálně využitelných vesmírných těles. Více zjistíte na následujících stranách.

Přeji vám inspirativní čtení.

Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR

Foto na titulní straně: Shutterstock

V OBRAZE

Fotovoltaika nabírá na síle 6

Z AKADEMIE

Nové vědecké objevy AV ČR 8

ZE SVĚTA

Komentáře expertů AV ČR 12

TÉMA

Nebezpečí i příležitost

Asteroidy se v dobách dávno minulých podílely na utváření života na Zemi. Dnes nám poskytují důkazy o formování Sluneční soustavy. Mohou nám v budoucnu pomoci například při dobývání vesmíru?

DART: zaměřeno na cíl 28

HISTORIE

Doteky pravěku 34

Nejstarší skalní kresby nalezené v Česku se nacházejí v Kateřinské jeskyni v Moravském krasu. Co mohou sedm tisíc let staré obrázky znamenat a jak se je podařilo objevit?

ROZHOVOR

Inženýrka nových proteinů
Kristýna Boušová 40

HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY

Romský Atlantik 48

V Evropě žijí Romové už dlouhá staletí. Přítomni jsou ale také na americkém kontinentě a v Africe.

FOTOSTORY

Pravěký rondel 52

Od července tohoto roku odkrývají archeologové na okraji obce Vinoř unikátní stavbu z doby kamenné, takzvaný rondel. Dokážou z nálezů a odebraných vzorků zjistit, k čemu sloužil?

BIOLOGIE A EKOLOGIE

Rychlík do stanice buňka 58

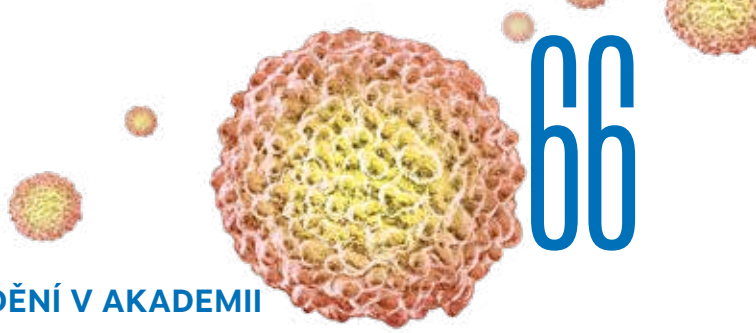
STRATEGIE AV21

Jídlo v koši 62

TÉMA PRO...

Vlastní imunitou proti nádorům

S většinou nádorových buněk si imunitní systém poradí dříve, než se rozvine onemocnění. Přesto u nás každý rok přibude asi 90 tisíc pacientů. Nové možnosti léčby rakoviny hledá laboratoř nádorové imunologie Mikrobiologického ústavu AV ČR.



66

DĚNÍ V AKADEMII

Krátké zprávy z AV ČR 70

Text: Markéta Wernerová \ Foto: Shutterstock

FOTOVOLTAIKA NABÍRÁ NA SÍLE

Evropa chce konkurovat Číně a vyrábět více solárních článků

Přibližně 97 % solárních článků se dováží z Asie, zejména z Číny. Závislost na jejich dovozu se však v kontextu současné geopolitické situace jeví jako energetický hazard. Evropská unie se proto rozhodla proti tomuto trendu bojovat a obnovit výrobu solárních článků na svém území. Pomoci má projekt PILATUS, na kterém spolupracuje tým pod vedením Martina Ledinského z Fyzikálního ústavu AV ČR. V plánu je instalace výrobních linek na inovativní křemíkové solární panely – pilotní linka vznikne v německém Freiburgu. Cílem projektu je zvýšit výrobní kapacitu v Evropě a současně snížit negativní dopad produkce na životní prostředí. Odborníci počítají s využitím modulů s vysokou účinností, vyrobených s ohledem na recyklaci použitých materiálů, které splňují nejpřísnější evropské ekologické požadavky. Nové články mají kontakty na spodní straně, což zvyšuje jejich účinnost. Zároveň je možné instalovat je i kolmo, zaberou tedy menší plochu.

Text: Eliška Zvolánková, Markéta Wernerová \ Foto: Shutterstock (4)

Samice ještěrek na jaře více podléhají predátorům

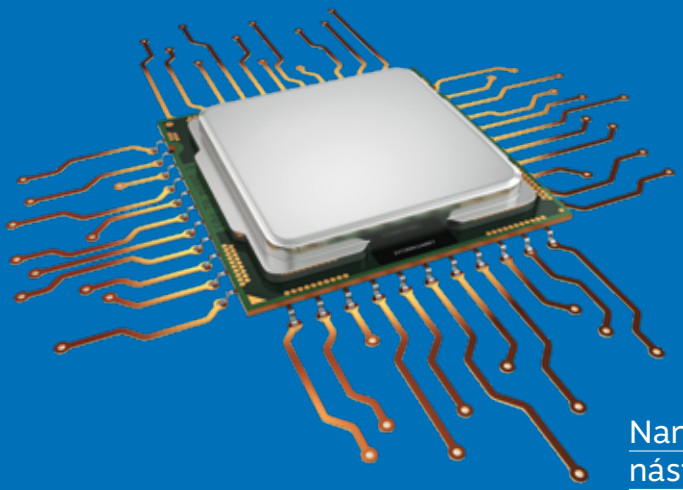
Ústav biologie obratlovců AV ČR

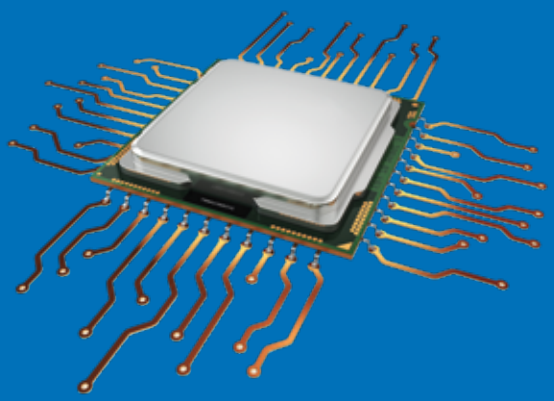
Mezi přirozené predátory ještěrek patří dravci, ťuhýci, hadi či lasicovité šelmy. Když před nimi utíkají, využívají obranný mechanismus, takzvanou kaudální autotomii neboli odhození ocasu, který po nějaké době opět doroste. V novém výzkumu Natálie Martínkové z Ústavu biologie obratlovců AV ČR se však ukázalo, že šance na přežití se liší podle pohlaví – samice jsou při útěku méně úspěšné než samci, zejména na jaře, když jsou gravidní a mají až o polovinu vyšší hmotnost. Navíc se vědcům podařilo zjistit, že odhození ocasu zvýší šanci na přežití jen o pět procent. Výsledky výzkumu zveřejnil časopis *Ecology and Evolution*.

Vědci pojmenovali a popsali jepici ze třetihor

Biologické centrum AV ČR

Uvízl v kapce pryskyřice přibližně před 35 až 47 miliony let. Díky tomu se do dnešních dnů dochoval ve fantastických detailech. Samec jepice s délkou těla 5,4 milimetru a délkou předních křídel 5,88 milimetru dostal název Calliarcys antiquus a přísluší do rodu Calliarcys. Jde o nejvzácnější a stále málo známou skupinu jepic v Evropě. „Jepice patří mezi nejstarší linie křídlatého hmyzu a jako zkameněliny se nacházejí relativně vzácně. Poskytují nám unikátní zdroj informací o evoluci a někdejší diverzitě hmyzu," říká Roman Hodunko z Entomologického ústavu Biologického centra AV ČR, který se na objevu publikovaném v časopise *Scientific Reports* podílel.





Nanografen jako nástupce křemíkových součástek v elektronice

Fyzikální ústav AV ČR

Velikost tranzistorů v integrovaných obvodech se v posledních desetiletích zmenšila na nanometry, avšak další minimalizace už naráží na limity používaného křemíku. Perspektivním materiálem, který by jej nahradil, se zdají být takzvané grafenové nanopásky. Jejich dosavadní nevýhodou byla nedostatečná chemická stabilita, která neodolává působení vzduchu. Překážku se podařilo vyřešit týmu s účastí odborníků z Fyzikálního ústavu AV ČR, který přišel s inovativním řešením povrchové úpravy grafenových nanopásků, díky níž zůstávají stabilní i při vystavení působení atmosféry. Výsledek publikoval časopis *Nature Chemistry*.

Biologové našli 30 druhů bezobratlých živočichů na Slovensku dosud nepozorovaných

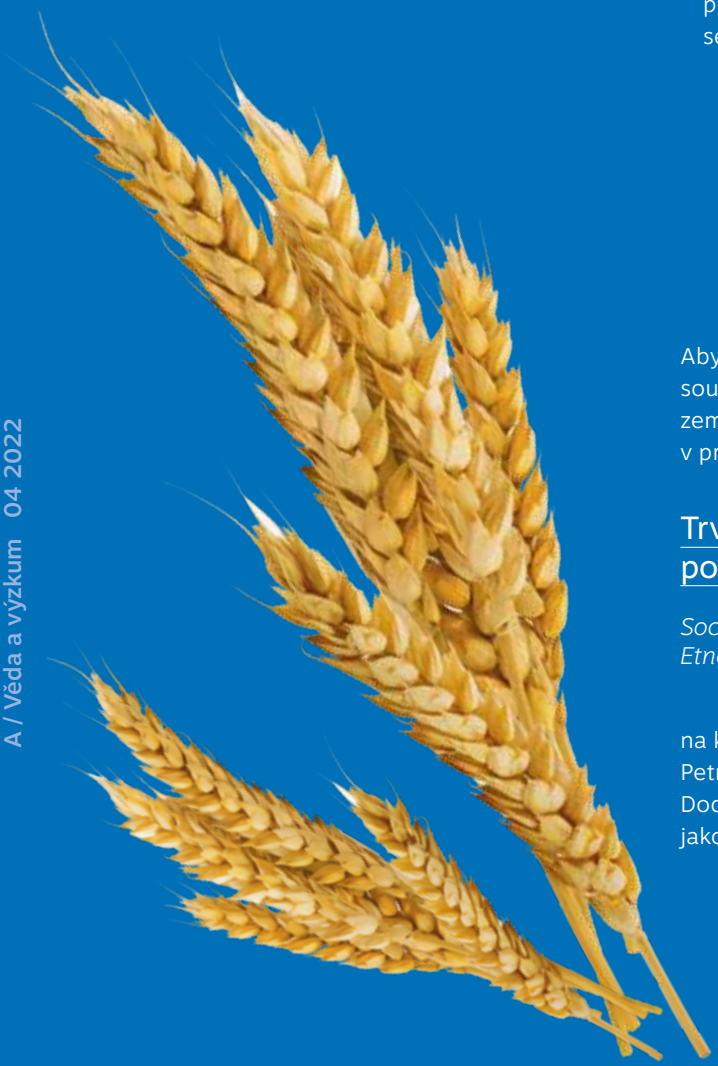
Biologické centrum AV ČR

Společně se slovenskými kolegy zmapovali pracovníci Biologického centra AV ČR 2942 druhů suchozemských a vodních bezobratlých živočichů v Chráněné krajinné oblasti Latorica, která leží ve východní části Slovenska. Významně tak přispěli k poznání zdejší fauny, a 30 druhů živočichů dokonce doložili v oblasti celého Slovenska zcela poprvé. Unikátní studie přináší ucelený přehled zdejší fauny včetně mnoha vzácných druhů, a stává se tak důležitým nástrojem pro další ochranářskou praxi v lokalitě. Výsledkem spolupráce je publikace *Invertebrates of the Latorica Protected Landscape Area*.

Tajemství reliéfu Rychlebských hor souvisí s dávným zemětřesením

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR

Mezinárodní vědecký tým vedený Petrou Štěpančíkovou z Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR zjistil, že reliéf severomoravského pohoří Rychlebské hory vymodelovala dávná silná zemětřesení, která byla s největší pravděpodobností vyvolána tlakem a pohybem ledovce. Dosud se předpokládalo, že se v minulosti v této oblasti žádné větší seismické jevy nevyskytovaly. Výzkum publikovaný v časopise *Earth and Planetary Science Letters* potvrdil, že v období zhruba před 12 až 28 tisíci lety, tedy na konci pleistocénu, zasáhlo oblast několik silných zemětřesení o síle až sedm stupňů Richterovy stupnice.



Trvale udržitelné zemědělství pomůže s potravinovou krizí

Sociologický ústav AV ČR
Etnologický ústav AV ČR

Aby byli lidé schopni čelit potravinové krizi, musí se změnit současný globální potravinový systém. Bez trvale udržitelného zemědělství bude lidstvo jen těžko překonávat problémy, kterým v produkci potravin čelí. „Současné agrární systémy – naše znalosti, praxe, instituce, infrastruktura a klíčové plodiny definující dominantní způsoby produkce a spotřeby potravin – se výrazně podílejí na klimatických změnách, ekologické degradaci i úbytku půd," říká Petr Jehlička, jeden z autorů článku v časopise *Nature Sustainability*. Dodává rovněž, že produkce potravin nesmí být primárně vnímána jako zdroj ekonomického zisku.

Díky předpovědi českých astronomů nalezli na Slovensku meteorit

Astronomický ústav AV ČR

Přibližně pět minut před osmou hodinou večerní v sobotu 25. června 2022 prolétl nad jihozápadem Slovenska velmi jasný bolid. Odborníci z Astronomického ústavu AV ČR analyzovali záznamy, určili, kudy a jak rychle letěl, odkud přiletěl a předpověděli pádovou oblast, tedy místo, kam s největší pravděpodobností mohly dopadnout úlomky. Ukázalo se, že bolid pronikl hluboko do atmosféry, což nasvědčovalo tomu, že meteorit dopadl na zemský povrch. Zveřejnění pádové oblasti přineslo kýžený úspěch – po dvou měsících od pádu nalezl amatérský hledač 8,6 gramu vážící meteorit, který nyní nese název Pusté Úlany. Jde o velmi vzácný nález, označovaný jako meteorit s rodokmenem.

Ceny energií a zvýšení příspěvku na bydlení

Národohospodářský ústav AV ČR

Od podzimu roku 2021 rostou ceny energií, a tudíž i bydlení tak, že se řada domácností dostává do existenčních potíží. Česká vláda proto rozhodla o zvýšení normativů (zákonem stanovených průměrných nákladů na bydlení) u příspěvku na bydlení. Nová studie think-tanku IDEA analyzuje dopady těchto opatření – byla pomoc účinná? Studie dokládá, že ač se zvýšil počet domácností, které příspěvek na bydlení čerpaly, podíl na všech domácnostech s nárokem se snížil. Příspěvek totiž nečerpají všichni, kteří nárok mají. Vadí například vysoká administrativní náročnost při podávání žádosti. Cíl kompenzovat vyšší náklady na bydlení se podařilo splnit jen částečně, příspěvek totiž nárůst výdajů zdaleka nepokryl.

Text: Markéta Wernerová, Jan Hanáček \ Foto: Shutterstock (5), Getty Images

BAREVNÍ PĚVCI ČELÍ OHROŽENÍ KVŮLI KRÁSNÉMU PEŘÍ

Pro krásu se musí trpět, říká staré lidové moudro. Že by však platilo i u zvířat, konkrétně ptactva? Odborníci z Durhamské univerzity ve Velké Británii na základě výzkumů předpokládají, že zpěvní ptáci, kteří vynikají unikátním a pestrým zbarvením, jsou více ohroženi vyhynutím než ostatní druhy. Lidé si je totiž pořizují jako domácí mazlíčky – důvodem je nejen jejich zpěv, ale také estetická hodnota, tedy zajímavé a líbivé zbarvení. Tito ptáci se pak stávají cílem obchodníků s domácími zvířaty, a to i na černém trhu.

KOMENTUJE: OLDŘICH TOMÁŠEK

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Barevní ptáci jsou pro člověka atraktivní, a je tudíž nasnadě, že se jim proti jejich fádnějším příbuzným věnuje více pozornosti, v pozitivním i negativním kontextu. Vizuální atraktivita je například jedním z významných faktorů využívaných při výběru tzv. deštníkových druhů. Na tyto druhy se cílí ochrana, ze které následně profitují i jiné necílové druhy žijící v dané oblasti. Přitažlivý vzhled má však i svou stinnou stránku, neboť barevné druhy jsou mnohem častěji ohroženy nadměrným obchodem se zvířaty, což je známo například u papoušků či zoborožců. U pěvců byl v tomto ohledu dosud známým rizikovým faktorem atraktivní zpěv. Současná studie zahrnující téměř všechny žijící druhy pěvců však ukázala, že podobné „prokletí“ u nich představuje právě barevnost. Význam studie je dán mimo jiné faktem, že pěvci představují zhruba polovinu veškerých známých druhů ptáků. Výsledky dále poskytly důkaz pro hypotézu, kterou vyslovili již v 19. století otcové evoluční teorie Charles Darwin a Alfred Wallace, že nejvyšší diverzita barev se vyskytuje u ptáků žijících v tropech. Toto pozorování mimo jiné znamená, že právě tropické pěvce obchod ohrožuje nejvíce. Autoři aktuální studie však šli ještě dál a na základě získaných výsledků vytipovali téměř 500 konkrétních druhů, se kterými se v současnosti neobchoduje, ale mohou být ohroženy obchodem v budoucnu. Podobné studie tudíž neposkytují pouze zajímavá fakta pro dokumentární seriály, ale je možné je využít i k efektivnější ochraně biodiverzity. Cíleným sledováním vytipovaných druhů totiž můžeme zajistit včasné zavedení opatření na jejich ochranu (např. zařazení na seznam CITES), a předejít tak nebezpečnému úbytku populací ve volné přírodě.

VÝSKYT RAKOVINY U MLADŠÍCH LIDÍ NARŮSTÁ

Rakovina je onemocnění, které postihuje nejčastěji osoby ve věku nad 50 let. Z analýzy dat, která sahají až do devadesátých let minulého století, však vyplývá, že výskyt různých druhů rakoviny stoupá i u dospělých ještě před dosažením tohoto věku. K vyššímu počtu odhalení nemoci jistě přispívá lepší dostupnost screeningu a jiných diagnostických metod, nicméně podle závěrů stoupá také reálný výskyt onemocnění v populaci. Přesné příčiny se v současnosti hledají.

VLADIMÍR KOŘÍNEK

Ústav molekulární genetiky AV ČR

Článek shrnuje výsledky studií, které analyzovaly trendy výskytu rakoviny ve 44 zemích. Zvýšený výskyt nemoci u mladší populace se neomezuje na nejrozvinutější země, kde jsou dostupnější diagnostické metody, ale jedná se o celosvětový problém. Kde hledat příčinu této alarmující situace? Ve změně životního stylu! Jde zejména o nadměrné pití alkoholu, kouření, obezitu, sníženou fyzickou aktivitu a změnu stravy, která obsahuje velké množství živočišných bílkovin a tuků a málo ovoce a vlákniny. Dalšími celosvětovými trendy, které jsou spojovány se zvýšeným výskytem časných stadií rakoviny, jsou posun věku prvního porodu a celkové snížení porodnosti, časté užívání antibiotik a změny spánkového režimu. Zvrátit tento trend bude dlouhodobou záležitostí. Autoři studie si uvědomují problémy vyplývající ze stanovené věkové hranice 50 let pro klasifikaci rakoviny s „časným“ nebo „pozdním“ začátkem. Rakovina není homogenní onemocnění, ale zahrnuje široké spektrum klinických a patologických projevů, které samy o sobě nemají jednoznačnou věkovou hranici. Důležité je, že mezi časnými a pozdními stadii rakoviny pravděpodobně existují rozdíly v epidemiologii a v klinických, patologických a molekulárních vlastnostech. Výsledky studie jsou tedy možným východiskem pro návrh opatření vedoucích nejen k prevenci, ale i k diagnostice a léčbě nádorů u lidí mladšího věku.

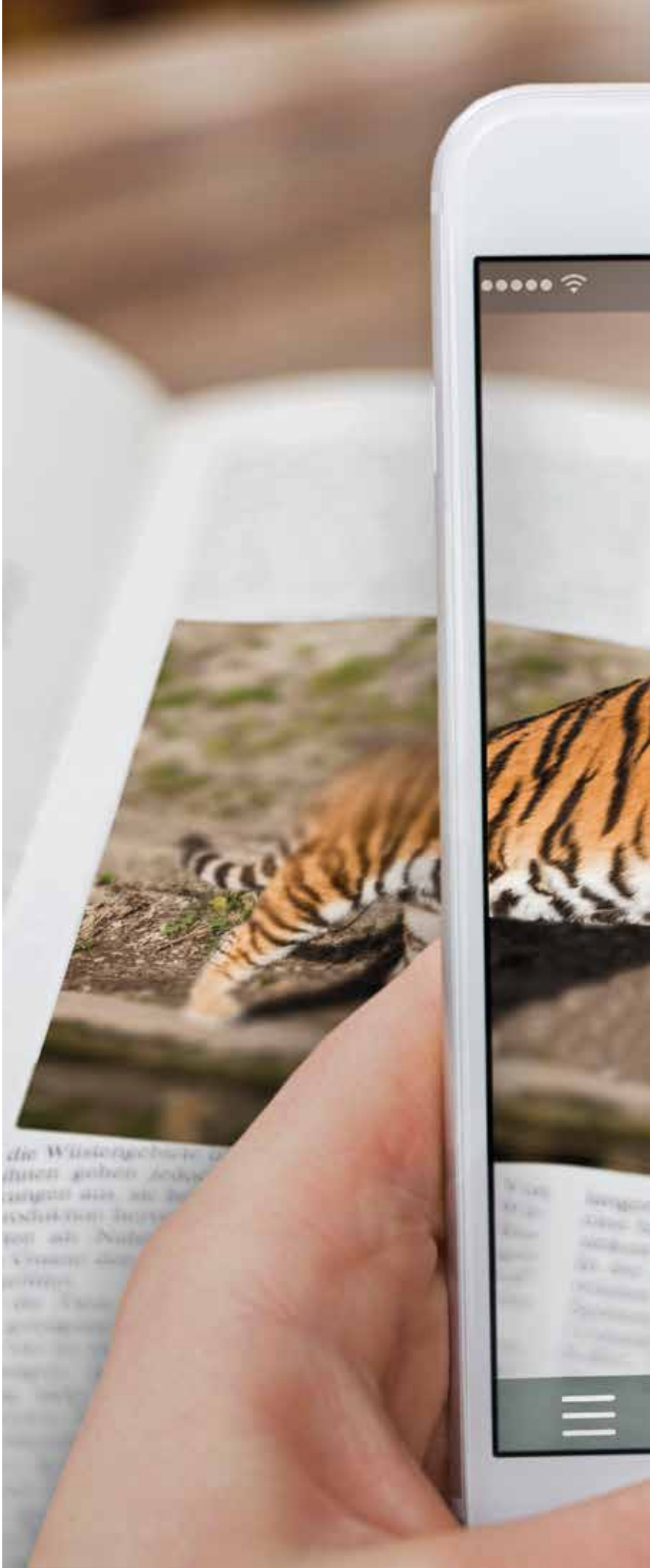
ZACHRÁNÍ NÁS ČERVI PŘED PLASTOVÝM ODPADEM?

Španělští vědci odhalili, že enzymy ve slinách larev červů zavíječů voskových *(Galleria mellonella)* dokážou rozkládat polyetylén. Jde o jeden z nejvíce vyráběných a nejodolnějších plastů. Sliny červů degradují materiál během několika hodin při pokojové teplotě s fyziologickými podmínkami (neutrální pH). Podle autorů studie, kterou zveřejnil časopis *Nature Communications*, má objev potenciál biodegradovat plasty ve velkém množství.

KOMENTUJE: ZDENĚK STARÝ

Ústav makromolekulární chemie AV ČR

Znečištění takřka všech světových ekosystémů plastovými odpady dnes vyvolává jistě chvályhodnou potřebu vývoje nových technologií v oblasti recyklace polymerních materiálů. Vedle klasických přístupů, jako jsou mechanická nebo chemická recyklace, se zkoumají možnosti zapojení biotechnologií do recyklačních postupů. Biotechnologie používající k rozkladu polymerů přírodní enzymy vykazují menší energetickou náročnost, neboť probíhají při běžných teplotách. Nedostupnost vhodných enzymů v požadovaném množství a jejich často nedostatečná účinnost jsou zatím hlavní překážkou jejich využití v průmyslových recyklačních technologiích. Zavíječ voskový je obávaným škůdcem v chovu včel. Španělští biologové ze slin larev izolovali a následně identifikovali enzymy ze skupiny fenoloxidáz, které jsou schopné vyvolat oxidaci polyetylénu. Následné rozštěpení polymerních řetězců však není ve studii přesvědčivě doloženo. Po několikahodinovém působení těchto enzymů došlo pouze, z hlediska polymerní chemie, ke zcela zanedbatelnému snížení molární hmotnosti polyetylénu. O autory zmiňované depolymeraci nemůže být v tomto případě ani řeč. K praktickému využití popsaných enzymů k biodegradaci plastového odpadu je tak ještě velmi daleko. Nutno dodat, že polyetylén a jemu příbuzné plasty jsou materiály lehce recyklovatelné již stávajícími technologiemi. Klíčovou otázkou tedy spíše je, jak nasměrovat co největší množství těchto materiálů do oběhového hospodářství, aby neskončily jako odpad v životním prostředí.



MAJÍ KNIHY S ROZŠÍŘENOU REALITOU BUDOUCNOST?

Označení elektronických knih, tedy e-knihy (e-books), je již čtenářům léta dobře známé. Naproti tomu a-knihy (a-books) zná asi málokdo. Na trhu totiž ještě nejsou. Jde o knihy s rozšířenou realitou, z anglického „augmented reality“. Hybridní řešení spojuje tištěné knihy a virtuální realitu. Podle výzkumníků z Univerzity v Surrey mohou v budoucnu a-knihy změnit trend čtenářského chování a konkurovat knihám elektronickým, zejména v žánrech, jako je cestování, turistika či vzdělávání. Nová digitální technologie čtenáři zprostředkuje hlubší porozumění tématu, aniž by byl ochuzený o zážitek z četby papírové knihy.

KOMENTUJE: JAN SŮSA

Knihovna AV ČR

V souvislosti s rozvojem informačních technologií se občas může zdát, že klasický formát papírové knihy je zastaralý. Mnohým se jistě vybaví technooptimistické předpovědi o blížícím se konci papírových knih s nástupem popularity elektronických čteček na bázi elektronického inkoustu (e-ink). Objevovaly se názory, jak podobné čtečky brzy nahradí papírové knihy. Ty jsou však stále oblíbené, knihkupectví stále fungují a rovněž v knihovnách je o papírové dokumenty neutuchající zájem, ačkoli v posledních desetiletích orientují své služby i na poskytování elektronických informačních zdrojů, které svým obsahem mohou překonat fyzické fondy. Princip propojení papírové knihy s dalšími médii není ničím zásadně novým. Navrhovaná kombinace papírových knih s rozšířenou realitou je jistě pozoruhodná a rozhodně může vést k usnadnění vzdělávání či prezentace vědeckých výsledků. Je však třeba vzít v potaz, že komplexní technologická řešení mohou díky své náročnosti tíhnout k uzavřeným proprietárním řešením, která se neshodují se stále populárnějšími principy open source a open science. Proto je třeba dbát na to, aby navrhovaný koncept a-books byl dostupný širší veřejnosti bez zásadních licenčních omezení zvolené technologie.

ŠPATNÉ DENTÁLNÍ ZDRAVÍ SE POJÍ S VYŠŠÍM RIZIKEM DEMENCE

Staráte se dobře o svůj chrup? Nevědomky se tak možná staráte i o své mozkové funkce. Existuje řada důkazů, že špatný stav parodontu, tkáně obklopující naše zuby, má vliv na pokles kognitivních funkcí a rozvoj demence. Hypotézu se rozhodli ověřit vědci z University of Eastern Finland, kteří nashromáždili data ze 47 dlouhodobých studií. Podle závěrů je u lidí se špatnou ústní hygienou až o 23 % vyšší pravděpodobnost, že se u nich projeví určitý stupeň poškození kognitivních funkcí a o 21 % vyšší pravděpodobnost, že se u nich rozvine demence. Není však jasné, na jakém mechanismu toto spojení funguje. Je možné, že souvisí se zhoršenými stravovacími návyky lidí s horším chrupem. Vyloučené ale nejsou ani psychologické příčiny. Uvažuje se také o možnosti, že funkce mozku ovlivňují patogeny, které do něj pronikají z nečištěných úst a ten následkem toho degraduje.

KOMENTUJE: TOMÁŠ PETRÁSEK

Fyziologický ústav AV ČR

Zánětlivý proces v těle, tedy i v ústech, může prostřednictvím působků imunitního systému nastartovat zánět i v mozku, který je součástí řady duševních i neurodegenerativních chorob. Vliv patogenů a zánětu na mozek je téma, kterému se věnujeme v souvislosti se schizofrenií, a do budoucna bychom se chtěli blíže podívat i na spojitost s Alzheimerovou nemocí. Existuje zajímavá a dosud málo testovaná hypotéza, že Alzheimerova nemoc je reakcí mozku na vniknutí mikrobů, při níž se původně obranné mechanismy vymknou kontrole a samy mozek poškozují. Pokud by se podařilo popsat cestu od infekce k poškození mozku, otevřelo by to cestu k účinné prevenci a možná dokonce i léčbě některých demencí. Vztah parodontózy a demence dává smysl, protože z dutiny ústní je do mozku opravdu blízko. Autoři studie ale upozorňují, že může existovat i opačná souvislost, například proto, že lidé s počínající demencí přestávají dbát o ústní hygienu.

STŘEVA STŘEDOVĚKÝCH MNICHŮ BYLA „PROLEZLÁ“ PARAZITY

Středověké kláštery představovaly místa zasvěcená vzdělanosti. Ačkoli byly hygienické podmínky lepší než u běžných obyvatel města (v klášterech měly latríny i zařízení na mytí rukou), zjistili badatelé z Univerzity v Cambridgi, že střeva mnichů obsahovala na rozdíl od ostatních měšťanů až dvakrát více parazitů. Vyplynulo to z archeologických výzkumů lokality v Camdridge, kde ve středověku žili augustiniánští mniši, které srovnávaly životní styl rozdílných skupin místního obyvatelstva. Výzkumníci se domnívají, že příčinou bylo užívání vlastních výkalů či hnojiva obsahujícího lidské či zvířecí výkaly ke hnojení klášterních zahrad.

KOMENTUJE: EVA DOLEŽALOVÁ

Historický ústav AV ČR

Základní obecně rozšířená představa o životě ve středověku je taková, že v tomto „temném“ věku lidé příliš nedbali o hygienu a jejich běžný život – pokud už nebyl přímo ohrožen válkami – se pohyboval mezi hladomory a opakujícími se vlnami epidemií chorob různého původu. Pravda ale je o hodně barvitější, stejně jako celý středověk. Navíc nedobrovolné „soužití“ lidí s parazity není jen výsadou středověku. Až do moderní doby, tj. do zajištění nezávadné pitné vody, prosazení obecných hygienických norem a zejména zajištění kvalitní lékařské péče aspoň pro většinu společnosti, bychom mohli sledovat proměnu škály parazitů a intenzitu promořenosti v konkrétních populacích. Výzkumy ukazují, jak důležité je, když své síly spojí přírodní i humanitní vědy – spolupráce může přinést odpovědi na důležité otázky života lidské společnosti. Právě v tomto případě totiž spolupracovali archeologové, historici, antropologové a parazitologové, ale i řada dalších specialistů. Předmětem výzkumů se stávaly lokality od pravěku až do novověku, a byť se na první pohled zdá, že se vědci pohybovali jen v odpadních jámách, latrínách a na hřbitovech, přišly na řadu také historické medicínské a filozofické spisy. Závěry mnoha studií dokládají denní praxi zacházení s potravinami, tehdejší hygienické návyky, chápání onemocnění ve filozofickém i fyzickém rozměru, léčbu takových nemocí a samozřejmě kvantifikují rozšíření konkrétních druhů, zejména střevních parazitů (např. tasemnic či tenkohlavců). Specifikem těchto výzkumů je rekonstrukce života lidí v dobách minulých v různých typech společenství, tj. do jaké míry byl podstatným faktorem pro šíření parazitů styl života komunity – v pohybu a v kontaktu s větším množstvím osob, nebo naopak uzavřený, jako tomu bylo v oné augustiniánské komunitě v Cambridge ve 12. až 14. století.

NEBEZPEČÍ I PŘÍLEŽITOST?

Veřejností obávané, pro vědu nedocenitelné. Podávají důkazy o formování Sluneční soustavy, podílely se na utváření života na Zemi a v budoucnosti nám nejspíš pomohou při dobývání vesmíru.

Text: Jan Hanáček \ Foto: Shutterstock (6), archiv Martina Feruse (2), Profimedia (2), Jan Malý

Každý rok připadá na 30. června Mezinárodní den asteroidů. Datum vyhlásila OSN poprvé před osmi lety a není stanoveno náhodně. Odkazuje k červnu roku 1908, kdy se na neobydlenou centrální část Sibiře zřítilo asi 50metrové kosmické těleso. Při sestupu nevydrželo atmosférický tlak a ve výšce několika kilometrů nad sibiřskou tajgou explodovalo, vyvrátilo a zapálilo lesy v oblasti o rozloze přes 2000 km². Exploze o síle přibližně 30 megatun byla zhruba 2000krát ničivější než hirošimská atomová bomba. Jde o největší a nejničivější dopad vesmírného objektu v novodobé historii.

Proč si tunguzskou katastrofu, jak ji označil dobový tisk, připomínáme? Mezinárodní den asteroidů má zvýšit veřejné povědomí o těchto vesmírných objektech, připomenout, že hrozby z kosmu nejsou jen fantaskním námětem pro filmová plátna a že má smysl věnovat úsilí a čas na hledání možností, jak naši planetu před podobnými katastrofami v budoucnu ochránit.

NA KOSMICKÉ STŘELNICI

Do naší atmosféry vstupují cizí vesmírná tělesa překvapivě často. V průměru nás navštíví nějaké těleso o velikosti jednoho metru jednou za měsíc. „Většinou ale jde o menší objekty, které po vstupu do atmosféry shoří," připomíná Petr Pravec z Astronomického ústavu AV ČR. Vědci je označují jako bolidy. Jejich pevnější zbytky někdy pád přečkají a dopadnou až na povrch, pak se nazývají meteority.

Objekty o velikosti nad 20 metrů dopadnou na povrch Země průměrně zhruba jednou za sto let, ty ještě větší, do 600 metrů, jednou za asi půl milionu let – ty už mohou svým působením vyvolat negativní globální efekt. Skutečně masivní těleso, jakým byl desetikilometrový asteroid Chicxulub, se na horizontu naší planety objeví v průměru jednou za 100 milionů let.

Srážka s takzvaným blízkozemním asteroidem, jakou známe z katastrofických filmů, je sice nepravděpodobná, ale rozhodně není vyloučená. I velká tělesa totiž naši planetu míjejí takřka neustále. Ve vzdálenosti geostacionárních družic proletí okolo Země desetimetrový objekt v průměru jednou za 70 dní. A ve vzdálenosti odpovídající té mezi naší planetou a Měsícem nás kilometrový asteroid mine jednou za 150 let.

To neznamená, že by nám od poslední vesmírné katastrofy ubíhal pomyslný časový odpočet. Návštěva asteroidu je vždy v režii náhody. Přesto je žádoucí si o možném nebezpečí udržovat přehled. Proto NASA již před lety iniciovala plán Asteroid Watch, který má zmapovat na 90 % blízkozemních těles s velikostí nad 140 metrů. Odborníci se totiž domnívají, že objekty o podobných a větších rozměrech by mohly být pro naši civilizaci nebezpečné. V minulosti se často stalo, že malé asteroidy sledovací přístroje odhalily jen necelých 24 hodin před tím, než proletěly v naší těsné blízkosti.

CO JSOU BLÍZKOZEMNÍ OBJEKTY?

Blízkozemní objekt neboli NEO (z anglického Near-Earth Object) je menší těleso ve Sluneční soustavě, jehož dráha ho přivádí do blízkosti naší planety. Jde o objekty, jejichž vzdálenost je v bodě nejbližšího přiblížení ke Slunci (v takzvaném periheliu) menší než 1,3 astronomické jednotky. Jestliže jeho trajektorie navíc protíná dráhu Země a těleso má průměr větší než 140 metrů, odborníci jej považují za potenciálně nebezpečné těleso. Většina z nich jsou planetky, menší část tvoří komety. V současnosti víme o 29 tisících blízkozemních asteroidech a více než sto potenciálně nebezpečných kometách. Jedním z podezřelých objektů je například planetka Apophis, která by se mohla podle dřívějších odhadů se Zemí srazit v roce 2068. „Díky přesnějším datům a modelům je ale tahle možnost už zcela vyloučená," uklidňuje Petr Pravec. NASA plánuje k této planetce poslat sondu OSIRIS-REx během mise v roce 2029.

KRÁTERY – SVĚDKOVÉ DÁVNÝCH KATASTROF

Asteroidy se významně podílely na formování povrchu naší planety a v určitých momentech na ní ovlivnily i průběh života. Důkazy po jejich působení najdeme na všech kontinentech v podobě impaktních kráterů.

NEJVĚTŠÍ: VREDEFORT

Kráter Vredefort, pojmenovaný podle města, které dnes v jeho středu leží, najdeme na území Jihoafrické republiky. Jde o nejrozlehlejší potvrzené místo dopadu vesmírného tělesa. Vědci odhadují, že asteroid, který zdejší krajinu asi před dvěma miliardami let zasáhl, mohl mít v průměru až 15 kilometrů. Kráter byl původně asi 300 kilometrů široký, ale do dnešních dob z velké části erodoval a není již patrný. V roce 2005 byl kráter jako geologicky významná lokalita zapsán na seznam světového dědictví UNESCO.

SPOLEČENŠTÍ TVOROVÉ

Naprostá většina planetek, což je fyzikálně přesnější pojmenování pro asteroidy, je koncentrovaná do několika oblastí Sluneční soustavy, takzvaných pásů. Ten nejbližší, nazývaný hlavní pás asteroidů, se nachází v prostoru mezi Marsem a Jupiterem. Tedy ve vzdálenosti dvou až čtyř astronomických jednotek od centra naší soustavy.

Hlavní pás svým tvarem připomíná asi 150 milionů kilometrů široký nafukovací kruh nebo americkou koblihu. Odborně se takový tvar nazývá torus. Podle odhadů se v tomto pásu nachází možná až miliarda objektů. Některé z nich nejsou větší než oblázek, ale najdeme tady také miliony objektů s průměrem větším než jeden kilometr. Největší známý obyvatel pásu je se svými 945 kilometry Ceres. Pak následuje Pallas, Vesta a Hygiea. Jen tato čtveřice dohromady tvoří 62 % celkové hmotnosti veškerého materiálu v pásu. Už jen samotný Ceres v sobě nese asi 39 % celé hmoty. Přitom kdybychom všechny zdejší planetky včetně prachu i částic umístili na misku váhy, vážily by stále méně než 5 % hmotnosti našeho Měsíce.

Je to dáno tím, že pás není nikterak celistvý. Právě naopak. Jeho hmota je tak řídce rozptýlená, že pokud bychom stáli na kterémkoli asteroidu v pásu, neměli bychom v dohledu pouhým okem žádný jiný. Průměrná vzdálenost mezi nimi činí asi jeden milion kilometrů. Pro sondy, které vysíláme do kosmu, tak není problém hlavním pásem asteroidů bezpečně proletět.

„Asteroidy pro Zemi nebezpečné nejsou, naše planeta je přežije. To ale neznamená, že bychom je museli přežít i my, lidstvo."

Petr Pravec

VĚRNÍ SOUPUTNÍCI

Vedle pásů najdeme planetky také v blízkosti některých velkých planet Sluneční soustavy. Jedná se o takzvané trojany, které své mateřské planety doprovázejí po orbitě kolem Slunce. Své trojany má Země, Mars, Neptun a především Jupiter, v jehož gravitačním poli uvízly miliony menších těles. Odhaduje se, že počet Jupiterových trojanů větších než jeden kilometr odpovídá množství podobně velkých planetek v celém hlavním pásu.

Planetky se neshlukují jen v tomto hlavním pásu, ale také v mnohem vzdálenějším Kuiperově pásu, který se nachází až za oběžnou drahou Neptunu. Jeho nejbližší bod najdeme ve vzdálenosti asi 30 astronomických jednotek od Slunce. Kuiperův pás je přibližně dvacetkrát širší než pás hlavní a jeho hmotnost až dvousetnásobná. Od roku 1992, kdy byl objeven, vědci zmapovali asi tisícovku zdejších, převážně velkých objektů. Odhadem se ale v pásu nachází přes 70 tisíc těles s rozměry nad sto kilometrů. Jde o takzvaná transneptunická tělesa a patří mezi ně i trojice trpaslíčích planet – Haumea, Makemake a Pluto, které je největším objektem v pásu. ›

NEJZNÁMĚJŠÍ: CHICXULUB

Poloostrov Yucatán v Mexickém zálivu skrývá částečně dochovaný, zhruba 180 kilometrů široký impaktní kráter pojmenovaný Chicxulub. V některých místech je až 20 kilometrů hluboký, ale jeho průzkum je obtížný, protože je ze dvou třetin zatopený mořem. Před 66 miliony lety ho vytvořil dopad stejnojmenného zhruba 10kilometrového asteroidu. Globální katastrofické změny vyvolané tímto dopadem pak měly za následek vymření asi 75 % všech živočišných a rostlinných druhů. Podobně zničující srážku Země zažije v průměru jednou za asi 100 milionů let.

NEJSTARŠÍ: YARRABUBBA

Stáří přes 2,2 miliardy let činí z impaktní struktury Yarrabubba nejstarší známý dopadový kráter na Zemi. Nachází se na středozápadě Austrálie a i jeho obrysy již poznamenal čas a eroze. Kráter je kvůli tomu špatně viditelný i na satelitních snímcích a určit jeho přesnou velikost je nesnadné. Pravděpodobně byl až 70 kilometrů široký a podle počítačových simulací ho tudíž musel vytvořit náraz objektu o průměru minimálně 7 kilometrů, který narazil do ledové vrstvy tehdy hluboko zmrzlé australské krajiny.

VYPADAJÍ JAKO HVĚZDA

Objev prvního asteroidu, kterým byl již zmíněný Ceres, se datuje k 1. lednu 1801. Tehdy, kolem osmé hodiny večerní, řeholník a astronom Giuseppe Piazzi, zakladatel observatoře v italském Palermu, učinil významný objev. V jednom z ramen souhvězdí Býka pozoroval malý zářivý bod, jakousi poměrně slabou hvězdu. Přesně zaznamenal jeho pozici, a jak bylo jeho zvykem, druhý den se na tutéž část oblohy podíval znova. Jenže svou hvězdu už nenašel, alespoň tedy ne na stejném místě – pohnula se. Posun nejprve přisoudil chybě ve vlastních záznamech z minulého večera, ale již v noci na 4. ledna, kdy sledoval, jak objekt po obloze neustále putuje, došel k názoru, že objevil novou kometu. Ještě ten den se zpráva rozšířila po Itálii i za její hranice.

Přestože dal Piazzi o objevu vědět veřejnosti, trvalo mu delší dobu, než se odhodlal napsat dvěma zahraničním kolegům, renomovaným astronomům, z nichž s jedním se osobně přátelil. Právě jemu se v dopise svěřil se svými pochybnostmi: jeho kometa, ačkoli blízko Slunce, postrádala okolní oblak prachu, a navíc byl její pohyb na tento typ objektu příliš pomalý a uniformní. Nebyl sám, mnoho dalších odborníků si paradoxu povšimlo také a začali podstatu objektu zpochybňovat: co to vlastně Ital ve svém teleskopu viděl?

Svůj vlastní názor měl i německý astronom Johann Elert Bode, který pojal podezření, že Piazziho kometa je ve skutečnosti dosud neznámá planeta Sluneční soustavy nacházející se mezi Marsem a Jupiterem. Takovou se ostatně snažil již řadu let prokázat. Podle zveřejněných záznamů objekt na obloze našel a dal mu jméno Juno.

Jenže mezinárodní astronomická komunita název nepřijala. Nové vesmírné těleso by měl pojmenovat právoplatný objevitel. Piazzi si zvolil jméno Ceres Ferdinandea. První část jména odkazovala na římskou bohyni úrody a patronku Sicílie, druhá sloužila k poctě tehdejšího panovníka Ferdinanda III. Sicilského. Odkaz na krále ale nakonec Piazzi po námitkách odstranil. Zkrátka proto, že jméno bylo moc dlouhé. Zůstal tedy pouze Ceres.

JAK JIM BUDEME ŘÍKAT?

Když o rok později slavný astronom William Herschel prezentoval britské Královské vědecké společnosti nejnovější pokroky v pozorování vesmírných objektů, pečlivě rozlišil mezi klasickými planetami a novým typem tělesa, které se zdálo jasné jako hvězda, ale nemělo vlastnosti velkých planet. Nazval ho asteroid, ze starořeckého *asteroeidēs*, ve volném překladu „hvězdě podobný“ nebo „mající tvar jako hvězda“. Do jeho pojmenování tak vložil odkaz na způsob, jakým bylo toto těleso objeveno. „Historicky tak pojem ‚asteroid‘ odkazuje spíše na pozorované vlastnosti těchto těles než na ty materiální a fyzikální,“ upřesňuje Petr Pravec.

Jakkoli poeticky nám může Herschelovo pojmenování nových vesmírných objektů znít, trvalo více než sto let, než se ujalo, a ještě na počátku druhé poloviny 19. století vědci termíny „asteroid“ a „planeta“ používali jako synonyma.

Názvosloví se pak proměnilo v průběhu 20. století. Asteroidy, podobně jako planety, sice obíhají kolem Slunce, jsou ale podstatně menší. Navíc mají podstatně slabší gravitaci a nemají atmosféru. Tyto a některé další odlišnosti tak vedly k zavedení přesnějšího termínu: planetky, v angličtině minor planets. Pokud tedy hovoříme o asteroidech, používáme sice populární, ale vlastně poněkud zastaralý výraz. Fyzikálně správně bychom je měli nazývat planetkami.

JAKO HOUBY PO DEŠTI

Prvně objevený Ceres nezůstal v katalogu asteroidů (nebo planetek) dlouho sám. Brzy se svět dozvěděl o existenci planetky Pallas. V roce 1804 přibyl Juno a o další tři roky později Vesta. Ta, díky svému velmi světlému povrchu, zůstává dodnes jediným známým objektem tohoto typu, který mohou lidé pozorovat ze Země pouhým okem.

S dalšími lety přibývala další pozorování, ačkoli mezi jednotlivými objevy někdy uběhly i téměř čtyři desítky let. Na konci 19. století však již vědci znali přes tři stovky planetek. V pořadí tisícím objeveným tělesem v roce 1923 se vracíme na začátek našeho příběhu: svým jménem Piazzia vzdává hold italskému astronomovi, který jako první tyto vesmírné objekty spatřil.

Od začátku 21. století zažívá výzkum planetek opravdovou renesanci a od té doby se jejich seznam mnohonásobně rozrostl, nejdramatičtěji v průběhu posledních 10 let. Jen za tu dobu vědci odhalili víc než půl milionu planetek a u části z nich přesněji popsali jejich fyzikální vlastnosti. Pro představu, na počátku devadesátých let minulého století jsme znali jen asi 10 tisíc objektů, na přelomu milénia pak 20 tisíc. V době psaní tohoto článku se počítadlo známých planetek nakrátko zastavilo u čísla 1 113 527.

VESMÍRNÝ ODPAD

Fakt, že se planetky shlukují v pásech, popřípadě gravitačních polích velkých planet, dává astronomům tušit, jak vlastně vznikly. V samých počátcích Sluneční soustavy se prach a jiný stavební materiál obíhající kolem naší centrální hvězdy gravitací kumuloval a spojil v planety. Nespotřeboval se ale všechen a v široké oblasti mezi Marsem a Jupiterem zformoval hlavní pás asteroidů. Dál od centra, za Neptunem, pak vznikl Kui-

„Kdybychom mohli využít cenné látky, které se v kosmu nacházejí, především právě v planetkách, kosmický výzkum by získal nový impulz.“

Martin Ferus

perův pás. Tvoří jej zbytkový stavební materiál naší soustavy.

Planetky, nebo chcete-li asteroidy, obíhají po svých eliptických drahách kolem Slunce, tedy podobně jako planety Sluneční soustavy. Jenže na rozdíl od nich je jejich gravitace příliš malá na to, aby „vyčistila“ oběžnou dráhu kolem nich tak, jak to udělaly velké planety. Asteroidy hlavního pásu jsou ovšem pod vlivem gravitace velkých planet, a mohou tak být vychýleny ze svých bezpečných drah. „Planetky se k Zemi obvykle nepřibližují. Mohou se k ní ale dostat vlivem gravitačních poruch,“ vysvětluje Petr Pravec.

NEJEN NEBEZPEČÍ

I z těchto důvodů je důležité studovat mechaniku planetek, jejich vzájemné působení a dynamiku cest kosmickým prostorem. Týmy odborníků z Astronomického ústavu AV ČR poznávají způsoby, jakými se chovají nejběžnější malé asteroidy — takzvané rubble piles (z angl. hromádka suti). Jde o objekty, které nejsou „z jednoho kusu“, ale z mnoha menších a drží při sobě jen pomocí gravitace, ovšem poměrně slabé, neboť nejde o příliš velká tělesa. Například průlet poblíž velmi hmotného objektu tak může změnit třeba i tvar takového asteroidu.

Dalším podstatným vlivem je pak sluneční záření. Dopadá na povrch a kvůli zmíněné struktuře se objekt zahřívá nerovnoměrně. Tepelná energie se posléze zase vyzáří do prostoru, třeba když odvrácená strana chladne. Ale protože se tak děje anizotropně (vyzařování má stejný směr), má to za důsledek několik různých jevů: může se pozměnit dráha asteroidu; dráha se může stát nestabilní; nebo se asteroid může dokonce roztočit. A pokud začne rotovat příliš rychle, gravitace jej už neudrží pohromadě a rozpadne se. Tak vznikají takzvané asteroidální (planetkové) páry.

Právě jim se odborníci z Ondřejova rovněž věnují. Taková tělesa putují vesmírem odděleně, tedy každé po své vlastní dráze, ale jejich pohyb je kvůli společnému původu velmi podobný. „Dnes s jistotou víme, že takové objekty

RNDr. MARTIN FERUS, Ph.D.
ÚSTAV FYZIKÁLNÍ CHEMIE J. HEYROVSKÉHO AV ČR

Vystudoval fyzikální a environmentální chemii na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. V Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR vede oddělení spektroskopie. Věnuje se zejména astrochemii a chemii exoplanet, zkoumá chemické mechanismy vzniku biologických látek v kosmu a na naší planetě v dávné minulosti. Za svou práci v této oblasti byl oceněn Hlávkovou cenou pro mladé vědce (2015), Cenou Učené společnosti ČR (2016) a Prémií Otto Wichterleho (2016).

Český projekt SLAVIA (Space Laboratory for Advanced Variable Instruments and Applications) bude zkoumat možnosti těžby surovin na asteroidech.

NIČIVÉ ASTEROIDY VE FILMU

Asteroidy jsou námětem celé řady hollywoodských filmů. Někdy je hrozba hrdinně odvrácena, jindy si ale tvůrci nenechali ujít příležitost a naservírovali divákům dechberoucí podívanou zničujícího dopadu. Jaké jsou ty nejzábavnější a co si o nich myslí vědci? Pozor, následují spoilery!

1998
DRTIVÝ DOPAD

Klasický katastrofický film Deep Impact se soustředí na objev komety blížící se k Zemi a na snahu úřadů se s nastalou situací vypořádat. Poměrně věrohodně zachycuje reakci vlády, autorit i vědecké komunity, snahu zamezit všeobecné panice a popisuje pozadí vesmírné mise, která má za úkol kometu odklonit z kurzu. Poslední snaha zachránit lidstvo nevyjde, ale exploze objekt rozdělí na dva kusy. Menší dopadne do oceánu a vyvolá tsunami. „Kdo se chce zábavnou cestou poučit o tom, jak by asi operace na záchranu planety před asteroidem mohla vypadat, tomu tento film stojí za zhlédnutí," shrnuje Petr Pravec. „Osobně se na něj ale už znova dívat nebudu," dodává se smíchem.

1998
ARMAGEDDON

Jestliže se Drtivý dopad vědeckých poznatků alespoň částečně držel, blockbuster Armageddon na jakékoli reálné vyobrazení rezignoval a je považovaný za film, který dává vědě políček. Těžař Bruce Willis je prototypem drsných hrdinů a svolává posádku raketoplánu, která má za úkol navrtat k Zemi se blížící asteroid a v jeho nitru odpálit atomovou bombu. Nefungují zde zákony fyziky, vozítko NASA má rotační kulomet a do nerovného boje o budoucnost lidstva je vyslána posádka neurotiků, kteří do té doby do kosmu necestovali. Podívaná je to však strhující a pokud přivřou všechny oči, užijí si ji i erudovaní odborníci. „Na Armageddonu jsem byl v době vydání v kině a náramně jsem si ho užil," vzpomíná Martin Ferus.

„Náš výzkum se soustředí mimo jiné na studium rozpadů planetek. Zjišťujeme, jak vznikají, a také například, jak je může jejich rotační pohyb štěpit na menší tělesa."

Petr Pravec

vznikly buď rozštěpením nějakého většího tělesa, nebo rozpadem nějakého systému kolem sebe kroužících planetek," vysvětluje Petr Scheirich rovněž z Astronomického ústavu AV ČR.

Kolegovi Petru Fatkovi z Ondřejova a jeho týmu se loni podařilo objevit a prozkoumat velmi mladý, do té doby neznámý pár asteroidů. Dvě tělesa na podobných drahách okolo Slunce, označovaná 2019 PR2 a 2019 QR6, vznikla před asi 300 lety, pravděpodobně rozpadem větší planetky. Zjistili, že alespoň jeden z objektů musel v minulosti vykazovat aktivity typické pro komety, a odhalili, že v jeho složení se nacházejí těkavé látky, pravděpodobně voda či oxid uhelnatý.

SKLADY VESMÍRNÝCH CHEMIKÁLIÍ

O asteroidech jsme se zmínili jako o vesmírném odpadu, ale nemůžeme zanedbávat důležitou roli, kterou v „kosmickém ekosystému" mají. Ovlivnily nejen povrch naší planety, ale pravděpodobně také její evoluci. Vědci tvrdí, že bez dopadů asteroidů na Zemi v dávné minulosti bychom tady nebyli. Z dřívějšího studia stáří kráterů na Měsíci odborníci vědí, že v době vzniku prvního života na Zemi docházelo k četným dopadům asteroidů na její povrch. Právě ony se zřejmě staly zdrojem životodárné vody, těkavých složek atmosféry a možná také

2021

K ZEMI HLEĎ!

Předchozí filmy jsou staršího data a odrážejí étos devadesátých let. K zemi hleď! již vznikl v éře snížené důvěry ve vědecký pokrok a slouží jako kritika současné společnosti. Dvojice astronomů objeví k Zemi mířící kometu, ale média ani populistická vláda jim nevěří. Vědci jsou zdiskreditováni a označeni za alarmisty. O hrozbu se nikdo nezajímá a u vědců nastupuje pocit bezmoci a rezignace. Kometa se pak objeví na obloze a veřejnost obviní vládu z nečinnosti. S blížícím se koncem světa vysílá technologická firma do vesmíru kolonizační loď s elitami, zatímco zbytek lidstva při dopadu umírá. Scénář je nadsazený, ale s dnešní realitou má děsivě mnoho společného.

Mgr. PETR PRAVEC, Ph.D.
ASTRONOMICKÝ ÚSTAV AV ČR

Vystudoval fyziku na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně a astronomii a astrofyziku na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze. Od roku 1996 působí v Astronomickém ústavu AV ČR v Ondřejově ve funkci vedoucího výzkumné skupiny planetek. Jeho specializací je studium fyzikálních vlastností planetek, jejich podvojností a mechanismů jejich vývoje a rozpadů. Je členem Mezinárodní astronomické unie a zastával funkci předsedy České astronomické společnosti. Je spoluobjevitelem na 350 planetek, jedna z nich je pojmenována na jeho počest 4790 Petrpravec. Je držitelem mj. Prémie Otto Wichterleho (2004). Je členem vědeckých týmů misí DART a Hera.

hnacím motorem životodárných chemických reakcí.

Nukleové kyseliny, základní stavební struktury organismů, se na naší planetě objevily před asi čtyřmi miliardami let a mohly vzniknout chemickými reakcemi, pro něž se zdrojem energie staly právě impakty asteroidů. Takovou hypotézu prokázali z experimentálního hlediska vědci z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR. „Impakty asteroidů společně s bleskovými výboji, vysoké teploty a tlak. V takových podmínkách vznikaly první biomolekuly," popisuje podmínky experimentu astrochemik Martin Ferus, který výzkumný tým vedl. Na Zemi podobné procesy probíhaly následkem dopadů miliard asteroidů a po dobu stovek milionů let. Vědci ale samozřejmě tolik času neměli. „V laboratoři jsme takové podmínky napodobili pomocí vysoce výkonných laserů během miliontin vteřiny," doplňuje.

Složení asteroidů nám neodhaluje jen minulost naší planety, ale dává nahlédnout do stavby celé Sluneční soustavy. Protože obsahují zbytky materiálu, ze kterého se naše soustava zformovala, jsou cenným zdrojem informací o místech a krajinách, kam lidské teleskopy ani sondy nedohlédnou. Byla na Venuši v minulosti voda, oceány, podmínky vhodné pro život? Mise, která by poskytla odpověď, je otázkou kosmických misí příští dekády. Prvková analýza okolních planetek ji nabídne mnohem dřív.

BUDOUCNOST KOSMONAUTIKY

O složení planetek se vědci zajímají nejen z teoretických důvodů, ale i pro jejich možný praktický přínos v dalších letech. Při vesmírných misích nemáme jinou ›

VÝCVIKOVÉ CENTRUM V KOSMU

V budoucnu by planetky mohly hrát roli jakýchsi základních táborů pro vesmírné mise. Jejich dráha je stabilní a mají jen slabou gravitaci, takže není energeticky náročné na nich přistát a zase z jejich povrchu odstartovat. Uvažovalo se také, že by mohly sloužit jako cvičiště, například při misích na Mars. Astronauti by si na jejich povrchu mohli vyzkoušet úkony, které by pak prováděli na vzdálené rudé planetě. Od myšlenky se však upustilo. Ukázalo se, že prostředí Marsu a Zemi blízkých planetek je příliš odlišné na to, aby bylo takové cvičení účinné.

KRÁSA VZNIKLÁ Z DESTRUKCE

Vltavín neboli moldavit je drahý kámen, přírodní křemičité sklo svým složením podobné obsidiánu. Jedná se o takzvaný tektit, tedy horninu, která vznikla žárem a tlakem při dopadu vesmírného tělesa na zemský povrch. Vltavíny jsou geologicky unikátní, jsou to jediné průsvitné a zeleně zabarvené tektity. Nejbohatší naleziště se nacházejí v jižních Čechách a v sousedním Rakousku. Jejich vznik se spojuje s kráterem Ries Kessel v Bavorsku, kam zřejmě před 14,5 milionu let dopadl asteroid.

„Voda je sloučenina, kterou bychom pro naše budoucí aktivity v kosmu potřebovali nejvíce. A některé planetky ji obsahují. Jde jen o to ji umět získat."

Petr Pravec

KDE PLANETKY BEROU JMÉNA?

Je tradicí, že jméno každé planetce dává její objevitel. O jejich katalogizaci se ale stará Mezinárodní astronomická unie (IAU) a ta si při pojmenování klade určité podmínky. Nejsou však kdovíjak přísné. Planetka 3834 Zappafrank je tak pojmenovaná podle slavného amerického hudebníka Franka Zappy, 1931 Čapek nese jméno slavného českého spisovatele a sedmero menších planetek bylo pojmenováno na počest zesnulých členů posádky raketoplánu Columbia. Jedna z planetek objevených v roce 1971 se jmenuje Mr. Spock. Název ale neodkazuje na fiktivní postavu ze seriálu Star Trek, ale na věrného kočičího společníka, kterého objevitel bral na astronomická pozorování. S postavou vulkánce však prý kočku spojovala inteligence, povaha a špičaté uši. Později IAU rozhodla, že se jména zvířecích mazlíčků pro označování těchto vesmírných těles nehodí. Planetce 2309 Mr. Spock však jeho jméno již zůstalo.

Porovnání velikostí planet a největších známých planetek Sluneční soustavy. Ceres je největší objekt v oblasti hlavního pásu planetek mezi Marsem a Jupiterem. Má průměr 975 km. Plutův měsíc Charon má průměr jen o málo větší – 1212 km. Eris (průměr 2326 km) je prakticky stejně velký jako Pluto, ale má o 27 % vyšší hmotnost.

Vltavín je jediný tektit nacházející se v Evropě.

„Z chemického pohledu jsou asteroidy zdroje, ze kterých se poskládaly látky, které na Zemi najdeme. Jsou zdrojem života a motorem evoluce naší planety. "

Martin Ferus

možnost než všechny materiály a suroviny na oběžnou dráhu vynášet. Přitom mnoho užitečných materiálů v kosmu najdeme. Hádáte správně, vedle povrchu Měsíce také na asteroidech.

Planetky jsou nejčastěji složené ze silikátů a kovových materiálů, jako jsou železo a nikl. Pro kosmický průmysl jsou ostatně nejdůležitější ty suroviny, které je obtížné do vesmíru vynést, na Zemi mají zpravidla nízkou hodnotu. Jde o titan, chrom nebo kyslík. Nejcennější je ale v kosmu látka na Zemi zcela běžná: již zmíněná voda. Podle směrnic Evropské kosmické agentury ESA je právě voda nejvíce limitujícím faktorem pro další výzkum vesmíru, případnou kolonizaci Měsíce a mise na Mars. Dlouhodobý technologický plán agentury počítá se začátkem těžby na asteroidech mezi lety 2050–2060. Nejprve se využijí vzácné kovy, plyny a voda přijdou na řadu později, až se najde způsob, jak je lépe transportovat.

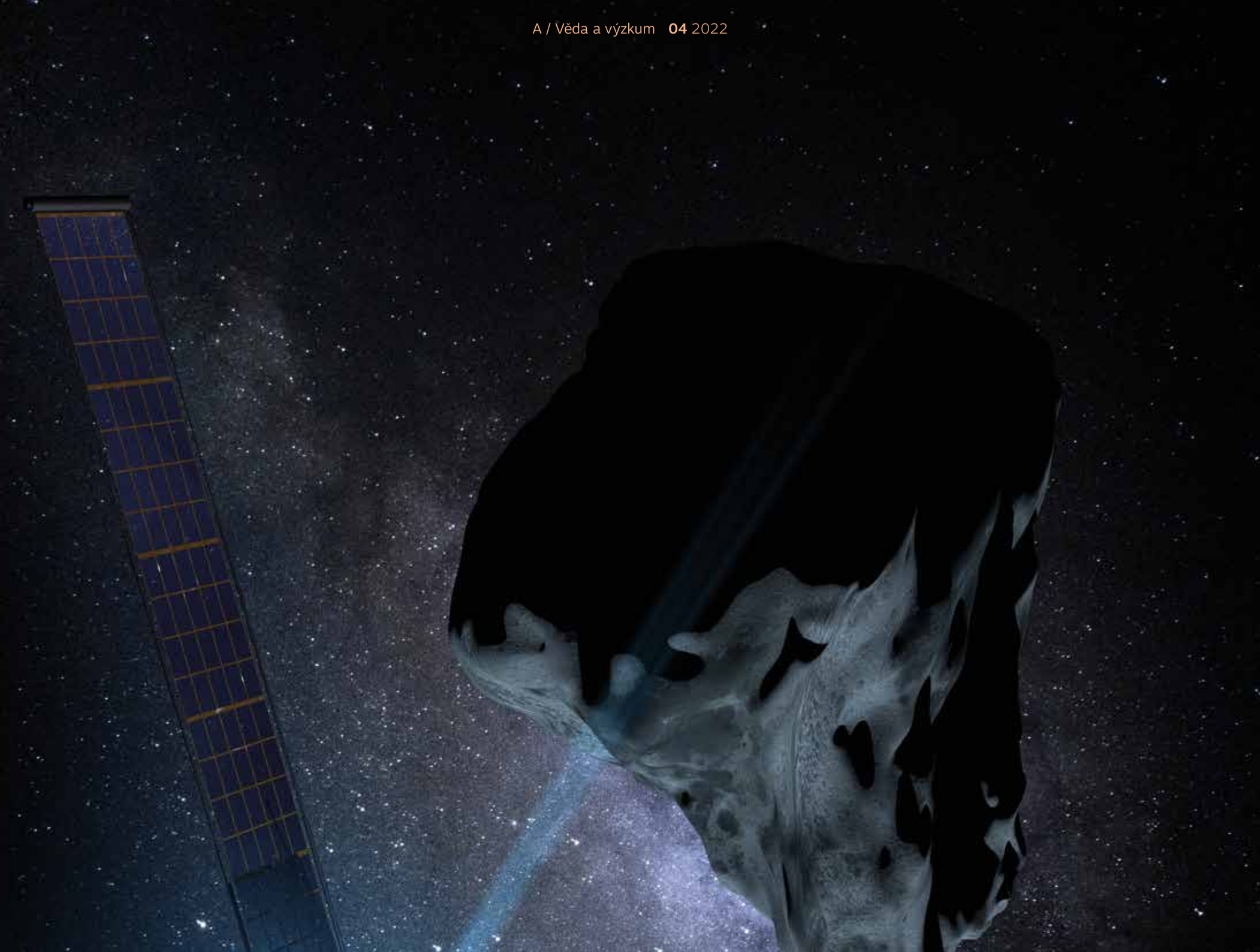
Seriózní debata o využití nerostného bohatství asteroidů se vede od padesátých let minulého století, od roku 2015 se řeší také legislativně. Firmy již na výzkumu těžebních technologií pracují, ale je otázkou, zdali se jejich uvedení do praxe dožijí současné generace. „Pokud se ukáže, že je těžba v kosmu efektivnější než ta na Zemi a mohla by pozemský těžební průmysl nahradit, zájem firem by nás k této metě značně přiblížil," upozorňuje Martin Ferus.

ČESKÁ STOPA VE VESMÍRU

Prvním krokem je podrobné zmapování potenciálních ložisek, výběr vhodných a bohatých planetek. Na tomto důležitém úkolu se podílejí vědci AV ČR přípravou projektu SLAVIA, který má potenciál stát se první ryze českou národní misí ESA. Cílem je vyslat do kosmu dvojici přibližně 20kilogramových družic, které budou studovat úlomky planetek vstupujících do naší atmosféry. Mimo jiné mají za úkol měřit jejich záření v UV spektru. To se z povrchu Země kvůli ozonové vrstvě a oblačnosti měřit nedá. Jde vůbec o největší a nejambicióznější projekt české provenience od vyslání družic Magion před více než čtyřmi desítkami let.

Projekt se na prahu roku 2023 nachází ve fázi studie proveditelnosti. Odborníci z různých oborů zjišťují, za jakých podmínek bude misi možné uskutečnit a zda bude třeba udělat kompromisy. Řada otazníků se týká samotných přístrojů na palubě a jejich hmotnosti. Kromě hyperspektrální kamery schopné analyzovat prvkové složení padajících hvězd a rádiové antény pro pozorování meteorického plazmatu ponese hmotnostní spektrometr, který bude velmi detailně zkoumat chemikálie v prachových částicích meziplanetární hmoty. Na konci studie budou vědci znát nejen plán mise, ale i přesnou podobu obou družic.

Tvůrci stříbrného plátna nám asteroidy obvykle představují jen z jejich stinné stránky, jako zkázonosné vesmírné poutníky, případně jako zbytečný vesmírný odpad bez valného užitku. Třebaže se nám může jejich využití zdát stejně tak fantaskní, jako jsou scénáře katastrofických filmů, po technologiích pro těžbu jejich nerostného bohatství, které vznikají v rámci mise SLAVIA, je velká poptávka už dnes. Zdá se, že v budoucnosti by mohlo být kolem dříve opomíjeného kosmického odpadu nezvykle živo.



ZAMĚŘENO DART: NA CÍL

Sonda DART ukončila svou životní dráhu velkolepě, narazila do měsíce Dimorphos. Odvážný experiment, který prokázal, že dokážeme čelit hrozbám z vesmíru, otevírá novou éru planetární obrany.

Čtrnáct minut po první hodině ranní našeho času v úterý 27. září 2022 se ve vzdáleném vesmíru, přibližně jedenáct milionů kilometrů od Země, odehrála dramatická a vskutku jedinečná podívaná. Doslova scéna jako z akčního filmu, avšak poprvé v dějinách skutečná. Uprostřed nehostinného kosmického vakua došlo k neslyšné, ale zničující srážce dvou těles.

Nešlo o nehodu, kolize byla do detailů plánovaná a připravovaná mnoho let. Co se tedy stalo? Do měsíce asteroidu Didymos, který astronomové v katalogu planetek označují číslem 65803, narazila sonda DART, zařízení o hmotnosti přibližně 580 kilogramů, které na palubě neneslo žádné vědecké vybavení kromě kamery. Jejím úkolem totiž nebylo žádné měření ani zkoumání. Měla jen v rychlosti přesahující 6,6 kilometru za sekundu narazit do předem určeného cíle. Proč vědci tak nákladné zařízení, jakým vesmírná sonda je, nechali jedním přesným dopadem rozmetat na kousky?

PLANETÁRNÍ OBRANA

DART je akronym pro anglický název projektu Double Asteroid Redirection Test. Měl za úkol prokázat účinnost a proveditelnost jedné z metod, která by mohla v budoucnu zachránit naši planetu před potenciálně nebezpečnými blízkozemními planetkami a jinými objekty, které by se k nám mohly přiblížit.

Technika zvaná kinetic impactor je založená na jednoduché newtonovské mechanice: v našich pozemských podmínkách nemá náraz malého předmětu do objektu mnohem většího a těžšího valný efekt. Ovšem v mezihvězdném prostoru, v podmínkách mikrogravitace, je situace odlišná, a tak i náraz malé sondy může v delším časovém horizontu vyvolat velké změny. Kolize s menší sondou se na dráze planetky na první pohled neprojeví, ale postupem času odchylka naroste natolik, že nebezpečný objekt blížící se k Zemi odkloní od jeho původní dráhy, takže naši planetu nakonec mine. Taková je teorie, kterou bylo třeba ověřit.

> „Bez našich modelů by se v extrémním případě mohlo stát, že by byl Dimorphos v okamžiku příletu DARTu planetkou zastíněný a sonda by tak na svůj cíl nedosáhla. "
>
> *Petr Scheirich*

Experiment probíhal pod taktovkou americké kosmické agentury NASA, ale spolupracovala na něm řada vědeckých týmů z celého světa. Významně se do něj zapojili také čeští experti. „Pomocí fotometrických měření jsme se podíleli na předpovědi polohy cíle v momentě dopadu sondy. Šlo o klíčové výsledky nezbytné pro plánování mise a navigaci," vysvětluje Petr Scheirich z Astronomického ústavu AV ČR.

PŘÍPRAVKA NA KATASTROFU

Myšlenka, z níž projekt vycházel, se podobá scénáři katastrofického filmu. Představuje ale nejlepší metodu obrany v případě, že budeme o planetce na kolizní dráze se Zemí vědět s předstihem. Prototyp impaktoru, univerzálního zařízení, které bychom mohli vyslat k blížící se planetce, dnes k dispozici nemáme. Odhaduje se, že i kdyby bylo takové zařízení hotové a připravené k použití, trvala by mise na záchranu planety před malým asteroidem jeden až dva roky.

Příprava a dostupnost takové technologie však hraje klíčovou roli. Pokud bychom na Zemi směřující menší asteroid odhalili zítra, sestrojení impaktoru a příprava mise by trvala několik let. V případě hrozby stovky metrů velkého tělesa by lidstvo na záchranu potřebovalo více dekád. Navíc není jisté, jestli by na největší tělesa metoda dostatečně účinkovala. Pokud tedy jde o hrozby apokalyptických proporcí, je lepší být připraven než nemile překvapen.

Mimochodem, agentura NASA již v minulosti náraz do vesmírného tělesa provedla, stalo se tak při misi Deep Impact v roce 2005. Za cíl si tehdy zvolila kometu Tempel 1. Na kometu ale nedopadla celá sonda, jen její část, takzvaný impaktor o váze 372 kilogramů, tedy asi o polovinu lehčí než DART. Jeho cílem ovšem nebylo kometu odklonit, ale vyhloubit do jejího jádra kráter, který by poodhalil, z jakého materiálu je složená a jak byla zformována.

TRÉNINK NA MENŠÍM TĚLESE

Proti zmíněné kometě je Didymos podstatně menší. Objeven byl v roce 1996, v té době však byla odborníkům známá jen jeho větší část, tedy 780 metrů široká planetka stejného jména. Dnes však víme, že jde ve skutečnosti o binární systém: sestává ze dvou spolu gravitačně vázaných kosmických těles.

Druhým tělesem, o poznání menším, je asi 170 metrů velký měsíc Dimorphos. V roce 2003 ho pomocí fotometrických a radarových měření odhalil mezinárodní tým v čele s českým astronomem Petrem Pravcem. Vědci toto duo klasifikují jako systém potenciálně nebezpečný. Jde o blízkozemní objekty a patří do skupiny planetek typu Apollo, která se nachází mezi centrem Sluneční soustavy a Marsem. Jejich trajektorie se protínají s oběžnou dráhou naší domovské planety.

Jako cíl mise vědci vybrali právě měsíc Dimorphos, který je z obou těles menší; nárazem dodaný impulz se na jeho dráze měl projevit zřetelněji. Podle propočtů měl dopad DARTu na jeho povrch významně změnit dobu trvání jeho oběhu kolem mateřské planetky. „V principu by mělo být možné tímto způsobem změnit dráhu i samotné planetky obíhající kolem Slunce, ale bylo by třeba silnějšího nárazu a větší sondy," zdůvodnil výběr menšího tělesa Petr Scheirich.

BEZ ZPÁTEČNÍ JÍZDENKY

Hranatá sonda o rozměrech menší ledničky se vydala na cestu v brzkých ranních hodinách 24. listopadu 2021. Odstartovala ze základny amerických kosmických sil Vandenberg v Kalifornii, odkud

ji mimo vliv zemské gravitace vynesla raketa Falcon 9 společnosti SpaceX. Na palubě sondy se nacházel jediný vědecký instrument – optická kamera pojmenovaná DRACO. Sloužila ke sběru dat a ke korekcím dráhy sondy. Jakmile se DART ocitl v kosmickém prostoru, rozprostřel svá 8,5 metru dlouhá „křídla“, tj. solární panely, které mu poskytovaly energii během jeho dlouhé jednosměrné cesty.

Asi o dva týdny později, 7. prosince, DART poslal první pořízené fotografie. DRACO kamera zachytila souhvězdí Persea, Berana a Býka a hvězdokupu Messier 38, objekt vzdálený na 4800 světelných let od Země. I v dalších měsících se sonda činila. Přidala například fotografie Vegy, Jupiteru a jeho měsíců Ganymeda, Europy, Io a Callisto.

Datum, kdy měla sonda dorazit ke svému cíli, se blížilo. Stejně tak se k Zemi přiblížil i Didymos, a to na vzdálenost, která umožnila jeho přímé pozorování pozemními dalekohledy. Po šest dní, konče 7. červencem 2022, měly týmy z observatoří v Arizoně a Chile plné ruce práce. Pořizovaly nová data, pomocí kterých byly potvrzeny výpočty dráhy měsíce Dimorphos, které byly získány z předchozích měření v letech 2003 až 2021.

Ve středu 27. července se sonda poprvé přiblížila svému cíli na dohled. Z 243 pořízených snímků vědci sestavili celistvý obraz: DART byl od místa svého konečného spočinutí vzdálený 3,2 milionu kilometrů. Didymos měl v tu chvíli podobu vzdálené, téměř neznatelné tečky obklopené vesmírnou prázdnotou. Nebylo však pochyb, že je sonda na správné cestě.

NA OLTÁŘ VĚDY

V týdnech, které následovaly, sonda pětkrát denně pořizovala další a další snímky. Na jejich základě vědci provedli řadu korekcí dráhy sondy, které ještě dráhu letu zpřesnily a snížily pravděpodobnost chyby jejího navedení na cíl. Poslední z těchto korekcí, asi 24 hodin před dopadem, upravila trajektorii k cíli s přesností na dva kilometry.

Patnáct dní před kontaktem, tedy 11. září, se od DARTu oddělil jeho do té ›

PRVNÍ LINIE OBRANY

Agentura NASA v roce 2016 založila Úřad pro koordinaci planetární obrany (PDCO). Jeho činnost se dá shrnou do čtyř bodů:

HLEDEJ

Úřad financuje projekty pro pozorování blízkozemních objektů pozemními a vesmírnými teleskopy, studium jejich oběžných drah a měření fyzikálních vlastností.

VARUJ

Je zodpovědný za včasné informování vlád, médií a veřejnosti, pokud zjistí, že pravděpodobnost kolize nějakého objektu se Zemí po následujících 50 let překračuje 1 %.

ZMÍRNI NÁSLEDKY

Sponzoruje vývoj technologií a metod pro odklonění objektu z dráhy vedoucí ke srážce se Zemí.

KOORDINUJ

Spolupracuje s dalšími agenturami na vývoji a aktualizaci strategie a plánu pro obranu Země. Poskytuje odborný vhled o povaze a účincích dopadů asteroidů.

Mgr. PETR SCHEIRICH, Ph.D.
ASTRONOMICKÝ ÚSTAV AV ČR

Vystudoval astronomii a astrofyziku na Matematicko-fyzikální fakultě UK. V Astronomickém ústavu AV ČR v Ondřejově působí v oddělení meziplanetární hmoty. Zabývá se výzkumem dynamiky planetek a jiných malých těles Sluneční soustavy. Je členem sdružení Amatérská prohlídka oblohy a Společnosti pro meziplanetární hmotu. Široce se věnuje také vědecké popularizaci nejen astronomie, ale též astronavigace. Je členem vědeckých týmů misí DART a Hera.

doby věrný společník, malý, 14 kilogramů vážící italský satelit LICIACube. Měl za úkol dvěma kamerami vizuálně potvrdit úspěch mise a nashromáždit data při průletu.

Většinu desetiměsíční cesty řídili sondu odborníci z centra NASA, ale 26. září 2022, na posledních několik hodin letu, převzal veškerou kontrolu automatický navigační systém na palubě. Začala takzvaná terminální fáze mise. V tu chvíli už všechno záleželo jen na přesnosti výpočtů, i ze samotných vědců se stali pouze spolucestující.

Poslední hodiny života sondy mohli odborníci i laická veřejnost sledovat na vlastní oči díky živému přenosu z palubní kamery. Přibližně ve čtvrt na dvě ráno pořídila poslední snímek. Zachycuje asi 30 metrů skalnatého šedého povrchu měsíce Dimorphos, detaily jeho nerovností a stíny, které vrhají. To vše necelé dvě vteřiny před dopadem. DART v rychlosti přesahující 22 530 kilometrů za hodinu ukončil svou pouť. Náraz uvolnil kinetickou energii asi 19 gigajoulů, podobně jako výbuch pěti tun TNT. Videosignál, cestující k nám jedenáct milionů kilometrů, i nyní dorazil se zpožděním. V okamžiku, kdy se o 38 sekund později na přijímačích signál ztratil, už sonda neexistovala. Nejkritičtější moment proběhl hladce, takže inženýři nevyužili žádný z 21 záložních plánů, které měli připravené pro případ potíží.

POHLEDY STOČENÉ DO VESMÍRU

Podívaná zprostředkovaná kamerou DRACO sondy DART pro diváky na Zemi skončila, ale satelitu LICIACube, vzdálenému od Didymosu v momentě srážky asi tisíc kilometrů, se naskytl ten nejlepší výhled. Jeho průlet kolem měsíce ve vzdálenosti 55 kilometrů, asi tři minuty po dopadu sondy, měl potvrdit, že se v posledních chvílích mise něco nepokazilo. Jím pořízené snímky umožňují porovnat systém planetky před a těsně po dopadu. Zachycují Dimorphos, obklopený světlým a mlhavým oblakem prachu, který od něj sahá do vzdálenosti osmi až deseti kilometrů.

Scénu však nesledoval jen prolétající LICIACube. O výsledek této první mise svého druhu se zajímal také vesmírný dalekohled Jamese Webba a stejně tak starší dalekohled Hubbleův. Data též sbírala sonda Lucy při své cestě na vlastní dvanáctileté misi, během které bude mapovat jiné planetky ve Sluneční soustavě. Na Zemi směrem k místě kolize namířily teleskopy tři desítky observatoří rozmístěných na všech kontinentech, včetně ondřejovské v Astronomickém ústavu AV ČR. Ze snímků byl zásah patrný: světelný tok od systému Didymosu se v důsledku dopadu sondy ztrojnásobil

DART VE SROVNÁNÍ

Velikostní srovnání družice DART (a cíle její mise) s pozemskými objekty ukazuje grafika níže. Protože jediným cílem sondy byl náraz do měsíce planetky, nenesla žádné vědecké přístroje. Sonda ale obsahovala fotoaparát, a tak zachytila nejen svou cestu, ale i povrch. Fotografie vlevo je poslední pořízená fotka před nárazem. Zobrazuje přibližně plochu o délce 30 metrů. Z pořízených fotografií je složené i video poslední fáze cesty, které lze zhlédnout na Youtube pod odkazem: youtu.be/N-OvnVdZP_8.

„Úspěchem většiny kosmických misí je, když se signál po kritické fázi letu sondy opět obnoví. V případě DARTu tomu bylo ovšem přesně naopak.“

Petr Pravec

a zůstal zvýšený po dobu mnoha dní od dopadu.

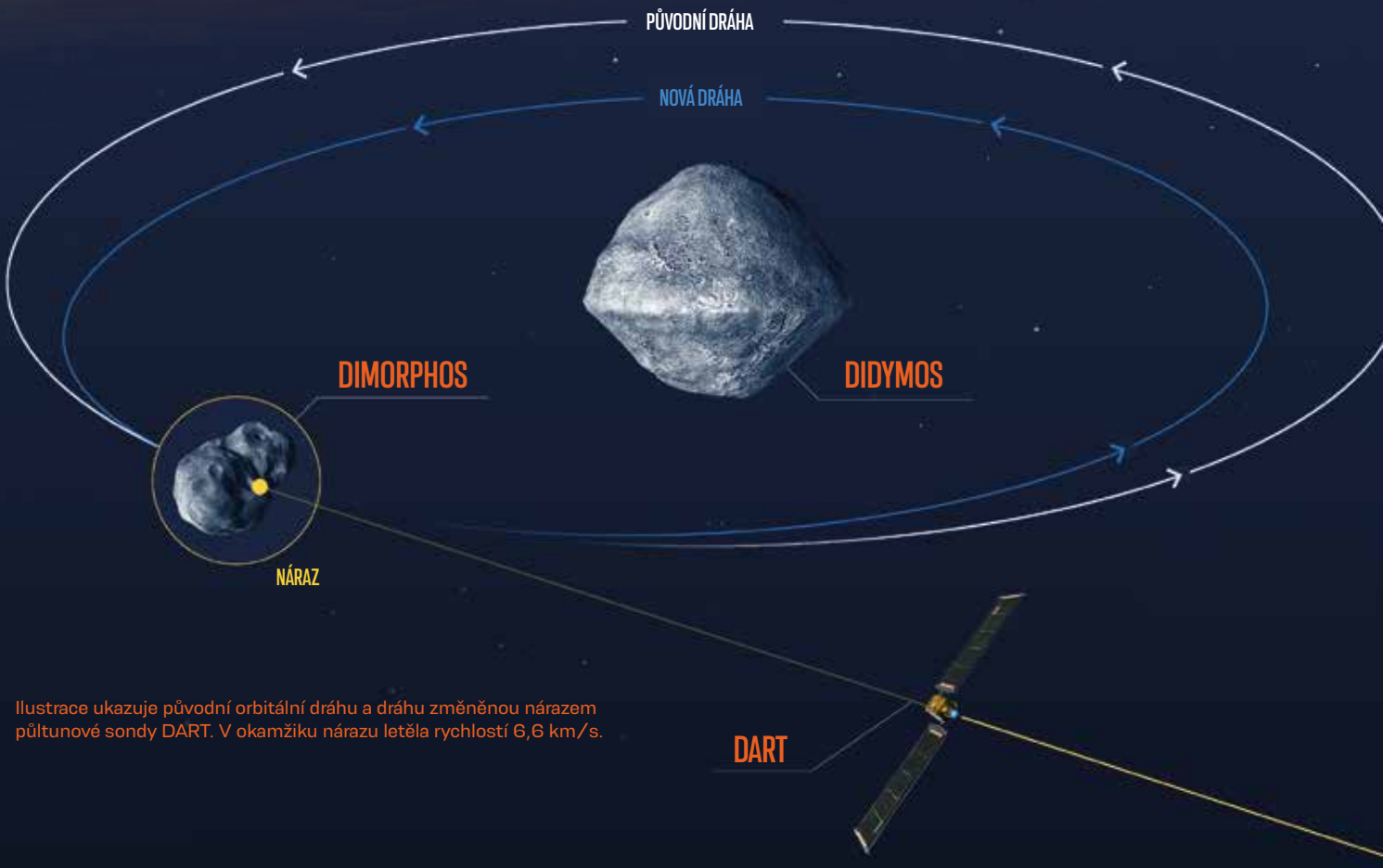
Na nejdůležitější výsledky si však museli astronomové počkat – odchylku v oběžné dráze měsíce nešlo změřit okamžitě. Pro úspěch mise stačilo, aby se oběžná dráha Dimorphosu změnila o 73 sekund. Dne 11. října, dva týdny po nárazu, NASA vydala zásadní tiskovou zprávu. Před dopadem sondy trval měsíci jeden oběh 11 hodin a 55 minut. Po testu jen 11 hodin a 23 minut. DART tedy změnil dráhu Dimorphosu o celých 32 minut, přibližně pětadvacetkrát více, než kolik bylo minimální kritérium stanovené pro úspěch mise. „Důležité je, že se taková změna dobře měří, protože s každým oběhem proti původní trajektorii měsíce narůstá,“ doplňuje Petr Scheirich.

CESTA ZAČÍNÁ

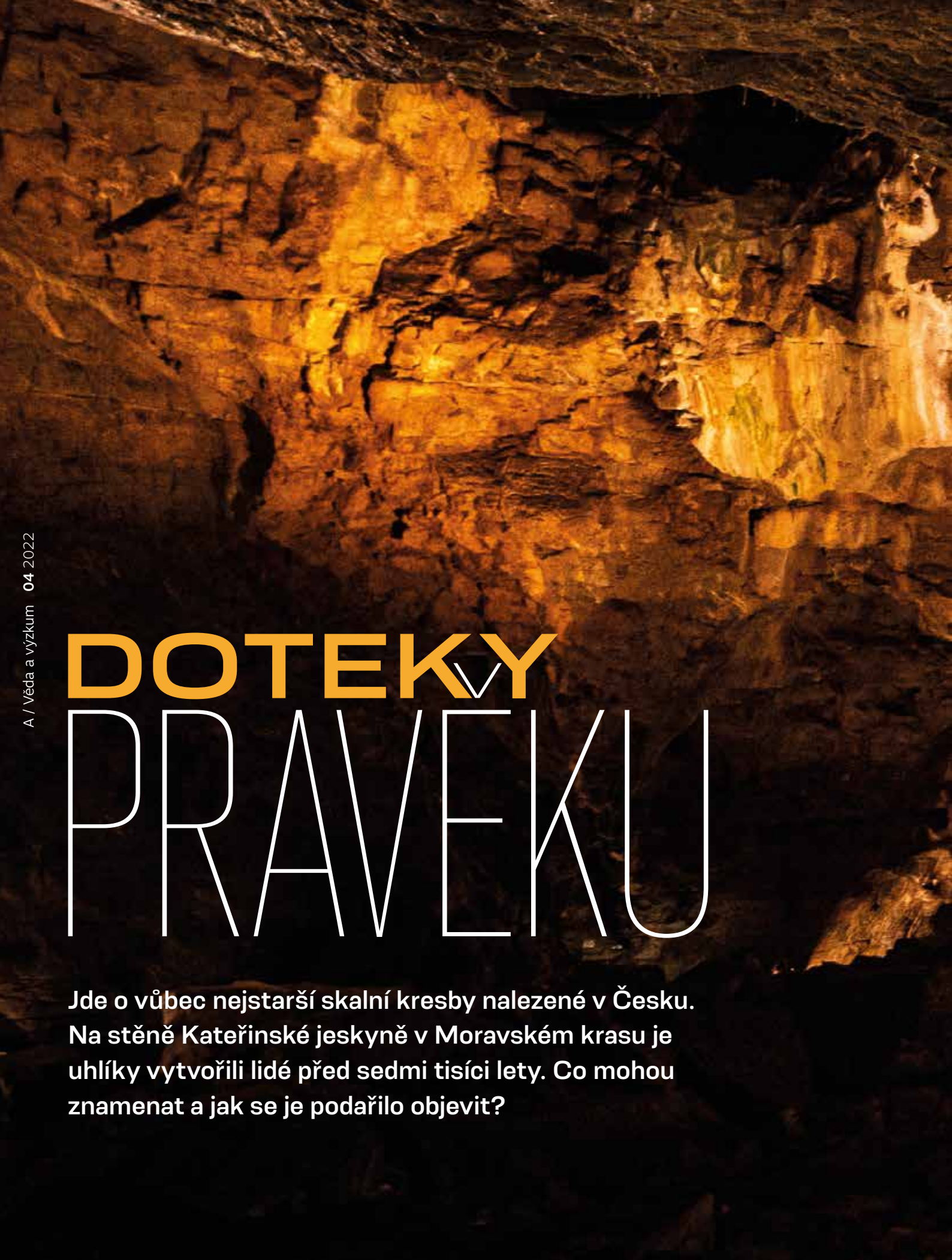
Expertní týmy nyní všechna data získaná z měření a pozemského pozorování podrobují důkladné analýze, do které jsou zapojeni také astronomové z Ondřejova. Jen detailní rozbor samotných snímků zabere řadu měsíců. Výsledkem budou modely nové oběžné dráhy měsíce se sekundovou přesností. Ty v budoucnu umožní lépe kalibrovat a důsledněji rozpracovat technologii kinetického impaktoru.

Do té doby zůstává mnoho otázek otevřených. Jak by mohla obrana Země vypadat? Bude možné metodu použít univerzálně, a to i na větší objekty? A jak včasné by bylo potřeba varování, abychom stihli nebezpečí odvrátit? Na zodpovězení je příliš brzo.

Planetku Didymos a její pochroumaný měsíc, který nám umožnil vstoupit do nové éry planetární obrany, budou dál studovat dalekohledy až do jara příštího roku. Pak se z dosahu pozemských pozorovatelů vytratí. Na misi DART naváže další výprava, tentokrát evropské sondy Hera, která se vydá zkoumat velikost a charakter vytvořeného kráteru v říjnu 2024. „Obě mise jsou od samého počátku propojené a stejný přesah má i naše práce,“ uzavírá Petr Pravec. S projektem DART tedy bádání ondřejovských astronomů nekončí, ba naopak. Otevírá se jeho další kapitola. Stejně tak jako nová éra planetární obrany, kterou jsme až dosud považovali jen za pouhý výplod science fiction. ●



Ilustrace ukazuje původní orbitální dráhu a dráhu změněnou nárazem pültunové sondy DART. V okamžiku nárazu letěla rychlostí 6,6 km/s.



DOTEKY PRAVĚKU

Jde o vůbec nejstarší skalní kresby nalezené v Česku. Na stěně Kateřinské jeskyně v Moravském krasu je uhlíky vytvořili lidé před sedmi tisíci lety. Co mohou znamenat a jak se je podařilo objevit?

Text: Zuzana Šprinclová \ Foto: Jana Plavec

FRANZ CALLA 1825. Tak se na stěnu uvnitř Kateřinské jeskyně uhlíkem podepsal nejspíše jeden z prvních jeskynních průvodců tehdejších turistů v Moravském Švýcarsku. Nemohl tušit, že tím za dvě stě let pomůže odhalit pozůstatky kreseb z pravěku. Jelikož jde o typické místní příjmení, mlhavě tušíme, co ho do Kateřinské jeskyně v údolí Suchý žleb v Moravském krasu přivedlo. Možná byl dokonce příbuzným posledního legendárního vytahovače mrtvol z nedaleké Macochy Martina Kaly. Sebevrahy, jejichž těla byla roztříštěna a znetvořena, si připoutával na prsa a nechával se vytáhnout.

Tajemná jeskyně lákala zvědavce dovnitř. Lidé na zdejších věčně studených a vlhkých stěnách zanechali stovky podpisů, graffit. Dělali tak až do první poloviny dvacátého století. V oblibě měli hlavně skoro stometrovou Ledovou chodbu, jednu z několika odboček z obří haly – hlavního dómu. Jde o největší zpřístupněný jeskynní prostor u nás. Dlouhý je 97 metrů, široký 40 a místy až 20 metrů vysoký.

Na svém podpisu si Franz Calla dal záležet, je větší než ostatní a zachovalé množství uhlíku přilákalo pozornost dnešních vědců. „Díky konkrétnímu letopočtu jsme na něm mohli vyzkoušet šetrný odběrový postup pro radiouhlíkové datování skalních kreseb, který jsme vyvinuli," vysvětluje v potemnělé chodbě jeskyně Ivo Světlík z Ústavu jaderné fyziky AV ČR.

Přestože jsou okolní jeskyně v Moravském krasu jako třeba Býčí skála, Kůlna nebo Pekárna dobře prozkoumány, Kateřinská jeskyně stála ve stínu zájmu vědců. Archeologové se soustředili jen na její portál. V 19. století v něm našel průkopník archeologie a speleologie Jindřich Wankel pozůstatky ohnišť, kamenné a kostěné nástroje a také lineární keramiku, kterou používali lidé v neolitu před sedmi tisíci lety. Mnohem pozdější výzkumy z osmdesátých let 20. století odhalily nástroje a předměty také z mladší doby bronzové a starší doby železné (halštatské).

Ve vnitřní části jeskyně ale odborníci nebádali. Nikdo nepředpokládal, že by měli pravěcí lidé důvod chodit dovnitř. „Při vnitřní ohledávce archeologové nic nenašli. Ani žádné střepy. Jiné jeskyně a lokality v okolí naopak nabízely velmi lákavé a šťavnaté archeologické nálezy," vysvětluje archeolog Martin Golec z Univerzity Palackého v Olomouci, který poukázal na možnost odhalit zde pravěké kresby.

> Hluboko pod zemí umístěná epigrafika může mít spojitost s kultem matky, označovat obřadní místo.

ŠETRNĚ A S RESPEKTEM

V roce 2019 oznámili vědci fantastický objev: v Kateřinské jeskyni jsou vůbec nejstarší pozůstatky kreseb na území dnešní České republiky. Abstraktní obrazce z čar a teček, takzvanou epigrafiku, lidé vytvořili před 7200 lety. Dnes ji zkoumají vědci z České radiouhlíkové laboratoře (CRL) která je společným pracovištěm Ústavu jaderné fyziky AV ČR a Archeologického ústavu AV ČR, Praha. Spolupracují přitom se Správou jeskyní ČR a Univerzitou Palackého v Olomouci.

Na opomíjenou jeskyni vrhly pradávné kresby nové světlo a upoutaly pozornost výzkumníků. Co vlastně zobrazují? Podle archeologa Martina Golce jde o jednu z nejtěžších otázek. Stěny jeskyně jsou posety dvojitými či trojitými nicneříkajícími čarami umístěnými vodorovně pod

DANTOVO PEKLO

Kateřinská jeskyně byla pravděpodobně nejvýznamnějším vývěrem řeky Punkvy v dobách, kdy ještě neexistovaly Punkevní jeskyně. Prostory vymodelovala voda, zřícení stropů je zvětšilo do dnešní podoby. Jeskyně má celkovou délku 950 metrů s výškovým rozpětím 65 metrů. Návštěvní okruh měří 580 metrů. Ve čtyřicátých letech 20. století speleologové hledali, kudy jeskyně pokračuje směrem k propasti Macocha. Zastavil je ale nebezpečný a pohyblivý zával z obrovských balvanů, vysokých i desítky metrů. Místu se říká Dantovo peklo.

sebou. Ani z těch uspořádaných, které už na pohled kdysi něco zobrazovaly, není jasné, co to bylo.

Povzbudivě vypadá skupina kreseb zjevně lidských postav. Podobné našli odborníci i v jiných částech Evropy, například ve Slovinsku. Zkoumanou epigrafiku v Kateřinské jeskyni vědci nazývají pracovními jmény jako Anděl, Tvář nebo Mozek. S prvním terénním výzkumem začali v roce 2016. Od té doby odebrali a datovali již větší počet vzorků a jejich práce nekončí. „Na začátku jsme vůbec netušili, že se dostaneme tak hluboko do historie. Z výsledku jsme byli v úžasu," říká Natália Megisová z České radiouhlíkové laboratoře, zatímco si chystá vše potřebné k odběru dalšího vzorku. Je vůbec jedinou osobou, která má tu čest odebírat uhlíky z pravěku. Dnes je v Kateřinské jeskyni pošesté.

Ve zkumavce má tampon z křemenné vaty, která vzorek ničím nekontaminuje. Vata je v kyselině chlorovodíkové, ta povrch šetrně odleptává a odhaluje uhlík ze skalní kresby. Tiše, aby při mluvení nezanesla do vzorku nečistoty, ťuká tamponem na skálu a pokouší se dostat přes sintr – krápníkovou hmotu, která překrývá pradávný uhlík. Musí být velmi opatrná, aby zachovala původní kontury kresby.

Vědci nechtějí kresby zničit, nadobro je vymazat ze stěn jeskyně, jako se stalo například v Býčí skále. V minulosti tam tým odborníků skalpelem seškrábal ze stěny pozůstatek části kresby staré 5200 let. „Kdyby se ukázalo, že je některá z kreseb významná, můžeme ji zrekonstruovat. Vše máme nafocené," říká Petr Zajíček ze Správy jeskyní ČR.

Novou, k epigrafice šetrnější metodu vymyslel Ivo Světlík. Je přesnější a spolehlivější. Umí totiž vzorek uhlíku zbavit kontaminací, například zbytků povrchových plísní. Kateřinskou jeskyní projdou v sezoně denně desítky i stovky návštěvníků, kteří zde zanechávají své stopy, organické látky ve formě různých aerosolů. Ty mohou přijímat plísně, žijící na povrchu kreseb, a otěrový vzorek omlazovat. „V laboratoři vyčištěný vzorek připravíme na měření pomocí urychlovače hmotnostní spektrometrie, které nám umožní zjistit jeho stáří," popisuje Ivo Světlík další cestu drobků uhlíku, kterým tady možná kreslili lidé v pravěku.

PRAVĚKÁ SVATYNĚ?

Vědci dnes odebírají z jeskyně dva vzorky. Kresba, co připomíná Anděla, je jen kousek od dvou sond v zemi. Letos v létě tady totiž archeologové provedli vůbec první výzkum. Co ukázal? Zhruba metr ›

pod povrchem půda odhalila pravěkou i středověkou keramiku. „Nejcennějším nálezem jsou kovové plíšky, které poukazují na organizovanou penězokazeckou dílnu," říká archeolog Martin Golec. V Česku je takový nález unikátní. Podobná dílna se nachází jen v Koněpruských jeskyních.

Dosavadní výzkumy ukázaly, že lidé chodili do Kateřinské jeskyně v různých časových obdobích – v neolitu, době železné i ve středověku. Žili v portálu jeskyně, uvnitř ale ne. Přesto tam opakovaně vstupovali. Prokazatelně pravěkých kreseb vědci odhalili již osm, například i halštatskou kresbu starou zhruba 2600 let, jedinou objevenou v evropských jeskyních.

Co ale lidi v pravěku do Kateřinské jeskyně přivedlo? Mohli zde hledat úkryt před špatným počasím, pochovávat mrtvé (hroby se ale zatím nenašly) nebo jim sloužila jako svatyně, což je nejpravděpodobnější. Podle představ přírodních národů totiž v podzemí žijí božstva a bytosti, které převyšují člověka a jsou součástí lidské kultury. Možná za nimi obyvatelé chodili, aby s nimi komunikovali, uctívali je a prosili o jejich náklonnost.

Lidé se tehdy věnovali kopaničářskému zemědělství, orat ještě neuměli. Pěstovali plodiny jako ječmen, pšenici nebo hrách. Panovalo klimatické optimum, bylo tedy tepleji než dnes. Usadili se tu zemědělci ze Středního východu a zakládali rodiny. Bydleli v až padesát metrů dlouhých domech. Předáky takovýchto vesnických sociálních jednotek byli volení náčelníci.

SVĚTOVÁ LABORATOŘ

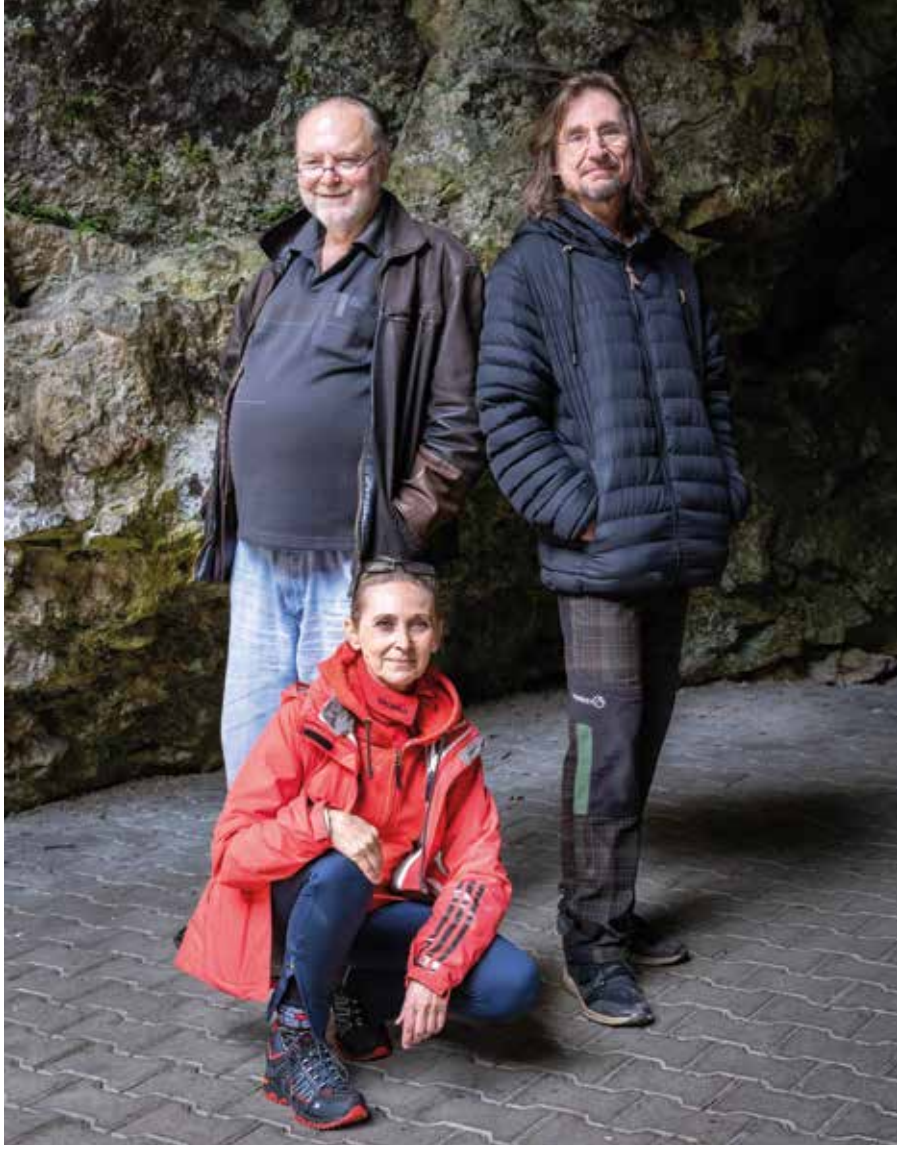
Kresby z Kateřinské jeskyně zkoumají vědci z České radiouhlíkové laboratoře, kde se zaměřují na radiouhlíkové datování a analýzy uhlíku ^{14}C pomocí AMS urychlovačové hmotnostní spektrometrie (AMS). Vzorky z Kateřinské jeskyně dříve pracovníci posílali po zpracování k AMS měření do Maďarska. Od letošního roku již mohou provádět i samotná měření pomocí AMS systému MILEA (Multi-Isotope Low-Energy AMS).

> Pro samotný odběr vzorků vyvinuli vědci novou otěrovou metodu. Zanechá kontury části kresby, z níž se vzorek odebírá, a místo pouze částečně zesvětlí.

SVĚTLO VE TMĚ

Když Franz Calla do jeskyně v roce 1825 vstoupil, obklopila ho černočerná tma. Svítil si na cestu svíčkou, loučí nebo olejovou lampou. Světlem a zpevněnými betonovými cestami byla vybavena až o 85 let později. Stejně jako před ním pravěcí lidé musel do hlavního dómu projít vstupní, asi šedesátimetrovou chodbou. Její původní dno bylo výše, než je dnes. Občas museli jít návštěvníci sehnutí. Pak se před nimi otevřela velká hala, kam se denní světlo nedostane. Pohybovali se pravděpodobně jen kolem stěn. Dodnes jsou na nich vidět čmouhy od loučí.

S primitivním osvětlením, s pohybujícími se stíny od ohně muselo místo působit monstrózním dojmem. „Často přemýšlím o tom, co pravěcí lidé vlastně viděli. Museli by mít po celém prostoru



Autor nové, šetrnější metody odběru vzorků Ivo Světlík (vlevo) společně s Petrem Zajíčkem a Natálií Megisovou před vchodem do Kateřinské jeskyně v CHKO Moravský kras

rozmístěné louče, aby dokázali rozměry tohoto prostoru velikosti fotbalového hřiště pochopit," rozhlíží se kolem Petr Zajíček.

Všude bývaly kluzké kameny, jeskyně byla velmi nepřehledná, slepé odbočky zaváděly návštěvníky do tmavých chodeb a tajemných koutů. Od toho se také odvíjí pověst o názvu jeskyně: když se pasačce Kateřince zatoulala ovečka, vydala se ji hledat, ale už nenašla cestu zpět. Legenda se podle Petra Zajíčka může zakládat na pravdě. Ještě v druhé polovině 19. století zde totiž skupiny badatelů bloudily. „Archeologovi Klimentu Čermákovi, který šel do jeskyně s průvodcem, dohasly lojové svíce. Pánové se pak nedokázali orientovat a najít správnou cestu ven. V úplné tmě tady strávili dvacet hodin, než je místní lidé zachránili," popisuje.

Franz Calla snad východ z jeskyně našel. Stejně jako pravěcí lidé, kteří se vydali na nebezpečnou cestu do podzemí a uhlíkem z ohniště nakreslili z rituálního nebo jiného důvodu značku, obrázek. Tajemné kresby, které nám mohou odhalit, jak žili naši předci před tisíci lety, jsou dnes důvodem, proč se do Kateřinské jeskyně lidé mají stále vracet a s respektem je obdivovat společně s půvabnou krápníkovou výzdobou a atmosférou.

Kristýna Boušová

INŽENÝRKA NOVÝCH PROTEINŮ

Od útlého věku ji fascinoval mikrosvět buněk a molekul. Nechtěla ho ale jen pozorovat, začala ho aktivně přetvářet. Nové molekuly z její laboratoře mohou posloužit medicíně i ochraně životního prostředí.

Dnes jste proteinovou inženýrkou, v laboratoři vytvářítea vylepšujete proteiny. Vedla k tomuto cíli přímá cesta – bavily vás přírodní vědy už na gymnáziu?

Patřím mezi menšinu vědců, kteří nestudovali gymnázium, ale průmyslovou školu. Konkrétně Střední průmyslovou školu potravinářských technologií, zaměřenou na chemii a mikrobiologii. Zaujala mě tehdy zejména biologická část chemie. Úžasné mi přišly například metabolické procesy. Zhruba tak od druhého ročníku jsem věděla, že se budu chtít i nadále věnovat biochemii.

Takže po průmyslovce jste se hlásila rovnou na biochemii?

Přihlásila jsem se na dva obory na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Jeden byl zaměřený na environmentální vědy a spojovala se v něm chemie s ochranou přírody. Druhým oborem byla přímo biochemie. Dlouho jsem zvažovala, co si vybrat, lákalo mě oboje, nakonec ale vyhrála fascinace biochemií. Poslední dobou se zase obloukem vracím k environmentálním tématům, takže se to propojuje.

„Měla jsem šanci rozjet vlastní laboratoř. Cesta do zahraničí pro mě byla méně lákavou alternativou. Patrně bych pracovala na tématu, které nebude moje, a v laboratoři, jejíž chod bych nemohla ovlivnit."

Kristýna Boušová

Co z oněch dvou složek – biologie a chemie – vás zajímá více, jestli se to tak dá říct?
Každá má pro mě jiný význam. Zatímco chemie je takovou technickou částí oboru, biologie mě hlavně inspiruje. U nás v rodině jsme všichni chemici, oba rodiče i bratr. Jenže oni jsou anorganičtí chemici, zabývají se nanomateriály, což je pro mě trochu suchá disciplína. Biologická část chemie mě víc napojuje na přírodu a vše kolem ní. Připadá mi úžasné pozorovat, jak vypadá buňka a co všechno se v ní děje.

Velká biologie vás nelákala? Třeba zvířata nebo rostliny?
Mám hodně ráda přírodu, ale do hloubky jsem se jí vlastně nikdy nezabývala. Na střední škole jsem se ponořila rovnou do biologického mikrosvěta. Pro mě je tím fascinujícím objektem buňka, ať už z pohledu mikroorganismu, nebo její vnitřní život včetně signalizačních drah a interakcí mezi proteiny. Když se do toho zahloubáte, uvidíte, jak málo o tom všem stále víme, že je pořád co objevovat, a zjistíte, jak nesmírně zajímavý a komplexní svět sám o sobě to je.

Z univerzity vaše cesta směřovala přímo do vědeckého ústavu. Na rozdíl od jiných mladých vědců a vědkyň jste zatím nevycestovala do zahraničí na delší pobyt, nepočítáme-li měsíc na Institutu Karolinska ve Švédsku. Plánujete v dohledné době výjezd za hranice?
Delší zahraniční pobyt jsem zatím skutečně nestihla. Už na konci doktorátu jsem totiž začala spolupracovat s bioinformatickou skupinou tady v Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. Jedná se o tým, který se zabývá teoretickými výpočty dvoudoménových proteinů. Její vedoucí Jiří Vondrášek mě tehdy požádal, jestli bych mohla experimentálně ověřovat jejich výpočty. Následně mi nabídl, že bych mohla založit vlastní experimentální tým jako součást bioinformatické skupiny.

To byla jistě velká výzva pro začínající vědkyni. Dala jste jí tedy přednost před vycestováním na zkušenou?
Přesně tak. Dostala jsem šanci rozjet vlastní laboratoř. Cesta do zahraničí pro mě v tu chvíli byla méně lákavou alternativou, kde bych patrně pracovala na tématu, které nebude moje, a v laboratoři, jejíž chod bych nemohla příliš ovlivnit. Nicméně, abych odpověděla na předchozí otázku, ano plánuji v dohledné době vyjet někam do zahraničí, přeci jen po určité době vědec potřebuje získat nové zkušenosti a rozvíjet inspiraci v oboru. V prosinci nám začíná nový projekt programu Horizont Evropa, který umožňuje pobyt na zahraničních pracovištích, a to jak v Evropě, tak například i v Jihoafrické republice, ke které mám osobní vztah, tak snad z toho něco vyjde.

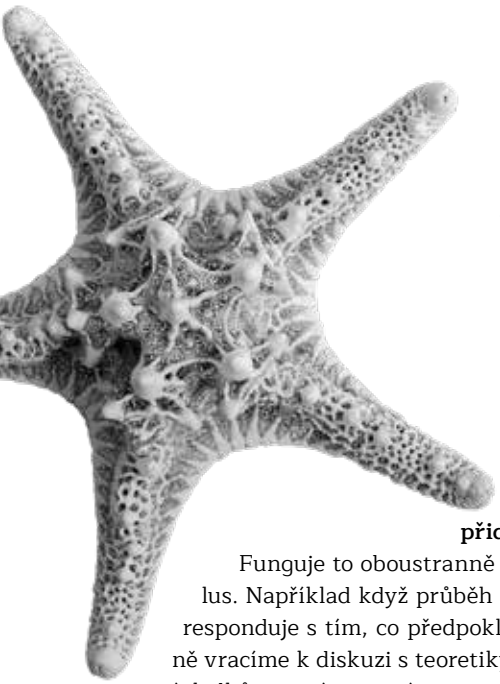
K Jižní Africe se ještě dostaneme. Ale pojďme nejprve přiblížit bioinformatiku. Jde o dynamicky se rozvíjející obor, který umožňuje zpracovávat obrovské množství dat, jež mají biologové a chemici k dispozici, například sekvence DNA. Mluvily jsme o inspirativní živé biologii, zatímco bioinformatika je spíš o číslech. Kde se u vás tyhle vzdálené světy spojují?
Vůbec nejsou vzdálené. Právě v oblasti proteinové chemie se skvěle doplňují. Bioinformatika pracuje hlavně s biologickými daty DNA a RNA, z nichž vyplývají i informace o sekvencích proteinů. Díky vyspělým a velmi rychlým metodám sekvenace genetických kódů organismů tato data každým rokem exponenciálně narůstají. Bioinformatici provádějí analýzy, výpočty a predikce pomocí velkého množství dat a my, experimentální chemici, umíme jejich data zhmotnit do reálného materiálu, který poté studujeme.

Přesto může jít o trochu odlišné světy – svět matematiky, výpočtů, algoritmů – a vedle něj sféra experimentu, zkumavek, laboratoří. Rozumíte si mezi sebou?
Naše pohledy bývají samozřejmě i odlišné, ale považuji to za úžasnou zkušenost. Experimentátor je většinou zvyklý být v laboratoři, manipulovat se zkumavkami a ovládat přístroje. Ale když má zároveň možnost být v přímém kontaktu s teoretiky, umožní mu to nahlédnout do selekce a analýz biologických dat, což je pro samotné experimenty v laboratoři velký přínos.

Teoretici vám zadávají, co máte vyzkoušet v experimentu, nebo funguje spolupráce i naopak? Tedy

RNDr. KRISTÝNA BOUŠOVÁ, Ph.D., MBA
ÚSTAV ORGANICKÉ CHEMIE A BIOCHEMIE AV ČR

V letech 2006 až 2012 studovala biochemii na Přírodovědecké fakultě UK. Doktorské studium absolvovala ve Fyziologickém ústavu AV ČR a po něm přestoupila do Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR do vědecké skupiny Bioinformatika vedené Jiřím Vondráškem. Od roku 2017 vede vlastní experimentální laboratoř proteinového inženýrství. Od konce roku 2019 působí také v rodinném start-upu Art Carbon s. r. o., který vyvíjí a nabízí technologie na úpravu vody. V roce 2022 obdržela Prémii Otto Wichterleho.



„Dětství v Jižní Africe pro mě bylo jedno velké dobrodružství plné nástrah a jedinečných vzpomínek. Moc bych si přála se tam znovu podívat."

Kristýna Boušová

že vy je poprosíte, aby namodelovali, co se stane, když třeba přidáte nějakou molekulu?

Funguje to oboustranně a někdy je to takový cyklus. Například když průběh experimentu ne zcela koresponduje s tím, co předpokládala teorie. Pak se zpětně vracíme k diskuzi s teoretiky, kteří na základě našich výsledků upraví vstupní parametry pro výpočty a vytvoří nové modelové situace, či přímo nové modely molekul.

Vaše laboratoř se zabývá především proteinovým inženýrstvím, tedy vytvářením nových proteinů nebo jejich vylepšováním. O jaké proteiny konkrétně jde? Mluvíme o oblasti medicíny nebo jiném oboru?

Přesněji jde o strategické fúzování proteinových domén, což je poměrně nový směr v proteinové chemii a biochemii. Využívá se například v medicínském výzkumu – v protinádorové imunoterapii – kdy se může například zacílit účinek protilátek vůči imunitním buňkám. Názorný příklad proteinového inženýrství jsme mohli sledovat i v případě vývoje covidových vakcín. U nás v laboratoři pracujeme jak na úrovni základního výzkumu, tak i v aplikační sféře. V prvním případě se snažíme objasnit, co se stane, když spojíme dvě proteinové molekuly nebo jejich části, například nás zajímá, jak se mění funkce dané části molekuly. Díky pochopení takového mechanismu jsme pak už jen krok od designu, který funkci molekuly může zefektivnit, může se jednat řádově až o tisíckrát lepší aktivitu dané molekuly. Takové zlepšení funkce proteinu pomáhá značně zefektivnit terapeutické účinky léčiv či ušetřit nemalé náklady v biotechnologickém průmyslu.

Co se děje při fúzování molekul – předpokládám, že nejde jen o to, že spojíte různé molekuly a sledujete, co se stane?

Určitě ne. Je to složitější. Podle analýzy vstupních biologických dat připravíme detailní návrh nové molekuly. Metodou molekulového modelování nakombinujeme části sekvencí proteinů. Dá se říct, že si vystřihneme tu část molekuly, která je cílem naší studie, a tu potom kombinujeme s dalšími částmi odlišných proteinů. Pracujeme například s HIV proteázou, jejíž sekvenci modifikujeme na úrovni aminokyselin a poté ji kombinujeme s vhodnou částí proteinu z jiné molekuly z živočišné nebo rostlinné buňky. Vybrané části spojujeme na úrovni DNA, kterou si necháme syntetizovat, a daný protein si poté pomocí DNA sekvence vyrobíme expresí v biologických systémech, například v bakteriích nebo lidských buňkách.

Jak víte, které části proteinů máte spojit a na kterých místech?

Vyžaduje to hodně příprav. Nejprve se podíváte do počítačového modelu molekuly, kde si zobrazíte molekulu v 3D a identifikujete vazebné či katalytické místo. Díky našim zkušenostem většinou poznáme, kde si můžeme dovolit useknout určitou nadbytečnou část molekuly a nechat si jen tu funkční, kterou chceme studovat. Proteinové domény, jež ohraničují různé funkce molekuly, jsou v dnešní době poměrně dobře popsané, pořád ale zůstávají důležitým předmětem studií. Vědci po celém světě se snaží pochopit, jak vlastně protein designuje sama příroda. Tomuto přirozenému designu totiž ještě příliš nerozumíme. Je natolik komplexní, že se jeho vysvětlení nedobereme bez pomoci moderních přístupů umělé inteligence a strojového učení.

Mluvíme o doménách proteinu, zmínili jsme i termín dvoudoménové proteiny. Zkusme přiblížit, o co jde a jaká je struktura proteinu.

Dá se říct, že doména definuje část funkce proteinu. Domény jsou často v proteinu spojené pomocí méně uspořádaných ohebných oblastí, které umožňují určitou volnost pro dynamiku celého systému. Protein je obecně charakterizován několika úrovněmi. Ta primární je definována řetězcem po sobě jdoucích aminokyselin, na sekundární úrovni pak postranní řetězce interagují a spojují se v různých částech jednoho řetězce. Terciární úroveň popisuje 3D uspořádání složeného řetězce. Právě terciární úroveň slouží k pochopení funkčního neboli nativního stavu proteinu.

Mohli bychom zkusit uvést nějaký příklad proteinu a jeho struktur?

Krásným příkladem jsou třeba iontové transportní kanály, kterým jsem se věnovala během doktorského studia. Konkrétně šlo o tranzientní receptorové potenciálové receptory (TRP), umístěné v membráně buňky. Samotný kanál není funkční, pokud netvoří tetramer, to znamená, dokud není formován čtyřmi jednotkami identických řetězců proteinu. Až teprve tyto čtyři části spolu sestaví kompaktní strukturu, která ve svém středu tvoří transportní pór pro ionty.

Pojďme od teorie k praxi. Vedle základního výzkumu se věnujete také aplikacím. Můžete nějaké konkrétní zmínit?

Věnujeme se více oblastem, což považuji za velkou výhodu proteinového inženýringu. Pronikneme tak do různých oborů, což je velmi obohacující. Pohybujeme se například v oblasti ›

„Studenti mi často říkají, že DNA vydrží všechno a práce s ní je snadná, že teprve s proteiny poznali pořádnou výzvu. Ono totiž udržet protein v nativním stavu – stabilní a plně funkční, abychom mohli získat validní výsledky – není jen tak."

Kristýna Boušová

medicíny, kdy navrhujeme specifické modifikace zacílení rakovinových imunoterapeutik. Imunoterapeutická léčba je velmi drahá a umí být efektivní, ale často se při ní vyskytují nepříjemné vedlejší účinky dané mimo jiné nespecifickým zacílením, tedy tím, že látka působí i na jiné než rakovinové buňky.

Vaším úkolem je tedy upravit danou látku tak, aby uměla lépe zacílit na správné místo?

Ano, pracujeme pouze s částmi protilátek a snažíme se je modifikovat tak, aby měly vyšší specifitu vůči tumorovým buňkám. Jinými slovy, aby cílily přesně tam, kde mají, a neohrožovaly zdravé buňky. Na tomto projektu jsme začali pracovat s kolegy z Yaleovy univerzity, nyní se už blížíme k podání patentu a hledáme zájemce o technologii mezi biotechnologickými a farmaceutickými společnostmi.

Můžete zmínit ještě jiný projekt, na kterém zrovna pracujete?

Další aplikace je také z oblasti medicíny a týká se použití mimo jiné v dentální chirurgii. Díky analýze molekuly, která je přítomná při výstavbě zubní skloviny, se nám podařilo charakterizovat nové peptidy, což jsou krátké části proteinů s antimikrobiální aktivitou. Na projektu jsme pracovali s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze, společným výstupem je podaná patentová přihláška.

K čemu by mohlo vaše zjištění pomoct? Kde by se dalo oné antimikrobiální aktivity využít?

Aktuálně již spolupracujeme s univerzitou v norském Oslu a její přidruženou dentální klinikou, kde tyto antimikrobiální peptidy navazujeme na titanový materiál, který je běžným základem dentálních náhrad. Jedna z našich doktorandek nedávno strávila dva měsíce v Norsku, kde vyvíjela technologii pro navázání antimikrobiálních peptidů přímo na vzorky titanových náhrad a studovala, zda byla aktivita peptidů zachována.

Kolik lidí vlastně máte v týmu? Jde o doktorandy nebo i mladší studenty?

Mám v týmu tři doktorandy a jednoho postdoktoranda, je nás tedy i se mnou pět. Zatím nemáme nikoho ze zahraničí, ale to se bude zřejmě v dohledné době měnit i v souvislosti s již zmíněným nabíhajícím evropským Horizont projektem.

Mají nynější studenti zájem o proteinové inženýrství?
Většina lidí z mého týmu, kteří se dnes zabývají proteinovým inženýrstvím, původně přišla z molekulární biologie, která pracuje převážně s DNA. Studenti mi často říkají, že DNA všechno vydrží a práce s ní je o dost snazší a že teprve s proteiny poznali pořádnou výzvu. Udržet protein v nativním stavu, tedy aby byl stabilní a plně funkční a my s ním mohli získat validní výsledky, totiž není jen tak. Proteinová chemie je složitější ve srovnání s molekulární biologií. Takže ano, zájem mají ti studenti, kteří si chtějí vyzkoušet něco trochu náročnějšího a zároveň se stále posouvat vpřed díky poměrně novému odvětví chemie.

Od takové náročné práce je třeba si občas odpočinout. Co vás vedle chemie a biologie baví? Čím relaxujete?
Pracovní čas hodně kompenzuji pobytem v přírodě, miluju túry, výlety, kempování. Než přišel covid, tak jsem i hodně cestovala, což se dalo s vědou docela dobře kombinovat. Díky různým konferencím jsem procestovala Japonsko, Austrálii, Spojené státy, ale třeba také jihoamerické Peru.

A co Jižní Afrika? Tu jste také poznala, ale jako malá holčička. Jak jste se tam dostala, s rodiči?
Ano, díky rodičům. Táta studoval jadernou chemii na VŠCHT, kde začal i doktorát. Po sametové revoluci se ale rodiče chtěli podívat do zahraničí, tak jsme odjeli do Afriky. Nakonec jsme tam strávili dva roky.

Kolik vám tehdy bylo a jak na pobyt na jihu afrického kontinentu vzpomínáte?
Bylo mi mezi třemi až pěti lety. Vzpomínek mám hodně, i když některé jsou takové útržkovité. Třeba si pamatuju, že jsme ve školce každý den dostávali k obědu krupicovou kaši, nikdy nic jiného. Vidím to jako dnes, museli jsme sedět způsobně u stolu, ruce za zády za židličkami, nesměli jsme se pohnout a kolem nás chodily paní učitelky s velkými lavory naplněnými kaší. V tu chvíli bylo naším jediným přáním dostat tu nejvíc kakaovou kaši, v některých lavorech totiž byla kaše bez kakaa. Život v Africe byl pro mě jedno velké dobrodružství plné nástrah a jedinečných vzpomínek. Moc bych si přála se tam znovu podívat.

Zmínili jsme vašeho otce, který je také chemikem, chemií se zabývá i váš bratr. Dokonce spolu vedete rodinnou firmu Art Carbon, která nabízí technologie na čištění vody pomocí uhlíkových nanotrubic. Pomáháte firmě v oblasti výzkumu, nebo jde naopak o činnost, u které si od vědy odpočinete?
Je to spíš ta druhá část. Vývoj samotného nanomateriálu jde za bratrem Danielem a tatínkem, technologie je především o anorganické chemii, v té odborník nejsem. S bratrem se ale neustále snažíme vymýšlet nové aplikace, na kterých bychom spolu mohli pracovat, a samozřejmě mým zájmem je, aby více zasahovaly i do biologické sféry.

O co například jde? V jaké oblasti můžete bratrovi pomoci?
Například by šlo využít fúzní proteiny designované proti určitým látkám, které v dnešní době nebezpečně znečišťují prostředí kolem nás. Velký problém je třeba s takzvanými PFAS, což jsou polyfluoroalkylové substráty. Hojně se vyskytují ve vodě i v půdě a mají silně negativní vliv na zdraví člověka, bylo již prokázáno, že způsobují rakovinu či neplodnost. S bratrem jsme právě na tuto problematiku podávali žádost o grant u Grantové agentury ČR.

S aktivní účastí ve firmě souvisí i váš titul MBA, který si od loňského roku píšete za jménem?
Ne, s firmou to původně vůbec nesouviselo. Když jsem dostala šanci založit laboratoř a vlastní pracovní skupinu, neměla jsem žádné zkušenosti s vedením a koordinací práce týmu lidí. Chtěla jsem si proto rozšířit vzdělání v oblasti managementu a leadershipu. Studovala jsem obor management inovací a ten se mi nakonec hodí v obou oblastech, jak ve výzkumu, tak ve firmě.

Zmínili jsme v průběhu rozhovoru několikrát velký mezinárodní projekt Horizont Evropa, který spouštíte letos v prosinci. Čeho se bude týkat?
Tímto novým projektem se vracím k environmentálním tématům, k nimž jsem tíhla už během studií. Mimo jiné budeme mít možnost navrhovat a vylepšovat nové enzymy vhodné pro degradaci plastů. Budeme mít příležitost pracovat s tisícovkami nových proteinových sekvencí, které v oceánech po celé planetě za desítky let nasbírala vědecká plachetnice Tara Oceans. Naše skupina Bioinformatika se přidala k mezinárodnímu konsorciu BlueRemediomics, které přímo navazuje na projekt TaraOcean Foundation. Pro nás pro všechny je to velice inspirující a těší nás, že můžeme alespoň trochu přispět k obnově zničené planety. •

PŘEDURČENÁ K CHEMII

Zájem o přírodní vědy mají v rodině. Chemii se věnuje nejen Kristýna, vystudovali ji také její bratr, matka i otec. . Zatímco však příbuzní tíhnou k anorganice, ji odjakživa zajímala chemie napojená na život. „Připadá mi fascinující sledovat, jak vypadá buňka a co všechno se v ní děje. Když se do tohoto mikrosvěta zahloubáte, uvidíte, jak málo o něm stále víme a jak je to nesmírně zajímavý svět sám o sobě," říká Kristýna Boušová. Ráda objevuje nejen svět v mikroměřítku, ale i vše kolem sebe. Miluje cestování. Navštívila Japonsko, Spojené státy, Austrálii i jihoamerické Peru. Ráda by se vrátila do Jihoafrické republiky, kde strávila část dětství. Možnost vycestovat jí aktuálně nabízí mezinárodní projekt, v rámci nějž se její tým podílí na vývoji enzymů z oceánů vhodných k degradaci plastů.

Autor: João Firmino Cabral
LAMPIÃO
Herói ou Bandido?
Cordel
COISAS DO SERTÃO
VOLUME II
Cordel
COISAS DO SERTÃO

Text: Leona Matušková, Foto: Shutterstock, Jana Plavec

ROMSKÝ ATLANTIK

V Evropě žijí Romové už dlouhá staletí. Přítomni jsou ale také na americkém kontinentě a do určité míry i v Africe, a to od samých počátků kolonizace.

Jmenuje se Brena a je jí něco málo přes dvacet let. V sedmnácti se provdala za bratrance Ariela a mají spolu malou dcerku. Oba pocházejí z tradiční romské rodiny, přesněji řečeno z rodiny Kalonů, jak si říkají brazilští Romové. Přesto se ale tento mladý pár vymyká. Už když se Brena vdávala, kladla si podmínku, že chce studovat a stát se lékařkou. Jako jedna z mála ze své komunity dostudovala střední školu a dostala se na univerzitu. Je dcerou velmi bohatého úspěšného Roma, který je považován za šéfa lokality, a mohl jí tak poskytnout tučné věno.

Mladý manželský pár se za studiemi odstěhoval až do Salvadoru, hlavního města státu Bahia (jeden z šestadvaceti států tvořících federaci Brazílie). Širší rodina zůstala v městečku Utinga, vzdáleném čtyři sta kilometrů. Peníze, které prostřednictvím věna poskytl studentčin táta, nyní spravuje Arielův otec, který je zahrnul do svého byznysu, a díky tomu podporuje mladý pár ve velkoměstě.

POTŘEBUJEŠ PŮJČIT? BĚŽ K „CIGANOS"

Arielův otec, ostatně jako otec Breny a spousta jiných kalonských mužů v současné Brazílii, se věnuje obchodu s penězi. „Půjčují peníze nejen v rámci romské komunity, chodí za nimi všichni, pro něž není snadné půjčit si od banky, a takových lidí není v Brazílii málo," říká antropolog Martin Fotta z Etnologického ústavu AV ČR. Může se jednat typicky o farmáře, kteří si vypěstují, co potřebují k životu, ale nemají dostatek peněz například na opravu střechu. V bance by na půjčku nedosáhli, a tak jdou za někým z místních „ciganos".

V okolí bank a jiných peněžních institucí postávají muži a nabízejí své služby těm, které oficiální finanční trh odmítne. Případně těm, pro něž je z nějakého důvodu výhodnější půjčit si peníze tímto způsobem. Ti úspěšnější půjčují přímo z domova, je potřeba za nimi přijít, ideálně s osobním doporučením. Paradoxem je, že někdy je k „ciganos" pošlou dokonce zaměstnanci bank.

Úrok bývá zpravidla vysoký, ale vždy záleží na konkrétní dohodě. Služby těchto „bankéřů z vnitrozemí", jak je nazval jeden novinář, využívají nejen chudí farmáři, ale i velcí hospodáři, podnikatelé a politici. Do byznysu půjčování peněz jsou zapojeni i lidé mimo komunitu, není to tak, že by to byla vyloženě romská záležitost. Šedá ekonomika je s tou oficiální v Brazílii hodně propojená, na vymáhání peněz se například podílejí i místní policisté.

Brazilští Romové jsou tedy součástí šedé ekonomiky a pohybují se na hraně legality, což je ale v této zemi obecně častý jev, který se neomezuje pouze na jednu etnickou nebo kulturní komunitu. Jaké postavení tedy mají Romové v brazilské společnosti? Je srovnatelné s Evropou, respektive s Českou republikou nebo Slovenskem? A jak se žije Romům jinde na světě?

Z VÝCHODNÍHO SLOVENSKA DO BRAZÍLIE

Právě tyto otázky si posledních několik let klade Martin Fotta a bude se je snažit zodpovědět také v novém projektu nazvaném Romský Atlantik, který loni podpořila Akademie věd ČR prémií Lumina quaeruntur.

Romskými tématy se zabýval už od začátku vysokoškolských studií. Přestože studoval v nizozemském Utrechtu a na University College London, bakalářskou i diplomovou práci psal o Romech z východního Slovenska, odkud pochází. „Tehdy na počátku tisíciletí se na Západě hodně mluvilo o východoevropských Romech, ze Slovenska i Česka migrovaly romské rodiny do Velké Británie a Kanady, ve hře bylo zavedení víz, bylo to prostě velmi živé téma," vzpomíná.

Při doktorském studiu antropologie se pak nabízela možnost vycestovat do exotičtější Jižní Ameriky a tam se mladému Slovákovi otevřely úplně nové perspektivy. Původně se chtěl zaměřit na Argentinu, ale připadala mu hodně „evropská". Naopak vzdálená od evropské perspektivy se mu zdála situace v brazilském státě Bahia. Jeho nynější hlavní město Salvador bylo v době portugalské kolonizace jednou ze světových metropolí obchodu s otroky a s cukrovou třtinou. Naprostá většina z více než čtrnácti a půl milionu bahijských obyvatel má tmavou pleť, mnozí z nich jsou potomky původních otroků, ale i kolonizátorů, mezi nimiž byli též Romové.

„V Bahii se dodnes vyskytuje silná romská komunita. Velmi mě zajímalo, jaký je jejich život v lokalitě, kde nejsou v pozici segregované menšiny, ale jsou jednou ze skupin, které spoluutvářejí novou společnost," říká Martin Fotta.

NA LODI S KRYŠTOFEM KOLUMBEM

Brazilští Romové – Kaloni – jsou většinou potomci portugalských Romů, kteří na území dnešní Brazílie prokazatelně žili v 16. století. Úplně první Romové na jihoamerický kontinent připluli dokonce už na jedné z lodí Kryštofa Kolumba. Podle písemných pramenů to bylo v roce 1498, kdy byli čtyři „Egypťané", jak se tehdy Romům také říkalo, deportováni na ostrov Hispaniola, aby si tam odpykali tresty. Větší skupiny Romů se do Brazílie, zejména na severovýchodní území Bahie, dostávaly v průběhu 18. století, kdy je tam nechal převézt portugalský panovník.

Romové tak sice na nový kontinent nezřídka přijížděli nedobrovolně, ale v nové lokalitě se uměli rychle zorientovat. Jsou dokonce doložené i případy, kdy se stali úspěšnými obchodníky se zotročenými Afričany.

Přestože od jejich příchodu na brazilskou půdu uplynulo už několik staletí, svou romskou identitu si mnozí z nich uchovávají dodnes. V soukromí používají romštinu, ženy nosívají dlouhé pestrobarevné sukně

Romové v Brazílii nejsou menšinou, ale jednou z mnoha kulturních skupin, které tvoří současnou multikulturní mozaiku více než dvousetmilionové společnosti.

a šaty, některé rodiny žijí ve stanech a často se stěhují. Velký důraz kladou na rodinný život a komunitní soudržnost.

Cílem projektu Martina Fotty je podívat se na romskou identitu z globálního pohledu. Nabídnout i jinou než dosud dominantní, čistě evropskou perspektivu. Ta totiž v současných studiích romské historie, jazyka a dalších reálií převládá a romský příběh podává v omezených kontextech vztahu většina/menšina – tedy jak se vztahoval nebo vztahuje stát a většinová společnost k romské minoritě.

Romové v Brazílii nejsou menšinou, jak ji vnímáme v Evropě. Jsou jednou z mnoha kulturních skupin, které tvoří současnou multikulturní mozaiku více než dvousetmilionové společnosti. Brazílie byla největší portugalskou kolonií, ale ne jedinou. Ve stejnou dobu, kdy Romové připlouvali k jihoamerickým břehům, se dostávali také do Angoly a na souostroví Kapverdy, které se nachází v Atlantském oceánu u západoafrického pobřeží.

BYDLENÍ V ROMSKÉ ULIČCE

Jednou z důležitých metod práce etnologa nebo antropologa je zúčastněné pozorování, při kterém se výzkumník snaží být co nejblíže objektu svého zkoumání. S lidmi, jejichž život se snaží pochopit, musí navázat bližší vztah, hovořit s nimi, strávit s nimi nějakou dobu. Martin Fotta poznal mnoho brazilských Romů už při své první výzkumné cestě v době studií a pak se za nimi opakovaně vracel. „Začátky nebyly jednoduché. Přišel jsem a lámanou portugalštinou jim řekl: ‚Jsem Martin, student z Evropy a mám pro vás pár otázek'. Zpočátku moc nevěděli, co po nich chci, ale po čase zjistili, že jsem neškodný, a zvykli si na mě," vzpomíná se smíchem antropolog. Spolu s nynější manželkou si pronajali byt přímo v „cikánské ulici" (Rua dos ciganos) v malém městečku ve vnitrozemí Bahie.

Detailnímu výzkumu v brazilském terénu se tentokrát bude věnovat jedna z členek projektového týmu Brazilka Anna Clara Viana. Další kolegyně, Italka Tina Magazzini, se zaměří především na práci v Portugalsku. Zatím velkou neznámou je pro výzkumný tým situace v Angole. Na tu se chce blíže podívat Martin Fotta, nejprve prostřednictvím archivních dokumentů.

„Bylo to jedno z nejhorších míst, na které jste se mohli v době portugalské kolonizace dostat, hlavně kvůli chorobám, které Evropanům hrozily. Být deportovaný do Angoly byl fakt problém," říká vědec. Do Angoly úřady deportovaly nejen portugalské obyvatele včetně romských, za trest tam posílali i provinilce z Brazílie. Guvernér Angoly nicméně vyžadoval především Romy, protože byli schopnější podstoupit nebezpečnou cestu za slonovinou do vnitrozemí.

Jestli bude Angola „za trest" i pro dnešního výzkumníka, se teprve uvidí. Martin Fotta si v tuto chvíli domlouvá kontakty a ujasňuje si, kdy a kam se do Angoly vydá. V archivech potřebuje zjistit, nakolik silná byla romská přítomnost v Angole, a přímo na místě si ověřit, jestli v zemi ještě nějací Romové zůstali. „Velmi by mě zajímalo, o kom vlastně mluvíme, jaké je jejich postavení v černošské zemi a co mají společného s portugalskými a brazilskými Romy. Celý projekt je o transformacích identity v prostoru, který byl dříve propojený v koloniální říši, ale teď je rozdělený," uzavírá Martin Fotta.

Zatím je velkou neznámou, co přesně výzkum v Angole a na Kapverdách odhalí a jaké nové poznatky o romské identitě přinese. Každopádně půjde o zcela nové informace a souvislosti, jimž se dosud žádný ze sociálních vědců nevěnoval. Výsledkem bude minimálně jedna kniha, několik odborných článků a otevřená databáze zjištěných dat. Třeba se v průběhu hledání v archivech a v terénu podaří odkrýt i nějaký další zajímavý příběh, podobný tomu, který v současné době prožívá mladý romský pár Brena a Ariel v Brazílii. •

MARTIN FOTTA, Ph.D.
ETNOLOGICKÝ ÚSTAV AV ČR

Vystudoval společenské vědy na University College Utrecht a sociální antropologii na University College London. Doktorské studium absolvoval v roce 2012 v oboru antropologie na Goldsmiths, University of London. V roce 2018 mu vyšla v nakladatelství Palgrave Macmillan monografie *From Itinerant Trade to Moneylending in the Era of Financial Inclusion: Households, Debts and Masculinity among Calon Gypsies of Northeast Brazil*. V roce 2021 získal od Akademie věd ČR prestižní prémii Luminia queuruntur na projekt, jehož cílem je podívat se na romskou identitu z globálního pohledu.

Pravěký RONDEL

Text: Markéta Wernerová
Foto: Tomáš Kopecký, Jana Plavec (11)

KRUHOVÁ STAVBA

První písemná zmínka o obci Vinoř pochází z 11. století. Lidé tu však žili již mnohem dříve. Dokládají to mimo jiné terénní výzkumné práce, při kterých pracovníci pražského Archeologického ústavu AV ČR od července tohoto roku odkrývají unikátní stavbu z doby kamenné, takzvaný rondel. Na poli při okraji nynější městské části Praha 19 se v brzké době začnou stavět bytové domy, odborníci tak mají ojedinělou příležitost místo prozkoumat, a to téměř v celém rozsahu. Objevení skoro sedm tisíc let starého pravěkého rondelu není novinkou, archeologové o něm věděli již od osmdesátých let minulého století, kdy se zde budovaly inženýrské sítě. V duchu svého oboru jej však nechali zachovaný pro budoucí generace a čas na důkladný průzkum přišel až nyní.

PĚTAPADESÁT METRŮ

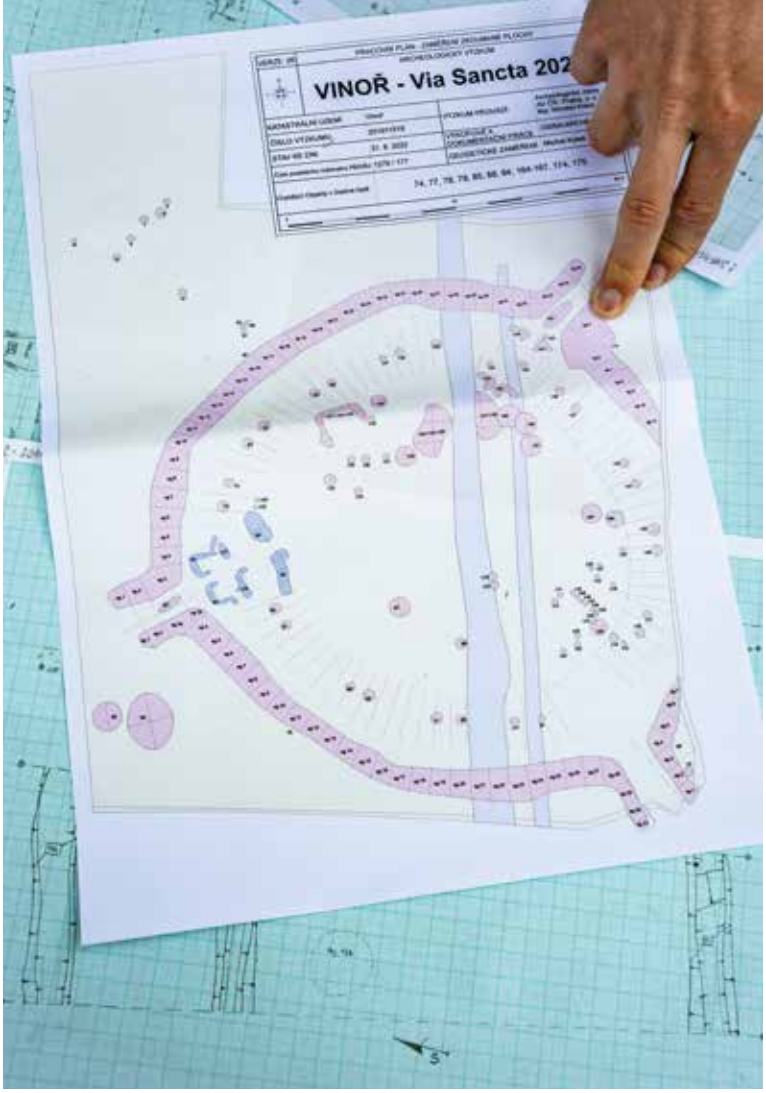
Projekt nese název Via Sancta, Svatá cesta. Vinoř totiž leží na Svatováclavské cestě, která vedla z Prahy do Staré Boleslavi. Vinořský rondel je jedním ze dvou stovek nalezených na území Evropy. V průměru měří 55 metrů a svým půdorysem je neobvyklý. „Jde o jeden z mála, který má tři vstupy. Jsou orientované na sever, jihozápad a jihovýchod," vysvětluje vedoucí terénního výzkumu Miroslav Kraus z Archeologického ústavu AV ČR, Praha (portrét na straně 57). Rondel se skládá z jednoho příkopu se špičatým dnem a tří kruhových žlábků v prostoru obklopeném příkopem. „Překvapily nás kompletně zachovalé pozůstatky palisádových žlábků, do nichž byla původně zapuštěna centrální dřevěná konstrukce," dodává archeolog.

K ČEMU SLOUŽIL?

Jedna z nejdůležitějších otázek však zatím zůstává (a pravděpodobně i nadále zůstane) nezodpovězena. Totiž k čemu rondel vlastně sloužil. Do úvahy přichází hned několik možných využití, nad kterými odborníci debatují. „Zajímavá je podobnost s monumentem Stonehenge. Rondel je však o tisíc pět set let starší," říká archeolog Miroslav Kraus. Šlo tedy o stavbu náboženského charakteru? Byla součástí nějakého kultu? Zasvěcená bohům? Nebo se rondel využíval k obyčejnějším účelům, například jako tržiště, sportoviště či aréna? Odborníci na otázku zatím nedokážou odpovědět, je ovšem možné, že rozuzlení nakonec přinesou důkladné analýzy získaných vzorků a nálezů.

VYPÍCHANÁ KERAMIKA

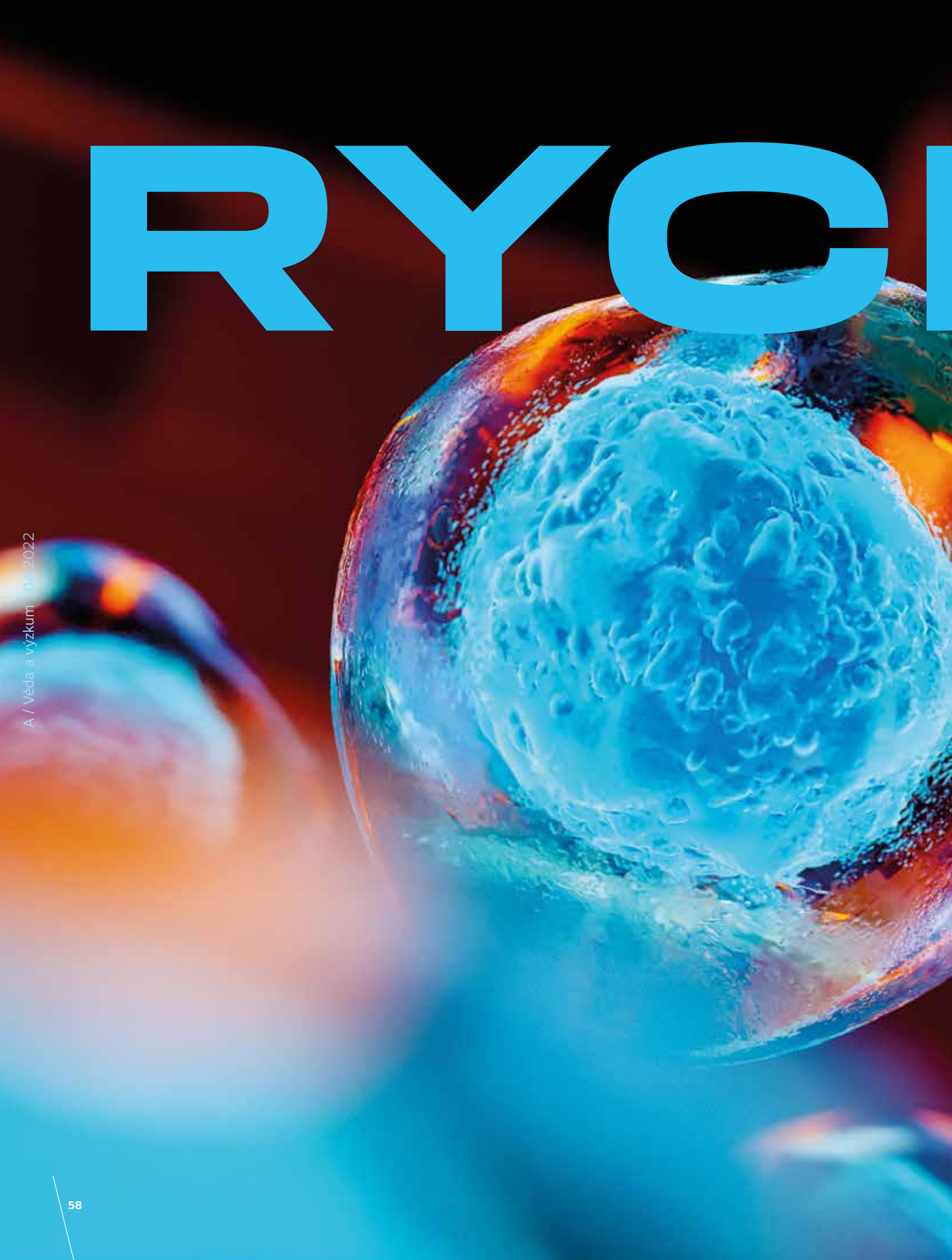
Pečlivě označené sáčky a krabice skrývají opravdové poklady. Archeologové na místě nalezli například kostěná šídla, broušené sekyrky nebo vypíchanou keramiku. Kultura s vypíchanou keramikou vznikla ve středním neolitu na počátku 5. tisíciletí před naším letopočtem. Je typická pro oblast střední a západní Evropy, zejména dnešní Česko, Polsko, Rakousko či Německo. Navazuje na kulturu s keramikou lineární a rozvíjí se na stejném území. Její název je odvozen právě od charakteristického způsobu zdobení keramických nádob, vpichů. Pravěcí řemeslníci tvořili ornamenty pomocí dřevěných či kostěných nástrojů.



JE TO TVRDÁ DŘINA

Archeologie není jednoduchá disciplína. Kdo se jí věnuje, musí počítat s tím, že se při terénních výzkumech umaže. Pracovníci, kteří odkrývají vinořský rondel, tráví většinu času fyzicky náročnou prací. Půdu, jež pozůstatky stavby zakrývá, je třeba vykopat, pečlivě zkontrolovat a odvézt mimo naleziště. Veškeré nálezy pak zaznamenat a uložit. Se svými 55 metry patří – naštěstí pro ně – místní rondel k těm menším. Až terénní výzkum skončí, zbytky rondelu se opět zakryjí a na místě vyrostou nové domy. Že se tu před tisíci lety procházeli pravěcí obyvatelé, by měla připomínat stezka s informační tabulí v místě hlavního příkopu.

RYCI



Text: Zuzana Šprinclová \ Foto: Shutterstock, Jana Plavec, Minal Jain

HLÍK DO STANICE BUŇKA

Kdo uvnitř buňky rozhoduje a kdo poslouchá? Porozumět vnitrobuněčné komunikaci je klíčové třeba pro léčbu rakoviny i sklerózy.

Kyslíkové radikály nemají vůbec dobrou pověst. Jsou častou příčinou mnoha lidských chorob včetně degenerativních a nádorových. Říká se o nich, že jsou daní za to, že můžeme dýchat kyslík.

Jejich škodlivost odhalili vědci v šedesátých letech minulého století a od té doby se o nich mluví zpravidla v negativním smyslu. Lékaři začali k jejich neutralizaci používat antioxidanty, od kterých se očekávalo mnohé, ale zázrak se bohužel nekonal. Léčba měla v mnoha případech dokonce opačný efekt a nemoc zhoršila.

Tak dlouho vědci hledali odpověď na otázku proč, až se během výzkumů asi před deseti lety ukázala nečekaná skutečnost. Radikály kyslíku nejsou jen škodlivé, v malém množství zastávají i pozitivní úlohu – v komunikaci mezi buňkou a její mitochondrií, buněčnou továrnou, která je zodpovědná za výrobu energie. Mitochondrie pomocí radikálů buňce sděluje, kolik energie (adenosintrifosfátu, ATP) je schopná poskytnout. Jestli se cítí dobře, buňka se může rozdělit, pokud jí chybí důležité látky, může naopak usnout, či dokonce spáchat buněčnou smrt, aby nepoškodila své okolí.

Vědci se v minulosti snažili především objasnit základní mitochondriální mechanismy, při kterých vzniká ATP. Nikdo se nad možností vnitrobuněčné komunikace nepozastavoval. „Přitom je naprosto zásadní, aby buňka rozuměla, jak se její mitochondrii daří," tvrdí ›

Radikály kyslíku jsou velice reaktivní molekuly, které takzvaně oxidují proteiny. Tato chemická reakce vytváří nové molekulární vazby, které mohou změnit aktivitu proteinu, jeho stabilitu či vnitrobuněčnou lokalizaci. Oxidované proteiny bude vědkyně se svým týmem identifikovat pomocí nových senzitivních metod hmotnostní spektrometrie.

„Pokud se podaří pochopit základní buněčný proces, budou mít nové poznatky přesah do mnoha odvětví biologie, včetně lidské medicíny."

Alena Panicucci Zíková

molekulární bioložka Alena Zíková z Parazitologického ústavu Biologického centra AV ČR.

Vědkyně chce rozluštit fungování mitochondriální signalizace, objasnit komunikační síť v buňce. „Chceme zjistit, kdy jsou kyslíkové radikály životně důležité pro správnou funkci buňky a kdy už naopak škodí," vysvětluje Alena Zíková ambiciózní cíl chystaného výzkumu, na který letos získala dva miliony eur z evropského grantu ERC Consolidator.

NEPOCHOPENÁ BUŇKA

Na podání žádosti o prestižní grant se připravovala asi rok. Přemýšlela, jak téma komunikace v buňce vhodně uchopit. „Projektu musíte věřit. Sebevědomí, přesvědčení, že uspějete, hraje obrovskou roli. Ve chvíli, kdy máte pochybnosti, to na vás grantová komise pozná," popisuje Alena Zíková.

Jako modelový organismus chce ve výzkumu využít jednobuněčného parazita trypanozómu spavičnou *(Trypanosoma brucei)*, kterého studuje již dvacet let. Tento parazit způsobuje spavou nemoc, ale díky společnému úsilí různých mezinárodních týmů se ji konečně podařilo dostat pod kontrolu a v současné chvíli jsou k dispozici i nové léky (počet případů klesl z desetitisíců ročně na pouhé stovky).

Po mnohaleté práci vědkyně nechtěla parazita jen tak „zavřít" do šuplíku. Rozhodla se proto, že své zkušenosti a znalosti využije k základnímu výzkumu vnitrobuněčné komunikace. Objevila totiž, že trypanozóma spavičná využívá radikály kyslíku se signalizační funkcí k svému vývoji v mouše tse-tse.

Navíc má podle ní parazit jednu velkou výhodu – je jednoduchý. Sestává jen z jediné buňky a obsahuje pouze jednu mitochondrii, na rozdíl od buněk savců, které jich mají desítky. Navíc je schopen se přirozeně přeměňovat (diferenciovat) do různých buněčných typů v kultuře. Tím vším umožní studovat základní principy buněčné diferenciace na té nejjednodušší úrovni.

Výzkumníci v laboratoři Aleny Zíkové umí aktivitu mitochondrie měnit – zvýšit nebo snížit množství vylučovaných radikálů kyslíku do cytoplazmy (tekutého obsahu buňky). Rádi by se podívali, co v buňce radikály dělají, jaký mají přirozený vliv na aktivitu různých proteinů.

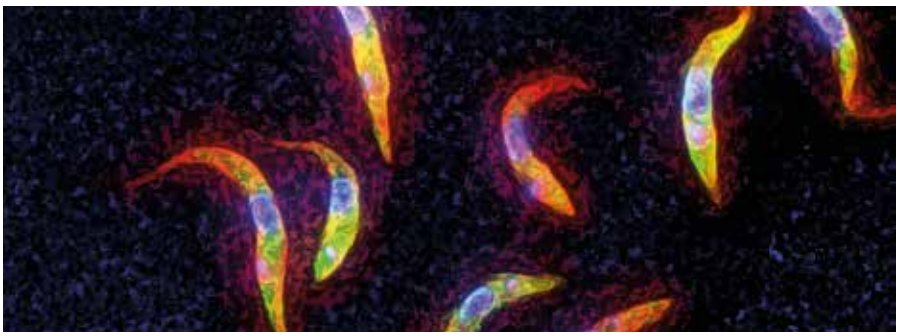
„Téma výzkumu poměrně dlouho krystalizovalo. Grant jsme získali také díky tomu, že budeme zkoumat něco fundamentálního na jednoduchém organismu a nejsme limitovaní složitostí mnohobuněčných modelových systémů," je přesvědčená bioložka.

U složitějších mnohobuněčných organismů vědci studují diferenciaci růz-

RNDr. ALENA PANICUCCI ZÍKOVÁ, Ph.D.
BIOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR

Molekulární bioložka vede od roku 2009 výzkumnou skupinu v Parazitologickém ústavu Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích. Přednáší také na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity. Jako postdoktorandka pracovala pět let v Seattlu v USA v Biomedical Research Institute. Hostovala v laboratořích na univerzitách v Cambridgi a Amsterdamu. V roce 2009 získala ocenění L'Oréal UNESCO pro ženy ve vědě a v roce 2010 Prémii Otto Wichterleho. Letos získala prestižní výzkumný grant ERC Consolidator.

ných typů buněk závislou na produkci radikálů kyslíku. Například ale u rakovinných buněk je výzkum problematický. Po vyjmutí z tumoru v laboratorních podmínkách se zkoumané buňky mohou chovat jinak než běžně v těle. Alena Zíková doufá, že informace z jejího výzkumu přejmou v budoucnu další vědci a aplikují je na extrémně komplexní a složité systémy savčích buněk.



Fotografie zobrazuje buňky bičíkovce trypanozomy spavičné, které mají fluorescenčně obarvenou DNA, cytosol a mitochondrii.

ŽENY VE VĚDĚ

Biologie ji vždy fascinovala, parazitologie ale nebyla její první volbou. Původně se chtěla stát lékařkou, stejně jako její matka. Ta ale studium medicíny dceři nedoporučila. Lékaři totiž v době jejího rozhodování o vhodném vzdělání nebyli za svou náročnou práci dostatečně oceňováni. Navíc jde o práci ve stresu, v psychicky náročném prostředí. „Nicméně, když si uvědomím kladené nároky na vědce a jejich finanční ohodnocení, nevím, zda jsem si pomohla," směje se Alena Zíková.

Její cesta tedy vedla do Českých Budějovic, kde studovala biologii na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity. V Budějovicích ji najdete i dnes – v Parazitologickém ústavu Biologického centra AV ČR. „Ve škole jsem se našla. Studium se mi líbilo, byla jsem fascinována biologií parazitů, možnostmi působení v zahraničí, kde jsem potkala řadu zajímavých lidí, kteří jsou dodnes stimulujícími přáteli," říká uznávaná parazitoložka.

Jako postdoktorandka se vydala do parazitologické laboratoře v Biomedical Research Institute v americkém Seattlu. Díky tamní pozitivní pětileté pracovní zkušenosti se rozhodla ve vědě zůstat a založit si vlastní laboratoř. Ovlivněna kolegy propadla silné touze po poznání a potřebě pomoci lidstvu v boji proti infekčním chorobám.

Pobyt za oceánem ukázal Aleně Zíkové slabosti vědy v Česku. Podle ní u nás chybí kvalitní mentoring, vzory pro budoucí generaci. „Snažím se vychovávat své studenty tak, aby byli uvědomělí, motivovaní a vyrovnaní. Aby byli spokojení a věděli, čeho chtějí ve vědě dosáhnout. Každý máme jiný vrchol, jiný cíl. Věda je extrémně náročná, občas je to boj s větrnými mlýny, vyžaduje sebezapření a osobní oběť, ale zároveň může být krásná."

Ve Spojených státech měla možnost vidět už před patnácti lety ženy ve vedoucích pozicích a na stejné úrovni jako muže, což u nás v té době bylo ještě výjimečné. Navíc měly pracovní podmínky upravené tak, aby zvládly vědu i péči o děti. Alenu Zíkovou to inspirovalo a rozhodla se dokázat, že i u nás je možné mít rodinu a zároveň dělat vědu na vysoké úrovni, vést laboratoř. „Jedna známá vědkyně mi kdysi při večeři řekla, že pro ženu a její vědecký život je vůbec nejdůležitější vybrat si správného partnera. Mně se to naštěstí povedlo," tvrdí Alena Zíková.

Manžela potkala v Seattlu a dnes s ním pracuje v laboratoři v Českých Budějovicích. Společně se starají o dvě děti. Momentálně s nimi tráví více času otec. Příprava na nový velký výzkum, který plánuje molekulární bioložka spustit počátkem roku 2023, zabere spoustu času. „Je to rychlík, který nemá zastávky, ba naopak ještě musí zrychlit. Zodpovědnost dovést projekt do kýženého cíle je obrovská, ale dám do toho všechno," říká důrazně.

Případný další úspěch, pochopení základního buněčného procesu, by měl obrovský význam a přesah do mnoha oblastí biologie. Lidskou medicínu nevyjímaje. Například odhalení proteinu, který by prostřednictvím radikálů kyslíku uměl nebezpečně se množící rakovinné buňce vyslat signál „stop", by mohl v budoucnu vyřešit jeden velký lidský problém – rakovinu.

„Se svou dnešní pozicí jsem spokojená. Považuji za důležité budovat vzory pro budoucí generace vědců a vědkyň. Chci vychovávat studenty, kteří budou nejen ve vědě šťastní."

Alena Panicucci Zíková

NOVÝ VĚDECKÝ MODEL

Vizí molekulární bioložky Aleny Zíkové je povýšit jednobuněčného parazita trypanozómu spavičnou na nový modelový organismus, jako je například myš, háďátko nebo podobně jednoduché kvasinky. Parazita studuje dvacet let a v její laboratoři na něj umí aplikovat nejmodernější genetické a molekulární metody. „K pochopení komplexnosti života, k zodpovězení základních otázek fungování buňky je důležité používat evolučně vzdálené modelové organismy, tedy modely s různou historií svého působení na Zemi," říká Alena Zíková.

JÍDLO v koši

Podle Organizace pro zemědělství a výživu (FAO) se každý rok na světě vyhodí až jedna třetina vyprodukovaných potravin. Jaké dopady má plýtvání jídlem a jak mu zamezit?

Znáte nějakého Michala? Pak asi víte, že má jmeniny 29. září. Na stejný den připadá od roku 2020 jiný „svátek“ – Mezinárodní den povědomí o plýtvání jídlem. Vyhlásila jej Organizace spojených národů s cílem upozornit na negativní dopady plýtvání jídlem a nastavit lepší a odolnější potravinový systém. Potravinová krize zasáhla novodobý svět už v roce 2008. S podobnými problémy se planeta potýká i v současnosti.

Příčin je několik a jsou různě provázány. Klimatická změna, sucho, degradace půdy, rychlý nárůst obyvatel, energetická krize a v neposlední řadě současná geopolitická situace, zejména válečný konflikt na Ukrajině. Světoví lídři o problému vědí, někteří se jej snaží řešit, jiní jen tiše přešlapují opodál. Do debaty, jak situaci čelit, se zapojuje i vědecká obec. Nabízí různá řešení, například cílené genové editace rostlin, které mohou zajistit vyšší odolnost zemědělských plodin vůči chorobám i škůdcům, a tím pádem i větší úrodu.

JAK NAKRMIT SVĚT

Aby mohla politická reprezentace činit kvalifikovaná rozhodnutí (například povolit využití plodin šlechtěných genovou editací), potřebuje dostatek relevantních informací, založených na vědecky podložených a ověřených datech. I proto vznikají různé studie, šetření a výzkumy, aby podobné informace zprostředkovaly. Centrum pro výzkum veřejného mínění (CVVM) při Sociologickém ústavu AV ČR realizuje pravidelná dotazníková šetření mezi českou veřejností. Zjišťuje, jaký je postoj lidí k plýtvání potravinami, jaké je jejich nákupní a spotřebitelské chování či které problémy v dané oblasti vnímají jako nejpalčivější.

„Plýtvání jídlem má velmi vážné ekologické, ekonomické i sociální dopady. Na světě se vyhodí přibližně jedna třetina produkce, což je asi 1,3 miliardy tun. Toto množství by dokázalo nasytit až tři miliardy lidí,“ ›

Na jednoho Evropana připadá podle údajů Organizace pro výživu a zemědělství přibližně 96 až 115 kilogramů vyhozeného jídla za rok. Více než polovinu mají na svědomí domácnosti. Ostatní ztráty jsou v produkci, zpracovatelském průmyslu, stravování a malo- a velkoobchodě.

říká Radka Hanzlová ze Sociologického ústavu AV ČR, která se tématu věnuje také v rámci výzkumného programu *Potraviny pro budoucnost* Strategie AV21. Jeho cílem je přispět na národní úrovni k zajištění dostatku kvalitních potravin a na globální úrovni k využití potenciálu české vědy pro pomoc zemím třetího světa. Reaguje tak na jednu z nejdůležitějších výzev současnosti, kterou je zabezpečení potravin pro stále rostoucí světovou populaci.

Proti jiným částem světa (například značné části afrických zemí) si Evropané stále ještě žijí v blahobytu. Potravin je dostatek (vlastně nadbytek), police a regály obchodů jsou plné. Pravděpodobně i to je příčinou, proč Evropané patří k největším „plýtvačům“. Každý rok vyhodí potraviny za neuvěřitelných 149 miliard eur. Běžný občan České republiky už však krizi začíná pociťovat také, především na své peněžence. Ceny ovoce, zeleniny, pečiva, másla i dalších produktů stoupají, a nejen v řádu jednotek korun.

Přesto však, jak upozorňuje Radka Hanzlová, neexistuje ve světě ani u nás dostatek vypovídajících výzkumů a dat ani přesná metodologie, jak potravinový odpad měřit, co do něj započítávat. Jde tedy většinou pouze o kvalifikované odhady. „I tak jsou čísla alarmující,“ dodává sociolożka.

CO SI MYSLÍ ČEŠI

CVVM provedlo v letošním roce několik šetření, která zjišťovala postoje českých občanů k problematice plýtvání jídlem. Respondenti měli například vyjádřit souhlas, či nesouhlas s několika výroky. Nejčastěji souhlasili s výrokem „když připravuji jídlo, dbám na to, abych využil vše, co lze“, a to v 82 procentech. Více než tři pětiny dotázaných pak souhlasily s tím, že „když plýtvají jídlem, mají špatné svědomí“. Rovněž se ukázalo, že pro dvě třetiny respondentů je rozhodujícím faktorem, zda jídlo vyhodit, či nevyhodit, vzhled či zápach konkrétní potraviny.

Co se týká vzhledu vyhazovaného jídla – zejména ovoce a zeleniny – zjišťovali výzkumníci, jak je to v Česku s nakupováním vzhledově ne zcela dokonalých kousků. Ke spotřebitelům se totiž nedostane dvacet až třicet procent z celkového množství. V průzkumu se ukázalo, že veřejnost „ošklivkám“ příliš nefandí. Při zachování stejné ceny by si mezi zeleninou a ovocem, kde by vedle sebe ležely nedokonalé a tvarově perfektní kusy, 65 procent dotázaných spotřebitelů vybralo dokonalý.

Jaký k tomu mají důvod? Dokonalé kousky se lépe čistí a krájí. Když se výzkumníci ptali, proč by si lidé naopak koupili zeleninu nedokonalou, bylo hlavním důvodem přesvědčení, že nedokonalost znamená přirozenost a takové produkty nejsou chemicky ošetřeny. Respondenti si rovněž myslí, že rozhodující vliv na požadovaný vzhled ovoce a zeleniny, které se dostanou na pulty obchodních řetězců a supermarketů, mají normy Evropské unie a obchodních řetězců a supermarketů.

Stranou nezůstaly ani otázky týkající se šetrného chování k životnímu prostředí v souvislosti s nakupováním potravin, nebo způsobem stravování. Pro českou veřejnost je při nákupech jídla jednoznačně nejdůležitější cena a následně složení, naopak nejméně důležitý je obalový materiál. Přibližně jedna čtvrtina respondentů kupuje alespoň občas biopotraviny a téměř tři pětiny přinejmenším někdy kompostují, buď na zahradě, nebo dávají bioodpad do hnědých popelnic, takzvaných kompostejnerů.

Co dalšího prospěšného pro životní prostředí lidé dělají? Nejčastěji si na nákup nosí vlastní tašku a doma třídí běžný odpad. Příliš ovšem nenakupují zeleninu a ovoce do „nekonečných sáčků“ a ani se nesnaží omezit jízdy autem (například právě na nákup).

DO KDY JÍDLO SPOTŘEBOVAT

Víte, jaký je rozdíl mezi pojmy „minimální trvanlivost“ a „spotřebujte do“? Vysvětlení najdete v samostatném boxu. Většina české veřejnosti (73 procent) rozumí správně

DATUM SPOTŘEBY VERSUS MINIMÁLNÍ TRVANLIVOST

Možná kvůli nevědomosti vyhazujete jídlo zbytečně. Pokud je na etiketě uvedeno „spotřebujte do“, neměli bychom již po uplynutí této doby výrobek jíst, mohl by pro naše zdraví představovat riziko. Takové produkty se již nesmějí v obchodech prodávat. Týká se to zejména čerstvých potravin – masa, ryb, mléčných výrobků. Naproti tomu minimální trvanlivost označuje výrobky, které se nekazí tak rychle, mají delší životnost a i po uplynutí lhůty se mohou (viditelně označené) prodávat v obchodech, a tedy konzumovat. Jde například o těstoviny, rýži, sušenky, konzervy a další. Potraviny po uplynutí doby minimální trvanlivosti alespoň občas spotřebovává 64 procent dotázaných.

JAK OMEZIT PLÝTVÁNÍ?

PLÁNOVAT VAŘENÍ I NAKUPOVÁNÍ. NAKUPOVAT PODLE SEZNAMU

NEPODLÉHAT „VÝHODNÝM“ AKČNÍM NÁKUPŮM

NAKUPOVAT SEZONNĚ A LOKÁLNĚ

SPRÁVNĚ SKLADOVAT POTRAVINY. ZAMRAZOVAT

ZPRACOVÁVAT ZBYTKY, NEUPOTŘEBENÉ KOMPOSTOVAT

KONTROLOVAT OBSAH LEDNIČKY

SDÍLET ČI DAROVAT NESPOTŘEBOVANÉ JÍDLO

POROZUMĚT ÚDAJŮM NA OBALECH POTRAVIN

DÁVAT SI PŘIMĚŘENÉ PORCE

označení „spotřebujte do“. Naopak význam minimální trvanlivosti je méně jasný, správně jej chápe jen 46 procent dotázaných. Obeznámenost české veřejnosti s uvedenými termíny však v posledních několika letech roste. Češi nejsou jediní, podobné je to i v dalších zemích Evropské unie. Ukázalo se totiž, že téměř desetina vyplýtvaných potravin (8,8 milionu tun) se vyhodí právě kvůli tomu, že spotřebitelé zmíněným pojmům nerozumí.

Z výzkumů dále vyplynulo, že přibližně polovina dotázaných považuje plýtvání potravinami za velký problém, ačkoli si mnozí myslí, že jsou aktuálnější problémy, které je potřeba řešit. Zároveň je však dobrou zprávou, že pouze každý desátý

Mgr. RADKA HANZLOVÁ

SOCIOLOGICKÝ ÚSTAV AV ČR

Vystudovala sociologii na Filozofické fakultě UK. Pracuje jako analytička v Centru pro výzkum veřejného mínění (CVVM) Sociologického ústavu AV ČR. Věnuje se tématům, jako je například osobní pohoda, štěstí či životní spokojenost, dále životní prostředí, klimatická změna, spotřeba a plýtvání potravinami. K problematice plýtvání jídlem má velmi osobní vztah. Jeho ekologické dopady byly hlavním důvodem, proč se začala stravovat čistě rostlinnou stravou.

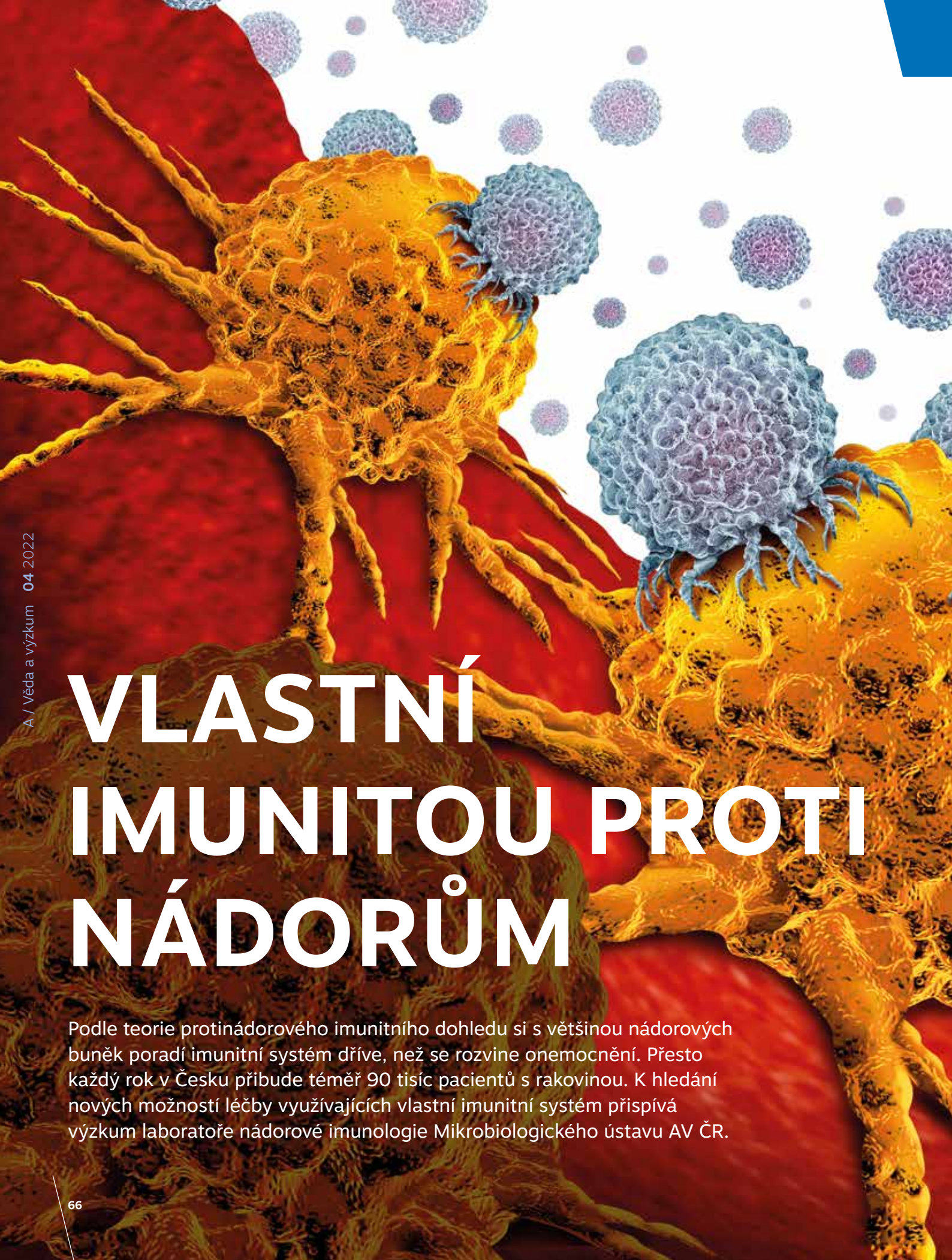
člověk nepovažuje plýtvání jídlem za celospolečenský problém. Jak totiž vědecká bádání dokládají, problém to je, dokonce globální, a je třeba postavit se mu čelem.

Omezit plýtvání se snaží i supermarkety. Máme k dispozici například bedýnky v Lidlu, koutek s potravinami s končící spotřebou v Globusu či Tescu, třicetiprocentní slevu „pomozte nám neplýtvat“ v Albertu a další. Jaký názor má Radka Hanzlová? „Každou snahu je potřeba ocenit, protože plýtvání stále není mainstreamové téma. Velmi mě těší, že takových aktivit přibývá. Myslím si, že je to skvělé, protože lidé tím mohou i ušetřit.“

Jak tedy neplýtvat? Na nařízení, která přijdou shora, čekat nemusíme, se změnami může každý začít sám u sebe. Inspirujte se například několika tipy, jak omezit plýtvání, uvedenými v naší infografice. „Samozřejmostí je pro mě dodržování základních pravidel a pouček, jak plýtvání předcházet. Zmíním například plánování nákupů, správné skladování či vaření přiměřených porcí. Vlastně si ani nepamatuji, kdy naposledy jsem něco vyhodila,“ říká Radka Hanzlová. Další zajímavé a užitečné informace lze nalézt například na webu projektu zachranjidlo.cz, s nímž badatelé a badatelky z Akademie věd ČR v rámci Strategie AV21 rovněž spolupracují. •

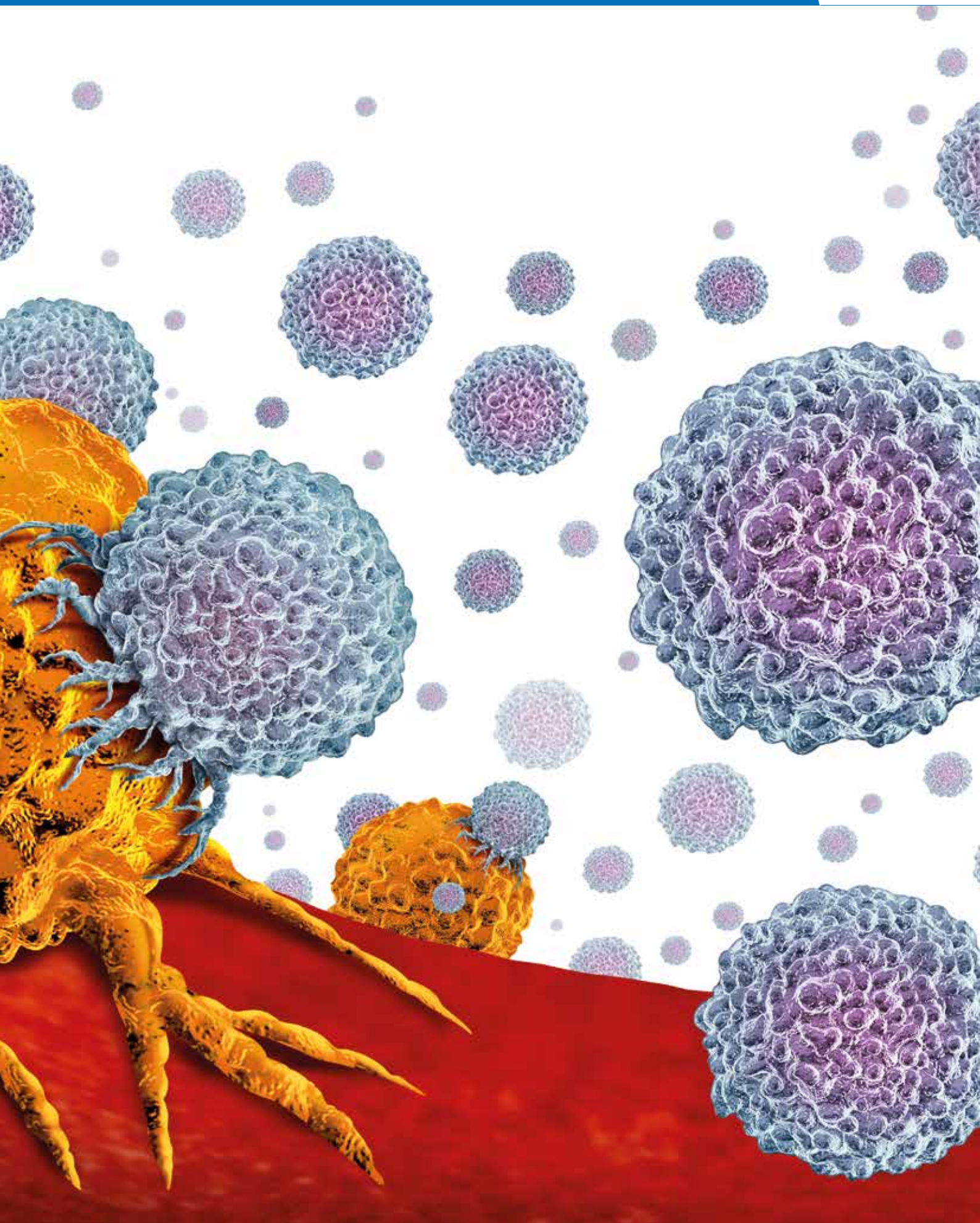
Poslechněte si epizodu podcastu
Věda na dosah

S Petrem Jehličkou
z Etnologického ústavu AV ČR na téma:
Jak si nesnít planetu



VLASTNÍ IMUNITOU PROTI NÁDORŮM

Podle teorie protinádorového imunitního dohledu si s většinou nádorových buněk poradí imunitní systém dříve, než se rozvine onemocnění. Přesto každý rok v Česku přibude téměř 90 tisíc pacientů s rakovinou. K hledání nových možností léčby využívajících vlastní imunitní systém přispívá výzkum laboratoře nádorové imunologie Mikrobiologického ústavu AV ČR.



Ještě v osmdesátých letech 20. století se diagnóza zhoubného melanomu v pokročilém stadiu rovnala prakticky rozsudku smrti. Dnes už si medicína v některých případech s rakovinou kůže (jak se lidově malignímu melanomu říká) umí poradit a využívá při tom různé léčebné metody. Některé jsou postavené na bázi stimulace imunitního systému pacienta.

Koncem devadesátých let vzbudil naděje jeden z prvních schválených imunoterapeutických léků, konkrétně šlo o Proleukin. „Když tento lék zabral, fungoval dobře. U přibližně patnácti procent pacientů došlo k remisi, tedy ústupu onemocnění, a osm procent žilo další roky, dokonce desetiletí," vzpomíná onkolog Jonathan Drachman v časopise Americké chemické společnosti *Chemical & Engeneering News*.

Nicméně o zázračný lék se nejednalo. Důvodem byly velmi závažné vedlejší účinky a nepraktické podávání – infuze s lékem bylo nutné aplikovat v nemocnici pod přímým lékařským dohledem – vždy několik vysokých dávek po pár hodinách v průběhu několika dní. Vypadalo to, že Proleukin, lék využívající signální molekulu (glykoprotein) imunitního systému zvaný interleukin-2 (zkráceně IL-2), nebude možné používat ve větším měřítku.

Jenže těch patnáct procent remisí u nádorového onemocnění s jinak téměř stoprocentní mortalitou nebylo zanedbatelných a některým vědcům a lékařům stále vrtalo hlavou, jak IL-2 upravit, aby nedocházelo k závažným vedlejším účinkům a zároveň se zvýšila jeho protinádorová aktivita.

Možnostmi, jak IL-2 vylepšit, se i dnes zabývají mnohé výzkumné týmy po celém světě. Jeden najdeme i v Praze, v laboratoři nádorové imunologie Mikrobiologického ústavu AV ČR.

SKEPSE, NEBO NADĚJE?

„Tímto tématem jsme se začali zabývat zhruba před patnácti lety po mém návratu z postdoktorské stáže v Kalifornii. Dva roky jsem tam působil v laboratoři profesora Jonathana Sprenta, který se mimo jiných témat věnoval v té době i problematice IL-2," popisuje Marek Kovář, vedoucí laboratoře nádorové imunologie.

Cytokin IL-2 je relativně malá molekula, která ale hraje velmi důležitou roli v regulaci imunitního systému. Dokáže stimulovat některé populace imunitních buněk (například aktivované T lymfocyty, paměťové CD8⁺ T lymfocyty a NK buňky). Zároveň ale také umí inhibovat (brzdit) imunitní odpověď navýšením množství a funkční aktivity tzv. T regulačních buněk.

Díky této dvojité funkci je teoreticky možné IL-2 použít jak k terapii nádorových onemocnění, tak i např. pro léčbu autoimunitních chorob nebo při transplantacích. V prvním případě je žádoucí zvýšit stimulační aktivitu IL-2 pro CD8⁺ T lymfocyty a NK buňky a potlačit stimulační aktivitu pro T regulační buňky, v druhém případě je tomu přesně naopak. V teorii to vypadá slibně, otázkou tedy je, proč se IL-2 nevyužívá v medicíně více.

Jeden z mnoha problémů spočívá v tom, že IL-2 má velmi krátký poločas setrvání v cirkulaci – to znamená, že po injekční aplikaci velice rychle (v řádu desítek minut) mizí z organismu. Aby tedy IL-2 měl nějaký výrazný terapeutický efekt, musí se ho do těla vpravit obrovské množství, což ale může vést až k život ohrožujícím vedlejším účinkům.

Na toxicitu imunoterapie využívající IL-2 upozorňuje také Marek Kovář. „Vlivem aplikace vysokých dávek IL-2 se v některých orgánech roztáhnou kapiláry a poruší se spoje mezi endoteliálními buňkami, česky se tomu trochu nešikovně říká syndrom děravých kapilár. Má to velmi vážné důsledky včetně edému plic, který může být i letální. Imunoterapie pomocí IL-2 je také poměrně hepatotoxická, to znamená, že může způsobit jaterní dysfunkce," říká.

> Cytokiny včetně IL-2 jsou relativně malé signální glykoproteiny, které hrají velkou roli v imunitním systému.

JAK ZKROTIT SIGNÁLNÍ MOLEKULU

Týmu Jonathana Sprenta, jehož součástí byl právě i Marek Kovář, se na začátku tisíciletí podařilo prokázat, že když se vytvoří komplexy IL-2 s anti-IL-2 protilátkou, dosáhne se mnohem vyšší biologické aktivity v porovnání se samotným IL-2. Mimo jiné se výrazně prodlouží poločas setrvání v cirkulaci. „Co je však ještě zajímavější, různé monoklonální protilátky rozpoznávají odlišné části molekuly IL-2 – takzvané epitopy – a vytvoří tak s IL-2 komplexy se selektivní biologickou aktivitou buď pro potenciální efektory, tedy CD8⁺ T lymfocyty a NK buňky, nebo pro T regulační buňky," popisuje Marek Kovář.

Výhody použití IL-2/mAb komplexů proti samotnému IL-2 jsou tudíž jasné: možnost podání výrazně nižších dávek a relativně selektivní stimulace těch populací buněk imunitního systému, u kterých je to žádoucí vzhledem k danému onemocnění. Výsledky studie otiskl v roce 2006 prestižní časopis *Science*.

IMUNOTERAPIE NÁDOROVÝCH NEMOCÍ

Léčba pomocí cytokinů IL-2 nebo IL-15 je pouze jedním z mnoha možných terapeutických přístupů využívajících imunitní systém pro léčbu maligních onemocnění. V posledních letech se dynamicky rozvíjejí, mimo jiné díky novým biotechnologiím a poznatkům základního výzkumu. Narůstající význam imunoterapie v onkologii dokládá nejen počet nově registrovaných léčiv a léčebných postupů, ale také stoupající množství probíhajících klinických studií. Jasným potvrzením statusu imunoterapie jakožto jednoho ze zásadních přístupů k léčbě nádorových onemocnění je udělení Nobelovy ceny za fyziologii a medicínu v roce 2018 za objev možnosti terapie nádorových onemocnění pomocí inhibice negativní regulace imunitního systému. Získali ji americký vědec James P. Allison a jeho japonský kolega Tasuku Hondžó.

Následující testy na zvířecích modelech se zabývaly efektivitou komplexů cytokin/protilátka pro možné klinické aplikace, zjistilo se při nich, že princip funguje nejen v případě IL-2, ale i dalších cytokinů, jako jsou například IL-4 nebo IL-7.

Tým Marka Kováře v laboratoři nádorové imunologie s komplexy IL-2/mAb nadále pracuje a snaží se poznatky o něm posunout o další kroky dál. Testuje komplexy IL-2/mAb v kombinaci s jinými typy imunoterapie, např. blokátorů některých inhibičních molekul na T lymfocytech. Zabývá se také chemoterapií pomocí tzv. polymerních léčiv, která mají nižší imunosupresivní aktivitu než chemoterapie konvenční, a tudíž se mnohem lépe hodí právě pro kombinovanou chemoimunoterapii. Posunem na další kvalitativní úroveň je pak snaha o přípravu komplexů cytokin/mAb jakožto fúzních chimerních proteinů.

RNDr. MAREK KOVÁŘ, Ph.D.

MIKROBIOLOGICKÝ ÚSTAV AV ČR

Vystudoval odbornou biologii na Přírodovědecké fakultě UK. Už během studií se dostal do laboratoře vedené imunoložkou Blankou Říhovou, kde dokončil diplomovou a posléze i doktorskou práci. Dva roky strávil v laboratoři Jonathana Sprenta v The Scripps Research Institute v La Jolla v Kalifornii. Po návratu ze Spojených států převzal v roce 2006 vedení laboratoře.

ZE ZKUMAVKY NA LŮŽKO

Vedle komplexů IL-2/mAb se laboratoř zabývá také výzkumem cytokinu IL-15, který se od IL-2 příliš neliší. Má podobnou biologickou aktivitu i strukturu, například spolu sdílejí dvě podjednotky receptoru (beta a gama). „Také s IL-15 jsme před lety pracovali u profesora Sprenta. Zjistili jsme tehdy, že biologická aktivita IL-15 se dá výrazně potencovat tím, že se na ni naváže extracelulární část alfa podjednotky jeho vlastního receptoru (IL-15Rα),“ vysvětluje Marek Kovář. Výsledky této studie vyšly v roce 2006 v časopise *PNAS*. Molekulu IL-15, respektive jeho komplex s IL-15Rα dále rozvíjí několik výzkumných týmů a farmaceutických nebo biotechnologických firem na světě. Jednou z nich je SOTIO Biotech a. s., která sídlí v Praze. Jejím cílem je vývoj a výzkum různých imunoterapeutik využitelných pro léčbu nádorových onemocnění. Za nadějnou považují mezi jinými látku nazvanou SOT101, která sestává právě z IL-15 a IL-15Rα.

Tým Marka Kováře spolupracuje na testování této látky, která se nyní nachází v druhé fázi klinických testů. „Zatím vše nasvědčuje tomu, že funguje skvěle, terapeutický efekt v myších nádorových modelech je vynikající, ovšem ani to nedává vůbec záruku, že se látka stane klinicky používaným léčivem. Je potřeba velké množství další experimentální práce a získat celou řadu znalostí o tomto potenciálním imunoterapeutiku,“ upozorňuje vědec.

> Cesta léčivého přípravku ze zkumavky na lůžko pacienta může trvat i podstatně více než deset let a statisticky se to povede jen malé části léčiv, která vstoupí do klinického testování.

Rozhodnutí o dalším postupu v případě SOT101 náleží příslušné biotechnologické firmě a především bude záležet na rozhodnutí regulačních orgánů, zda povolí další fáze zkoušek. Cesta léčivého přípravku ze zkumavky na lůžko pacienta může trvat i podstatně více než deset let a statisticky se povede jen malé části léčiv, která vstoupí do klinického testování.

„Jde o výzkum na velmi dlouhou trať. Šance, že se nějaký zlomový objev podaří jednomu danému vědci, je strašně malá. Na druhou stranu vývoj biomedicínských oborů za poslední jednu až dvě dekády je ohromující,“ dodává Marek Kovář a připomíná svého bývalého šéfa z Ameriky Jonathana Sprenta. „Původně pracoval jako lékař, léčil děti s leukémií. V době jeho mládí šlo o smrtelnou nemoc, drtivá většina dětských pacientů umírala. Dnes je situace taková, že devět z deseti dětí, které onemocní nějakým druhem akutní dětské leukémie, se dožije dospělosti, pokud tedy žijí v zemích s vyspělým zdravotním systémem.“ Jenže v případě dětských leukémií jde o jiný druh léčby. IL-2 se dnes používá vesměs u metastázujícího zhoubného melanomu, případně u rakoviny ledvin, a tam prognóza není až tak růžová. „Náš výzkum se týká především různých typů karcinomů, které se vyskytují dominantně u starších lidí. Obávám se, že tam to tak radostně nepůjde, rozhodně to ale dává smysl. Jsem rád, že můžu dělat práci, u které lze přijít na něco nového,“ uzavírá Marek Kovář. •

Na konferenci o genových editacích plodin vystoupil i Jaroslav Doležel z Ústavu experimentální botaniky AV ČR.

Evropská unie nepovoluje nové genové metody šlechtění, pražská konference byla příležitostí k diskuzi o změně.

AKADEMIE VĚD USPOŘÁDALA KONFERENCE O GENOVÝCH EDITACÍCH A ODOLNOSTI

Od července do prosince 2022 předsedá Česká republika Radě Evropské unie, může určovat její agendu a řídit jednání. Do českého předsednictví se od počátku tematicky zapojila také Akademie věd ČR. Uspořádala mimo jiné dvě mezinárodní konference na aktuální témata. Jedním byly genové editace plodin a produkce bezpečných potravin, druhé téma se týkalo odolné společnosti v krizové době. První akci Akademie věd uspořádala ve dnech 13. a 14. října 2022 společně s organizací EU-SAGE, druhá se konala od 21. do 23. listopadu 2022 a na její organizaci se podílel Národní institut SYRI. Vedle těchto dvou prioritních témat rozvíjí AV ČR ještě třetí, týkající se energetiky. „Je potřeba zajistit dostatek potravin, ale i udržitelnou energetiku – a to pro společnost sebevědomou, soběstačnou a konkurenceschopnou, odolnou vůči krizím," pojmenovala jednotící ideu předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová.

Vedle klasických příspěvků nabídla konference o odolnosti i netradiční prvky, například vytváření myšlenkové mapy.

AKADEMICKÁ PRÉMIE PODPOŘÍ TŘI PRVOTŘÍDNÍ VÝZKUMY

Zdraví, migrace, kvalita vody – témata, kterým se věnuje trojice vědců na světové úrovni. Výzkumy Lucie Bačákové, odbornice na regenerativní medicínu a tkáňové inženýrství, antropologa Viktora Černého a hydrochemika Martina Pivokonského odměnila 4. listopadu 2022 Akademickou prémií předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová. O necelý týden později si šestice nadějných mladých vědců a vědkyň převzala prémii Lumina quaeruntur. Výzkumné týmy založí fyzik Tomáš Neuman, informatik Helmut Schmidt, fyzikální chemik Štěpán Timr, molekulární genetik Teije Middelkoop, kunsthistorička Fedora Parkmann a historička Veronika Pehe.

VŠCHT OCENILA OSOBNOSTI Z AKADEMIE VĚD

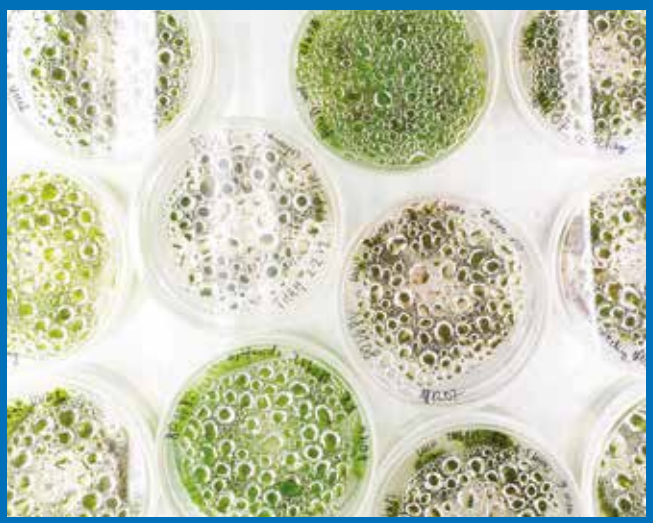
Oslavy 70 let samostatné existence spojila VŠCHT s předáváním čestných doktorátů a Medailí Emila Votočka. Ceremoniál se uskutečnil 23. září 2022 ve Strahovském klášteře. Na seznamu oceněných byla i jména z Akademie věd ČR. Titul doctor honoris causa získali předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová a bývalý ředitel Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR Zdeněk Hostomský. Medaili Emila Votočka, určenou pro osobnosti, které se významně podílejí na rozvoji chemie a dalších kmenových oborů VŠCHT, převzal ředitel Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR Martin Hof. Ocenění potvrzuje význam spolupráce obou institucí.

ORIENTÁLNÍ ÚSTAV AV ČR OSLAVIL 100 LET OD SVÉHO ZALOŽENÍ

V letošním roce slaví jedno z nejstarších pracovišť Akademie věd ČR 100 let své existence. Akce pro odborníky i laickou veřejnost se konaly v průběhu celého roku. Ve dnech 5. až 7. září 2022 se uskutečnila konference Orientální studia a výzkum (nejen) ve střední Evropě, kterou orientalisté připravili ve spolupráci s Masarykovým ústavem a Archivem AV ČR. V Galerii Věda a umění v budově Akademie věd ČR se od srpna do listopadu konala výstava Československo v Orientu – Orient v Československu 1918–1938. Výročí zaznamenali i návštěvníci Týdne Akademie věd: prostory hlavní budovy zdobil tradiční japonský lampion KOJIMA.

PŘEDSEDKYNĚ AV ČR OCENILA BADATELE ZA POPULARIZACI VĚDY

Týden Akademie věd ČR, největší vědecký festival u nás, přibližuje svět vědců veřejnosti. Jeho slavnostní zahájení je proto ideální příležitostí, kdy vyzdvihnout ty, pro které je popularizace vědeckých výsledků stejně důležitá jako výzkum. Ceny předsedkyně Akademie věd ČR za propagaci nebo popularizaci výzkumu, experimentálního vývoje a inovací získali Balázs Komoróczy z brněnského Archeologického ústavu AV ČR, Petr Hlaváček z Filosofického ústavu AV ČR a Vladimír Ždímal z Ústavu chemických procesů AV ČR. Ocenění si badatelé převzali 31. října 2022 v sídle Akademie věd ČR na Národní třídě v Praze.



BIOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR POSÍLÍ VÝZKUM ROSTLIN

Rostlinná biologie patří ke stěžejním pilířům přírodních věd a přináší zásadní poznatky o mechanismech vývoje a adaptace rostlin, které jsou důležité pro efektivní a udržitelné zemědělství. Díky prestižnímu evropskému grantu v programu ERA Chair založí Biologické centrum AV ČR dvě nové výzkumné skupiny v molekulární biologii rostlin, posílí infrastrukturu rostlinného výzkumu a ustaví šestičlennou mezinárodní vědeckou radu vedenou světově uznávaným rostlinným biologem Jiřím Frimlem. Pětiletý projekt s názvem MOLIPEC odstartuje v lednu 2023 a získá finanční podporu ve výši 63 milionů korun.

BADATELÉ Z AKADEMIE VĚD ZÍSKALI CENY GRANTOVÉ AGENTURY ČR

Slavnostní předávání Cen předsedy Grantové agentury ČR se uskutečnilo 29. září 2022 v budově Matematicko-fyzikální fakulty UK na pražském Malostranském náměstí. Letošní ročník znamenal velký úspěch pro vědce z Akademie věd ČR, z pěti laureátů čtyři působí právě na jejích pracovištích. Ocenění si od předsedy Grantové agentury ČR Petra Baldriana převzali Filip Šroubek z Ústavu teorie informace a automatizace, Václav Veverka z Ústavu organické chemie a biochemie, Petr Plecháč z Ústavu pro českou literaturu a Martin Reichard z Ústavu biologie obratlovců. Ceremoniálu se zúčastnila i ministryně pro vědu, výzkum a inovace Helena Langšádlová.

ÚSTAV FYZIKY MATERIÁLŮ AV ČR ZÍSKAL CENU ZA SUPERSLITINY

V soutěži Quality Innovation Award, pořádané Českou společností pro jakost, získal brněnský Ústav fyziky materiálů AV ČR společně se svým průmyslovým partnerem, společností První brněnská strojírna Velká Bíteš, první místo v kategorii „velké podniky“. Ocenění si odnesli za výsledky inovace technologií přesného lití nových typů odlitků rozvlákňovacích hlav ze superslitin na bázi niklu a kobaltu. Cílem spolupráce je zvýšit pomocí superslitin creepovou a únavovou životnost materiálu, zejména za vysokých provozních teplot. Výsledek úspěšné dlouhodobé spolupráce obou partnerů už se promítl do výroby i komercializace.

V SOUTĚŽI EXPRO A JUNIOR STAR USPĚLA PĚTICE Z AKADEMIE VĚD

Obě prestižní soutěže podporují vědeckou excelenci – EXPRO cílí na zkušené badatele, kteří mají v úmyslu realizovat přelomovou myšlenku, zatímco JUNIOR STAR umožní vynikajícím začínajícím vědcům věnovat se vlastním výzkumným tématům. Celkem 33 vybraných pětiletých projektů bude od roku 2023 financovat Grantová agentura ČR téměř miliardou korun. Z Akademie věd ČR uspěli v soutěži EXPRO Julius Lukeš z Biologického centra a Jiří Dědeček z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského. Podporu JUNIOR STAR obdrží Vojtěch Vyklický z Fyziologického ústavu, Elías Fuentes Guillén z Filosofického a Aleš Kudrnáč ze Sociologického ústavu.

KODL – TRADICE OD ROKU 1885

KODL GALERIE

Galerie KODL se zaměřuje se na prodej obrazů, kreseb a plastik českého výtvarného umění 19. a 20. století.

Dvakrát ročně pořádá vyhlášené aukce, kterým předchází předaukční výstava v sídle galerie.

BOHUMIL KUBIŠTA: STAROPRAŽSKÝ MOTIV
olej na plátně, 1911, 98 x 84 cm
vyvolávací cena: 25 000 000 Kč
dosažená cena: 123 600 000 Kč
nejdráže prodaný obraz v historii ČR

Národní 7, Praha 1
galerie@galeriekodl.cz
Tel.: +420 251 512 728, +420 602 117 440
www.galeriekodl.cz

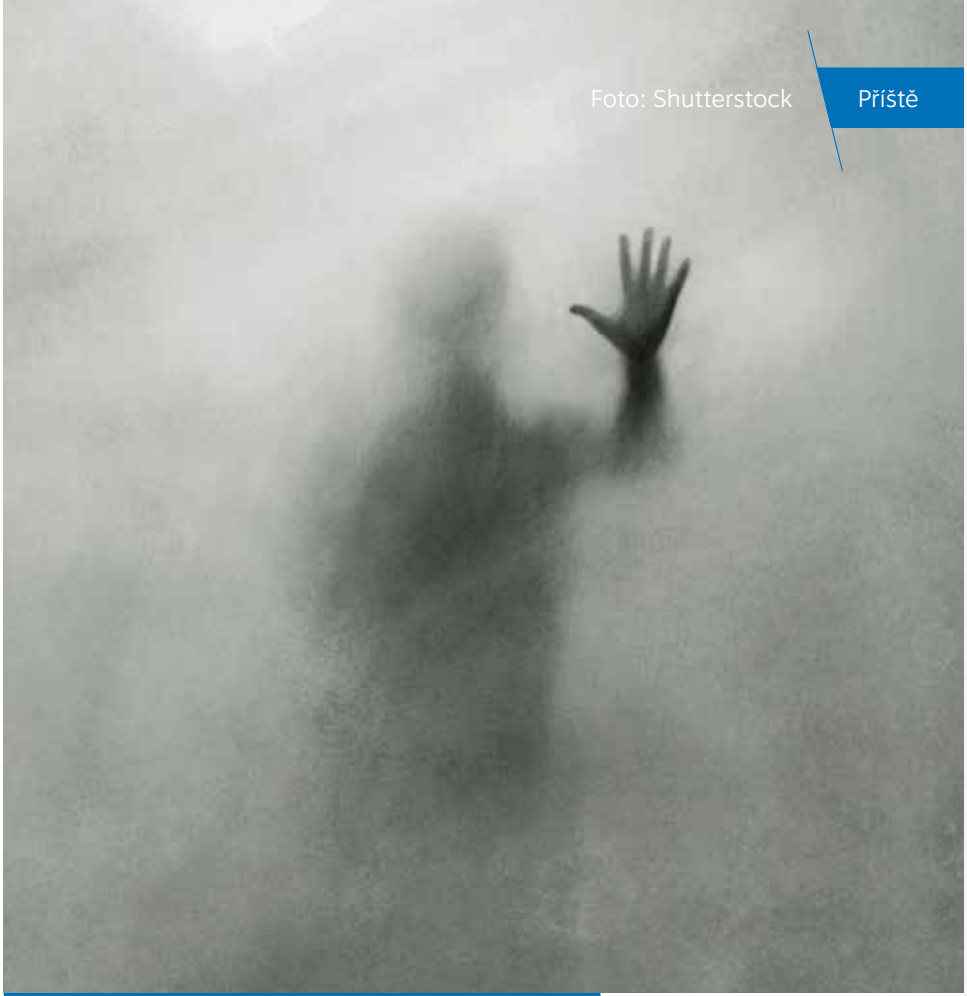


Foto: Shutterstock

Příště

STRACH A LIDSKÁ ODOLNOST

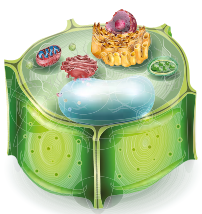
Válka za humny, pandemie covidu-19, energetická krize, klimatická změna. Zdá se, jako by se na svět valila jedna katastrofa za druhou. Zcela pochopitelným pocitem, který v této souvislosti můžeme mít, je strach. Týká se jednotlivců, ale i celé společnosti. Jak se k obavám a úzkostem postavit? Jak se stát odolnějším vůči krizím? Recepty hledají a nabízejí odborníci a odbornice z oborů psychologie, filozofie, sociologie a dalších sociálních věd. Jedním z konceptů, který rozvíjejí, je teorie rezilience, neboli odolnosti.

3. místo ZLATÝ STŘEDNÍK 2019

2. místo ZLATÝ STŘEDNÍK 20/21

Top rated ZLATÝ STŘEDNÍK 2022

3. místo



TKÁŇOVÉ NÁHRADY

Tkáňové inženýrství patří k nejžhavějším trendům moderní biomedicíny. Expertka v oblasti biomateriálů a regenerativní medicíny Lucie Bačáková z Fyziologického ústavu AV ČR je jednou z nemnoha žen-vědkyň, které Akademie věd ČR ocenila prestižní Akademickou prémií. Využije ji při výzkumu reparací a regenerací tkání kardiovaskulárního systému, tkáně kostí, kloubů a kůže.

ROSTLINNÉ BUŇKY

Až pět let bude nadějného mladého vědce Romana Pleskota z Ústavu experimentální botaniky AV ČR podporovat štědrý grant JUNIOR STAR, udělený Grantovou agenturou ČR. Po vybudování svého vlastního týmu se bude rostlinný biolog věnovat výzkumu struktury a vzájemné interakce proteinů a dalších molekul v rostlinných buňkách. Soustředit se bude na výzkum buněčného dělení.

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
Jan Hanáček, Zuzana Šprinclová,
Markéta Wernerová
Fotografka
Jana Plavec
Produkční
Markéta Wernerová
Korektorka
Irena Vítková
Sociální sítě
Anna Jaklová
Grafika
Pavlína Jáchimová
Josef Landergott

Redakční rada
Markéta Pravdová (předsedkyně),
Ondřej Beránek (místopředseda),
Martin Bilej, Eva Doležalová, Zdeněk Havlas,
Jiří Chýla, Jiří Ludvík, Ilona Müllerová,
Kateřina Sobotková

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

Číslo 4/2022, vychází čtvrtletně, ročník 6
Vyšlo 8. prosince 2022
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, 25, 31, 34–48, 51–57, 60, 65, 69–70, 72–73 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

Akademie věd
České republiky

www.veletrhvedy.cz

VELETRH VĚDY

8.–10. 6. 2023
PVA EXPO PRAHA

KRÁSNÉ VÁNOČNÍ SVÁTKY A ŠŤASTNÝ NOVÝ ROK.
V LÉTĚ 2023 SE TĚŠÍME, ŽE SE S VÁMI POTKÁME
NA VELETRHU VĚDY!

VÍCE NEŽ:

100
EXPOZIC

50
TÝMŮ AV ČR

30 000
NÁVŠTĚVNÍKŮ

CHCETE VYSTAVOVAT NA VELETRHU VĚDY?
VÍCE NA WWW.VELETRHVEDY.CZ

Akademie věd
České republiky

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