

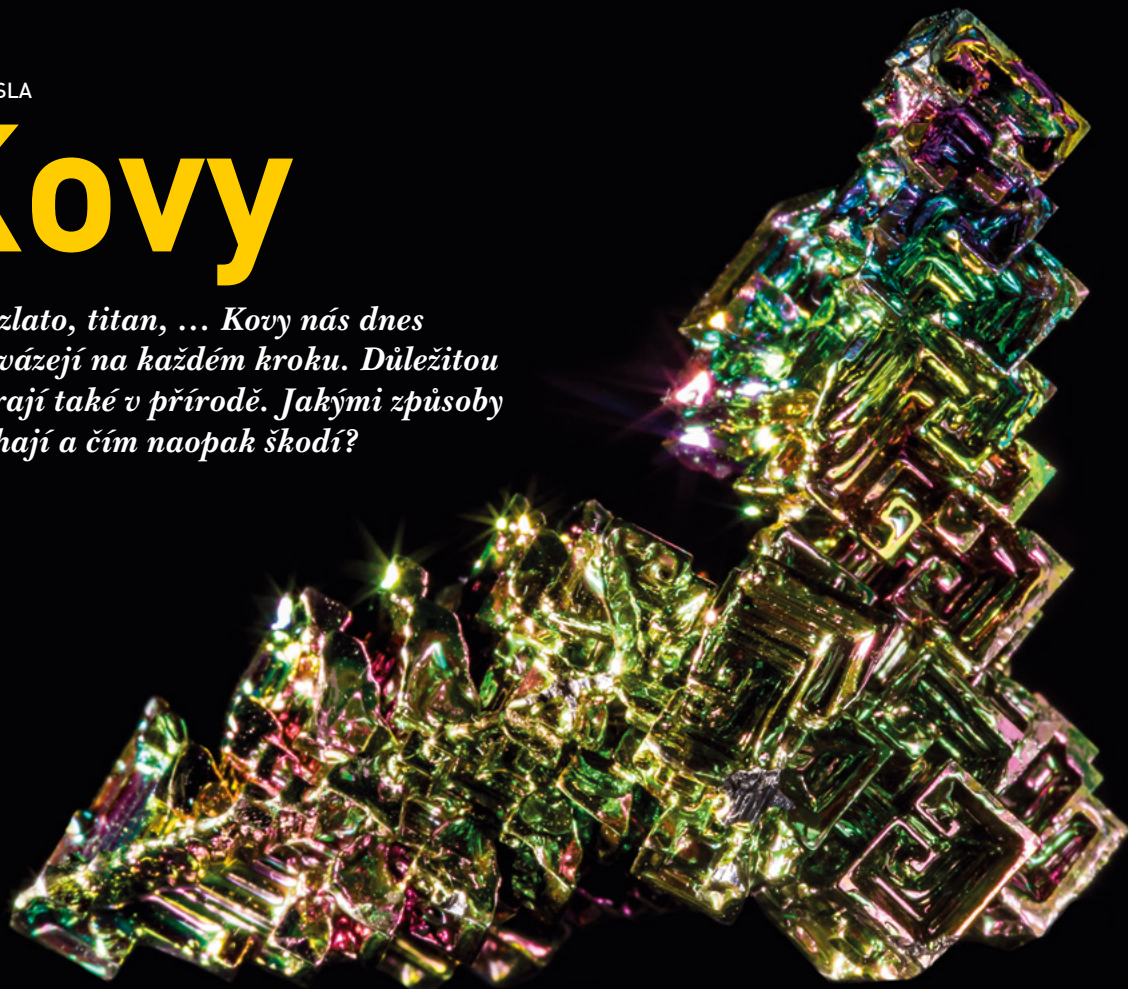
# Př

# PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

## Kovy

*Měď, zlato, titan, ... Kovy nás dnes doprovázejí na každém kroku. Důležitou roli hrají také v přírodě. Jakými způsoby pomáhají a čím naopak škodí?*





Czech Republic

**esero**

EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE  
A collaboration between ESA & national partners

VZDĚLÁVACÍ KANCELÁŘ EVROPSKÉ VESMÍRNÉ AGENTURY  
...NOVĚ ZALOŽENA V ČESKÉ REPUBLICĚ!

POZNÁVÁME VESMÍR(EM)

Astronomie - Satelitní navigace - Robotika - Život ve vesmíru  
Kosmické technologie - Dálkový průzkum Země

- On-line telefonát s astronautem na ISS (duben–červen, bude upřesněno)
- Výukové akce na Living Planet Symposium v Praze (9.–13. května)
- Konference o novinkách vesmírného vzdělávání – Olomouc (červen)
- Konference o novinkách vesmírného vzdělávání – Praha (říjen)
- Mezinárodní soutěže CanSat a Mission-X
- Vícedenní škola pro učitele (listopad)
- Semináře akreditované v DVPP (po celý rok)

Sledujte harmonogram akcí 2016 na  
[www.esero.scientica.cz](http://www.esero.scientica.cz)

...new constellation



Scientica®



Astronomický  
ústav  
AV ČR



Pedagogická  
fakulta  
Univerzita Palackých  
v Olomouci





## Milí čtenáři,

dostává se vám do ruky první letošní číslo Přírodovědců, za jehož jednotící téma jsme zvolili kovy.

Představíme vám vlastnosti a použití dvou vybraných kovů, niklu a titanu. Kromě toho jsme podrobili analýze také jeden předmět denní potřeby, který je pro mnoho lidí zcela zásadní – mobilní telefon. Seznámíme vás i s méně známými kovy, bez nichž by bylo dnešní telefonování přinejmenším problematické.

Na dalších stránkách se dozvíte, jak se kovy dobývaly od středověku až po současnost a jaké problémy jsou spojené s jejich těžbou i výrobou, zvláště pak se zpracováním a skladováním důlních či metalurgických odpadů. Poznáte rostliny, které se umí vypořádat s nadmírou škodlivých kovů a které lze využít při rekultivacích zamořených území. Zjistíte také, jak se určité kovy mohou ve formě nanočástic uplatnit v moderní medicíně, především v onkologii.

Kromě tematických článků najdete v čísle samozřejmě i další tradiční rubriky. Rozhovor, tentokrát s laureátkou ceny Česká hlava, představí výzkum řas žijících v extrémních podmínkách. Cestovní reportáž vás zase zavede do pralesů Papuy-Nové Guineje.

Přeji vám pěkné jarní čtení.

**doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.**

proděkan pro vnější a vnitřní vztahy

01/2016

# OBSAH

## CO NOVÉHO

- 4 | Chemie má další prestižní grant
- 4 | Olympiáda mladých ekologů
- 5 | Žijeme v době masového vymírání?
- 6 | Geologové pomáhají zachránit Petru
- 7 | Nový web pro budoucí přírodovědce
- 7 | Výročí geografa Václava Švambery

## TÉMA – KOVY

- 8 | Kovy ve vašem mobilu
- 12 | Těžba jako příležitost i problém
- 14 | Nikl a titan – (ne)známé kovy
- 16 | Doly, hutě a životní prostředí
- 18 | Dobrá léčba nad zlato
- 20 | Pestré osudy hornických sídel
- 22 | Dvojí tvář těžkých kovů

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 24 | Česká hlava za výzkum řas

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 26 | Žáci se učí zdravě jíst

1 | 2016 | ROČNÍK V.

**NÁZEV**  
Přírodovědci.cz – magazín Přírodovědecké fakulty UK v Praze

**PERIODICITA**  
Čtvrtletník

**CENA**  
Zdarma

**DATUM VYDÁNÍ**  
23. března 2016

**NÁKLAD**  
12 000 ks

**EVIDENČNÍ ČÍSLO**  
MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

**ŠÉFREDAKTOR**  
Mgr. Alexandra Hroncová  
alexandra.hroncova@natur.cuni.cz

**EDITOR**  
Mgr. Jan Kolář, Ph.D.  
jan.kolar.ovv@natur.cuni.cz

**REDAKČNÍ RADA**  
GEOLOGIE  
Mgr. Lukáš Laibl

**GEOGRAFIE**  
RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.  
RNDr. Martin Hanus, Ph.D.

**BIOLOGIE**  
RNDr. Alena Morávková, Ph.D.  
Mgr. Petr Janáška  
Mgr. Martin Čertner  
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.

**CHEMIE**  
RNDr. Pavel Teplý, Ph.D.  
RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.  
doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.

**INZERCE**  
Mgr. Alexandra Hroncová  
alexandra.hroncova@natur.cuni.cz

**KOREKTURY**  
imprimis

**GRAFIKA**  
Štěpán Bartošek

**TISK**  
K&A Advertising

**FOTOGRAFIE NA OBÁLCE**  
Krystaly bismutu, kovového prvku s atomovým číslem 83.  
Foto: Petr Jan Juračka.

**YDÁVATEL | ADRESA REDAKCE**  
Univerzita Karlova v Praze  
Přírodovědecká fakulta  
Albertov 6, 128 43 Praha 2  
IČO: 00216208 | DIČ: CZ00216208

[www.natur.cuni.cz](http://www.natur.cuni.cz)

Přetisk článků je možný pouze se souhlasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze 2016

## STUDENTI

- 28 | Pomáhám propojovat mladé geografy

## REPORTÁŽ

- 30 | Věda v zemi lidojedů

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Krása vědy fascinuje už posedmé

## NAŠE PUBLIKACE

- 36 | Do světa biologie zadními vrátky
- 37 | Odhalte taje botanické zahrady

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Zvířecí superhrdinové

## KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

# Chemie má další prestižní grant

*Profesorka Roithová z katedry organické chemie získala již podruhé grant ERC*

Michal Andrlé

Profesorce Janě Roithové, vedoucí katedry organické chemie u nás na Přírodovědecké fakultě UK, byl nedávno udělen takzvaný konsolidační grant Evropské výzkumné rady (European Research Council, ERC). Ten navazuje na juniorský ERC grant, který profesorka Roithová získala v roce 2010. Nikomu jinému z českých vědců se zatím nepodařilo dostat od Evropské výzkumné rady podobnou vícenásobnou podporu.

Granty ERC financují výhradně takzvané frontier research – výzkum, který posunuje hranice lidského poznání v daném oboru. Jediným kritériem pro udělení je vědecká excelence dotyčného řešitele a ve světě vědy je tento grant považován za jedno z nejvyšších ocenění kvality



*Profesorka Jana Roithová před vchodem do budovy chemické sekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Foto: Petr Jan Juračka.*

výzkumu. Konsolidační granty slouží k podpoře nezávislé kariéry vynikajících badatelů ve fázi stabilizace jejich vlastních týmů a programů. Trvají pět let a umožňují čerpat až dva miliony eur.

Podpořeným tématem profesorky Roithové je vývoj nových metod pro studium chemických procesů v rozto-

cích pomocí hmotnostní spektrometrie a vývoj nových spektroskopických přístupů pro studium izolovaných iontů ve vakuu. Na tento projekt obdržela paní profesorka celkem 1,6 milionu eur.

Doktor Michael J. Bojdys, rovněž z katedry organické chemie Přírodovědecké fakulty UK, navíc před nedávnem získal juniorský ERC grant. Díky němu bude moci vybudovat nový tým, který se zaměří na výzkum nanomateriálů pro elektroniku. ●

## Olympiáda mladých ekologů

*Hlavním tématem 21. ročníku je vliv sportovců a rekreantů na přírodu*

Olga Vindušková



*Tříčlenné týmy spolupracují při olympiádě na všech úkolech - včetně poznávacího organismů. Foto: Kateřina Landová, Sdružení mladých ochránců přírody ČSOP.*

gové neprokazují jen své znalosti, ale zároveň se učí, jak spolupracovat.

Kromě testu a poznávacího organismů řeší účastníci také praktický úkol, jehož součástí je práce v terénu. Zadáním letošního pražského kola například bylo prozkoumat přírodní památku Milíčovský les a rybníky a navrhnout, jak zde udržet cenné kousky přírody za rostoucího tlaku rekreantů i pejskařů. Tématem 21. ročníku je totiž „Sport, rekreační aktivity a ochrana přírody“.

Na ekologické olympiádě si nejvíce vážím toho, že týmy musí svá řešení obhajovat před porotou a publikem. Během doprovodného programu se pak setkávají s odborníky z vědy či praxe. Na pražském kole třeba přednášel doktor Jan Plesník z Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, který učí na Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK. Studentům mimo jiné vysvětloval, jak mohou turistika a ochrana přírody žít v symbióze.

Pokud vás soutěž zaujala, podívejte se na její web [www.ekolympiada.cz](http://www.ekolympiada.cz). Termíny pro přihlášky do soutěže se liší mezi kraji a v některých se ještě můžete zapojit do letošního ročníku. ●

Znáte ekologickou olympiádu? Já ji znám asi dva roky a lituji, že jsme se neseznámily dřív. Letos oslavila už 21. narozeniny, ale v porovnání s jejími staršími sestrami – olympiádou biologickou a chemickou – ji stále nezná tolik lidí. Tato soutěž pro středoškoláky je z několika důvodů výjimečná. Soutěží v ní tříčlenné týmy, takže mladí ekolo-



# Žijeme v době masového vymírání?

*Nová studie naznačuje cestu, jak lépe chránit biologickou rozmanitost*

Michal Andrlé



*Druhově nejbohatšími oblastmi jsou často samotné okraje určitého území. Právě taková místa si proto zaslouží tu nejlepší ochranu. Foto: Petr Pokorný.*

kritizován. „Naše kritika tohoto textu je podle mého názoru zatím nejdůkladnější. S autory se ovšem shodujeme, že odhady tempa vymírání byly nepřesné,“ říká David Storch.

Simulace založené na hypotetickém ničení plochy a na reálných datech o rozšíření ptáků, savců a obojživelníků ukázaly, že velice záleží na způsobu, jakým se obyvatelná plocha zmenšuje. Druhová pestrost rapidně klesá, je-li životní prostor organismů likvidován směrem od okrajů dovnitř, třeba postupným rozrůstáním plantáží na kraji pralesa. Nižší tempo vymírání vychází, pokud by se obyvatelná plocha zmenšovala ze středu – například zakládáním plantáží podél silnice, která protнула prales. Nejpomaleji druhy mizí, když jejich přirozené prostředí ubývá nahodile a ostrůvkovitě po celém území.

Studie poskytuje teoretické zázemí pro ochrannářské snahy. Ukazuje totiž, že nejde až tolik o rozlohu zničené přírody, jako spíš o to, kde přesně k ničení dochází. Úbytku druhové rozmanitosti nejefektivněji zamezíme, pokud se soustředíme na ochranu konkrétních částí plochy, na niž mohou dané organismy žít. Klíčové jsou hlavně její okraje. Koneckonců důležitější než řešit, zda žijeme v době šestého masového vymírání, je to, zda dokážeme odvrátit vymírání na kritických místech, kde se vyskytuje nejvíc vzácných druhů. ●

Vymírání druhů je proces zákonitý, může ovšem probíhat různými rychlostmi. Odhady týkající se tempa, jímž mizí druhy v dnešním světě, jsou alarmující. V návaznosti na „velkou pětku“ masových vymírání, která známe z paleontologického záznamu, se o současnosti mluví jako o éře šestého hromadného vymírání. Zpřesnit odhady toho, jak rychle dnes ztrácíme biologické druhy, se nedávno pokusil tým vědců v čele s profesorem Davidem Storchem z katedry ekologie naší fakulty. Výsledky jejich teoretických zkoumání byly otištěny v prestižním odborném časopise *Nature Communications*.

Laický pohled na věc by představě „šestého hromadného vymírání“ nejspíš přitakal. V době relativně nedávné zmizela řada nápadných druhů velkých obratlovců (například alka velká, koroun bezzubý či vakovlk) a mnoho

dalších má na kahánku. Tato zjištění jsou bezesporu alarmující, nemožnou však přímo podpořit domněnku o masovém vymírání. Přesně doložené vymizení druhů totiž stále zůstávají poměrně vzácná a ve srovnání s celkovým počtem druhů (který ovšem přesně neznáme) jsou téměř zanedbatelná. Při určování rozsahu a rychlosti vymírání je proto nutné obracet se k teoretickým modelům a nepřímým metodám.

Většina odhadů se již od 80. let minulého století opírá o empirický vztah mezi rozlohou území a množstvím druhů – když se plocha původního prostředí zmenší, počet druhů by měl klesnout. Roku 2011 však v časopise *Nature* vyšel kontroverzní článek ekologů Fangliana Hea a Stephena P. Hubbella, v němž autoři kritizují odhady založené na tomto vztahu jako nadhodnocené. Od svého publikování byl článek opakovaně

# Geologové pomáhají zachránit Petru

Češi zkoumají zvětvávání jednoho z divů starověké architektury

Michal Andrlé



*Součástí starověkého města Petra v dnešním Jordánsku je také monumentální stavba Ad Deir. Pochází z 1. století před naším letopočtem, je 45 metrů vysoká a zhruba 50 metrů široká. Foto: Michal Filippi.*

V českých „skalních městech“ je zvětvávání přirozeným jevem. Zato město Petra, vytesané do pískovce v dnešním Jordánsku, je jím silně poškozováno. Během zhruba dvou tisíciletí, která uplynula od doby jeho zakladatelů Nabatejců, si tu zub času na některých místech ukousl až 70 centimetrů horniny. Tým našich geologů, jemuž se nedávno podařilo rozlousknout mechanismus vzniku pískovcových útvarů, dnes pracuje na objasnění zvětvávacích procesů v Petře – což je podmínka pro záchranu této cenné památky.

Eroze už postoupila natolik, že archeologové v mnoha případech ani netuší, zda před sebou mají hrobky, nebo přirozené skalní formy. „V Petře najdeme přesně ty útvary, které známe z přírodních skalních měst – skalní brány, sloupce či převisy. Vše přitom byly původně hrobky s obdélníkovitými komorami. Erozní tvary napovídají, že zásadním činitelem je zde

*horninový tlak*,“ říká vedoucí týmu Jiří Bruthans z Přírodovědecké fakulty UK.

Výzkum českých vědců, na němž se velkou měrou podílí také doktorský student Jaroslav Řihošek, navazuje na práci německých badatelů. Ti se nyní zabývají čištěním vybraných hrobek od solí. „V Petře hraje značnou roli solné zvětvávání, oslunění, vítr, dešťová voda a vzdušná vlhkost. Tlak je také důležitým hráčem, reálně se však s těmito procesy mísí. Naším úkolem bylo zjistit, co všechno lze přičíst na vrub tlaku a jak se projevují jiné faktory,“ vysvětluje doktor Bruthans.

Vědci proto odebrali horninový materiál, který v pražských laboratořích

*Základní horninou, z níž je Petra vybudována, je pískovec. Jeho zvětvávání došlo na některých místech až tak daleko, že archeologové nevědí, zda jde o útvary přírodní, či vytvořené lidmi. Foto: Michal Filippi.*

zatížili tak, aby napodobili působení tlaku různě mocného nadloží. Poté vzorky opakovaně namáčeli v roztoku síranu sodného, čímž zrychleně simulovali solné zvětvávání. Výsledek? Čím více byl pískovec zatížen, tím pomaleji se rozpadal. Badatelé napodobili erozi také pomocí jiného materiálu – takzvaného „zamčeného písku“, horniny podobné pískovci, která však zvětvává podstatně rychleji. I v tomto případě byl výsledek blízký očekávání. V experimentech skutečně vznikaly tvary, jež jsou známy z Petry.

Geologové tedy jednoznačně potvrdili roli horninového tlaku při zvětvávání jordánské památky. Nyní se chystají provést další krok: vytvořit počítačový program, který bude erozi pískovce modelovat a předpovídat její další průběh. ●





# Nový web pro budoucí přírodovědce

Stránky *Přírodovědce.cz* poradí každému, kdo chce studovat na naší fakultě

Michal Andrlé

V roce 2011 spustila Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze popularizační projekt Přírodovědce.cz. Jeho cílem je informovat talentované žáky základních a středních škol o vědeckých tématech, jimž se věnují fakultní odborníci. Od ledna 2016 je navazující aktivitou web Přírodovědce.cz, který středoškolským studentům ukazuje, jak se přírodovědce opravdu stát.

Naše fakulta je rozdělena do čtyř sekcí: biologické, geologické, geografické a chemické. Má také jedno společné pracoviště, jímž je Ústav pro životní prostředí. V bakalářském cyklu otevíráme v novém školním roce 2016/2017 celkem 29 studijních oborů. Každý

Na webu *Přírodovědce.cz* naleznete kromě přehledu všech bakalářských oborů třeba i kvíz, který vám pomůže vybrat obor nejbližší vašim zájmům a schopnostem.

středoškolák, který zatouží po studiu některého z nich, má nyní možnost najít všechny potřebné informace přehledně na jednom místě – na internetových stránkách [www.prirodovedcem.cz](http://www.prirodovedcem.cz).

Web nabízí základní údaje o fakultě, přehled studijních programů a oborů, informace o požadavcích k přijímacím zkouškám, o přípravných kurzech a přijímacím řízení, ale i o uplatnění absolventů. Uchazeči také zjistí, jaké možnosti a výhody na ně čekají během



studia – od podpory nadaných studentů až po nabídku zahraničních stáží. Nechybí ani sekce věnovaná studentskému životu v hlavním městě a na Přírodovědecké fakultě UK zvlášť.

Zkrátka: proměna z Přírodovědce.cz na skutečného přírodovědce je nyní zase o jedno kliknutí myši blíže! ●

## Výročí geografa Václava Švambery

Na počest svého předchůdce uspořádali vědci výstavu i čtení z jeho díla

Eva Novotná

10. ledna 2016 uplynulo 150 let od narození geografa Václava Švambery. Studium na české univerzitě zahájil roku 1885 a promoval zde s disertační prací o Libyjské poušti. Habilitaci a profesuru z geografie pak získal jednou z nejdůležitějších monografií o řece Kongu, v níž kriticky zhodnotil a ověřil zprávy, mapy i výpočty předchozích badatelů a s použitím 800 zdrojů popsal celý veletok. V letech 1903–1928 prováděl detailní měření na šumavských ledovcových jezerech.

Roku 1908 se profesor Švambersa stal ředitelem Geografického ústavu. Výrazně se zasloužil o postavení budovy pro přírodovědecké obory na pražském Albertově. Na jeho návrh vznikla také Státní sbírka mapová Republiky československé.



V letech 1923–1924 byl děkanem a poté proděkanem Přírodovědecké fakulty UK. Zemřel 27. září 1939. Ke Švambersově odkazu se koncem 20. století vrátila nová generace hydrologů z naší fakulty, která navázala na jeho výzkumy šumavských jezer.

K uctění památky této velké osobnosti vznikla výstava, kterou můžete

Velké Javorské jezero na německé straně Šumavy. Mapa zobrazuje hloubnice, profily, přítok, odtok, bažinatý břeh a stavby. Zdroj: ŠVAMBERA, Václav. Šumavská jezera II. Velké Javorské jezero. Rozpravy Čes. akademie nauk. Praha, 1914.

vidět do konce dubna 2016 ve 2. patře budovy na adrese Albertov 6, Praha 2. Výstava je putovní a lze ji zapůjčit jiným institucím. Byl k ní vydán i doprovodný katalog. V lednu navíc proběhla akce *Čteme profesora Švambersu*, při níž 36 pedagogů a zaměstnanců geografické sekce naší fakulty celý den předčítalo z autorových textů. Vytvořili tak rekord, který byl zapsán do České knihy rekordů. ●



# KOVY VE VAŠEM MOBILU

*Prvky, o kterých jste možná nikdy  
neslyšeli, přestože je nosíte v kapse*

Jan Kotek

8

TÉMA – KOVY

[www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz)



*Stříbro je ze všech kovových prvků nejlepším vodičem elektriny. Zde vidíte drátkovité ryzí stříbro nalezené v Příbrami. Foto: Petr Jan Juračka.*

V tomto článku bude řeč o malé placaté věci, bez níž si leckdo už ani nedokáže představit svůj život – ano, o mobilním telefonu. Řekne-li se „kov a mobilní telefon“, vybaví se řadě lidí hliník. Vždyť nejvíc cool mobily ve vlastnictví teenagerů mají zadní plášť právě z tohoto prvku, což jim kromě stříbritého vzhledu dodává i téměř perfektní mechanickou odolnost.

Mnoho z nás má povědomí také o lithiu ukrytém v lithiových bateriích, které slouží k napájení telefonu. Po internetu koluje řada videí ukazujících, jak nabitá baterie po proražení exploduje v kouli karmínového plamene – ne, opravdu tyto experimenty nezkoušejte, jsou velmi nebezpečné!

## EXCELENTNÍ VODIČE

Elektrotechnicky zdatnější čtenáři si vzpomenou na nejlepší vodiče elektrického proudu – měď, stříbro a zlato. Ty musí mít své místo i v mobilním telefonu, podobně jako ve skoro každém elektronickém zařízení. Asi jste zachytili kampaň zoologických zahrad na ochranu goril nížinných, která vyzývá k odevzdávání starých a nepoužitelných telefonů k recyklaci.

V jednom mobilu se ukrývá kolem 25 miligramů zlata a zhruba desetkrát tolik stříbra, což znamená asi 150 gramů zlata na tunu telefonů. Uvědomíme-li si, že v přírodních ložiscích se ekonomicky vyplácí těžba zlata při

*Struktura arsenidu gallitého (GaAs), jednoho z polovodičů typu III-V, je analogická krystalové struktuře diamantu. Ilustrace: Jan Kotek.*

obsahu zhruba 5 gramů na tunu horniny, vidíme, že staré mobilní telefony jsou skutečně bohatým „ložiskem“ drahých kovů. O recyklačních technologiích se proto mluví jako o městské těžbě (anglicky urban mining). Odhaduje se, že surovinová zásoba uschovaná v českých domácnostech je asi 8 milionů nepoužívaných telefonů. To odpovídá 200 kilogramům zlata.

Nakonec ještě oprava drobného tradovaného omylu. Zlato není nejlepší elektrický vodič, tím je stříbro; a i měď má odpor asi o 25 % nižší než zlato. Pořadí jednotlivých kovů podle vodivosti je tedy stříbro – měď – zlato. Zlato se používá spíše pro své unikátní mechanické vlastnosti v tenkých vrstvách, kdy je ideálním materiálem na výrobu spínacích destiček.

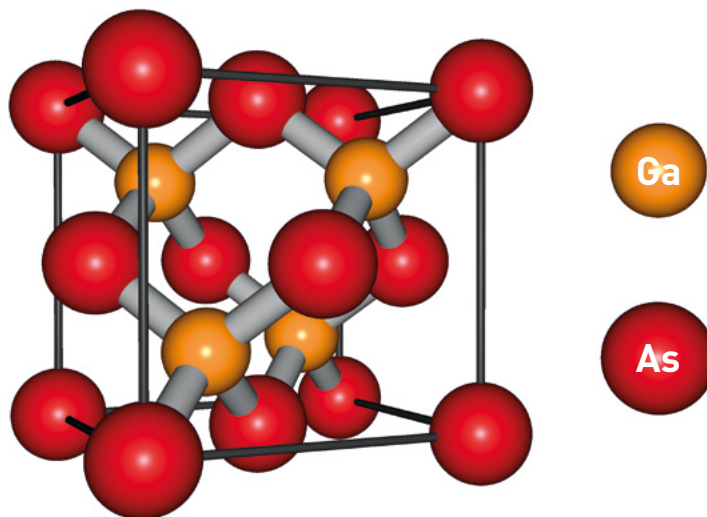
Tyto prvky ale zatím nespĺňujú podmínku zmíněnou v podtitulku – že jste o nich možná nikdy neslyšeli.

## GALLIUM A INDIUM: POLOVODIČE I DISPLEJE

Málokdo ví, že v elektronice mají nezastupitelné místo i kovy, které sice nejsou tak vzácné jako zlato, ale z přírodních zdrojů se mnohdy získávají obtížněji nebo je jejich výskyt omezený jen na několik světových nalezišť.

V řadě polovodičových součástek je původně používaný křemík nahrazován takzvanými polovodiči typu III-V. Jedná se o sloučeniny prvků ze třetí a páté skupiny periodické tabulky. Tyto sloučeniny mají ve své krystalové mřížce (v přepočtu na jeden atom) stejně elektronů, jako je v mřížce křemíku. Křemík patří mezi prvky čtvrté skupiny, a má tedy ve vazebné elektronové sféře čtyři elektrony. Shodný počet dostaneme zkombinováním prvků se třemi a pěti elektrony. Výhoda polovodičů typu III-V oproti křemíku tkví v jejich lepších mechanických vlastnostech a lépe laditelných vlastnostech elektrických. Jde především o arsenidy gallia a india, GaAs a InAs.

Vzácnější z těchto dvou kovů, indium, má ještě další využití. Cínem dopovaný oxid inditý (ITO, indium-tin oxide) je průhledný a elektricky vodivý. Slouží proto jako povrchová vrstva v dotykových displejích pracujících na takzvaném kapacitním principu, kdy při kontaktu displeje s vodivým objektem – například prstem – dojde k uzavření elektrického obvodu. Vodivosti ITO se využívá i při povrchové úpravě protinámrazových skel, s nimiž se můžeme občas setkat v zadních oknech automobilů nebo v pilotních kabinách letadel. ▶



Ačkoliv je india v zemské kůře asi 30× více než zlata, při jeho současné spotřebě budou světové zásoby vyčerpány odhadem za několik desítek let. Bez důsledné recyklace by tak lidstvo brzy ztratilo možnost tento kov používat.

### NIOB, TANTAL A GORILY

Vraťme se teď ke gorilám. Existují totiž další prvky, které jsou se životem goril spojeny mnohem více než všechny dosud zmíněné. Jedná se hlavně o niob a tantal, vynikající kovy pro výrobu mikrokondenzátorů s velkou elektrickou kapacitou. Miniaturizace těchto součástek je předurčuje k použití v malých zařízeních, jako jsou právě mobilní telefony.

Hlavní ruda obou kovů se nazývá koltan. Je to minerál proměnlivého složení, označovaný podle místa nálezu nebo obsažených prvků také kolumbit, niobit či tantalit. Chemicky jde o směsný oxid niobu, tantalu, železa, manganu, uranu a jiných kovů. Koltan se vyskytuje v rovníkové Africe, zejména v Kongu, kde jeho technologicky zastaralá (místy navíc nelegální) těžba výrazně poškozují životní prostředí a likviduje přirozené biotopy goril. Proto je hlavní náplní projektu zoologických zahrad „Přineste starý mobil – podpořte strážce pralesa“ finanční pomoc rezervaci Dja v sousedním Kamerunu, kam směřuje 10 korun za každý odevzdaný telefon.

### LANTHANOIDY: MÁLO ZNÁMÉ, ALE STRATEGICKY DŮLEŽITÉ

Významnou skupinou kovů, bez kterých se dnešní elektronika neobejde, jsou lanthanoidy. Říká se jim také vzácné zeminy, přestože nejsou zas až tak vzácné. I nejméně hojného z nich, lutecia, je v zemské kůře asi 200× více než zlata. Jejich významnými zdroji jsou „monazitové písky“ (fosforečnanové minerály proměnlivého složení s různým obsahem jednotlivých lanthanoidů) a nerozpustné směsné uhličitaný a fluoridy.



*Těžba některých kovů významně ovlivňuje území, kde žijí gorily nížinné. Na snímku je gorilí samec Richard z pražské ZOO. Foto: Petr Jan Juračka.*

tronice. Jde o europium (Eu), terbium (Tb) a ytterbium (Yb). Všechny tři prvky byste našli už ve starších počítačových monitorech a televizních obrazovkách jako složky takzvaných luminoforů. Tyto materiály, vykazující silnou luminiscenci (světélkování), zde sloužily k rozsvěcování obrazových bodů neboli pixelů. Obdobně i některé typy telefonních displejů spoléhají na luminiscenční vlastnosti europia, terbia a ytterbia.

### ČÍNA PROTI ZBYTKU SVĚTA

Hlavním producentem lanthanoidů je dnes Čína, přesněji čínský důlní komplex Bayan Obo. Všechny lanthanoidy mají velmi podobné chemické vlastnosti, což ztěžuje jejich separaci, tedy oddělení jednotlivých prvků. Navíc bývají doprovázeny thoriem, jehož radioaktivita dále komplikuje zpracování vytěžených rud. V Bayan Obo se používají levné technologie dobývání a separace, které značně škodí životnímu prostředí. Díky těmto technologiím se ovšem Čína stala největším producentem vzácných zemin, protože ostatní dodavatelé nedokázali konkurovat jejím nízkým cenám.

Svého monopolního postavení na světových trzích začala Čína bohužel zneužívat k omezování exportu a zvyšování cen. Některé země proto přemýšlejí o zahájení nebo obnovení těžby na jiných nalezištích. Významným ložiskem je třeba kalifornský důl Mountain Pass, velké zásoby lanthanoidů má Grónsko, zvažuje se i dobývání z hlubokomořských sedimentů blízko Havaje a Tahiti. Vědci rovněž vyvíjejí metody, jak získávat lanthanoidy z odpadních vod hutnických provozů. ●

Při pohledu na periodickou tabulku prvků obvykle nevěnujeme lanthanoidům moc pozornosti. Tvorí totiž horní řádek takzvaného f-bloku, umístěného pod hlavní částí tabulky. Nakonec i vysokoškolsí studenti chemie mají se zapamatováním těchto prvků často problémy a jejich znalosti končí brzy po začátku mnemotechnické věty „**L**aciné **C**eny **P**rasat **N**edovolily...“

Už v prvních slovech se ale skrývá jeden klíčový lanthanoid používaný v elektronických zařízeních. Je to neodým (Nd), základ moderních neodymových magnetů, které nejspíš všichni znáte. Tyto extrémně silné magnety unesou zhruba tisícinásobek své hmotnosti. I když se jmenují neodymové, nevyrábějí se z čistého neodymu, ale z látky s chemickým složením  $Nd_2Fe_{14}B$ . Bez silných magnetů by nefungovaly reproduktory, neodým proto hledejte ve sluchátku mobilního telefonu.

Studenti, kteří si pamatují zbytek oné mnemotechnické pomůcky – „... **P**rométheovi **S**mést **E**uropu, **G**dyž **T**héby **D**ýchaly **H**orkou **E**rotickou **T**mou **Y**bišku **L**učního“ –, znají ještě další lanthanoidy často využívané v elek-



*V dnešních mobilech najdeme řadu kovových prvků, které patří do různých skupin periodické tabulky. Ilustrace Karel Cettl, grafika Štěpán Bartošek.*

H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo		

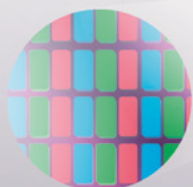
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

**In Sn**

indium, cín  
povrchová vrstva dotykového displeje

**Nd**

neodym  
reproduktor



**Eu Tb Yb**

europium, terbium, ytterbium  
barevné pixely v displeji

**Li**

lithium  
baterie



**Cu Ag Au**

měď, stříbro, zlato  
dobře vedou elektrický proud

**Ga In**

gallium, indium  
polovodičové součástky

**Nb Ta**

niob, tantal  
mikrokondenzátory

**Al**

hliník  
zadní kryt telefonu



# Těžba jako příležitost i problém

*Ložiska surovin znamenají peníze, pracovní místa, ale také rizika a konflikty*

Tomáš Burdych

Jistě budete souhlasit, že kovy jsou nesmírně užitečné. Jaký užitek však přináší země a oblastem, kde se těží?

Významná ložiska kovů nebo jejich rud nalezneme jak ve vyspělém světě – například v USA, Kanadě či Austrálii –, tak i v zemích označovaných za rozvojové, kam lze zařadit většinu ostatních států mimo Evropu a Japonsko.

## RISKANTNÍ ZÁVISLOST

Těžba kovů je zpravidla důležitější pro země rozvojové, jejichž hospodářství nezdědka stojí na vývozu několika málo surovin (komodit). Hlavní příjem států pak pochází z daní, poplatků a jiných plateb spojených s vývozem či dobý-

váním příslušných surovin. Takto úzce zaměřené ekonomiky jsou ovšem velmi zranitelné. Prodejní cena komodit je určována na základě aktuální poptávky a dostupnosti v místě prodeje. To je zjednodušeně princip fungování mezinárodního obchodu, kdy země získává prodejem vlastního zboží prostředky na nákup produktů nebo služeb, které sama nevytváří. Jenže spoléhat se na vývoz jedné nebo dvou komodit (třeba zlata či mědi) je velice nebezpečné. Náhlý propad, případně setrvalý pokles jejich cen totiž sníží celkový příjem země a mohou způsobit řadu dalších problémů.

Ukažme si to na příkladu saharské Mauritánie, kde 70 % příjmů z vývozu

tvoří kovy – zejména železná ruda, v menší míře měď a zlato. Bohužel pro Mauritánii ceny všech těchto kovů již několik let klesají. Zatímco v roce 2011 se tuna místní železné rudy prodávala za 190 amerických dolarů, na konci roku 2015 to už bylo jenom necelých 44 dolarů. Snížením státních příjmů ale problémy zdaleka nekončí. Dlouhodobý pokles cen jde totiž ruku v ruce s omezováním dalších výhod, které těžba přináší. Jedná se o pracovní místa nebo různé doprovodné projekty, jež mají zlepšit životní úroveň místních obyvatel. Důlní společnosti propouštějí, redukují se sociální programy i projekty zaměřené na rozvoj těžby. Všechny tyto komplikace v nějaké podobě potkaly



*Nad městem Potosí se tyčí Cerro Rico, což znamená „bohatá hora“. Na kovy je opravdu bohatá. Místní obyvatelé ji však přezdírají „hora stravující muže“, neboť jde o jednu z nejnebezpečnějších důlních oblastí světa. Zdroj Wikimedia Commons, autor Martin St-Amant, licence CC BY 3.0.*

Mauritánii a dnes negativně ovlivňují její politickou a sociální stabilitu.

### KOMPLIKOVANÁ HRA O PENÍZE

Mít příjem je jedna věc, dobře ho rozdělit a využít je ovšem věc druhá. Těžba se dotýká hned několika aktérů (účastníků), kteří se z ní obvykle snaží získat co možná největší užitek. Prvním aktérem je těžební společnost, jejímž cílem je prodat kov a dosáhnout maximálního zisku. Z peněz za prodej dostane určitou část veřejný sektor – stát, region nebo těžební lokalita. Vždy je ale otázkou, jak velká část to bude a jak ji rozdělit mezi zmíněné úrovně veřejné správy.

Získané finance by se měly použít na rozvoj dané země či oblasti, obecně na zlepšení života obyvatel – například skrze výstavbu nových zdrojů pitné vody, zkvalitnění zdravotní péče, podporu vzdělání a podobně. Bohužel jsou tyto peníze někdy nesmyslně nebo nehospodárně utráceny za projekty s malým přínosem. Staví se třeba zbytečná a nevyužívaná dálnice, předražený palác či sportovní stadion. Občas končí významná část příjmů na tajných zahraničních účtech vládnoucích čini-

*Mauritánské nákladní vlaky převážejí železnou rudu z dohů na Saħare do atlantického přístavu Nouadhibou. Svou délkou až 2,5 kilometru patří k nejdělsím a zároveň i nejtěžším vlakům na světě. Zdroj Wikimedia Commons, autor Emesik, licence CC BY-SA 3.0.*

telů, případně těch, kdo je podporují v rozkrádání státního bohatství.

Důležitým aktérem jsou obyvatelé těžebního regionu. Dobývání kovů jim sice poskytuje některé výhody, například pracovní místa, zároveň však přináší i nevýhody. K těm patří zábor půdy, znečištění životního prostředí a s ním související zdravotní komplikace, narušení nebo zničení tradičního způsobu života, příchod nových přistěhovalců, zvýšené náklady na bydlení, často vyšší kriminalita a jiné problémy. Je tedy logické, že místní obyvatelé zvláště citlivě reagují na zneužívání nebo špatné využití získaných peněz.

Poslední významnou skupinu aktérů představují horníci. Existují mezi nimi značné rozdíly a někdy i konflikty. V řadě rozvojových zemí vedle sebe fungují jak oficiální těžební společnosti se svými zaměstnanci, tak i samostatní horníci pracující na vlastní pěst, a to mnohdy ilegálně.

### DOLOVÁNÍ „NAČERNO“

Ilegální těžba kovů je poměrně komplikovaná problematika. Často jsou s ní spojeny větší škody na životním prostředí, horší pracovní podmínky horníků a další rizika. V některých případech se

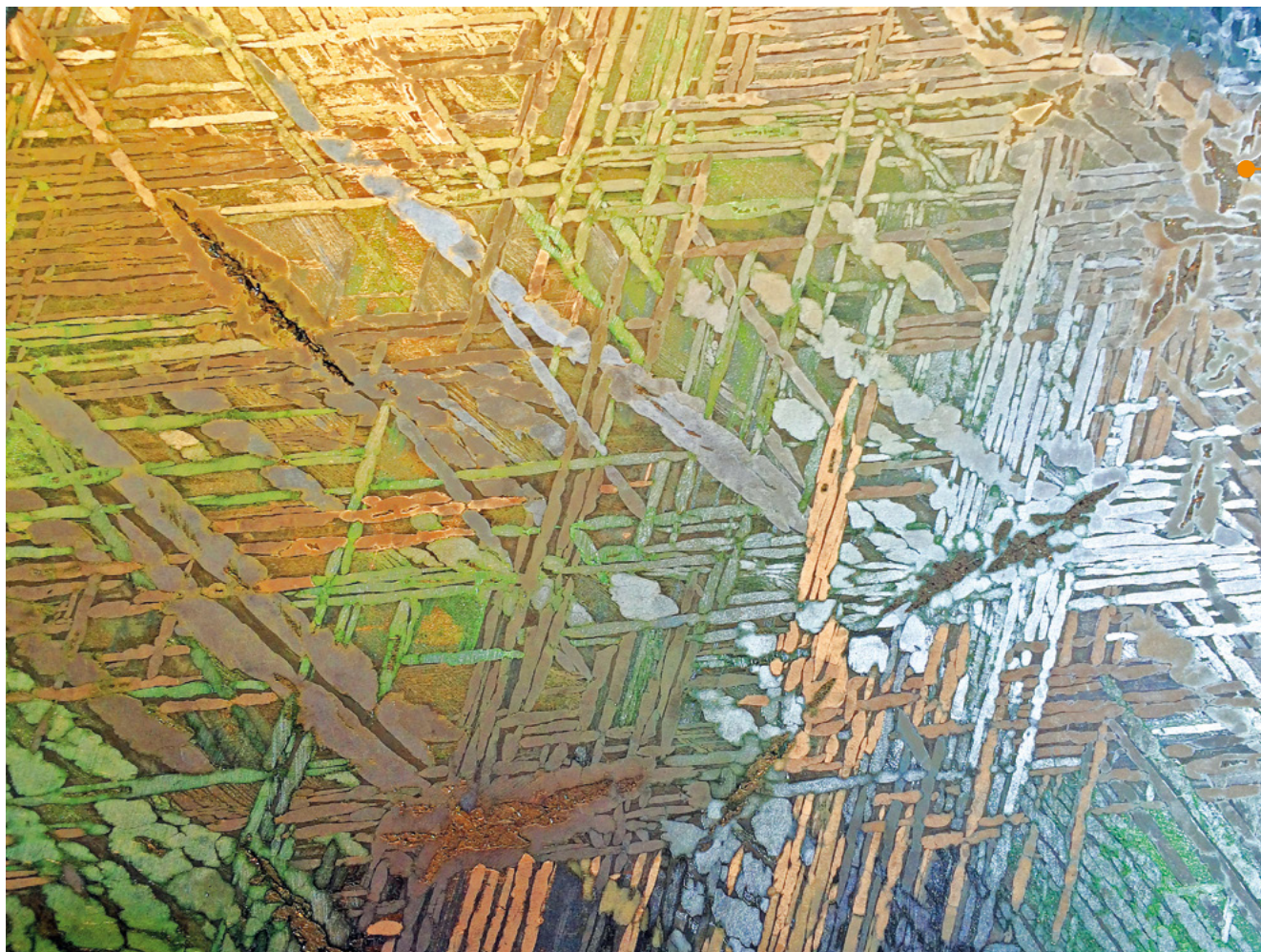
na ní mohou podílet i děti nebo může být ovládána kriminálními gangy. To platí třeba pro těžbu koltanu na východě Demokratické republiky Kongo. Koltan je zdrojem tantalu, který dnes obsahují snad všechny mobilní telefony.

Kvůli nedostatku jiných způsobů obživy nebo jednoduše kvůli tomu, že nabízí lepší výdělek či vhodný přírůstek, je ilegální těžba kovů atraktivní pro řadu lidí. Tímto způsobem se získává hlavně zlato – například ve venezuelské a peruánské Amazonii, v Mongolsku i jinde. V bolivijském městě Potosí se zase ilegálně doluje stříbro a další kovy. Podobných míst bychom však našli mnohem více.

Jednotliví aktéři těžby mají různé zájmy. To přirozeně vyvolává spory a konflikty, které mohou způsobit sociální nepokoje, a někdy vést dokonce k obětem na životech. Vývoj sporů závisí na tom, jestli se znesvářené strany dokážou domluvit, případně jestli je někdo z aktérů natolik silný, aby jednostranně prosadil své zájmy, což je typické pro nedemokratické země.

Těžba kovů má svá pozitiva i negativa. Záleží jen na nás lidech, jak dobře dokážeme využít a rozdělit to, co nabízí, a zda výhody převáží nad nevýhodami. ●





# Nikl a titan – (ne)známé kovy

*Proky z titulku najdete v nádobí, brýlových obroučkách i opalovacích krémech*

Pavel Teplý

Některé kovy, třeba železo či měď, zná lidstvo od nepaměti. Jiné známe z pohledu historie teprve krátce, ovšem v posledních desetiletích jejich význam stále roste. K těmto kovům patří také nikl a titan. Mohlo by se zdát, že mají pouze okrajové uplatnění, ale opak je pravdou.

## OD METEORITŮ K OCELI

Nikl je všudypřítomný stopový prvek. Nacházíme ho v potravinách, velké

množství je ho obsaženo v jádru Země, v zemské kůře vytváří například minerály pentlandit (sulfid železa a niklu) nebo millerit (sulfid nikelnatý). Kovový nikl je také důležitou součástí mnoha meteoritů, které právě díky němu dokážeme rozeznat od pozemských hornin.

Tento stříbřitě bílý kov s vysokým leskem objevil roku 1751 švédský chemik a mineralog Cronstedt. Historie niklu a jeho slitin je ale mnohem delší. Ještě

než se lidé naučili získávat železo z rud, vyráběli různé předměty z meteorického železa. To se vyznačuje velkou pevností, tažností a odolností proti korozi, což je způsobeno právě přítomností niklu. Ze stejných důvodů byla již ve starověké Číně oblíbená slitina mědi, zinku a niklu, takzvaný pakfong.

Rozmach využívání niklu nastal v 19. století, kdy přišla do módy slitina alpaka (nazývaná také nové stříbro



*V železných meteoritech jsou na řezu jasně vidět podlouhlé krystaly tvořené slitinou železa a niklu. Zdroj Wikimedia Commons, autor Ivtorov, licence CC BY-SA 4.0.*

nebo čínské stříbro), odpovídající svým složením pakfongu. Z alpaky se vyrábělo nádobí, mince i další předměty denní potřeby. Nikl se také začal nanášet na povrch železa jako vrstva zabraňující tvorbě rzi. Později se začal přidávat do oceli, protože zvyšuje její tvrdost a korozivzdornost. Nejvíce niklu se dnes spotřebuje právě jako přísada do oceli.

### SLITINY, BATERIE A TUKY

Další slitiny tohoto kovu vynikají pozoruhodnými vlastnostmi. S mědí tvoří nikl Monelovu slitinu, která má excellentní odolnost proti korozi. Dokonce odolává i nejreaktivnějšímu prvku, fluoru, při jehož výrobě se také používá. Najdete ji však hlavně v zařízeních vystavených silně korozivním přírodním podmínkám, třeba v továrnách na odsolování mořské vody.

Slitina niklu s titanem má elastické vlastnosti a tvarovou paměť: drát z ní vytažený můžete libovolně zohýbat, ale po zahřátí se sám vrátí do původního tvaru. Její aplikace sahají od tryskových pohonů přes lehké a nezníčitelné brýlové obroučky až po léčbu infarktových stavů takzvanými stenty, jež rozšiřují zúžené cévy.

Nikl výborně pohlcuje vodík, proto jsou jeho slitiny například s lanthanem

*Rentgenový snímek pánevní oblasti s kyčelními klouby. Vlevo vidíte kloubní náhradu vyráběnou z titanu a jeho slitin. Zdroj Wikimedia Commons / National Institutes of Health (NIADDK, 9AO4), volné dílo.*

a hořčíkem zkoumány jako možná „úložička“ vodíku pro alternativní pohony. Je také součástí mnohem běžnějších zdrojů energie – známých nabíjecích baterií (přesněji akumulátorů), kde ho najdete v kombinaci s kadmíem nebo jinými kovy. V potravinářském průmyslu slouží nikl jako katalyzátor reakcí, kterými z rostlinných olejů vznikají ztužené tuky.

Použití niklu v mincích a špercích je omezené. Nemalá část populace je na něj totiž alergická a již krátký kontakt s ním vyvolá u citlivých lidí zánětlivé onemocnění kůže.

### OBTÍŽNĚ POLAPITELNÝ, ALE UŽITEČNÝ TITAN

Titan má na rozdíl od niklu skvělou biokompatibilitu, což znamená, že lidské tělo ho dobře snáší a nevytváří proti němu protilátky. Proto se tento kov často využívá v medicíně – například k výrobě umělých kloubních náhrad nebo ke spojování kostí při složitých zlomeninách.

Ačkoliv je titan devátým nejhojnějším prvkem v zemské kůře (je ho zde 70× více než niklu), byl v čistém stavu připraven teprve roku 1910. Jeho výroba je totiž extrémně energeticky a technicky náročná, hlavně kvůli nutnosti používat kovový hořčík. Zpracování titanu prodražuje i to, že se snadno slučuje s kyslíkem, takže je potřeba pracovat v ochranné atmosféře dusíku či argonu.



O existenci titanu jako prvku se nicméně vědělo již od 18. století díky minerálům rutilu (oxid titaničitý,  $\text{TiO}_2$ ) a ilmenitu (oxid železato-titaničitý,  $\text{FeTiO}_3$ ).

### KOV PRO ARMÁDU I CIVILISTY

Titan zásadně ovlivnil průběh studené války. V šedesátých letech 20. století umožnil Američanům zkonstruovat špionážní letadlo Lockheed SR-71 Blackbird, které díky němu mohlo létat rychlostí překračující trojnásobek rychlosti zvuku a dosahovat výšek přes 25 kilometrů. To byly ve své době až neuvěřitelné parametry. Aby letadlo dokázalo vzlétnout tak vysoko a letět tak rychle, bylo nutné využít právě titan, protože je asi dvakrát lehčí než ocel a dvakrát pevnější než hliník. Navíc je odolný vůči vysokým teplotám i korozi.

Letoun byl kvůli použití titanu velice drahý. USA ani neměly dostatečně velké zásoby tohoto kovu, a tak se jeho dodavatelem paradoxně stal Sovětský svaz – samozřejmě aniž by tušil, na co ho Američané potřebují. Sovětské území přitom bylo jedním z hlavních cílů špionážních letů Blackbirdu.

Titan a jeho sloučeniny mají obrovský význam i dnes. Kovový se uplatňuje ve vesmírném programu, ve vojenských aplikacích nebo ve slitinách pro jízdání kola, tenisové rakety, golfové hole a jiné profesionální sportovní nářadí.

Přes 90 % produkce titanu ovšem slouží lidstvu ve formě oxidu titaničitého ( $\text{TiO}_2$ ). Ten se používá jako bílý pigment – takzvaná titanová běloba – při výrobě malířských nátěrů, ale i zubních past, papíru či některých potravin. Oxid titaničitý najdete také v kosmetice, přesněji v opalovacích krémech. Tvoří totiž jejich účinnou složku, která pohlcuje nebezpečné ultrafialové záření. ●





# Doly, hutě a životní prostředí

*Těžba a zpracování rud mají svou stinnou stránku - znečištění. Jak s ním bojovat?*

Vojtěch Ettler

Člověk používá kovy od nepaměti. Jejich výroba i spotřeba v posledních desetiletích výrazně rostou. Kromě základních kovů, jako jsou železo nebo měď, se zvyšují také nároky na produkci takzvaných strategických prvků, jako jsou kobalt, tantal či niob, které nacházejí uplatnění například v elektronice.

## **MILIARDY TUN ODPADŮ**

Přestože se zejména v rozvinutých částech světa stále více uplatňuje recy-

klace kovů, jejich světová produkce je pořád silně závislá na těžbě přírodních ložisek. Kovy se však v přírodě většinou nevyskytují ryzí, ale v podobě různých sloučenin, hlavně minerálů. Ty je nutné získat těžbou a přepracovat na samotný kov pomocí žárových neboli hutních (metalurgických) procesů. Při těchto činnostech vzniká ohromná spousta odpadů. Kupříkladu roční světová produkce mědi je dnes necelých 19 milionů tun. Během těžby ale vznikne více než

stonásobné množství důlních odpadů a při metalurgickém zpracování až dvojnásobné množství odpadů hutnických.

Tyto materiály nelze nijak využít, a proto končí na haldách a odkalištích. Odhaduje se, že takových odpadů jsou na světě stovky miliard tun, přičemž každý rok jich přibývá asi 20 až 25 miliard tun. Většina technologií souvisejících s těžbou či zpracováním rud není v separaci kovů stoprocentně účinná.

*Haldy důlních a hutnických odpadů blízko měděné huti na severu Namibie. V každé tuně takových odpadů může být až 9 kg olova, 7 kg mědi nebo 5 kg toxického arsenu. Foto: Vojtěch Ettlér.*

Malá část těchto prvků proto končí právě v důlních a metalurgických odpadech. V současnosti je ovšem jejich recyklace buď technologicky nemožná, nebo ekonomicky neefektivní. Zatím tedy zůstává hůbrou budoucnosti.

### JEDY VE VODĚ...

Některé kovy (například olovo) nebo polokovy (arsen) jsou toxické pro živé organismy. I kovy takzvaně bioesenční, které mají v organismech svou biologickou funkci, mohou být při vyšších dávkách či koncentracích jedovaté. To je případ třeba mědi nebo zinku. Úložiště odpadů z těžby i z hutní výroby obsahují vysoké koncentrace těchto prvků, a mohou tak být problematickým zdrojem znečištění okolního prostředí.

Při dlouhodobém styku s dešťovou vodou se minerály kovů a polokovů rozpouštějí, takže může dojít k uvolnění škodlivých látek do podzemní vody. Minerály na haldách se snáze rozpouštějí v kyselých roztocích. V důlních či hutních oblastech přitom bohužel není nouze o kyselý déšť. Především v rozvojových zemích totiž nejsou metalurgické provozy vybaveny účinnou technologií čištění spalin a do vzduchu vypouštějí velké množství oxidů síry i dalších kyselých plynů.

### ... I VE VZDUCHU A PŮDĚ

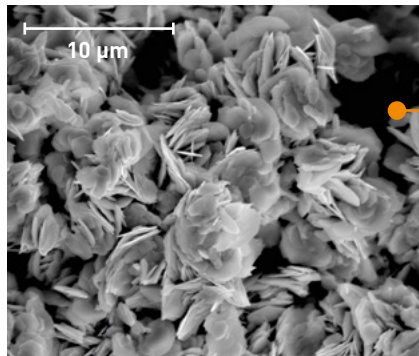
Z komínů hutí však vylétávají rovněž prachové částice, které obsahují kovy či polokovy. Zejména v tropických, subtropických a polopouštních oblastech, kde je velmi dlouhé období sucha, navíc větrná eroze roznáší prach z hald a odkališť. Oba typy prachových částic

pak znečišťují půdu v širokém okolí. Na řadě míst v Africe, Střední a Jižní Americe i Austrálii, kde dlouhodobě probíhala těžba a zpracování rud, dnes najdeme půdy, v nichž koncentrace kovů dosahují několika hmotnostních procent.

Jedná se samozřejmě o velký problém – hlavně v zemědělských regionech, kde je většina obyvatel závislá na lokálních potravinách. Například v kasavě (*Manihot esculenta*), tropické plodině, jejíž hlízy a listy se běžně konzumují ve formě kaše nebo salátu, byly v důlních oblastech jihoafrické Zambie zjištěny až o řád vyšší koncentrace kovů i arsenu než v neznečištěných oblastech. Nejde však jen o toxické prvky, které vstupují do rostlin z půdy prostřednictvím kořenového systému. Na povrchu listů také ulpívají větrem přenášené prachové částice s vysokým obsahem kovů. A tyto částice úplně neodstraní ani důkladné omytí vodou.

### POMOHOU ROSTLINY, CHEMIE, NEBO RECYKLACE?

Jak vyčistit půdy kontaminované kovovými prvky? Úplně jednoduché a levné řešení neexistuje. Jednou možností je metoda zvaná fytoremediace. Její princip spočívá v tom, že na znečištěné půdě vysadíme rostliny, které z ní budou do svého těla „pumpovat“ kovy. Takový proces ale funguje jen v dlouhodobém časovém horizontu. Navíc vlast-



ně problém přesuneme jinam, protože musíme nějak naložit se vzniklým rostlinným materiálem, obsahujícím zvýšené koncentrace kovů.

Výzkum prováděný v této oblasti ukazuje, že vhodnějším řešením by bylo přidat do půdy látku, které kovy „znehyní“. Ty se pak stanou málo pohyblivými, a tedy nedostupnými pro rostliny nebo jiné živé organismy. Takovému procesu se říká chemická stabilizace půdy pomocí přídatků. Když do kontaminované půdy vpravíme například směs oxidů železa či manganu a fosforečnanů, velmi účinně znehyníme olovo, jež se bude pevně vázat na málo rozpustné minerály.

Nejlepším řešením ale pochopitelně je zabránit znečištění a používat při těžbě i zpracování rud technologie šetrné vůči životnímu prostředí. To dosud není pravidlem zejména na řadě míst v rozvojových zemích – například v subsaharské Africe. Odpady je potřeba bezpečně uložit a zabezpečit tak, aby se z nich neuvolňovaly toxické kovy či polokovy v podobě prachu, který se může větrnou erózí šířit do okolí.

Věřme, že v budoucnu bude mít hlavní slovo recyklace kovů. Jistě budou objeveny také nové, účinné postupy, jež umožní získat a využít zbytkové kovy ze starých hald důlních nebo hutnických odpadů. Haldy a odkaliště, které dnes považujeme za původce znečištění, se tak možná stanou zdrojem surovin nové generace. ●

*Krystalky minerálů olova, které se vytvořily na povrchu strusky během zvětvávání na haldě. Když zaprší kyselý déšť, mohou se tyto minerály snadno rozpustit a uvolnit olovo například do podzemní vody. Snímek z elektronového mikroskopu, foto Vojtěch Ettlér a Annick Genty.*



# Dobrá léčba nad zlato

*Nové nanotechnologie mění kovy v bojovníky s rakovinou*

Alena Drda Morávková

Po většinu lidské historie je nejdražším kovem zlato. Cennější než všechno bohatství je ovšem pro člověka jeho zdraví. Proč tyto cennosti nespojit? Stejný ke stejnému – to bylo heslo mnoha středověkých lékařů. Čím tedy lépe léčit různé neduhy movitých pacientů než právě žlutým kovem?

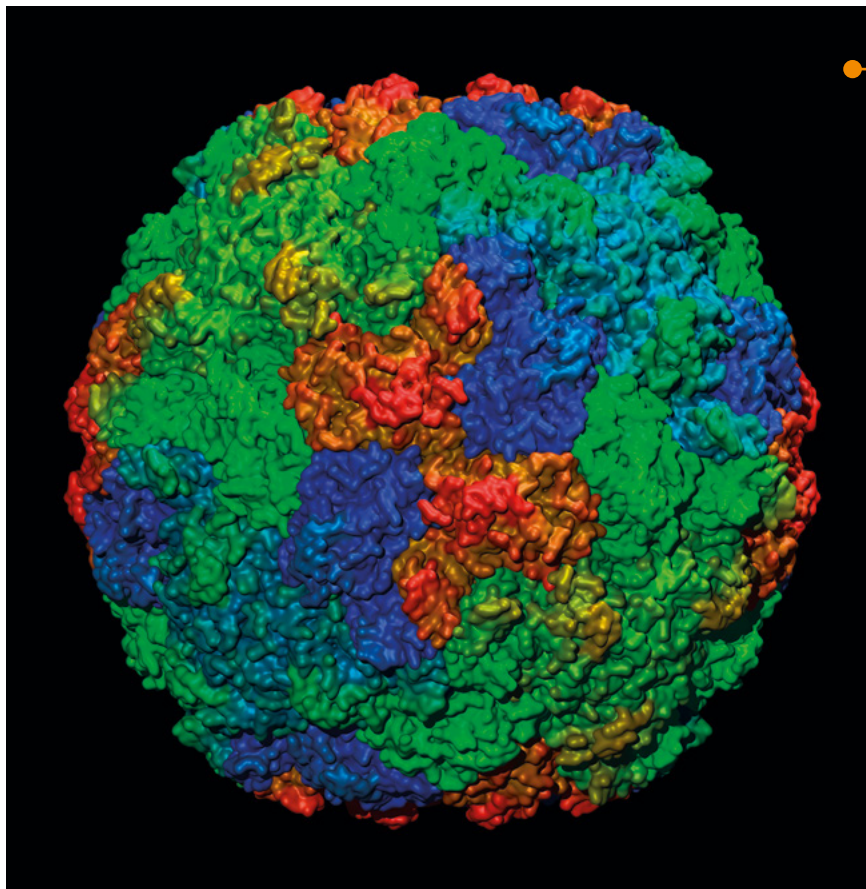
## DÁVNÝ PREPARÁT V MODERNÍM PROVEDENÍ

Zlato se podávalo ve formě *aurum potabile* (pitné zlato) a mělo léčit vše od slabosti po neštovice. Chemicky šlo o suspenzi takzvaného koloidního zlata, kovových částic menších než jeden mikrometr. Na první pohled to vypadá jako jeden z nesmyslných a neúčinných středověkých léků – stejně jako kohoutí hřebínek, který měl údajně léčit vzteklinu. Jenže...

... moderní medicína ukázala, že podobný preparát může být za jistých okolností účinný. A to u onemocnění, které nás straší ze všeho nejvíc: u rakoviny. Suspenze zlata nebo dalšího drahého kovu, platiny, mohou mít skutečný léčebný efekt v boji proti nádorovým buňkám. Pro terapii se používají velice drobné částičky těchto kovů nazývané nanočástice. Rozměry nanočástic se pohybují od 1 do 100 nanometrů (miliardtin metru). Ty zlaté a platinové umí pronikat do rakovinných buněk a navodit v nich buněčnou smrt, díky čemuž dochází ke zmenšování nádoru.

## KOVY PROTI NÁDORŮM

Aby byla léčba rakoviny úspěšnější a bez vedlejších účinků, je potřeba, aby léky fungovaly výhradně v buňkách nádorů. Právě kovy (a nejen drahé) by nám v tomto směru mohly hodně pomoci.



Nejčastěji zkoumanou možností je aktivace kovových nanočástic přímo v místě nádoru. Prakticky to funguje tak, že do pacienta vpravíme nanočástice, které se usadí všude po těle, v nádoru i ve zdravé tkáni. Samy o sobě ale nic nedělají; musíme je nejdřív aktivovat. Aktivace probíhá například laserem či ultrazvukem. Laserový paprsek lze velmi přesně cílit na konkrétní tkáň nebo její část, v našem případě na nádor. Aktivované nanočástice se rozpadnou a uvolní látku, kterou jsme na ně předem navázali – třeba lék zabíjející rakovinné buňky.

V některých experimentech se zkoušelo také ohřát nanočástice na 55 °C. Ohřáté nanočástice pak buňky nádoru jednoduše „uvaří“. Další variantu představují nanotrubičky naplněné vodou. Jakmile na ně zacílí paprsek laseru, začne se voda vařit, vznikne přetlak a nanotrubička vybuchne, čímž rozbije okolní rakovinné buňky. Tento výzkum zatím probíhá pouze na myších, ale vypadá velice slibně.

## TERMINÁTOŘI SLOUŽÍ MEDICÍNĚ

Při léčbě nádorů nám nepomáhají jenom zlato a platina. Vědci se zajímají



*Struktura bílkovinného pláště (kapsidy) lidského rhinoviru typu 14, který patří mezi viry způsobující nachlazení. Barevně jsou odlišeny jednotlivé proteiny, z nichž se kapsida skládá. Počítačová vizualizace ze soutěže Věda je krásná, autor Filip Uhlík.*

také o nanočástice jiných kovů. Jednou z cest, kterou zkoumají na univerzitě v Severní Karolíně, je využití tekuté slitiny gallia s indiem. Pomocí ultrazvuku vytvořili badatelé z tohoto tekutého kovu maličké nanokapičky. Na jejich povrch pak navázali polymery – dlouhé řetězce organických látek. Ty mají dvojí účel: jednak brání opětovnému spojení kapiček, jednak k nim lze připojit další molekuly. Takovou molekulou může být třeba doxorubicin, používaný k léčbě rakoviny.

Doxorubicin je poměrně účinný, má ale řadu nemilých vedlejších účinků. Opět je tedy žádoucí dopravit jej přímo k nádoru, což umí právě nanokapičky z india a gallia. Navážou se totiž na povrch nádorové buňky, která je – nic netušíc – pozře. Uvnitř buňky je ovšem kyselé prostředí, v němž se uvolní doxorubicin i ionty kovů z původní slitiny. Jejich společné působení pak může rakovinnou buňku zlikvidovat. Tým, který se zabývá výzkumem těchto nanokapiček, je dokonce po vzoru slavného filmu nazval terminátory.

## NANOTECHNOLOGIE INSPIROVANÉ PŘÍRODOU

Nanočástice nepoužíváme jen my lidé, ale i některé organismy v přírodě.

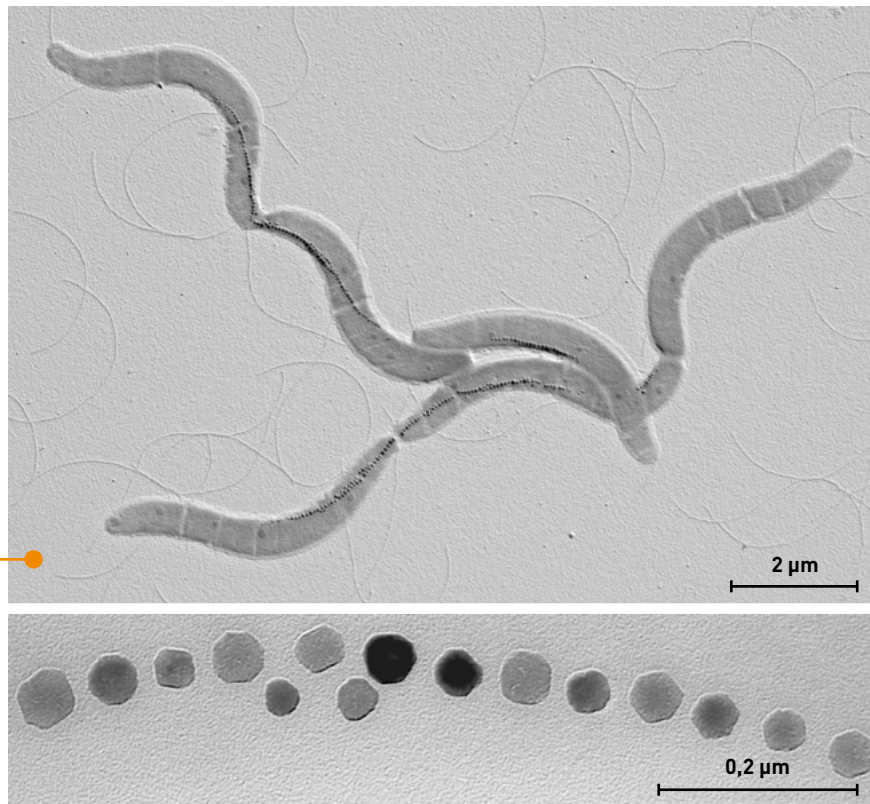
*Bakterie Magnetospirillum na fotografiích z elektronového mikroskopu. Nahoře je několik buněk s krystalky magnetitu uspořádanými do řetězců, dole pak detailní snímek části řetězce. Zdroj Wikimedia Commons, autor Caulobacter subvibrioides, licence CC BY-SA 3.0.*

Vynalezly je dávno před námi, naštěstí se však o svá tajemství „podělily“ s vědci. Dobrým příkladem jsou viry. Jedná se o velmi malé biologické entity, které se v řadě případů skládají pouze z nukleové kyseliny a bílkovinného pláště, zvaného kapsida. Ta může mít různé rozměry; u menších virů se její velikost pohybuje mezi 30 a 100 nanometry.

Virové kapsidy jsou tedy vlastně také nanočástice, ovšem složené z bílkovin. Lze je velmi snadno vyrobit a stejně snadné je zařídit, aby byly duté (neobsahovaly virovou nukleovou kyselinu). Do dutiny pak můžeme vložit léčivo nebo malé kovové částičky. Bílkovinný obal se smrtící náloží lze upravit tak, aby nanočástice vyhledaly nádorové buňky, vnikly do nich a následně je usmrtily vypuštěním svého obsahu.

Dalším příkladem „přírodní nanotechnologie“, tentokrát na bázi železa, je mikrob *Magnetospirillum magnetotacticum*. Tato bakterie má uvnitř buňky miniaturní krystalky magnetitu, chemicky oxidu železnato-železitého ( $Fe_3O_4$ ). Jednotlivé krystalky jsou úhledně obaleny membránou a vytvářejí jakési řetězky. Bakterie je používá jako kompas, který ji naviguje do hlubších vod, kde se jí lépe daří.

Technologii magnetických nanočástic jsme si z přírody také vypůjčili. Správně tušíte, že vědci by na jejich povrch rádi navázali různé látky, především opět léky proti rakovině. V těle pacienta bychom pak nanočástičky pomocí magnetu směřovali do místa nádorového bujení. Je možné, že nakonec se kromě terminátorů dočkáme i léčby, kdy po nás bude lékař jezdit magnetem – podobně jako v jednom známém českém filmu. ●





# Pestré osudy hornických sídel

*Těžba rud přinesla do Krušných hor prosperitu. Jak se ale vyrovnat s jejím koncem?*

Jakub Jelen

Jedním z hlavních znaků, které odlišují člověka od ostatních živočichů, je zpracování surovin a používání nástrojů. Nejprve vyráběli naši předkové nástroje z kamene, později však objevili něco lepšího – kovy. Mezi první, s nimiž se lidé seznámili, patřilo zřejmě zlato. Postupem času přibývaly další, jako měď, cín, olovo nebo železo. Člověk se je učil těžit, zpracovávat a využívat. Hornictví vždy lákalo mnoho pracovníků, kteří si blízko dolů zakládali své sídla.

Těžba nerostných surovin je však dost specifická. Období vysokých výnosů a zisků střídají etapy úpadku a nutnost hledat jiné zdroje příjmů. V Česku jsou jednou z významných těžebních lokalit

Krušné hory, kde dobývání a zpracování rud probíhá již od doby bronzové. Pojďme se tedy podívat na osudy několika krušnohorských hornických sídel.

## **JÁCHYMOV: OD STŘÍBRA K URANU**

Nedaleko Karlových Varů leží město Jáchymov. Proslavilo se počátkem 16. století, kdy zde díky objevu stříbra vypukla doslova stříbrná horečka. Sjížděli se sem horníci z Čech i sousedního Saska a město se stalo jedním z nejlidnatějších v království. Vyrázilo se zde přes 1 milion kusů stříbrných mincí, takzvaných tolarů, a za sto let se vytěžilo přes 400 tun stříbra. Na začátku 17. století ovšem zásoby drahého kovu došly a město postihl úpadek. Přesto se dál

v menší míře dobývaly kobaltové rudy, používané k barvení skla a porcelánu.

Dlouhá léta naráželi horníci v dolech na černý kámen, který znamenal konec stříbrné žíly. Jeho nález přinášel smůlu, a proto byl nerost pojmenován smolinec. Roku 1789 v něm chemik Martin Heinrich Klaproth objevil prvek uran a také zjistil, že se ze smolince dají vyrobit jedinečné uranové barvy. Díky tomu byla oprášena zapomenutá sláva Jáchymova. V bývalých stříbrných dolech se začaly těžit uranové rudy a ve městě vznikla továrna na výrobu barev.

Roku 1898 identifikovali Marie Curie-Skłodovská a Pierre Curie v odpadu z této továrny dva nové prvky, radium



*Chodby 12. patra jáchymovského dolu Svornost, nacházející se přes 500 metrů pod zemí. Tento důl je v provozu již od roku 1534 a dnes slouží k čerpání vody s obsahem radonu pro místní léčebné lázně. Foto: Petr Jan Juračka.*

a polonium. Radium se stalo velmi žádaným a Jáchymov byl počátkem 20. století jeho největším výrobcem na světě. Nejtemnější období města nastalo po druhé světové válce, kdy se v dolech těžil uran pro jaderné zbraně Sovětského svazu. Mezi lety 1945 a 1963 ho bylo vyprodukováno přes 7 000 tun. Rudu zde dobývalo obrovské množství pracovníků, mezi nimi i političtí vězni. Během necelých dvaceti let byla zdejší krajina výrazně přetvořena zakládáním obrovských výsypek, které jsou v okolí města stále patrné.

Po ukončení těžby uranu byly téměř všechny doly zavřeny. V provozu je nyní pouze důl Svornost ze 16. století, odkud se čerpá voda s obsahem radonu pro lázeňské účely. V Jáchymově stojí první radonové lázně na světě, založené roku 1906, které slouží k léčbě pohybového ústrojí. Dnes jsou jedním ze symbolů města a důležitým zdrojem příjmů. Na hornickou minulost se tu ale nezapomíná. V Jáchymově a jeho okolí se turisté mohou projít po desítkách kilometrů tematických naučných stezek nebo navštívit muzeum Královská mincovna či Štolu č. 1.

### **ABERTAMY: ČÍM SE ŽIVIT, KDYŽ DOJDE RUDA?**

Dalším příkladem hornického sídla jsou krušnohorské Abertamy. Nejprve se

*Uraninit neboli smolinec, nejdůležitější ruda uranu a radia. Hojně se využíval k výrobě barev a později radia. Ve 20. století byl z Československa ve velkém vyvážen do tehdejšího SSSR pro vojenské účely. Foto: Petr Jan Juračka.*

zde dobývalo stříbro, poté cín k výrobě nádobí. Po vyčerpání zásob těchto rud se ovšem museli místní horalové přeorientovat na jiný způsob obživy. Někteří se začali věnovat krajkářství, jiní výrobě umělých květin. Úspěch slavil také abertamský kozí sýr ochucený bylinkami.

Zásadní průlom přišel v polovině 19. století se založením továrny na rukavičky. Zdejší výrobky z kozí kůže byly vyhlášené vysokou kvalitou i rozmanitostí vzorů. Největší rozkvet zažily Abertamy po první světové válce, kdy výroba rukavic živila přes 11 500 lidí z města a okolí. Po druhé světové válce ovšem produkce postupně klesala, až koncem 20. století zanikla.

Dnes žijí Abertamy především z cestovního ruchu. Jejich okolí nabízí v zimě mnoho běžeckých a sjezdových tratí, v létě zase příležitosti pro pěší i cyklistickou turistiku.

### **PŘEBUZ: ZPÁTKY K PŘÍRODĚ**

Zcela odlišný vývoj měla pohraniční obec Přebuz. Ve zdejších dolech se od 16. století ve velkém těžil cín. Největší prosperity bylo dosaženo během 18. století, ale po vyčerpání dostupných zásob nastala stagnace. Roku

1933 došlo k obnovení těžby, před 2. světovou válkou mělo město přes 3 000 obyvatel a během ní zásobovaly doly průmysl nacistického Německa. Po roce 1945 byly šachty zavřeny a likvidovány, což vyústilo v úpadek spojený s úbytkem obyvatel.

Nyní je Přebuz hlavně rekreačním střediskem. Sice jí náleží status města, znovu přiznaný roku 2007, ovšem v roce 2012 šlo o město s nejméně obyvateli v Česku – žilo tu jen 74 lidí. Konec těžby znamenal příležitost ke znovuoživení a ochraně přírody. Bylo zde vyhlášeno několik přírodních parků i národních přírodních rezervací. Torza těžebních závodů však v okolí Přebuzi najdete dodnes.

### **VÝZNAMNÉ KULTURNÍ DĚDICTVÍ**

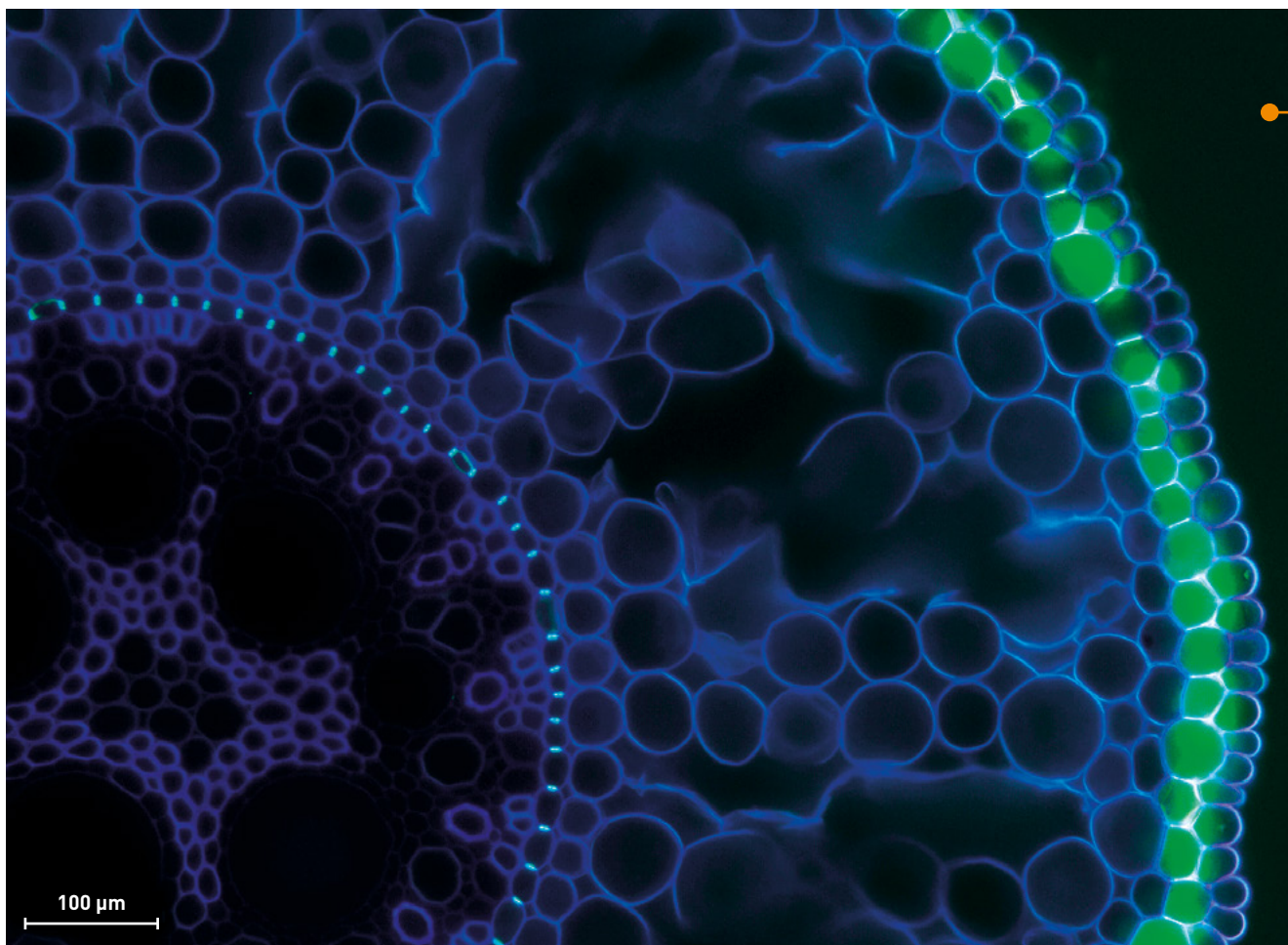
Těžba nerostných surovin po sobě zanechává velké množství hmotných i nehmotných památek, o které se v posledních letech zajímá stále více lidí. Tyto památky svědčí o vyspělosti a zručnosti našich předků a jsou atraktivním zdrojem poznání. Díky své bohaté hornické historii je krajina Krušnohoří spolu s některými sídly na české i německé straně hranice nominována k zápisu na seznam světového kulturního a přírodního dědictví UNESCO. ●



# Dvojitá tvář těžkých kovů

*Některé prvky jsou pro rostliny životně důležité - ale nesmí jich být moc*

Edita Tylová,  
Olga Votrubová,  
Jana Albrechtová



Řekne-li se těžké kovy, většinou se nám nejdříve vybaví jejich nepříznivé působení na organismy. Není divu – ionty kovů jsou velmi reaktivní, a jsou-li v nadbytku, poškozují buněčné struktury a narušují biochemické pochody. To je však pouze jedna část příběhu. Kovy jsou také nezbytní pomocníci všech živých tvorů.

## KOVY VE VÝŽIVĚ ROSTLIN

Jako „těžké kovy“ označujeme kovové prvky s hustotou vyšší než 5 gramů na

centimetr krychlový. Jsou přirozenou součástí zemské kůry. Organismy se proto během evoluce naučily s jejich přítomností vypořádat, a některé dokonce využít ve svůj prospěch. Třeba bez železa, zinku nebo mědi nefungují v rostlinách důležité metabolické dráhy. Kovy jsou často klíčovou součástí enzymů. Prospěšné množství jednotlivých těžkých kovů je však velmi malé – jejich obsah v sušině rostlin se pohybuje od desetin (například u niklu) do stovek miligramů na kilogram (například

u železa). Patří nicméně mezi prvky pro rostliny nezbytné, kterým kvůli malé koncentraci v buňkách říkáme mikroprvky.

Rostliny přijímají potřebné kovy v podobě iontů za pomoci takzvaných membránových transportérů. Tyto bílkoviny zajišťují přenos iontů přes plazmatickou membránu dovnitř buňky. Rostliny se nemohou za potravou pohybovat – mají proto zvláštní mechanismy, jež se aktivují při nedostatku konkrétní živiny.



*Příčný řez kořenem kukuřice. Zeleně jsou obarveny takzvané Casparyho proužky ve dvou vrstvách buněk - exodermis (vpravo) a endodermis (vlevo). Casparyho proužky jsou části buněčných stěn prostoupené ligninem, který brání nekontrolovanému vstupu těžkých kovů do rostliny. Foto: Edita Tylová.*

Kořeny třeba mohou vylučovat organické látky, které uvolňují kovy z chemických vazeb v půdě a zvyšují tak jejich dostupnost.

## VŠEHO MOC ŠKODÍ

Pro zajištění životních procesů potřebuje rostlina pouze přiměřené množství kovů. Když je jich v prostředí nadbytek, v rostlinách se hromadí a začínají škodit. V tu chvíli už nehraje roli, zda jde o kov potřebný, nebo toxický, který žádné prospěšné funkce neplní (jako je kadmium, rtuť či olovo).

Stanoviště s vysokým obsahem kovů se v přírodě vyskytují přirozeně a osidluje je druhů schopné se s takovou zátěží vypořádat. Příkladem jsou lokality na hadcovém podloží, kde najdeme v půdě mnoho niklu, chromu nebo kobaltu. Podobná stanoviště vytváří také člověk; velká koncentrace kovů může být třeba v důlní hlušíně svážené na výspyky.

## ČERNÍ PASAŽÉŘI A CO S NIMI

Jak se do rostliny dostanou toxické kovy? Většinou využijí transportní bílkoviny určené pro příjem potřebných prvků – železa, zinku, manganu či dalších. Transportéry totiž nerozlišují

*Při nedostatku železa rostliny žloutnou, protože je narušena syntéza zeleného barviva chlorofylu. Vlevo jsou mladé kukuřice pěstované v živném roztoku se všemi potřebnými minerály, vpravo v živném roztoku bez železa. Foto: Edita Tylová.*

ionty jednotlivých kovů se stoprocentní spolehlivostí, takže občas pomohou proklouznout i „černým pasažérům“.

Rostliny si vyvinuly různé způsoby, jak se proti toxicitě kovů bránit. Jedním mechanismem jsou specializované vrstvy buněk uvnitř kořene, nazývané endodermis a exodermis. Jde o bariéry brzdící nadměrný příjem kovových iontů, které se společně s vodním roztokem pohybují v buněčných stěnách a mezibuněčných prostorech. Bariéru si můžeme představit jako hranici s přechody. Hranici tvoří buněčná stěna prostoupená ligninem, jenž blokuje volný průchod iontů. Pro další pohyb do nitra kořene musí být ionty přesunuty dovnitř buněk pomocí transportních bílkovin. Tím je zajištěn jejich kontrolovaný vstup. Na Přírodovědecké fakultě UK jsme v několika studiích zkoumali vytváření těchto bariér u různých druhů rostlin.

Protože „hraniční kontrola“ není stoprocentní, těžké kovy se při nadbytku v prostředí přece jen dostávají do buněk ve větší míře. Důležitý je proto i jejich „úklid“ uvnitř buňky. Zde se vážou na specializované bílkoviny a peptidy (kratší aminokyselinové řetězce) bohaté na aminokyselinu cystein. Ve vazbě s nimi již nepoškozují buněčné struktury a jsou buď bezpečně dopraveny k dalšímu využití v metabolismu, nebo odloženy jako nežádoucí odpad do vakuoly.



## HYPERAKUMULÁTOŘI KOVŮ

Pod tímto krkolomným názvem se skrývají velmi zajímavé rostliny – rekordmani v hromadění kovů. Díky vyšší aktivitě transportních bílkovin je cíleně akumulují do koncentrací i sto- až tisícnásobně větších než u běžných druhů. Příkladem může být penízeček modravý (*Thlaspi caerulescens*), který umí hromadit zinek, kadmium a nikl. Kapradina křídelnice (*Pteris vittata*) je zase jediným známým druhem schopným z půdy přijímat a v listech ukládat arsen, velice jedovatý polokov.

Tyto rostliny často pocházejí ze stanovišť s vysokou koncentrací kovů. Svou zvláštní schopnost zřejmě používají, aby se vypořádaly nejen s toxicitou přítomných prvků, ale i s konkurenty, kteří stejný trik neovládají. Pro biology jsou zajímavým objektem ke studiu. Umožňují totiž porozumět mechanismu hyperakumulace, což je první krok k jeho potenciálnímu využití. Mohli bychom například vyšlechtit plodiny se zvýšeným obsahem mikroprvků důležitých pro výživu člověka nebo rostliny vhodné k čištění lokalit kontaminovaných těžkými kovy.

## ZELENÍ ČISTIČI

Využití rostlin pro odstranění toxických látek ze životního prostředí (či jejich přeměnu na látky méně nebezpečné) je označováno jako fytoremediace. Pro těžké kovy připadají v úvahu dva hlavní postupy. Prvním je takzvaná fytostabilizace. Při ní například kořeny uvolňují látky, na které se v půdě navážou ionty kovů a přestanou být pro rostliny dostupné. To je žádoucí u zemědělských plodin pěstovaných ve znečištěných oblastech. Druhou metodou je fytoextrakce, kdy rostliny naopak kovy přijímají a ukládají je do nadzemních orgánů v neaktivní formě. ●



# Česká hlava za výzkum řas

*S Martinou Pichrtovou o Arktidě, kolonizaci souše a natáčení se slavným houslistou*

Michal Andrlé

K zisku ocenění Česká hlava, v jehož porotě sedí ti nejlepší z českých vědců, je třeba nejen zajímavé výzkumné téma, ale především originální vlastní výsledky. Obojí – a také pověstné štěstíčko – měla čerstvá doktorka Martina Pichrtová, která byla loni v prosinci dekorována touto cenou v kategorii Doctorandus. S Martinou jsme se sešli v její pracovně na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty UK, kam se vrátila ze studijního pobytu v Rakousku.

**Martino, děkujeme, že sis na nás udělala čas ve svém nabitém programu. Momentálně děláš svou vědeckou práci mezi domovskou katedru na naší fakultě a katedru botaniky v rakouském Innsbrucku. Čemu se teď vlastně věnuješ?**

S kolegy v Innsbrucku spolupracuji už několik let. V současnosti řešíme společný projekt Lead Agency, což je nový typ mezinárodního grantu vypsany Grantovou agenturou ČR. Název naše-

ho výzkumu je „Kolonizace souše spájkivými zelenými řasami“. Zajímá nás, jak na tyto organismy působí stresové faktory typické pro suchozemské prostředí – vysychání, ultrafialové záření a zamrzání. Projekt přímo navazuje na moji disertační práci, která se zabývala stresovou odolností u řas jařmatek.

**Mohla bys nám předmět své vědecké vášně, tedy jařmatky, krátce představit?**



*Terénní část oceněného výzkumu Martiny Pichrtové se odehrávala na arktických Špicberkách, kde řasy jařmatky často vytvářejí souvislé nárosty. Tato fotografie zachycuje mladou vědkyni na vrcholu hory Pyramida. Foto: Tomáš Hájek.*

Jařmatky (rod *Zygnema*) jsou vláknité sladkovodní řasy patřící mezi spájkivky (*Zygnematophyceae*). Spájkivé řasy jsou podle současného stavu poznání nejbližšími příbuznými vyšších rostlin. Dá se tedy předpokládat, že předek dnešních rostlin, který dokázal někdy během ordoviku – zhruba před 450 miliony lety – kolonizovat souš, pravděpodobně sdílel mnohé vlastnosti právě se spájkivkami. Ty se dnes vyskytují v mnoha druzích po celém světě.

### **Kde všude spájkivé řasy žijí?**

Hlavní centrum jejich výskytu jsou kysele sladkovodní ekosystémy typu rašeliníšť, najdeme je ale třeba i na povrchu ledovců nebo ve vyložené suchozemském prostředí. Konkrétně jařmatky si oblíbily vysychavé lokality. Já jsem je zkoumala v Arktidě, kde vytvářejí rozsáhlé nárosty, anglicky nazývané mats. Jsou zde proto významnými hráči z hlediska produkce biomasy. Význam cévnatých rostlin v produkci biomasy naopak s rostoucí zeměpisnou šířkou klesá.

### **Můžeš nám laikům přiblížit, co je právě na jařmatkách tak zajímavé, že se za nimi vyplácí jezdit až na Špicberky?**

Původním tématem mé disertace byla stresová odolnost u polárních řas obecně. Velmi rychle se však výzkum zúžil právě na jařmatky, protože jsou v Arkti-

dě velmi hojné a úspěšné, a přitom se o jejich stresové odolnosti vědělo jen málo. Nejvíc mne zajímal jejich životní cyklus – zejména to, zda vytvářejí nějaká odpočívající stadia (spory), která jim umožňují přežít extrémní podmínky.

### **Podělíš se s námi o dosavadní výsledky svých výzkumů?**

Hlavní výsledky byly v podstatě dva. Prvním byl objev produkce fenolických látek, které pohlcují ultrafialovou složku slunečního záření. Tento jev je známý u některých jiných spájkivých řas, u jařmatek však přede mnou nikdo nic podobného nepopsal. Řasy se proti ultrafialovému záření častěji chrání tvorbou jiných látek, například takzvaných mykosporinu podobných aminokyselin. Právě tyto sloučeniny by mohly mít zajímavé využití, třeba v kosmetice.

### **A ten druhý výsledek?**

Druhé zjištění souviselo s mým pátráním po odolném trvalém stadiu, s jehož pomocí by mohly jařmatky přečkávat extrémní podmínky. Výsledkem procesu pohlavního rozmnožování je u těchto řas zygospóra – velmi odolná tlustostěnná zygota, tedy buňka vznik-



*Martina Pichrtová na tiskové konferenci k vyhlášení cen Česká hlava. Vyhlášení předcházelo natáčení medailonku, v němž byl jejím partnerem houslový virtuos Václav Hudeček. Foto: Česká hlava.*

lá splynutím dvou pohlavních buněk. Předpokládalo se, že v polárních podmínkách k pohlavním procesům vůbec nedochází, a vznikají proto jiné typy odolných stadií. K našemu překvapení jsme však zjistili, že jařmatky přežívají všechny stresy ve vegetativním stavu a žádná tlustostěnná klidová stadia netvoří. Přežívající buňky jsou sice „otužené“ a mají „naspořené“ zásobní látky, ale pořád se jedná o běžné vegetativní buňky.

### **Výzkum, o který se v současnosti dělíš s rakouským pracovištěm, tedy na tyto závěry navazuje?**

Ano. Kolegové v Rakousku mají k dispozici vybavení, jež umožňuje přesně a rychle stanovit, jaké látky jsou v řasách přítomné. Můžeme tak porovnávat biochemické složení v různých fázích vývoje nebo při působení různých stresových faktorů a pochopit, jak se řasy adaptují na podmínky prostředí. Znalost těchto procesů nám pak pomůže odpovědět na otázku, jak vlastně spájkivky – a dost možná i jiné zelené rostliny – dokázaly kolonizovat souš.

### **To jistě není malý vědecký úkol! Vraťme se nakonec ještě k ocenění Česká hlava. Jak na udílení cen vzpomínáš?**

Před slavnostním předáváním ceny natáčela Česká televize můj medailonek. Partnera, který zastupoval laickou veřejnost, mi v něm dělal houslista Václav Hudeček. Natáčelo se na naší fakultě v botanické zahradě i v laboratořích. Hrozně mě to bavilo, šlo o úplně novou a zajímavou zkušenost. Samotné udílení cen bylo také neopakovatelným zážitkem. Moc si vážím toho, že jsem mohla být mezi takovými osobnostmi, jako je třeba profesor Martin Hilský.

**Já ti za celou Přírodovědeckou fakultu UK přeji hodně dalších úspěchů nejen ve vědecké práci, ale i v soukromém životě! ●**

# Žáci se učí zdravě jíst

Pilotní ročník programu *Skutečně zdravá škola přinesl viditelné změny k lepšímu*

Adéla Flejšarová



*Žáci Základní školy T. G. Masaryka Drásov vaří. Foto: Skutečně zdravá škola.*

*jidelny i žáků. Pořádají se třídní soutěže o recepty, které jsou pak zařazeny do jídelníčku, a spousta dalších aktivit. Taková motivace žáků má daleko větší efekt než jakákoli omezení a zákazy,*“ vysvětluje Bohuslav Sedláček.

Do programu se může přihlásit každá česká škola i školka. Všechny informace včetně registračního formuláře najdete na [www.skutecnezdravaskola.cz](http://www.skutecnezdravaskola.cz).

Kromě cílení na vzdělávací instituce usiluje iniciativa rovněž o změnu legislativy, především takzvaného spotřebního koše – ten je jedním z hlavních důvodů, proč děti v jídelnách často dostávají jídla plná polotovarů a dochucovadel. Tato snaha Skutečně zdravé školy už má první výsledky. Na začátku školního roku 2015/2016 vstoupila v platnost novela školského zákona, jež omezuje prodej nezdravých potravin ve školách. ●



Občanská iniciativa Skutečně zdravá škola, která se zasazuje o kvalitnější školní stravování, má za sebou pilotní ročník stejnojmenného programu pro školy. Jejich zástupci se shodují, že projekt vzbudil zájem žáků o téma stravování. Na pozemcích některých škol vznikly zeleninové zahrádky a většina také oslovila nové dodavatele potravin.

Do pilotního ročníku programu, který funguje podle britského vzoru Food for Life, se přihlásilo patnáct škol z celé republiky a od září 2015 už jich je registrováno více než 110. Mezi hlavní úspěchy programu patří vyřazení polotovarů a jejich nahrazení čerstvými surovinami, zvýšení množství zeleniny a naopak snižování obsahu cukrů v jídle i nápojích. Častěji jsou také zařazovány lokální a farmářské potraviny.

*„Za pouhé čtyři měsíce se účastníkům pilotního programu podařilo dosáhnout*

*změn, které jiné školy nezvládly za celé roky – zlepšili stravování v jídelnách, těsněji spolupracují s rodiči, realizují semináře o jídle a mnoho dalšího,*“ chválí úspěchy projektu zakladatel Skutečně zdravé školy Bohuslav Sedláček.

Jedním z cílů programu je také učit děti, odkud jídlo pochází a jak vzniká. Školy proto zprostředkovávají žákům návštěvy farem, dávají jim možnost založit vlastní zahrádku a seznamují je s procesy zpracování potravin.

*„Těší nás, že komunikace neprobíhá jen na úrovni vedení školy. Prostor k diskusi a nápadům dostávají sami žáci. Vznikají akční skupiny rodičů, zástupců školy,*

*Skutečně zdravá škola organizuje kurzy a školení pro kuchařky i děti. Dozvědí se například, jak připravovat zdravé sušičky. Foto: Skutečně zdravá škola.*



**ACADEMIA FILM  
OLOMOUC**

**51**

**19 . - 24 . 4 . 2016**

**VIDĚT & VĚDĚT | WATCH & KNOW | [WWW.AFO.CZ](http://WWW.AFO.CZ)**

**51. MEZINÁRODNÍ FESTIVAL  
POPULÁRNĚ-VĚDECKÝCH FILMŮ**  
51st INTERNATIONAL FESTIVAL OF SCIENCE DOCUMENTARY FILMS

**AFO**



Univerzita Palackého  
v Olomouci

# Pomáhám propojovat mladé geografy

Karolína Fenclová studuje geografii a denně je v kontaktu s kolegy z celé Evropy

Jan Kolář



*Ke geografii patří také cestování. Tento snímek Karolíny Fenclové vznikl během třítydenního putování Norskem, konkrétně v údolí Husedalen západně od Bergenu. Foto: Jakub Klemsa.*

Máte v autě navigaci nebo používáte mapy v mobilu? Tak to se za pár let možná budete setkávat s výsledky práce Karolíny Fenclové. Na gymnáziu bavila Karolínu matematika a zeměpis, což ji přivedlo ke studiu geografie na Přírodovědecké fakultě UK. Lákala ji také šíře témat, kterými se tato vědní disciplína zabývá.

Karolína teď studuje magisterský obor kartografie a geoinformatika. Ten se zaměřuje na tvorbu map, dálkový průzkum Země a zpracování geografických dat pro řadu aplikací, například navigační systémy nebo územní plány obcí.

Jaké má naše studentka plány do budoucna? *„Po škole bych chtěla pracovat v nějaké firmě, která vytváří mapy. Konkrétní představu ale ještě nemám. Profesi, kde se může absolvent geografie uplatnit, je totiž hodně – od soukromé sféry až po státní správu.“*

Při studiu je Karolína zároveň aktivní v EGEA, evropské asociaci studentů

geografie a mladých geografů. Cílem této organizace je umožnit studentům, aby se potkávali se svými kolegy i s významnými odborníky z jiných zemí, poznali odlišné kultury, navázali užitečné kontakty a profesně se rozvíjeli.

EGEA má dnes asi 2 000 členů ve čtyřech regionálních sekcích, které sdružují dohromady přes 80 místních poboček. Organizace a její pobočky pořádají mnoho lokálních, regionálních i celoevropských akcí. Patří k nim kongresy, semináře, workshopy, terénní exkurze nebo výměnné pobyty studentů.

Asociace EGEA působí také v Praze – u nás na Přírodovědecké fakultě UK. Je to i zásluha Karolíny Fenclové, která jeden a půl roku vedla zdejší pobočku. Se spolužáky se jí podařilo přilákat nové členy a uspořádat mnoho akcí. Pravidelně se konají besedy s předními geografy či cestovatelská promítání. Studenti také vyražejí na exkurze a výměnné pobyty. Pro zahraniční kolegy připravili expedici do Čes-

kého středohoří nebo víkendy v Praze. Pokud se tedy rozhodnete studovat geografii, na naší fakultě se určitě nebudete nudit.

Karolína nedávno předala vedení pražské pobočky jiným a začala pracovat v EGEA na celoevropské úrovni. Se studentkou z německého Augsburgu společně vedou Regional Support Committee – pracovní skupinu, která má na starost podporu regionů a jednotlivých poboček. Tým například radí členům, jak nejlépe vést pobočky či jak pořádát akce. Také seznamuje nováčky s fungováním asociace a vypomáhá při větších projektech.

Působení v EGEA hodnotí Karolína Fenclová jako vynikající zkušenost. *„Člověk si vyzkouší práci v mezinárodním týmu a díky každodenním kontaktům se zahraničními kolegy si procvičí angličtinu. Naučí se organizovat svůj čas, zvládat komplikované projekty i komunikovat s lidmi z různých zemí s odlišnými pracovními zvyklostmi.“*

Dozvěděla se Karolína od evropských kolegů něco zajímavého o Praze a pražské geografii? *„Geografie na Přírodovědecké fakultě UK je myslím plně srovnatelná se západoevropskými univerzitami. Zahraniční studenty lákají do Prahy nízké ceny, bylo by ale potřeba rozšířit pro ně nabídku předmětů v angličtině. Líbí se jim naše kvalitní městská doprava a také třeba Mapy.cz a jejich mobilní aplikace.“* ●





Akademie věd  
České republiky

NECHTE SE **VTÁHNOUT** DO TAJŮ VĚDY!

PVA EXPO PRAHA  
V LETŇANECH

**VSTUP ZDARMA**  
OTEVÍRACÍ DOBA  
10-18 HODIN

[WWW.VELETRHVĚDY.CZ](http://WWW.VELETRHVĚDY.CZ)

**VELETRH  
2016  
VĚDY**

**19.-21. 5. 2016**



*Naprostou většinu zaměstnanců výzkumné stanice Binatang Research Center tvoří Papuánci. Mají nejrůznější úkoly a funkce - od nosičů, přivodců, řidičů či asistentů až po odborné vědecké pracovníky a vedoucí. Foto: Jaroslav Kukla.*

Frouze, který vyjednal potřebné kontakty i zázemí projektu. Naším cílem je studovat vliv místního tradičního zemědělství na vybrané charakteristiky půdy. Chceme alespoň zčásti zodpovědět otázku, do jaké míry mění domorodé hospodaření půdu tropického deštného lesa. Výsledky pak bude možné porovnat s dopady velkoplošného zemědělství, které podle řady studií zásadně zhoršuje kvalitu půdy v tropech.

Mým hlavním úkolem bylo odebrat vzorky půdy pro analýzu v laboratořích Ústavu pro životní prostředí na naší fakultě. Úkol zdánlivě jednoduchý, ne však pokud má být proveden na Papui-Nové Guineji. Půda má totiž pro domorodce zcela zásadní význam. Její vlastnictví se přenáší z generace na generaci podobně jako ústní lidová slovesnost.

## Věda v zemi lidojedů

*Na Papui-Nové Guineji musí být vědec v první řadě dobrým vyjednavacem*

Jaroslav Kukla

Po vlnách Bismarckova moře skáče malý motorový člun. Přídí chvíli sviští vzduchem a pak tvrdě naráží na hladinu, mořská voda čas od času navštíví posádku. Tak to jde vlna za vlnou, zas a znova dlouhé desítky minut. Když jsem se nezabil při letecké katastrofě, určitě se mi to podaří tady, říkám si a jenom mlčky čekám, až nás nějaká větší vlna vrhne do temné hlubiny tropického moře. Mířím s několika vesničany, ornitologem Kryštofem Chmelem a našimi papuánskými asistenty na sopečný ostrov Karkar. Je to vlastně jenom malý poznávací výlet, ale není to žádná procházka růžovou zahradou – ostatně jako nic tady na Papui.

### DO TROPŮ ZA PŮDOU

Na Papuu-Novou Guineu jsem se dostal díky studentskému grantu Přírodovědecké fakulty UK a také díky tvůrčí fantazii svého školitele profesora Jana



*Část naší výpravy na vulkán Karkar, přímo na hraně kráteru. Většina vesničanů, kteří nás doprovázeli, byla na vrcholu své rodné sopky poprvé v životě. Foto: Kryštof Chmel.*



*Papua-Nová Guinea je pověstná také krásným pobřežím s ostrůvky a nádhernými korálovými útesy. Ne nadarmo se právě v těchto místech natáčel film o Robinsonu Crusoeovi. Foto: Jaroslav Kukla.*



## ZAHRÁDKAŘENÍ V PRALESE

V pralese, který nám může připadat naprosto stejnorodý, se místní obyvatelé dokážou orientovat s udivující přesností. Jednou za čas vyberou malou část pralesa, kde mačetami posekají porost. Následně plochu vypálí a tím získají prostor k pěstování plodin, jimiž zajišťují většinu své obživy. Zní to možná drasticky, ale musím podotknout, že jde o poměrně malé plochy – jejich rozměry často nepřesahují 100 × 100 metrů. Jsou to vlastně zahrádky, jak je ostatně domorodci sami nazývají.

Po určité době, když půda začne ztrácet úrodnost, zahrádku opustí a v jiné části lesa praktikují stejný postup. Tato místa v okolí své vesnice střídají, stále dokola, generaci za generací. Opuštěná zahrádka si mezitím žije vlastním životem, zvolna zarůstá vegetací a po pár desítkách let se už prakticky nedá

rozeznat od okolního pralesa. Džungle si tak časem vezme zpět to, co jí kdysi náleželo. Odborně se tomuto procesu říká spontánní sukcese a je zárukou přirozené obnovy ekosystému.

## ÚSPĚCH VĚDECKÉ DIPLOMACIE

Papua je druhý největší ostrov světa. Najdete zde obrovskou druhovou rozmanitost a dosud netknuté tropické deštné lesy. Místo na první pohled pro vědce zaslíbené. Idylu však trochu kalí pověst poněkud krvelačných obyvatel s minulostí lidojedů. Řada výzkumných stanic

na Papui nedobrovolně ukončila činnost kvůli požáru nebo nucenému odchodu pod pohrůžkou vyhubení vědeckého týmu. Důležitější než vybavit laboratoř uprostřed pralesa kvalitním zařízením je zajistit kvalitní mezilidské vztahy a diplomaticky jednat s obyvateli okolních vesnic. Ač se to nezdá, právě budování vztahů s lidmi představuje velkou část úsilí, které zde musí badatelé vynakládat.

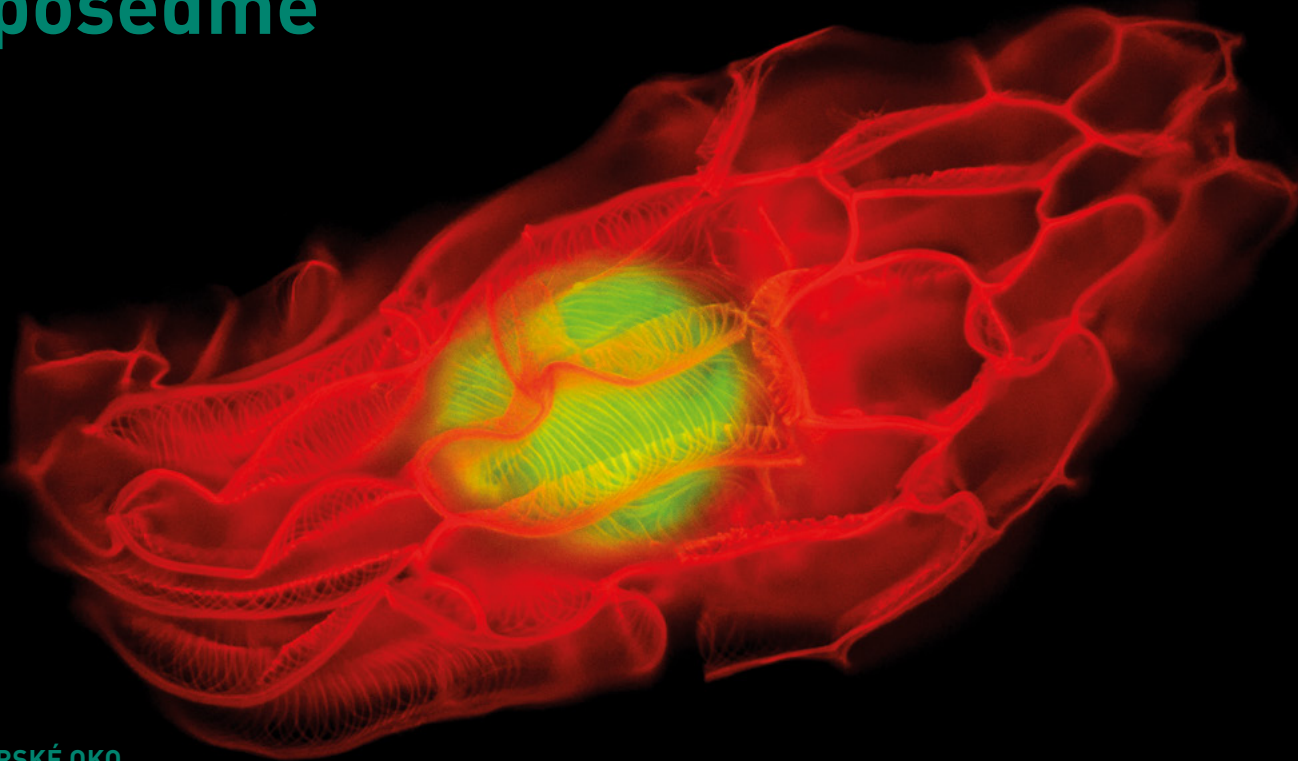
Můžeme tedy vnímat jako úspěch naší země, že jednu z mála takových vědeckých základů vede profesor Vojtěch Novotný z Jihočeské univerzity. Zaměstnává mnoho domorodých pracovníků i asistentů a vychovává nové studenty. Rovněž se mu podařilo přesvědčit obyvatele vesničky Wanang, aby postoupili „svůj“ prales vědcům k bádání namísto těžařům ke kácení. Vznikla tak unikátní přírodní rezervace, která dává práci domorodcům a je nekonečnou inspirací pro vědecké výzkumy. To vše zde navíc funguje více než patnáct let, což je na místní poměry vskutku výjimečná doba. ●



*Ochočený zoborožec neboli po papuánsku „kokomo“ je žijícím maskotem výzkumné stanice Binatang Research Center. Foto: Jaroslav Kukla.*

# Kráska vědy fascinuje už posedmé

Martin Černý



## KYPERSKÉ OKO

autor: Jan Ponert  
absolutní vítěz

*Vyobrazený útvar připomínající oko je ve skutečnosti semenem orchideje, konkrétně tořiče *Ophrys kotschy*. Červeně svítící obal, takzvané osemení, je tvořen odumřelými buňkami. Jedinou živou částí semene je malé zeleně svítící embryo. Protože semeno neobsahuje žádné zásobné pletivo, je růst mladého tořiče po vyklíčení plně závislý na pomoci symbiotických hub. Tuto rostlinu najdeme pouze na Kypru, ale kvůli své závislosti na houbách z přírody postupně mizí.*

V akademickém světě se na vědu obvykle nahlíží optikou Nobelových cen, článků v časopisu *Nature*, H-indexu či bodů za výsledky v systému RIV. Na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy však nabízíme akademikům, studentům a zaujaté veřejnosti ještě další, méně obvyklé kritérium radosti z bádání. Jde o prostou krásu – estetično, které se vynoří tu v zorném poli mikroskopu při pozorování prvoků, tu na obrazovce počítače modelujícího

trojrozměrnou strukturu proteinu. Nebo nás potěší třeba jemná struktura vláken plísňe rozkládající mrtvý pařez.

Soutěž *Věda je krásná* se loni ocitla již v sedmém roce svého života. Stejně jako v předchozích letech jsme měli několik osvědčených, odbornou porotou hodnocených kategorií určených pro vědce a studenty: vědeckou fotografii, mikrofotografii, ilustraci, virtuální přírodu a „pohyblivé obrázky“. Zájemci o přírodu registrovaní

v projektu Přírodovědci.cz pak bojovali o prvenství v objevitelské kategorii.

Z nejlepších snímků a ilustrací ročníku 2015 vznikla putovní výstava. Pedagogové, muzea či jiné instituce si ji mohou zapůjčit v našem online Katalogu pro učitele ([www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/](http://www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/)).

Všechny soutěžní příspěvky najdete na webu [www.vedajekrasna.cz](http://www.vedajekrasna.cz).





### SVINULKY NA RANNÍ ROZCVIČCE

autoři: Jan Mourek a Pavel Kocourek

3. místo, kategorie vědecká mikrofotografie

Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu zachycuje čtyři jedince mnohonožky svinulky hrbolaté (*Trachysphera gibbula*) v různých fázích svinování. Pořízeno při 37násobném zvětšení.



### IXODES IN FLAGRANTI

autorka: Jana Bulantová

1. místo, kategorie vědecká mikrofotografie

Dospělí samci klíšťat *Ixodes ricinus* sice nesají krev, ale přesto je velmi často najdeme přímo na hostiteli, kam je láká vůdina setkání s možnými partnerkami pro páření. Před samotným spojením samec nejprve přečerpá své pohlavní buňky do rypáčku (hypostomu), který během aktu zanoří do pohlavního otvoru samičky.



## LEZEC

autor: Petr Bambousek  
vítěz objevitelské kategorie

*Lezci jsou prapodivné ryby, jež tráví významnou část života mimo vodní prostředí. Do vody si chodí prakticky jen uložit vodu do žaber, aby mohly dýchat. Po souši se pohybují s pomocí předních ploutví, jejichž střední část je srostlá do podoby „přísavky“, která jim umožňuje přichycení v mangrovnickových houštinách. Fotografie byla pořízena na Borneu.*



## KRÁSNÍ, ČI OŠKLIVÍ?

autorka: Martina Nacházelová  
2. místo, kategorie vědecká ilustrace

*Ukázky ze souboru ilustrací savců, který vznikl pro studii zaměřenou na hodnocení krásy zvířat. Tímto výzkumem se zabývá Petra Poláková z katedry zoologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Vlevo je rypoš obrí (Fukomys mechowii), vpravo maki trpasličí (Microcebus murinus). Kresleno digitálně v programu Adobe Photoshop.*





## ODHALENÍ VOSÍCI

autor: Aleš Buček

I. místo, kategorie vědecká fotografie

Vosíci budují hnízda bez vnějšího papírového obalu, která čítají jen několik desítek buněk. S oblibou je lepí na člověkem vytvořená místa, jež poskytují ochranu před deštěm. Fotografie zachycující buňky s larvami a vajíčky pochází z hnízda přilepeného na spodní stranu palivového dříví.

# Do světa biologie zadními vrátky

Nové knihy Antona Markoše nabízejí méně obvyklý pohled na zkoumání života

Michal Andrle



Anton Markoš se při svém psaní o živém světě inspiruje nejen u biologů, ale také u odborníků z humanitních oblastí. Výsledkem jsou čtivé knihy pro velmi široký okruh zájemců. Foto: Karel Cudlín.

vrátky. Odměnou pro čtenáře, který se do dnešní biologie nechá Antonem Markošem uvést, může být něco jiného než nabííovatelné znalosti. Pro ono těžko uchopitelné „něco“ bychom mohli nejspíše použít slovo „pochopení“.

Obě knihy můžete koupit také v našem fakultním e-shopu na adrese [www.prirodovedci.cz/eshop/](http://www.prirodovedci.cz/eshop/).

Co je to život? Co je to biologie? Zkoumá biologie život? Anton Markoš, teoretický biolog a docent katedry filosofie a dějin přírodních věd na naší fakultě, se ve většině svých publikací dotýká podobných zdánlivě „dětských“ a „jednoduchých“ otázek. Právě takové otázky, které jsou velmi obecné, však vyžadují nadmíru dobrý přehled o tom, co vlastně vědecká disciplína zvaná biologie v současnosti o povaze živého učí a jakými metodami jej zkoumá. Jejich prostřednictvím se autor dostává do těsného sousedství nejstarší disciplíny systematické lidské tázavosti: filosofie.

Zatímco běžné výklady evoluční biologie se většinou neobejdou bez zdůrazňování nežitelné strojovité nutnosti, s níž příroda (i ta živá!) pracuje, Anton Markoš přiznává přírodě mnohem větší svobodu a kreativitu. Takový pohled si však ve svém výkladu vždy nevystačí s tradičním („mechanistickým“) pojmoslovím. Markoš proto s oblibou sahá do slovníku svých kolegů z disciplín, s nimiž

biologové nejsou běžně obeznámeni: například z obecné jazykovědy či literární teorie. Díky své „znakové“ povaze je evoluce zároveň i příběhem, postupně realizovaným akterem dění od předků po současníky. Právě to je hlavní téma prvních nových knihy docenta Markoše, která nese název *Znaky a významy v evoluci*.

Ve druhé knize, *Co je nového v biologii*, nás autor opět provádí dějinami života, jak je lze vyčíst nejen ze struktury dědičné informace, ale současně také z utváření těl živých tvorů. Je to právě dialog mezi textem (zápisem v DNA) a čtenářem (tělem), který rozhoduje o tom, jak bude vypadat další kapitola příběhu, tedy co „nového“ se v evoluci stane. Biologickými novinkami nemyslí Markoš pouze skutečné struktury, jež se během evoluce vynořují (či znovuvynořují), ale i novinky v oblasti biologického výzkumu.

Autorova erudice dovoluje zájemcům o vědy studující živý svět vstoupit do tajů těchto disciplín jakýmsi zadními

## ZNAKY A VÝZNAMY V EVOLUCI

96 stran, vydala Nová beseda v roce 2015

## CO JE NOVÉHO V BIOLOGII

76 stran, vydala Nová beseda v roce 2015





# Odhalte taje botanické zahrady

Zkušení odborníci vás provedou zeleným ostrovem v centru Prahy

Jan Kolář



*Naše botanická zahrada úspěšně pěstuje i řadu druhů pocházejících z Austrálie. Pravidelně zde kvete například tato dřevina – Stenocarpus sinuatus. Foto: Lubomír Hrouda.*

ci druhů z rašelinišť a slatinišť? Víte, že v horní části zahrady najdete vodní a bahenní rostliny? Znáte „živou fosilii“ wolémii vznešenou? Víte, které keře z venkovních expozic kvetou v zimě?

S novým průvodcem si zkrátka botanickou zahradu mnohem víc užijete. Vezměte si ho s sebou, hledejte zajímavé rostliny, čtěte si o nich, pozorujte jejich opylovače... A pak se vraťte do ulic velkoměsta bohatší o nové zážitky.

Knihu můžete koupit i v e-shopu na [www.prirodovedci.cz/eshop/](http://www.prirodovedci.cz/eshop/). ●

## PRŮVODCE PO BOTANICKÉ ZAHRADĚ PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY

*Lubomír Hrouda a kolektiv  
150 stran, vydalo Nakladatelství  
Karolinum v roce 2015*



Botanické zahrady jsou živé encyklopedie. Poznáte v nich rostliny z různých stanovišť, různých koutů světa i různých větví evolučního stromu. Jenže zdaleka ne všechny údaje o pěstovaných druzích se vejdu na panely či jmenovky v expozicích. Jak tedy návštěvníkům poskytnout detailnější informace?

Botanická zahrada Přírodovědecké fakulty UK v Praze teď zvolila – znovu po 55 letech – cestu knižního průvodce. Užitečná příručka vás seznámí se všemi expozicemi a upozorní vás na ty nejzajímavější rostliny. Publikaci vytvořil tým odborníků pod vedením zkušeného botanika docenta Lubomíra Hroudy.

Naše fakultní „botanka“ leží kousek od pražského Karlova náměstí. Uprostřed rušného centra metropole tu najdete zelený ostrov, kde můžete relaxovat, a navíc se i trochu vzdělat.

Nová kniha vás provede jak skleníkem, tak exteriéry zahrady. Kapitoly věnované jednotlivým expozicím začínají jejich stručnou charakteristikou a pokračují popisem nápadných, vzácných či jinak pozoruhodných druhů. Dozvíte se také, v jakém ročním období příslušné rostliny kvetou. Podle toho si můžete naplánovat návštěvu, případně sledovat proměny expozic od jara do podzimu.

Samostatné kapitoly pojednávají i o vzácných a ohrožených druzích, o geoparku s ukázkami typických hornin České republiky nebo o zvířatech žijících v zahradě. Text doprovázejí téměř dvě stovky kvalitních fotografií.

Díky průvodci objevíte rostliny a zákoutí, kterých byste si jinak možná vůbec nevšimli. Každého jistě zaujme tropický skleník či skalka se středoevropskou květenou. Už jste ale viděli třeba kolek-

# Zvířecí superhrdinové

Seznamte se s nejdolnějším zvířetem na Zemi

Stanislav Mihulka



Který živočich je úplně nejdolnější? Je to lední medvěd, který se nejlépe cítí v arktické pustině? Nebo velbloud, který si žije v poušti skoro jako ryba ve vodě? Chyba lávky!

Nejdolnější ze všech zvířat jsou želvušky, osminohá stvoření, která jen stěží přerostou jeden milimetr. Při náležitém zvětšení vypadají želvušky roztomile. Ne nadarmo se jim anglicky říká „vodní medvídci“ (water bears) nebo „mechová prasátka“ (moss piglets). Zároveň to ale jsou skuteční superhrdinové mezi zvířaty.

Želvušky přežijí neuvěřitelné věci. Můžete je zmrazit téměř na absolutní nulu (−273 °C) nebo opékat na 150 °C. Můžete je na 30 let zamrazit do ledu, případně vylišovat do herbáře a založit v muzeu na 120 let. Vydrží ohromný tlak, nesmírně tvrdé záření nebo třeba totální vysušení. Když se vám zachce, můžete je vystřelit na oběžnou dráhu a volně je vystavit kosmickému prostoru. A ony přežijí i to.

Jak je to vůbec možné? Želvušky umí úžasný trik. Jako jedni z mála živočichů dovedou rychle vyschnout, vypnout

metabolismus, zastavit životní pochody a vstoupit do stavu zvaného krypto-bióza. V něm mohou jako maličké živé mumie velice dlouho přežít extrémně nepříznivé podmínky.

Navzdory svým superschopnostem nejsou želvušky nijak vzácné. Vlastně žijí všude kolem nás. Chcete je najít a pozorovat?

#### Co budete potřebovat:

- terénní oblečení,
- vzorek mechu,
- Petriho misku či krabičku,
- vodu,
- malou misku nebo sklíčko,
- mikroskop,
- trochu štěstí.

#### Postup:

Nejprve se pořádně oblečte podle počasí a zamyslete se, kde nejbližší by mohl růst nějaký mech. Není to vůbec těžké – mechy se vyskytují prakticky všude, kde je kousek přírody. Sázkou na jistotu je ale zajít někam mezi stromy.

Vyberte si několik pěkných, bujně narostlých kusů mechu. Když najdete

víc různých druhů, klidně si vezměte od každého trochu. Vraťte se domů a mech vložte do Petriho misky nebo plastové krabičky, kam nalijete asi centimetr vysokou vrstvu obyčejné vodovodní vody. Mech ponechte ve vodě 8 až 24 hodin.

Po uplynutí této doby mech vyndejte a vymáčkněte z něj trochu vody na malou Petriho misku nebo sklíčko. Nastavte na mikroskopu zvětšení, které je vhodné pro pozorování objektů o velikosti pár desetin milimetru. Vložte misku či sklíčko s vodou pod mikroskop a hledejte osminohé světle zbarvené tvory, kteří se roztomile batolí ve vodě jako mikroskopické hračky.

Pokud byste náhodou neuspěli, nezoufejte. Vyměňte mech za jiný a zkuste to znovu. Nakonec želvušky objevíte.

#### Co se děje:

Želvušky jsou opravdu velice běžné – žijí skoro v každém kousku mechu kolem nás. Často se nacházejí ve stavu kryptobiózy, proto musíte mech s želvuškami nejprve namočit. Voda je z kryptobiózy spolehlivě probere a pak je velmi snadno objevíte. ●



# Kalendář Přírodovědců

Nabízíme vám vybrané akce pro veřejnost, které se týkají přírodních věd a které většinou pořádá nebo se jich účastní Přírodovědecká fakulta UK. Pokud není uvedeno jinak, jsou akce zmiňované na této stránce zdarma.



## 5. DUBNA – 29. KVĚTNA 2016 CHLUPATÁ VÝSTAVA – VESMÍR V NÁS I KOLEM NÁS

Velkoformátové fotografie představí fantastický mikrosvět plísni a dalších hub, jak je ještě neznáte. Expozici navíc doplní „zahradky“ – živné půdy pro pěstování mikroorganismů, v nichž zanechaly otisky svých rukou známé brněnské osobnosti. Jste zvědaví, co osídlilo třeba ruku primátora? Pak si nenechte ujít tuto netradiční výstavu, která vznikla ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou UK.

**Čas a místo:** Vstupní hala Hvězdárny a planetária Brno, Kraví hora 2, Brno. Přístupné zdarma během otevírací doby hvězdárny, viz [www.hvezdarna.cz](http://www.hvezdarna.cz).



## 16. DUBNA 2016 MINERALOGICKÁ CESTA KOLEM SVĚTA ZA JEDEN DEN

Geologický korespondenční seminář Kamenožrout vás zve na výlet za

poznáním. Ve Freibergu na německé straně Krušných hor navštívíte jediné mineralogické muzeum Terra mineralia. Nechte se okouzlit krásou nerostů ze všech koutů světa! Expozici vás provedou odborníci z Přírodovědecké fakulty UK. Cena akce je 850 Kč, další informace získáte na webu [kamenozrout.cuni.cz](http://kamenozrout.cuni.cz).

**Čas a místo:** Odjezd v 8:00 hodin od budovy Přírodovědecké fakulty UK, Albertov 6, Praha 2. Návrat zhruba v 19:00 hodin na stejné místo.



## 18. KVĚTNA 2016 DEN FASCINACE ROSTLINAMI

Vydejte se s vědci na objevitelskou cestu do světa rostlin. Prozkoumejte jejich buňky pod mikroskopem, poznejte nejrůznější exotické i užitkové druhy, naučte se roubovat, zjistěte, jak si rostliny obstarávají vodu a živiny nebo jak spolupracují s opylovači. A víte, co lidi nejvíc fascinuje na květech? Akce je vhodná pro školní skupiny i pro individuální zájemce.

**Čas a místo:** 10:00–17:00 hodin, areál Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty UK (Na Slupi 16) a fakultní budova Viničná 5, Praha 2.



## 19.–21. KVĚTNA 2016 VELETRH VĚDY 2016

Akademie věd ČR připravila pro zájemce všech věkových kategorií nevídanou přehlídku vědeckých projektů a pracovišť. Přírodovědci.cz zde rozhodně nebudou chybět! Můžete se těšit na náš molekulární bar i řadu interaktivních expozičních, workshopů či přednášek. Přijďte se přesvědčit, že česká věda je nejen kvalitní, ale také zábavná. Všechno je připraveno pod jednou střechou, a navíc zcela zdarma. Více se dozvíte na [www.veletrhvedy.cz](http://www.veletrhvedy.cz).

**Čas a místo:** Denně 10:00–18:00 hodin, areál PVA EXPO PRAHA, Beranových 667, Praha 9 – Letňany.

Kompletní seznam aktuálních akcí Přírodovědců najdete na [www.prirodovedci.cz/kalendar-akci](http://www.prirodovedci.cz/kalendar-akci).



**v Brně**

**VIDA!**



**ZÁBAVNÍ  
VĚDECKÝ PARK**

Přes 150 interaktivních exponátů

Nedělní dílny pro rodiny / Programy pro školy

Představení s pokusy / Projekce 3D filmů

[www.vida.cz](http://www.vida.cz)