

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

# Podzemí

*Podzemí skrývá pozoruhodné světy, o nichž mnoho lidí nemá ani tušení. Pojďte je s námi prozkoumat.*

Přírodovědci.cz | magazín Přírodovědecké fakulty UK v Praze | 04/2013

Ilustrace na obálce: Karel Cettl

Tajemné solné hory a jeskyně v Íránu | **str. 10** |

Život v temných hlubinách | **str. 20** |

Lidská hlava: věda, dějiny, příběhy | **str. 36** |

# Novodobé mecenášství české vědy

- Udělujeme Cenu Neuron špičkovým českým vědcům
- Přidělujeme granty na výzkumné projekty
- Poskytujeme osobní nadační příspěvky vědcům
- Sponzorujeme popularizaci vědy



Nadační fond Neuron na podporu vědy (dříve Nadační fond Karla Janečka na podporu vědy a výzkumu) podporuje ze soukromých zdrojů rozvoj české vědy a její postavení v naší kultuře a ve společnosti.

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

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



## Milí čtenáři,

nové číslo našeho magazínu je o podzemí. Jakkoliv je toto slovo obyčejné, vyvolává v nás vždy alespoň trochu představy čehosi záhadného a tajuplného, představy o bohatství a zároveň nebezpečí. Do podzemí se něco nebo někdo schovává, bývá tam vlhko nebo chlad. Když mluvíme o podzemí, často máme na mysli nějakou dutinu – ať již přírodní, nebo třeba vytvořenou člověkem, jenž by rád zbohatl těžbou zlata.

Ve skutečnosti je podzemí vše, co se nachází pod zemským povrchem. Velkých dutin, do nichž bychom mohli vlézt, je tu relativně málo. Převažují malé dutiny, pukliny a póry, často vzájemně propojené. O co jsou menší, o to jsou významnější. Mají velký povrch a hromadí se v nich podzemní voda, kterou obohacují o důležité ionty. Pokud se do vody dostanou například škodlivé dusičnany, přemění se zde na neškodný plynný dusík.

Ať už nás v souvislosti s podzemím napadá cokoli, je to ta část naší planety, která tvoří základy pro vše ostatní, co je nad ní. Poznávejme je, ale také je chraňme. Protože jak už to bývá, ani podzemí nebude podzemím stále a jednou se dostane na povrch.

Proto, přírodovědci, vzhůru – i když vlastně dolů – do podzemí!



**prof. RNDr. Martin Mihaljevič, CSc.**  
prodekan pro geologickou sekci a Ústav pro životní prostředí

04/2013

# OBSAH

## CO NOVÉHO

- 4 | Přijďte ochutnat studium u nás
- 4 | Vykročte za kvalitním vzděláním
- 5 | Prvok bez buněčné elektrárny?
- 6 | Jak rozeznat chemické sourozence?
- 6 | Stáže v USA: léky a horská flóra
- 7 | Noví netopyři ze západní Afriky
- 8 | Samec, nebo samice?
- 9 | Přírodovědci.cz bodovali ve SCIAP
- 9 | Univerzita má svou vlastní květinu

## TÉMA – PODZEMÍ

- 10 | Tajemné solné hory a jeskyně v Íránu
- 14 | Podzemí pod našima nohama
- 16 | Projedte se pod městem
- 18 | Málo známí obyvatelé jeskyní
- 20 | Život v temných hlubinách
- 22 | Žili pralidé v jeskyních?
- 24 | Neviditelný postrach horníků

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Mořské želvy ničí i mužská slabost

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Obrazová galerie na cestách
- 29 | Výpravy za vědeckými zážitky

## 4 | 2013 | ROČNÍK II.

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

**PERIODICITA**  
Čtvrtletník

**CENA**  
Zdarma

**DATUM VYDÁNÍ**  
30. prosince 2013

**NÁKLAD**  
7 000 ks

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

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

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

**REDAKČNÍ RADA**  
GEOLOGIE  
doc. RNDr. Martin Košťák, Ph.D.  
prof. Mgr. Richard Příkrýl, Dr.

**GEOGRAFIE**  
RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.  
RNDr. Dana Řezníčková, Ph.D.

**BIOLOGIE**  
RNDr. Alena Morávková, Ph.D.  
Mgr. Petr Janšta  
RNDr. Filip Kolář  
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.

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

**ODDĚLENÍ VNĚJŠÍCH VZTAHŮ**  
Alena Ječmíková  
Ing. Kateřina Tušková

**INZERCE**  
Ing. Kateřina Tušková  
katerina.tuskova@natur.cuni.cz

**KOREKTURY**  
imprimis

**GRAFIKA**  
Štěpán Bartošek

**TISK**  
K&A Advertising

**ILUSTRACE NA OBÁLCE**  
Karel Cettl

**VYDAVATEL | 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 2013

## STUDENTI

- 30 | Strnadí projekty občanské vědy

## NAŠE PUBLIKACE

- 32 | Proměny místní a globální

## KULTURA

- 34 | Vodník fotil šumavskou divočinu

## TIP NA VÝLET

- 35 | Za ptáky k zimní Vltavě

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 36 | Lidská hlava: věda, dějiny, příběhy

## REPORTÁŽ

- 40 | Hledání českých trilobitů za oceánem

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 42 | Oxid uhličitý – hasič i zabiják

## KALENÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 43 | Kalendář Přírodovědců



# Přijďte ochutnat studium u nás

Vybíráte si vysokou školu? Poradíme vám na Dni otevřených dveří

Jan Kotek



Na Dni otevřených dveří získáte informace o studiu i o práci našich vědců. Některé prezentace jsou skutečně působivé - jako tato na chemické sekci. Foto: Petr Jan Juračka.

Chcete studovat přírodní vědy a přemýšlíte, jaká vysoká škola by pro vás byla ta pravá? Pak vás rádi přivítáme

17. ledna 2014 od 10:00 hodin na Dni otevřených dveří Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Tento den je určen zájemcům o bakalářské i magisterské studium.

Informační přednášky vám představí naši fakultu a její čtyři sekce. V univerzitním kampusu v Praze 2 se budete moci seznámit s nabídkou biologické sekce (na adrese Viničná 7), chemické sekce (Hlavova 8), geologické a geografické sekce (Albertov 6) a Ústavu pro životní prostředí (Benátská 2). Setkáte se také s garanty studijních programů a oborů. Těch se můžete zeptat, co obnáší studium u nás, a probrat s nimi jednotlivé studijní plány. Dozvíte se podrobnosti o podmínkách přijímacího

řízení i užitečné tipy, jak se na přijímačky připravit.

Budete mít navíc příležitost „ochutnat“ výzkum, kterému se na fakultě věnujeme. Přijďte si prohlédnout posterové prezentace vědeckých týmů nebo se pokochat fotografiemi a ilustracemi ze soutěže Věda je krásná. Můžete také navštívit posluchárny či laboratoře a prodiskutovat se studenty i učiteli všechno, co vás zajímá. Rádi zodpovíme dotazy týkající se jak studia, tak třeba uplatnění absolventů v praxi. A hlavně – pomůžeme vám vybrat si obor, který nejvíce odpovídá vašim zájmům a představám.

Podrobný program Dne otevřených dveří najdete na [www.natur.cuni.cz](http://www.natur.cuni.cz).

## Vykročte za kvalitním vzděláním

Kdy a jak se přihlásit ke studiu na naší fakultě

David Hurný

Chcete studovat biologii, chemii, geologii nebo geografii? A čekáte od vysoké školy kromě diplomu také opravdové vzdělání, které se dá využít v praxi? Pak buďte nároční a přihlaste se do bakalářského studia na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Jestli ještě váháte, možná vás přesvědčí názory absolventů na [www.natur.cuni.cz/fakulta/doporuceni-absolventu](http://www.natur.cuni.cz/fakulta/doporuceni-absolventu).

Přihlásit se můžete do 28. února 2014. Přihláška se podává buď elektronicky, nebo na tištěném formuláři. Máte-li zájem o více studijních oborů, podáváte přihlášku pro každý zvlášť. Musíte také zaplatit poplatek 470 Kč [za elektronickou přihlášku], případně 530 Kč [za tištěný formulář].

Na všechny obory bakalářského studia se konají přijímací zkoušky. Probíhají 10.–13. června 2014, náhradní termín je 23.–24. června 2014. Zkouška se skládá z testu všeobecných studijních předpokladů, který je pro některé obory doplněn odborným testem. Pokud jste byli na střední škole úspěšní třeba v předmětových olympiádách nebo v soutěži SOČ, možná se na vás vztahuje prominutí přijímaček. Žádost o prominutí je nutné doručit na studijní oddělení fakulty do 25. května 2014.

Podrobné informace najdete na [www.natur.cuni.cz/fakulta/uchazeci/bakalarske-studium/prijimaci-rizeni](http://www.natur.cuni.cz/fakulta/uchazeci/bakalarske-studium/prijimaci-rizeni). Přihlášku lze podat elektronicky na <https://is.cuni.cz/studium/login>.



Podějte si přihlášku a příští rok můžeme potkávat na schodech fakultních budov i vás. Foto: Petr Jan Juračka.

[php?do=prihlaska](http://php?do=prihlaska). Tak hodně štěstí a těšíme se na vás ve školním roce 2014/2015!

# Prvok bez buněčné elektrárny?

Biologové chtějí dokázat, že nedošlo k „vraždě“ mitochondrie

Josef Matyáš



Prvok *Monocercomonoides*, kterého zkoumá tým doktora Hampla. Snímek z elektronového mikroskopu, černá čára vlevo nahoře znázorňuje délku dva mikrometry. Foto: Jitka Vlasáková.

„Podle ustálené představy nemohou eukaryotické organismy mitochondrii ztratit. Ta totiž nejen vyrábí energii, ale rovněž syntetizuje takzvané železnosírné klastry, nezbytné pro fungování mnoha bílkovin,“ vysvětluje doktor Hampl. Jeho tým ovšem našel geny dávající pokyny k vytvoření jiné dráhy pro výrobu železnosírných klastrů, jež není umístěna v mitochondriích. Prvok pravděpodobně získal příslušné geny od bakterie, kterou zkonzumoval. Je možné, že se shodou několika náhod prosadily a poté vytlačily geny pro dráhu v mitochondrii, a tak tento útvar postupně zanikl. „Podle naší hypotézy nahrazuje nový typ syntézy klastrů funkci, kterou původně plnila mitochondrie,“ říká Vladimír Hampl.

Detektivové někdy nemohou prokázat podezření z vraždy. Teprve časem se zjistí, že k žádnému zločinu nedošlo, protože smrt nastala nešťastnou náhodou. V podobné situaci jsou nyní odborníci z katedry parazitologie Přírodovědecké fakulty UK. Tým vedený doktorem Vladimírem Hamplem vypracoval hypotézu, že jeden z mnoha prvoků zcela pozbyl mitochondrii. To je drobný útvar uvnitř buňky, který vyrábí energii – tedy cosi jako elektrárna. Pokud se domněnka potvrdí, padne jedno ustálené tvrzení dnešní vědy.

Prozatím se nikomu nepodařilo najít eukaryotický organismus bez mitochondrie. [Eukaryotické organismy se vyznačují buňkami s jádrem a s mnoha dalšími mikroskopickými struk-

turami.] Vždycky se při podrobnějším hledání ukázalo, že každý nadějně vyhlížející prvok měl alespoň nějaký zbyteček mitochondrie. Proto by objev buňky bez tohoto útvaru představoval velkou raritu.

Pátrání zahájil Vladimír Hampl před deseti lety během doktorského studia. Analyzoval genetickou informaci prvoků a vyhledával v ní geny typické pro mitochondrii. Později, už s vlastním týmem a dokonalejšími metodami, přečetl téměř celou DNA vytipovaného prvoka z rodu *Monocercomonoides*. Nalezl zde asi 16 tisíc genů, žádné mitochondriální však mezi nimi nebyly. Přesto nešlo s naprostou jistotou říci, že se *Monocercomonoides* své mitochondrie úplně zbavil.

Kdy se podaří hypotézu ověřit? „Bude to chvíli trvat, protože se snažíme prokázat nepřítomnost mitochondrie a jejích bílkovin. Musíme si být dostatečně jisti, že jsme něco nepřehlédli,“ dodává biolog. Nyní vědci u jednotlivých genů prvoka zjišťují, jakou mají funkci. Zaměřují se především na hledání těch, které dávají pokyny k tvorbě bílkovin typických pro mitochondrii. Když je nenajdou, bude zřejmé, že mitochondrie v buňkách skutečně není. Výzkum potrvá ještě zhruba rok a půl. Pokud se hypotéza Hamplova týmu potvrdí, stane se výsledek jeho práce důvodem k opravě jedné ze základních představ současné biologie.

# Jak rozeznat chemické sourozence?

*Od počítače do laboratorní praxe*

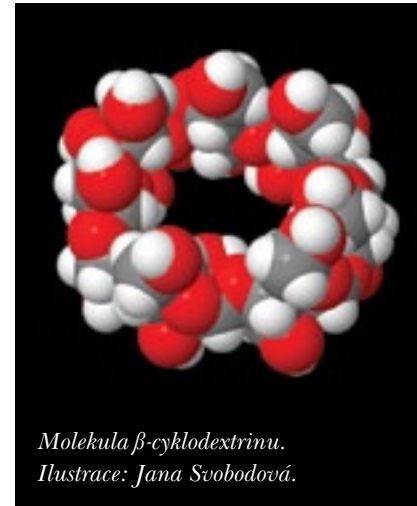
V léčích, potravinách či pesticidech najdeme látky zvané enantiomery. Jde o dvojice sloučenin, jejichž molekuly jsou si navzájem zrcadlovým obrazem. V mnoha případech má každý ze „sourozenců“ jiné biologické účinky. Jeden je například léčivý, zatímco druhý neúčinný nebo škodlivý. Proto je zcela nezbytné umět dvojice enantiomerů rozlišit a oddělit.

K analýze enantiomerů se často používá kapilární elektroforéza. Ta k dělení běžných látek využívá jejich rozdílné rychlosti v elektrickém poli. Separace (oddělení) enantiomerů je komplikovanější a vyžaduje vhodná komplexační činidla. Nejpoužívanější z nich jsou cyklohextriny, jejichž unikátní prostorové

uspořádání umožňuje každému z enantiomerů vytvořit s cyklohextrinem vlastní komplex. Na rozdíl od samotných enantiomerů lze tyto komplexy rozdělit a analyzovat pomocí elektroforézy.

Tým profesora Gaše vytvořil dva simulací programy elektroforézy, díky kterým je možné „od počítače“ navrhnout optimální separační podmínky a šetřit tak čas i drahé chemikálie. Před nedávnem byly programy rozšířeny o možnost použití komplexačních činidel a mohou výborně sloužit k rychlé optimalizaci metod při tak důležitých úkolech, jako je analýza enantiomerů. Současně byli vědci schopni vysvětlit několik nečekaných jevů spojených s použitím komplexačních činidel.

Martin Beneš, Martina Riesová, Jan Kolář



Jejich simulační programy se využívají v laboratořích po celém světě. ●

# Stáže v USA: léky a horská flóra

*Botanik a chemik z Přírodovědecké fakulty UK získali prestižní stipendia*

Jan Kolář



Chemik Marek Remeš hledá látky, které by mohly léčit otravu prudkým jedem botulotoxinem.  
Foto: archiv M. Remeše.

Fulbrightova stipendia jsou programy sponzorované českou a americkou vládou a spravované Komisí J. Williama

Fulbrighta. Jejich cílem je podporovat vědeckou, vzdělávací i kulturní spolupráci mezi ČR a Spojenými státy. Čeští vědci, studenti, učitelé nebo pracovníci neziskových organizací mohou díky nim vycestovat do USA a získávat zkušenosti na tamních univerzitách či jiných institucích.

Ve školním roce 2013/14 odjede do Ameriky 38 českých stipendistů. Dva z nich působí na naší fakultě. Prvním je docent Petr Sklenář z katedry botaniky. Od února bude deset měsíců pracovat na Coloradské univerzitě. Chystá se zde studovat vysokohorské rostliny a jejich fyziologická přizpůsobení teplotám pod bodem mrazu. Cílem projektu je zjistit, zda horské rostliny z mírného

pásmu Severní Ameriky a z tropů Jižní Ameriky mají podobný způsob obrany vůči mrazu. To by naznačovalo, že jej zdědily od společných předků.

Do Spojených států se v říjnu vypravil také Marek Remeš, doktorský student z katedry organické chemie. Zabývá se chemickou syntézou, tedy hledáním postupů pro výrobu různých látek. Zkoumá hlavně využití organických sloučenin jako katalyzátorů – „urychlovačů“ chemických reakcí. Marek stráví půl roku ve špičkovém biomedicinském ústavu The Scripps Research Institute v Kalifornii. Bude se věnovat přípravě sloučenin, které by byly vhodné pro léčbu otravy bakteriálním jedem botulotoxinem. ●

# Noví netopýři ze západní Afriky

*Některé druhy se „skrývají“ tak dobře, že je odhalí až analýza DNA*

Josef Matyáš

Tým zoologů z několika českých institucí objevil v Senegalu pět nových druhů netopýřů. Nebylo to jednoduché. Zástupci některých skupin těchto savců jsou si na první pohled dost podobní, takže i pro odborníka je občas těžké rozlišit jednotlivé druhy. Vědcům pomohly analýzy genů a chromozomů, jež provedli odborníci z katedry zoologie Přírodovědecké fakulty UK společně s Nancy Irwinovou z univerzity v britském Yorku.

„Výzkum zaměřený na chromozomy netopýřů proběhl v Senegalu poprvé. Kvůli rozlehlosti kontinentu, často složité politické situaci a obtížné dostupnosti určitých území je Afrika ve srovnání s Evropou nebo Severní Amerikou zoologicky relativně málo probídaná. Dřívější studie ze Senegalu z doby před rokem 1980 se soustředily převážně na sepsání zdejších druhů a jejich základní popis,“ říká doktorka Darina Koubínová, hlavní autorka publikace o výzkumu. Badatelé prostudovali 213 exemplářů netopýřů a zařadili je do deseti druhů. Pět z nich se geneticky výrazně odlišovalo



od populací zdánlivě stejných druhů z jiných částí Afriky.

Vědci odhadli, že tyto nové druhy vznikly nejspíš před třemi nebo čtyřmi miliony let. Patrně tomu napomohly periodické klimatické změny, při kterých velké množství vody na Zemi zadržovaly ledovce. V Africe zavládlo sušší klima, rozšířily se savany a pralesní porosty se rozpadly na ostrůvky. „Omezený počet jedinců v těchto malých útočištích a limitovaná výměna genů s jinými populacemi mohou urychlit evoluci. Roli možná hrál i odlišný způsob přírodního výběru spojený s lokálními podmínkami,“ poznamenává další člen týmu doktor Pavel Hulva.

*Nycticeinops schlieffenii, jeden z nových druhů objevených v Senegalu.*  
Foto: Jaroslav Červený.

Expedice do západní Afriky se účastnil také profesor Jaroslav Červený, zoolog z České zemědělské univerzity v Praze.  
Foto: J. Červený.

Migraci nejrůznějších živočichů ze západní Afriky do jiných částí kontinentu brání Sahara, delta řeky Niger nebo pohoří v Kamerunu. Oblast lze tedy s nadsázkou považovat za přirozený „generátor“ nových druhů. Vědci proto chtějí ve výzkumu pokračovat, aby zmapovali netopýry i z dalších afrických regionů a mohli zhodnotit rozdíly mezi populacemi.

„Analýza nových dat přinesla také některé změny zavedených představ o evoluci čeledi netopýřovitých. Objevy nových druhů navíc demonstrují, že tato větve evolučního stromu obratlovců se bouřlivě vyvíjí i v současnosti,“ dodává doktor Hulva. ●



# Samec, nebo samice?

Biologové pátrají po genu, který rozhoduje o pohlaví u důležitého druhu žáby

Josef Matyáš

Určit pohlaví některých zvířat bývá obtížné. Příkladem je drápatka tropická. Tato žába je ideální pro pokusy, neboť coby živá zkamenělina vypadá už 80 milionů let stejně. Díky tomu má původní genetickou výbavu a může sloužit ke srovnávání s dědičnou informací jiných organismů. Zárodky drápatek se navíc, stejně jako u ostatních obojživelníků, nevyvíjejí skrytě ve vejci nebo v děloze – lze je tedy snadno pozorovat. V některých experimentech potřebují biologové sledovat pouze samce, jindy zas jen samice. Problém je, že rozpoznat pohlaví žabího pulce nebo embrya není možné. Doktor Vladimír Krylov se svým týmem z katedry buněčné biologie Přírodovědecké fakulty UK se proto rozhodl najít v dědičné výbavě drápatky tropické gen určující pohlaví. Odborníci měli k dispozici genetickou mapu této žáby, kterou vytvořili



Drápatka tropická (*Xenopus tropicalis*) je vodní žába pocházející z deštných pralesů západní Afriky. Foto: Petr Jan Juračka.

roku 2011 společně s kolegy ze Spojených států a Velké Británie.

Vědci zahájili pátrání na jednom z chromozomů. Chromozomy připomínají tvarem písmeno X a jsou to laicky řečeno „klubka“ svinutá z vláken DNA. Experti zkoumali kratší raménko chromozomu číslo 7, protože tam podle genetické mapy kynula největší naděje na objev genu pohlaví. Nejprve bylo nutné raménko vyříznout pomocí speciálního přesného laseru. To dokáže snad nejlépe v Evropě doktorka Kubičková z Výzkumného ústavu veterinárního lékařství v Brně. Vyříznutou DNA pak vědci namnožili na miliony molekul. „Vysokou teplotou jsme dvojitou šroubovici rozlámali, což zajistilo rovnoměrný výskyt genů i opakujících se částí DNA,“ vysvětluje doktor Krylov. Namnožená DNA pak putovala do Velké Británie, kde další tým přečetl, jaké geny jsou v ní umístěny.

Společně se tak podařilo vyvinout metodu pro spolehlivé srovnávání vyříznutých částí DNA s genetickou mapou drápatky tropické. A poprvé na světě vědci přečetli geny z kratšího ramene chromozomu této žáby.

Výzkum přinesl dobrou a špatnou zprávu. První oznamuje, že díky týmu Vladimíra Krylova získali biologové výborný nástroj na porovnávání částí DNA. Druhá zpráva říká, že gen pohlaví neleží na krátkém raménku chromozomu 7. „Pozornost teď zaměříme na delší raménko nebo na jiný z deseti chromozomů drápatky,“ naznačuje doktor Krylov další směr bádání. ●



Každá tělní buňka drápatky tropické obsahuje dvě sady po deseti chromozomech. Žlutozeleně jsou zakroužkována krátká raménka chromozomu 7. Foto: Vladimír Krylov.

# Přírodovědci.cz bodovali ve SCIAP

Přírodovědecká fakulta UK vybojovala dvě první příčky v populárně-vědecké soutěži Alexandra Hroncová

Středisko společných činností AV ČR každoročně pořádá soutěž SCIAP ([www.sciap.cz](http://www.sciap.cz)), v níž vyhledává nejlepší počiny z oblasti popularizace vědy. Loni získala naše fakulta s projektem Přírodovědci.cz tři ocenění. Do letošního ročníku se přihlásilo 36 aktivit z 20 institucí a Přírodovědci.cz si v ostré konkurenci opět vedli více než dobře.

Slavnostní předání cen proběhlo 3. prosince 2013. V kategorii Expozice porotu nejvíce zaujaly náš mobilní molekulární bar a druhohorní safari, které během roku 2013 navštívily akce v několika českých městech. Šampaňské s jahodovým kaviárem, zmrzlina vyráběná pomocí tekutého dusíku a druhohorní

prales, kde jsou ukryta dinosauří vejce, nám zajistily 1. místo.

V časopise, který držíte v rukou, vám už celý rok přinášíme populárně-vědecké články, zprávy o dění na fakultě, rozhovory s vědci, reportáže nebo tipy na výlety. Časopis Přírodovědci.cz se umístil na 1. místě v kategorii Periodikum a získal tak krásný dárek ke svým prvním narozeninám.

Pro nás je ale největším dárkem ocenění od vás – čtenářů časopisu, registrovaných uživatelů a návštěvníků našich akcí. Oddělení vnějších vztahů Přírodovědecké fakulty UK, jež Přírodovědce.cz řídí, tímto děkuje všem studentům, pedagogům i dalším zaměstnancům fakulty, kteří



Tým Přírodovědci.cz s proděkanem pro vnější a vnitřní vztahy docentem Janem Kotkem (v horní řadě druhý zleva). Foto: Jindřich Fila.

nám pomáhají při akcích, píšou články do časopisu i na web a podobně. Bez jejich ochoty, kreativity a vytrvalosti bychom mnoho nedokázali. ●

# Univerzita má svou vlastní květinu

Nový druh šťavelu se díky našim vědcům jmenuje po Univerzitě Karlově

Julie Nováková

Kapská oblast v Jihoafrické republice patří mezi území s největší biologickou rozmanitostí. Na ploše o málo větší než Česká republika se tu vyskytuje přes 9 000 druhů rostlin. Dvě třetiny jsou přitom endemity, což znamená, že nikde jinde nerostou. V botanicky pozoruhodném regionu pracují i naši odborníci. Mimo jiné se jim zde podařilo objevit dva dosud neznámé druhy šťavelů. V oblasti plošiny Bokkeveld je našel česko-jihoafrický tým, který vedl docent Jan Suda z katedry botaniky Přírodovědecké fakulty UK.

Jeden druh pojmenovali vědci *Oxalis filifoliolata* a druhý na počest Univerzity Karlovy *Oxalis carolina* – český šťavel „Karlův“. Ten tvoří bělavé



Kvetoucí šťavel „Karlův“ z jihu Afriky. Foto: archiv autorů výzkumu.

až světle fialové květy, vykvétá však vzácně a květy se plně otevírají jen zřídka. Druh osidluje stinná stanoviště; dosud je znám z jediné populace, čítající několik set rostlin. *Oxalis filifoliolata* má nápadně tenké lístky a oranžové květy s bílým lemem. Jeho populace je větší, tvoří ji několik tisíc jedinců rostoucích na polopouštní lokalitě.

Výzkum ukázal, že v jihoafrické květeně vzniklo během evoluce mnoho druhů šťavelů. Řada jich zřejmě stále čeká na své objevení. Jakkoli *Oxalis carolina* roste více než 9 000 kilometrů daleko od České republiky, jeho jméno bude od nynějška stále připomínat naši univerzitu. ●



# TAJEMNÉ SOLNÉ HORY A JESKYNĚ V ÍRÁNU



*Působivé krasové útvary nevznikají jen ve vápencích*

Jiří Bruthans, Michal Filippi

*Hrázky ze solných sintrů zadržují jezírko solanky v jeskyni Kañon na solném pni Namak. Foto: Michal Filippi a kolektiv.*

V pohoří Zagros, lemujícím severní pobřeží Perského zálivu, se nachází jedna z nejpodivnějších krajín na Zemi. Pohoří je tvořeno táhlými vápencovými hřbety, z jejichž úbočí se k povrchu pomalu vytlačuje hornina o chemickém složení kuchyňské soli – halit (NaCl) – v podobě až kilometr vysokých solných hor. Po jejich úbočí stékají solné ledovce. Nachází se zde i obří jeskyně, a na některých solných horách dokonce žijí lidé a pěstují zde plodiny. Ne, to není sci-fi. Vítejte v neuvěřitelném světě solného krasu.

## HALIT NAD ZLATO

Solné hory zabírají v Zagrosu jen nepatrnou plochu celého pohoří. Sůl ale v hloubkách několika kilometrů pod povrchem tvoří stovky metrů mocnou souvislou vrstvu. Protože je sůl plastická, kloužou po ní nadložní horniny jako koberec po hladké podlaze. V oblasti Zagrosu se arabská zemská deska tlačí na eurasijskou, čímž se šířka pohoří každý rok zmenší o 2 centimetry. Díky soli a pohybu desek se mocné vrstvy vápenců prohýbají do dokonalých vrás.

Sůl má menší hustotu než horniny nad ní, a je tedy „lehčí“. V místech porušení nadloží se proto dere vzhůru ve formě obřích podzemních sloupů – pňů. Tam, kde peň pronikne na zemský povrch, vyroste solná hora. Solné pně, které se ještě nedostaly na povrch, prohýbají nadložní horniny do tvaru otočeného lavoru. Vytvářejí tak dokonalé pasti, jež

*Průzkumník právě přemýšlí, jak překonat blankytné jezírko solanky u východu z bezejmenné jeskyně na solném pni Namak. Foto: Michal Filippi.*

zachycují nahoru se pohybující ropu a zemní plyn. Sůl tedy nejen dává pohoří výjimečný tvar, ale díky ní také vznikla v oblasti většina ložisek ropy a plynu. Jim vděčí za živobytí desítky milionů obyvatel Perského zálivu.

## SLANÉ HORY A LEDOVCE

Na některých pních, hlavně na strmých svazích, vystupuje sůl přímo na povrch země. Pokud je svah strmý, vlhká sůl se dá vlastní vahou do pohybu a pomalu stéká do údolí. Sesuvy natolik připomínají ledovce, že je odborníci nazývají solnými ledovci. Stejně jako skutečné ledovce transportují úlomky hornin a zanechávají je daleko od vlastního pně.

Protože sůl je velmi rozpustná (v jediném litru vody se jí rozpustí 360 gramů), povrch tvořený solí a vystavený deštům ustupuje rychlostí až několik centimetrů za rok. Pně ale obsahují kromě soli také úlomky hornin a sádrovec. Jak se sůl rozpouští, úlomky hornin zůstávají na povrchu a vytvářejí čím dál silnější pokrvy. Tyto jemné usazeniny dosahují tloušťky až desítek

metrů. Neobsahují žádnou sůl, zato ale zadržují mnoho půdní vlhkosti, která umožňuje růst rostlin od trav po exotické stromy.

Pně bývají pokryty hustou sítí závrťů – prohlubní vznikajících poklesem povrchu v důsledku rozpouštění nebo řícení horniny v jeskyních. Závrty mívají průměr až přes 100 metrů, mají strmé svahy a srážková voda teče do jejich středu podobně jako do ucpané trychtýře. Voda stékající do nejnižší části se zde proto vsakuje v množství mnohem větším, než by odpovídalo úhrnu srážek.

Na dně závrťů tak z usazenin rostou mohutné stromy, jež nelze najít nikde jinde v této oblasti s výjimkou hlubokých údolí se stálými vodními toky. V některých závrtech jsou políčka obdělávaná kočovnými Kaškajci, kteří na pních žijí a jen na léto se stěhují za svěží trávou do vysokých hor. Solná hora, místo zdánlivě mrtvé, je tedy díky závrťům příhodná i pro život lidí. V loužích sladké vody se dokonce množí žáby. Život se tu odehrává ▶







*Televizní reportér Vladimír Kořen pod pokroucenými solnými stalaktity. Jeskyně tři naháčů, solný peň Namakdan na ostrově Kešm. Foto: Michal Filippi.*

Na základě radioizotopového datování dřev v usazeninách uvnitř jeskyně a ústřic a korálů na mořských sedimentech v okolí se podařilo určit stáří jeskyně i vývoj solného pně. Peň se vynořil z moře před zhruba 80 tisíci lety a stále stoupá rychlostí asi 4 milimetry za rok. Jeho povrch je díky rozpouštění pod mořskou hladinou chráněn mocnými vrstvami sádrovice a úlomků hornin. Po vynoření se začaly do povrchu pně zařezávat vodní toky. Nejstarší jeskyně, nyní zanesené sedimenty, vznikly před 50 tisíci lety, kdy se původně povrchové toky prořízaly do soli. Dnes průchodné jeskyně se vytvořily během posledních 3–6 tisíc let.

Půdorys jeskyně Tři naháčů připomíná kroutící se říční meandry. Není to náhoda. Občasný vodní tok se zde na jedné straně chodby zařezává do solné stěny, zatímco druhou stranu zaplňuje sedimenty až po strop. Jeskyně se tak v půdorysu stěhuje, podobně jako meandrující řeka. Nic srovnatelného není známo ze žádného vápencového krasu.

Na pních v horách, kde je více srážek než v Perském zálivu, je vývoj jeskyní ještě rychlejší. Jejich nejstarší části se zformovaly před pouhými tisíci lety. Vápencové jeskyně třeba v Moravském krasu se přitom tvořily zhruba tisíckrát pomaleji. Důvodem je mnohem nižší rozpustnost vápence oproti halitu.

Na rozdíl od vápencových jeskyní vznikají ty solné jen krátce po přívalových deštích, kdy jimi tečou mohutné kalné proudy sladké vody ze závrťů a ponořů. Většinu času jsou ale buď suché, nebo protékány solankou – roztokem, z něhož se sráží krystaly soli. Vel-



*Solný ledovec stékající od 1 000 metrů vysoké solné hory Namak. Foto: Michal Filippi.*

V solném krasu se výzdoba rodí díky výparu vody, který způsobuje přesycení slané roztoku. Nejvíce se proto sůl sráží v jeskyních, kde intenzivně proudí vzduch. V solných jeskyních se vyskytují pokroucené stalaktity (visící ze stropu) a stalagnáty (spojující strop se dnem chodeb). Krápníky narůstají mnohem rychleji než ve vápenci – až o 20 centimetrů ročně. Na některých stalaktitech je vidět, jaký vliv na jejich růst má směr pohybu vzduchu. V zimě, kdy se vzduch v jeskyni ohřívá a proudí od spodního vchodu nahoru, osychá přednostně strana krápníku obrácená proti větru a krápník roste ve směru spádu jeskyně. V létě je tomu obráceně.

Nalézáme zde i duté krápníky zvané brčka, jimiž proudí solanka. Morfologicky jsou shodné s brčkou ve vápencovém krasu. Na hladině podzemních jezer se z přesycené solanky srážejí tenké destičky soli nazývané rafty. Když jejich hmotnost překoná povrchové napětí vody, klesají pod hladinu a usazují se na dně – stejně jako kalcitové rafty ve Zbrašovských aragonitových jeskyních na Moravě.

Vedle výzdoby známé z vápenců nabízí solný kras také formy, které bychom jinde nenašli. Jde například o krystalované krápníky složené ze srůstajících, různoměrně vyvinutých krychliček soli. Vznikají na místech, kde intenzivně kape či stříká voda. Pod hladinou jezer se zase vyskytují dokonalé srostlice krychlí halitu o velikosti až několika centimetrů. ●

Další informace o íránských solných horách i jeskyních a více fotografií najdete na webu [home.gli.cas.cz/namak/](http://home.gli.cas.cz/namak/).

na několik desítek metrů mocné slupce „půdy“, pod kterou leží kilometry nehostinné soli.

## SOLNÝ KRAS

Pod slovem kras si nejspíš představíme jeskyně ve vápencích, třeba v Moravském krasu. Krasové jevy, jako jsou jeskyně, propasti, závrty či slepá údolí, se ale vyskytují ve všech horninách podléhajících rozpouštění. Vedle vápence tedy i v soli kamenné, sádrovci či ledu. Výzkumy solných pňů ukázaly, že mocnost usazenin na povrchu pně rozhoduje, jaké krasové jevy se vyvinou.

Tam, kde sůl vystupuje na povrch, se dešťová voda nasýtí solí a přestává ji rozpouštět již na dráze několik metrů dlouhé. Vznikají zde žlábkové škrapy s okraji ostrými jako nůž a povrchové kaňony. Jeskyně zde chybí.

Pokud je peň pokryt usazeninami, záleží na jejich mocnosti. Čím jsou mocnější, tím méně je míst, kudy může voda pronikat k soli a rozpouštět ji. S ubý-

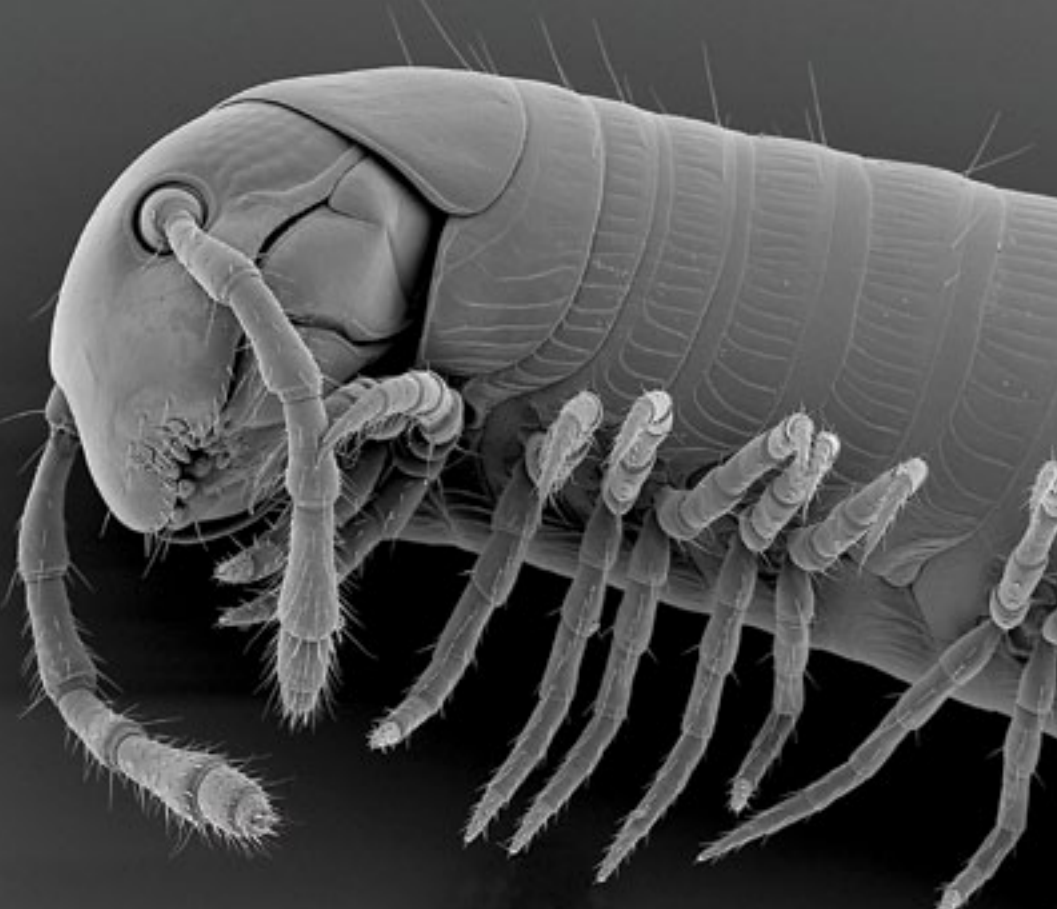
vajícím počtem těchto infiltračních míst však stoupá objem vody, který se v každém z nich vsakuje. Roste tak i množství soli, jež je tato voda schopna rozpustit. Malá mocnost usazenin znamená mnoho drobných závrťů. Při velké mocnosti se ovšem tvoří jen několik málo obřích závrťů, nebo dokonce až kilometry dlouhá slepá údolí. Jeskyně vznikají pod každým závrtem, ale pro člověka jsou průchodné jen ty, které jsou vytvářeny potoky vedoucími z největších závrťů a slepých údolí.

## JESKYNĚ V SOLI

Největší ze solných jeskyní, jeskyně Tři naháčů, má délku 6 580 metrů. Objevíli ji studenti Přírodovědecké fakulty UK ve spolupráci s českými jeskyňáři a Íránci ze Šírázské univerzity v letech 1999–2006. Jde o mohutný podzemní koridor široký až 40 metrů, vyvinutý na pni Namakdan na ostrově Kešm v ústí Perského zálivu. Jeskyně začíná na dně asi 100 metrů hlubokého slepého údolí a odvádí z něj vodu k mořskému pobřeží.



Mnohonožky žijí v lesní hrabance, pod kameny nebo v tlejícím dřevě. Pronikají do vrchních vrstev půdy a vyhrabávají zde chodbičky, čímž vytvářejí nekapilární póry. Jejich trus navíc přispívá ke tvorbě humusu. Foto: Jana Dvořáková.



## Podzemí pod našima nohama

*Nepatrné půdní póry jsou klíčové pro život rostlin i lidí*

Jan Frouz

Řekne-li se podzemí, vybavíme si většínou štolu, jeskyni nebo třeba bunkr. Existují však také menší podzemní prostory – pukliny ve skalách, mezery mezi kameny sutových polí či drobné póry v půdě. Právě posledně jmenované struktury budou předmětem našeho článku.

### UŽITEČNÁ „PRÁZDNOTA“

Možná si řeknete: proč se zabývat něčím tak miniaturním, že to není ani kloudně vidět? Přinejmenším proto, že je toho hodně. V běžné půdě tvoří póry zhruba polovinu jejího objemu. Asi polovina objemu pórů je zaplněna vodou, zbytek vzduchem. Kdybychom vyma-

kali všechnu vodu z půdních pórů na celém území ČR, bylo by jí 5–8krát víc, než je vody v našich řekách, potocích, rybnících a přehradách dohromady.

Půdní póry tedy představují obrovský zásobník vody. Že půda umí zadržovat vláhu, se snadno přesvědčíte třeba při zalévání pokojových květin. Jak je možné, že voda zůstává v květníku? Drží ji tam celá řada sil, z nichž nejdůležitější jsou síly kapilární. Můžete si je demonstrovat jednoduchým pokusem. Naberete do lžičky čaj a opatrně do ní postavte kostku cukru. Za okamžik uvidíte, jak hladina ve lžičce klesá a v kostce vzlí-

ná tmavá kapalina směrem vzhůru. Podobného efektu docílíte například houbičkou, pijákem nebo papírovým kapesníčkem. Klíčem k úspěchu jsou malé prostírky mezi zrnky cukru či vlákny papíru.

Experiment můžete zopakovat se sklenicí, nejlépe naplněnou opět čajem (případně jinou neškodnou barevnou tekutinou), u jehož hladiny přidržíte kostku cukru nebo papírový kapesník. Když ale dáte do sklenice brčko, žádný překotný vzestup kapaliny se nedostaví. Má-li mít totiž pór kapilární vlastnosti, musí být dostatečně malý – za hrani-

ci se považuje rozměr 0,2 milimetru. Kapilární póry zadržují vodu proti gravitaci. Půdní organismy dost malé na to, aby v nich mohly žít (bakterie, prvoci, vířníci), tráví vlastně celý život ve vodním prostředí.

### PÓRY VŠECH VELIKOSTÍ

Voda z kapilárních pórů i živiny v ní rozpuštěné jsou také přijímány kořeny rostlin. Část vody je však v těchto pórech vázána tak silně, že ji rostliny nedokážou nasát. Jedná se o vodu uvnitř extrémně malých pórů či o molekuly, které se dostaly mezi lamely („plátky“) bobtnajících jílových minerálů. Rovněž vyšší obsah solí způsobuje, že rostliny nejsou schopné vodu přijímat. To je častý problém pouštních a polopouštních oblastí. U nás zpravidla spadne více srážek, než se vypaří, a tak v půdě převládá tok vody směrem dolů. V pouštích ale obvykle naprší méně, než by se mohlo potenciálně odpařit. Voda, která se vsákne do půdy, je zde z jejích horních vrstev odebírána výparem a doplňována vztlínáním kapilární vody směrem vzhůru. Tato voda s sebou unáší rozpuštěné soli, jež se pak hromadí na povrchu jako slaná křusta.

Kdyby půda obsahovala jen kapilární póry, vsáklo by se do ní velmi málo vody. Většina by zůstávala na povrchu v podobě louží nebo by hned otekla do potoků a řek. V půdě jsou naštěstí také větší, nekapilární póry, umožňující právě vsakování. Velikost pórů je dána především rozměry půdních částic: čím větší částice, tím větší póry.

Představte si, že vás někdo zapomněl v tělocvičně, kterou naplnil až po strop obrovskými balony o průměru několika

*Díky kapilárním silám vzlíná voda v půdních pórech i čaj v kostce cukru. Foto: Petr Jan Juračka.*

metrů. Mezi balony zbudou dost velké skuliny, abyste jimi prolezli. Kdyby však dotyčný celou místnost vysypal pingpongovými nebo golfovými míčky, byly by prostory mezi nimi tak malé, že byste zcela jistě neprolezli. Analogií velkých balonů jsou v půdě písek a drobné či větší kameny – jejich přítomnost podporuje vznik nekapilárních pórů. Naopak jíl, jehož částice měří tisícinny milimetru, usnadňuje tvorbu pórů kapilárních. Proto písčité půdy po dešti rychle oschnou, zatímco na jílovitých se vytvoří louže.

### HRUDKY V RODNÉ HROUDĚ

O poměru kapilárních a nekapilárních pórů rozhoduje také tvorba půdních agregátů. Vezmete-li do ruky hrst půdy, uvidíte, že se rozpadá na malé hrudky – což jsou ony agregáty. Půda se tedy neskládá z jednotlivých částek, jako jsou třeba zrnka písku na pláži, ale z částek stmelovaných do větších útvarů. Jak vlastně takový agregát drží pohromadě? Podílí se na tom mnoho různých procesů. Svou roli hrají ionty, jež se zachycují na povrchu jílových minerálů. Vápenaté ionty například zlepšují stabilitu půdních agregá-

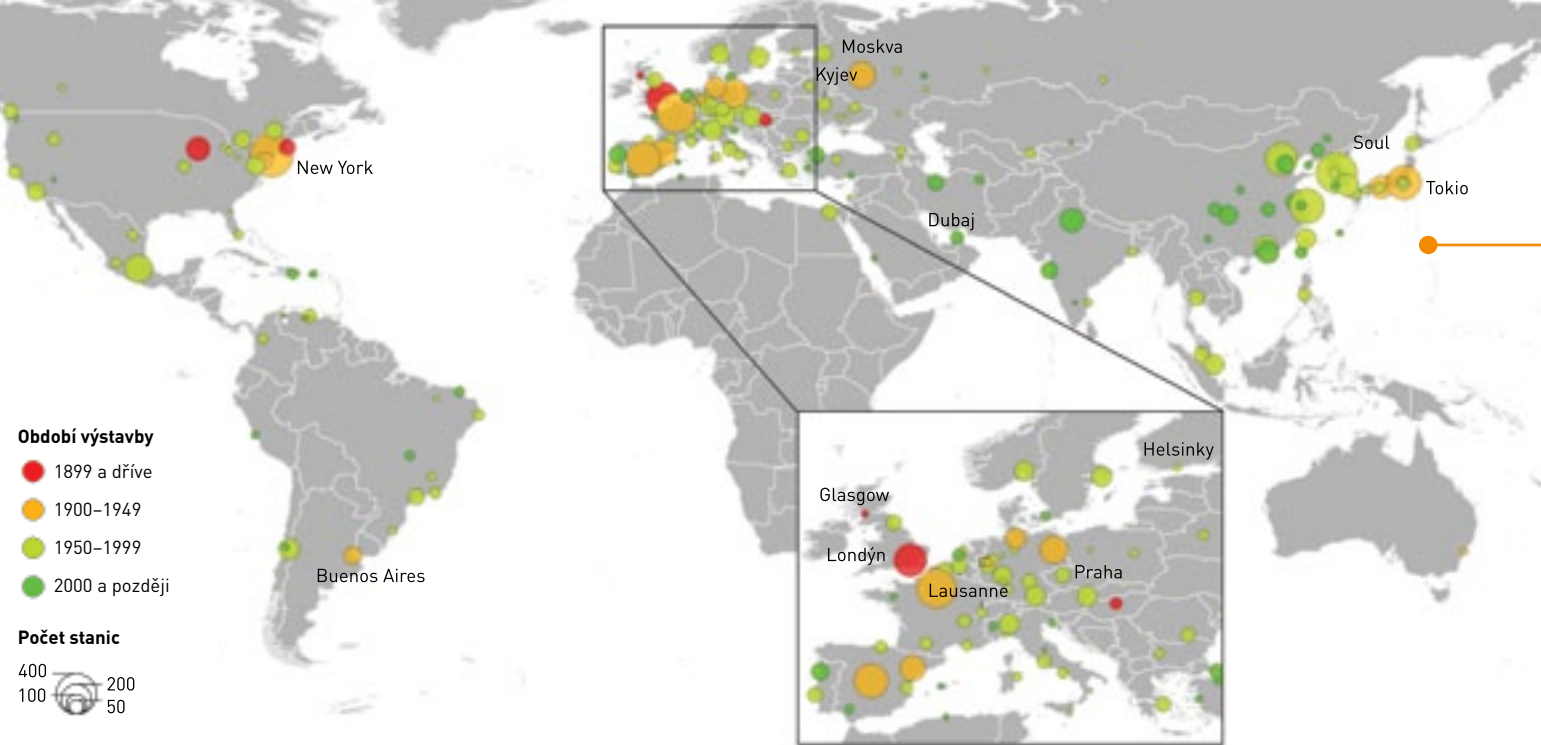
tů, zatímco sodné spíše urychlují jejich rozpad. Velký význam má organická hmota, zejména humus, který se váže na minerální částice a pomáhá je „slepovat“ dohromady. V neposlední řadě mohou být částičky stmelovány půdními organismy, vlákny hub nebo drobnými kořínky rostlin.

Kvalitní půda s optimálně vytvořenými agregáty dobře vsakuje vodu a zároveň ji zadržuje. Uvnitř agregátů totiž převládají póry kapilární, zatímco mezi nimi jsou póry převážně nekapilární. Bohužel utužení půdy, její častá či nevhodná kultivace nebo nepřiměřené dávky minerálního hnojení mohou podporovat rozpad agregátů. Půda pak vodu vsakuje špatně, má větší povrchový odtok, větší erozi a snáze přispívá ke vzniku povodní.

Na závěr musíme alespoň stručně zmínit, že v půdních pórech žije nepřeberné množství druhů organismů. Tiše a nenápadně zde svádějí každodenní souboje na život a na smrt a přitom uvádějí do pohybu řadu klíčových ekosystémových procesů, na nichž závisí i naše přežití. ●







# Projedte se pod městem

*Metro slouží lidstvu už 150 let a najdete jej na všech obydlených kontinentech*

Ondřej Pergl

Metro je velmi důležitým prvkem veřejné dopravy – hlavně díky schopnosti přepravit během krátkého časového úseku velké množství cestujících. Nezávislost na aktuálním stavu silničního provozu z něj dělá nejspolehlivější prostředek městské hromadné dopravy.

## NENÍ METRO JAKO METRO

Podle názvů metra v různých jazycích (například subway, underground, Untergrundbahn či Tunnelbana) bychom čekali, že se bude pohybovat v podzemí. Není to však podmínkou. Po celém světě je nemalá část jeho tratí vedena nad povrchem.

Základní členění metra je na těžké a lehké. To těžké, takzvané metro sovětského typu, známe z Prahy. Vyznačuje se delšími soupravami (90 metrů a více) a větší

šířkou vozů (přes 2,7 metru). Lehké metro má oproti němu několik výhod. Díky menším rozměrům (délka 25–60 metrů, šířka 2–2,7 metru) projede užšími tunely, zdolá prudší stoupání a klesání i ostřejší zatáčky. Má ovšem nižší přepravní kapacitu. Proto je vhodné pro města s přibližně s půl milionem obyvatel a méně vytižené linky velkoměst. Najdeme jej třeba ve skotském Glasgow.

Moderní metro je poháněno elektrickou energií a jezdí nejčastěji po železničních kolejích. Existují však také případy, kdy se pohybuje po jedné kolejnici, na kolech s pneumatikami (Hirošima, Turín) nebo po magnetickém polštáři (Šanghaj). Některé systémy jsou plně automatické, nevyžadují přítomnost řidiče a jsou řízeny počítačem. Na rozdíl od tramvají přijímá většina

souprav metra elektřinu nikoliv pomocí sběračů na střeše, ale z boční napájecí koleje. Střešní sběrače by totiž vyžadovaly větší průměr tunelu.

Tunely metra se budují v různých typech materiálu od měkkého jílu až po tvrdou skálu. Metoda a cena výstavby závisejí na několika faktorech, jako jsou podzemní voda, půdní poměry či délka, průměr, hloubka a tvar tunelu. Čím komplikovanější podmínky, tím je stavba technologicky náročnější, a tedy i nákladnější.

## HISTORIE A SOUČASNOST

První systémy metra začaly vznikat ve druhé polovině 19. století v tehdy již vyspělých zemích. Šlo především o státy západní Evropy, USA a Japonsko. Do roku 1950 byl tento způsob

*Metro dnes jezdí ve 191 městech pěti světadílů. Průkopníky tohoto dopravního prostředku byly v 19. století Evropa a USA. V posledních letech přebírají štafetu Čína a další rychle se rozvíjející země. Autor mapy: Ondřej Pergl.*

dopravy zaveden ještě v Maďarsku (Budapešť, 1896), Argentíně (Buenos Aires, 1913), Austrálii (Sydney, 1926), Rusku (Moskva, 1935) a Švédsku (Stockholm, 1950). Dnes se nová metra budují hlavně v Indii a Číně, které zažívají rychlý populační i ekonomický růst.

Nyní slouží podzemní dráhy obyvatelům 191 měst – 75 z nich je v Evropě, 68 v Asii, 45 v Americe, dvě v Africe a jedno v Austrálii. Metro je na celém světě dlouhé dohromady 11 560 kilometrů, má 10 203 stanic a podle statistik přepraví zhruba 130 milionů lidí denně. Skutečný počet cestujících však bude podstatně vyšší, protože pro třetinu systémů nejsou údaje o pasažérech dostupné.

## REKORDY A ZVLÁŠTNOSTI

Metra v mnoha městech se pyšní různými unikáty. Pojďme se na některé zajímavosti podívat a porovnat je s informacemi o jediném českém metru, které se nachází v Praze.

Nejstarší metro jezdí v Londýně. Do provozu bylo uvedeno v lednu 1863 a šestikilometrovou trasu mezi stanicemi Paddington a Farringdon překonávalo pomocí parních lokomotiv. První den přepravilo téměř 40 tisíc lidí. Teď využívá londýnský „underground“ asi 3,5 milionu cestujících denně. V Praze byl první úsek metra otevřen v kvě-

*Pro stanice moskevského metra je typická bohatá výzdoba. Skoro ani nemáte pocit, že jste v podzemní dráze. Foto: Iva Kohoutová.*

nu 1974 mezi stanicemi Florenc (tehdy Sokolovská) a Kačerov. Jeho délka činila 6,6 kilometru.

Nejdelší síť metra se může pochlubit jihokorejský Soul. Pokud byste projeli všechny linky se 411 stanicemi, naměřil by tachometr 537 kilometrů. Absolutně nejdelší síť (včetně obslužných částí, které nejsou určeny pro dopravu osob) mají v New Yorku – 1 355 kilometrů. Praha patří se svými 59,3 kilometry ke světovému průměru. Nejrozsáhlejší plně automatický systém bez řidičů se nachází v Dubaji a měří 75 kilometrů.

Newyorské metro drží ještě dvě další světová prvenství. Jedním je počet linek, kterých zde napočítáte celkem 24. Druhým je počet stanic, jichž mají zmíněné linky úctyhodných 422. Pro srovnání, Praha provozuje 3 trasy s 57 stanicemi.

Nejmenší město s plnohodnotným metrem je švýcarské Lausanne. Počtem 130 000 obyvatel by bylo pátým nejlidnatějším sídlem v Česku (po Plzni a před Libercem), naopak rozlohou 41,3 km<sup>2</sup> se může rovnat třeba s Litvínovem. Chcete-li projet nejkratší trasu metra na

světě, musíte navštívit sicilskou Catanii. Zdejší metro má 6 stanic, rozmístěných na trati dlouhé jen 3,8 kilometru.

Nejhlubší stanice jménem Arsenalna se nachází v Kyjevě. Je umístěna 105 metrů pod povrchem a funguje od roku 1960. V Praze je nejhlouběji stanice Náměstí Míru – 53 metrů pod zemí. Nejdelší jednodílný eskalátor vozí pasažéry z hloubky 84 metrů ve stanici Park Pobedy v Moskvě. Tento eskalátor má délku 126,8 metru a cesta po něm trvá 2 minuty 40 sekund.

Glasgow drží rekord díky lehkému typu metra, které zde projíždí tunelem o průměru pouhých 3,35 metru. Jde tak o nejužší tunel metra na světě. Metro v Glasgow je také nejdéle sloužící síť, jež nebyla nikdy rozšířena. Po stejné okružní trase s 15 stanicemi se tu jezdí už od roku 1896.

Nejvytíženější metro mají v Tokiu: denně přepraví 11 milionů osob. V Evropě je nejvíc vytiženo moskevské s 6,7 miliony cestujících za den. Služeb toho pražského pak využije každý den 1,2 milionu lidí.

Tak tedy šťastnou cestu podzemím! ●





# Málo známí obyvatelé jeskyní

## Podzemí skrývá řadu unikátních bezobratlých živočichů

Při slově jeskyně se někomu vybaví draci či loupežníci, méně romantickým lidem pak medvědi či jejich prarůdci. Skutečnost je taková, že jeskyně dnes poskytují životní prostor mnoha organismům – možná nepříliš nápadným, zato však velmi zajímavým.

### PODZEMNÍ EKOSYSTÉMY

Asi nejrozšířenějšími „nájemníky“ jsou bakterie, vláknité houby, řasy a sinice. Poslední dvě skupiny se pod povrchem nemohou živit svou obvyklou fotosyntézou, tedy využívat energii slunečního světla. Jdou proto cestou heterotrofie neboli výživy organickými látkami.

V jeskyních žijí také živočichové. Kromě netopýrů a někde i obojživelníků či ryb jsou to především bezobratlí.

Svým obyvatelům poskytují jeskyně poměrně stabilní prostředí, hlavně pokud jde o vlhkost a teplotu. Na druhé straně zde panuje nedostatek nebo totální absence světla. Nabídka potravy je proto redukována. Chybí pochopitelně zelené rostliny a následně i jejich konzumenti (herbivorové). Převládají saprofágové – druhy živící se odumřelou organickou hmotou, která vzniká v jeskyních nebo je do nich splavována. Nezastupitelnou roli hrají také jejich predátoři.

Jeskyně mohou být vytvářeny vodou, a to většinou v měkkých horninách, nejčastěji v oblastech s dominantním vápencem či dolomitem. Známe ovšem i jiné podklady provrtané podzemními prostory; pak hovoříme o nekrasových jeskyních. V řadě případů osidlují organismy rovněž štoly vyhloubené člověkem při těžbě rud a jiných minerálů.

### PLEJÁDA BEZOBRATLÝCH

V České republice najdeme poměrně dost jeskyní, jejich fauna je ovšem velmi chudá. Důvodem je vývoj našich krasových oblastí v minulosti. S postupem na jih Evropy bohatost jeskynní fauny roste. Platí to hlavně o Chorvatsku,

*Jeskynní štírek z pohoří Orjen na území Černé Hory, zatím blíže neurčený. Byl nalezen v propasti Jasenovska jama v hloubce zhruba 120 až 130 metrů. Foto: Petr Jan Juračka.*

Slovensku, Rumunsku, Francii, Itálii, Řecku a Španělsku.

České a moravské podzemí hostí spíše světloplaché živočichy, ne vždy striktně vázané na jeskyně. Nicméně již na Slovensku potkáváme specializovanější druhy. Saprofágy zde zastupují třeba suchozemští stejnonozí korýši (latinsky Isopoda) – dobře známé svinky a stínky. Živí se zejména rostlinnými zbytky splavenými do jeskyní a tuto potravní specializaci si zachovávají bez ohledu na geografii. Stejnou potravu najdeme v jejich střevě jak na Slovensku, tak třeba v Rumunsku. Dalšími jeskynními živočichy jsou mnohonožky (Diplopoda). Kromě rostlinných zbytků konzumují hlavně mikroskopické houby. Podobný jídelníček mají některé skupiny chvostoků (Collembola). Bakterie požírají jednak chvostokoci z jiných skupin, jednak roztoči pancířníci (Oribatida), kteří často obývají hromady netopýřího trusu.

### NEOBYČEJNÍ TVOROVÉ, PŘEKVAPIVÉ OBJEVY

Z jeskyní známe i zcela specializované konzumenty. K nim patří například štírenky (Palpigradida). Docent Kováč se svým týmem z košické Univerzity Pavla Jozefa Šafárika je nedávno objevil v Ardovské jeskyni ve Slovenském krasu. Jde o pavoukovce, tedy příbuzné štírů, pavouků či roztočů. Jejich enormně vyvinuté chelicery (klepítka) zdobí jakési třásně, které asi slouží ke shrabování nárostů mikroorganismů, alespoň v Ardovské jeskyni. Podle výsledků analýzy střev jsou potravou štírenek kupodivu sinice. Sinice známe jako fotosyntetizující organismy závislé na slunečním světle. Jak jsme ale

*Samice korýše Niphargus aggtelekiensis. Exemplář na snímku pochází z Domic, největší jeskyně Slovenského krasu. Foto: Petr Jan Juračka.*

zmínili výše, vyskytují se také v jeskyních, kde přešly na heterotrofní způsob života. Štírenky z různých oblastí se nicméně mohou lišit svým jídelníčkem. V chorvatských jeskyních se totiž zřejmě živí jako predátoři.

Na Slovensku a dále na jihu se můžeme v podzemí setkat s dravými brouky střevlíky. Díky pobytu výhradně pod kameny a v jeskyních zcela ztratili oči. Orientují se proto nápadně zvětšenými chlupy, jež slouží jako hmatové receptory. Jeskynní střevlíci vynikají širokým zadečkem, ve srovnání s hrudí jakoby zduřelým. Totéž lze pozorovat u mrchožroutů, dalších brouků hojných v jeskyních na jih od ČR. Asi nejznámějším z takto vypadajících brouků je *Hadesia vasiceki*. Podobný vzhled má druh *Radziella styx*, který se dostal dokonce na poštovní známky Chorvatska. Soudí se, že oba druhy filtrují mikroorganismy z vodního filmu, přítomného například na povrchu krápníků. Ze Slovenska a odjinud známe ještě další jeskynní predátory – štírky. Štírek *Neobisium slovacum* vyniká extrémně dlouhými nohama i klepítky a orientuje se rovněž hmatem.

Jeskynní fauně se velmi podobá fauna hlubokých podzemních pramenů. Profesor Vejdovský (1849–1939), slavný český zoolog a rektor Univerzity Karlovy, vylovil ze studně v pražské Karmelitské ulici dva jedince drobného korýška bezkrunýřky slepé (*Bathynella natans*), která dala základ řádu korýšů pojmenovanému bezkrunýřovci (Synocarida). O tomto droboučkém živočichovi kolovalo mnoho zkazek, včetně té, že oba exempláře se kdysi ztratily v pracovně pana profesora. Loni ovšem magistr Petr Dolejš, student katedry zoologie na Přírodovědecké fakultě UK, objevil jeden preparát bezkrunýřky ve sbírkách Národního muzea. Českému vědeckému prvenství se tak vrátil i hmatatelný doklad.

Náš stručný přehled může pouze ilustrovat zvláštnost podzemního světa z hlediska jeho osídlení, ekologie a biologie jeho obyvatel. Važme si této ne vždy viditelné, pro někoho prapodivné, ale významné složky naší i světové přírody. A važme si také nezanedbatelné stopy české vědy v ní. ●







# Život v temných hlubinách

*Jak mikrosopičtí horníci pomáhají dobývat nerostné bohatství*

Lukáš Falteisek

Když sestupujeme pod povrch země, myslí většina lidí na to, aby se ještě někdy vrátili. Pokud leze do podzemí biolog, bude se mu honit hlavou spíš myšlenka, že se dostává mimo dosah slunečního světla, a tudíž i fotosyntézy. Obě úvahy mají jedno společné: poznání, že prostředí pod povrchem je nepřátelské k životu v té jeho podobě, na jakou jsme zvyklí.

## RUDY NA JÍDELNÍM LÍSTKU

Přesto je zemská kůra osídlena životem minimálně do hloubky pěti kilometrů. Naprosto zde převládají organismy nepostřehnutelné pouhým okem. Jsou to hlavně bakterie a archea – běžné mikroorganismy podobné bakteriím a držitelé mnoha rekordů, pokud jde o přežití v extrémních podmínkách.

Kromě nich se tu vyskytují jednobuněčná eukaryota („prvoci“) nebo houby. I když jsou obyvatelé hlubin většími mikrosopičtí, dokážou v podzemí vytvářet obdivuhodné útvary.

Nejlepší příležitosti k výzkumu tohoto neobvyklého života bývají v opuštěných rudných dolech. Příčin je hned několik. Za prvé, rudní minerály slouží mikroorganismům jako potrava. Zatímco na povrchu získává živá příroda energii hlavně ze slunce, hluboko pod zemí představuje nejvýznamnější energetický zdroj oxidace sulfidů (například pyritu) či dalších nerostů. Tato reakce dodává bakteriím a archeím energii i na výrobu organických látek z oxidu uhličitého – tedy na podobný proces, jaký provozují rostliny na světle.

Druhým důvodem, proč v důlních chodbách bují život, je fakt, že přivádějí vzduch. V podzemí je totiž jinak nouze o kyslík. V dolech také teče poměrně dost vody, což je třetí jev, který z nich dělá oblíbenou destinaci pro bakterie. Chodby jsou pochopitelně mnohem propustnější než skála, takže se do nich stahují podzemní vody ze širokého okolí. To sice netěší majitele studní v poddolovaném území, ale bakteriím to přináší více živin i rozpuštěného kyslíku.

## ZLATO, STŘÍBRO, BAKTERIE

S mikrobiálními ději v podzemí se setkávali už staří horníci, ačkoliv nemohli tušit, o co jde. Věděli ovšem, že ložiska sulfidických rud (sloučenin kovů se sírou) se pokrývají vrstvou hně-

*Takzvaný Velký soplopád ve Zlatých Horách se vytvořil postupným narůstáním bakterií na místě, kde nejméně 150 let uvěřala kyselá voda obsahující dvojmocné železo. Název dostal podle vzhledu a konzistence, které skutečně nejdou přirovnat k ničemu jinému. Foto: Lukáš Falteisek.*

dočervených oxidů železa. Dávni těžaři nazývali tuto vrstvu gossan, podle bretonského výrazu goss neboli krev. Gossan byl pro ně důležitý, protože v jeho spodní části nebo těsně pod ní se často podařilo najít velké množství zlata nebo stříbra.

Když se například po roce 1512 začalo těžit v Jáchymově, nebylo ojedinělé, že se v malých hloubkách nacházely valouny stříbra těžké až desítky kilogramů. Dolování se pochopitelně rychle rozvíjelo. Horníci však byli nemile překvapeni, když pronikli do primárních, tedy ještě nepřeměněných částí ložiska. Zjistili totiž, že zázračné bohatství nepokračuje do hloubky a jáchymovské žíly nejsou o moc bohatší než leckde jinde.

Dnes víme, že gossan vzniká v prostorech, kam povrchová voda přináší kyslík a umožňuje tak bakteriím oxidovat sulfidy. Na místě zůstává část železa, která vytváří onu hnědočervenou zónu. Mnoho rozpuštěných kovů ale proniká do větší hloubky, kde už kyslík není. Zato je zde dost sulfidů i dalších látek fungujících jako redukční činidla. Redukčním činidlem mohou být také mrtvé bakterie, které o kus výš oxidovaly pyrit a teď o něco hlouběji jednodu-

*V oxidačních zónách vznikají díky reakcím roztoků bohatých na kovy nejrůznější barevné minerály. Pokud roztoky narazí na železný předmět, vysráží se i kovová měď. Foto: Lukáš Falteisek.*

še hnijí. Díky mikrobiálním i čistě chemickým reakcím se tady z roztoků opět srážejí sulfidy nebo ryzí kovy.

Existují dokonce bakterie, jež normálně redukují trojmocné železo, ale pokud se k nim dostane roztok s obsahem zlata, účinně z něj srážejí mikroskopické zlaté částice. Ty se hromadí v obalech jejich buněk a jsou vlastně odpadem metabolismu. (Vzpomeňte si, v kolika pověstech se trus promění v podzemí na zlato!)

Jak se díky zvětrávání ložisko postupně obnažuje a odnáší pryč, gossan i zóny pod ním se posunují dolů. Přitom v sobě hromadí kovy vyluhované z dávno erodovaných a zmizelých částí ložiska. Právě takové nabohacení bylo nalezeno v počátcích těžby v Jáchymově.

## PRACOVITÍ MIKROBI Z JESENICKA

Zajímavou lokalitou, kde lidé od nepaměti využívali mikrobiální pochody pro získávání cenných materiálů z podzemí, je město Zlaté Hory na Jesenicku. Těžba tu začala minimálně před 800 lety, nejspíš ještě dříve. Zaměřovala se na železo z gossanu a na zlato.



Místní zlaté doly dosáhly už ve středověku značného rozsahu. Dost přesně přitom sledují tehdejší rozhraní mezi gossanem a hlubšími zónami. Prostorové rozložení gossanu je zde složité, protože podél puklin či zlomů pronikla oxidace hlouběji než v nepropustné skále. Doly tak postupně vytvořily dokonalejší trojrozměrný labyrint. Ten byl sice později novověkou těžbou, ale z velké části se dochoval. Můžeme v něm proto vidět, co umí vytvořit mikroorganismy v podzemí, když na to mají čas.

V 19. století přišel podnikatel Moritz Richter s nápadem čerpat ve Zlatých Horách důlní vody, z nichž se získávala kyselina sírová. Bakteriálně oxidované a vysrážené sloučeniny železa neboli okry tu zase zkoušel těžit Tomáš Baťa na barvení kůží. Kdo se někdy tímto materiálem brodil, ví, že okry barví kůži opravdu dokonale – a to nejen vepřovou. Přestože dnes se ve Zlatých Horách už nic netěží, mikrobiální život zde přetrvává. Díky němu se doly postupně navracejí přírodě. Je jenom otázkou času, kdy odborníci pochopí, že opuštěná důlní díla zpestřují přírodu podobně jako jiné extrémní lokality. ●





V jeskyních nalézají vědci pozůstatky pravěkých lidí i zvířat. Tuto téměř kompletní kostru medvěda jeskynního si můžete prohlédnout v přízemí budovy Přírodovědecké fakulty UK na adrese Albertov 6 (Praha 2). Foto: Petr Jan Juračka.

## Žili pralidé v jeskyních?

*Tradiční představy o primitivěch ze slují jsou značně zavádějící*

Linda Hroníková

Jeskynní lidé čili troglodyté je označení, které se vžilo jako synonymum pro pravěké zástupce rodu *Homo*, zejména neandertálce. Sugestivní obraz pralidů opásaných cáry kožešin a sedících u ohýnku před jeskyní se stal nedílnou součástí řady filmů i knih.

### ZDÁNĹVĚ JASNĚ DŮKAZY

Není pochyb o tom, že jeskyně a převisy poskytují výborné útočiště za špatného počasí nebo úkryt před nepřáteli. Lidé tam rádi zavítají i dnes, třeba jen z čiré zvědavosti. Občas se jim při návštěvě podaří najít doklady o pobytu jiných lidí. Stopami po současných *Homo sapiens sapiens* mohou být zrezivělé konzervy a obaly od suše-

nek. Ale jindy se poštěstí objevit něco mnohem významnějšího – zkamenělé pozůstatky dávno vyhynulých tvorů, například jeskynních medvědů či srstnatých nosorožců. Právě jejich kosti se zřejmě stávaly inspirací pro příběhy o dracích, kteří přebývali v temném podzemí a brousili si zde zuby na spanilé princezny.

Jeskyně někdy ze svých útrob vydají také fosilie prehistorických lidí a jejich artefakty (kamenné nástroje, sošky). Takové nálezy nejsou neobvyklé. Když se podíváme na mapu evropských archeologických lokalit spojených třeba s člověkem neandertálským, jeskynní naleziště převažují nad ostat-

ními. Namátkou jmenujme jeskyně Vindija v severním Chorvatsku, Petralona v Řecku nebo Šipka u Štramberka. Ostatně i Neanderovo údolí nedaleko německého Düsseldorfu, které dalo neandertálcům vědecké jméno, je vápencovou oblastí plnou jeskyň.

Jak s tímto poznatkem naložit? Závěr se nabízí sám a jaksi samozřejmě. Nepřekvapí tedy, že se o pravěkých lovcích začalo záhy mluvit jako o jeskynních lidech. Výborně to zapadalo i do evolučního schématu. Pračlověk, považovaný v minulosti za primitiva bez větší invence, se musel zkrátka spokojit s tím, co mu příroda poskytla – s tmavými nehostinnými slujemi.

Kdežto my, lidé na vyšším vývojovém stupni, si už můžeme hovět v rezidencích s dostatkem světla a tepla. Logické a jednoduché.

### DO JESKYNĚ ZA ŽIVA, NEBO AŽ PO SMRTI?

Jenže jednoduché úvahy nebývají vždy nejsprávnější. Archeologové dobře vědí, že nálezy nejsou po světě rozestry rovnoměrně v čase ani v prostoru, nýbrž celkem náhodně. Zásadní roli v jejich rozmístění hraje mimo jiné to, zda přírodní podmínky v určité lokalitě umožnily zachování fosilií či jiných objektů. K místům s vhodnými podmínkami patří právě krasové oblasti. Když trochu upravíme výrok britského evolucionisty R. Foleya, pak platí: *pokud se chcete stát dobrou fosilií a uchovat se pro budoucí badatele, spočítejte po smrti v jeskyni*. Foley původně mluvil o vápenci a sopečném tufu, z nichž paleoantropologové v Africe dobývají nálezy staré dokonce miliony let. Ale zůstaneme-li v Evropě, mohou podobnou službu vykonat vápencové jeskyně.

Ukazují tedy fosilie z jeskyní, že tyto prostory bývaly častými místy skonu zvířat, případně oblíbenými pohřebišti pralidů? Někdy ano. Je však nutné vzít

*Pralidé často využívali různé převisy nebo vstupy do jeskyní – podobně jako tato skupina lidí Homo sapiens sapiens, ztvárněná malířem při rozdělávání ohně. Ilustrace z knihy Jaroslava Maliny „Prahřec a jiné praříběhy“ (vydalo nakladatelství CERM v roce 2012). Autor: Petr Modlitba.*

v potaz, že pozůstatky různých tvorů se nemusí nacházet přesně na místě, kde zemřeli. Do hry totiž vstupují takzvané postdepoziciční jevy – to, co se s živočichem děje po smrti. Může jít třeba o sesuvy půdy nebo o činnost jiných organismů. Predátor například svou kořist odnesl do jeskyně, aby ji v klidu pozřel. Tímto predátorem byl mnohdy i člověk. S kostmi zvířat navíc nemanipuloval jen během přípravy a konzumace jídla, ale také při vykonávání rituálů. Předpokládá se zejména kultura medvědích lebek, o kterém svědčí nálezy z jeskyní v Německu, Švýcarsku, Polsku a jinde. Samostatnou kapitolou jsou nádherné pravěké jeskynní obrazárny, jejichž účel je stále zahalen tajemstvím.

### PRO A PROTI PODZEMNÍHO BYDLENÍ

Jeskyně se na první pohled nabízí jako ideální bydliště. Stačí několik úprav interiéru a poměrně bezpracně lze využít toho, co stvořila matka příroda. Bohužel už druhý pohled ukazuje několik nepříjemností, s nimiž se obyvatel jeskyně musí potýkat – tma, chlad, vlhko a v neposlední řadě netopýři. Proč by (pra)lidem měla vadit taková malá, vcelku roztomilá zvířátka? Protože v jejich trusu se mohou nacházet

zárodky chorob nebezpečných pro člověka. Dávní lidé si zřejmě pobyt v jeskyních a tato onemocnění dovedli dát dohromady, i když asi neodhalili spojitost s okřídlenými savci.

Netopýři jsou jedni z mála živočichů, kteří se přizpůsobili poměrně nepřívětivým podmínkám v hlubinách jeskyní a žijí zde trvale. Ostatní zvířata používají jeskyně spíš přechodně, například jako zimoviště. Vstupní části podzemních prostor představují v zimě přirozené bariéry proti větru i sněhu. Není divu, že je leckdy vyhledávali rovněž pralidé a uzpůsobovali si je pro svůj život. Označovat kvůli tomu naše předky za troglodyty je však podle současných poznatků zavádějící a nepřesné.

Takové pojmenování by bylo vhodnější pro obyvatele jihošpanělského města Guadix. Mnozí totiž bydlí v prohlubních vzniklých v pískovcových skalách. A nejde o žádné psance ani poustevníky. Pískovcové pokojíky jsou moderně zařízené, srovnatelné s interiéry jiných evropských domácností. Navíc je zde celý rok velmi příjemná teplota, průměrně kolem 18 °C. Některé jeskyně se v Guadixu či jinde, například v Turecku, pronajímají také turistům. Dočasným troglodytem se tedy můžete stát i vy. ●



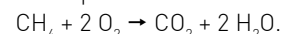


# Neviditelný postrach horníků

Jak detekovat methan? Dříve práce pro kanárky, dnes pro infračervené záření

František Opekar

Methan, CH<sub>4</sub>, je nejjednodušší uhlovodík. Tento plyn bez barvy a zápachu tvoří podstatnou složku takzvaného důlního plynu v uhelných revírech. Směs důlního plynu (v koncentraci 5–15 %) se vzduchem je velice třaskavá. Methan totiž ochotně reaguje se vzdušným kyslíkem podle rovnice:

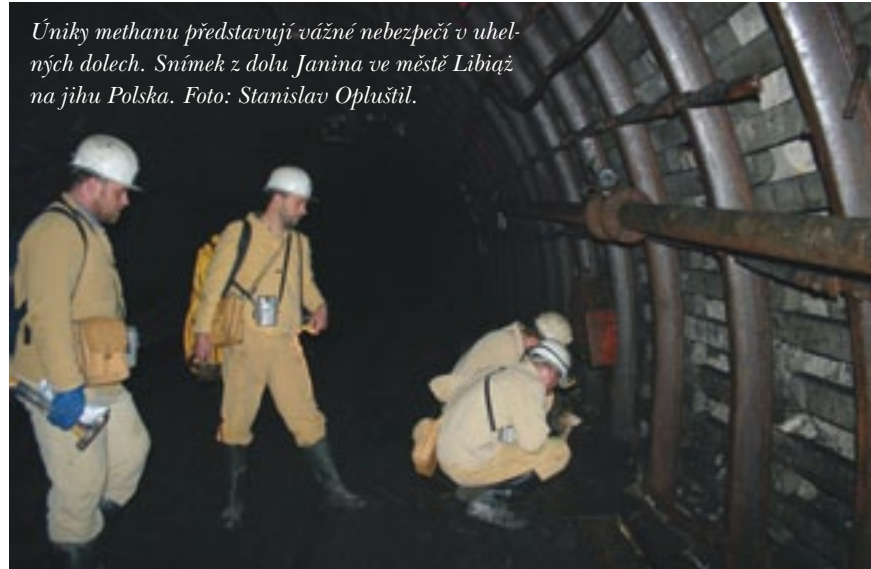


Na reakci popsanou touto jednoduchou rovnicí doplatilo životem mnoho horníků. A hrozbu představuje i v současnosti. Sledování přítomnosti důlního plynu, především methanu jako jeho hlavní komponenty, je proto nanejvýš důležité.

## MYŠI, PTÁCI A VYNÁLEZ SIRA HUMPHREYHO

Prvními indikátory methanu ve vzduchu, které si brali horníci do šachet, byli různí živočichové – například ptáci nebo myši. Nejcitlivější z těchto „biosenzorů“ byli harčtí kanáři. Podle jejich chování v kleci poznali horníci potenciální nebezpečí a včas utekli. Klec s kanárem však nezapomněli vzít s sebou. Věřili také, že čím krásněji kanárek zpívá, tím citlivěji reaguje na methan.

Riziko výbuchu důlního plynu bylo v minulosti vysoké. Neexistovalo totiž elektrické osvětlení, takže v dolech se svítilo lampami s otevřeným plamenem. Podstatné zlepšení hornických lamp navrhl fyzikální chemik sir Humphrey Davy, významný anglický vědec. Zkonstruoval lampu, v níž plamen hoří za kovovou sítkou, která rozptyluje vznikající teplo. Na vnější straně sítky je díky tomu tak nízká teplota, že nemůže způsobit explozi důlního plynu. Stejněho principu se využívá rovněž ve speciálních bezpečnostních svítilkách, takzvaných větérkách. Ty slouží k indikaci



Úniky methanu představují vážné nebezpečí v uhelných dolech. Snímek z dolu Janina ve městě Libiąż na jihu Polska. Foto: Stanislav Opluštil.

nedostatku kyslíku nebo přítomnosti methanu v důlním ovzduší.

Davymu vděčí za svůj život řada horníků. S vděčností by na něj mělo myslet i mnoho pacientů. Objevil anestetické účinky oxidu dusného (rajského plynu), což vedlo k jeho využití v medicíně. Prokázal také, že diamant je formou uhlíku, a zabýval se rovněž elektrolýzou – z taveniny solí připravil elektrolyticky draslík a sodík. Je považován za stěžejní osobnost moderní elektrochemie. Byl učitelem dalšího vědeckého velikána Michaela Faradaye, jehož práce si neobyčejně cenil. Na otázku, co považuje za svůj největší životní úspěch, odpověděl Davy, že setkání s Faradayem.

## KANÁRKY STŘÍDAJÍ CHEMICI

Vraťme se však k detekci methanu. Dnes jsou kanárci nahrazeni přístrojovými analytickými metodami, a to nejen kvůli možným námitkám ochránců přírody. Tyto metody jsou například termochemické

(založené na měření tepelných změn při reakcích plynů), chromatografické (založené na dělení plynů v kolonách) a další. Nejběžnější jsou však postupy optické – především ty, které využívají absorpci neboli pohlcování infračerveného záření.

Infračervené záření je složkou elektromagnetického záření vysílaného sluncem, podobně jako záření viditelné a ultrafialové. Viditelné záření vnímáme zrakem, zatímco infračervené na nás působí jako teplo. Ultrafialové je zodpovědné za hnědnutí kůže a je žádoucí se před ním chránit. Infračervené záření má delší vlnovou délku než viditelné světlo, a je proto ve srovnání s ním méně energetické. Ultrafialové je naopak krátkovlnnější, a tedy energetičtější oproti viditelnému světlu.

Obecně lze říci, že různé látky absorbují různé vlnové délky elektromagnetického záření. V optických analytických přístrojích se používají umělé zdroje

(například žárovky nebo výbojky), jejichž zářením je prosvěcován vzorek. Protože jde o takzvané polychromatické zdroje (vyzařující široký interval vlnových délek), bývá nejprve vhodným optickým prvkem – třeba hranolem nebo mřížkou – vybrána určitá vlnová délka. Po projití vzorkem je sledována změna intenzity vybraného záření.

## DOBA INFRAČERVENÝCH TECHNOLOGIÍ

Methan významně pohlcuje infračervené záření. Tato absorpce se projevuje zvýšením teploty, což je příčinou známého skleníkového efektu v atmosféře. Methan je proto vedle vodní páry a oxidů uhlíku považován za významný „skleníkový“ plyn.

Absorpci infračerveného záření methanem můžeme využít ke zjištění jeho obsahu v důlním ovzduší. Často se používá technologie zvaná nedisperzní infračervená spektrometrie (NDIR). K měření není předem vybírána žádná vlnová délka – odtud slovo „nedisperzní“ v názvu metody.

Princip NDIR analyzátoru vidíte na obrázku. Paprsek ze zdroje infračer-

veného záření je pomocí přerušovače střídavě pouštěn přes dvě kyvety. Jedna z nich, nazývaná referenční, je naplněna například čistým vzduchem. Druhá kyveta je měrná a obsahuje analyzovaný plyn, v našem případě vzduch z dolu. Intenzitu procházejícího záření pak měří detektor. Optický filtr na výstupu z kyvet ovšem pouští do detektoru pouze vlnovou délku, kterou methan absorbuje nejvíce. Tím se dosahuje určitého stupně selektivity – zjednodušeně řečeno jistoty, že stanovujeme jenom látku, jež nás zajímá. Z referenční kyvety vstupuje do detektoru záření neoslabené, z měrné kyvety záření oslabené o pohlcenou část. Rozdíl těchto dvou intenzit je úměrný obsahu methanu v analyzovaném plynu.

Díky relativní jednoduchosti se metoda NDIR uplatňuje nejen v laboratorních analyzátoch, ale i ve snadno přenosných zařízeních. Takové přístroje lze instalovat na místa, kde je monitorování methanu žádoucí – třeba na důlní pracoviště. Signál z detektoru může spustit optické či zvukové varování, které horníky upozorní na překročení povolené koncentrace methanu. Technologie

je vhodná i pro detektory úniku zemního plynu v různých objektech.

## PATŘÍ BUDOUCNOST BIOLOGIÍ?

Methan může být detekován a stanoven i jinou metodou využívající jeho interakce s infračerveným zářením: fotoakustickou spektrometrií. V tomto případě dopadá na kyvetu s plynem přerušované infračervené záření nebo laserové pulsy o vlnové délce, kterou methan nejvíce absorbuje. Absorpce vyvolá skokové zvýšení teploty, a protože zahřátý plyn má větší objem, vzniká v kyvetě tlakový ráz. Ten je snímán citlivým mikrofonem, přičemž intenzita zvuku udává obsah methanu ve vzorku. Fotoakustická spektrometrie je složitější než NDIR, takže se používá hlavně při analýzách v laboratoři.

Přístrojové metody stanovení methanu jsou nepochybně méně romantické než „biologická detekce“ harčtým kanárem. Rovněž lze těžko předpokládat, že by havíři chovali k NDIR detektoru tak vřelý vztah jako ke kanárkovi, byť funkce obou je naprosto stejná – ochrana jejich životů.

Přechod od biologických metod k technickým nicméně není definitivní. Intenzivně se rozvíjí problematika biosenzorů, tedy analytických nástrojů spojujících fyzikální prvky s biologickými. Přednostmi takové kombinace jsou vysoká selektivita, rychlost analýzy a nízká cena. Je možné, či spíše pravděpodobné, že v blízké budoucnosti nebude methan detekován metodou NDIR, ale zcela jiným zařízením. To by mohlo kombinovat například čichové buňky určitého živočicha s vhodným technickým systémem, který by biologickou odezvu buněk převáděl na signál pro nás srozumitelný.

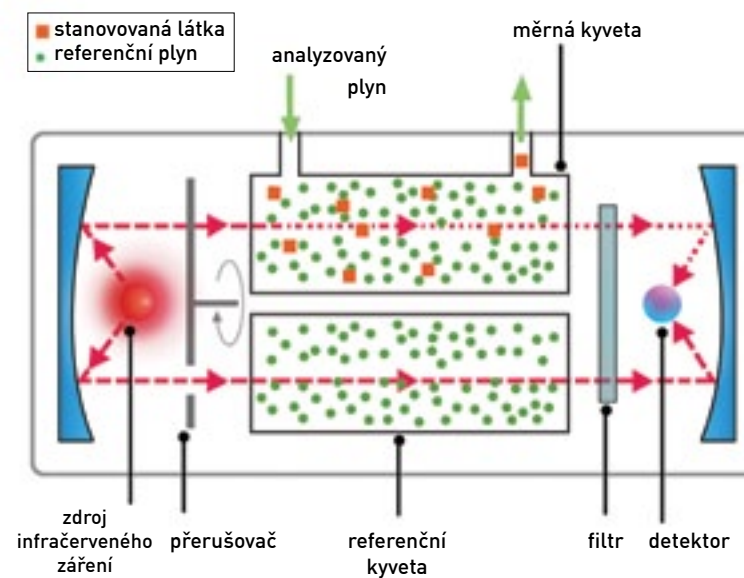


Schéma takzvaného NDIR detektoru methanu. K měření obsahu methanu se zde využívá infračerveného záření. Kresba: Karel Cettl.





*Dobře odchovaná mláďata mořských želv pár okamžiků před tím, než je lidé vypustí do oceánu. Foto: Hana Svobodová.*

## Mořské želvy ničí i mužská slabost

*Hana Svobodová poznala tristní situaci želv v Indonésii a rozhodla se ji změnit*

Josef Matyáš

Zoufalí muži dělají zoufalé věci. Jezte vejce mořských želv, radí „odborníci“ v Asii pánům, kteří mají problémy s potencí. Účinek není vědecky vůbec prokázán, zato úbytek želv je evidentní. Magistra Hana Svobodová, absolventka katedry ekologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy, se snaží tyto živočichy zachránit. Proto už devět let jezdí ve svém volném čase po světě a sbírá zkušenosti. Od roku 2010 se zaměřuje na Indonésii. Přesvědčuje místní obyvatele, aby nesebírali a neprodávali želví vajíčka. Turisté pak informuje, jak mohou přispět

k ochraně těchto jedinečných mořských plazů.

### **V Indonésii nechrání ohrožené druhy zvířat žádný zákon?**

Právní norma existuje a díky ní vzniklo na Sumatře mnoho stanic. Jejich zaměstnanci vybírají želví vejce z pláží nebo je vykupují od místních obyvatel. V ohrazeném prostoru potom chrání vajíčka před živočichy, kteří je požírají.

### **Tak v čem je problém?**

Navštívila jsem několik stanic a myslím, že zaměstnanci želvám škodí. Když

se mláďata vylíhnou, ještě je několik měsíců nechávají v malých bazénech. Podle nepsaného pravidla mají želvy dorůst do velikosti dlaždičky, kterými jsou bazénky obloženy. Teprve pak je lidé odnášejí na pláž a vypouštějí do moře.

### **A co je na tom špatného?**

Většinou je do bazénů pro mořské želvy napuštěna sladká voda. Zvířata trpí infekčními nemocemi, těžko se jim dýchá a krunýře mají porostlé řasami. To ale není všechno! V Indonésii není zvykem krmit domácí zvířata. Psi

a kočky si musí sami najít něco k snědku. Ovšem želvy v bazénku nemají možnost obstarat si potravu. Obsluha je prý krmí, ale když jsem viděla okousané ploutvičky skoro každé menší karety – některé jsou dokonce pokousané i na krku –, bylo zjevné, že potravy není dost. Přitom jsou zaměstnanci přesvědčeni, že ploutvičky mláďatům zase dorostou.

### **Kolik želv ve stanicích přežije?**

Již během prvního měsíce života jich zahyne více než polovina. Neefektivní ochrana patří k důvodům, proč mořských želv ubývá. Dospělosti se dožije jediné zvíře z tisíce nakladených vajec. Na jednom z ostrovů mi místní vyprávěli, jak ještě před několika lety připlouvalo na pláž za noc třeba i 150 samic klást vajíčka. Dnes na stejné místo dorazí jen asi 30 želv.

### **Jak by tedy měla probíhat správná péče?**

Stačilo by želví vajíčka vybírat z hnízd a zakopávat je na ohrazeném místě na stejné pláži. Ihned po vylíhnutí by se pak želvičky přenesly přes plot a pustily směrem k moři. Instinktivně si najdou cestu k vodě a zapamatují si svou rodnou pláž.

### **V únoru 2011 vám starosta jedné oblasti slíbil podporu při výstavbě vzorového centra pro želvy. Co se za poslední skoro tři roky změnilo?**

Když jsem tam letos přijela, starosta řekl, že projekt nemůže začít, protože

*Hana Svobodová se od roku 2010 zabývá ochranou mořských želv v Indonésii. Foto: Petr Jan Juračka.*

mu nadřazené orgány neposkytly peníze na vybudování centra. Od té doby si s ním pravidelně telefonuji nebo mailuji, abych zjistila, jestli už finance dostal. Může to vypadat jako výmluva, nicméně si myslím, že chce slib dodržet.

### **Co starosta od existence centra očekává?**

Především příliv turistů, a tím i peněz pro svůj region. Například v sousední Malaisii mohou návštěvníci odchovných stanic za poplatek pozorovat, jak samice snášejí vejce, nebo mohou čerstvě vylíhnuté želvy vlastnoručně vypouštět do moře.

### **Proč je tak velká poptávka po vajíčkách mořských želv?**

V Asii panuje pověra, že posilují mužskou potenci. Dalšími doslova velkoodběrateli jsou restaurace, kde se želví vajíčka nabízejí jako vyhlášená pochoutka. Přitom je prokázáno, že jejich konzumace může vyvolávat průjmy, zvracení a další zdravotní problémy. Potvrzeno je i několik úmrtí. Ve vejcích se totiž hromadí většina škodlivin, které samice v mořích požou



nebo se do jejich těla dostanou přes kůži. Proto opravdu nedoporučuji vejce pojídat.

### **Jedna vzorová stanice asi stačit nebude...**

Mým cílem je šířit zkušenosti do dalších center, aby se nadřazení současných stanic přesvědčili, že levnější způsob ochrany přináší lepší výsledky. Dále se díky Indonesian Species Conservation Program nedávno rozběhl projekt, ve kterém podle mnou připravených kritérií zmapujeme kvalitu všech želvích stanic. Zároveň chci nabídnout vedoucím středisek školení a vzdělávání zaměstnanců.

Spolupracuji také s německou Turtle Foundation, která nyní čeká na vyřízení grantu. Peníze využijeme ke zřízení infocentra na letišti v Berau na ostrově Borneo, kam jezdí hodně turistů. Budeme jim vysvětlovat, že konzumace želvích vajec a nakupování suvenýrů z želvoviny vedou k likvidaci těchto plazů. Turisté rovněž dostanou příležitost prožít dva až tři týdny v roli jejich ochránců. Sama průběžně sdílím s webem Přírodovědci.cz peníze na výrobu deskových her, které popularizují ochranu želv. Například pexeso zaujalo jak děti, tak dospělé. Myslím, že osvěta mezi turisty a výchova místních obyvatel jsou cesty, jak změnit pohled na mořské želvy, a tak je zachránit. ●

Díky grantu Turtle Foundation odjíždí Hana Svobodová v únoru 2014 na půl roku do Indonésie. Na severovýchodě Bornea povede středisko pro ochranu mořských želv. Chcete jí pomoci? Pokud studujete některou z přírodovědeckých fakult, můžete do střediska přijet jako dobrovolníci. Kromě péče o želvy se budete podílet také na osvětě mezi místními obyvateli a turisty. Více se dozvíte na [www.morskezelvy.cz](http://www.morskezelvy.cz).



# Obrazová galerie na cestách

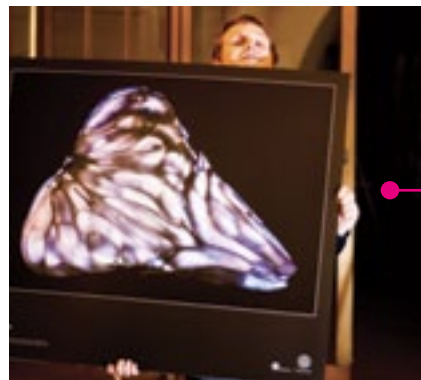
Putovní výstavy s přírodovědnou tematikou mohou zkrášlit i prostory vaší školy

Barbora Šejblová,  
Alexandra Hroncová

Již téměř rok si mohou pedagogové mateřských, základních i středních škol, kteří jsou registrováni na našem portálu Přírodovědci.cz, objednávat služby z Katalogu pro učitele. Nabídka je neustále aktualizována a pro rok 2014 máme připraveno několik novinek.

V sekci „Putovní výstavy k zapůjčení“ naleznete výstavní sestavy s originálními fotografiemi a vizualizacemi přírodních témat. Nově nabízíme expozici nejlepších příspěvků ze soutěže Věda je krásná 2013, pořádané naší fakultou. V katalogu nechybí ani soubory z předchozích ročníků soutěže – 2012 a 2011. Tyto tři kolekce zahrnují jak fotografie, tak ilustrátorské počiny, jejichž vypovídací hodnota je v dnešním digitálně snímaném světě stále nezapustitelná.

Chcete se se svými žáky vypravit do fascinujícího světa českých bezobratlých živočichů, poznávat nepřehledné množství jejich tvarů a forem a pro-



Jednotlivé výstavní panely jsou lehké a snadno se s nimi manipuluje. Pro snazší instalaci výstavy na chodbu vaší školy zapůjčujeme dřevěné stojany.  
Foto: Petr Jan Juračka.

fakultě UK (Praha 2, Albertov 6). Pokud dáte přednost zaslání poštou, hradí náklady na poštovné vaše škola.

Další novinkou pro rok 2014 je možnost objednat si aktuální číslo magazínu Přírodovědci.cz, a to jako jednu ze čtyř aktivit, jež poskytujeme každé škole zdarma. Časopis zasiláme v počtu 40 kusů, poštovné a balné činí 100 Kč. Magazín je vhodný pro žáky a studenty od dvanácti let. Objednávkou získáte přístup i k rozšířeným verzím článků a k dalším zajímavostem, které se do tištěného časopisu nevejdou.

Kompletní přehled exkurzí, praktických cvičení, přístrojů k zapůjčení a dalších aktivit pro školy najdete na [www.prirodovedci.cz/katalog](http://www.prirodovedci.cz/katalog).

hloubit si entomologické znalosti? Pak si objednejte Velkou výstavu bezobratlých, jež loni doprovázela stejnojmennou akci v botanické zahradě Přírodovědecké fakulty UK.

Všechny výstavní panely jsou vytištěny na pevných a kvalitních PVC deskách o rozměrech až 100 x 85 cm. Nemáte-li ve škole vlastní výstavní systém, rádi vám po předchozí dohodě půjčíme i dřevěné stojany, na které se panely instalují. Putovní výstavy si lze bezplatně vyzvednout na Přírodovědecké

inzerce

# Výpravy za vědeckými zážitky

Pojďte se svými žáky na přírodovědný zájezd do zahraničí

Alexandra Hroncová



V únoru 2014 se vydáme na geologický víkend do Heidelbergu a okolí (podrobnosti najdete na straně 43). Mimo jiné zavítáme do prehistorického muzea Gondwana. V něm uvidíte i tohoto megalodona, největšího žraloka všech dob.  
Zdroj: Gondwana - Das Praehistorium.

v našem Katalogu pro učitele. Průběžně ji aktualizujeme podle ročního období, protože některé terénní aktivity je možné uskutečnit jen v určitých měsících roku. Mezi akce, jež lze absolvovat celoročně, patří geologicko-biologický zájezd na východ Německa. Ten začíná návštěvou Muzea hygieny v Drážďanech a pokračuje prohlídkou Přírodovědného muzea v Chemnitzu s majestátním „zkamenělým lesem“ z mladších prvohor. Zlatým hřebem je pak Terra mineralia ve Freibergu, největší a nejkrásnější mineralogická kolekce na území Německa. Po návratu do ČR následuje pobyt v Národním parku České Švýcarsko, který je ideální lokalitou pro nadšené geology.

Začátkem školního roku 2013/14 uvedla Přírodovědecká fakulta UK nový populárně-vzdělávací koncept, který pomáhá zatraktivnit výuku přírodních věd. Jde o skupinové badatelské exkurze do zahraničních institucí, na unikátní pracoviště a do chráněných území. Zde je pro účastníky připraven program pod vedením odborníků z naší fakulty. Tyto vědecké výlety, jichž se mohou zúčastnit celé třídy i jednotlivci, nabízejí v průběhu několika dní nové poznatky, zážitky a objevy.

Výprava vždy zahrnuje návštěvu dvou či tří různých míst. Hlavní náplň představují komentované prohlídky muzeí, významných sbírek či univerzitních pracovišť spojené s praktickými interaktivními ukázkami. Součástí exkurze jsou

Během exkurze na východ Německa navštívíme muzeum Terra mineralia. Působivou součástí jeho expozic je Cesta světla, kde barevně světélkují nerosty nasvícené ultrafialovými lampami.  
Foto: Alexandra Hroncová.

také terénní aktivity ve vhodné lokalitě – prohlídka národního parku, geologické mapování, odchyt živočichů nebo určování rostlin. Program je vždy komponován jako spojení několika vědních oborů a výklad je uzpůsoben věku účastníků.

Nabídku těchto několikadenních zahraničních exkurzí teď nově naleznete



Exkurze organizuje tým projektu Přírodovědci.cz. Doprava je zajištěna vlastním pohodlným autobusem, účastníci jsou ubytováni v hotelech či v univerzitních zařízeních. Cena se pohybuje od 1 700 Kč na osobu a zahrnuje dopravu, polopenzi, vstupné do muzeí a ubytování. Po dohodě s učitelem lze připravit program i trasu tak, aby souvisely s tématy právě probíranými ve výuce.

Pokud chcete uspořádat badatelský zájezd pro celou třídu nebo jinou větší skupinu žáků, kontaktujte Mgr. Barboru Šejblovou na e-mailu [barbora.sejblova@natur.cuni.cz](mailto:barbora.sejblova@natur.cuni.cz).





## Strnadí projekty občanské vědy

*I vy můžete pomoci vědcům při výzkumu „ptačí řeči“. Je to snadné a zábavné* Pavel Pipek, Lucie Diblíková

Poslední dobou roste ve světě popularita takzvané občanské vědy (anglicky citizen science), kdy se do výzkumu zapojuje široká veřejnost. Popularitě jistě napomohla lepší dostupnost internetu a také rozvoj sociálních sítí, díky kterým získávají účastníci projektů často téměř okamžitou zpětnou vazbu. Právě kontakt s účastníky a zpětná vazba jsou pro úspěch občanské vědy klíčové. Pro vědce má spolupráce výhodu v tom, že lze získat velké množství dat s malými finančními a časovými náklady. Aby byla kooperace přínosná i pro dobrovolníky z řad veřejnosti, mělo by být zvoleno dostatečně atraktivní téma a činnost spojená s výzkumem by měla být zábavná.

Na dvou takových projektech se podílejí i autoři tohoto článku, doktorští studenti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

### NÁŘEČÍ ČESKÝCH STRNADŮ

Příkladem občanské vědy z české kotliny je projekt Nářečí českých strnadů ([www.strnadi.cz](http://www.strnadi.cz)). Organizují jej katedra ekologie Přírodovědecké fakulty UK, Ústav biologie obratlovců AV ČR a Česká společnost ornitologická. Projekt vznikl v roce 2011 jako součást kampaně Pták roku. Cílem bylo zmapovat výskyt různých nářečí strnada obecného v Česku a odpovědět na otázku, zda naším územím prochází hranice mezi dvěma hlavními evropskými skupinami nářečí.

Co ta nářečí (odborně dialekty) vlastně jsou? Podobně jako my Češi mluvíme v každém koutu republiky trochu jinak, zpívají malinko jinak i strnadi. Jejich písničky se mezi sebou liší koncovou částí, většinou v posledních dvou slabikách. Důležité je, že jednotlivé populace vždy sdílejí svoje zakončení a hranice mezi dvěma nářečími jsou výrazné. Dialekty nemají jen strnadi – najdeme je také u jiných pěvců, u kolibříků nebo u papoušků.

Do projektu se během tří let fungování zapojilo téměř 150 dobrovolníků. Prostřednictvím nejrůznějšího vybavení (mobilních telefonů, digitálních fotoaparátů, kamer) pořídili nahrávky

*Sameček strnada obecného. Foto: Petr Jan Juračka. V pravém dolním rohu je graficky znázorněn zpěv strnadích samců ve dvou různých nářečích - nahoře dialekt BC, dole XIB.*

více než 2 500 strnadích samců z celé republiky. Největší impuls dostal projekt v posledním roce, kdy se jeho partnerem stal *Meteor*, pořad Českého rozhlasu 2. *Meteor* jednak pravidelně informoval o aktuálním stavu výzkumu, jednak nabídl účastníkům odměny. Ty byly virtuálně umístěny v několika mapovacích čtvercích po celém území ČR. Kdo pořídil nahrávku z dosud neprozkoumaného čtverce, ten jej „dobył“, a navíc měl šanci vyhrát.

Jak ukazuje osobní zkušenost, nahrávání se dá použít i ve výuce. Jeden z autorů tohoto článku, tehdy ještě v roli učitele, vyrazil na škole v přírodě se skupinkou dětí dobýt jeden čtverec na jih od Mikulova. Pro žáky to bylo veliké dobrodružství, navíc korunované úspěchem.

Co se vlastně podařilo dobrovolníkům ve spolupráci s vědci vyzkoumat? V Česku můžeme slyšet sedm různých dialektů, již dříve popsanych v Dánsku a Německu. Nejběžnějšími nářečími jsou BC a XIB, zástupci obou hlavních dialektových skupin. Hranice mezi hlavními skupinami skutečně prochází územím ČR; klikatí se západními Čechami. Na hranicích mezi dialekty se lze setkat se smíšenými zpěváky, kteří svůj zpěv střídají – asi aby se „zavděčili“ oběma stranám.

*Mapa strnadiho zpěvu, stav v roce 2012. Různé symboly označují různá nářečí. V České republice jsou nejčastější dialekty BC (žlutě) a XIB (červeně). Chcete vidět, jak výrazně se pokrytí mapy zvýšilo letos? Podívejte se na [www.strnadi.cz/kde](http://www.strnadi.cz/kde).*

### YELLOWHAMMER DIALECTS

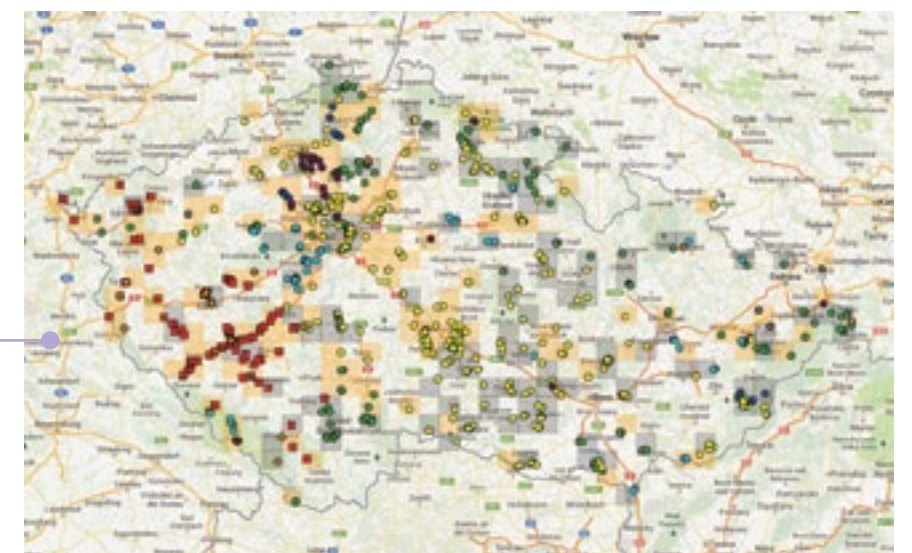
Z podhouby Nářečí českých strnadů vyrostla v roce 2013 houba mezinárodnosti – projekt Yellowhammer Dialects. V jeho rámci mapuje veřejnost současné rozšíření strnadích dialektů ve Velké Británii a na Novém Zélandu. Proč zrovna v těchto státech? Ve druhé polovině 19. století byli strnadi dovezeni z Británie na Nový Zéland a vypuštěni zde do přírody. Díky záznamům aklimatizačních společností, jež měly dovážet zvířata z původní domoviny na starosti, se dá rekonstruovat průběh strnadiho působení na Zélandu. Porovnání dnešní situace s historickými údaji pak může ukázat, nakolik dialekty odrážejí historii a jestli se v čase zásadně proměňují. Minimálně 100 let se totiž v obou zemích vyvíjely zcela odděleně.

Proč si vlastně Britové přivezli strnada na druhý konec světa? Naivně si mysleli, že je to především hmyzožravý pták a že jim pomůže zatočit se záplavou hmyzu, který se na Novém Zélandu přemnožil. Jaké však bylo jejich překvapení, když namísto hmyzu strnad obratně vytrhával naklíčená obilná zrníčka z polí! Situace se jim poněkud vymkla z rukou. Strnadům se dařilo tak náram-

ně, že již po 20 letech farmáři přemýšleli, jak se jich zbavit. Tehdejší metody by dnes sotva prošly. Na strnady se líčila otrávená semena, děti soutěžily ve sbírání ptačích vajíček a dospělí zas v počtu ulovených ptačích hlav.

Projekt Yellowhammer Dialects byl zahájen v lednu 2013. To bylo již poněkud pozdě na Zéland (kde tou dobou končí léto), zato v Anglii se nápad setkal s příznivým přijetím ornitologických společností i novinářů. Díky nim se povědomí o projektu rychle rozšířilo mezi ornitologické nadšence. Podporu vyjádřila také Britská knihovna (British Library), která zdarma poskytla velké množství archivních nahrávek.

V okamžiku psaní článku se rozjíždí druhá sezona na Novém Zélandu a všechno zatím vypadá slibně. Ještě před začátkem sezony totiž darovala projektu mnoho nahrávek instituce Department of Conservation. Prvních pár pozorování přišlo také prostřednictvím nové smartphonové aplikace. Dosud se na Zélandu objevují jen dialekty známé z Evropy. Zdá se však, že některé z nich stačily mezitím vymizet z Británie. ●







Jak stárne česká populace? Zelená barva vyznačuje obce, kde podíl seniorů nad 65 let roste relativně pomalu. Hnědá barva značí rychlejší růst. Zdroj [www.atlasobyvatelstva.cz](http://www.atlasobyvatelstva.cz), autorka: Petra Špačková.

## ATLAS OBYVATELSTVA

Nezaměstnanost, dlouhé dojíždění do práce, stárnutí populace, ... O podobných tématech se často mluví v médiích i mezi lidmi. Ucelenější pohled než televizní zprávy nebo diskuse s přáteli teď nabízí web *Atlas obyvatelstva* ([www.atlasobyvatelstva.cz](http://www.atlasobyvatelstva.cz)). Jde vlastně o internetový časopis zaměřený na publikování map s tematikou obyvatelstva, bydlení, osídlení, kvality života a podobně.

Najdete zde především podrobné mapy České republiky, které zobrazují napří-

klad vývoj počtu obyvatel, procento dětí v populaci nebo míru nezaměstnanosti, a to v každé jednotlivé obci. Můžete si je libovolně zvětšovat a procházet, stahovat i tisknout ve vysoké kvalitě. Každou mapu navíc doprovází odborná geografická analýza.

Velkou pozornost věnují autoři jevům spojeným s takzvanou suburbanizací – stěhování lidí z měst do přilehlých venkovských oblastí. Tento trend mění tvář české krajiny, protože kvůli masivní výstavbě bytů a rodinných domů se z některých vesnic stávají nová předměstí. Dopady suburbanizace bychom tedy neměli podceňovat.

*Atlas obyvatelstva* je projektem Urbánní a regionální laboratoře. Její vědecký tým, vedený docentem Martinem Ouředníčkem, působí na Přírodovědecké fakultě UK na katedře sociální geografie a regionálního rozvoje. ●

## GEOGRAFICKÉ ROZHLEDY 23/2: ZEMĚ BRICS

*Geografické rozhledy* jsou časopis určený pedagogům středních a základních škol, studentům odborných a učitelských oborů geografie na univerzitách i širší veřejnosti. Přinášejí užitečné informace všem, kdo se zajímají o měnící se svět či o nové trendy v geografii a chtějí porozumět procesům v krajině, příčinám a důsledkům sociálních konfliktů nebo místním, regionálním i globálním problémům.

Geografické rozhledy vycházejí již 23 let, vždy pětkrát během školního roku. V časopise najdete příspěvky zaměřené na aktuality z fyzické a sociální geografie, kartografie, geoinformatiky, demo-

grafie, problematiky životního prostředí i dalších oborů. Podstatná část každého čísla nabízí náměty na inovace ve výuce a seznamuje s moderní didaktickou geografie.

Co vás čeká ve druhém čísle ročníku 2013/2014, které vyšlo začátkem prosince? Tentokrát máme zaostřeno na země BRICS, tedy seskupení silných a rychle se rozvíjejících ekonomik Brazílie, Ruska, Indie, Číny a Jihoafrické republiky. Tématu se týkají především články *Čína roku 2015? Dvanáctá pětiletka ve své polovině* (autor A. Horálek), *Indie - dýchavičný slon, nebo budoucí velmoc?* (J. Tomeš), *Brazílie - „motor“ Latinské Ameriky* (J. Vágner) nebo *Rusko - obrna hliněných nohou* (L. Jelen).

Předplatné *Geografických rozhledů* si můžete objednat online na adrese [geography.cz/geograficke-rozhledy/predplatne/](http://geography.cz/geograficke-rozhledy/predplatne/). ●



Rušná ulice v indickém městě Dillí. Foto: Jiří Tomeš.

# Experimentální výuka přírodních věd se školním měřicím systémem PASCO

Představte si, že vyrážíte se svými přáteli, dětmi nebo příbuznými na návštěvu některé z krásných jeskyní a místo tradičního výkladu od průvodce dostanete do ruky datalogger s dotykovým displejem nebo tablet, a k tomu několik senzorů na měření teploty, vzdušné vlhkosti nebo čidlo na měření pH vody v podzemních jezírkách. Která z uvedených dvou variant bude ta, kterou si spíše zapamatujete? Tradiční výklad nebo osobní zkušenost s měřením?



Software



Rozhraní



Úlohy



Čidla



Výuka přírodních věd by měla být postavena především na experimentování, zkoumání a odhalování přírodních zákonů, nikoliv na „biflování“ dat a informací. Ty samozřejmě jsou důležité, a právě neméně důležitý je také způsob, jakým tyto informace získáme a následně si je zapamatujeme. Už od narození odhalujeme problémy, na které se snažíme nalézt správné odpovědi a opakovanými pokusy si do paměti zapisujeme správné řešení. Experimentování je člověku vrozené, a proto by učení se dovednostem mělo předcházet učení se znalostem, v podstatě pokračovat v přirozeném procesu učení i na základních nebo středních školách. Experimentální školní měřicí systémy PASCO umožňují převrátit tradiční výuku naruby a skloubit ji dohromady s moderními technologiemi a zábavou, po které mnozí žáci ve školách volají a bez níž se v hodinách

nejenom přírodních věd nudí. Děti díky pokusům věnují přírodním vědám více pozornosti. Aby je experiment bavil a chtěly jej zároveň pochopit, musí jej držet ve svých rukou.

Pro jejich samostatné bádání mohou pracovat s počítačem, dataloggerem nebo čím dál více oblíbenými tablety nebo dotykovými netbooky ve spojení s digitálními pomůckami. PASCO je jakási stavebnice, kdy se senzory a čidla, která sbírají potřebná data, s pomocí měřicího rozhraní převedou do počítače nebo tabletu a příslušného programu, například SPARKvue, kde se naměřená data graficky zobrazí a jde s nimi dále pracovat. Zkušenosti škol, které tento školní měřicí systém ve výuce přírodních věd využívají, potvrzují zvýšení pozornosti i zájmu o tyto vědní disciplíny.





Šídlatka páskovaná během páření.  
Foto: Pavel Fiala.

„... Divočina je ale spíš něco staršího a původnějšího než naše civilizace. Je to někdo či něco, co si žije mimo naše lesní hospodářské plány a osevňovací zahradnické plány. Je to třetí vrchol pomyslného trojúhelníku krajinných principů: monokulturní plantáž - zahrada - divočina. Je to čisté člověkem nepotřísněné Stvoření. Je to Les jako prastará bytost, je to Rašeliniště jako spící obr, je to Řeka jako všeprostupující princip celého údolí. Je to ale také hejno rorýsů nad ulicemi, semenáček břízy v okařpu a mateřídouška vprostřed šumavské lesní asfaltky ... Šumavskou mokrou divočinu zkusíme poznat nejen rozumem, ale i bosýma nohama, kousanci, chutí, čichem, brouzdáním, čekáním...“

Doufáme, že výsledná výstava bude svědectvím o setkání s vodou i s divočinou. A příští rok možná na shledanou na Wodníkově III! ●



Podařilo se ale na Šumavě najít opravdovou divočinu? Myslím, že ano. Divočinou můžete totiž potkat nejen v přírodních rezervacích, ale i tam, kde ji nečekáte. Ostatně už v přípravných materiálech na webu Wodníka ([www.wodnik.cz](http://www.wodnik.cz)) jsme v poetickém článku o šumavské mokré divočině psali:

*Sociální aspekt Wodníka představovala vodnice Petra Drahošová - zde v okolí Teplé Vltavy. Foto: David Kozel.*

## Wodník fotil šumavskou divočinu

Milovníci přírody se sešli na netradičním fotokurzu a vytvořili putovní výstavu

Ondřej Simon

Nadpis vyvolává hned dvě otázky. Jakýpak wodník? A je vůbec na Šumavě divočina? Wodník je kurz zaměřený na focení vody v přírodě. Poprvé se konal letos v srpnu v Národním parku Šumava, a to díky programu „Mládež v akci“. Mladí účastníci i organizátoři ze ZO ČSOP Benešov se seznámili se základními technikami fotografie, prošli si nivy několika řek, ekosystémy rašeliniště i pralesa a pak se vrhli do focení a zpracovávání fotek. Výsledkem snažení patnácti účastníků ve věku 15–30 let bude putovní výstava. Prostřednictvím Katalogu pro učitele na [www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/](http://www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/) si ji budou moci půjčit i školy nebo muzea.

Workshop vedl Petr Jan Juračka, známý fotograf a student katedry ekologie Přírodovědecké fakulty UK. Petr se zaměřuje na fotografování příro-

dy a živých objektů všemi možnými i nemožnými způsoby. A tak se fotila mlha ve čtyři ráno, fotáky se v pouzdru ponořovaly pod hladinu, vznikly makrofotografie i snímky pořízené přes fotonástavec binokulární lupy. Fotila se krajina, lidé, rostliny, hmyz, perlorodky, kapky vody, bubliny nebo vlnky.

Rozšířenou verzi s více fotografiemi si můžete přečíst na [www.prirodovedci.cz/magazin/](http://www.prirodovedci.cz/magazin/).

## Za ptáky k zimní Vltavě

V Praze můžete obdivovat nejen labutě, ale také unikátní hosty ze severských zemí

Radek K. Lučan



Přímo v centru Prahy se nalézá velké nocoviště racků chechtavých.  
Foto: Ivan Mikšík.

K dalším vzácnostem, jež se tu však objevují skoro každý rok, patří potáplice severní a potáplice malá. Pravidelně se setkáte s několika potápkami malými, především kolem jezů u Karlova a Jiráskova mostu. Tito ptáci se zde neúnavně potápějí pro potravu pod vodní hladinu. Zcela určitě uvidíte také lysky černé a při troše pozornosti i jejich nenápadnější příbuzné, slípky zelenonohé. Slípky většinou pobíhají po dřevěných protiledových hrazeních před pilíři Karlova mostu.

Druhým významným zimovištěm je úsek Vltavy mezi Trojou pod zoologickou zahradou a Sedlcem. Nejlépe se dá projít po pravém břehu řeky, kudy vede pohodlná cesta. Je to ideální lokalita pro vycházku během víkendového dopoledne či odpoledne. Kromě druhů, které potkáte i ve středu města, se tady v zimě zdržují vzácnější kachny, třeba severští morčáci velcí, morčáci bílí a poláci kahočky. Pravidelně můžete sledovat rovněž větší množství (až stovky kusů) lovcích či odpočívajících kormoránů velkých.

Ke shromažďování údajů o výskytu a počtech různých druhů ptáků slouží online ornitologická databáze [www.birds.cz](http://www.birds.cz). Ta zároveň funguje jako informační servis pro zájemce o ornitologii i jako zdroj tipů, kdy a kam se vyplatí jet na výlet. Přejeme vám tedy hodně hezkých zážitků při pozorování ptactva. ●

Za ptáky můžeme k vodním plochám chodit celoročně a vždy tam lze potkat něco zajímavého. Když v zimě zamrzne rybníky a další stojaté vody, nezbyvá vodním opeřencům nic jiného než se stáhnout k řekám. Několik takových zimních shromaždišť vodních ptáků se nalézá na území Prahy. Zejména v tuhých zimách stojí za to na ně vyrazit. Pokud tak učiníte, nezapomeňte si s sebou vzít kvalitní dalekohled. Užitečný je i fotoaparát se silnějším zoomem.

První zimoviště, které je dobré navštívit, najdete na Vltavě přímo v centru města – zhruba mezi Palackého a Mánesovým mostem. K pozorování ptáků na řece se lze zastavit kdekoli v tomto úseku. Strategickými body jsou však hlavně okolí Novotného lávky, Střelecký a Dětský ostrov a nábřeží u Jiráskova mostu. Během zimy se tu zdržují stovky až tisíce ptáků. K nejpočetnějším pat-

ří raci chechtaví. Vyskytují se obvykle blízko míst, kde mohou odpočívat či kde je lidé krmí. Nejraději se shromažďují kolem Novotného lávky a Karlova mostu. Zde se také nachází asi nejrozsáhlejší pražské nocoviště racků. Při soumraku na něm můžete vidět i několik tisíc racků chechtavých, a navíc desítky (v některých letech až stovky) jedinců větších a vzácnějších druhů racků, jakými jsou třeba racek bouřní nebo racek bělohavý.

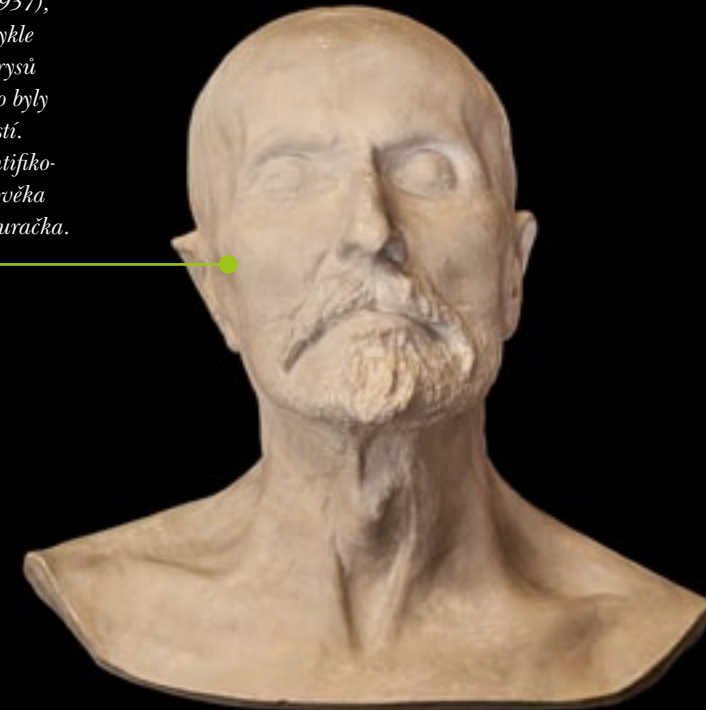
Druhově nejpočetnější skupinu zimujících ptáků představují v centru Prahy vrubozobí. Z běžnějších lze pozorovat stovky kachen divokých a desítky labutí velkých, poláků velkých a zejména pak poláků chocholaček. Když budete mít štěstí, narazíte i na méně obvyklé zástupce kachen – například na hoholy severní či turpany hnědé, kteří jsou u nás pouze příležitostnými hosty ze severu.





*Trepanovaná lebka. Nález J. Pudila z roku 1876, Strupčice poblíž Mostu. První takové lebky se objevují v mladší době kamenné. Při vážných poraněních hlavy se trepanace dodnes provádí jako léčebný zákrok. Původní motivace pro vytváření otvorů do lebky neznáme - vedle zdravotních se nabízejí i důvody rituálně-magické. Ačkoliv nejstarší trepanace byly prováděny škrábáním pomocí pazourku, okraje řady otvorů jsou zahojené. „Pacienti“ tedy proceduru překvapivě často přežili. Foto: Petr Jan Juračka.*

*Posmrtná maska Tomáše Garrigua Masaryka (1850-1937), prvního československého prezidenta. Tyto masky se obvykle vyráběly ze sádry či vosku a byly využívány k záznamu rysů zemřelého. Svým způsobem nahrazovaly fotografie, často byly i součástí pohřbů státníků a jiných významných osobností. V různých sbírkách existují také posmrtné masky neidentifikovaných zemřelých - umožňovaly pozdější identifikaci člověka v době, kdy jeho tělo bylo již pohřbeno. Foto: Petr Jan Juračka.*



## Lidská hlava: věda, dějiny, příběhy Marco Stella

Hlavy, lebky, tváře. Odedávna mají výsadní postavení napříč kulturami. Právě tyto části těla se nám nejčastěji vybaví, když si vzpomeneme na konkrétní osobu. Koncentruje se v nich individualita jedince, jeho jedinečnost. Podle tváře máme sklon si o člověku vytvářet při prvním setkání představu, která může, ale nemusí být správná, jak potvrzují práce psychologů. Vzhled, tedy *tvářnost*, je prostě čímsi důležitým, dokonce *hlavním*.

Během evoluce se hlava rovněž stala nositelkou většiny smyslových orgánů. Je proto zajímavá také z tohoto pohledu: odráží se v ní jak evoluční minulost, tak současná přizpůsobení pro konkrétní způsob života. Lidská lebka je složena z 22 kostí, mohou se však

vyskytnout i varianty s menším nebo větším počtem. Mezi savci – a vlastně všemi obratlovci s lebkou – je výjimečná především velikostí mozkovny oproti obličejové části. Část lebky uchovávající lidský mozek, na který jsme tak hrdí (*neurocranium*), je nepoměrně obrovská v porovnání s částí obličejovou (*splanchnocranium*).

V minulosti považovali mnozí lidskou lebku za důkaz, že člověk byl stvořen odděleně od ostatních tvorů podle jiného konstrukčního plánu. Argumentem byla zejména domnělá nepřítomnost praemaxilly (*os incisivum*), malé kosti tvořící část horní čelisti. Až excelentní pozorovatel přírody, básník a vědec Johann Wolfgang Goethe (1749–1832) tuto kůstku u člověka objevil. Předtím

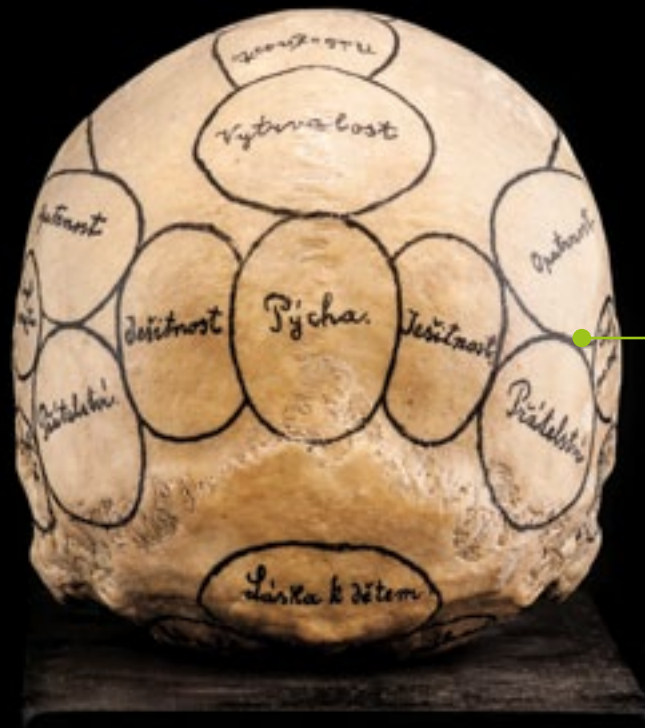
unikala pozornosti, protože bývá patrná u plodů, ne však u dospělých lidí. Goethe tak poukázal na naši spřízněnost s ostatními živočichy. Ačkoliv je toto odhalení biologické příbuznosti člověka a „nižších forem“, šokující laiky i odborníky, připisováno až Darwinovi, Goethe s ním přišel celé čtvrtstoletí před jeho narozením.

Právě kvůli výjimečnému postavení lebky i všech tkání, které nese a které dávají každému člověku jedinečnou tvářnost, se lebkou intenzivně zabývali a stále zabývají vědci z mnoha oborů. Když navštívíte Hrdličkovo muzeum člověka na Přírodovědecké fakultě UK v Praze, najdete zde řadu důkazů dávného i nedávného zájmu o tento fascinující útvar. ●

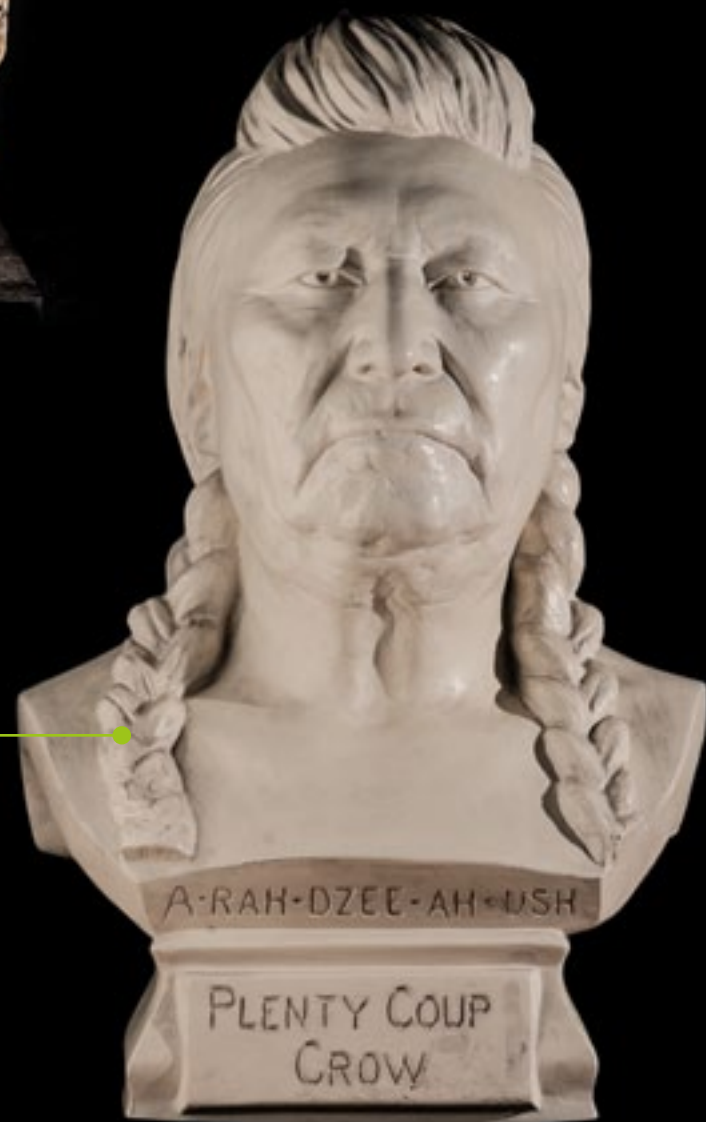


*Takzvaná Beauchênova preparace lebky. Konec 19. nebo začátek 20. století. Edmé François Chauvot de Beauchêne (asi 1780-1830) byl francouzský anatom a chirurg. Vynul typ preparace, při němž byly jednotlivé kosti lebky pohyblivé. Nákres tohoto prostorového rozložení částí lebky však najdeme již mezi kresbami polyhistora Leonarda da Vinci (1452-1519). Foto: Petr Jan Juračka.*





Frenologicky značená lebka. Pravděpodobně začátek 19. století, České země. Frenologie byla do poloviny 19. století velmi populární. Vycházela z předpokladu (částečně správného), že různé funkce mozku jsou lokalizovány v různých oblastech. Naopak nesprávná byla představa, že míra rozvoje jednotlivých duševních schopností ovlivňuje i tvar lebky konkrétního jedince. Pohmatem a pozorováním určitých oblastí na lebce se frenologové pokoušeli odhalit charakter člověka. Foto: Petr Jan Juračka.



Busta „Plenty Coup Crow“, původního obyvatele Severní Ameriky. Počátek 20. století, USA. Doktor Aleš Hrdlička, americký antropolog s českými kořeny, a sochař Frank Micka vytvořili techniku odlévání obličejů, která umožnila věrohodné zachycení podoby člověka. Profesor Jindřich Matiegka, jeden ze zakladatelů Hrdličkova muzea, získal roku 1912 šest těchto bust od Aleše Hrdličky výměnou za 12 lebek z českých kostnic. Foto: Petr Jan Juračka.



Série bust australopitěka, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* a *Homo sapiens*. Padesátá léta 20. století, Československá republika. Rekonstrukce vytvořila sochařka Jana Lukešová pod odborným vedením doktora Vojtěcha Fettera a doktora Miroslava Prokopce. Nápadně se podobají jiným takovým sériím vzniklým během 20. století v Evropě a USA. Při pohledu z boku vytvářejí busty efekt filmových políček - jako by šlo o filmovou sekvenci tvora, který zvedá hlavu. Foto: Petr Jan Juračka.



# Hledání českých trilobitů za oceánem

Co mohou o životě v prvohorních mořích prozradit depozitáře muzea na Harvardu?

Lukáš Laibl

Vzrušující představa badatele odkrývajícího uprostřed nehostinné pouště nebo na strmých skalních srázech fosilie dávno vyhynulých organismů je přitažlivá téměř pro každého. Ne všechna paleontologická práce však probíhá v terénu. Za více než 200 let intenzivních výzkumů a sběrů máme v muzeích a dalších institucích uloženo tolik materiálu, že jeho velká část stále čeká na zpracování. I „pouhé“ studium v muzeu proto může vést k důležitým objevům.

## SBÍRKA NA PRESTIŽNÍ ADRESE

Díky finanční podpoře Univerzity Karlovy jsem měl možnost navštívit instituci, která je pro světovou paleontologii velice významná – Muzeum srovnávací zoologie v Cambridge v USA. To je jedním z výzkumných muzeí proslulé Harvardovy univerzity. Jeho sbírky čítají zhruba 21 milionů exemplářů jak současných, tak fosilních živočichů. Navíc se zde uchovávají i hluboce zmražené vzorky tkání pro genetické účely nebo skleněné modely mořských bezobratlých. Podrobnější informace najdete na webu [www.mcz.harvard.edu/](http://www.mcz.harvard.edu/).

Samotné muzeum vzniklo díky iniciativě Louise Agassize (1807–1873), původem švýcarského paleontologa, odborníka na fosilní ryby a žáka slavného francouzského přírodovědce Georgese Cuviera. Agassiz se zároveň stal prvním ředitelem.

Autor článku před Přírodovědným muzeem Harvardovy univerzity, které vystavuje unikátní exempláře Muzea srovnávací zoologie.  
Foto: Iveta Gustová.



Působilo tu mnoho vynikajících osobností z různých oborů. Když jsem se poprvé procházel zdejšími depozitáři, zjistil jsem, že vedlejší kancelář patřila nějakou dobu paleontologovi, evolučnímu biologovi a známému popularizátorovi vědy Stephenu Jay Gouldovi. O trochu dále měl pracovnu nedávno zesnulý Farish Alston Jenkins, spoluobjevitel *Tiktaalika* – jednoho z předků všech suchozemských obratlovců.

## ZA ČESKÝMI FOSILIEMI PŘES ATLANTIK

Moje návštěva byla podnícena studiem českých trilobitů, respektive trilobitích larev. Jejich výzkum je totiž tématem mé doktorské práce. Zajímá mě, jak larvy vypadaly, ale také jak rostly a jak žily. Tohle všechno pak může být velmi přínosné pro rekonstrukci tehdejšího ekosystému, pro upřesnění dřívější pozice kontinentů i pro pochopení hromadných vymírání v dávné minulosti. Abyste však mohli něco podobného zjistit, nestačí si vybrat pár kusů zkamenělin a popsat je. Potřebujete jich co nejvíce, řádově stovky. Najít takové množství znamená buď jet do terénu a s poměrně nejistými vyhlídkami na úspěch začít hledat cosi o velikosti špendlíkové hlavičky, nebo studovat materiál v muzeích.

Někdo by mohl namítnout: proč jezdit zkoumat české trilobity do zahraničí, když v našich domácích institucích jich musí být spousta? Paleontologické sbírky Muzea srovnávací zoologie však obsahují více českých trilobitů a jejich larev než některá naše muzea. Jak je možné, že tak rozsáhlý soubor

Trilobit *Triarthrus* patří mezi druhy, jejichž vývoj známe velmi dobře. Foto Lukáš Laibl. Kredit: Museum of Comparative Zoology, Harvard University © President and Fellows of Harvard College.

českého materiálu skončil v majetku americké univerzity? Pro nalezení odpovědi musíme zapátrat v minulosti. Ve druhé polovině 19. století vlastnil největší sbírku českých zkamenělin francouzský učenec Joachim Barrande. Druhá největší kolekce té doby patřila pražskému sládkovi a majiteli pivovaru Janu Michalu Šárymu. Po Šáryho smrti připadla dědicům, od nichž ji následně odkoupil tehdejší ředitel Muzea srovnávací zoologie Alexander Agassiz, syn jeho zakladatele Louise Agassize.

## SVĚDECTVÍ TRILOBITÍCH LAREV

Paleontologické sbírky muzea včetně Šáryho exemplářů dnes spravuje Jessica Cundiff, která intenzivně spolupracuje s českými vědci. Ačkoliv se tedy tato velká kolekce českých zkamenělin nachází za oceánem, je velmi dobře přístupná a není problém ji studovat. Během svého pobytu jsem pracoval přímo v depozitáři paleontologie bezobratlých. Můj úkol spočíval především v detailním zkoumání larev pod mikroskopem a v jejich fotografování, pokud byly příznivě zachovány. Kromě českých jedinců se mi podařilo analyzovat i některé zahraniční kusy. Ty jsou důle-

žité pro srovnání a pro objasnění možných příbuzenských vztahů mezi jednotlivými druhy.

Teď, po návratu na Přírodovědeckou fakultu UK, mě čeká druhá část práce – změřit a vyhodnotit studovaný materiál. Díky neobyčejně dobrému zachování můžeme z tvaru těla některých larev odvodit, že se volně vznášely v prvohorních mořích. Další fází výzkumu bude ověření (především podle výskytu dospělých jedinců příslušných druhů), na jakou vzdálenost se tyto larvy dokázaly šířit, zda jejich výskyt kopíruje směr mořských proudů a co mohlo vést k jejich vymizení během pozdější evoluce trilobitů.

Na závěr si neodpustím malou pozvánku, chcete-li tip na zámořský výlet. Od roku 1998 je otevřeno Přírodovědné muzeum Harvardovy univerzity ([www.hmn.harvard.edu/](http://www.hmn.harvard.edu/)), které mimo jiné vystavuje unikátní exempláře z Muzea srovnávací zoologie. Je mezi nimi například 13 metrů dlouhá kostra dravého mořského ještěra rodu *Kronosaurus* z období křídly. Pokud plánujete cestu do americké Cambridge nebo do sousedního Bostonu, rozhodně nezapomeňte tuhle expozici navštívit. ●





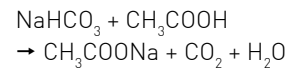
# Oxid uhličitý – hasič i zabiják

Otestujte vlastnosti tohoto plynu pomocí svíček a bublifuku

Jan Kotek, Petr Šmejkal, Pavel Teplý

*Když na dně skleněného akvária s hořícími svíčkami vzniká oxid uhličitý, svíčky postupně zhasínají - od nejnižší až k nejvyšší. Foto: Petr Jan Juračka.*

Poté na sodu nalijte ocet. Vyvoláte bouřlivou reakci hydrogenuhličitanu sodného (jedlé sody) s kyselinou octovou (z octa). Při reakci vzniká octan sodný, voda a oxid uhličitý:



Oxid uhličitý odspodu zaplňuje prostor akvária. Jak stoupá jeho hladina, zhasínají postupně jednotlivé svíčky. Tímto experimentem se za prvé přesvědčíte, že oxid uhličitý je těžší než vzduch, a za druhé, že nepodporuje hoření. Proto se používá ve sněhových hasicích přístrojích, kde slouží jako hasicí médium.

Akvárium plné oxidu uhličitého lze využít ještě k dalšímu pokusu. Bublifikem vytvořte bubliny tak, aby padaly přímo do akvária. Když se vám to podaří, přestanou bubliny v nádobě klesat a „plavou“ na hladině oxidu uhličitého – podobně jako dřevěná loďka na hladině vody. I tento experiment dokazuje, že oxid uhličitý je těžší než vzduch (odborněji řečeno, má větší hustotu).

Oxid uhličitý se z akvária poměrně rychle „vyfoukává“ ven. Proto musíte občas přisypat trochu sody nebo dolít ocet, aby znovu proběhla chemická reakce. Pokud si nejste jisti, zda máte nádobu plnou  $\text{CO}_2$ , zjistíte to vložením zapálené špejle. Jestliže špejle zhasne, je oxidu uhličitého v akváriu ještě dostatek. ●



Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) je běžný plyn. Nachází se ve vzduchu, kde jeho koncentrace v posledních desetiletích plynule stoupá a nyní dosahuje hodnot kolem 0,04 %. Do vzduchu se oxid uhličitý dostává spalováním dřeva či fosilních paliv (uhlí, ropných produktů a dalších) nebo činností živých organismů, hlavně dýcháním. Je bezbarvý, nehořlavý, bez chuti a bez zápachu. Není jedovatý, není však ani dýchatelný.

Kromě vzduchu na povrchu Země jej ve větších koncentracích najdeme také pod povrchem – v jeskyních, štolách a podobně. Jeho molekuly jsou těžší než molekuly ostatních plynů obsažených ve vzduchu. Proto se oxid uhličitý drží v níže položených částech špatně odvětrávaných budov či podzemních prostor. Když se zde hromadí, vytlačuje vzduch, a tedy i životodárný kyslík.

Ohrožuje tím horníky v dolech, ale také sládky v pivovarech nebo pracovníky obilných sil. Pivní kvasinky a obilí

v silech totiž vytvářejí velké množství oxidu uhličitého kvašením, respektive dýcháním. Oxid uhličitý se rovněž uvolňuje při vzniku krápníků v krasových oblastech, takže se může hromadit v jeskyních.

Tento plyn si můžete snadno vyrobit doma a prozkoumat jeho vlastnosti. Děti ovšem musí pokusy provádět pod dohledem dospělého!

## Budete potřebovat:

skleněné akvárium nebo hrnek  
jedlou sodu, případně prášek do pečiva  
ocet  
svíčky  
zápalky  
bublifuk  
špejle

Na dno akvária nejdříve přilepte různě dlouhé svíčky; k lepení je vhodné použít roztavený parafín. Dno pak zasypte trochou jedlé sody a svíčky zapalte.

# Kalendář Přírodovědců

Nabízíme vám vybrané akce pro veřejnost, které se týkají přírodních věd a které pořádá Přírodovědecká fakulta UK. Pokud není uvedeno jinak, jsou níže uvedené akce zdarma. Registrovaní uživatelé webu [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz) získávají za účast na nich razítka do Deníku přírodovědce.



## 15. LEDNA 2014 MADAGASKAR OČIMA PARAZITOLOGA

Madagaskar je místem s jednou z nejvyšších úrovní biologické rozmanitosti na naší planetě. Jen málokdo ovšem studuje tuto rozmanitost u parazitů. Co tedy můžeme na Madagaskaru objevit a jaké tropické infekce nám zde hrozí? O tom bude přednášet docent Jan Votýpka z katedry parazitologie naší fakulty.

**Čas a místo:** Od 18 hodin, Velká zoologická posluchárna, PŘF UK, Viničná 7, Praha 2.

## 17. LEDNA 2014 DEN OTEVŘENÝCH DVEŘÍ NA PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTĚ UK

Chcete se podívat, jak to u nás vypadá a jak se u nás studuje i bádá? Pak máte v lednu šanci, která přichází jen jednou za rok. Všechny zájemce o studium přírodních věd zveme na Den otevřených dveří do poslucháren, učeben a laboratoří Přírodovědecké fakulty UK. Poskytneme vám informace o studijních programech a podmínkách přijímacího řízení i další praktické rady, jež vám pomohou při rozhodování o výbě-

ru vysoké školy. Přijďte se podívat na Albertov – na místo, kde začala sameťová revoluce. Budeme rádi, když studium na naší fakultě bude revolucí ve vašem životě!

**Čas a místo:** Od 10 do 16 hodin, budovy Přírodovědecké fakulty UK – Albertov 6, Hlavova 8, Viničná 7 a Benátská 2, Praha 2.

## 25. LEDNA – 12. DUBNA 2014 POKROKY V BIOLOGII

Cílem přednáškových kurzů Pokroky v biologii je podchytit zájem talentovaných středoškolských studentů, kteří mají dobré předpoklady pro studium přírodních věd. Jednotlivé přednášky se budou věnovat tématům z různých biologických oborů, a to s důrazem na rychle se rozvíjející oblasti. Každý rok má jiné jednotlicí téma – tentokrát jím je „geometrie a matematika života“.

**Čas a místo:** Každou sobotu 10–12 hodin a 13–15 hodin, posluchárna Fotochemie, PŘF UK, Viničná 7, Praha 2.

**Kontakt:** klara.felkelova@natur.cuni.cz, telefon 221 951 871, [www.natur.cuni.cz/biologie/ucitelstvi/pokroky](http://www.natur.cuni.cz/biologie/ucitelstvi/pokroky).



## 14.–16. ÚNORA 2014 GEOLOGICKÁ EXKURZE DO NĚMECKA: OD DINOSAURŮ NA MARS

Oslavte svatého Valentýna a zamilujte se s námi do geologie! Přáli jste si strávit alespoň den ve společnosti dinosaurů? Pozorovat hvězdné nebe a umět v něm číst? Nebo se stát kosmonautem a prozkoumat okolní planety i celý vesmír? To všechno můžeme společně zažít, pokud s námi vyrazíte na víkend do německého Heidelbergu.

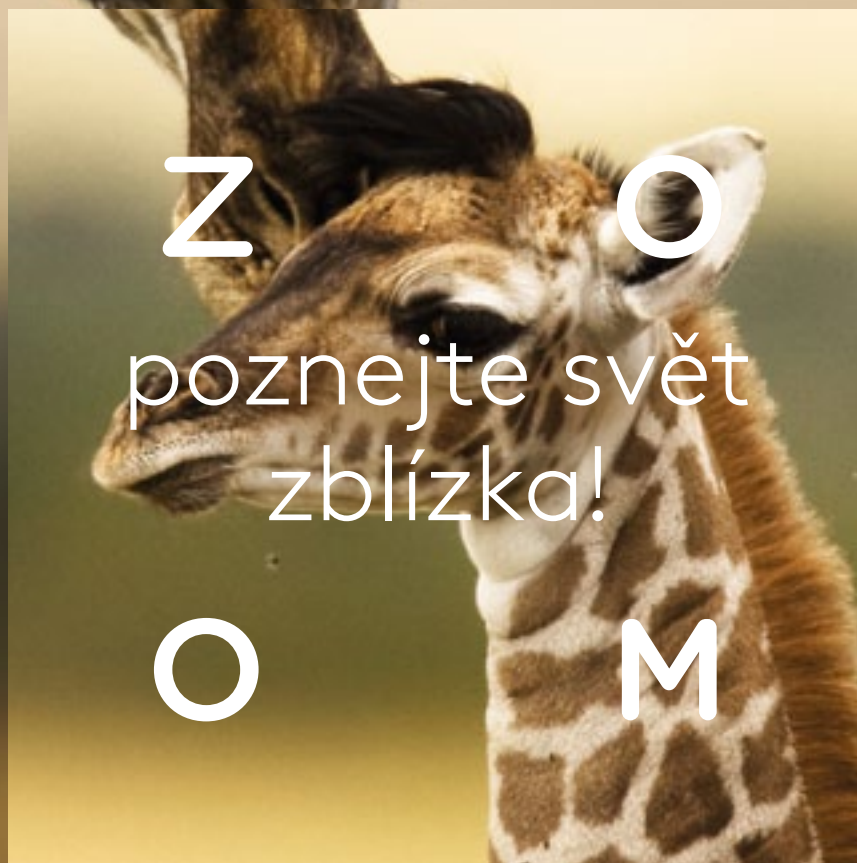
Během exkurze se dozvíte leccos o geologické minulosti a současnosti nejen Země, ale také jiných planet. Navštívíme pravěké muzeum Gondwana a světově známou univerzitu v Heidelbergu, kde je pro nás připravena noční návštěva hvězdárny včetně přednášek o sluneční soustavě. Na závěr se zastavíme v ohromném technickém muzeu ve Speyeru. Našimi průvodci budou odborníci světového formátu – český geofyzik a spolupracovník NASA Günther Kletetschka a planetolog Jiří Březina.

Akce je určena zájemcům o geologii, paleontologii a planetologii ve věku 14–19 let. Bližší informace najdete na [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz).

**Čas a místo:** Odjezd 14. února ve 14 hodin od budovy PŘF UK, Albertov 6, Praha 2. Návrat 16. února zhruba v 19 hodin na stejné místo.

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





Z

O

poznejte svět  
zblízka!

O

M

Sobota ve 20.00  
Úchvatná říše zvířat

Každodenní boj o přežití, úchvatné rituály i nekonečná rozmanitost zvířecí říše.  
Každou sobotu v premiérovém bloku na Prima ZOOM.

Více na [prima-zoom.cz](http://prima-zoom.cz).

Prima ZOOM