

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

# Energie

*Energie pohání přírodní děje i moderní civilizaci. Jak ji můžeme získávat a jak s ní co nejlépe hospodařit?*

Energie sbalená do molekul | str. 10 |

Teplo a elektřina z nitra Země | str. 22 |

Na hodině přírodopisu v Ugandě | str. 36 |



**ZOO DVŮR KRÁLOVÉ**

**OTEVŘENO  
PO CELÝ ROK**



**CELOROČNÍ EXPOZICE**



**AFRIKA  
EXPRESS**



**SAFARI KEMP**



**NEVŠEDNÍ ZÁŽITKY**



**WWW.ZOODVURKRALOVE.CZ**





## Milí čtenáři,

se začátkem nového školního roku je tu opět nové číslo Přírodovědců. Nedávny návrat do školních lavic po týdnech užívání si prázdnin – a s ním spojená změna životního rytmu – stál jistě mnohé z vás nemálo úsilí. I proto jsme jako centrální téma tohoto čísla zvolili energii.

Na následujících stránkách se například dozvíte, jak lidské tělo nakládá s biochemickou energií. Přečtete si o různých způsobech, kterými lidstvo získává energii, ať už jde o využití větru, tepla z hlubin Země, či slunečního záření. Dotkneme se také otázky, jak dobře s energií hospodaříme. A v hlavním článku vám představíme chemické sloučeniny „archivu-jící“ ve svých vazbách značné množství energie, kterou umí velmi rychle uvolnit. Ano, řeč bude o výbušninách neboli o energetických materiálech.

Kromě toho na vás čekají tradiční rubriky – novinky z fakultního výzkumu, rozhovory s vědci či reportáže, tentokrát přibližující školství v Ugandě a ekologický výzkum v Antarktidě. Energií se můžete dobít také při výletu za zkamenělinami z druhohorních moří podle tipu našich paleontologů.

Ať už strávíte podzim jakkoliv, věříme, že si jej užijete. Snad k tomu přispěje i čtení tohoto čísla. Přeji příjemné počtení!

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

proděkan pro vnější a vnitřní vztahy

03/2014

# OBSAH

## CO NOVÉHO

- 4 | Karta plná slev pro milovníky vědy
- 5 | Staňte se zeměpisným olympionikem
- 5 | S Biologickou olympiádou na Bali
- 6 | Albertov opět přivítá mladé vědce
- 7 | Hydrologové zamířili do Itálie
- 8 | Neviditelný sochař skalních měst

## TÉMA – ENERGIE

- 10 | Energie sbalená do molekul
- 14 | Energie, příroda a společnost
- 16 | Trendy české energetiky
- 18 | Rostliny jako bioelektrárna planety
- 20 | Skladiště energie v našem těle
- 22 | Teplota a elektřina z nitra Země
- 24 | Vítr – stále významnější zdroj
- 26 | Polymery pro solární články

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 28 | Tajemství ještěřích ocásků

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 30 | Se žáky do laboratoří i na exkurze
- 31 | Přijedte bádát do Vrchlabí

## 3 | 2014 | ROČNÍK III.

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

**PERIODICITA**  
Čtvrtletník

**CENA**  
Zdarma

**DATUM VYDÁNÍ**  
26. září 2014

**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.ovv@natur.cuni.cz

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

**GEOGRAFIE**  
RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.  
RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

**BIOLOGIE**  
RNDr. Alena Morávková, Ph.D.  
Mgr. Petr Janša  
RNDr. Filip Kolář  
Mgr. Petr Šipek, Ph.D.

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

**ODDĚLENÍ VNĚJŠÍCH VZTAHŮ**  
Alena Ječmíková  
Mgr. Barbora Šejblová

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

**KOREKTUR**  
imprimis

**GRAFIKA**  
Štěpán Bartošek

**TISK**  
K&A Advertising

**ILUSTRACE NA OBÁLCE**  
Karel Cettl

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

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

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

© Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze 2014

## STUDENTI

- 32 | Když to umíte, je chemie bezpečná

## KULTURA

- 34 | Století Miroslava Zikmunda

## TIP NA VÝLET

- 35 | Mořský ráj u Kolína

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 36 | Na hodině přírodopisu v Ugandě

## REPORTÁŽ

- 40 | Vědecké zážitky z Antarktidy

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 42 | Zprávy tajným inkoustem

## KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 43 | Kalendář Přírodovědců

EDITORIAL

3



# Karta plná slev pro milovníky vědy

*Karta přírodovědce vám ulehčí cestu za poznáním. Nyní ještě víc než dřív*

Ester Nagyová

Mít Kartu přírodovědce bylo vždycky prima. Dáváte tak světu najevo, že jste součástí klubu nadšenců, které baví věda a příroda – a navíc jsme vám nabídli také slevy u institucí, jež to s přírodními vědami myslí vážně. Teď, když je vás v projektu Přírodovědci.cz registrovaných už skoro 5 000 a původní karty jsme do poslední rozdali, rozhodli jsme se vám za přízeň odvděčit dalšími výhodami. K hvězdárnám v Ostravě, Brně a Hradci Králové, obchodu České geologické služby v Praze a Parku Mirakulum v Milovicích jsme do seznamu našich spřátelených organizací přidali nové partnery. Díky tomu bude vaše cesta za poznáním ještě snazší.

Fanouškům vědy a techniky jsme vyjednali levnější vstup do liberecké *iQLANDIE*, do ostravského science centra *Svět techniky* a do nově budovaného vědecko-zábavního parku *VIDA* v Brně. Nejmladším objevitelům nabídneme slevu v pražském *Muzeu Karla Zemana* a i nadále platí volný vstup do vybraných muzeí Přírodovědecké fakulty UK v Praze. Zájemci o fyziku ocení zvýhodněné vstupenky na unikátní show *Úžasného divadla fyziky (ÚDiF)*, pro amatérské botaniky zas



máme určení rostliny pomocí mobilní aplikace *Flower Checker* zdarma. Jestli o světě bádáte nejraději doma, jistě vás potěší sleva na předplatném časopisu *Příroda* nebo magazínu *Vesmír*.

Tím ovšem zdaleka nekončíme! Veškeré informace o našich partnerech, konkrétní slevy a podmínky využívání výhod najdete na internetové stránce [www.prirodovedci.cz/vyhody-registrace](http://www.prirodovedci.cz/vyhody-registrace).

*Planetárium v liberecké iQLANDII nabízí 3D projekce o tajemstvích vesmíru, filmy (například o vývoji Země nebo evoluci) i živé autorské pořady. Foto: iQLANDIA.*

Slibujeme, že počet spolupracujících institucí se bude neustále zvyšovat. Intenzivně na tom pracujeme a už teď můžeme prozradit, že budeme expandovat i za hranice České republiky.

Pokud svoji Kartu přírodovědce ještě nemáte, nevádí. Právě teď pro vás připravujeme karty nové – s kreslenými motivy z oblasti přírodních věd od ilustrátora a paleontologa Karla Cettla. Karta je zdarma, stačí se zaregistrovat na webu [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz). Při registraci si zvolíte motiv z oboru chemie, biologie, geologie nebo geografie a my se postaráme, abyste si výhody členství v našem velkém klubu užili i vy. Takže neváhejte a přidejte se k nám! ●



*Jedna z nových Karet přírodovědce s ilustrací od Karla Cettla. Můžete si vybrat z celkem osmi motivů, od molekul přes družici až po dinosauří lebku.*

4

CO NOVÉHO

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



# Staňte se zeměpisným olympionikem

*Vyzkoušejte si soutěž, díky níž lépe pochopíte svět kolem nás*

Silvie R. Kučerová, Jan Kabrda

Zeměpis nejsou suchá čísla o počtu obyvatel států či nadmořské výšce hor. Je to moderní obor, který nám pomáhá porozumět přírodním a společenským jevům, jejich příčinám a následkům. Přesvědčte se sami – třeba tak, že se zúčastníte Zeměpisné olympiády. Není náhoda, že pro ni současní organizátoři zvolili motto „Porozumět světu“.

Pořádání této soutěže se pro roky 2012–17 ujal tým z Geografické sekce Přírodovědecké fakulty UK v Praze s praktickou částí řešenou v terénu. Vítězové se účastní mezinárodních zeměpisných olympiád pořádaných v různých státech, třeba v Japonsku, Tunisku či Austrálii.



*Správný geograf si musí umět poradit i s přístrojem zvaným totální stanicí.*  
Foto: Silvie R. Kučerová.

Zeměpisná olympiáda je určena žákům základních i středních škol. Koná se každoročně ve čtyřech věkových kategoriích a čtyřech kolech – školním,

okresním, krajském a celostátním. Celostátní kolo probíhá na jaře na Přírodovědecké fakultě UK v Praze s praktickou částí řešenou v terénu. Vítězové se účastní mezinárodních zeměpisných olympiád pořádaných v různých státech, třeba v Japonsku, Tunisku či Austrálii.

Do Zeměpisné olympiády se může zapojit každá škola – stačí uspořádat školní kolo a vyslat zástupce do kola okresního. Další, již sedmnáctý ročník začne v lednu 2015 a jeho ústředním tématem bude voda. Na stránkách [www.zemepisnaolympiada.cz](http://www.zemepisnaolympiada.cz) najdete zadání minulých ročníků, termíny a témata jednotlivých kol i důležité kontakty. ●

## S Biologickou olympiádou na Bali

*Nejlepší soutěžící se mohou dostat nejen do exotických zemí, ale i na naši fakultu*

Lenka Libusová

Může středoškolský student obletět půl zeměkoule, vidět ohňové tanečnice, pít mléko z čerstvé utrženého kokosu a plavat v Tichém oceánu, aniž by léta dřel na brigádách, případně uvrhl své rodiče do dluhů? Odpověď zní ano. Letos k tomu stačila „maličkost“ – stát se jedním z reprezentantů ČR na 25. mezinárodní biologické olympiádě, jež se konala na indonéském ostrově Bali. K získání letenky však nestačil jen úspěch v nižších kolech Biologické olympiády. Bylo ještě nutné zabodovat na soustředění, které pro nejlepší účastníky celostátního kola pořádala katedra buněčné biologie Přírodovědecké fakulty UK.

Jak se Čechům dařilo v klání 238 studentů z 62 zemí? Nejlépe uspěla Květa



*Na Mezinárodní biologické olympiádě hájili české barvy také K. Trávníčková a T. Zdobinský, kteří si přivezli stříbrnou a bronzovou medaili.*  
Foto: Petr Jan Juračka.

Trávníčková ze Zlína, která vybojovala stříbrnou medaili za 65. místo. Bronzo-

vá medaile náleží Tomáši Zdobinskému z Prahy za 74. příčku a Elišce Havrdové z Českých Budějovic za 102. místo. Nejmladší česká reprezentantka Doubravka Požárová z Rakovníka získala čestné uznání za 149. místo.

Těší nás, že oba letošní maturanti Květa Trávníčková a Tomáš Zdobinský budou od září studovat biologii na naší fakultě. Co je k tomuto rozhodnutí vedlo? „Na Přírodovědeckou fakultu UK jsem se rozhodla přihlásit proto, že jsem se s jejími prostorami a s lidmi na ní působícími měla možnost seznámit již dříve – v rámci různých přírodovědných soustředění. Také mne oslovil genius loci jejích starobylých budov,“ prozradila Květa. ●

# Albertov opět přivítá mladé vědce

Čtvrtý ročník *Dětské vědecké konference odhalí nové talenty*

Alexandra Hroncová

Naše fakulta se loni poprvé ujala patronátu nad juniorskou vědeckou konferencí. Byl to krok správným směrem, protože v listopadu 2013 zavítalo na půdu fakulty přes šest desítek mladých talentů z celé ČR. Badatelé ve věku 10–16 let prezentovali témata z přírodovědných i technických oborů formou přednášek či posterů. Některým vítězům se splnily jejich velké sny, když svými mimořádnými výkony zaujali mecenáše vědy z Nadačního fondu Neuron. David, dvanáctiletý nadšenec do částicové fyziky, mohl dokonce díky podpoře Neuronu navštívit švýcarský CERN.



*V roce 2013 předával ceny vítězům Karel Janeček, český mecenáš vědy z Nadačního fondu Neuron. Fond bude i letos generálním partnerem konference. Foto: Radek Lüftner.*

Pokud se zajímáte o chemii, biologii, fyziku, geologii, geografii, matematiku nebo technické obory a máte odvahu prezen-

tovat svůj vědecký projekt, přihlaste se na 4. ročník juniorské vědecké konference. Bude se konat 7. a 8. listopadu 2014, opět na Přírodovědecké fakultě UK v Praze.

Nabídneme vám spoustu zážitků, poznání a zábavy. Zkusíte si, jaké to je mluvit před publikem, reagovat na otázky nebo vést odborné diskuse. Navštívíte fakultní muzea, prohlédnete si laboratoře a užijete si večerní vědeckou show. O zdravé stravování se postarají společnost Freshbedýnky a Zátíší catering. Konferenční abstrakt – tedy shrnutí, o čem bude vaše přednáška či poster – můžete přihlásit jako jednotlivci nebo maximálně tříčlenné skupiny. Kapacita je omezena na 80 účastníků, termín pro přihlášky je 19. října 2014.

Podrobné informace a kontakty najdete na [www.prirodovedci.cz/detska-konference](http://www.prirodovedci.cz/detska-konference).

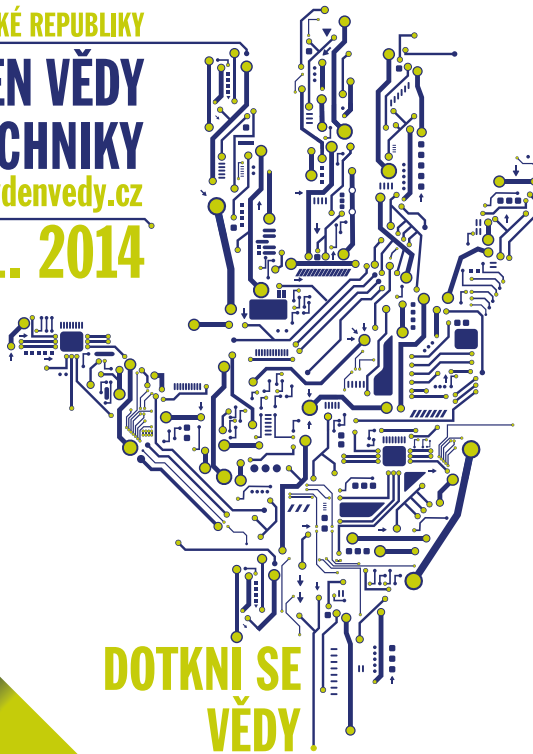
AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY

**TÝDEN VĚDY  
A TECHNIKY**

14

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

**1.–15. 11. 2014**



**DOTKNI SE  
VĚDY**

**přednášky / promítání filmů / výstavy / vědecké kavárny  
semináře / workshopy / prezentace  
panelové diskuze / exkurze / on-line přenosy  
vědecké experimenty / technické vynálezy  
soutěže a kvízy / dny otevřených dveří**

**Praha / Brno / Ostrava / Zlín / České Budějovice  
Plzeň / Olomouc / Hradec Králové / Pardubice  
Jihlava / Ústí nad Labem**

POŘÁDÁ



AKADEMIE VĚD  
ČESKÉ REPUBLIKY

**NEJVĚŠÍ  
VĚDECKÝ  
FESTIVAL  
V ČESKÉ REPUBLICE**



# Hydrologové zamířili do Itálie

*Seminář mladých geografů řešil budoucnost říční delty i ochranu před záplavami*

Kristýna Falátková,  
Kateřina Fraindová,  
Kateřina Maroušková



*Mezinárodního semináře „Geography of Water“ se zúčastnili zástupci devíti evropských zemí včetně Česka. Vyrazili také do terénu - tento snímek je z delty Pádu. Foto: Kristýna Falátková.*

Vysoká škola nejsou jen přednášky a zkoušky. Studenti by si také měli „osahat“ praktické úkoly, na kterých pracují odborníci z jejich oboru. Pro budoucí geografů je jednou z takových příležitostí mezinárodní seminář „Geography of Water“, zaměřený na aktuální hydrologická témata. Jeho 17. ročníku se v létě zúčastnily tři studentky z katedry fyzické geografie a geoekologie naší fakulty pod vedením doktorky Matouškové a profesora Janského. Letošní ročník pořádala Padovská univerzita, na níž se tato akce před 20 lety zrodila. Zástupci devíti evropských zemí představili v severoitalské Padově výsledky svých výzkumů, spolupracovali v rámci tří workshopů a zabývali se vodohospodářskými problémy regionu, kde seminář probíhal.

První část semináře se věnovala deltě Pádu. Delta této italské řeky patří k velice mladým a neustále rostoucím evropským územím. Dnes se ovšem

nachází místy až 4,5 metru pod hladinou moře. K rozsáhlým poklesům došlo hlavně kvůli předchozí podpovrchové těžbě methanu. Nyní zde hrozí zaplavování prosakující vodou z říční nivy i vodou mořskou. Voda proto musí být neustále pumpována zpět a rovněž jsou zvyšovány protipovodňové hráze. Na workshopech byla diskutována možnost zastavit velmi nákladné přečerpávání vody a ponechat deltu samovolnému vývoji. Nelze však pominout, že tu bydlí a hospodaří 20 000 obyvatel, jejichž životy a zájmy jsou s deltou spojené – prostřednictvím rybolovu, průmyslu, zemědělství, turismu či ochrany přírody. Je tedy nutné zvážit, kam by měl další vývoj celého území směřovat.

Ve druhé části se pozornost zaměřila na urbanizovanou oblast města Padova, jež bývá při vydatných srážkách často zaplavována. Město je protkáno sítí historických kanálů. Některé však byly

během 20. století zrušeny a nahrazeny potrubím o nízké průtočné kapacitě, takže při přívalových deštích nemůže voda dostatečně rychle odtékat. V kombinaci s nepropustnými umělými povrchy, kde se voda nedokáže vsáknout a zadržet, to způsobuje značné problémy níže položeným částem města. Měly by být vybrané kanály znovu otevřeny? Zlepšilo by to stávající situaci? A jaký názor mají obyvatelé Padovy? To je pouze část otázek, které účastníci workshopů řešili.

Studentky z naší fakulty se shodly, že pro ně byla tato zkušenost hodnotná a odborně velmi obohacující: „Deset dní strávených v mezinárodním prostředí mladých geografů nás naučilo opravdu hodně - jak po stránce odborné, tak i lidské. Předtím jsme si nedokázaly představit, jak odlišný pohled na řešení konkrétních vodohospodářských úkolů, ale i na vodu obecně mohou mít jednotlivé evropské národy. Tato setkání výrazně přispívají k většímu vzájemnému porozumění a k lepší spolupráci na mezinárodní úrovni. Kdyby byla příležitost, určitě bychom jely znovu.“

Poděkování tak patří organizačnímu týmu pod vedením doktorky Silvie Piován, projektovému koordinátorovi doktoru Anttimu Roosovi, zakladateli seminářů „Geography of Water“ profesoru Pierpaolu Faggimu a všem akademickým pracovníkům, kteří tento program připravují. ●

# Neviditelný sochař skalních měst

Naši geologové objevili sílu, která formuje pískovcové útvary od Čech po USA Michal Andrlé, Jiří Bruthans



*Principy, které objevili geologové vedení Jiřím Bruthansem, se uplatnily i při formování skal v Českosaském Švýcarsku. Na snímku je pískovcový masiv Schrammsteine, nacházející se v Německu nedaleko českých hranic. Foto: Petr Jan Juračka.*

Věže, sloupy nebo skalní brány vymodelované přírodou v pískovcových skalách jsou skutečnými přírodními klenoty. Kde se ale tyto fantastické tvary berou? Odpověď na tuto doposud nevyřešenou otázku dal nedávno tým geologů vedený doktorem Jiřím Bruthansem z Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky na Přírodovědecké fakultě UK. Z objevu se rychle stala světová senzace.

Cesta k velkému vědeckému úspěchu začala na nenápadném místě – v lomu Střeleč v Českém ráji nedaleko Trosek. Jiří Bruthans se zde spolu se svými

studenty věnoval průzkumu, jenž patří do hlavní oblasti jeho profesního zájmu: do hydrogeologie. V lomu si tehdy všiml zvláštní horniny, která se tu těží a na první pohled se podobá běžnému pískovci. „Jako geologovi mi bylo rychle jasné, o co jde. Nebyl to pískovec, ale takzvaný zamčený písek neboli locked sand,“ vzpomíná Jiří Bruthans.

Tento materiál sice svým vzhledem velmi připomíná pískovec, jeho mikrostruktura je však jiná. „Zatímco zrna pískovce jsou spojena (cementována) tmelem, který mezi ně přiměla voda, zrna zamčených písků cementována nejsou,“ vysvětluje geolog. Hornina

drží pohromadě v první řadě díky tomu, že zrna v průběhu milionů let změnila tvar kvůli váze nadloží. Dnes proto do sebe zapadají způsobem nikoliv nepodobným například zámkové dlažbě.

To, že mají „zamčené písky“ a klasické pískovce poněkud jinou strukturu, se projevuje i na jejich fyzikálních vlastnostech. A právě tyto vlastnosti se měly stát jednou z bran, skrze něž Jiří Bruthans a další kolegové, kteří do vědeckého týmu postupně přibývali, došli ke svému objevu. Geolog neodola, odvezl si několik bloků „zamčených písků“ do laboratoře na pražském Albertově a do práce





*Výsledek pokusu se „zamčeným pískem“ ze Střelče - perfektní experimentální brána, vytvořená opakovaným zaplavením zatíženého bloku s obdélníkovým otvorem. Foto: Jiří Bruthans a kolektiv.*

s nimi zapojil další studenty. K překvapení všech začaly při experimentech se zatěžováním, vytvářením umělých puklin a omýváním vodou vznikat během velmi krátké doby tvary, jež známe z pískovcových skalních měst – například převisy či skalní brány. Vhodně zvolený materiál tak umožnil v laboratoři napodobit procesy, které se jinak v přírodě odehrávají po dlouhé miliony let!

Zajímavé bylo, že k postupnému rozpadu horniny docházelo tím spíše, čím méně byly bloky „zamčených písků“ zatíženy. Tento závěr Jiřího Bruthanse dosti zaskočil. Spojil se proto s Davidem Mašínem, svým kolegou z Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užité geofyziky. „Když za mnou Jiří jako za odborníkem na mechaniku zemin a hornin přišel s otázkami, které vyvstaly z prvních výsledků práce v laboratoři, myslil jsem, že budeme velmi brzy hotovi. Fyzikální vlastnosti hornin jsou většinou dobře popsány,“ vzpomíná na počátky vzájemné spolupráce David Mašín. Ukázalo se však, že i na jinak velice podrobné mapě lidského poznání existuje nečekané bílé místo.

Jiří Bruthans si uvědomil, že „neviditelným sochařem“ obnažujícím tvary z horniny je gravitační síla. „Napětí

*v materiálu je dáno poměrem síly a plochy. Jak eroze postupně odlučuje z bloku horniny jednotlivá zrnka, zmenšuje se jeho celková plocha. Tím se ovšem zvyšuje napětí působící na blok. Nakonec dojde k situaci, kdy je tvar díky působení této síly, uzamčen a stává se stabilním,“ vysvětluje vlastně průzračně jednoduchý princip s pozoruhodnými důsledky David Mašín.*

K vytvoření nejrůznějších bizarních útvarů by však prostá gravitační síla nestačila. „Dalším činitelem, který ovlivňuje výsledný tvar, jsou nehomogenity v hornině - tedy nejrůznější pukliny, vrstevní plochy a podobně, díky nimž se síla nepřenáší rovnoměrně. Výsledná tíha pak vlastně obchází tyto poruchy. Konečným výsledkem jsou například dokonalé klenby skalních bran v národním parku Arches v americkém Utahu,“ doplňuje další spoluautor výzkumu Michal Filipi, absolvent naší fakulty pracující dnes v Geologickém ústavu Akademie věd ČR.

Matematický popis, k němuž vědci dospěli, nakonec nádherně propo-

*Delicate Arch v americkém státě Utah je jednou z nejznámějších a nejobdivovanějších pískovcových bran světa. Foto: Jaroslav Soukup.*

jil procesy odehrávající se v laboratoři v malých vzorcích „zamčených písků“ s pochody, které dávají vzniknout mnohem větším útvarům ze známých pískovcových skalních měst. Podle slov recenzenta odborného časopisu *Nature Geoscience* jde o teorii tak „průzračně jednoduchou, že je až s podivem, že nikoho nenapadlo dřívě“. Česko-americkému týmu se tedy podařilo vědecky doložit ve výzkumu pískovců doposud neuvažovaný a zároveň v jádru prostý fyzikální princip.

Objev takového kalibru je dnes prakticky v každém vědeckém odvětví vzácný. Není proto divu, že jej badatelé publikovali v nejprestížnějším geologickém časopise a ten mu věnoval i obálku příslušného čísla. Zpráva o výsledcích týmu raketově obletěla celý svět. A my, Přírodovědci.cz, jsme hrdí, že informaci o výsledcích špičkové geologické práce na naší fakultě můžeme přinést také na stránkách tohoto magazínu! ●



# ENERGIE SBALENÁ DO MOLEKUL

*Výbušniny jsou  
pozoruhodné chemické  
látky, které se zdaleka  
nehodí jen k ničení*

Petr Slaviček, Jan Kotek



*Zapálený balónek naplněný vodíkem. Nejedná se o explozi v pravém smyslu slova, neboť v balóнку nebyl přítomen žádný kyslík – vodík tak jen velmi rychle shořel při kontaktu s okolním vzduchem. Foto: Petr Jan Juračka.*

Látky schopné rychle uvolnit velké množství energie označujeme jako energetické materiály. Tento pojem je téměř synonymem libozvučného českého výrazu „výbušnina“. Energetické materiály si spojujeme hlavně s armádou či terorismem. Není to úplně nezasloužená pověst, většinu jich ale spotřebují civilisté. Výbušniny pomáhají těžit nerosty, bouráme s nimi nepotřebné stavby a díky takzvaným propellantům dokážeme na oběžnou dráhu vynášet komunikační i jiné družice. Neměli bychom zapomínat ani na zábavnou pyrotechniku. S energetickými materiály se zkrátka setkáváme dosti často.

### ROZHODUJÍ RYCHLOST A KYSLÍK

Poněkud překvapivě se z těchto materiálů neuvolňuje žádné závratné množství energie. Třeba při výbuchu 1 kg hexogenu (RDX) se ve formě tepla uvolní 5 036 kJ. Pro porovnání: konzumací 1 kg chleba získáme asi 10 000 kJ, a spálením 1 kg černého uhlí dokonce 27 000 kJ.

Chleba přesto není moc běžně používanou výbušninou. Ne že by však armáda měla takovou úctu k božímu daru –

potíž je, že energie se z chleba uvolňuje strašlivě pomalu. Při výbuchu (explozi, detonaci) probíhá chemická reakce takřka bleskově. Ve výbušnině se šíří rychlostmi řádově kilometrů za sekundu, tedy rychleji než zvuk. V případě podzvukového šíření reakce (řádově metry za sekundu) mluvíme o deflagraci a „obyčejné“ hoření postupuje jen o milimetry až centimetry za sekundu.

Chleba a výbušniny mají nicméně leccos společného. Podobně jako škroby a cukry v chlebu jsou i výbušniny nabití energií chemických vazeb, která se uvolňuje v průběhu oxidace. Při trávení chleba získáváme energii z cukrů oxidací vzdušným kyslíkem. Molekuly kyslíku jsou ve vzduchu hrozně daleko od sebe, a nelze se tedy divit, že k uvolnění energie nedojde rychle. Výbušnina proto musí najít kyslík přímo v sobě, ve vlastních molekulách. Základním palivem klasických výbušnin je – stejně jako u cukrů – uhlík a vodík. Protože se kyslík do řady organických molekul dobře zavádí v podobě takzvaných nitroskupin ( $-\text{NO}_2$ ), obsahují výbušniny obvykle i dusík. Uhlík a vodík se při explozi spalují ideálně až na oxid uhličitý a vodu.

### CHEMIE EXPLOZÍ

Pojďme se podívat, jak vypadají některé běžné výbušniny. Obrázek na této stránce ukazuje strukturní vzorce třech „tradičních“ výbušnin: nitroglycerinu, trinitrotoluenu (TNT) a kyseliny pikrové. Molekuly mají vždy uhlíkový skelet,

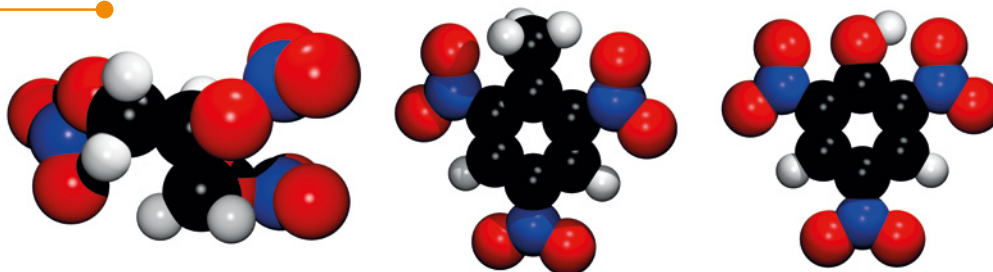
na který je navěšena řada nitroskupin. Pokud by se skelet úplně oxidoval na oxid uhličitý a vodu, navázal by na sebe každý atom uhlíku dva atomy kyslíku a na každé dva vodíky by se navázal jeden kyslík. Většina výbušnin ovšem tolik kyslíku nemá. Například TNT se sumárním vzorcem  $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$  by potřeboval ke kompletní oxidaci 16,5 atomu kyslíku, v molekule jich však má jen šest.

Míru nedostatku kyslíku vyjadřujeme veličinou nazývanou kyslíková bilance. Dá se vypočítat ze sumárního vzorce sloučeniny (ten udává počet atomů jednotlivých prvků v molekule, obecně  $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c\text{O}_d$ ) podle jednoduché rovnice: kyslíková bilance =  $[(d - 2a - b / 2) \times 16 / M] \times 100 \%$ , kde číslo 16 reprezentuje atomovou hmotnost kyslíku a M je molární hmotnost sloučeniny. Záporná hodnota kyslíkové bilance znamená, že se v molekule nedostává kyslíku k úplnému spálení na oxid uhličitý a vodu. Kladná bilance by naopak značila, že molekula má kyslíku přebytek.

Pro TNT má tato veličina hodnotu -74 %, pro hexogen ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ ) -21,6 %. Protože energetickým sloučeninám se při výbuchu nedostává kyslíku, uvolní se z nich méně energie než při pomalém, ale důkladném trávení chleba za přístupu kyslíku z vnějšího prostředí.

Na ideální spálení za vzniku pouze oxidu uhličitého a vody nám chybí kyslík, takže jaké další látky se vlastně ▶

*Vzorce nitroglycerinu, trinitrotoluenu (TNT) a kyseliny pikrové (zleva doprava). Černě jsou znázorněny atomy uhlíku, bíle vodíku, červeně kyslíku a modře dusíku. Ilustrace: Jan Kotek a Petr Slaviček.*





během exploze tvoří? V různé míře jsou to saze, oxid uhelnatý, vodík, dusík, oxidy dusíku nebo třeba amoniak. Díky fyzikální chemii dokážeme produkty výbuchu předpovědět. Už za druhé světové války formuloval americký chemik ukrajinského původu George Kistiakowsky sadu jednoduchých pravidel (Kistiakowského-Wilsonova pravidla), která poskytují alespoň odhad detonačních produktů:

- Uhlík se oxiduje na oxid uhelnatý.
- Pokud ještě zbývá kyslík, oxiduje se vodík na vodu.
- Pokud stále zbývá kyslík, oxid uhelnatý se oxiduje na oxid uhličitý.
- Dusík se uvolňuje jako dvouatomové molekuly  $N_2$ .

Pro hexogen tak například vychází tato reakce:  
 $C_3H_6N_6O_6 \rightarrow 3 CO + 3 H_2O + 3 N_2$

### HLEDÁNÍ IDEÁLNÍ VÝBUŠNINY

Jakmile víme, které produkty vznikají, můžeme s pomocí chemické termodynamiky snadno vypočítat teplo uvolněné během detonace. Uvolněná energie je však jenom jedním z kritérií, která jsou důležitá při navrhování energetických materiálů. Podstatné je také množství vznikajících plynů (čím více plynných molekul se vytvoří, tím lépe výbušnina něco roztrhá), hustota výbušniny či detonační rychlost. Vyšší hodnoty těchto parametrů znamenají větší fragmentační účinek výbušniny neboli její brizanci.

Fyzikálně-chemické modelování umožňuje navrhnout „ideální výbušninu“. Takovou vysněnou sloučeninou byl třeba oktanitrokuban (ONC), u něhož byla předpovězena velká hustota a detonační rychlost převyšující 10 km za sekundu – což je skoro 30× více než rychlost zvuku. Molekula byla v roce 2000 skutečně připravena, a to komplikovanou mnohastupňovou syntézou. Ukázalo se ovšem, že optimistická očekávání tak docela nesplňuje.

Skvělá výbušnina musí mít i další dobré vlastnosti. Především by neměla být drahá. Kupříkladu oktanitrokuban je dražší než zlato, přičemž je ale daleko méně stabilní. Výbušnina by také neměla být příliš citlivá na vnější podněty, aby manipulace s ní byla bezpečná. Bohužel jde výkonnost výbušniny často ruku v ruce s velkou citlivostí.

### OD STŘELNÉHO PRACHU K SEMTEXU

Nejstarším energetickým materiálem je střelný prach – směs dřevěného uhlí,

*Reakce křupek s kapalným kyslíkem ukazuje, že energie je v běžném jídle ukryto opravdu hodně. Jenom musíte přidat dostatek kyslíku v jedné dávce – na rozdíl od pomalého přísunu kyslíku během trávení.*  
 Foto: Petr Jan Juračka.

*Výbušniny nám mimo jiné pomáhají zbavit se již nepotřebných staveb. Na snímku demolice továrního komína ve Frankfurtu nad Mohanem. Zdroj Wikimedia Commons, autor Heptagon, úpravy Aavindraa, licence CC BY-SA 3.0.*

síry a dusičnanu draselného. Počátky historie střelného prachu jsou stále zahaleny tajemstvím. Nicméně se zdá být pravděpodobné, že už v 9. století byl používán v Číně a do Evropy se dostal někdy ve 13. století. Teprve zde začal sloužit vojenským účelům. Potřebný dusičnan se získával „biotechnologicky“, z rozkládajícího se organické-





*Oktanitrokuban, energetická sloučenina poprvé syntetizovaná v roce 2000. Černě jsou označeny atomy uhlíku, červeně kyslíku a modře dusíku. Ilustrace: Jan Kotek a Petr Slaviček.*

ho materiálu. Bylo kolem toho hodně zápachu, takže výroby dusičnanu nebolí sanytrovny neviděli obyvatelé ve svých městech rádi. V Praze se jeden takový podnik nacházel na nynější ulici 17. listopadu.

Rozvoj výbušnin nastal v 19. století. Roku 1846 syntetizoval italský profesor Ascanio Sobrero nitroglycerin a brzy zjistil jeho explozivní povahu. Immanuel Nobel, otec známého Alfreda Nobela, vybudoval v roce 1863 malou továrnu na výrobu nitroglycerinu, která však byla již v roce 1864 zničena výbuchem. Při tomto neštěstí také zahynul Immanuelův nejmladší syn Emil. Po dalším výbuchu v roce 1866 se Alfred Nobel zaměřil na otázky bezpečnosti a vytvořil z nitrocelulózy a nitroglycerinu relativně bezpečný želatinový dynamit. Střelný prach byl během 19. století v armádách postupně nahrazován kyselinou pikro-

vou. Ke konci století začal být vyráběn a ve vojenství používán také trinitrotoluen, který se stal dominantní výbušninou první světové války.

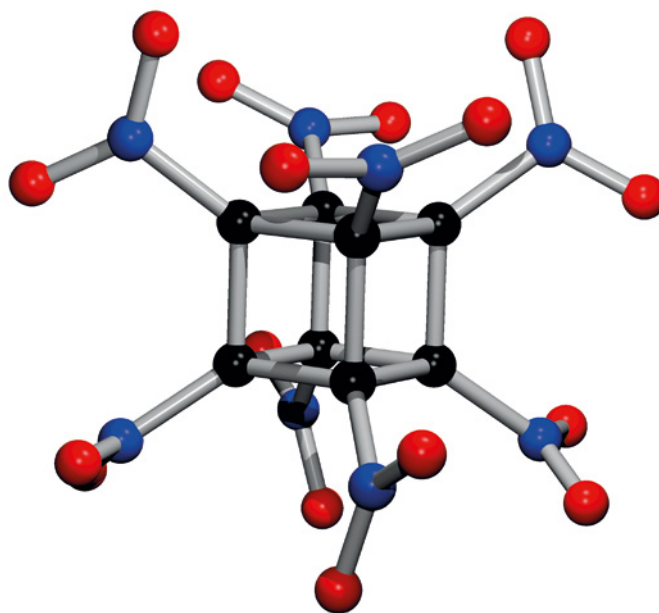
Za druhé světové války a po jejím ukončení se výrazně prosadily látky RDX (Royal Demolition eXplosive, hexogen) a HMX (Her Majesty's eXplosive, High Melting point eXplosive, oktogen). Po válce začaly být výbušniny zabudovávány do polymerů a byly tak vytvořeny plastické trhaviny. Příkladem může být SEMTEX ze Semtína u Pardubic, vyráběný od roku 1964. Jinou skupinou výbušnin jsou látky založené na přítomnosti peroxidické vazby. Známostou a velmi nevyzpytatelnou sloučeninou tohoto druhu je triacetontriperoxid – dnes asi nejčastější amatérská výbušnina, která se používá i při teroristických útocích.

### SOUČASNÉ TRENDY

Od konce studené války se obnovil výzkumný zájem o nové energetické materiály. Zrodila se řada nových výbušnin s potenciálně zajímavými vlastnostmi. Příkladem je látka nazva-

ná CL-20. Jde o sloučeninu s nejvyšším obsahem energie a také s nejvyšší hustotou mezi organickými látkami. Cena je zatím poněkud vysoká – v roce 2012 činila asi 1 300 amerických dolarů za 1 kg oproti 100 dolarům za 1 kg HMX. Jinou uvažovanou energetickou sloučeninou je už zmíněný oktanitrokuban. V roce 1998 se objevila látka FOX-7, která je zhruba stejně výkonná jako RDX, ovšem výrazně méně citlivá. Cena však zatím opět nehraje v její prospěch.

Mnoho úsilí bylo věnováno energetickým materiálům s vysokým obsahem dusíku. Energie se zde neuvolňuje oxidací uhlíkové kostry, ale přímo z energeticky bohatých chemických vazeb v molekule sloučeniny. Tyto látky vytvářejí téměř výhradně plynné zplodiny, při explozi tedy nevzniká dým. To je výhodné jak z hlediska životního prostředí, tak z hlediska technického (pro využití k pohonu raket). Z dusíkatých energetických sloučenin se již dlouho setkáváme s azidy, které najdeme například v automobilovém airbagu. Rovněž se začínají používat takzvané tetrazoláty. ●



# Energie, příroda a společnost

*Lidstvo se chová jako energetický otesánek. Jenže zdroje nejsou neomezené*

Luboš Matějčec



*Člověk přetváří krajinu, aby získal energii a často zároveň i vodu. Na snímku Hooverova přehrada na řece Colorado v USA, uvedená do provozu v roce 1936. Maximální výkon vodní elektrárny na této přehradě je dnes 2 047 MW. Foto: Luboš Matějčec.*

Energie patří k základním pojmům přírodních věd, který umožňuje popsat jevy probíhající všude kolem nás a jejich zákonitosti. Vše začalo asi před 15 miliardami let po velkém třesku. Vesmír se postupně rozpínal, prostor se zaplňoval zářením, částicemi a atomy, následně vznikaly galaxie, hvězdy a planety. Část energie má nyní podobu pohybové energie vesmírných těles a energie záření, část je vázána uvnitř hmoty v atomech, atomových jádrech a elementárních částicích. Zdaleka největší podíl však podle současných vědeckých představ připadá na takzvanou temnou energii a temnou hmotu, o jejichž podstatě zatím prakticky nic nevíme.

## ODKUD POCHÁZÍ ENERGIE NA ZEMI?

Planeta Země má pohybovou energii díky otáčení kolem své osy, oběhu kolem Slunce a pohybu sluneční soustavy vesmírným prostorem. V nitru planety se pak nachází energie geotermální (o ní blíže pojednává článek na stranách 22-23). Přitažlivost nebeských těles pohybujících se v blízkosti Země, především Slunce a Měsíce, je zdrojem slapové energie, vyvolávající například příliv a odliv.

Pro život na Zemi je ovšem naprosto nejdůležitější zářivá energie Slunce. Ta kolísá v závislosti na sluneční aktivi-

tě a během průchodu zemskou atmosférou je oslabována, přičemž různé vlnové délky záření jsou pohlcovány různou měrou. Zhruba třetina záření se odráží zpět do vesmíru, zbytek je pohlcen atmosférou, povrchem oceánů a pevniny. Jen asi 0,1 % využijí rostliny pro fotosyntézu, jež představuje základ životních pochodů na Zemi.

Velký podíl sluneční energie pohlcené atmosférou a povrchem planety se vlivem nestejnoměrného ohřevu stací přeměnit na energii větru, mořského vlnění, mořských proudů a příboje. Část energie slouží také k udržování koloběhu vody. Z vodních ploch, listů



rostlin a dalších povrchů se zvedá do výšky vodní pára. Voda se potom vrací na zem jako dešťové srážky nebo sněh. Celý koloběh umožňuje růst vegetace, existenci vodních toků, akumulaci vody v jezerech a vázání vody v podobě sněhu či ledu. Protože množství přijaté a vydané energie musí být v dlouhodobém průměru vyrovnané, i všechna tato energie se nakonec změní v teplo, jež je vyzářeno zpět do vesmíru.

### OD SKROMNÝCH POČÁTKŮ LIDSTVA...

Nyní se vraťme k onomu velmi malému zlomku slunečního záření, který využívají rostliny a následně další organismy včetně člověka. Určitá část této energie vázané v rostlinách a v organických látkách zůstala na Zemi zakonzervována a je nyní překotně využívána v podobě fosilních paliv. Ta se v současnosti podílejí celými devadesáti procenty na globální spotřebě energie. Fosilní paliva se používají pro účely vytápění a dopravy i pro zajištění elektřiny či dalších vstupů do průmyslové výroby.

Celý příběh však má svůj počátek mnohem dříve – přibližně před pěti sty tisíci lety, kdy člověk ovládl oheň. Zkusme pro lepší představu trochu čísel a vyjádřeme množství energie pomocí jednotky joule (ve zkratce J), nebo raději pomocí jejího tisícinásobku, kilojoulu (kJ). Schopnost člověka využít oheň přinesla dvojnásobné zvýšení jeho denní spotřeby z původních zhruba 8 000 kJ, které musely našim předkům stačit na udržení holého života. Pouze na okraj, energetická hodnota obsažená v půl litru piva jedné oblíbené značky je asi 700 kJ.

*Elektrickou energii a vodu z Hooverovy přehrady využívá také město Las Vegas. Přehrada tak významně přispěla k rozvoji tohoto střediska herního průmyslu i jeho okolí. Foto: Alexandra Hroncová.*

Nyní již bude český čtenář myslím souhlasit, že životní podmínky byly tehdy opravdu velice tvrdé. Ani ovládnutí ohně je zpočátku příliš nezlepšilo.

### ... K BOUŘLIVÉMU ROZVOJI CIVILIZACE

Vše se ale docela nedávno, před desítkami lety, začalo měnit se vznikem zemědělské společnosti. Ve starověku navíc lidé objevili, jak využívat energii vodních toků a větru. Konečně v období průmyslové revoluce, která odstartovala ve druhé polovině 18. století a jejíž klíčovou inovací byl vynález parního stroje, dosáhla spotřeba energie přibližně 100 000 000 kJ na člověka za rok. To odpovídá 274 000 kJ denně – skutečně pronikavé zvýšení oproti 8 000 kJ v době, kdy lidé ještě neznali oheň!

Spotřeba je však rozdělena nerovnoměrně podle technické vyspělosti jednotlivých zemí. Očekává se, že bude stále stoupat, a to opět nestejně – v závislosti na efektivitě využití energie a na nárůstu počtu obyvatel v různých částech světa. Podle aktuál-

ních odhadů připadá nejvyšší spotřeba v přepočtu na jednoho obyvatele a rok na Severní Ameriku (350 000 000 kJ, tedy 350 GJ), naopak nejnižší na země Afriky a Asie (průměrně 20, respektive 40 GJ). Poměrně „nenáročná“ je také Jižní Amerika (60 GJ), zatímco Evropa a Austrálie jsou s hodnotou 200 GJ někde uprostřed.

Růst spotřeby energie, ještě podporovaný stoupajícím počtem lidí na Zemi, má očividně své meze. Je pravda, že s nástupem jaderných elektráren, zvládnutím štěpných jaderných reakcí a v budoucnu také termojaderné fúze se lidstvu otevírají daleko větší možnosti pro získávání energie. Přesto je už nyní jasné, že bude docházet ke stále většímu narušování přírodní energetické bilance Země. Proto bychom si měli přát, aby po překonání společenských a ekologických konfliktů nebyl neustálý vzrůst spotřeby energie hlavním kritériem pokroku. Místo toho by jím mělo být zvyšování životní úrovně v rámci zdravého a civilizovaného způsobu života s úsporným využíváním dostupných energetických zdrojů. ●







# Trendy české energetiky

*Spalujeme méně uhlí, o to víc však spoléháme na dovoz zemního plynu*

Ludvík Kopačka

Energetika a doprava jsou dvě odvětví, na jejichž úrovni závisí chod moderní ekonomiky i celé společnosti. Důležitá je jejich nepostradatelnost, všudypřítomnost a provázanost se všemi dalšími činnostmi. Navíc jsou obě odvětví navzájem silně propojená. Pojdme se proto podívat, jaká je energetická současnost a budoucnost České republiky.

## POHLED DOMÁCÍ A GLOBÁLNÍ

Energetika je složitý systém zasahující až do nejvyšších pater společnosti, do vnitřní a zahraniční politiky, hospodářství, vědy a výzkumu, životního prostředí a krajiny. Na úrovni státu jde o energetickou bezpečnost celé země. Závažnými otázkami jsou energetická soběstačnost a životnost zdrojů či ložisek.

Česko dnes produkuje prakticky jen pevná paliva, a to ještě s převahou nekvalitního, málo výhřevného hnědého uhlí. Energetiku je proto nutné obohatit „ušlechtilými“ zdroji, jejichž kvalita, výhřevnost, použitelnost a doprava (potrubími) jsou nesrovnatelně lepší. U těchto zdrojů – hlavně ropy a zemního plynu – jsme silně závislí na zahraničí. Problém je, že v mezinárodním měřítku představuje energetika návýsost strategickou oblast, která je součástí vrcholné světové politiky a geopolitických doktrín. Opět, a už pokolikáté, nám to ukazují mezinárodní události, aktuálně na Ukrajině.

## STRUKTURA NAŠÍ ENERGETIKY

Termínem primární energetické zdroje rozumíme přírodní zdroje před vstupem

do procesů jejich přeměn a zušlechťování. Jde například o uhlí před spálením v elektrárně nebo o ropu před zpracováním na pohonné hmoty. Česko dnes disponuje omezeným množstvím neobnovitelných energetických zdrojů, hlavně uhlím, jehož využití doprovází řada vedlejších problémů. Lepší to není ani u zdrojů obnovitelných, kam patří vodní, větrná a sluneční energie nebo biomasa. Ve spotřebě ropy a zemního plynu, které dominují světové energetice, jsme prakticky zcela závislí na dovozu.

Spotřeba primárních energetických zdrojů v ČR se tak stále vyznačuje vysokým podílem pevných paliv, především hnědého a černého uhlí. V 70. letech 20. století na ně připadal ještě 75% podíl,

*Hnědohuňná elektrárna v Opatovicích nad Labem je příkladem takzvané kogenerační elektrárny, která vyrábí současně elektřinu a teplo. Teplem zásobuje několik měst včetně Pardubic a Hradce Králové. Foto: Petr Jan Juračka.*

do roku 2012 se snížil na 45 %. Dovážená tekutá paliva (ropa) tvoří 21,7 % spotřeby a plynná paliva (zemní plyn) 17 %. U pevných paliv spotřeba dlouhodobě klesá, u tekutých stagnuje a u plynných roste. Podíl prvotní elektřiny a tepla hlavně ze dvou jaderných elektráren, ale také z elektráren vodních, slunečních a větrných dosáhl již 15,7 %.

Skutečné strukturální změny v české energetice byly dvě. První je od roku 1985 spojena s jadernou energetikou, druhou je rozporuplný rozmach solárních elektráren od roku 2010. Na vývoji spotřeby i domácí produkce je patrný vliv transformačních změn po roce 1989. Nejprve nastal prudký pokles v období destrukce do roku 1992. Oživení let 1993–1996 vystřídal pokles spojený s krizí v letech 1997 až 1999. Následovalo delší oživení (2000 až 2007), ukončené celosvětovou krizí od roku 2008.

## JAKÉ MÁME ZDROJE?

Základem české energetiky je stále málo kvalitní domácí hnědé uhlí, i když se jeho význam snížil na polovinu. Roční těžba dosáhla vrcholu 97 milionů tun v roce 1984, do roku 1989 poklesla na 87 milionů tun a do roku 2012 se strmě propadla na 43,5 milionu tun.

*Spotřeba primárních energetických zdrojů v České republice v letech 1985–2012. Prvotní elektřina zahrnuje produkci vodních, větrných, slunečních a jaderných elektráren. Autor grafu Ludvík Kopačka, zdroj dat ČSÚ.*

Ložiska na Sokolovsku se rychle vyčerpávají, což znamená koncentraci těžby i spotřeby na Chomutovsku, Mostecku a Teplickou. Přes 80 % hnědého uhlí se využije k výrobě elektřiny, necelá desetina ke konečné spotřebě (například topení v domácnostech).

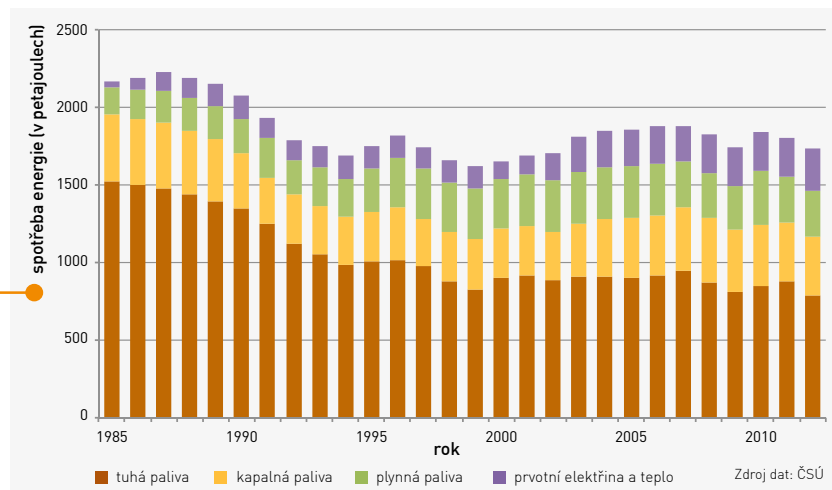
Černé uhlí z Ostravska, Kladenska, Plzeňska, Brněnska či Trutnovska stálo u kolébky české průmyslové revoluce. Dnes už z těchto těžebních revířů zůstalo jen Karvinsko s problémovou firmou OKD. Těžba se snížila z úrovně 25–29 milionů tun ročně, na níž se držela od 60. let do roku 1989, pod 11 milionů tun v roce 2012 a bude dále klesat. Asi třetina produkce směřuje na vývoz, třetina k zušlechťení na koks a třetina k přeměně na elektřinu a teplo. Necelých 10 % tvoří přímá konečná spotřeba.

Specifická je situace u ropy, protože ta je obtížně nahraditelná jako hlavní zdroj pohonných hmot pro dopravu. V Česku připadá na dopravu asi 60 % spotřeby ropy. Jak jsme řekli v úvodu, energetika a doprava představují hlavní pilíře moderní společnosti. Automobilismus s navázanými akti-

dářské a průmyslové odvětví. Z toho plyne strategický význam ropy, který do značné míry určuje mezinárodní i vnitřní politiku.

Zemní plyn je nejušlechtlejším energetickým zdrojem. Má vysokou účinnost, navíc se snadno dopravuje a distribuuje ke spotřebitelům. Dva hlavní odběratelé v ČR jsou domácnosti a průmysl, v odstupu následují komunální sféra a výroba tepla. O zemní plyn je velký zájem a v současnosti jde o žhavé téma jednak ve vztahu k Ukrajině, jednak kvůli velkému rozvoji těžby plynu z břidlic.

Česko dnes nepatří k zemím bohatým na energetické zdroje. Musí dovážet nejen ropu a zemní plyn, ale po roce 1989 i levnější jaderné palivo. Ač nemá zrovna ideální podmínky k výrobě elektřiny, vyváží až 35 % její produkce – negativní dopady výroby přitom zůstávají v tuzemsku. Země se do budoucna neobejde bez racionální energetické koncepce vyplývající z koncepční hospodářské politiky a „české vize“. Při komplexnosti, dlouhodobosti a náročnosti celé energetiky mohou i geografie a další přírodní vědy pomoci nalézt řešení. ●





# Rostliny jako bioelektrárna planety

*Automatizované skleníky Centra pro výzkum globální změny Akademie věd ČR (CzechGlobe), umístěné na Bílém Kříži v Beskydech. V těchto sklenících se zkoumá vliv zvýšené koncentrace oxidu uhličitého na dřeviny. Foto: CzechGlobe.*

## Náš život závisí na rostlinách - a na tom, jak se vyrovnají se změnami klimatu

Jana Albrechtová, Zuzana Lhotáková, Zuzana Kubínová

Rostliny ovlivňují životní prostředí na naší planetě po stamiliony let. Mění složení atmosféry, a podmínily tak existenci života v jeho dnešní podobě závislé na kyslíku. Hrají významnou úlohu v tocích energie, obnově atmosférického kyslíku, globálních koloběžích vody, uhlíku a dalších prvků i v průběhu současné klimatické změny.

### SLUNCE V CUKRU

Rostliny dokážou ukládat světelnou energii do energie chemických vazeb v jedinečném procesu fotosyntézy. Při ní je oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) ze vzduchu zabu-

dován do cukrů, které se pak mohou přeměňovat na další organické sloučeniny. Rostliny slouží jako potrava většiny ostatních organismů a představují základ potravní pyramidy na Zemi. K tomu, aby fotosyntéza probíhala, potřebuje rostlina nejen sluneční energii a  $\text{CO}_2$ , ale také vodu a minerální látky přijímané kořeny. Z vody se při fotosyntéze uvolňuje kyslík. Je dobré si uvědomit, že veškerý kyslík v atmosféře Země vytvořily během miliard let fotosyntetizující organismy. Díky nim můžeme my lidé (i ostatní živočichové) dýchat a získávat tak energii z organických látek.

Fotosyntézou zpřístupňují rostliny organismům nejdůležitější vnější zdroj energie, který má naše planeta k dispozici – totiž sluneční záření. Můžeme je proto nazývat bioelektrárnou planety. Pracují skromně a nehlukně, vždy když vysvitne sluníčko a mají dostatek vody i minerálních látek a správnou teplotu. Energie uložená v rostlinné biomase může navíc přetrvávat stovky milionů let ve formě uhlí nebo ropy.

Fotosyntéza se odehrává v listech, přesněji v chloroplastech uvnitř buněk pletiva zvaného mezofyl. V chloro-



plastech se nacházejí tylakoidy – váčky ohraničené membránou, v níž jsou zabudovány komplexy molekul zajišťujících klíčové kroky fotosyntézy. Komplexy obsahující zelená barviva chlorofyly slouží jako „antény“ pro zachycování světla. Když molekula chlorofylu zachytí světelnou energii, zvýší tím energii jednoho ze svých elektronů. Energie se pak předává dál, až se nakonec uloží do chemických vazeb v organických látkách.

### POTÍŽE S OXIDEM UHLIČITÝM

Rostliny významně ovlivňují složení atmosféry: uvolňují do ní kyslík a současně z ní odebírají oxid uhličitý. Lesy severní polokoule spotřebovávají v létě tak obrovské množství  $\text{CO}_2$ , že dočasně snižují jeho koncentraci v atmosféře celé planety. Přesto se hladina oxidu uhličitého zvýšila od roku 1960 o téměř 25 % na nynějších 400 ppm (1 ppm je jedna miliontina objemu vzduchu). To je na pováženou, protože za posledních minimálně 600 000 let nepřesáhl obsah  $\text{CO}_2$  v atmosféře 300 ppm. Proč by nám to mělo vadit? Protože oxid uhličitý patří ke skleníkovým plynům, které se podílejí na ohřívání Země. A oteplování je považováno za jeden z projevů právě probíhající klimatické změny.

S klimatickou změnou zároveň přibývají období sucha a extrémně vysokých teplot. Rostliny jsou tedy stále častěji vystaveny nepříznivým stresovým podmínkám a fotosyntetizují méně. Nebo také vůbec – to když se průduchy v pokožce listů uzavřou, aby rostlina neztrácela vodu, a listy tudíž nemohou přijímat  $\text{CO}_2$  ze vzduchu. Rostlinní

*Příčný řez jehlicí kosodřeviny neboli borovice kleče (Pinus mugo). Na povrchu jehlice je pokožka, pod ní pak fotosyntetické pletivo mezofyl s chloroplasty. Foto: D. Bartáková.*

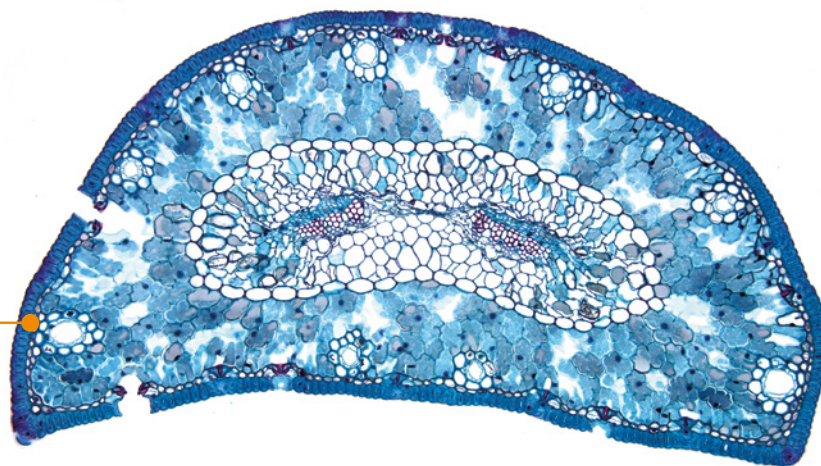
biologové dnes proto hledají odolnější rostliny a zkoumají principy jejich odolnosti.

### LES VE SKLENÍKU

Obor nazývaný ekofyziologie rostlin studuje životní pochody rostlin v odpovědi na prostředí. V našem týmu na katedře experimentální biologie rostlin Přírodovědecké fakulty UK se už řadu let věnujeme ekofyziologii lesních dřevin. Zajímají nás jejich reakce na klimatickou změnu. Zkoumáme jejich zdravotní stav i fungování pod vlivem zvýšené koncentrace  $\text{CO}_2$ . Ukazatele fyziologického stavu dřevin hledáme na různých úrovních. Při studiu chloroplastů používáme mikroskopické metody, na úrovni listů pak metody fyziologické či biochemické. Ke sledování celých porostů nám slouží technologie dálkového průzkumu, kterými měříme záření odrážené povrchem rostlin. Fyziologický stav rostlin a fotosyntézu tak můžeme zkoumat i velkoplošně s použitím senzorů v letadlech či na družicích. Teď například probíhá projekt zaměřený na dlouhodobé sledování smrkových lesů v Krušných horách. Na tomto tématu spolupracujeme i s vědci z NASA.

Pro studium vlivu zvýšené koncentrace  $\text{CO}_2$  je potřeba využívat experimentálních systémů, které umožňují tuto situaci napodobit. Jedno takové zařízení má Centrum pro výzkum globální změny Akademie věd ČR (CzechGlobe, [www.czechglobe.cz](http://www.czechglobe.cz)). Nachází se na Bílém Kříži v Beskydách a jde o skleníky s automaticky pohyblivými okny. Díky nim lze uvnitř skleníku obohatit vzduch oxidem uhličitým, aniž by se významně změnila další podmínky, jako je teplota nebo srážky. V aktuálním projektu zkoumáme odpověď fotosyntetického aparátu buku a smrku na dlouhodobé zvýšení hladiny  $\text{CO}_2$ . Ukazuje se, že u smrku se fotosyntéza zvyšuje více než u buku a že v odpovědi obou druhů hraje roli ozářenost, kdy slunné jehlice nebo listy fotosyntetizují rychleji oproti stinným.

Rostliny jsou pro nás a pro současný život na Zemi nepostradatelné. I kvůli tomu, že musí žít lidstvo – což není jednoduchý úkol. Na začátku 19. století byla na Zemi asi jedna miliarda lidí, dnes je to přes sedm miliard a bude nás stále víc. Aby nás rostliny zvládly uživit, musí dobře fotosyntetizovat a dál fungovat jako bioelektrárna naší planety. ●



*Tloušťka netrápí jen lidi, ale i laboratorní myši. Bílá myš pochází z kmene odolného vůči obezitě. Černá je k obezitě náchylná a na jejím vzhledu už je to jasně vidět.  
Foto: Jana Pavlišová.*



## Skladiště energie v našem těle

*Jak ukládáme živiny na horší časy a proč bychom to neměli přehánět*

Petr Zouhar

Zkuste si vybavit, kolik sil stojí udržování pořádku ve vašem pokoji. Neustále je tam potřeba něco uklízet a přemísťovat... Snadno si pak představíte, že také údržba naší tělesné schránky musí být nesmírně energeticky náročná. Stejně jako pokoj i naše tělo vyžaduje značnou péči. Buňky se dělí, rostou a ty přestárle je nutno odstraňovat. Jak jsou tyto pochody poháněny? Čím se za ně platí? Platí se energii uvolňovanou spalováním potravy. A tady narážíme na určitý problém: tělo chce energii nepřetržitě, ale jíme zpravidla jen několikrát denně. Po každém jídle si tedy musíme něco uschovat ve zvláštních skladištích, abychom vydrželi do další porce.

### ZÁSObY PRO PŘEŽITÍ

Jedním z takových skladišť je tuková tkáň. Po jídle se do ní živiny ukládají v podobě tuku, zatímco při hladovění se uvolňují, aby je mohly využít ostatní orgány. A jak tukové buňky poznají, jestli mají živiny hromadit, nebo uvolňovat? Řeknou jim to některé hormony, které nám kolují krví. Je to tak dobře zařízeno, že kdykoliv se najíme, začne slinivka břišní vyrábět hormon inzulin. Ten všem skladištím včetně tukové tkáně oznamuje: „*Právě jíme! Naberte si z krve do zásoby, co můžete, ať zase chvíli vydržíte.*“ Jiné hormony se naopak v krvi objevují, když nám vytráví.

Naši prapředci nejedli vždycky tak pravidelně, jak jsme nyní zvyklí my. Mamuta se nepodařilo ulovit pokaždé a přes zimu nešlo sbírat moc kořínků. Bylo proto nutné připravit si pořádné zásoby na horší časy – nejen ve spízi v zadní části jeskyně, ale i v tukových polštářích ve vlastním podkoží. V minulosti měl prostě větší šanci na přežití člověk, který si dovedl našetřit dostatečné tukové rezervy pro případ hladomoru.

Nyní už hladomory tolik nehrozí, naše těla však o tom neví. Proto když se přejídáme a nevydáváme moc energie, tuková tkáň roste a roste, jako by se chystala na období nedostatku. Nako-

nec už skladiště nestačí a tuk se začne ukládat i v jiných orgánech. Výsledkem je pak pneumatika kolem pasu – a nejen to. Tělo zavalené tukem najednou přestává správně fungovat. Objevují se některé nemoci spojené s obezitou. Proč? Vzpomeňme si, jak naše babičky plnily na podzim sklep uhlím, aby bylo v zimě čím topit. Dokud je uhlí ve sklepe, je vše v pořádku. Ale pokud máme uhlí příliš a sklep nestačí, musíme ho umístit jinde. Domácnost, která skladuje uhlí v obýváku nebo v kuchyni, ovšem nebude šlapat úplně ideálně... Podobně trpí orgány, v nichž se hromadí tuk, aniž by na to byly uzpůsobeny.

### PŘEJÍDÁNÍM K CUKROVCE

Jak jsme si řekli, ukládání tuku je povzbuzováno hormonem inzulinem. Pokud naše orgány vidí, že je živin všude kolem příliš mnoho, přestávají na inzulín reagovat. To se však nelíbí slinivce břišní: „*Tak já se můžu s výrobou inzulínu ztrhat, a nikoho to nezajímá? Asi budu muset zvýšit obrátky.*“ Při obezitě proto často rostou hladiny inzulínu v krvi, ale orgány si toho nevšimají. Nakonec přepracovaná slinivka rezignuje a tvorbu inzulínu podstatně omezí.

Jenže inzulín neřídí jen ukládání tuků. Je potřeba taky k tomu, aby se z krve do tkání dostaly cukry. Bez inzulínu zůstane po jídle všechn cukr v krvi a buňky vlastně hladoví, i když mají živiny na dosah. Tomuto stavu říkáme lidově cukrovka, odborně diabetes či přesněji diabetes druhého typu. Velmi často doprovází nadměrnou tloušťku – a tady vidíme proč. Nemocní s rozvinutou cukrovkou si musí píchat inzu-

lin v injekcích před každým jídlem, aby vůbec dokázali potravu zužitkovat a přežili. Až sem tedy může vést přejídání spojené s nedostatkem pohybu. Cukrovka navíc není sama. Obezita je doprovázena třeba i větším rizikem cévních a srdečních chorob.

Není ovšem tuk jako tuk. Sami si srovnajte, jak vypadá většina dam při těle a jak oproti tomu vyhlížejí obézní pánové. Kritickou partií žen bývají boky, zatímco u mužů se nejvíce tuku ukládá do břišní dutiny. Ženská obézní postava, rozšířená v oblasti hýždí, bývá svým tvarem přirovnávána k hrušce, muži naopak trpívají obezitou typu jablko. Tipněte si, co je horší. Hromadí-li se tuk v břiše, dostává se přímo do sousedství důležitých orgánů, což je hlavní problém. Proto mají dámy určitou výhodu. Ačkoliv se přebytečnými kily většínou trápí více než pánové, dopady na jejich zdraví nejsou tak velké.

### JAKÝ MÁTE INDEX?

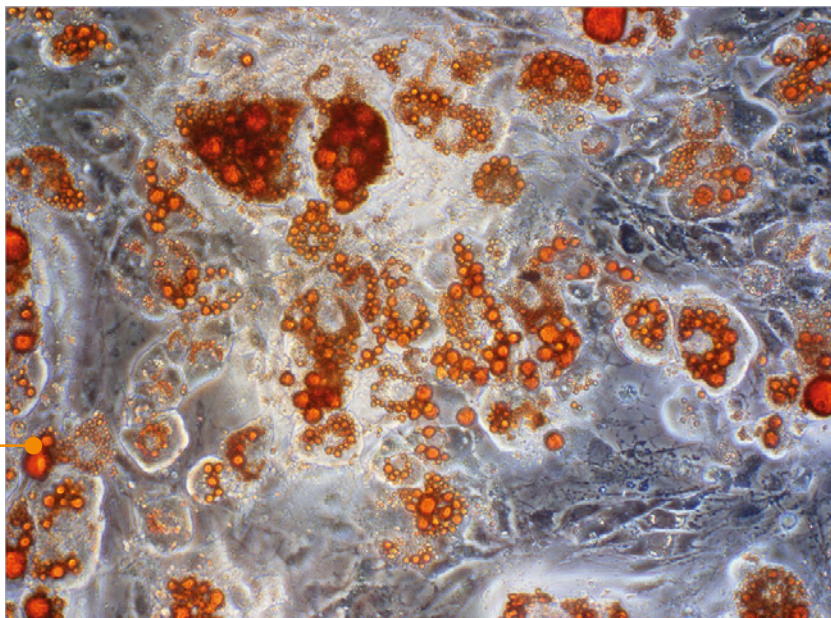
Dnešní doba tíhne k extrémům. A tak se na jedné straně lidé nevhodně stravují,

nehýbají se a tloustnou, na druhé straně však roste počet zejména dívek až chorobně posedlých štíhlou linií. Musíme zdůraznit, že tělesnou hmotnost je dobré udržovat v přiměřeném rozmezí; škodlivé jsou oba extrémy. Zkuste si svou hmotnost v kilogramech vydělit svojí výškou v metrech umocněnou na druhou – například  $65 \text{ kg} : (1,7 \text{ m})^2 = 22,49$ . Dostanete takzvané BMI neboli index tělesné hmotnosti (anglicky body mass index).

U dospělých se za optimální považuje BMI v rozpětí 18,5 až 25. Před pubertou je to ovšem složitější, protože optimální hodnoty se s věkem mění. Vysoké BMI značí nadváhu až obezitu a hrozí komplikacemi, jež jsme si popsali výše. Nízké BMI naopak zavání podvýživou a pro zdraví je rovněž rizikové. Proto jezte uvědoměle a dbejte i na správné složení stravy.

Zakončeme naše úvahy o váze poznámkou, že shazovat kila lze nejen hladověním, ale vhodněji také zvýšením energetického výdeje – třeba při sportu. ●

*Tuková tkáň se skládá z buněk hromadících v sobě kapénky tuku. Zde vidíte tyto buňky pěstované mimo tělo v takzvané tkáňové kultuře. Tukové kapénky jsou obarveny červeně. Foto: Dana Šálková.*







# Teplo a elektřina z nitra Země

*Energie uložená v horninách je lákavým zdrojem, není ale snadné se k ní dostat*

Zita Bukovská,  
Lukáš Vondrovic

Takzvaný geotermální potenciál Země je jedním z nejvýznamnějších alternativních zdrojů energie, přestože kvůli technickým komplikacím zdaleka není plně využíván. Jistě víte, že teplota naší planety směrem k jádru převážně roste. Na zemském povrchu často vůbec nepocítujeme projevy tepelného toku způsobené různými geologickými procesy; vnímáme pouze změny teploty dané střídáním ročních období. Jenom kousek pod našimi nohama je však situace podstatně odlišná a daleko dramatičtější. Pokud se podíváme do hloubky pěti kilometrů, mohou se teploty horninového prostředí na různých místech Evropy lišit až o 200 °C.

## HORKÉ HLUBINY

Teplo, které přichází k povrchu z nitra planety, slouží lidem odedávna. Nejtypičtější příkladem jsou horké a často zároveň léčivé prameny, jaké známe třeba z Karlových Varů. Tyto prameny nacházíme tam, kde voda vystupuje z hlubin skrze místa se zvýšeným tepelným tokem. Voda se tak zahřívá a případně obohacuje o minerální příměsi, například draslík, síru, sodík či radon.

Kde se vůbec teplo v zemské kůře bere? Může se sem dostávat z hlubších částí Země při ztenčení kůry nebo při její tvorbě výstupem magmatu. Dalším zdrojem je radioaktivní rozpad, který probíhá v horninách s minerály boha-

tými na radioaktivní prvky. Při tomto rozpadu se uvolňuje energie ve formě tepla – na stejném principu fungují i jaderné elektrárny.

V Evropě je jednou z „nejteplejších“ oblastí, pokud jde o poměry v zemské kůře, takzvaný rýnský prolom. Leží poblíž hranic Francie, Německa a Švýcarska, zhruba mezi Frankfurtem nad Mohanem a Basilejí. V prvním kilometru hloubky zde teplota stoupá tempem až 160 °C na kilometr a dále se její růst zpomaluje k hodnotám kolem 20 °C na kilometr. Na území rýnského prolomu probíhá velký vědecký projekt, který zkoumá možnosti využití tepla z hornin pro získávání energie. Tento evropský

*Islandská geotermální elektrárna Nesjavellir. Na Islandu jsou pro využívání „energie z hlubin“ téměř ideální podmínky. Zdroj Wikimedia Commons, autor Gretar Þvarsson, úpravy Fir0002, volné dílo.*

projekt byl plánován již od 80. let minulého století. Po dvaadvaceti letech výzkumu pak byla spuštěna na plný výkon geotermální elektrárna ve francouzské lokalitě Soultz-sous-Forêts.

### ENERGIE Z VRTŮ

Pro výrobu elektřiny se nejčastěji využívají takzvané horké suché horniny, například granity neboli žuly. Aby bylo možné dostat energii z podzemí, je nutné vytvořit vrt, jimiž se vhání voda do horninového prostředí ve zvolené hloubce. Tam se hornina tlakem vody drtí (frakturuje), voda se zahřívá a zahřátá je čerpána jímacími vrtů. Zatímco na povrchu se teplota mění podle ročních období, pět kilometrů pod zemí je v Soultz-sous-Forêts stabilně okolo 220 °C. Voda, která se v této hloubce ohřeje na více než 200 °C, putuje vzhůru, přičemž cestou ztrácí menší část tepla. Na povrchu je při teplotě 165 °C přivedena do tepelného výměníku a turbíny generují elektřinu. Ochlazená tekutina se poté vrací zpět do vrtů, čímž se celý cyklus uzavírá. Tři pětikilometrové vrtů tak od roku 2008 poskytují výkon 1,5 megawattu.

Tepelný potenciál v oblasti rýnského prolomu již nyní využívá dalších pět menších geotermálních elektráren na území Německa a Francie, jejichž vrtů sahají do dvou až čtyř kilometrů. Elekt-

*Schéma geotermální elektrárny. Voda se vhání vrtem do hloubky několika kilometrů a zahřívá se čerpá zpět na povrch. Tam je použita k výrobě elektřiny, případně i k ohřevu vody pro vytápění. Kresba: Karel Cettl.*

03/2014

řina z nich je dodávána do průmyslových podniků i domácností, teplá voda slouží například k vytápění nebo v lázeňství.

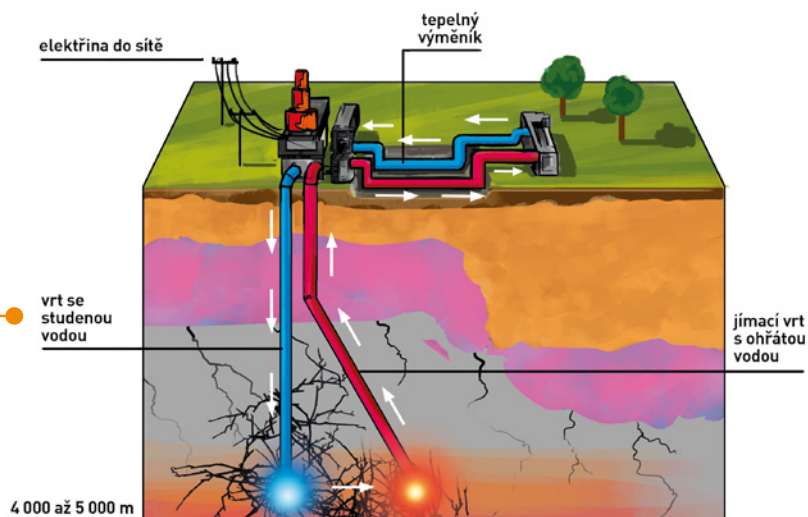
Masivním využíváním geotermální energie se proslavil Island. Ten leží na rozhraní euroasijské a severoamerické desky zemské kůry, kde se dostává k povrchu magma a vzniká zde nová oceánská kůra. Ostrov se zároveň nachází na takzvaném hot spotu (horké skvrně), což je oblast s vysokým tepelným tokem způsobeným výstupem horkého materiálu zemského pláště směrem vzhůru. Díky této unikátní poloze má geotermální energie na Islandu takřka ideální podmínky. Slouží k ohřevu vody pro vytápění i k výrobě elektřiny a představuje více než čtvrtinu energetické produkce Islandu. Horká skvrna navíc zajišťuje velký tepelný tok i blíže k povrchu, takže vrtů místních elektráren nemusí být hlubší než jeden až dva kilometry. Na Islandu byl také poprvé použit systém vrtů, které berou teplo přímo z magmatu, tedy z roztavených hornin v podzemí.

### PŘEKÁŽKY A PERSPEKTIVY

U nás zatím žádnou geotermální elektrárnu nenajdete. O její stavbě se

nicméně uvažuje například v Tanvaldu nebo u Liberce, kde je geologická situace podobně příhodná jako ve francouzském Soultz-sous-Forêts. Nejdál je v České republice projekt geotermálního vrtu v Litoměřicích, který dosáhl hloubky 2 100 metrů. Existuje tu stejná geologická struktura jako v oblasti rýnského prolomu. Konečná teplota na dně vrtu ovšem činila jen 65 °C – je tedy potřeba vrtat dál.

Největší překážku v rozvoji geotermální energie představuje poměrně velká náročnost na vrtné práce. Cena jediného vrtu hlubokého několik kilometrů dosahuje desítek milionů korun. Při vrtání v porušených horninách navíc hrozí jeho havárie, čímž ale těžkosti zdaleka nekončí. Pokud se z podzemí jímá vysoce ohřátá mineralizovaná voda, kterou je nutné čistit, jsou zde speciální nároky na kvalitu technologií, aby nedošlo k ucpání okruhu pro oběh vody. Dalším problémem je omezená životnost projektů – čerpáním tepla se horniny ochlazují, a klesá tak účinnost získávání energie. Geotermální energie je tedy perspektivní, ovšem cesta k jejímu masivnímu rozšíření bude ještě dlouhá. ●



# Vítr – stále významnější zdroj

*Svět nabírá vítr do plachet, nebo spíše do rotorů turbín. A co Česká republika?*

Ivan Sládek



*Část větrné farmy Kryštofovy Hamry ve střední části Krušných hor, která má největší instalovaný výkon v Česku - 42 MW. Farmu vlastní německá firma Ecoenerg Windkraft GmbH, která laskavě poskytla tuto fotografii.*

Vítr se stal důležitým zdrojem energie. Možná se vám takové tvrzení zdá přehnané, ale pro velkou část světa je to střízlivé konstatování skutečnosti. Podívejme se na instalované výkony větrných elektráren, což jsou jejich výkony za příznivých meteorologických podmínek. Na konci roku 2013 měly největší instalovaný výkon tyto státy: Čína 91 412 MW, USA 61 091 MW, Německo 34 250 MW, Španělsko 22 959 MW, Indie 20 150 MW a Velká Británie 10 531 MW.

## **VĚTRNÉ VELMOCI? ČÍNA, ŠPANEĽSKO I DÁNSKO**

Impozantní úspěchy zaznamenaly rovněž některé malé země, především

kolébka moderní větrné energetiky Dánsko. Tam v roce 2012 překročil podíl větrných elektráren na uspokojení poptávky po elektřině 30 %. Očekává se přitom, že do roku 2030 vzroste na 50 % – hlavně díky mořským větrným farmám. Podíl větru na dodávkách elektřiny dosáhl desítek procent i mnohde jinde, například v devíti státech USA (z nich nejvíce v lowě, a to 25 %). V celých USA je tento podíl nyní téměř 4 %, v Německu pak 8 %. Asi polovina výkonu indických větrných elektráren je soustředěna ve státě Tamil Nadu na jihu země, který má přibližně stejnou rozlohu jako bývalé Československo.

Podle údajů Světové rady pro větrnou energii (GWEC) a Evropského sdružení pro větrnou energii (EWEA) byla světová produkce elektřiny z větrných elektráren v roce 2012 desetkrát větší než v roce 2002. Obrovský růst se odehrál zejména v Číně a USA. Čína má daleko nejambicióznější nukleární program na světě s asi 20 jadernými reaktory v provozu a desítkami dalších ve výstavbě. Přesto tam nyní mají větrné elektrárny větší podíl na zásobování elektřinou než jaderné. V roce 2013 byl vítr poprvé nejdůležitějším zdrojem elektrické energie ve Španělsku. Hlavní zásluhu na tom mají elektrárny na španělské pevnině. Nezapomínejme však, že ke Španěl-



sku patří také Kanárské ostrovy ležící v pásmu pasátových větrů. Jméno jednoho z těchto ostrovů, Fuerteventura, ostatně znamená „silný vítr“.

## VÍCE ELEKTŘINY ZE SOUŠE I Z MOŘE

Může rozvoj využívání větrné energie ve světě dál pokračovat dosavadním tempem? Velké firmy, které jsou hlavními světovými výrobci větrných elektráren, jsou optimistické. Autor měl nedávno příležitost navštívit obří závod společnosti Enercon v německém Magdeburku. Zaměstnává asi 6 000 pracovníků a přibírá další, krize nekryje. Rozšiřuje zároveň výrobní haly – nejen kvůli růstu produkce, ale také proto, aby se do nich vešly 80 metrů dlouhé listy rotoru používaného pro největší vyráběný typ větrných turbín. Závod má dokonce vlastní přístav na Labi, protože vodní doprava rozměrných výrobků je výhodná. Společnost nabízí několik typů větrných elektráren, které jsou na světové špičce technického vývoje a jsou dražší než srovnatelné produkty jiných firem. Přesto má zajištěn odbyt na roky dopředu, a může si tak vybírat zákazníky. Odmítá například stavět své elektrárny na šelfu, tedy v mělkých mořích u pobřeží. Odmítá také prodávat do USA, kde jí zřejmě nevyhovují právní podmínky.

Faktorem určujícím další vývoj větrné energetiky je také podnebí, konkrétně větrné poměry v různých lokalitách. Světová meteorologická organizace (WMO) odhaduje, že jenom nejlepší

*Větrná a sluneční energie se dobře doplňují - čím méně fouká vítr, tím více obvykle svítí slunce. Důkazem je i roční průběh rychlosti větru a trvání slunečního svítu na Milešovce. Křivky zobrazují měsíční průměry za roky 1961-1990. Autor grafu: Ivan Sládek.*

místa na souši představují pro větrné elektrárny potenciál 20 milionů MW výkonu. To je podle WMO asi sedmkrát více, než by byl možný výkon hydroelektráren na celém světě. Odhad se přitom týká pouze pevniny. Podstatná a stále rostoucí část výkonu nových větrných elektráren však dnes připadá na zařízení budovaná v mělkých mořích, zejména na evropském šelfu.

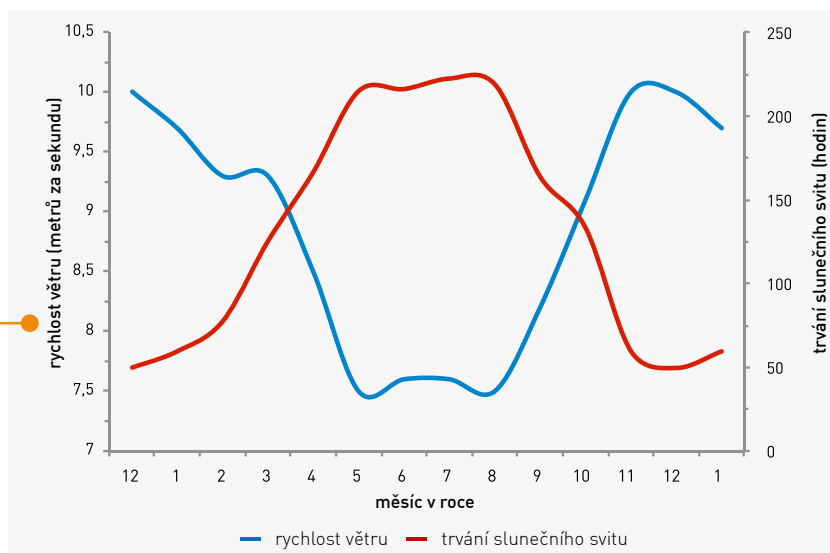
Brzy patrně vznikne zajímavá mořská větrná farma také nedaleko našeho území – v Baltu u ostrova Rujána, přesněji u města Sassnitz. Bude nejspíš sestávat z 80 turbín o výkonu 5 MW, což znamená celkový instalovaný výkon 400 MW. Zajímavé je, že stavební a montážní práce na projektu pojmenovaném Wikinger Windpark má realizovat španělská společnost Iberdrola, ale elektrárny budou vyrobeny v Německu. Nedostatek míst s využitelnými větrnými poměry zjevně nebude limitujícím faktorem pro rozvoj větrné energetiky.

## ČR ZATÍM ZAOSTÁVÁ

A jaká je situace u nás? Na konci roku 2013 pracovaly v Česku větrné elektrárny o celkovém instalovaném výkonu

268 MW. V rámci Evropské unie patříme k zemím, kde je energie větru málo využívána. I když nemáme tak skvělé podmínky jako třeba Skotsko, mohli bychom z větru (mimo chráněné oblasti a národní parky) získávat alespoň desetkrát více elektřiny než nyní. Hlavní překážky u nás nejsou klimatické nebo ekonomické. Jsou to předsudky lidí, kteří mají vliv na vydávání stavebních povolení pro tyto projekty. Krajně sporné a iracionální je především paušálně uplatňované stanovisko, že větrné elektrárny jsou ošklivé a kazí vzhled krajiny.

Je pravda, že elektrizační soustava s velkým podílem obnovitelných zdrojů závislých na počasí, k nimž patří i vítr, potřebuje určitá přizpůsobení v oblasti přenosu elektřiny. Vyžaduje také využívání operativně regulovatelných zdrojů, zejména vodních, kombinaci různých zdrojů nebo akumulaci energie v přečerpávacích elektrárnách. Zahraniční zkušenosti ovšem ukazují, že tyto technické problémy jsou řešitelné. Navíc máme na jejich řešení dost času, protože vysoký podíl obnovitelných zdrojů u nás nebude v blízké budoucnosti aktuální. ●





# Polymery pro solární články

*Ve fotovoltaice se hlásí o slovo organické materiály*

Jiří Vohlídal

Dnes se klade stále větší důraz na energetickou hospodárnost. S ní souvisí také hledání možností, jak získávat energii způsoby šetrnými k přírodě. Ekologicky nejšetrnějším způsobem výroby elektřiny je patrně přímá přeměna slunečního záření na elektřinu. K tomuto účelu nyní slouží hlavně křemíkové fotovoltaické články pracující na principu diod s P-N přechodem. Vědci se ale snaží vyvinout nové články z organických materiálů a polymerů.

## FOTONY, ELEKTRONY, DÍRY

Přeměna světla na elektrický proud v organickém fotovoltaickém článku zahrnuje několik kroků. Na úvod si řekněme, že elektrony se v molekulách nacházejí v různých orbitalech, které si můžeme velmi zjednodušeně před-

stavit jako různé energetické hladiny. Prvním krokem je pohlčení neboli absorpce fotonu. Ta převede (excituje) jeden z elektronů tvořících chemickou vazbu z nejvyššího elektronem obsazeného molekulového orbitalu (hladiny HOMO) do energeticky nejnižšího neobsazeného orbitalu (hladiny LUMO), který má energii o něco vyšší. Vznikne tak exciton – elektrostaticky vázaný pár elektronu v LUMO a díry v HOMO. Díra je deficit záporného náboje, tedy kladný náboj.

Následuje přesun excitonu do místa, kde se může rozštěpit čili disociovat. Obvykle jde o rozhraní dvou materiálů. Tam se exciton rozštěpí na volně pohyblivé nosiče náboje: elektron a díru. Posledním krokem je transport

elektronu a díry k elektrodám článku. Díra se pohybuje díky přesunům elektronů – obrazně tak, že na kladně nabitě místo se přesune sousedící elektron, tím se kladný náboj dostane na nové místo a tak dále.

## VODIVÉ POLYMERY

Běžné organické polymery, třeba polyethylentereftalát z PET lahví, nevedou elektrický proud. Avšak konjugované polymery, v jejichž řetězcích se střídají jednoduché vazby s dvojnými či trojnými, vykazují určitou elektrickou vodivost. Elektrony jejich násobných vazeb se totiž mohou dosti volně pohybovat podél celé molekuly. Rozdíl mezi hladinami LUMO a HOMO odpovídá u těchto polymerů energii fotonů viditelného světla, proto světlo účinně absorbují.

*Ve využívání sluneční energie dnes dominují fotovoltaické články s křemíkem a dalšími anorganickými polovodiči. Používá je i tato solární elektrárna v Rožmitále pod Třemšínem. Prosadí se v budoucnosti také organické polovodiče? Foto: Lukáš Tůma.*

Konjugované polymery lze dopovat – přidávat k nim malá množství různých látek – a zvyšovat tak jejich elektrickou vodivost. Úspěšný je většinou pozitivní doping, který z polymerů dělá dobré vodiče děr (pozitivní neboli P-polovodiče). Negativně dopované polymery, které by dobře vedly elektrony, ale nebývají dostatečně chemicky stabilní. Ve fotovoltaických článcích se proto používají polymerní P-polovodiče kombinované s nízkomolekulárními látkami, jež obstarávají transport elektronů (to jsou negativní neboli N-polovodiče).

### NANOTECHNOLOGIE PRO ORGANICKOU FOTOVOLTAIKU

Exciton urazí v polymeru průměrně jen asi 10–20 nanometrů. Když během této pouti nestihne disociovat, zanikne a získaná energie se nejčastěji přemění na teplo. Proto je žádoucí, aby P-polovodič, v němž vzniká absorpcí světla exciton, vytvářel zhruba 20 nanometrů velké nanostruktury prolínající se s nanostrukturami N-polovodiče. Na rozhraní obou polovodičů dojde k disociaci excitonu. Díra zůstane v P-polovodiči, kterým putuje ke kladné elektrodě. Elektron se přesune do N-polovodiče, jímž může cestovat k elektrodě záporné.

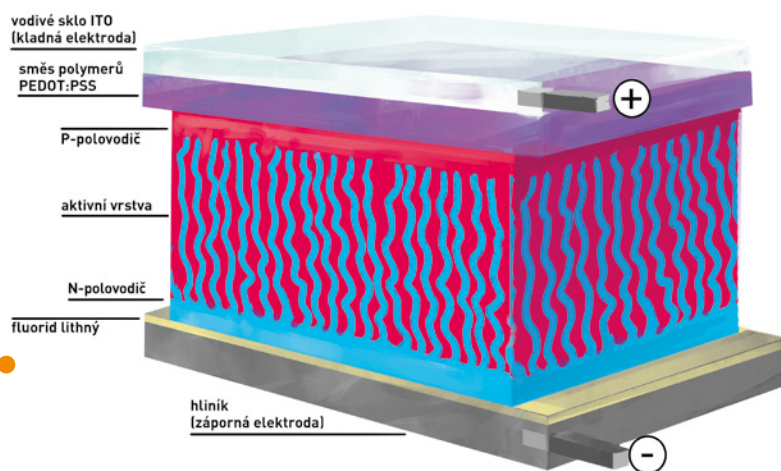
Jak má vypadat ideální organický fotovoltaický článek, tedy článek vyrobený hlavně z organických látek? Aktivní

*Schéma organického fotovoltaického článku s ideálním uspořádáním aktivní vrstvy. Bližší popis najdete v textu. Ilustrace: Karel Cetl.*

vrstva pohlcující světlo by měla být tvořena vzájemně se prostupujícími sítěmi nanostruktur P-polovodiče a N-polovodiče, které budou v těsném kontaktu, takže plocha jejich rozhraní bude obrovská – stovky metrů čtverečních na gram materiálu. Dále je vhodné, aby měl P-polovodič přímé propojení s kladnou elektrodou a zanedbatelné se zápornou elektrodou, zatímco N-polovodič naopak.

Polymerní P-polovodič absorbuje fotony, a proto musí být přístupný pro světlo. Elektroda odvádějící z něj díry by tedy měla být průsvitná. Používá se elektricky vodivé sklo ze směsného oxidu india a cínu, zkráceně ITO. Na jeho povrch se ještě nanáší tenká vrstva ze směsi dvou polymerů (PEDOT:PSS), která zlepšuje povrchové vlastnosti ITO a usnadňuje přenos náboje mezi ním a P-polovodičem.

Elektrodou sbírající elektrony bývá napařená vrstva kovu, nejčastěji hliníku. Pod ní bývá extrémně tenká vrstvička fluoridu lithného, vylepšující přenos náboje z N-polovodiče do hliníku. Hliníková elektroda zároveň funguje jako zrcadlo – odráží zpět světlo prošlé polymerem, čímž zvyšuje záchyt světla ve článku.



### ZVÍTĚZÍ POLYMERY NAD KŘEMÍKEM?

Oproti fotovoltaickým článkům z anorganických polovodičů (křemíku, germania a arsenidu gallia) mají články z polymerů značné výrobní výhody. Jejich funkční vrstvy lze vytvářet nanášením z roztoků nebo velkoplošným tiskem, třeba na průhledné plastové fólie. Produkce tak může být podstatně levnější než v případě anorganických článků, kdy je nutné připravit daný polovodič v podobě extrémně čistého monokrystalu.

Účinnost polymerních článků, vyjádřená jako poměr mezi počtem vzniklých párů elektron–díra a počtem absorbovaných fotonů, je zatím nižší než u článků z anorganických polovodičů. Dosahuje nyní zhruba 5 %, ve speciálních případech až 12 %. Podle odhadů je dolní hranicí pro jejich praktické využití desetiprocentní účinnost. Díky pokračujícímu výzkumu se nejspíš bude účinnost postupně zvyšovat, stejně jako se to stalo v minulosti u anorganických článků. Fotovoltaické články s polymery mají šanci na uplatnění v aplikacích, kde se vyžaduje ohebnost článků. Nelze však očekávat, že by masivně nahradily křemík. ●





# Tajemství ještěřčích ocásků

*Jak regenerovat lidské orgány a tkáně? Napovědět by mohli gekoni*

Michal Andrlé

Každý, kdo se někdy pokusil chytit do ruky ještěrku, se jistě seznámil s jedním z jejích triků, jak se vysmeknout ze spárů nepřitele. V rukou, případně v tlamě či zobáku dravce, který dostal chuť na ještěřčí maso, zůstane krouťící se ocásek. Zatímco je dravec zaměstnán svou překvapivě hubenou „kořistí“, napadený živočich se již dávno schovává v bezpečné skrýši. Schopnost uniknout před pronásledovatelem odlomením ocásku nebo jiné části těla je vlastní nejen našim ještěrkám, ale i mnoha dalším plazům, obojživelníkům či bezobratlým. Pro běžného pozorovatele přírody to možná není žádný velký

zárak. V očích zoologa je však odhazení, a hlavně následná regenerace ocásku nesmírně zajímavý a v detailech dosti složitý jev. K jeho popsání je zapotřebí značného vědeckého umu. Právě ten nechybí herpetoložce Zuzaně Starostové z katedry zoologie na naší fakultě. Doktorka Starostová se z různých úhlů pohledu věnuje už řadu let výzkumu ještěřů, zejména pak gekonů.

## **Co tě přivedlo k tvé vášni pro plazy a ještěry zvláště?**

Asi jako každý budoucí zoolog jsem doma odjakživa chovala spoustu terarijních zvířat, samozřejmě včetně ješ-

těrů. Když jsem pak začala zoologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy opravdu studovat, protnul se můj dávný zájem s tématem, na němž moji pozdější kolegové pracovali již delší dobu. Tak jsem se stala specialistkou na vztahy mezi fyziologií a ekologií ještěřů – tedy mezi tím, jak funguje jejich tělo „zevnitř“, a tím, jak fungují v síti vztahů svého přirozeného prostředí.

## **Máš mezi ještěry nějakého svého „oblíbence“?**

Výzkumy, které na naší fakultě s pomocí kolegů od nás i z jiných institucí uskutečňuji, se již dlouho točí oko-

*Gekony madagaskarské zkoumá Zuzana Starostová s využitím techniky zvané respirometrie. Foto: Petr Jan Juračka.*

lo gekonů. Jednak jde pochopitelně o krásné a zajímavé plazy, kteří se navíc poměrně snadno chovají i množí. Dnes však máme k jejich studiu ještě další důvod. S naším modelovým druhem gekonem madagaskarským (*Paroedura picta*) pracujeme už tak dlouho, že jej máme v mnoha ohledech velmi dobře zmapovaný.

### **Můžeš našim čtenářům popsat, co přesně jste na gekonech již zkoumali?**

Já se zaměřuji především na to, jak gekoni rostou a jak hospodaří s energií. To může vypadat jako detail. Uvědomme si však, že hospodaření s energií zásadně ovlivňuje růst, velikost a celkový životní styl organismu. Jeho přesné poznání proto poskytuje klíč k porozumění životu gekonů, stejně jako k porozumění postupnému vývoji (evoluci) celé jejich skupiny. I to jsme společně s kolegy v minulosti studovali.

### **Prozradíš nám, jak hospodaření s energií souvisí s ulamováním a dorůstáním ocásků, které je pro ještěry – gekony nevyjímaje – tak typické?**

Únik před chytivým predátorem do bezpečí prostřednictvím odlomení ocásku většinou ještěrovi zachrání život, platí však za to jistou cenu. Tou je investice, kterou musí jeho tělo uskutečnit, aby odpadlá tkáň znovu dorostla. Zde přichází ke slovu naše důkladná znalost růstu a hospodaření s energií u gekona madagaskarského. Jelikož dobře

*Zuzana Starostová na terénní exkurzi a během předávání prestižního ocenění L'Oréal Pro ženy ve vědě. Foto: Pavel Munclinger a L'Oréal.*

víme, jak tito gekoni rostou, dobře také poznáme, jak moc se jejich růst změní, když přijdou o ocas. U mladých jedinců, kteří investují velkou část své energie právě do růstu, by taková odchylka mohla vypadat o dost jinak než u zvířat dospělých, která vynakládají energii na udržování a obnovu těla.

### **Proč je důležité tyto procesy studovat?**

Význam našich výsledků může být větší, než se na první pohled zdá. V první řadě si musíme uvědomit, že Amniota neboli blanatí – tedy skupina obratlovců, do níž patříme kromě gekonů také my lidé – na tom nejsou s obnovou ztracených částí těla ve srovnání s jinými skupinami živočichů zrovna nejlépe. Zatímco třeba mnohé hvězdice dorostou prakticky do stejné velikosti i po rozpuštění, naše odejmuté části těla jsou ztraceny již navždy. Oproti hvězdicím jsou nám však gekoni mnohem bližší příbuzní. Detailní poznatky o procesech regenerace mohou mít značné využití v dnes velmi žhavé oblasti výzkumu, v regenerativní medicíně.

### **Jak vlastně vypadá tvůj výzkum?**

Hlavní metodou, kterou používám, je takzvaná respirometrie. Složitě znějící



termín v principu znamená, že u zvířat speciálním přístrojem měříme množství spotřebovaného kyslíku nebo vydechovaného oxidu uhličitého.

### **Co lze s pomocí této metody vyčist o regeneraci ocásků?**

Respirometrie nám prozradí mnoho o tom, jak ještěři po „amputaci“ ocásku hospodaří s energií. V budoucnu plánujeme nahlédnout dokonce ještě hlouběji – pod úroveň jednotlivých buněk – a podívat se, jak moc jsou v regenerující tkáni zapřaženy vnitrobuněčné „elektrárny“ nazývané mitochondrie. Právě ony jsou zodpovědné za tu část látkové přeměny, při níž organismus získává energii za vzniku oxidu uhličitého.

### **To zní jako velmi zajímavá práce. Jaké jsou tvé plány do budoucna?**

V poslední době mi výrazně pomohlo získání stipendia L'Oréal Pro ženy ve vědě. Díky němu se mohu rozjet do několika světových laboratoří a tam se zdokonalit v respirometrické technice.

### **A my ti přejeme hodně vědeckého štěstí i vědecké radosti. ●**





# Se žáky do laboratoří i na exkurze

Přemýšlíte, čím zpěstit výuku? Zkuste některou novinku z našeho katalogu

Barbora Šejblová



Při exkurzi na Sokolovsko navštíví studenti hnědouhelný lom i výsypku. Poznají, jak těžba narušuje ekosystémy a jak se obnovují po jejím ukončení. Foto: Jan Frouz.

zájezdu je návštěva interaktivní paleontologické expozice *Gondwana - das Praehistorium* s působivými modely vymřelých zvířat. Prohlédneme si rovněž Technické muzeum ve Speyeru, které se pyšní mimo jiné rozsáhlou expozicí kosmonautiky.

Podrobnější informace najdete v Katalogu pro učitele na [www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/](http://www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/). Zde také můžete jednotlivé aktivity objednávat. ●

Prázdniny skončily a školní rok je už v plném proudu. Než ale nastane období plískanic a sychravého počasí, máte ještě spoustu času vyrazit se svými žáky na přírodovědnou exkurzi do terénu, přednášku nebo kurs s praktickým cvičením. Desítky možností nabízí náš Katalog pro učitele. V tomto článku vám představíme několik novinek, které jsme do něj zařadili.

Přírodovedci.cz společně s Ústavem pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK připravili trojici aktivit zaměřených na půdu: na její význam, komplexnost a provázanost s ekosystémem. Základní přednáška *Půda - užitečný, ale složitý ekosystém* seznamuje s tím, jak je půda důležitá, co všechno nám poskytuje, jak vzniká, jak ji nesprávně užíváme i proč je nutné ji chránit. V celodenním kursu *Půda - džungle pod našimi nohama. Jak ji můžeme zkoumat?* se žáci navíc dozvědí, proč a jak vědci půdu studují, a to na konkrétních příkladech z praxe. Tento kurs zahr-

nuje přednášku, prohlídku laboratoří v Ústavu pro životní prostředí a praktické cvičení. Na něm si mohou účastníci sami vyzkoušet stanovení různých chemických či biologických vlastností půd.

Jak vypadá „měsíční krajina“ vzniklá lidskou činností, kam je odvážen nepotřebný vytěžený materiál z hnědouhelných dolů a jak probíhá obnova přírody na Podkrušnohorské výsypce? To vše zjistí studenti přímo na místě během jednodenní exkurze *Sokolovsko*, kterou vede profesor Jan Frouz, přední odborník na vývoj ekosystémů v narušených oblastech. Všechny tři aktivity jsou určeny pro středoškoláky. Přednáška i celodenní kurs jsou v rámci projektu Přírodovedci.cz zdarma, exkurzi na Sokolovsko si hradí škola.

Nabízíme také zahraniční badatelsky orientované výlety. Teď na podzim, v období od října do prosince, můžeme pro vaši školu zorganizovat exkurzi do německého Heidelbergu a jeho okolí. Součástí



Rekonstrukce mamuta z doby ledové. Toto imponující zvíře je jedním z mnoha, která můžete vidět v expozici *Gondwana - das Praehistorium* během přírodovědného zájezdu do Německa. Foto: Alexandra Hroncová.



# Přijďte bádat do Vrchlabí

Krkonošský národní park vás zve na výpravy do hor i do světa pod mikroskopem

Michal Skalka



Debata nad „dvojměrnou“ veverkou v centru Krtek. Foto: archiv Správy KRNAP.

Viděli jste někdy dům, který je nápadný, ale přitom není skoro vidět? Který má v sobě skvěle vybavený přednáškový sál, galerii, malou laboratoř i učebnu a slouží široké informačně nenasytné veřejnosti? Pokud vám to nic neříká, nebyli jste u nás ve Vrchlabí. V tomto městě totiž sídlí Správa Krkonošského národního parku (KRNAP) a také tam od letoška stojí Krkonošské centrum environmentálního vzdělávání zvané Krtek.

Správa KRNAP má pracoviště ekologické výchovy, jež připravuje řadu akcí pro děti i dospělé. Na jednom projektu teď spolupracujeme s Přírodovědci.cz. Laboratoř v Krtku je vybavená mikroskopy a stereolupami; některé lze připojit na počítač a pozorování obrázků promítnout na monitor, televizní obrazovku nebo plátno. Zkušení Přírodovědci.cz nyní sestavují manuál s 50 jednoduchými návody na pří-

pravu a pozorování různých preparátů mikroskopem i stereolupou. Děti v Krtku si pak podle manuálu vyrábí své vlastní preparáty, které budou zkoumat. Navíc si budou moci uložit jejich obrázky a pochlubit se jimi třeba na Facebooku. Líbil by se vám takový program? Tak vydržte a za půl roku přijedte do Vrchlabí, kde ho budeme nabízet.

Stereolupy se v podobných laboratořích kupodivu moc nepoužívají. My je ovšem máme, protože poskytují úžasné příležitosti pro velké dobrodružství v malém světě. Mikroskopem můžete pozorovat například měňavku, krásnoočko a jinou jednobuněčnou drobtinu. Tenhle svět je ale našemu příliš

*Pozorování malých objektů malým a velkým badatelem. Foto: archiv Správy KRNAP.*

vzdálený. Měňavka je prostě moc malá na to, abychom si ji dokázali představit velkou. Když se ovšem podíváte stereolupou na hlavu stonožky, uvidíte ji zvětšenou 20krát až 40krát. Kdyby byla tak velká doopravdy, bude dlouhá dva metry. Kusadlové nožky by měla 30 centimetrů dlouhé, a pokud by se dostala mezi nás, měla by jediný cíl – chytit nás a sežrat. Podobná představa je, aspoň pro mě, víc vzrušující než téměř abstraktní měňavka.

Správa KRNAP připravuje pro veřejnost také exkurze do Krkonošského národního parku. Jsou zaměřené třeba na hořké hořce, (ne)dobré lišejníky, pozorování jelenů, kůrovce a lýkožrouty, Ferdu Mravence s pochybnou pověstí... Jestli chcete vědět a vidět víc, sledujte web [www.krn timer.cz](http://www.krn timer.cz) nebo facebookovou stránku [www.facebook.com/spravakrn timer](https://www.facebook.com/spravakrn timer).





# Když to umíte, je chemie bezpečná

*Luděk Míka vychovává budoucí chemiky a chystá se zfilmovat periodickou tabulku*

Michal Andrlé

S trochou nadsázky můžeme říci, že lidé jako Luděk Míka krásně ilustrují pořekadlo, že do některých profesí se člověk přímo rodí. Chemii má totiž tak říkajíc v genech. Oba rodiče jsou chemici, a tak byly kulisy jeho dětských her místo běžných hraček často kádinky a zkumavky. Díky nadšení, pílí a v neposlední řadě také díky setkáním s mnoha inspirativními učiteli se koníček postupně změnil v životní náplň. Dnes je Luděk doktorským studentem katedry anorganické chemie na naší fakultě.

## VĚDCEM DÍKY OLYMPIÁDĚ

Jaká byla Ludkova cesta od prvotního okouzlení chemickou laboratoří k tomu, aby se stal skutečným chemikem se vším, co k tomuto krásnému, avšak náročnému oboru patří? Podobně jako u řady dalších adeptů vědeckého stavu vedlo jeho putování přes předmětové olympiády. Ty dávají svým řešitelům nejen příležitost nahlédnout hlouběji do tajů jejich oblíbené disciplíny, ale také jim umožňují potkat spřízněné duše a změřit s nimi své síly.

*„Na základní škole jsem se věnoval jak olympiádám biologickým, tak chemickým. Moje ‚chemická‘ stránka nicméně záhy převážila a od střední školy se mé kroky začaly jednoznačně ubírat směrem ke světlu atomů a molekul,“ říká Luděk Míka. „Zcela klíčové pro mě bylo, když jsem se v roce 2004 jako úspěšný olympionik dostal na letní tábor na Běstvině, kde probíhá odborné soustředění Chemické olympiády. A mám velkou radost, že Běstvina v mém životě zůstala,“ popisuje až magickou sílu tohoto místa.*



Jedním z Ludlkových úkolů je učit studenty dělat nebezpečné chemické pokusy bezpečně. Foto: Petr Jan Juračka.

„Na těchto soustředěních a také během letních táborů projektu Přírodovědci.cz, které se konají na stejném místě, se starám o laboratoř. Trochu zjednodušeně bych řekl, že mám za úkol naučit studenty dělat všechny ty nebezpečné věci v oblasti praktické chemie bezpečně,“ přibližuje svou úlohu Luděk, jemuž na Běstvině nikdo neřekne jinak než Lumec.

### CHEMICI ŽIJÍ KSICHTEM

I když není komunita mladých fanoušků chemie nijak závratně velká, neomezují se akce pro ni určené jenom na olympiádu. Již 12 let je ve světě chemiků pojmem zkratka KSICHT. Na první pohled nezní příliš vědecky, za velkými písmeny se však skrývá záležitost ryze chemická – totiž Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou. Jak vůbec takový korespondenční seminář vypadá? „Jde vlastně o soutěž a společenství nadšenců v jednom,“ vysvětluje Luděk, pro něhož je KSICHT další z mnohaletých lásek.

Na rozdíl od chemické olympiády, která je rozdělena do několika kategorií, je tento projekt určen všem středoškolákům bez ohledu na věk. Tím ovšem výčet rozdílů nekončí. KSICHT se jako správný korespondenční seminář odehrává skutečně formou korespondence. Prakticky to funguje tak, že v průběhu školního roku dostanou zájemci čtyři série úloh. V každé serii je celkem pět úloh, od lehčích „blbinek“ až po vysloveně těžké, a soutěžící mají na jejich zdolání vždy jeden měsíc. Poté ode-

Mezi chemiky, kteří navštěvují soustředění na Běstvině, neřekne Ludkovi nikdo jinak než „Lumec“. Foto: Petr Jan Juračka.

vzdají svá řešení a zadavatelé posoudí, s jakou brilancí si s úkoly poradili.

„Obtížnost je různá, ale prakticky vždy jde o středoškolskou látku. Žádný účastník si proto nevystačí se středoškolskou učebnicí. Přesto nemáme nouzi o soutěžící – ročně se jich přihlásí nejméně stovka. Studenty možná motivuje i fakt, že úspěšní řešitelé mají prominuté přijímací zkoušky do bakalářského studia, a to nejen u nás na Přírodovědecké fakultě UK,“ poodhaluje Luděk. On sám řešil úkoly KSICHTu již od nástupu na střední školu. Dnes patří k nejpilnějším autorům úloh pro své mladší (nebo chtě-li budoucí) kolegy. „Úlohy nevytvářejí pouze lidé z naší fakulty. Svým dílem přispívají také další vysokoškolská pracoviště napříč celou Českou republikou,“ upřesňuje.

Korespondenční soutěž však není jedinou aktivitou KSICHTu. Jeho účastníci se každoročně scházejí na dvou víkendových výletech – většinou vyrázejí na místa, která jsou zajímavá právě z pohledu chemie. Jednou za rok se také koná týdenní soustředění pro nejlepší řešitele v areálu Přírodovědecké fakulty UK. Pod jejím patronátem se KSICHT chystá v tomto školním roce již na svůj třináctý ročník.



### PRVKY PŘED KAMEROU

Luděk Míka nežije výhradně akcemi pro náročnější zájemce. Jaké jsou jeho plány pro nejbližší budoucnost? „Ve spolupráci s řadou dalších kolegů teď pracuji na sérii videí, která má široké veřejnosti přiblížit jednotlivé prvky periodické tabulky.“

Periodická tabulka sice visí v každé učebně chemie, jenže Luděk má na mysli její podstatně atraktivnější verzi. „Mým cílem je popsat království prvků prostřednictvím krátkých, maximálně dvouminutových videí. Chystáme se natáčet zajímavé a efektní pokusy, které jsou ovšem pro běžné školy příliš drahé nebo nebezpečné. Nebudeme představovat pouze samotné prvky – ty jsou často poměrně ‚nudné‘ -, ale také jejich zajímavé sloučeniny.“

Zkrátka nepřijdou ani opravdoví nadšenci do chemie. Video budou umístěna na internetových stránkách, jež nabídnou také podrobnější informace o prvcích. Na ně se mohou těšit hlavně registrovaní členové projektu Přírodovědci.cz, protože ti budou mít exkluzivní přístup k rozšířenému obsahu stránek. Tak co, milí Přírodovědci, už se těšíte na „svoji“ periodickou tabulku? ●



# Století Miroslava Zikmunda

Film a televizní série přináší neznámé příběhy ze života slavných cestovatelů

Filip Budák



Miroslav Zikmund ve své knihovně doma ve Zlíně. Zdroj: Bioscop.

se s prezidenty i lovci lebek. Seznámil se s Gagarinem i Hillarym. Přesto se dočkal nástupu demokracie a hrdě jde životem dál.

Je zde však mnoho dalších událostí, které se léta skrývaly pod povrchem. Zikmund byl také překladatelem pro americkou a ruskou armádu, když se při osvobozování Československa setkaly u Plzně. Osobně byl účasten soudu s válečným zločincem K. H. Frankem, a dokonce fotografoval inauguraci prezidenta Beneše. Jako chlapec snil, že bude soudním stenografem, ale jeho prvním zaměstnáním byl poražec na jatkách. Podobná překvapení provázejí jeho život až dodnes a naplňují Zikmundovo krédo „Život je přesný součet náhod“.

Snad každý Čech zná cestovatele Zikmunda a Hanzelku. Téměř nikdo však neví, jak skutečně žili. Na větší otázky spojených s těmito osobnostmi odpovídá film *Století Miroslava Zikmunda* od režiséra Petra Horkého (v kinech od 4. září) a následně exkluzivní třídílná série *Miroslav Zikmund: Cesta stoletím*. Tu bude vysílat televize Prima ZOOM během října v rámci nového programového bloku *Život naostro*, který můžete sledovat vždy v neděli od 20 do 22 hodin. Film i série prozradí každý něco jiného – ani jedno byste si tedy neměli nechat ujít.

Jejich zážitky z cest znají miliony lidí na celém světě. Legendární dvojici spojuje 111 tisíc kilometrů cest, 8,5 milionu prodaných knih v 11 jazycích, 4 celovečerní filmy, 147 dokumentárních a televizních snímků a přátelství přetrvávající i po smrti. Filmový příběh o dvojici Zik-

mund–Hanzelka odkryje dosud nezveřejněné skutečnosti a chce obdivované cestovatele představit v nových souvislostech.

Miroslav Zikmund je fenomenální cestovatel, fotograf, spisovatel a publicista, který se letos dožil 95 let. Málokdo ví, že si již 70 let denně píše deník – a nyní odtajňuje své celoživotní vzpomínky. Jsou nejen úžasným osobním svědectvím, ale také přesným dokumentem doby. Film přináší rovněž osobitý pohled na bouřlivé dějiny 20. století očima muže, který poznal celý svět. Byl počat za Habsburků, narodil se pět měsíců po vzniku první republiky. Přežil druhou světovou válku, zažil nástup komunismu i jeho pád. Státní bezpečností byl označen jako „nebezpečná osoba nejvyšší třídy nebezpečnosti“. Pobýval v Africe, když zanikal koloniální systém. Setkal





Na Skalce u Velimi se hojně vyskytují fosilie ústřic. Zde vidíte zástupce druhu *Lopha diluviana*, který žil volně na mořském dně. Foto: Martin Košťák.

## Mořský ráj u Kolína

*Nastartujte stroj času a vydejte se do druhohor za ústřicemi a žraloky*

Martin Košťák

Přírodní památka Skalka u Velimi je typickou ukázkou takzvaných „příbojových“ paleontologických lokalit. Najdete ji blízko Kolína mezi obcemi Velim a Nová Ves, na souřadnicích 50°3'17,456" s. š. a 15°7'57,474" v. d. Lokalita je dobře přístupná a má statut maloplošného chráněného území. Dobývání zkamenělin přímo ze skály je zakázáno, ale v suti sbírat lze. A nálezů je opravdu hodně!

Místní sedimenty pocházejí ze svrchní křídly – vznikaly zhruba na přelomu období cenomanu a turonu, kdy došlo k největšímu zdvihnutí hladiny světového oceánu v historii Země. Jde o svrchnocenomanské slepence a převážně spodnoturonské vápence. Usazeniny nasedají na podložní krystalinikum (vyvřelé a přeměněné horniny), které v době křídové sedimentace tvoří-

lo výrazné vyvýšeniny v mělkém moři. Tehdy zde proto bylo souostroví menších ostrůvků s členitým pobřežím.

Mělké vody hostily pestré společenstvo organismů. K nejhojnějším nálezcům tu patří ústřice, například *Lopha diluviana* nebo *Pycnodonte vesicularis*. Četní jsou i ramenonožci, zejména rody *Cyclothyris*, *Phaseolina* a *Terebratulina*. V levé části lůmku lze v suti najít velké množství spongií (živočišných hub), které vyvětrávají z vyšších partií turonských sedimentů. Ve zvětralině se objevují také jehlice ježovky a jejich úlomky. Polokulovitě fosilie patří ježovkám blízkým rodu *Tylocida*.

*Živočišná houba neboli spongie rodu Siphonia. Skutečná velikost zkameněliny je 6 centimetrů. Foto: Martin Košťák.*

ris, ostatní ostnokožci jsou zastoupeni lilijicemi (*Isocrinus*) a hvězdicemi. Z dalších hojných organismů jmenujme serpulidní červy, kteří se často přichycovali ke schránkám jiných živočichů nebo ke skalnatému podkladu. Přítomnost mělkého a teplého moře dokládají koráli (*Synhelia gibbosa*, *Parasmilia centralis* a další).

Z obratlovců jsou poměrně častí žraloci, respektive jejich zuby (rody *Lamna*, *Otodus* a vzácně *Ptychodus*). Můžete narazit také na obratle či zoubky ryb. Opravdovou raritou jsou rhyncholity – čelistní aparáty hlavonožců loděnek. Zachovávají se především zobákovité horní čelisti. Náleží druhu *Nautilorhynchus simplex* a patřily loděnkám rodu *Eutrephoceras*.

Z dalších dobře dostupných příbřežních lokalit doporučujeme Červené Pečky s ústřičnými lavicemi, Radim, Kaňk u Kutné Hory, Staroč u Čáslavi, Tucheměřice a Kněživku u Prahy nebo Čeňkov u Kralup nad Vltavou. ●







Text: Petr Jan Juračka a Jan Duchoslav,  
foto: Petr Jan Juračka.

## Na hodině přírodopisu v Ugandě

Srovnávat v jakémkoliv směru Českou republiku a africkou Ugandu by nebylo rozumné, neboť tyto země jsou příliš odlišné prakticky ve všem. Liší se rozlohou, počtem obyvatel, historií, přírodou, podnebím, ... Jedno však mají společné – škola a děti, které zajímá, co kolem nich žije. Sedět mezi ugandskými školáky v lavici a poslouchat výklad objasňující základy entomologie je zážitek. Děti ani nedutají, dávají pozor na každé slovo pana učitele. Člověk brzy pochopí proč. Zatímco v Česku je nauka o bezobratlých pro spoustu žáků řečnické nad rámec vědomostí potřebných k životu, biologie třeba spavé nemoci či malárie nabývá v Africe až existenčního významu. Důvodů pro zájem ugandských dětí o vyučování se ovšem najde víc.

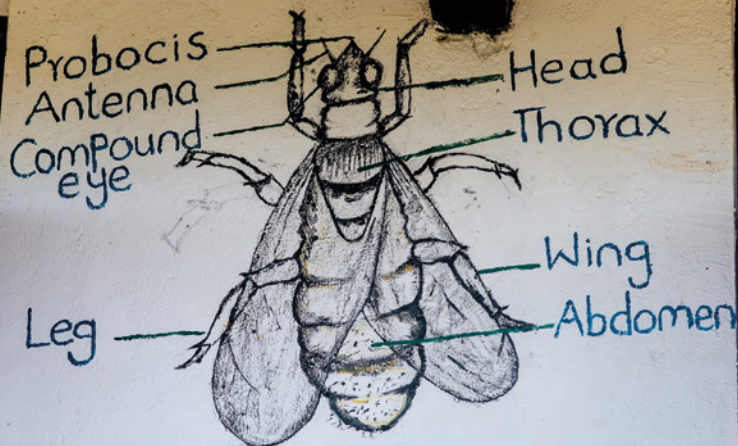
Ještě před zhruba osmi lety zuřila v severní Ugandě krutá občanská válka. Jak a proč přesně začala, na tom se neshodnou ani historici, ani místní obyvatelé. Kromě značně rozšířené chudoby hrála při jejím vzniku roli například i etnická různorodost země. Kmeny ze severu jsou si s těmi z jihu asi stejně příbuzné jako Češi s Maďary – a dokud se evropské velmoci nerozhodly, že se několik zdejších království stane britským protektorátem, neměly spolu společného nic víc než hranice. Ať už válku vyvolalo cokoli, od roku 1986 proti sobě bojovali rebelové ze severu a armáda z jihu. Protože vojáci byli placeni mizerně a rebelové vůbec, začaly obě strany konfliktu brzy přepadat civilní obyvatelstvo, aby si zajis-

tily přísun zásob i nových bojovníků, kterými se nedobrovolně stávaly unesené děti.

Není divu, že se postupně víc než polovina místní populace uchýlila pod ochranu OSN do uprchlických táborů. V nich bylo sice bezpečno, ale také tam často panovaly neutěšené hygienické podmínky, nedostatek paliva na vaření a občas i jídla a pitné vody, o školách nebo učitelích ani nemluvě. Celá generace severougandských dětí tak vyrůstala v prostředí, kde možnost jít do školy nebylo právo, ale výsada, které se dostalo jen málokomu. Když je nyní konečně po válce a tyto děti mají šanci dosáhnout na vzdělání, rozhodně si ji nechtějí nechat ujít. ●



Děti do školy chodí, respektive běhají, obvykle bosy. Některé to mají sotva pár set metrů. Není ovšem výjimkou, že jiné musí na své cestě za vzděláním překonat až deset kilometrů, které obvyčejně uběhnou za méně než hodinu. I tak je ale pro ně škola v jistém smyslu vysvobozením. Zabaví se v ní, zatímco doma by se musely starat o mladší sourozence a o zvířata nebo pracovat na poli.



Skoro u každé školy naleznete příslušenství, bez kterého se vyučování jednoduše neobejde - strom. Jak jinak venku před školou vytvořit stín, že? Pod stromy probíhá jednak část výuky, zejména ta pro menší děti, jednak pravidelná shromáždění, během nichž říkají učitelé žákům, co mají za uplynulý týden na srdci. Shromáždění jsou pevně ukotvena v rozvrhu, aby se na ně nezapomnělo.

Děti se samozřejmě učí různým předmětům - od sociálních věd přes dějiny až po matematiku. Přírodní vědy však zaujmou již na fasádách škol v podobě umně vyvedených tabulí. Kromě morfologie bezobratlých i obratlovců jsou nejčastěji už z dálky vidět anatomické řezy lidským tělem.





*Ředitel školy v Lacoru. Přestože je na zdejší škole jen několik vyučujících, všichni ctí pevně a písemně danou hierarchii, obdobně jako žáci. Učitelé patří v Ugandě mezi společenskou elitu a musí se podle toho i oblekat. Vyžehlená košile, dlouhé kalhoty s páskem a společenská obuv tvoří prakticky povinný učitelský úbor. Sandály ani kraťasy nepřicházejí v úvahu.*



*Kromě tabule a křídly používají učitelé mnoho názorných pomůcek, které vytvářejí buď sami, nebo s pomocí žáků. Na snímku je model viru HIV vyrobený z pytloviny.*



*Učitelé mnohdy obývají tradiční chýše či domky hned vedle školy. Na jejich stavbě se často podílejí rodiče žáků. Počet učitelů je stále značně limitovaný a na jednoho nezřídka připadá sto i více dětí. V tom případě si pedagog musí svoje třídy rozdělit tak, aby v jedné vždy probíhal jeho výklad, zatímco v ostatních mají žáci vlastní práci. Systém kupodivu dobře funguje - starší děti přitom dohlížejí na mladší.*





Okolí škol bývá osazeno plechovými cedulemi hlásajícími různá životní moudra. Výrobu i dopravu cedulí hradí nevládní organizace, obvykle nizozemské. To, že jsou texty většinou v angličtině, však svědčí o tom, jak málo se některé organizace orientují v místních poměrech. Děti se sice anglicky učí odmala a angličtina je úředním jazykem, ale ve skutečnosti těmto sdělením rozumí jen malá část obyvatel. Ostatní hovoří pouze místními jazyky, jako jsou ačoli či luganda.

Většina školních budov je postavena stejně jako u nás, tedy z pálených cihel a s omítkou. Doplnkové stavby nebo venkovní učebny však mohou být z proutí, případně jako budova na tomto snímku z nepálených cihel s izolací z dobytčího trusu. Jejich funkce je zpravidla jen sezonní, a pro své účely tak bohatě postačují.



Více fotografií najdete na [www.prirodovedci.cz/magazin](http://www.prirodovedci.cz/magazin).





## Vědecké zážitky z Antarktidy

*Jižní pól už byl sice dobyt, ale v drsné polární přírodě je stále co objevovat*

Kateřina Kopalová

Antarktida je nejchladnější, nejsušší a největrnější kontinent. Skoro všechny život se tu soustřeďuje na několika málo odledněných územích, zabírajících jen 0,3 % rozlohy světadílu. Stanoviště vhodná pro suchozemské organismy jsou velice omezená a často nesmírně izolovaná.

### EXTRÉMNI EKOSYSTÉMY

Antarktické suchozemské ekosystémy jsou vystaveny mnoha stresovým

vlivům a musí odolat nejextrémnějším podmínkám na Zemi. Panuje zde výrazně drsnější klima než ve stejných zeměpisných šířkách severní polokoule a je nutné, aby mu organismy byly dobře fyziologicky přizpůsobené. Odledněné oblasti a okrajové ostrovy kontinentu vytvářejí izolovaná území se zvláštní geologickou minulostí i historií zalednění. Taková prostorová různorodost přírodního prostředí významně ovlivňuje biologickou rozmanitost.

S přibývajícimi poznatky vychází najevo, že antarktická flóra a fauna jsou mnohem komplexnější, než se dříve myslelo.

Severní část Antarktického poloostrova je v posledních 50 letech jednou z nejrychleji se oteplujících oblastí naší planety. Současné klimatické změny způsobují rozpad šelfových ledovců, ústup pevninských ledovců a růst teplot vzduchu. Tyto změny podnebí mají význam-

*Autorka článku při odběru vzorků z mělkého jezera na ostrově Vega. V pozadí je vidět ostrov Jamese Rosse. Foto: Kateřina Kopalová.*

ný vliv na místní ekosystémy i na invazi cizích druhů. Podstatně také ovlivnily strukturu společenstev v antarktických jezerech.

Polární jezera citlivě reagují na změny prostředí. Navíc to jsou významná centra biologické rozmanitosti s velkým podílem takzvaných endemických druhů, které nikde jinde nežijí. O dynamice změn v těchto jezerech však zatím – s výjimkou několika detailních studií – mnoho nevíme. Existuje ale jedna možnost, jak se podívat do historie: jezerní sedimenty představují unikátní archiv se záznamy o dřívějším klimatu i dalších podmínkách prostředí. Kombinace rozličných fyzikálních, chemických, geologických a biologických dat získaných ze sedimentů nám umožňuje takovému archivu porozumět a „číst“ v něm.

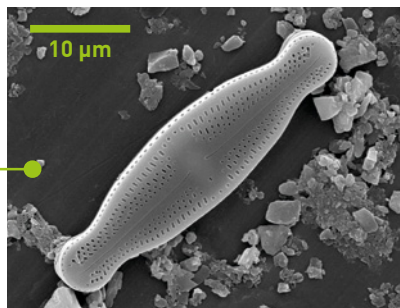
### ZÁZNAMY NA DNĚ JEZERA

Náš výzkum patří do oboru paleoekologie, který se snaží zjistit, jak vypadaly ekosystémy v minulosti. Pracujeme na souostroví Jamese Rosse, ležícím blízko nejsevernějšího výběžku Antarktického poloostrova. Od roku 2006 stojí na hlavním ostrově česká vědecká stanice J. G. Mendela, provozovaná Masarykovou univerzitou, a probíhá tu výzkum v mnoha vědních oborech. Geografická poloha i různorodost místních jezer dělají ze souostroví unikátní oblast pro výzkum

jezerních sedimentů. Ty zde poskytují informace o změnách prostředí na různých časových škálách, od roků až po tisíciletí.

Cílem naší práce je přinést detailní pohled na vývoj a funkci jezerních ekosystémů od poslední doby ledové po současnost, na změny v povodích jednotlivých jezer i na změny ve skladbě organismů, které zde žily. Poznatky mohou mimo jiné sloužit jako základ pro porovnání současných podmínek s podmínkami v minulosti. Umožní také zhodnocení nynější a budoucí dynamiky proměn v této okrajové části Antarktidy. Od roku 2012 probíhá každým rokem odběr vzorků z jezerních sedimentů v různých částech souostroví Jamese Rosse. Vzorky pak dále studujeme v laboratořích. Ze získaných dat lze rekonstruovat, jak se vyvíjela teplota, vlhkost, síla a směr větru, ale také vlastnosti vody, například vodivost nebo pH.

A čím se zabývám já, bioložka z katedry ekologie na Přírodovědecké fakultě UK v Praze? Během výzkumu jezer se ukázalo, že vedle sinic zde velmi významné a dobře rozvinuté společenstvo tvoří rozsivky – jednobuněčné fotosyntetizující organismy s charakteristickou křemičitou schránkou. Rozsivky jsou vynikající indikátory současných i minulých podmínek, protože specificky reagují na změny prostředí. Navíc se jejich křemičité schránky



*Křemičitá schránka rozsivky z rodu Luticola. Snímek byl pořízen skenovacím elektronovým mikroskopem. Foto: Kateřina Kopalová.*

dobře zachovávají v usazeninách, což je pro paleoekologické studie pochopitelně výhoda.

### ZA VÝZKUMEM NA DRUHÝ KONEC SVĚTA

Jak vlastně vypadá vědecká výprava do Antarktidy? Náš tým se každý rok skládá z českých a argentinských badatelů (vždy jeden Čech a pět Argentinců). Logistiku zajišťuje Instituto Antártico Argentino v Buenos Aires společně s argentinským armádním letectvem. To nás nejdříve dopraví z Buenos Aires na argentinskou polární stanici Marambio, která leží na ostrově Seymour, a pak vrtulníkem na určené místo v terénu. Další vědci z ČR působí na stanici J. G. Mendela – s nimi při výzkumech často spolupracujeme.

Během celého pobytu na souostroví Jamese Rosse žijeme ve stanech v terénním kempu, takže analyzování vzorků přímo na místě často nepřípadá v úvahu. Zpravidla se proto zaměřujeme jenom na jejich odběry. Mnohem lepší podmínky nabízí stanice J. G. Mendela, kde jsme letos mohli s kolegy pár dnů pracovat v laboratoři. Celému česko-argentinskému týmu musím rozhodně poděkovat za skvělou spolupráci.

V Antarktidě nesmíte nikdy zapomenout, že vše se řídí počasím, které je v těchto zeměpisných šířkách mimořádně proměnlivé. Pokud máte smůlu, stane se třeba i to, že kvůli větrné či sněhové bouři tři dny neopustíte stan a pak se můžete přetřhnout, abyste dodělali všechny odběry vzorků během několika následujících pěkných dnů. Měsíční pobyt v terénu se tak vinou počasí někdy velice zkrátí. Zato hezké slunečné dny bez větru vám přinesou nezapomenutelné zážitky na celý život. ●

# Zprávy tajným inkoustem

Chemici dovedou utajit korespondenci diplomatů i špiónů. Naučte se jejich triky

Petr Šmejkal,  
Barbora Zákostelná



Neviditelné inkousty se používají už od starověku. Pro přípravu a zviditelnění některých těchto inkoustů potřebujete laboratorní chemikálie. Jiné si však můžete vyrobit doma z běžně dostupných surovin.  
Foto: Petr Jan Juračka.

## Postup:

Vezměte si mléko či roztok cukru, nalijte ho do kádinky (případně skleničky) a napište jím na papír tajný vzkaz. Nechte uschnout. Inkoust zviditelníte tak, že papír zahřejete – děti by tento krok neměly dělat samy, ale měly by jej kvůli bezpečnosti přenechat dospělým. Nejbezpečnější je použít fén, i když se jím vzkaz vyvolává trochu déle. Můžete využít také horkovzdušnou pistoli, zahřátou ploténku vařiče nebo svíčku. Dávejte pozor, abyste se zdrojem tepla nepopálili a zároveň abyste nezapálili papír. Buďte připraveni řešit situaci, kdyby se papír vzňal, a uhasit ho. Inkoust nevyvolávejte, pokud jsou poblíž hořlavé látky.

Tajné písmo má za cíl skrýt před nepovolanými osobami citlivou informaci, kterou nese. Pouze příjemce a odesílatel zprávy umí zobrazit text, který je pro ostatní neviditelný. Tato metoda je velmi stará. Psal o ní již v 1. století římský učenec Plinius v díle *Naturalis Historia*, kde zmiňuje, že rostlinné mléko může sloužit jako neviditelný inkoust. Ve středověku byly neviditelné inkousty oblíbené zejména pro psaní diplomatické pošty. Ani v novějších dobách však neztratily nic ze své popularity.

Tajné inkousty fungují na rozličných principech, chemických i fyzikálních. „Chemické“ inkousty jsou založeny na reakcích, v jejichž důsledku se nebarevné sloučeniny mění na barevné. Příkladem jsou organické kapaliny jako mléko, citronová šťáva a další, které mohou být „vyvolány“ zahřátím. Důvodem zviditelnění písma je zde

tepelný rozklad organických látek na hnědé až černé produkty. U jiné skupiny inkoustů se využívají reakce, při nichž vzniká z bezbarvé látky barevná po přidání správného vyvolávacího činidla.

Ukázkou fyzikálního přístupu jsou inkousty založené na takzvané luminescenci. Na běžném světle není inkoust vidět, ale pokud je vystaven vhodnému záření (například ultrafialovému), vysílá viditelné světlo.

Dva tajné inkousty si můžete připravit i doma. Děti ovšem budou potřebovat asistenci dospělého.

## Co budete potřebovat:

- kádinku nebo skleničku, lžičku, papír, plnicí pero nebo štěteček,
- vodu, roztok obsahující jod (v lékárně lze koupit jodovou tinkturu), škrob, mléko, cukr.

Podstatou druhého tajného inkoustu je reakce škrobu s jodem, při níž vzniká modrá až hnědá sloučenina. Nasypte asi půl lžičky škrobu do 150–200 mililitrů vody. Dejte směs zhruba na 3 minuty (popřípadě více) do mikrovlnné trouby, dokud se škrob nerozpustí. Pozor, nádobka s rozpuštěným škrobem je při vyndání z trouby horká! Rozpuštěný škrob nechte vychladnout a napište jím tajný vzkaz. Písmo vyvolejte potřením jodovou tinkturou. Pokud by byl papír po vyvolání příliš hnědý, zředte tinkturu vodou; vhodnou míru ředění zjistíte pokusně. Tinktura dost barví, takže při práci s ní buďte opatrní. ●

42

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

www.prirodovedci.cz



# 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.



**4. ŘÍJNA 2014**

## ČAKOVICKÉ POSVÍCENÍ: CESTA KOLEM SVĚTA ZA JEDINÝ DEN

Městská část Praha-Čakovice pořádá netradiční cestovatelské posvícení. Do jeho programu se zapojuje také Přírodovědci.cz. Naučíme vás vytvářet mapy a glóby, seznámíme vás s masožravými rostlinami, dáme vám ochutnat hmyzí sušenky nebo vám ukážeme, jak si vyrobit voňavý parfém. Přijďte poznat kulturu celého světa, jejich tance a pokrmy.

**Čas a místo:** Od 11 do 22 hodin, Náměstí Jiřího Berana a Cukrovarská ulice, Praha 9 – Čakovice.



**23. ŘÍJNA 2014**

## DINO-SUTRA ANEB VŠE, CO JSTE CHTĚLI VĚDĚT O SEXU DINOSAURŮ, ALE BÁLI JSTE SE ZEPTAT

Paleontolog Karel Cettl vás ve své přednášce zavede do druhohorních pralesů

i moří a prozradí, co si dnes vědci myslí o rozmnožování dinosaurů. Přemýšleli jste někdy, jak se pářil například stegosaurus při své obří váze, navíc s ochrannými štíty na zádech? Naše Dino-sutra vás bude určitě bavit.

**Čas a místo:** Od 13 hodin pro školní skupiny nebo od 17:30 hodin pro veřejnost, Science centrum iQLANDIA, Nitrianská 10, Liberec.



Foto Nikita Plekhanov, licence CC BY-SA 3.0

**4. LISTOPADU 2014**

## PŘEDNÁŠKA JAK NAJÍT METEORIT

Geolog Günther Kletetschka a jeho student Ladislav Nábělek vás netradičním způsobem seznámí s expedicí českých vědců za meteoritem, který v únoru 2013 proletěl blízko ruského města Čeljabinsku. Tým doktora Kletetschky byl první zahraniční výpravou, jež přijela pátrat po tomto kosmickém tělese. Nebylo to nic jednoduchého, protože meteorit dopadl na zamrzlé jezero Čebarkul, prorazil led a skrýval se kdesi v usazeninách na dně. Měření našich geologů ovšem upřesnila polohu tělesa a byla klíčová pro jeho úspěšné vyzvednutí z jezera. Přednáška je součástí Týdne vědy a techniky.

**Čas a místo:** Od 13 hodin, budova Akademie věd ČR, Národní 3, Praha 1.



**4.-7. LISTOPADU 2014**

## PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UK NA VELETRHU GAUDEAMUS 2014

Máte před maturitou a přemýšlíte, na jakou vysokou školu se přihlásit? Pokud vás baví přírodní vědy a chtěli byste se dozvědět něco víc o možnostech studia na Přírodovědecké fakultě UK, navštivte náš stánek na veletrhu pomaturitního vzdělávání Gaudeamus 2014 v Brně. Zaměstnanci a studenti naší fakulty vám zde ochotně poradí a zodpoví všechny dotazy týkající se přijímacího řízení i studia.

**Čas a místo:** Denně od 8 do 16 hodin, výstaviště Brno, pavilony G1 a G2.

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



# SVĚT TECHNIKY

## SCIENCE AND TECHNOLOGY CENTRUM

### OTEVÍRÁME JIŽ V ZÁŘÍ! ZÁBAVA PRO CELOU RODINU

- Čtyři výpravné expozice představí malým i velkým objevitelům zajímavosti vědy a techniky **Dětský svět, Svět vědy a objevů, Svět civilizace, Svět přírody** s venkovní botanickou zahradou
- Interaktivní exponáty pro návštěvníky již od dvou let, zábava i odpočinek
- Divadlo vědy a pokusy na živo
- Kinosál a 3D popularizační filmy – přibijí vás do sedadla

