

A large yellow circle containing the Czech letter 'Př' in a bold, black, sans-serif font. The background of the entire page is a dark, deep blue with numerous glowing, translucent jellyfish in various sizes and orientations, creating a sense of depth and movement.

Př

# PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

## Světlo

*Většinu informací o světě získáváme prostřednictvím světla. Co vlastně světlo je? Jak vzniká? Jak pomáhá vědcům při jejich práci? A jaké problémy nastávají, pokud je ho příliš mnoho, nebo naopak příliš málo?*

# Dáváme impulsy mladým vědcům



I letos podpoříme základní výzkum částkou  
**5 milionů korun**

Podporujeme vědecké projekty  
v oblastech:

- fyzika
- chemie
- matematika
- medicína
- společenské vědy (téma „živá minulost“)

„Víme, jak složité je získat finance na základní výzkum, proto se novodobí mecenáši rozhodli mladé české vědce motivovat a udělit jim finanční podporu bez zbytečné byrokracie, skrze jednoduché webové rozhraní.“

**Monika Vondráková,**  
ředitelka Nadačního fondu Neuron



Uzávěrka přihlášek prvního kola je  
31. března 2015. Podrobné informace  
a přihlášku naleznete na [www.nfneuron.cz](http://www.nfneuron.cz)



# OBSAH

## Milí čtenáři,

představte si, že zanikne světlo – miniaturní výsek elektromagnetického vlnění o vlnových délkách zhruba 400 až 700 nanometrů. Světlo je výlučné tím, že dobře prochází zemskou atmosférou. Je proto všude kolem nás a bylo výhodné jej využít během evoluce života.

Pokud nebude světlo, nic neuvidíme, a ztratíme tak hlavní zdroj informací o svém okolí. Kromě toho se přestanou správně seřizovat naše vnitřní biologické hodiny, spousta přírodovědců přijde o hlavní pracovní nástroj (co taky dělat bez světla třeba s mikroskopem) a světlušky nenajdou partnery. Jediným pozitivem asi bude, že ušetříme na platbách za dotovanou elektřinu ze slunečních panelů.

Naprostou katastrofu ovšem způsobí konec fotosyntézy. Naše planeta ztratí zdroj energie pohánějící téměř všechny ekosystémy. Život se udrží jen kolem hlubokomořských vývěrů, kde existuje alternativa – chemická energie uložená v látkách proudících tu z hlubin země. Život bez světla je možný. Otázkou však je, nakolik by se mohl evolučně rozmáchnout.

První číslo nového ročníku Přírodovědců se věnuje právě světlu. Něčemu samozřejmému a všednímu, bez čeho bychom si ale určitě nepočítli – a to z mnoha důvodů.

**doc. RNDr. Jan Černý, Ph.D.**  
katedra buněčné biologie

## CO NOVÉHO

- 4 | Bezobratlí zblízka a naživo
- 4 | Když na tábor, tak s přírodovědci!
- 5 | Novinky v Hrdličkově muzeu člověka
- 6 | Myši v evoluční laboratoři
- 7 | Detektivem v království kvasinek
- 7 | Prima ZOOM SVĚT slaví 20 let

## TÉMA – SVĚTLO

- 8 | Od světlušek ke svítícím tyčinkám
- 12 | Pohlednice z ultrafialových krajů
- 14 | Pestrý svět minerálů a hornin
- 16 | Všeho moc škodí – i světla
- 18 | Vítaná změna klimatu
- 20 | Proč jsou věci barevné?
- 22 | Zelená pro moderní biologii

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 24 | Noemova archa pro vědce

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 26 | Škola hrou s Přírodovědci.cz
- 26 | Vaši žáci v roli geografů
- 27 | Tak trochu jiná hodina geologie

## 1 | 2015 | ROČNÍK IV.

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

**PERIODICITA**  
Čtvrtletník

**CENA**  
Zdarma

**DATUM VYDÁNÍ**  
20. března 2015

**NÁKLAD**  
10 000 ks

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

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

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

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

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

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

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

**ODDĚLENÍ VNĚJŠÍCH VZTAHŮ**  
Alena Ječmíková

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

**KOREKTURY**  
imprimis

**GRAFIKA**  
Štěpán Bartošek

**TISK**  
K&A Advertising

**ILUSTRACE NA OBÁLCE**  
Karel Cettl

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

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

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

© Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze 2015

# Bezobratlí zblízka a naživo

*Už podruhé vás naši zoologové zvou na velkou výstavu bezobratlých*

Petr Šípek

Máte rádi přírodu? Chcete na vlastní oči vidět tajemné tvory, které jste zatím potkávali jen na stránkách knížek a časopisů? Nebo si chcete „pohládit“ brouka roháče? Tak přesně pro vás je určena Velká výstava bezobratlých živočichů, která se bude konat v červnu 2015 v Botanické zahradě Přírodovědecké fakulty UK v Praze.



*Mezi nejzajímavější exponáty minulého ročníku výstavy patřil vodouch stříbrtý. Návštěvníci mohli na vlastní oči pozorovat, jak zásobuje svůj podvodní příbytek vzduchem nebo jak loví potravu, v tomto případě perloočky. Foto: Petr Šípek.*

Již druhý ročník unikátní výstavy představí plejádu živých bezobratlých od sekáčů, pokoutníků či vodouchů až po raky, berušky vodní nebo spleštle. V akváriích si zblízka prohlédnete také larvy jepic, potápníků a vážek, v teráriích najdete brouky zlatohlávky, střevlíky či mrchožrouty. K vidění bude rovněž sekce bezobratlých obyvatel našich domovů nebo kolekce měkkýšů střední Evropy.

Živá zvířata doplní na výstavě fotografie našich nejzajímavějších bezobratlých. Budete se tedy moci bezprostředně setkat jak s běžnými, tak i s velmi vzácnými a ohroženými druhy ze střední Evropy a blízkého okolí.

Expozice bude otevřena v botanické zahradě naší fakulty (Praha 2, ulice Na Slupi) od 6. do 14. června

2015, denně od 9:30 do 18:00 hodin (14. června do 16:00 hodin). Děti do 6 let mají vstup volný. Pro žáky, studenty a důchodce činí vstupné 50 Kč, pro dospělé 70 Kč a pro rodiny (dva dospělí a dvě děti) 200 Kč. Školní skupiny, které si návštěvu předem rezervují v Katalogu pro učitele na webu Přírodovědci.cz, mají vstup zdarma. Více informací přineseme na [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz).

## Když na tábor, tak s přírodovědci!

*Máte zvědavé děti? S námi si v létě užijí zábavný program plný vědy*

Petr Šmejkal



*Děti budou na táborech jak venku, tak uvnitř v laboratořích a učebnách - kde je čekají například různé hlavolamy a kvízy. Foto: Petr Jan Juračka.*

Jak funguje srdce? Jak dýchají rostliny? Proč je voda nejhustší při 4 °C? Jak dokázat hliník? Jaké je hlavní město Burkiny Faso? Čím se liší safír od rubínu? Kladou si vaše děti podobné otázky? Pokud ano, tak právě pro ně letos pořádně už čtvrtý ročník našich přírodovědných táborů.

Pobytový tábor pro 10–15leté děti proběhne na Běstvině v Železných horách,

a to od 25. července do 8. srpna 2015. Příběžský tábor pro mladší badatele ve věku 6–9 let se bude konat od 17. do 21. srpna 2015 v kampusu Přírodovědecké fakulty UK na pražském Albertově.

Ústředním tématem táborů bude pochopitelně příroda. Budeme objevovat její krásy i zákonitosti a snažit se využít vše, co nám dává. Letos se zaměříme na člověka a jeho život, ale prozkoumáme také faunu či flóru v našem okolí. V chemické části programu se

podíváme na analytickou chemii a její využití třeba v kriminalistice. Táborníci však neochudíme ani o některý z našich bezpečných „ohýnků“. Dále dětem představíme atraktivní aplikace pro tablety nebo zajímavá města světa. A navrch přidáme trochu astronomie.

Prozkoumáme také okolí tábora. Pobytový tábor na Běstvině skýtá mnoho míst k objevování – všechna v krásné přírodě Železných hor. Ale i na příběžském táboře najdeme poblíž kampusu leccos zajímavého. V laboratořích si pak ukážeme, jak žijí vědci a co všechno umí.

Více informací a přihlášky najdete na [www.tabory-prfuk.cz](http://www.tabory-prfuk.cz). Na shledanou o prázdninách!



# Novinky v Hrdličkově muzeu člověka

*Správné muzeum nejsou jen exponáty ve vitrínách - ale také interaktivní akce*

Marco Stella

*Na workshopu Sběratelé kostí se mohou mladí návštěvníci dozvědět řadu zajímavostí o lidské kostře: Co ovlivňuje růst? Jak se liší kostra muže a ženy? A co nemoci? Které z nich zanechávají stopy na kostře? Foto: Petr Jan Juračka.*



Do Hrdličkova muzea člověka na Přírodovědecké fakultě UK v Praze se každým rokem podívá více a více školních výprav. Ukazuje se ovšem, že ne pro všechny žáky je klasická prohlídka tím pravým ořechovím. Proto jsme na rok 2015 připravili nové workshopy, na kterých se každý může aktivně zapojit, vše si ohmatat a ponořit se do problému. Všechny mají minimálně dva stupně obtížnosti, takže jsou vhodné pro druhý stupeň základních škol i pro školy střední. Workshopy si mohou objednat také zájemci z řad veřejnosti.

Velmi oblíbení jsou naši *Sběratelé kostí*, kde se mladí návštěvníci dozvědí něco o práci forenzního antropologa – naučí se například, jak z kostry odhadnout pohlaví, věk a prodělané choroby. Nově jsme zařadili workshop *Cesty lidí*, který hravou formou seznamuje s evolucí člověka. Žáci si z něj navíc odnesou hezkou učební pomůcku. Workshop

*Lidské a zvířecí smysly* zase obeznámí s fungováním různých lidských smyslových orgánů a umožní nahlédnout do netušených světů zvířecích smyslů.

Od poloviny dubna bude možné objednat workshop *Očima bioarcheologa*, na němž si účastníci vyzkouší práci archeologa a pokusí se podle nalezených ostatků určit identitu a příčinu úmrtí člověka. Brzy přibudou ještě programy věnované individuálnímu vývoji člověka a vymírání velkých zvířat. Workshopy jsou určeny maximálně pro 10–12 zájemců. Po doho-

dě lze některé uspořádat i ve vaší škole. Atmosféru sbírek z přelomu 19. a 20. století na sebe nemusíte nechat dýchat jen v Hrdličkově muzeu člověka. Ve spolupráci s katedrou zoologie Přírodovědecké fakulty UK jsme zpřístupnili rovněž akvária, terária a historicky cenné zoologické sbírky této katedry. Exkurzi do nich si můžete rezervovat přes Hrdličkovo muzeum.

Od dubna začneme nabízet také historickou exkurzi po muzeu, která vás přenesení do časů první republiky, kdy doktor Aleš Hrdlička a profesor Jindřich Matiegka kuli plány na založení Muzea člověka. Proč to dělali? Co je k tomu vedlo? Jak vypadala expozice těsně po otevření v roce 1937? To a mnohem více se dozvíte během historické prohlídky.



*Nově můžete navštívit sbírky katedry zoologie - další místo, kde na vás dýchne historie. Foto: Petr Jan Juračka.*

Přehled workshopů najdete na internetové stránce [muzeumcloveka.cz/cs/akce/](http://muzeumcloveka.cz/cs/akce/), kde si je můžete i objednat. Nabídka prohlídek je pak na [muzeumcloveka.cz/cs/prohlidky/](http://muzeumcloveka.cz/cs/prohlidky/).

# Myši v evoluční laboratoři

Evropu obývají dva poddruhy myši domácí. Vědci studují, jak se mění na nové druhy

Michal Andrle



*Oba poddruhy myši domácí od sebe na první pohled rozpozná jen odborník. Na úrovni genů jsou však mezi nimi rozdíly, z nichž lze vyčíst mnoho o způsobu vzniku druhů. Foto: Petr Jan Juračka.*

biologických časopisů na světě *Molecular Biology and Evolution*. Autorem publikace je doktorský student katedry zoologie Václav Janoušek, jeho školitel a současně vedoucí katedry zoologie Pavel Munclinger a jejich spolupracovníci z Michiganské univerzity.

Co je jádrem nového objevu? Vědci využili data získaná v průběhu let čtením genů různých jedinců myší z různých oblastí včetně hybridní zóny. Údaje následně statisticky analyzovali s využitím počítačů. „Výšlo najevo, že hranice mezi oběma (pod)druhy je propustná pro některé geny, zatímco jiné nemají šanci – záleží na tom, kde v buňce plní konkrétní geny svou úlohu,“ popisuje Václav Janoušek.

„Geny, které procházejí přes hranici snadněji, jsou většinou ty, jejichž produkty nacházíme na povrchu buňky, například různé receptory. Geny, jež přes hranici neprocházejí, jsou důležité spíše pro zajištění běžného chodu buněk (jde o takzvané housekeeping genes). Neshoda mezi těmito geny u otce a matky snižuje pravděpodobnost vzniku zdravého potomstva. Vytvoří se tak bariéra znesnadňující křížení, již odborně říkáme bariéra reprodukčně-izolační,“ odhaluje pointu celého pátrání Janoušek. Hybridní zóna mezi dvěma poddruhy myší tedy pomohla ukázat, jak vypadá vznik nových druhů na úrovni jednotlivých genů a jaké mechanismy za ním stojí. ●

Pro biology je myš domácí dlouhodobým, byť nedobrovolným spojencem. Kromě skutečných laboratoří, kde se životní dráhy vědců a myší protínají nejčastěji, však existuje i jakási laboratoř přírodní. Tu představuje hranice mezi dvěma myšími poddruhy. Pro vědce je unikátní příležitostí ke studiu evoluce nových druhů takřka v reálném čase.

Myši jsou věrnými souputníky člověka prakticky od momentu, kdy začal pěstovat polní plodiny a hromadit jejich zásoby. K „domestikaci“ myší došlo již v místě, kde lidé se zemědělstvím začali, tedy v oblasti blízkovýchodního úrodného púlměsíce. Když se zemědělci mladší doby kamenné poprvé vydávali na dobrodružné cesty a osidlovali Evropu, byla jim myš domácí věrnou družkou na jejich putováních. Zajímavé a důležité je, že si Evropu dokonale rozdělily dva myší poddruhy, jež se od

sebe oddělily už ve své původní domovině. Západní část Evropy zabrala myš domácí západoevropská (*Mus musculus domesticus*), která do svého současného areálu pravděpodobně dorazila na palubách lodí. Východní část kontinentu obývá myš domácí východoevropská (*Mus musculus musculus*), která přešla spíše suchou nohou přes Rusko.

Někdy v době před 2,8–6 tisíci lety se oba poddruhy „srazily“. Oblastí této srážky je asi 20 kilometrů široká zóna vedoucí kontinentem od severu k jihu. Jelikož se zde oba poddruhy příležitostně kříží, nazývají ji vědci hybridní zóna. Biologové z katedry zoologie naší fakulty a z Ústavu biologie obratlovců AV ČR pátrají v této jedinečné laboratoři evoluce již více než 20 let. Zatím posledním výstupem jejich práce je studie o vlivu organizace genetické informace na vznik nových druhů, kterou nedávno uveřejnil jeden z nejprestižnějších

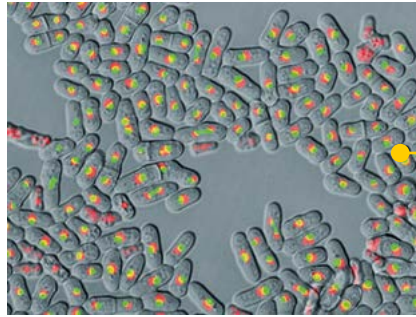
# Detektivem v království kvasinek

*Vědci hledají divoké příbuzné důležitých pokusných mikroorganismů*

Michal Andrlé

Podobně jako její vzdálená příbuzná kvasinka pивní (*Saccharomyces cerevisiae*) také poltivá kvasinka (*Schizosaccharomyces pombe*) slouží biologům jako „pokusný králík“. O vlastnostech kmenů poltivé kvasinky, které využívají vědci v laboratořích, proto dnes víme skutečně mnoho.

Tím překvapivější je zjištění, že o divoce žijících kvasinkách tohoto druhu, jejich způsobu života a šíření po světě nevíme prakticky vůbec nic. Toto bílé místo na mapě lidského poznání začalo být zaplňováno teprve díky práci kolektivu koordinovaného Danielem C. Jeffaresem z University College London, jehož součástí byl i Martin Převorovský z katedry buněčné biologie Přírodově-



decké fakulty UK. Pátrání po historii poltivé kvasinky je skutečnou vědeckou detektivkou.

Badatelé osekvenovali (přečetli) geny všech 161 kmenů tohoto druhu, které jsou dnes vědě známé. Zároveň kvasinky také namnožili, aby si mohli pro-

*Poltivé kvasinky patří k velmi oblíbeným laboratorním organismům. Jejich život ve volné přírodě je však stále obestřen mnoha záhadami. Foto: Martin Převorovský.*

hlédnout nejen jejich geny, ale i jejich skutečnou, živou podobu. Výsledky gigantického šetření v podstatě položily základy pro porozumění historii a šíření této kvasinky. Ještě důležitější však je, že výrazně přispěly k rozšíření poznání tohoto druhu. S informacemi o genetické variabilitě a zejména o vztahu genů a jejich buněčných (fenotypových) projevů budou moci dále pracovat vědci pátrající v tak důležitých oblastech, jako je například schopnost buněk opravovat vlastní poškozenou DNA. ●

## Prima ZOOM SVĚT slaví 20 let

*Televizní magazín dokumentuje světové osobnosti i české stopy v cizině*

Filip Budák



*Moderátor a dramaturg pořadu Jan Kudláček. Zdroj: FTV Prima.*

ších koutech planety. Pořad moderují Jan Kudláček, Anna Kadavá a Josef Kluge.

Během 20 let cestovali reportéři „kolem světa za 52 týdnů“ a posílali týden co týden příspěvky pokaždé odjinud, včetně Antarktidy. Našli bývalého pilota Československé armády, který cvičí ghanské piloty na českých albatrosech létajících nad mořem. Během natáčení v Havaně se náhodou připlatli až na náměstí, kde vystupoval Fidel Castro, a dokonce získali jeho vyjádření na kameru. Zachytili německého kanc-

léře Helmuta Kohla, jak ho v posledním den kariéry náhle napadlo jít si popovídat a rozloučit se s opodál stojícím policejním koněm.

Na schodech Pentagonu zpíval americký ministr obrany do kamery a mikrofonu písničku *Ej, lúčka, lúčka zelená* a vyprávěl o Češích, od nichž se ji v Chicagu naučil. Reportéři rovněž objevili české manžele, kteří žijí v Grónsku, zkoumají Gróňany a zjistili, že psanou formu grónštiny vytvořili moravští misionáři. Tvůrci pořadu natočili výuku češtiny v Koreji, sraz česky mluvících Vietnamců i zemi, kde velká část populace mluví česky: Mongolsko. Navštívili také město Batayporá a několik dalších měst, která v Brazílii založil Baťa. ●



# OD SVĚTLUŠEK KE SVÍTÍCÍM TYČINKÁM

*Prozkoumejte  
„studené světlo“,  
které nás provází  
skoro na každém  
kroku*

Pavel Teplý,  
Luděk Míka





*Luminiscenční barviva pod UV lampou. Ultrafialové záření dodává energii, kterou barviva přeměňují na viditelné světlo. Jeho barvu (tedy vlnovou délku) určuje použitá sloučenina. Foto: Petr Jan Juračka.*

Světlo může vznikat různými způsoby. Jedním z nejběžnějších je zahřátí objektu na dostatečně vysokou teplotu. Příkladem je třeba Slunce (které má na povrchu několik tisíc stupňů Celsia), vlákno obyčejné žárovky nebo plamen svíčky. Spolu se světlem se zde uvolňuje rovněž velké množství tepla. Ale existuje i jiný způsob – luminiscence. Na rozdíl od žárovky či svíčky není v případě luminiscence nutné zdroj světla ohřívat. Světlo je vyzařováno i za nízkých teplot, a navíc při tom nevzniká téměř žádné teplo.

Důležitou odlišností je, že horké předměty vydávají jen žlutooranžové nebo bílé světlo. (Žárovky na vánočním stromku mají okolo žhnoucího vlákna barevné sklo, které jejich světlu propůjčuje křivou barvu.) Zato luminiscenční barviva mohou zářit prakticky jakoukoli barvou.

## STUDENÉ SVĚTLO

Mnoho materiálů kolem nás dokáže za jistých okolností „svítit“ neboli luminiskovat. Svítí bílé oblečení na diskotékách, svítící tyčinky, doklady či bankovky pod ultrafialovou lampou, světlušky v létě, různí mořští živočichové a naši bychom řadu dalších příkladů.

K vyvolání luminiscence potřebujeme dvě věci. Za prvé musíme mít takzvaný luminofor – látku, která může za urči-

tých podmínek svítit. Druhou nezbytností představuje energie. Podstatou celého jevu je totiž dodání energie luminoforu, který ji přemění na viditelné záření.

Luminiscence se dá jednoduše vysvětlit pomocí kvantové fyziky. Když poskytneme luminoforu energii, přeskóčí v něm elektrony na vyšší energetickou hladinu (odborně říkáme, že se excitují). Na této hladině ovšem nemohou zůstat, a proto se vrací na původní čili základní hladinu. Při návratu elektronu se uvolní energie ve formě viditelného záření, tedy světla o určité barvě. Tento proces však není dokonalý – energie vyzařovaného světla je vždy menší než energie, kterou jsme luminoforu dodali.

## MNOHO PODOB LUMINISCENCE

Luminiscenci dělíme na několik typů podle toho, jaká forma energie se při ní přeměňuje na světlo. V první řadě může jít o samotné světlo. Mnohdy však nestačí viditelné světlo, ale je nutné použít ultrafialové (UV) záření, které má vyšší energii. Luminiscence vyvolaná světlem či UV zářením se označuje jako fotoluminiscence. Pokud energii dodáváme prostřednictvím chemické

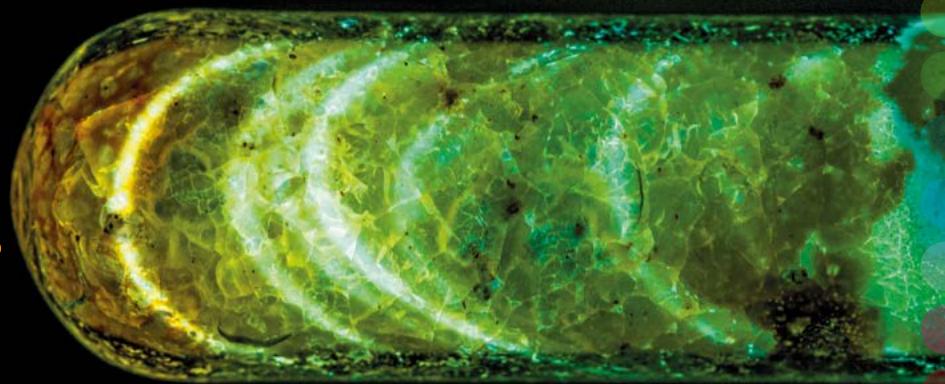
reakce, mluvíme o chemiluminiscenci. Jejím nejznámějším případem jsou svítící tyčinky. Probíhá-li příslušná chemická reakce uvnitř nějakého živého organismu, používáme termín bioluminiscence. Méně obvyklá je mechanoluminiscence, při níž světlo vzniká mechanickou deformací látky – například při rozlepování obálky nebo při drčení krystalů některých sloučenin.

Pojďme se teď na jednotlivé druhy luminiscence podívat podrobněji.

## FLUORESCENCE A FOSFORESCENCE: BANKOVKY I JÍZDENKY

Při fotoluminiscenci dodáváme energii ve formě světla nebo obecněji elektromagnetického záření (více se o něm dozvíte v článku na str. 20-21). Nastává zde velmi zajímavá situace, kdy se záření jedné vlnové délky (obvykle UV) přemění na světlo jiné (delší) vlnové délky. Pěkným příkladem je tonik. Pokud na něj posvítíme neviditelným ultrafialovým zářením, začne vydávat krásné, světle modré viditelné světlo. Příčinou luminiscence toniku je chinin, který tomuto nápoji dodává hořkou chuť. ▶

*Při fosforescenci vydává látka světlo i poté, co byl vypnut zdroj energie (například UV záření). Zde vidíte, jak fosforeskuje tavenina fluoresceinu a kyseliny borité v místech, která byla ozářena UV laserem. Foto: Petr Jan Juračka.*



Fotoluminiscence se dělí podle doby trvání na fluorescence a fosforescenci. Zatímco fluorescence ustává prakticky ve stejném okamžiku, kdy přestaneme dodávat energii, fosforescence může přetrvávat i desítky minut po vypnutí zdroje světla.

Fluorescence má obrovské praktické využití. Fluorescenční látky najdeme v reflexních vestách v autech, které nás chrání před přehlédnutím jinými řidiči. Prací prášky obsahují látky nazývané optické zjasňovače, jež vykazují fluorescence a dokážou přeměnit ultrafialovou složku slunečního záření na jasně bílé světlo. To je důvod, proč se nám čerstvě vyprané bílé prádlo zdá na slunci (či pod UV lampou) bělejší. Díky optickým zjasňovačům je ale bělejší třeba i kancelářský papír.

Na stejném principu jsou založeny zvýrazňovače, které ovšem využívají jiné luminofovy, než prací prášky a díky tomu mohou být různě barevné. Bez fluorescence by nesvítily ani zářivky – jejich součástí je luminofor, pře-

*Uhlíkové kvantové tečky jsou miniaturní kousky uhlíku velké jen několik nanometrů. Díky své velikosti vykazují fluorescence. Rostlina vpravo přijímá kvantové tečky z vodného roztoku, a proto po ozáření UV zářením zeleně světélkuje. Foto: Luděk Míka.*

měňující UV záření vznikající v zářivce na viditelné bílé světlo. Fluorescenční ochranné prvky také chrání bankovky, jízdenky MHD či osobní doklady před paděláním. Fluorescence je velmi častá i u přírodních látek. Mezi známé přírodní luminofovy patří zelené chlorofyly rostlin (svítí červeně), některé bílkoviny (elastin, kolagen), kurkumin v kari, berberin ve vlašovičnicku, vitaminy (A, B, D) a mnoho dalších.

S fosforescencí se běžně setkáváme třeba u štítků označujících nouzové východy. Pokud takový štítek krátce osvítíme UV zářením, můžeme podle typu pozorovat až několik desítek minut dlouhou luminiscenci. Fosforescenci využívají rovněž běžně prodávané předměty „svítící ve tmě“.



## CHEMILUMINISCENCE: SVÍTÍCÍ TYČINKY

Mnoho chemických reakcí produkuje energii. Ta se většinou uvolňuje jako teplo. Existují ovšem i reakce uvolňující energii ve formě, kterou dokáže vhodný luminofor jednoduše převést na světlo. Nejběžnějším příkladem z praxe jsou svítící tyčinky. Tyčinka se skládá ze dvou nádobek. Vnitřní je skleněná; obsahuje luminofor a jednu výchozí látku pro chemickou reakci (jde o složitou organickou sloučeninu nazývanou TCPO). Vnější nádobka obaluje tu vnitřní, je plastová a obsahuje peroxid vodíku. Vtip spočívá v tom, že tyčinka se rozsvítí až v okamžiku, kdy luminofor dostane přísun energie – k čemuž dojde po ohnutí tyčinky. Ohnutím totiž rozloíme sklo vnitřní nádoby. Dosud oddělené látky se smíchají, nastane chemická reakce TCPO s peroxidem vodíku, uvolní se energie a luminofor ji převede na viditelné světlo:

výchozí látky → produkty + energie  
luminofor + energie → luminofor + viditelné světlo

Barva světla už pak závisí na konkrétním luminoforu, který je v tyčince

*Minerál fluorit vydává po zahřátí fialové světlo. Tento jev se nazývá termoluminiscence. Foto: Pavel Teplý.*





obsažen. Luminescence trvá tak dlouho, dokud vzniká energie, jinými slovy dokud probíhá chemická reakce. Svítící tyčinky slouží jako efektní osvětlení především v prostorách, kde nelze použít otevřený oheň.

Jiná chemiluminiscenční reakce pomáhá kriminalistům. Pokud vyšetřovatel zjišťuje, zda jsou na místě činu stopy krve, použije obvykle roztok luminolu. K luminescenci dochází při jednoduché oxidaci luminolu – ta ovšem probíhá, jen pokud je přítomen katalyzátor. Katalyzátorem jsou například ionty železa obsažené v červeném krevním barvivu hemoglobinu. Kontakt luminolu s krví proto vede k intenzivní modré luminescenci. Pro detektivy ale představuje nepříjemnou komplikaci skutečnost, že oxidaci mohou katalyzovat i ionty jiných kovů (třeba mědi), nebo dokonce běžné úklidové prostředky.

### BIOLUMINESCENCE: SVĚTLUŠKY A MEDÚZY

Látky potřebné pro chemiluminiscenční reakce nemusejí pocházet jen z vědeckých laboratoří. Také některé živé orga-

nismy se naučily vyrábět sloučeniny, jež při svém rozkladu produkují světlo. Nacházíme je mimo jiné u medúz, hlubokomořských ryb, světlušek, a dokonce i plísni nebo dřevokazných hub. Princip této takzvané bioluminescence je úplně stejný jako v případě chemiluminiscence, jen látky vstupující do reakcí jsou odlišné. Například u světlušek jde o molekulu pojmenovanou luciferin, která reaguje s kyslíkem za přítomnosti enzymu luciferázy. Na rozdíl od svítících tyčinek však dokážou světlušky kontrolovat, kdy budou svítit a kdy ne.

### MÉNĚ ZNÁMÉ TYPY LUMINESCENCE: OBÁLKY A MINERÁLY

Pozoruhodným způsobem vzniká světlo při mechanoluminiscenci. Když na nějakou látku (většinou na krystal) působíme tlakem či tahem, narušíme její vnitřní strukturu. Chemické vazby mezi atomy praskají a uvolňuje se energie. To není nic zvláštního – energie se uvolňuje při zániku všech vazeb.

Úžasné ovšem je, že existují látky, které ji vydávají ve formě světla! Můžete se o tom snadno přesvědčit. Některé dopisní obálky totiž při rozlepování modře světélkují. Musíte ovšem použít správné „samolepící“ obálky a musíte je otevírat potmě.

Poměrně kuriózním typem luminescence je termoluminescence neboli uvolňování světla při zahřívání. Typickým příkladem je minerál fluorit (chemicky fluorid vápenatý), který po zahřátí krásně fialově lumineskuje. Vysvětlení je stejné jako v případě mechanoluminiscence. Zvýšení teploty poruší krystalovou mřížku nerostu a uvolněná energie se projeví jako viditelné světlo.

*Fenomén luminescence mapuje také putovní výstava velkoformátových fotografií, která vznikla na katedře učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty UK. Pedagogové registrovaní v projektu Přírodovědci.cz si ji mohou zapůjčit v Katalogu pro učitele na [www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/236-luminescence](http://www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/236-luminescence).* ●



*Fluorescence roztoků několika luminescenčních barviv při osvětlení UV zářením. Barva vyzařovaného světla závisí na použité chemické látce. Foto: Luděk Míka.*





Žlutásek řešetlákový ve viditelném světle (vlevo) a v ultrafialové části spektra (vpravo). Na snímku vpravo jsou dobře patrné plochy odrážející ultrafialové paprsky, které nemají ve viditelném světle žádný předobraz. Foto: Pavel Pecháček a David Stella.

## Pohlednice z ultrafialových krajů

*Někteří živočichové vidí barvy, které lidem zůstávají skryty*

Pavel Pecháček

Ze Slunce dopadá na zemský povrch záření o různých vlnových délkách. Pouze úzkou část celého tohoto spektra tvoří viditelné světlo, na které je citlivý lidský zrak. Rozsah jeho vlnových délek se pohybuje zhruba od 390 do 700 nanometrů. Existuje však řada živočichů, jejichž zrak tyto hranice do jisté míry překračuje. Některé plazi jsou například citlivé také na infračervené záření (s vlnovými délkami 700 nanometrů až 1 milimetr).

### TAJNÉ VZKAZY V UV

Mnozí živočichové jsou na druhou stranu vnímaví k paprskům o vlnových délkách kratších, než má viditelné světlo. V tom případě mluvíme o ultrafialovém (UV) záření; zde nás bude zajímat hlavně takzvané blízké UV A v rozmezí 315–400 nanometrů. Existuje zároveň nemalý počet živočichů a rostlin, kteří nesou na povrchu svého těla kresby či

vzory viditelné pouze v této části spektra. Podobné struktury jsou tedy neviditelné pro organismy, jež nejsou citlivé na UV. Takové znaky se pak mohou uplatnit jako tajné signály, skryté třeba před zraky predátora.

Dodejme, že zbarvení povrchu organismu můžeme zjednodušeně dělit na dva typy. Pigmentové je založeno na barvivech, která pohlcují (absorbují) světlo určitých vlnových délek. Strukturální využívá jiné optické jevy, například odraz či lom světla. Výsledné zbarvení je často dáno kombinací obou typů, což platí i pro to ultrafialové.

### VODÍTKA PRO OPYLOVAČE

Kresby patrné pouze v UV najdeme třeba na některých květech. Často uváděným příkladem je blatouch bahenní, jehož květy se nám jeví jako zcela žluté. Na fotografii zachycující ultrafialovou část spektra se ale střed

květu jeví tmavý, protože pohlcuje UV složku dopadajícího slunečního záření. Jasně světlá je pouze část okvětních lístků, která UV paprsky odráží. Tradičně se uvádí, že ultrafialové vzory slouží opylovačům jako vodítka či návěstidla k místu, kde se nachází pyl, přičemž velmi důležitým aspektem takového zbarvení je kontrast jednotlivých částí květu. Kromě blatouchu existuje i spousta dalších rostlin, jejichž květy se při zahrnutí UV složky spektra zdají jiné, než jak je běžně známe.

Jedním z prvních, kdo si fenoménu ultrafialových kreseb na květech povšiml, byl americký entomolog Frank E. Lutz. Věnoval se jak obecné problematice spojené s těmito vzory, tak jejich významu pro opylovače, především včely. Byl pravděpodobně prvním badatelem, který tyto kresby dokázal trvale zaznamenat (používal





Otakárek fenyklový na běžné (vlevo) a „ultrafialové“ (vpravo) fotografii. Všimněte si modrých skvrn na zadních křídlech, které intenzivně odrážejí ultrafialové záření. Foto: Pavel Pecháček a David Stella.

k tomu takzvanou dírkovou komoru). Ukázal také, že „neviditelné“ vzory nejsou pouze doménou rostlinné říše, a pořídil „ultrafialové“ obrázky prvních živočichů, konkrétně motýlů.

### MOTÝLI: BAREVNĚJŠÍ, NEŽ SI MYSLÍTE

Motýli se později stali vhodnými modelovými organismy pro studium UV kresby a evolučně-ekologických aspektů s nimi spojených. U motýlů, podobně jako u dalších skupin, plní tyto vzory často funkci druhotného pohlavního znaku. Ten může sloužit například k rozpoznání správného sexuálního partnera. Pokud je vytvoření kresby pro živočicha energeticky náročné, může také informovat o kvalitách svého nositele.

Ultrafialové kresby motýlů často kopírují různé vzory či plochy patrné i ve viditelném světle. Známe však několik výjimek. Jednu z nich představuje dobře známý motýl, který je pro svou jasně žlutou barvu nepřehlédnutelnou ozdobou naší přírody. Řeč je o žlutásku řešetlákovém (*Gonepteryx rham-*

*ni*). Samec žlutásky, který se nám jeví jako citronově žlutý, vypadá v UV oblasti spektra poněkud jinak. Plošky na vrchní straně předních křídel poměrně silně odrážejí ultrafialové záření, kdežto okraje křídel jej pohlcují. U samice naopak UV paprsky silně odráží spodní strana křídel. Není náhodou, že žlutásek zaujal už první badatele na tomto poli. V 50. letech minulého století se pak stal zřejmě prvním živočichem, jehož ultrafialová podoba byla zachycena s využitím klasické fotografie.

V následujících letech se do hledáčku přírodovědců dostaly rovněž další druhy motýlů a dnes už existuje mnoho studií, které odhalují nesčetná tajemství těchto vzorů. Pozoruhodné je, že plochy odrážející UV jsou na křídlech často patrné jen z určitého úhlu. Při pohybu křídel tak kresba působí dojmem, jako by blikala nebo lidově řečeno házela prásátka.

### PAVOUCI, PTÁCI A HRABOŠÍ MOČ

Kresby či vzory viditelné jen v ultrafialovém záření nalezneme také u jiných

bezobratlých. Kromě brouků jsou to například někteří pavouci. U nich mají kresby odrážející UV, podobně jako u motýlů, roli důležitých druhotných pohlavních znaků. V případě skákavky *Cosmophasis umbratica* jsou dokonce nezbytné pro samotné zahájení námluv mezi partnery. Další pavouk, australský běžník *Thomisus spectabilis*, láká pomocí své UV kresby kořist na květ, kde sedí. Napodobuje tak kontrastní ultrafialový vzor, který je klíčový pro komunikaci rostlin s opylovači.

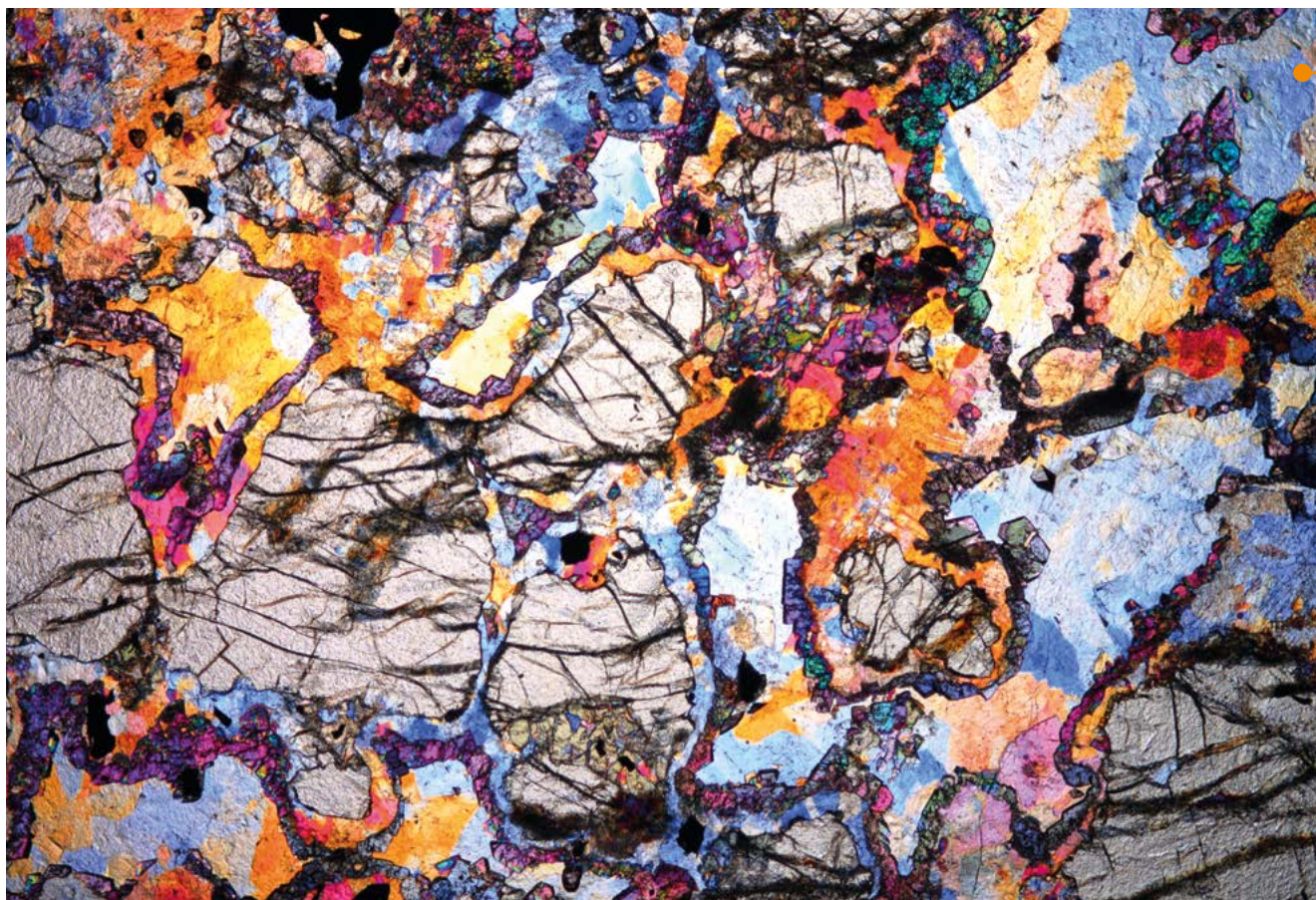
Ultrafialové zbarvení není výjimkou ani mezi obratlovci. Setkáme se s ním u ryb i plazů, avšak nejprozkoumanější je u ptáků. Také jim slouží tyto vzory jako znaky spojené s výběrem pohlavního partnera. Citlivost zraku na ultrafialové vlnové délky ovšem využívají někteří ptáci rovněž při hledání potravy. Jedním příkladem jsou poštolky, vyhledávající vhodná loviště podle množství UV záření odraženého močí hrabošů – „zářivější“ louka skýtá více kořisti. Někteří pěvci zas umí podle charakteru odražených UV paprsků rozpoznat zralé borůvky. ●



# Pestrý svět minerálů a hornin

*Z obrázků připomínajících kaleidoskop umí geologové vyčíst historii horniny*

Radim Jedlička



V dnešní době máme možnost pozorovat přírodu z mnoha úhlů i vzdáleností. Díky dalekohledům na oběžných drahách pronikáme až do dalekých koutů vesmíru. Při rozhledu z vysoké hory můžeme obdivovat pohoří, sopky, kaňony či mohutné skalní útvary.

Pokud se díváme zblízka na horniny, všimneme si, že každá má trochu jinou barvu, jinou strukturu a že v ní jsou krystalky různých barev, velikostí i tvarů. Ale co kdybychom se chtěli podívat ještě blíže? Dá se nahlédnout až do nitra horniny, kde minerály vytvářejí krys-

taly v měřítku mikrometrů? A mohli bychom zde rozeznat jednotlivé nerosty? Na pomoc nám přichází polarizační mikroskopie.

## **POLARIZACE: BARVY ODHALUJÍ TAJEMSTVÍ**

Se světlem se setkáváme každý den. Ve vědě je ovšem nutné jeho paprsky upravovat a přizpůsobovat tak, aby nám byly nápomocny v situacích, kdy běžné světlo nic nezmuže. Pokud dokážeme měnit směr a délku světelných vln, nebo je dokonce rozdělovat a zase skládat dohromady, odhalí nám to nové

skutečnosti, které při běžném pozorování zůstávají skryty. V geologii a mineralogii využíváme pro mikroskopické studium minerálů či hornin polarizovaného světla.

Pojďme si alespoň zjednodušeně popsat cestu světla od jeho zdroje skrze aparát takzvaného polarizačního mikroskopu až k našim očím. Jak říká kvantová teorie, světlo se chová jako proud částic nebo jako vlnění. My teď budeme brát světlo jako vlnění. Když prostorem letí běžné (nepolarizované) světlo, kmitá ve všech možných rovi-

*Při výzdvihu hornin ze zemského pláště k povrchu přestávají být původní minerály stabilní a rozpadají se. Z pestrobarevných pyroxenů tak zde zůstaly jen jejich okraje připomínající řetízky. Sedé granáty jsou však stále zachovány. Foto: Radim Jedlička.*

nách kolmých na směr šíření. Můžeme to přirovnat k děláni vln na nataženém provazu. Pokud budeme jedním koncem provazu máchat ledabyle, budou se na druhý konec šířit vlny kmitající v různých směrech. Takto se mikroskopem šíří nepolarizované světlo ze žárovky. Následně však jeho paprsky projdou polarizátorem. V něm se světlo mění na polarizované, které kmitá pouze v jedné rovině. V analogii s provazem to vypadá stejně, jako kdybychom rukou hýbali nahoru a dolů. Na provaze se pak budou tvořit vlny ležící v jediné (svislé) rovině.

Nastává chvíle, kdy polarizované světlo prochází přes vzorek. Než ale dáme horninu pod mikroskop, musíme ji nejdříve upravit. Z horniny se zhotoví tenké průhledné plátky o síle 30 mikrometrů, kterým se říká výbrusy. Ty se nalepí na sklíčko a vše je připraveno k pozorování.

Po vniknutí světla do horniny dochází k dvojlomu: paprsek procházející zrnem minerálu se rozdělí na dva paprsky kmitající ve dvou na sobě kolmých rovinách. Mění se také směr a rychlost šíření paprsků. To si můžeme připodobnit k pokusu s klackem

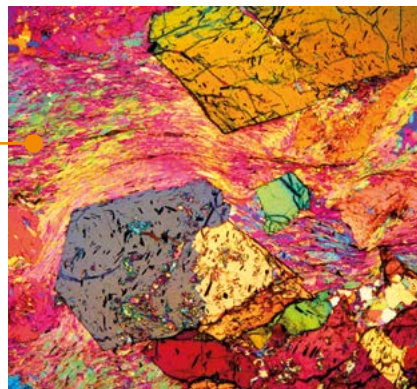
*Tlak, jenž při pohybu horninových bloků či celých litosférických desek působí na horniny, určuje usměrnění minerálů. Ve svoru jsou jemné šupinky měkkých pestrobarevných slúd stlačovány pevnými krystaly temně hnědých staurolitů. Foto: Radim Jedlička.*

částečně ponořeným do vody. Když se na něj díváme, jeví se nám jako zlomený. Jak moc se klacek (nebo světlý paprsek) „ohne“, je určeno indexem lomu – což je poměr mezi rychlostí světla ve vakuu a rychlostí světla v daném prostředí. Čím vyšší je index lomu, tím vyšší má příslušný minerál optickou hustotu. Díky rozdílu v ní můžeme na výbrusu horniny pozorovat hranice jednotlivých zrn. Zrna s větší optickou hustotou jsou výraznější a tvoří v mikroskopu reliéf vystouplý nad ostatními.

### OD ČERNOBÍLÉ PO VŠECHNY BARVY SPEKTRA

Pravá zábava však nastává, když použijeme takzvané analyzátoři. První z nich sestrojil roku 1828 skotský geolog William Nicol, proto se jim říká „nikoly“. Po opuštění výbrusu horniny jsou paprsky vzniklé dvojlomem fázově posunuty – zjednodušeně řečeno, vrcholy jejich vln se nekryjí. Nikol nám oba tyto paprsky opět složí. Díky vzájemnému sčítání a odečítání světelného vlnění o různých vlnových délkách vzniknou složením charakteristické barvy, jež jsou unikátní pro každý minerál.

Světlý paprsek nakonec přes soustavu čoček v okulárech dorazí do oka a nám se naskytne pohled na záplavu různobarevných zrníček, která živě při-



pomíná hru s kaleidoskopem. Můžeme pozorovat šedobílé křemeny a živce, zelené pyroxeny, hnědé či modré amfiboly, červené spinely nebo žluté epidoty. Rozličná barevnost minerálů v polarizačním mikroskopu je jejich nejzákladnějším rozpoznávacím znakem.

### MIKROSKOPICKÉ VULKÁNY A KOLIZE KONTINENTŮ

Největším přínosem polarizační mikroskopie pro geologii je fakt, že procesy a události, které vidíme v mikroměřítku, jsou přesnou analogií toho, co pozorujeme v přírodě pouhým okem. S polarizačním mikroskopem od sebe dokážeme rozlišit horniny usazené, vyvěřelé a přeměněné. Podle povahy a vytříděnosti materiálu jsme schopni určit, zdali se pískovce či vápence usazovaly v moři, nebo v jezeře. Díky orientaci minerálních zrn můžeme zjistit směr a rychlost toku lávy. Z poměru světlých a tmavých minerálů se zase dá určit, jaký typ sopky se na daném místě nacházel.

Můžeme sledovat, jak se v hlubinách Země vytvářely horniny z roztaveného magmatu, a určovat, které minerály vyrostly jako první a které měly největší sílu růstu. Jsme schopni pozorovat proměny nerostů při metamorfóze, tedy přeměně hornin. Na základě barevnosti minerálu amfibolu, jež závisí na jeho složení, umíme například odhadnout, za jakých teplot a tlaků se hornina vyvíjela. Pokud zpozorujeme stopy po tavení minerálů, víme, že hornina byla vystavena extrémně vysokým teplotám.

Přírodovědci dnes využívají různé supermoderní technologie. Přesto je polarizační mikroskopie stále nedílnou součástí geologického výzkumu a užitečným pomocníkem při studiu vzniku i vývoje hornin a minerálů. ●





# Všeho moc škodí – i světla

*Světlo je pro život na Zemi nezbytné. Stejně důležitá je ovšem také tma*

Tomáš Matějček

Pokud nebydlíte zrovna na samotě, víte, kolik světla je kolem nás i v noci – veřejné osvětlení, reklamy, okna bytů, kde ještě nešli spát... Na toto takzvané světelné znečištění začali jako první upozorňovat astronomové. Všimli si totiž, že má značný vliv na pozorování noční oblohy. Zatímco v minulosti bylo možné při dobrých pozorovacích podmínkách rozlišit pouhým okem na nebi asi 3 500 hvězd, na přesvětlené obloze dnešních velkoměst jich při stejných podmínkách uvidíme sotva čtyři stovky.

Postupně se začalo ukazovat, že světelné znečištění má i mnohem vážnější důsledky. Nedostatek noční tmy totiž negativně působí na mnohé organismy včetně člověka. Nadměrné svícení je zároveň zbytečně nákladné.

## HMYZ I ROSTLINY V OHROŽENÍ

Dnes již známe mnoho příkladů, jak nedostatek tmy ovlivňuje živé organismy. Řada druhů hmyzu létá za světlem, a je tak přesvětlenými městy doslova „vysávána“ z okolní krajiny. Ve městě pak hmyz z různých důvodů hyne. Když bylo například zavedeno osvětlení v pražských ulicích, museli metaři každé ráno pod lampami uklízet velké množství uhynulých jepic. Po několika letech jepice z Prahy prakticky vymizely. Podle některých odhadů se jen během posledních 50 let snížily populace řady hmyzích druhů v urbanizovaných oblastech zhruba na desetinu. To má samozřejmě dalekosáhlé dopady na celé ekosystémy.

Nadměrné noční osvětlení také zvýhodňuje některé predátory a naopak

je nevýhodou pro jejich kořist. U některých druhů (třeba u světlušek) byly zas pozorovány poruchy komunikace a rozmnožování. Zatímco ve tmě jsou nelétavé samičky světlušek schopny přilákat svým světlem samečky až na vzdálenost 45 metrů, světelné znečištění tento dosah citelně snižuje.

Noční světlo ovlivňuje i rostliny, zejména dřeviny. Opožďuje se opadávání listů na podzim, které je v přírodě spouštěno zkracováním dne. Listy tak opadají až poté, co zmrznou – a to znamená pro rostlinu značný stres. Zkušenosti ukazují, že noční nasvícení památných stromů je z tohoto důvodu „osvědčeným receptem“ na jejich likvidaci během několika málo desítek let.



*Nadměrné osvětlení tráří prakticky všechna větší města včetně Prahy. Mezi hlavní zdroje světla zde patří pouliční lampy, doprava, reklamní panely, výlohy obchodů, ale také jednotlivé domácnosti. Foto: Petr Jan Juračka.*

## A CO LIDSKÉ ZDRAVÍ?

Nedostatek noční tmy je (hned po hluku) druhým nejvýznamnějším faktorem, který zhoršuje kvalitu spánku. Noční osvětlení narušuje životní rytmus lidí a vede k poruchám funkce vnitřních biologických hodin. Ty řídí naše tělo tak, aby bylo v dané denní době připraveno buď k práci, nebo naopak k odpočinku. Vnitřní biologické hodiny musí svůj chod průběžně sladovat se skutečným časem, k čemuž potřebují střídání světla a tmy.

Nedostatek tmy ve spánku vede ke snížení produkce melatoninu. Tato látka, přezdívaná také „spánkový hormon“, se vytváří během noci v oblasti mozku zvané šišinka. Pro lidské tělo je melatonin důležitý mimo jiné proto, že přispívá k ochraně proti nádorovým onemocněním.

Předmětem aktuálních výzkumů je vliv nedostatečné tmy ve spánku na poškození zraku (podle dosavadních zjištění se to týká především dětí) a na zvýšený výskyt obezity. Lidský organismus si totiž během roku vytváří tukové zásoby na zimu, které začíná spotřebovávat v době, kdy se zkracuje délka dne a klesá intenzita okolního osvětlení. Pokud však tento signál nedostane, hromadí tukové zásoby dál.

*Ukázka vhodného a nevhodného způsobu osvětlování ulic. Zatímco v levé části obrázku je světlo rozptýlováno všemi směry a od oblohy se dále odráží do volné krajiny, světlo lamp v pravé části obrázku je soustředěno tam, kde je to účelné. Kresba: Karel Cettl.*

Problémy působí rovněž změna spánkového režimu – bdění dlouho do noci nebo pozdní ranní vstávání. Ještě vážnější je celkové zkrácení doby spánku v zimě, často až na polovinu (dříve lidé v zimě spali až 12 hodin denně). Důsledkem je trvalý nedostatek spánku, který podporuje chuť k jídlu, projevuje se celodenní únavou, nárůstem výskytu cukrovky a podobně. Kratší doba spánku navíc přispívá i ke zvýšené míře světelného znečištění, protože lidé, kteří v noci nespí, potřebují svítit – čímž se bludný kruh uzavírá.

## EXISTUJÍ ŘEŠENÍ?

Ideální by bylo, kdybychom v noci nesvítili a spali, jak tomu bývalo po staletí. To je samozřejmě utopie. Můžeme ovšem noční svícení omezit, a především svítit účelněji. Existují pozitivní příklady, které ukazují správnou cestu. Tak třeba přítavnost osvětlených sídel pro hmyz lze řešit vhodným cloněním, aby byl z dálky vidět pouze osvětlený terén, a nikoliv zdroj světla. Tam, kde je v noci malý provoz (například ve vilových čtvrtích), je možné spínat osvětlení ulic fotobuňkou. Lamy pak svítí, jen když je opravdu potřeba.

Efektivitu osvětlení zlepšuje také vhodné nasměrování lamp a snížení intenzity světla. Příliš ostré nebo špatně směřované světlo totiž oslňuje chodce i řidiče. Některé výzkumy dokonce dokládají, že z těchto důvodů znamená nižší intenzita osvětlení menší kriminalitu a riziko dopravních nehod.

Dopady na své vlastní zdraví můžeme zmírnit tím, že přiblížíme svůj spánkový režim přirozenému střídání dne a noci – spíme, když je tma, a v zimě spíme déle. Případně lze používat tmavé látkové masky zakrývající oči nebo zatemňovat okna pomocí rolet či okenic.

Lidé stále nemají dostatek informací o negativních dopadech světelného znečištění. Zlepšit informovanost se u nás i v zahraničí snaží především hvězdárny. Osvětě napomáhá také vyhlásování oblastí tmavé oblohy. V České republice byly zatím vyhlášeny tři – najdeme je v Jizerských horách, v Beskydech a v okolí Manětína na Plzeňsku. ●



# Vítaná změna klimatu

*Podkrušnohoří je dnes slunečnější než před odsířením uhelných elektráren*

Ivan Sládek, Lenka Hájková

Federico García Lorca složil báseň o tom, že voli v Andalusii mají rádi raní mlhy. O mlhách v Podkrušnohoří, natož o tom, že by je měl někdo rád – pokud víme –, žádné básně nejsou. Ani se tomu nedivíme. Zvláště lidem, kteří v kraji mezi Chomutovem a Ústím nad Labem žili v 70. a 80. letech dvacátého století, nepůsobily mlhy žádné potěšení.

Koho by také mohlo těšit počasí, jaké bylo například v lednu 1971 v Teplících? V tomto měsíci, tedy za 31 dnů, zaznamenala meteorologická stanice Teplice 25 dnů s mlhou. Od 2. do 14. ledna trvala nepřerušovaná řada 13 dnů s mlhou. Během ní v celkem 11 dnech nenaměřil heliograf, přístroj zaznamenávající délku trvání slunečního svitu, vůbec nic. Za celý leden 1971 bylo v Teplících jen 15 hodin slunečního svitu. To je extrém-

ně málo – a podstatně méně, než by tam bylo, kdyby podnebí dotyčné oblasti nezneškodnotil vysoký stupeň znečištění ovzduší.

## **MLHA, KOUŘMO, ZÁKAL**

V meteorologii se za mlhu považuje aerosol vodních částic v kapalném nebo tuhém skupenství vznášejících se ve vzduchu, který snižuje vodorovnou dohlednost alespoň v jednom směru pod jeden kilometr. Je-li vodním aerosolem snížena dohlednost na 1–10 kilometrů, zaznamenávají to meteorologické stanice jako kouřmo. Kouřmo je tedy vlastně řídká mlha.

Při mlze je vzduch blízky nasycení vodní párou a také při kouřmu je relativní vlhkost vysoká. To odlišuje mlhu a kouřmo od zákalu, při němž je dohlednost rovněž snížena, ovšem pevnými částicemi

prachu různé povahy. Mlha a kouřmo jsou hydrometeory (z řeckého *hydór* – voda), zákal je litometeor (z řeckého *lithos* – kámen). Všechny tři jevy se spolu s oblačností podílejí na snížení průhlednosti atmosféry pro sluneční záření a zeslabují jeho intenzitu.

## **JAK SE RODÍ MLHA**

Pro vznik mlhy je zapotřebí, aby byl vzduch nasycen vodní párou – tedy aby teplota vzduchu nebyla vyšší než jeho rosný bod. Rosný bod je teplota, na kterou se musí vzduch za nezměněného tlaku a obsahu vodní páry ochladit, aby množství vodní páry v něm obsažené stačilo k jeho nasycení. Nasycený vzduch má relativní vlhkost 100 %. K nasycení mohou vést různé procesy, které způsobují buď snížení teploty vzduchu, nebo zvýšení jeho rosného bodu (zvětšením obsahu vodní

*Mlha pohlcuje a rozptyluje sluneční záření. Je-li dostatečně hustá a vertikálně mocná, může zabránit proniknutí přímého slunečního záření (takového, při kterém předměty vrhají stín) k zemskému povrchu. Foto: Miloš Sládek.*

páry). Na těchto procesech je založena podrobnější klasifikace mlhy; rozlišujeme například mlhu advektivní, radiační, advektivně-radiační, mlhu z výparu a další.

Ale samotné nasycení vzduchu pro vznik mlhy nestačí. Aby došlo ke kondenzaci, tedy k přechodu vodní páry do kapiček, musí být ve vzduchu kondenzační jádra. To jsou částice mikrometrové a menší velikosti, na jejichž povrch se mohou vázat molekuly vodní páry a posléze vytvořit kapičku. Kondenzační jádra mohou být kapalná nebo tuhá. Tuhá jsou buď rozpustná, nebo nerozpustná, ale s povrchem smáčitelným vodou. Mezi kapalná patří kapičky roztoků solí, kyselin a dalších látek. Kondenzační jádra napomáhají kondenzaci s různou účinností – podle svých fyzikálních a chemických vlastností. Za mrazu je mlha tvořena kapičkami přechlazené vody, které mohou při velmi silném mrazu přejít do pevného skupenství. Přímý přechod vodní páry do ledových částic hraje při vzniku zmrzlé mlhy malou roli.

Kondenzační jádra jsou příčinou vztahu mezi mlhou a znečištěním ovzduší. Mnohé částice, jež se do vzduchu dostávají jako součást exhalací z prů-

*Počet dnů s mlhou a délka trvání slunečního svitu v letech 1970–2013. Body znázorňují údaje za jednotlivé roky, úsečky lineární trendy. Data jsou z meteorologických observatoří Kopisty u Mostu a Tušimice. Autor grafu Ivan Sládek, zdroj dat ČHMÚ.*

myslových a jiných umělých zdrojů, případně z těchto exhalací vznikají chemickými procesy v atmosféře, jsou totiž velmi účinnými kondenzačními jádry. Silně proto podporují tvorbu mlhy. Podkrušnohoří není jediný region, kde se to spektakulárně projevilo. Vzpomeňme třeba na londýnské mlhy, které ještě v polovině 20. století dokázaly paralyzovat život tohoto obrovského města. Anglie je také vlastní slova smog – vzniklo spojením částí anglických slov *smoke* (kouř) a *fog* (mlha). Dnes jsou londýnské mlhy minulostí. Může za to zlepšení čistoty ovzduší díky zákonům omezujícím znečišťování a díky nahrazení tradičních krbů ústředním topením. V Podkrušnohoří prožíváme podobné změny jako ty, které proběhly v Londýně.

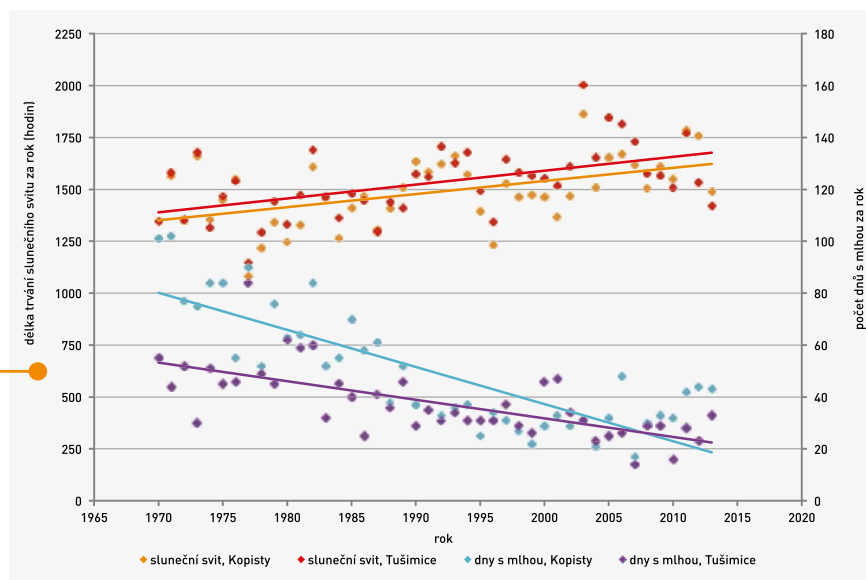
## OBĚTOVANÁ KRAJINA A JEJÍ VZKŘÍŠENÍ

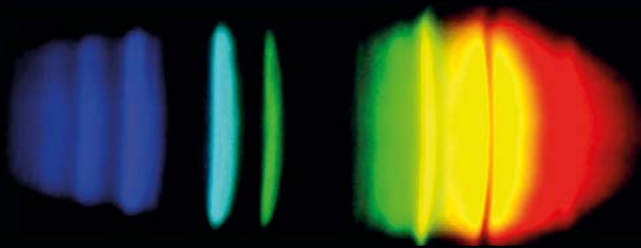
V 70. a 80. letech minulého století se v hnědouhelném revíru mezi Chomutovem a Ústím nad Labem těžilo kolem 70 milionů tun uhlí ročně. Podstatná část tohoto uhlí byla v dané oblasti také spalována, hlavně ve velkých elektrárnách Tušimice I a II, Ledvice, Počeradý,

Pruněřov I a II. Tyto elektrárny dodávaly asi 40 % elektřiny produkované v Československu. V souhrnu pálily stovky kilogramů uhlí každou vteřinu a vypouštěly do ovzduší – kromě jiných látek – kilogramy oxidu siřičitého za vteřinu. Část jej reagovala se vzdušnou vlhkostí a měnila se na kyselinu sírovou.

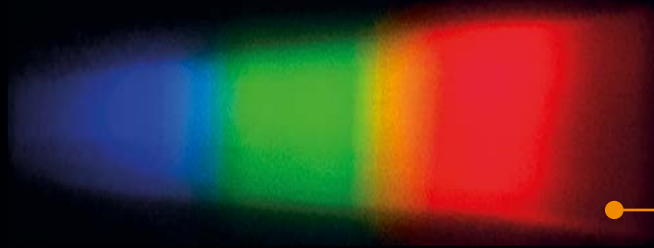
Neudržitelná situace si ještě za minulého režimu vynutila určité snížení emisí škodlivin, zejména u menších zdrojů. Zásadní obrat nastal v průběhu 90. let, kdy byly velké uhelné elektrárny vybaveny zařízením odstraňujícím sloučeniny síry z jejich spalin. Některé elektrárny a další zdroje znečišťování ovzduší navíc ukončily provoz.

Jaký to mělo vliv na podnebí v Podkrušnohoří, výmluvně ukazuje náš graf. V poslední čtvrtině období 1970–2013 nebyla na observatořích v Kopistech a Tušimicích ani polovina toho počtu dnů s mlhou, který se zde vyskytl v první čtvrtině období. Naproti tomu bylo na obou místech v poslední čtvrtině stejného období naměřeno asi o pětinu delší trvání slunečního svitu než v první čtvrtině. ●





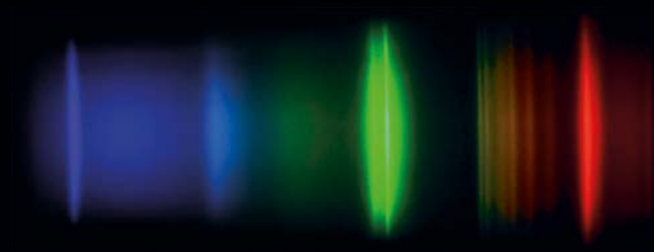
vysokotlaká sodíková výbojka



klasická žárovka



LCD monitor



kompaktní fluorescenční zářivka

## Proč jsou věci barevné?

*Světlo jsou vlny, energie a barvy. Jak to spolu souvisí?*

Petr Šmejkal

„Bůh řekl: „Budiž světlo,“ a bylo světlo.“ Tento citát z Bible zná snad každý. Dvě slova – a světlo bylo na světě. Nicméně ač se to nezdá, znamenala ona dvě slova spuštění řady fyzikálních procesů, které stojí za vznikem a existencí světla. Pojdme se podívat na jeho základní vlastnosti. Když jim porozumíme, dobereme se odpovědi na otázku z titulku.

### ELEKTŘINA A MAGNETISMUS „DĚLAJÍ VLNY“

Světlo je obvykle chápáno jako druh záření. Záření – tedy i světlo – se chová v některých případech jako elektromagnetické vlnění a v jiných případech jako částice. Nás bude zajímat hlavně jeho vlnový charakter. Elektromagnetické záření šířící se v prostoru vytváří kolem sebe měnící se elektrické a magnetické pole, které má cel-

kově tvar vlny. Zkuste si to představit třeba tak, že se rozběhnete a budete střídavě upažovat a dávat k tělu nejprve pravou a pak levou ruku. Když se na vás budeme dívat shora, uvidíme vlnu a také jakési „pole“ tvaru vlny, jímž jste ovlivňovali okolí (například pokud se vám někdo připlétl do cesty, určitě raději rychle uhnul). Podobně i světlo ovlivňuje své okolí polem, které vytváří.

Jednotlivé typy elektromagnetického záření se od sebe liší právě tímto polem, konkrétně délkou jeho vlny. Světlo proto můžeme popsat pomocí veličiny zvané vlnová délka. Je to vzdálenost, kterou urazí elektromagnetická vlna, než se začne opakovat. V našem přirovnání jde o dráhu, jakou uběhneme, než začneme znovu upažovat stej-

nou rukou jako na startu. Když dva lidé běží stejnou rychlostí, ale různě rychle upažují, budou jejich „vlnové délky“ odlišné.

Podle vlnové délky dělíme záření na několik druhů. Pokud vlnová délka leží zhruba v rozmezí 400–760 nanometrů (nanometr je miliardtina metru), pak jsme schopni toto záření vidět a říkáme mu světlo. Překvapivě jde pouze o malou část záření kolem nás. Záření kratších vlnových délek (asi 10–400 nanometrů) nazýváme ultrafialovým. Ještě kratší vlnové délky má rentgenové záření a záření gama, vznikající radioaktivním rozpadem atomových jader. Na opačnou stranu od viditelného světla – směrem ke stále větším vlnovým délkám – se nachází infračervené, mikrovlnné a rádiové záření.



*Když světlo z nějakého zdroje rozložíme na jednotlivé barvy, získáme takzvané spektrum. Zde vidíte spektra několika světelných zdrojů, které vnímáme jako bílé či žluté. Je vidět, že ve skutečnosti vyzařují světlo mnoha různých barev. Foto: Jan Havlík.*

## HRÁTKY S BARVAMI

Zaměřme se teď na viditelné záření. Proč jsou věci vidět a proč jsou barevné? Protože naše oči dokážou se světlem interagovat (vnímat je) a následně ho převést na barevný vjem. Důležité je, že barva závisí na vlnové délce. Pokud nám do oka dopadne záření o vlnové délce asi 400 až 450 nanometrů, budeme ho vnímat jako fialové. Světlo s vlnovou délkou 450–500 nanometrů vyhodnotíme jako modré. Barvy dále pokračují přes zelenou, žlutou a oranžovou k červené, která má vlnovou délku zhruba nad 600 nanometrů.

Co se stane, když na oko dopadne soubor všech těchto barev – tedy všech vlnových délek? Zní to možná překvapivě, ale pak budeme světlo vnímat jako bílé. Je zajímavé, že z červené, zelené a modré dokážeme „namíchat“ prakticky jakoukoliv další barvu. Zjednodušeně řečeno stejně intenzivní světlo těchto tří barev vytváří dohromady dojem bílé, červené a zelené světlo stejné intenzity dojem žluté, červené a modré dojem purpurové a tak dále. Jedná se o takzvaný RGB model skládání barev (podle anglických slov red, green a blue). Pracují s ním třeba televize, počítačové monitory a displeje mobilů. Takto vše funguje, když je světlo vysíláno (emitováno) z nějakého zdroje.

*Světlo vytváří při svém šíření prostorem elektrické (modře) a magnetické pole (červeně). Obě pole mají tvar vln, které kmitají v navzájem kolmých rovinách. Vzdálenost mezi sousedními vrcholy vlny se nazývá vlnová délka ( $\lambda$ ). Kresba: Karel Cettl.*

Barevné jsou však i věci, které nijak nesvítlí. Proč? Protože jsou schopné světlo pohlcovat. Různě barevné předměty nebo chemické látky pohlcují různé vlnové délky světla. Zbylé vlnové délky pak projdou do našeho oka a opět se zkombinují do výsledného barevného vjemu. Pokud například látka pohlcuje (absorbuje) záření o vlnové délce 400 až 450 nm, tedy fialové světlo, vnímáme předmět jako žlutý. Pokud je absorbováno světlo červené, vnímáme předmět jako zelený.

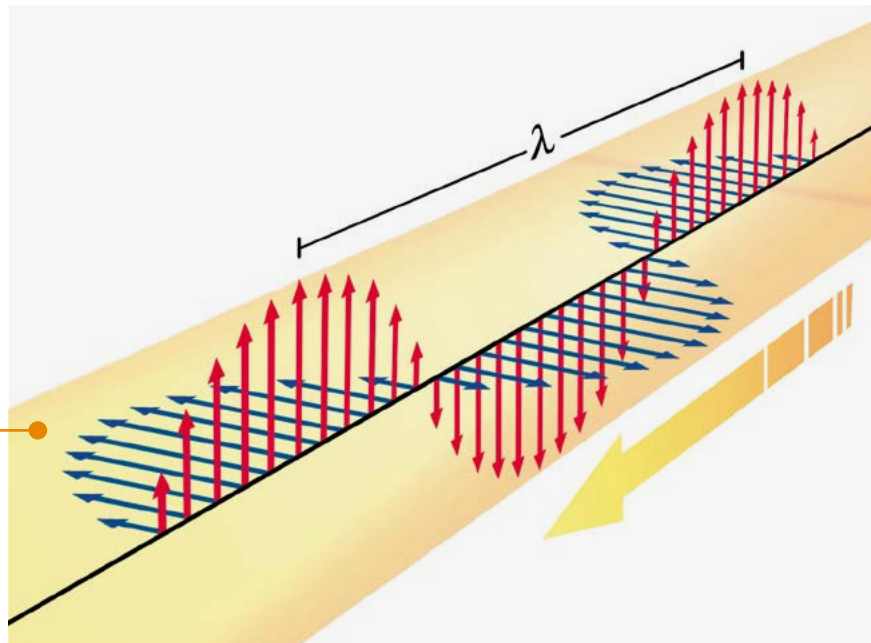
Platí to i naopak – když je pohlceno světlo žluté, vnímáme předmět jako fialový, když zelené, tak jako červený. Říkáme, že tyto dvojice barev jsou navzájem doplňkové neboli komplementární. Na tento jev je navázána celá teorie vnímání a používání barev. Kromě vědců ji využívají také grafici či reklamní agentury, aby se nám jejich materiály líbily.

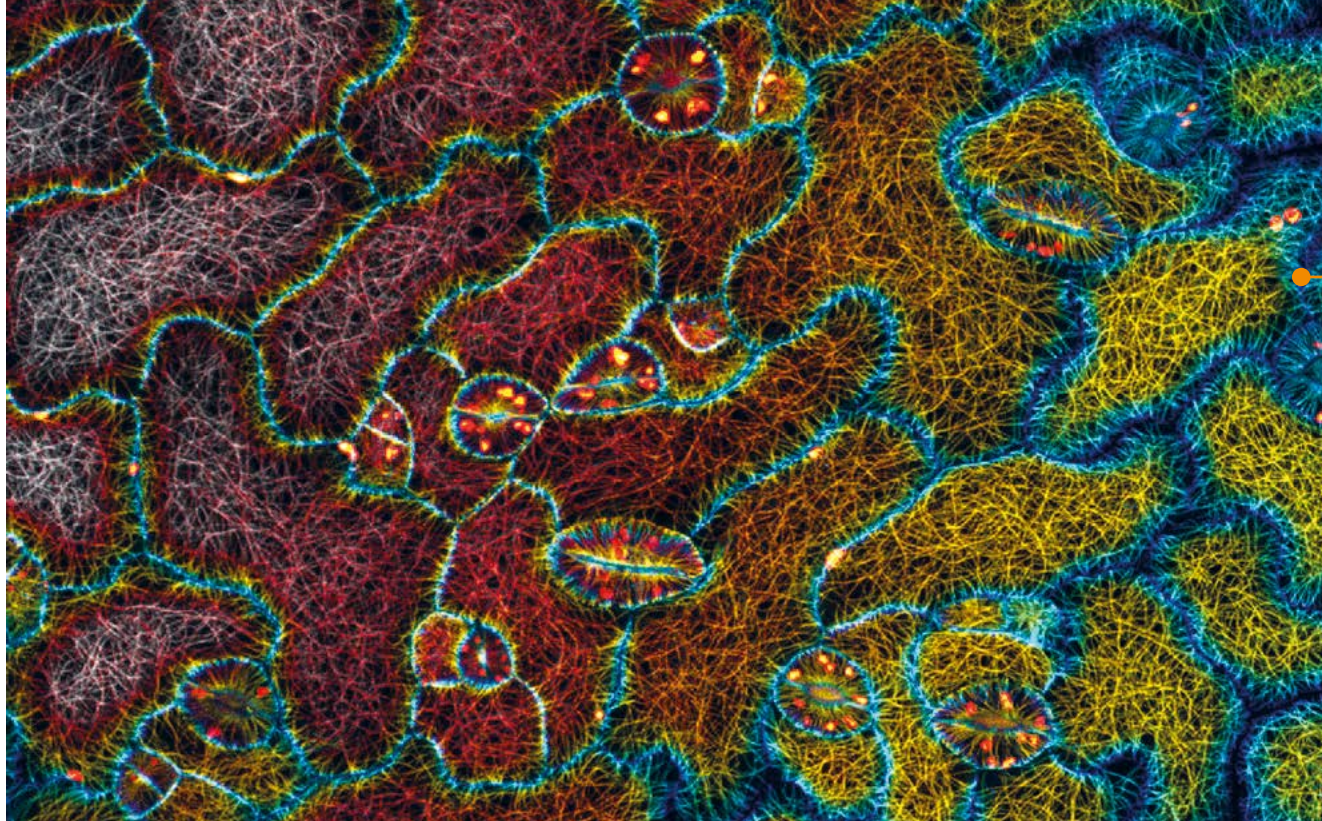
## SVĚTLO JAKO ENERGIE

Ještě jsme si neřekli, jak vlastně světlo vzniká. Světlo je formou energie. Do

světla (nebo jiného typu elektromagnetického záření) tak může být převedena část přebytečné energie nějakého tělesa. Už jste určitě viděli rozžhavený hřebík. Co dělá? Svítí. A proč svítí? Protože jsme ho zahřáli. Tím jsme hřebík, či přesněji atomy železa v něm, převedli na vyšší energetickou hladinu. Na ní ale hřebík „nezůstane věčně“. Přebytečné energie se snaží zbavit a dostat se do původního stavu s minimální energií. Část energie předá do okolí jako teplo a část jako světlo. Dalším příkladem je vlákno žárovky, které je také rozžhavené, ale prvotním zdrojem energie je tu elektřina. Světlo může vznikat také „za studena“, jak popisuje článek na stranách 8–11. Každopádně je zřejmé, že produkce světla souvisí s přeměnou jiného druhu energie.

Ještě že světlo máme. Díky tomu, že existují světlo a barvy, se můžeme na světě orientovat, můžeme obdivovat díla malířů nebo noční panoramata měst. Bez světla by nebylo života ani krásy, bez něj byste si nepřečetli tenhle článek. Díky za světlo! ●





# Zelená pro moderní biologii

*Na začátku jedné vědecké revoluce stála světélkující medúza*

Alena Morávková

Bioluminiscenci – tedy produkci světla živými organismy – znají lidé od pradávna. Stačí si vzpomenout na pohádky, v nichž vystupují bludičky, světlušky či světélkující mořská hladina. Moderní doba má pro tyto pohádkové jevy prozaické vysvětlení v podobě luminiscenčních reakcí provozovaných houbami či tlejícím dřevem, hmyzem a různými mořskými živočichy. Jakkoli je to vysvětlení na první pohled obyčejné, skrývá se za ním mnoho zajímavého a pro lidstvo velmi užitečného. Jedním z fascinujících příběhů je objev zeleného fluorescenčního proteinu (anglicky green fluorescent protein, GFP). Tato bílkovina má dnes široké využití v biologickém výzkumu.

## **SVÍTÍCÍ BÍLKOVINA Z MEDÚZY**

Historie GFP začala v roce 1955. Tehdy tým Franka Johnsona z univerzity v Princetonu popsal bioluminiscenci mořské medúzy *Aequorea victoria*, která dokáže vydávat intenzivní zelené až zelenožluté světlo. Na objevu by nebylo nic převratného, kdyby se o pět let později k této výzkumné skupině nepřipojil Osamu Shimomura. Ten se rozhodl odkrýt molekulárněbiologickou podstatu jevu. Při své práci se zaměřil na studium bílkovin odpovědných za bioluminiscenci medúzy.

Zní to jednoduše, ve skutečnosti se však jednalo o úmornou mravenčí práci. Pro získání 150 miligramů proteinu bylo potřeba nacytat asi 50 000 medúz. Pro-

tože denní úlovek se pohyboval v průměru kolem 2 500 jedinců, snadno si spočítáte, že jen získání výchozího materiálu zabralo Shimomurovi skoro měsíc. Jeho úsilí ale přineslo ovoce a nakonec se mu podařilo získat bílkovinu, která dostala po své producentce jméno aequorin. Jaké však bylo vědcovo překvapení, když zjistil, že aequorin svítí modře! Opětnou izolací proteinů z medúz pak objevil další bílkovinu – tentokrát už zeleně svítící GFP. V přírodě totiž oba proteiny fungují v jakémsi sériovém zapojení. Modré světlo vyrobené aequorinem zachycuje GFP, který pak procesem zvaným fluorescence vyzařuje světlo zelené.

Tento objev byl sice zajímavý, ale po svém prvním zveřejnění byl na dlouhá



*Pomocí GFP lze zviditelnit i jemné struktury uvnitř buněk. Zde byly v pokožce z děložního listku huseničku označeny mikrotubuly - bílkovinná vlákna důležitá mimo jiné pro buněčné dělení. Snímek byl počítačově obarven umělými barvami. Foto: Ondřej Šebesta.*

léta opět „pohřben“ v hlubinách oceánu. Nikoho totiž nenapadlo, jak by jej šlo prakticky využít. Systém obsahující dvě bílkoviny se zdál příliš složitý. Navíc se obecně soudilo, že světelné reakce aequorinu a GFP se účastní ještě další faktory vytvářené medúzou. Jak se později ukázalo, tato data zcela nepodložená spekulace byla zásadně mylná.

### OZNAČIT, ALE NEZABÍT

Zelené světlo GFP rozsvítili znovu až Douglas Prasher a především Martin Chalfie. Douglas Prasher v roce 1992 izoloval a přečetl gen pro GFP. O jeho výzkumu se dozvěděl Martin Chalfie, kterého jako prvního napadlo použít tento protein coby biologickou značku. Chalfie nedal nic na „obecné soudy“ zmíněné v předchozím odstavci. Ostatně byl tou dobou mladým nadšeným vědcem a taková rádi „štourají“ do zavedených soudů. Udělal dobře. Jeho štourání mu nakonec v roce 2008 přineslo Nobelovu cenu za chemii.

Ale zpět do roku 1992, kdy se Chalfie začal o GFP zajímat. Studoval tehdy vývoj hádátka obecného (*Caenorhabditis elegans*). Jde o jednoduchý organismus, na němž vědci zkoumají vývoj jedince – neboli jak se ze dvou pohlavních buněk

stane mnohobuněčný tvor. Důležitost takového výzkumu je zřejmá; vždyť i člověk vzniká spojením dvou buněk. K jejich spojení navíc čím dál častěji dochází nikoli ve vejcovodu ženy, ale ve zkumavce v centru asistované reprodukce.

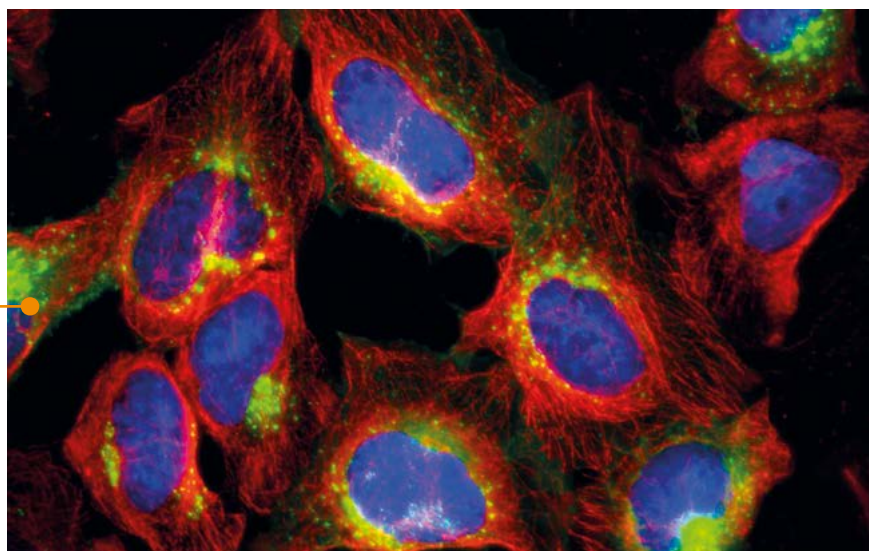
Při studiu hádátek chyběla Chalfiemu jedna podstatná věc – možnost zviditelnit jednotlivé buněčné struktury a bílkoviny v živém organismu. Existovaly různé techniky, jak tyto struktury označit, hádátka však bylo nutné napřed zabít. Tím se logicky jejich vývoj ukončil. Vědci tedy měli k dispozici obrazně řečeno řadu fotek popisujících vývoj zvířete. Chalfie chtěl ovšem vidět celý děj v pohybu, jako film. Potřeboval tedy připojit na bílkoviny nějakou značku a zároveň udržet hádátka naživu. Byl by to nesplnitelný úkol – nebýt GFP. Navzdory všem skeptickým názorům vzal Chalfie izolovaný gen pro GFP (získaný od Prashera) a metodami genového inženýrství jej „vnutil“ bakterii *Escherichia coli*. Když takto modifikovanou bakterii ozářil modrým světlem, zeleně svítala! Vzápětí vyzkoušel podobný postup u hádátek a i tady slavil úspěch.

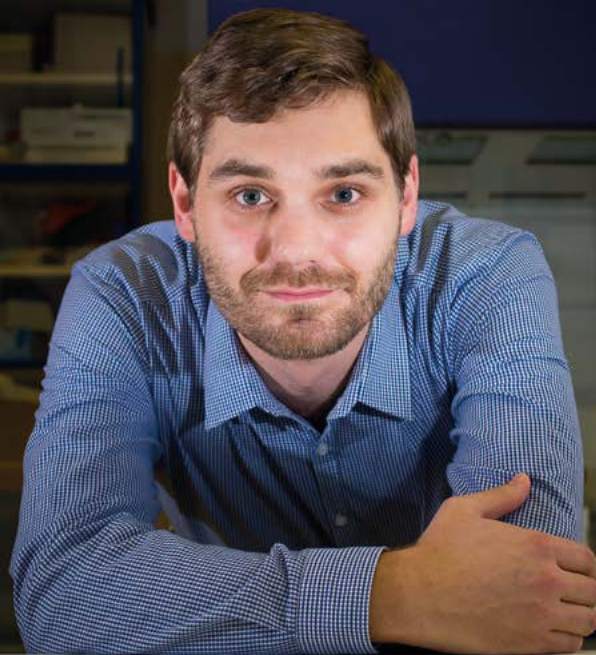
### VÍTĚZNÉ TAŽENÍ GFP

Ihned bylo jasné, že se zrodila převratná technologie, která zcela změnila metody studia buněk a bílkovin. S GFP najednou začal pracovat kdekoliv a další objevy získané s jeho pomocí se jen hrnuly. Dnes jsou k dispozici „vylepšené“ varianty GFP, které silněji svítí a pomaleji ztrácejí fluorescenci. Stejně tak byly vyvinuty různé barevné varianty. Už nemáme jen zelený fluorescenční protein, ale také jeho žlutou, červenou a modrou verzi, stejně jako varianty reagující na různé části spektra (tedy na osvětlení jinými barvami světla než modrou jako u původního GFP).

Fluorescenční značky byly připojeny k nesčetnému množství bílkovin v nesčetném množství biologických druhů. Existují tak mimo jiné svítící myši, rybičky, kočky, a dokonce opiče. Možnost sledovat různé procesy „online“ v živých buňkách a organismech posunula hranice našeho poznání nejen ve vývojové biologii, ale i v mikrobiologii nebo třeba při studiu vzniku rakovinných metastáz. Současnou biologii si už zkrátka neumíme představit bez jednoho zvláštního proteinu z medúzy. ●

*Lidské nádorové buňky. Pomocí GFP (zeleně) je označen protein Wntless, který se nachází v různých vnitrobuněčných váčcích. Červenou variantou GFP jsou značena vlákna zvaná mikrotubuly a modře fluoreskujícím barvivem buněčná jádra. Foto: Lenka Libusová.*





# Noemova archa pro vědce

*Naši zoologové založili banku. Místo peněz do ní ovšem ukládají DNA*

Josef Matyáš

Genetická banka volně žijících zvířat – první svého druhu v Česku – funguje od konce minulého roku na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Shromažďuje se v ní materiál pro mapování biologické rozmanitosti vzácných a ohrožených druhů. Banka také uchovává vzorky širokého spektra klíčových druhů, které poslouží pro určování změn genetické rozmanitosti v čase. Třetím úkolem je archivovat kompletní genetické informace živočichů získané z výzkumů v Česku a v rozvojových zemích. „*Banka je jakousi obdobou Noemovy archy pro vědce,*“ říká jeden z hlavních koordinátorů projektu 31letý Michal Vinkler z katedry zoologie Přírodovědecké fakulty UK.

**Banka uchovává genetický materiál volně žijících živočichů. Jakou podobu mají vzorky, které shromažďujete?**

Většinou jde o krev ze živých jedinců. Z uhynulých zvířat archivujeme kousky tkáně, nejčastěji svaloviny. Výhledově chceme rovněž ukládat izolovanou DNA.

**Jak dlouho budou krev a tkáně použitelné pro další výzkum?**

Velmi dlouho. Vzorky skladujeme v mrazácích, a to v mikrozskumavkách s ethanolem při teplotě  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Za takových podmínek nastává rozklad DNA velice pomalu. Pokud by došlo k výpadku elektřiny, má fakulta záložní zdroj. Navíc ethanol dokáže ochránit DNA i v případě, že bychom zůstali několik hodin či dní úplně bez proudu.

**Pro orientaci je důležitý nějaký systém. Jaké údaje obsahuje vaše databáze?**

Systém se stále vyvíjí. V databázi je kód vzorku, latinský název druhu, GPS souřadnice místa odběru, jméno sběratele, podmínky odběru a informace, zda jde o izolovanou DNA, krev, nebo tkáň.

**Kolik vzorků zatím máte a jaká bude celková kapacita banky?**

Začali jsme s jedním mrazicím boxem, kde je teď uloženo 4 000 položek. Celkem jich v mrazáku může být až 40 000. V rámci integračního projektu *BIOM: Vzdělávací centrum pro biodiverzitu - Mohelský mlýn*, na kterém se podílíme s Ústavem biologie obratlovců Akademie věd ČR, koupíme ještě rezervní



*Michal Vinkler z katedry zoologie Přírodovědecké fakulty UK je jedním z hlavních koordinátorů genetické banky volně žijících zvířat v České republice. Foto: Petr Jan Juračka.*

box. Počítáme s tím, že za několik let bude postaveno univerzitní výzkumné centrum Kampus Albertov a v něm vznikne Biocentrum. Podle předběžných plánů by tam měly být mrazicí boxy pro více než milion vzorků. Taková kapacita vystačí minimálně na několik desítek let rozvoje banky.

### **Z jakých zdrojů chcete banku plnit?**

Nyní máme materiál odebraný z typických druhů naší fauny. Důležité je vybudovat v krátké době síť institucí, které nám pomůžou sestavit soubor genetických vzorků co nejširšího spektra živočichů žijících volně v České republice. Na tom právě spolupracujeme s Ústavem biologie obratlovců. Významnými dodavateli můžou být také lidé ze záchraných stanic pro hendikepované živočichy nebo zaměstnanci zoologických zahrad a muzeí. Pokud se tato integrační aktivita setká s kladným ohlasem, chtěli bychom pokračovat a síť genetických bank rozšířit na všechny volně žijící organismy.

### **Za nějakou dobu shromáždíte vzorky všech klíčových druhů zvířat v Česku. Půjde tedy o jakousi obdobu Noemovy archy?**

Jde spíše o výzkumnou archu. V bance nejsou žádné živé buňky, například spermie nebo vajíčka. Uchováваме pouze vzorky obsahující genetickou informaci, tedy krev a kousky tkání.

*V bance je uložen také vzorek odebraný z pěnkavy jikavce. Tento druh pěvce u nás sice nehnízdí, ale přezimuje zde. Foto: Radek Lučan.*

Nedávno chtěli kolegové z ciziny vědět, jestli lze z takové genetické banky obohatit genofond nějakého vzácného druhu, který v přírodě mizí. Teoreticky to možné je, ale technologicky se jedná o velmi náročný postup, který zatím nikdo nezvládl. Nejsou totiž propracovány způsoby, jak již izolovanou DNA vpravit do živé buňky a nastartovat vznik a růst nového organismu.

### **K čemu tedy banka poslouží?**

Vzorky využijeme pro srovnávání genetické rozmanitosti konkrétních druhů zvířat, které jsou klíčové při určování obecných změn v genetické diverzitě ekosystémů. Dlouhodobým sledováním chceme zjistit trendy – zajímá nás především, jestli se genetická rozmanitost živočichů v delším časovém měřítku nesnižuje.

### **Data budou přístupná přes internet?**

V České republice jsme první mezinárodně registrovanou genetickou bankou volně žijících živočichů. Stali jsme se členy Global Genome Biodiversity Network a letos budeme připojeni k databázi této sítě. Banka na naší fakultě je teď součástí už zmíněného

projektu **BIOM**, jehož hlavním řešitelem je Ústav biologie obratlovců Akademie věd ČR. Ten buduje genetickou banku v Mohelně na Vysočině. Cílem projektu je mimo jiné propojení českých institucí skladujících genetický materiál živočichů. Až tato síť v Česku vznikne, zapojí se do dalších mezinárodních databází a se vzorky pak budou moci pracovat i zahraniční vědci.

### **Kdo nyní platí provoz a jaké jsou další perspektivy financování?**

Fond Evropského hospodářského prostoru přislíbil v rámci projektu **BIOM** na současné integrační aktivity čtyři miliony korun. Jde o startovní dotaci, která vystačí na jeden a půl roku. Co bude dál, ještě nevím, ale určitě nechci mrazáky vypnout. Přírodovědecká fakulta UK zatím hradí spotřebu proudu i základní provoz, který není tak nákladný. V dlouhodobém horizontu ovšem musíme zajistit financování. Projekt je zahrnutý do širší koncepce Biocentra v rámci Kampusu Albertov, ale to je běh na dlouhou trať. A i poté, co se Biocentrum stane realitou, budeme muset hledat tuzemské či evropské zdroje peněz. ●



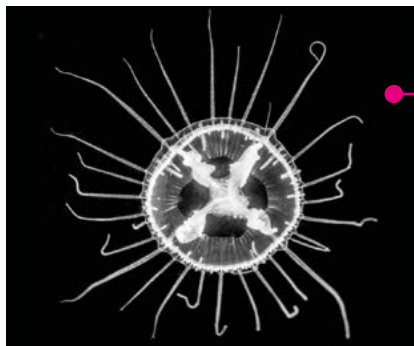
# Škola hrou s Přírodovědci.cz

Novinky na webu Přírodovědci a v Katalogu pro učitele budou bavit pedagogy i žáky

Ester Nagyová

Během jarních prázdnin jsme díky projektu OP VK „Propagace přírodovědných oborů prostřednictvím badatelsky orientované výuky a popularizace výzkumu a vývoje“ přichystali pro pedagogy a jejich žáky mnoho zajímavých aktivit. Učitelům, kteří si zatím neobjednali Kuffík přírodovědce či Kalendář přírodních rekordů, oznamujeme, že několik sad máme ještě k dispozici – objednávejte ze svého profilu na [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz)!

Zde také v sekci „Ke stažení“ najdete další materiály pro zpestření výuky: návody na chemické pokusy, vystřihovací modely krystalových soustav nebo zábavné plakáty s odpověďmi z naší webové rubriky „Zeptejte se přírodo-



vědci“. Připravili jsme i nové putovní výstavy, které vám rádi půjčíme. Soubor nejlepších fotografií a kreseb z posledního ročníku soutěže *Věda je krásná* už je hotov, výstava makrofotografií oceňovaného autora Petra Juračky je ve výrobě.

*Medúzka - snímek z putovní výstavy Věda je krásná 2014. Foto: Vojtěch Duchoslav.*

Přidali jsme rovněž několik aktivit do Katalogu pro učitele. Kromě těch geografických, popsaných ve článku níže, nabízíme prohlídku zoologických sbírek a chovů, kde uvidíte živá zvířata, vzácné preparáty či historicky cenné obrazové tabule. Ve spolupráci s Hrdličkovým muzeem člověka jsme připravili zážitkový workshop *Lidské a zvířecí smysly*, plný klamů a kvízů. Hravý je i workshop *Po stopách zločinu*, během kterého se vaši žáci stanou forenzními antropology nebo zjistí, k čemu se na místě činu využívá chemie. Bavte se a uče s námi! ●

## Vaši žáci v roli geografů

Výuku zeměpisu teď můžete zpestřit novými aktivitami

Martin Hanus

Jak mění cestovní ruch město? Proč a jak stárne světová populace? Jakým způsobem se rozmisťují kontejnery na odpadky či dětská hřiště ve velkých městech? Jak probíhá přeměna pole v přírodní společenstvo? To vše a mnoho dalšího můžete se svými žáky prozkoumat v rámci nových geografických aktivit, které jsme přidali do Katalogu pro učitele na webu Přírodovědci.cz.

Odborníci z geografické sekce Přírodovědecké fakulty UK nabízejí praktická cvičení, přednášky, terénní cvičení a exkurze, ale také kurzy určené pro vzdělávání pedagogů. Z nových aktivit si určitě vyberou žáci základních i středních škol. Většinu programů lze po domluvě s lektory přizpůsobit věku



a vědomostem účastníků. Zde je několik příkladů, čemu se žáci mohou věnovat: Naučí se základní operace s geografickými informačními systémy a s jejich pomocí budou rozhodovat o tom, jak optimalizovat počet i polohu vybraných zařízení ve městech. V simulační hře se zhostí role přírody a zkusí proměnit

*Žáci budou v rámci aktivit pracovat s různými zdroji geografických informací - jak sekundárními (tištěnými i elektronickými), tak primárními. Foto: Martin Hanus.*

původně hospodářsky využívané plochy na co nejcennější ekosystém.

Při exkurzích poznají třeba proměny českého města či dopady cestovního ruchu na město. Je také možné vydat se autobusem takřkajíc do Vietnamu a prozkoumat multikulturní tvář Prahy. V dalších aktivitách se žáci naučí číst i vytvářet populační pyramidy, budou identifikovat faktory ovlivňující lidské zdraví nebo se blíže seznámí se stárnutím populace a s jeho dopady na zdravotnictví. ●

# Tak trochu jiná hodina geologie

Interaktivní výuková hodina ve 3D vás zavede hluboko do minulosti moří a oceánů Štěpán Pícha, Karel Cettl

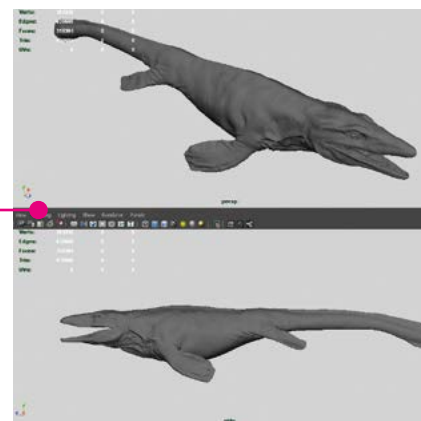


Přísloušnou třešničkou na dortu bude během „hodiny geologie ve 3D“ majestátní představení největšího masožravého žraloka v historii Země, megalodona rodu *Carcharocles*. Zdroj: Oddělení vnějších vztahů PřF UK.

mořského plaza mosasaura. Vzdělávací výpravu zakončíme v otevřeném třetíhorním oceánu zaplněném živočichy, kteří se podobají těm dnešním.

Celý koncept je interaktivní a doplňují jej vzácné reálné fosilie, například zub žraloka megalodona. Vše doprovází odborný výklad kvalifikovaného paleontologa, který odpoví i na nezájdnější dotazy. Tato forma zážitkové výuky posouvá poznání do zcela nové perspektivy.

Výukový program „Vývoj mořské biodiverzity ve 3D“ spustíme letos na jaře. Pedagogové registrovaní v projektu Přírodovědci.cz si jej budou moci objednat na našich webových stránkách. Do budoucna počítá naše fakulta s vývojem dalších 3D výukových konceptů, jež představí přírodovědná témata tímto netradičním způsobem. ●



Odborníci z Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty UK připravují pro tento rok interaktivní výukový program s názvem „Vývoj mořské biodiverzity ve 3D“. Jedná se o jedinečný vzdělávací projekt, jehož formát u nás nemá doposud obdoby a i v zahraničí je vzácností.

Celý program stojí na pokročilé 3D technologii speciálního dataprojektoru a aktivních 3D brýlí. Studenti se tak během výukové hodiny doslova ponoří do počítačem a umělci kompletně zrekonstruovaných vodních prostředí naší geologické minulosti. O vědeckou správnost této netradiční hodiny geologie se postarali vědci z Přírodovědecké fakulty UK. To zaručuje nejen unikátní audiovizuální zážitek, ale především vědecky aktuální a přesný obraz fascinujícího pravěkého světa.

Projekce v délce 45 minut nabídne pohled do celkem pěti období z geologické historie Země – od prahor po třetihory.

Účastníci se tedy seznámí s tím, jak se měnila mořská společenstva v průběhu desítek milionů let.

A na co konkrétně se můžete těšit? Na začátku se podíváme do prahor, do dynamického a extrémního prostředí, v němž vznikly první jednoduché organismy. Hned poté uvidíme bizarní ediakarskou faunu, kde lze nalézt předchůdce všech kmenů živočichů. V prvohorním devonu navštívíme korálový útes s trilobity, hlavonožci nebo čelistnatými rybami. Pravěká podmořská expedice dále pokračuje do druhohorní křídly, kde si představíme mělkou příbřežní oblast plnou amonitů, ryb a ústřic. Narazíme zde dokonce na dravého

Na programu spolupracují renomovaní výtvarníci a animátoři, kteří podle návrhů odborníků z Přírodovědecké fakulty UK modelují realistické podoby pravěkých zvířat. Zdroj: Oddělení vnějších vztahů PřF UK.





Jan Blaha získal na konferenci cenu generálního partnera akce, nadačního fondu NEURON. „Ta cena mi dala šanci pro budoucnost. Chci studovat chemii a NEURON mi umožní zažít stáž na univerzitě, kam bych za pár let rád nastoupil jako student,“ říká.

Foto: NF Neuron.

## Díky vědě za hranice dětství

*Laureátům Dětské vědecké konference se otevírá svět vědy*

Tomáš Moravec

Čtvrtý ročník Dětské vědecké konference, který se uskutečnil 7.–8. listopadu 2014, opět zbořil stereotypní představy o tom, čemu se věnují dnešní náctiletí. Osm desítek účastníků ve věku 10–18 let tu představilo své projekty z oblasti biologie, astronomie, fyziky nebo chemie. Mladí badatelé diskutovali s takovým zápallem a na takové úrovni, které byste od „dětí“ nejspíš nečekali.

Dvanáctiletý Marek Brousil z gymnázia v Berouně ve volném čase zkoumá, jak rostliny rostou ve tmě. Jako pravý profesionál provedl terénní výzkum a připravil si přednášku, která mu zaslouženě vynesla první cenu. Tím to ale neskončilo. Po konferenci začal Marek konzultovat svoji práci s Alešem Soukupem z katedry experimentální biologie rostlin na Přírodovědecké fakultě UK. Doktor Soukup přišel s neodolatelnou nabídkou: pojďme se rostlinám věnovat spolu, systematicky a s profesionálním vybavením. „Od prosince jezdím za panem doktorem téměř každý týden. Zkoumám pupeny dřevin, jejich

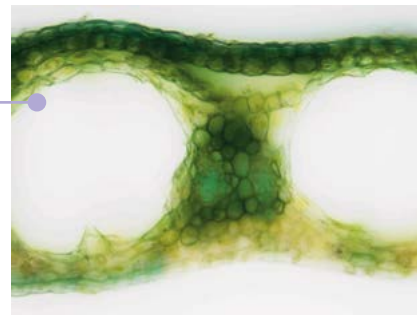
stavbu a význam,“ vysvětluje Marek a dodává, že výsledky chce prezentovat nejen na biologické olympiádě, ale také na páté Dětské vědecké konferenci v listopadu 2015.

I šestnáctiletý Jan Blaha z Přelouče je jedním z laureátů konference, kterému se otevřely dveře do světa vědy. Jeho vynikající přednáška o pH v ústní dutině rozhodně nebyla kyselá. Přinesla mu hlavně cenné kontakty: „Jen díky konferenci si mě všimla pardubická nemocnice, kde mi navrhli, jaké další testy bych mohl dělat, a nabídli mi spolupráci,“ vypočítává Jan nové příležitosti. „Také se o mně dozvěděl profesor Zdeněk Broukal z 1. lékařské fakulty UK, který se stal mým konzultantem. Mám díky němu výzkumná

„Pupeny dřevin odvzdušňujeme, dáváme je do fixačních roztoků, děláme příčné i podélné řezy a některé z nich barvíme. Následně je fotím pod mikroskopem,“ vysvětluje Marek Brousil. Na jeho snímku vidíte řez šupinou z pupenu javoru mléče.

témata na roky dopředu!“ komentuje Jan. „Chci se pořádně věnovat sacharóze a pH – tedy tomu, co se děje v ústech, když se třeba napijete něčeho sladkého.“

Jak je vidět, Dětská vědecká konference není jen přehlídkou talentů. Především posouvá nadějně mladé přírodovědce dál, blíže ke splnění jejich vědeckých a životních snů, blíže k pravému poznání našeho světa. Nyní se již začíná připravovat pátý ročník konference. Netřeba pochybovat o tom, že i z něj vzejdou nové vědecké talenty, pro které bude označení „dítě“ znít vlastně trošku nepatřičně. ●





# V zimě lyže, v létě učení a trénink

Tereza Kmochová studuje biologii a zároveň vítězí na bílých svazích

Josef Matyáš



*Tereze bude letos 25 let. Na lyže se poprvé postavila ve dvou a půl letech. Foto: archiv Terezy Kmochové.*

ky. „Sama bych se to také naučila, ovšem trvalo by to třikrát déle. Kvůli tomu, že neslyším, je pro mě studium náročnější,“ říká Tereza. Obor molekulární biologie, který si vybrala, je podle ní nesmírně zajímavý, ale těžký. Zatím – po téměř pěti letech studií – pořad rozumí více lyžování. „Fascinuje mě, jak všechny procesy v buňce umožňují život, a snažím se to pochopit,“ dodává.

Školu i závodní lyžování zvládá díky individuálnímu studijnímu plánu, který získala kvůli sluchovému postižení. ●

Tereza Kmochová je v současnosti nejlepší neslyšící lyžařka na světě. Závodí ve všech sjezdových disciplínách. Kromě získávání zlatých medailí však sbírá také zápočty a skládá zkoušky na Přírodovědecké fakultě UK.

Jak lze vyčíst z webu Terezy, dává si na každou lyžařskou sezonu konkrétní cíl. Na přelomu let 2013/14 si vytyčila jako nejvyšší metu získat alespoň čtyř zlatých medailí na mistrovství světa neslyšících lyžařů v německém Nesselwangu. Nakonec svůj plán překonala a zlatých získala celkem pět. Letošní záměr má Tereza jasný: obhájit stejný počet medailí na deaflympiádě (celosvětových hráčích neslyšících sportovců), která proběhne koncem března v Rusku.

Jako obvykle odjede Tereza i tentokrát v roli favoritky. A protože se převážně účastní závodů sjezdových disciplín Mezinárodní lyžařské federace (FIS) pro slyšící sportovce, může srovnávat.

„Větší nervy mám při závodech neslyšících, protože každý očekává, že vyhraju, takže nesmím udělat žádnou chybu a musím podat co nejlepší výkon,“ říká Tereza. Žádný talisman pro štěstí s sebou nenosí, ale před startem udržuje svoje rituály. „Potřebuji klid na rozsvícení a pozoruji okolí, jak jsou všichni ostatní nervózní. Těsně před závodem si pak bouchnu pěstí s mámou nebo tátou, podle toho, kdo je se mnou zrovna na startu.“

Právě rodinné zázemí je tajemstvím jejich výborných sportovních výsledků. Maminka s ní jezdí na tréninky i na závody a zastává roli realizačního týmu. Občas se připojí také tatínek, který připravuje lyže. „Dělá mi z nich doslova rakety,“ dodává Tereza. Rodiče také sehnali sponzory, díky nimž může závodit.

Studium Přírodovědecké fakulty UK vyplynulo pro Terezu z faktu, že táta je genetik. Může jí tedy leccos vysvětlit a pomáhat s přípravou na zkouš-



*Tereza Kmochová a pět zlatých medailí z mistrovství světa neslyšících lyžařů v německém Nesselwangu. Foto: archiv Terezy Kmochové.*

# Objevte přírodu Kladenska

*Student naší fakulty vás zve na výlet do neprávem opomíjeného regionu*

Jan Kolář



*Ještěrka obecná z přírodní památky  
Třebichovická olšinka severně od Kladna.  
Foto: Michal Procházka.*

*objektem mého zájmu je teď přírodní park  
Džbán, který sahá až k samotné hranici  
města Kladna,“ říká.*

Proč tak usilovně propaguje přírodu Kladenska? „Mnozí lidé, kteří zde léta žijí, nemají vůbec tušení, že jim toho zdejší region může tolik nabídnout. O miněni zbytku republiky ani nemluvě. Představa rudé záře nad Kladnem v kombinaci s nedýchatelným vzduchem a zničeným životním prostředím je však v současné době zcela nesmyslná,“ vysvětluje Michal. ●

## **KLADENSKOU PŘÍRODOU PO CELÝ ROK**

*Michal Procházka*

*56 stran, vydal spolek Halda v roce 2014*



Když se řekne Kladno, představí si asi většina lidí stále ještě železářny, doly a kouřící komíny. Kniha Michala Procházky vás ale přesvědčí, že v okolí tohoto města – a dokonce i přímo v Kladně – najdete netušené přírodní krásy.

Publikace *Kladenskou přírodou po celý rok* nabízí osm výletů na zajímavá místa, vesměs přírodní památky či přírodní rezervace. Můžete navštívit mimo jiné Vinařickou horu, která bývala ve třetihorách aktivní sopkou. V lesích Krnčí a Voleška vás potěší orchideje i další vzácné rostliny. Jezero Záplavy je pak ideální pro pozorování vodních ptáků.

Podle knížky se dá vyrazet do přírody skutečně celý rok. Například v rezervaci Pašijová draha kvete během dubna lýkovec jedovatý a během října ocún jesenní. Na Třebichovickou olšinku si zas udělejte čas v předjaří, kdy tu rozkvétají bledule.

Všechna místa jsou v knize popsána fundovaně, ale zároveň poeticky. Četba vás tedy správně navnadí a rovnou začnete plánovat víkendový výlet. Text doprovázejí krásné fotografie rostlin a zvířat. Popis každé lokality uzavírá tabulka s informacemi o nevhodnější roční době pro návštěvu, o dostupnosti veřejnou dopravou i o zajímavostech v okolí.

Autor Michal Procházka studuje na Přírodovědecké fakultě UK učitelství biologie a geografie. Regionální ochrana přírody je mu tedy blízká. A téměř od narození žije v Kladně – je proto logické, že se rozhodl psát o krajině svého srdce.

Psaní však není jediná Michalova aktivity zaměřená tímto směrem. „*S několika kladenskými sdruženími pořádám pro veřejnost jarní naučné vycházky. Také jsem měl dvě výstavy fotografií, jež byly částečně zaměřeny na místní přírodu. Hlavním*





Akademie věd ČR hledá mladé vědce

**OTEVŘENÁ VĚDA**

AKADEMIE VĚD ČR

# VELETRH VĚDY

21. – 23. května 2015

PVA EXPO PRAHA v Letňanech

Přijďte se podívat  
na veletrh, který pořádají  
**Akademie věd České  
republiky a Otevřená věda.**  
Zveme studenty, rodiny  
s dětmi i odbornou  
veřejnost!



**CO UVIDÍTE:** Dvě desítky ústavů Akademie věd ČR, molekulární bar Přírodovědců.cz, Úžasné divadlo fyziky, výstavu švýcarského institutu CERN, dobrodružné pátrání s Kriminallistickým ústavem Praha, dalekohled Astronomického ústavu AV ČR, interaktivní exponáty z Techmania science center a VIDA! science centrum, mobilní planetárium, vzdělávací programy Národního technického muzea, prezentace výzkumu na univerzitách a mnohem víc...

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



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



# Krása zoologických plakátů

Petr Šípek

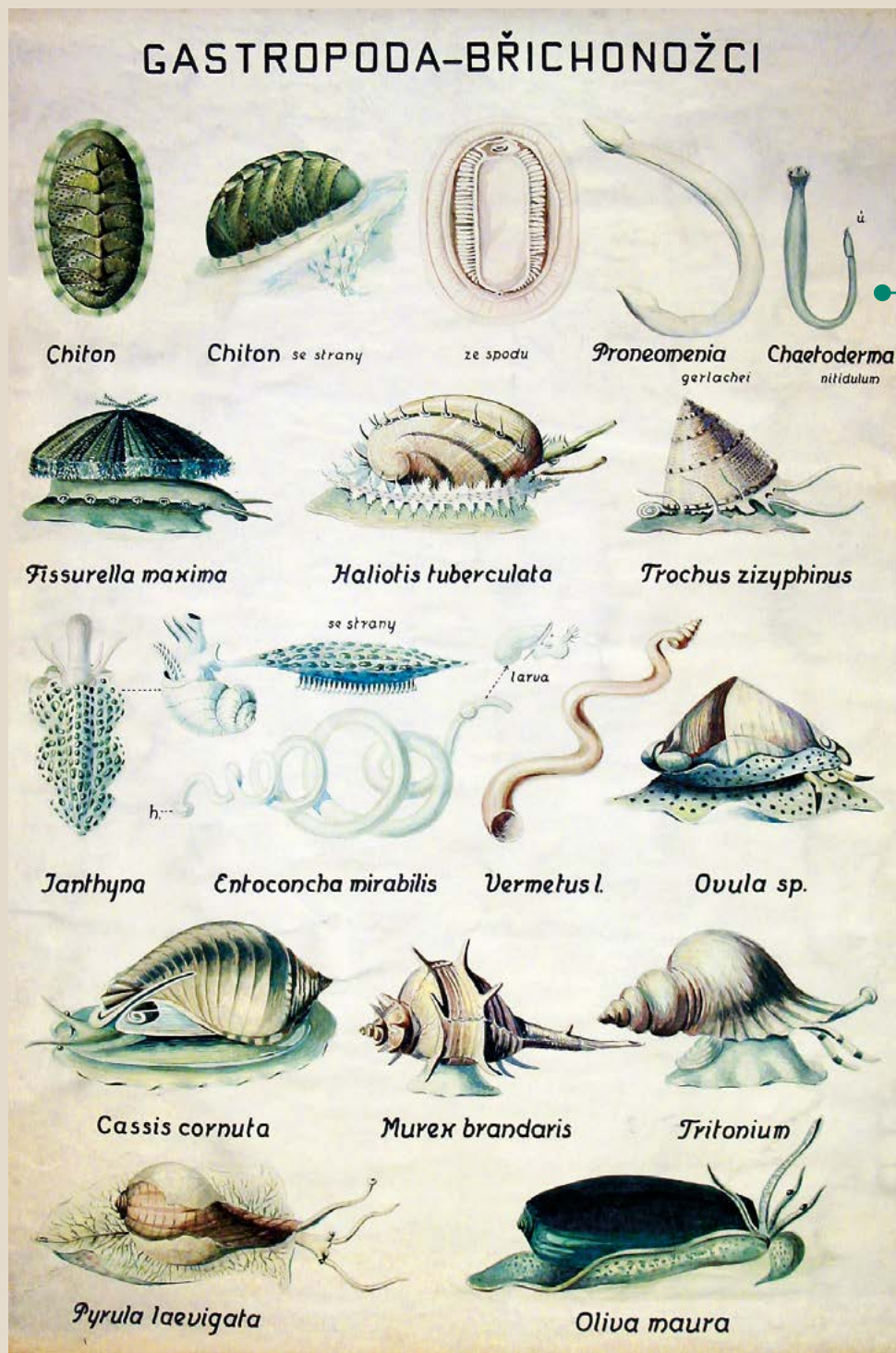
Člověk vnímá své okolí hlavně zrakem. Nejinak je tomu i s učením. To, co vidíme „na vlastní oči“, si náš mozek rozhodně zapamatuje lépe než imaginární obraz založený na sebelepším textovém popisu. V dobách minulých, kdy nebyl ani internet, ani dnes již zastaralé zobrazovací techniky jako zpětný projektor či diazpozitiv, patřily mezi nejdůležitější učební pomůcky velké nástěnné ilustrace.

Tyto často velmi zdařilé a názorné výukové tabule začala naše škola využívat již na konci 19. století – jak dokazují razítka Císařské a královské Karlo-Ferdinandovy univerzity, jimiž jsou nejstarší plakáty označeny. Postupem času získala Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy okolo 350 tabulí se zoologickou tematikou. Řada jich pocházela i ze sbírek pražské německé univerzity, která zanikla po druhé světové válce.

Dnes se již originály plakátů používají při výuce velmi zřídka. Nahradily je všeobecně dostupné elektronické zdroje a digitální fotografie. To ovšem starým ilustracím neubírá na kráse ani na vědecké preciznosti. Pokud si je chcete prohlédnout všechny, stačí navštívit stránku [www.zoology.cz](http://www.zoology.cz), kde je najdete v sekci e-learning.

Část plakátů také nabídneme od dubna 2015 jako putovní výstavu *Historické zoologické ilustrace: setkání vědy s uměním*. Registrovaní pedagogové si ji budou moci objednat v Katalogu pro učitele na webu Přírodovědci.cz. ●

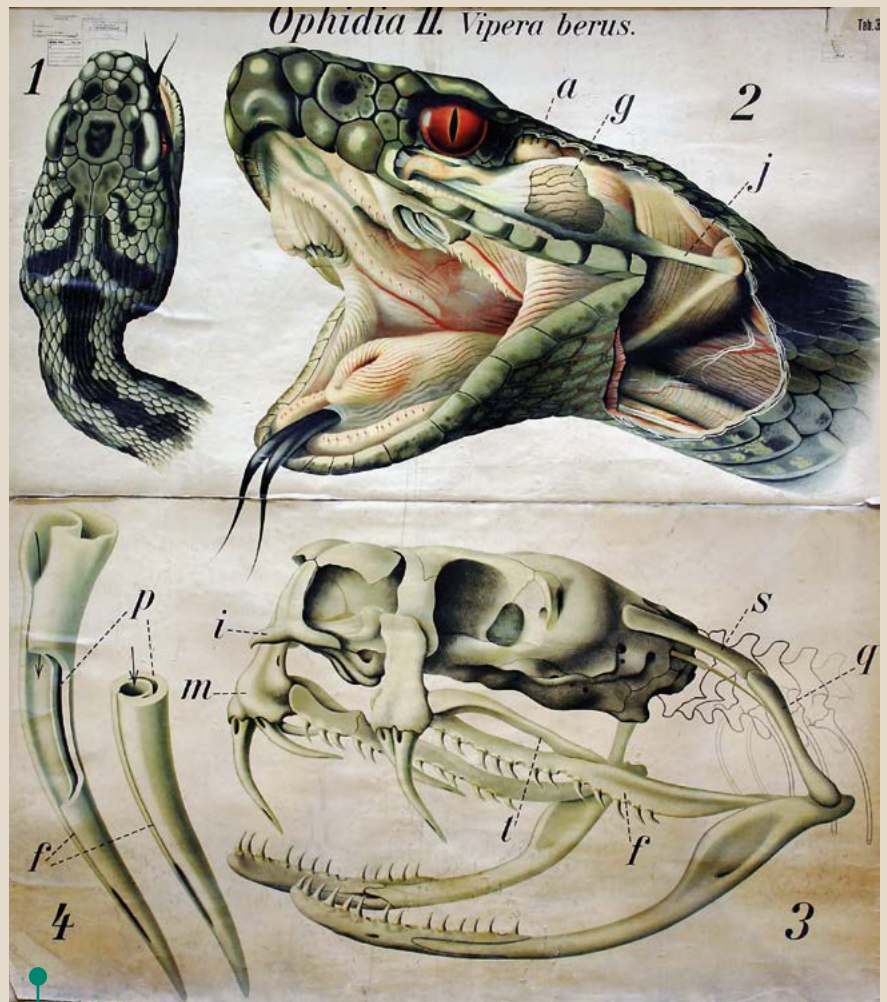
Výstava je realizována v rámci projektu OP VK „Propagace přírodovědných oborů prostřednictvím badatelsky orientované výuky a popularizace výzkumu a vývoje, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/45.0028“, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.





## GASTROPODA

Protože plakáty vznikaly hlavně na konci 19. nebo na počátku 20. století, promítají se do nich dobové názory na klasifikaci jednotlivých skupin živočichů. Můžeme na nich tedy najít dnes již nepoužívané termíny, jako jsou třeba „břichonožci“ pro označení plžů. Zde vyobrazenou chroustnatku (rod *Chiton*) zase vědci v současnosti neřadí mezi plže, ale do samostatné třídy chroustnatek v rámci kmene měkkýšů.



## VIPERA

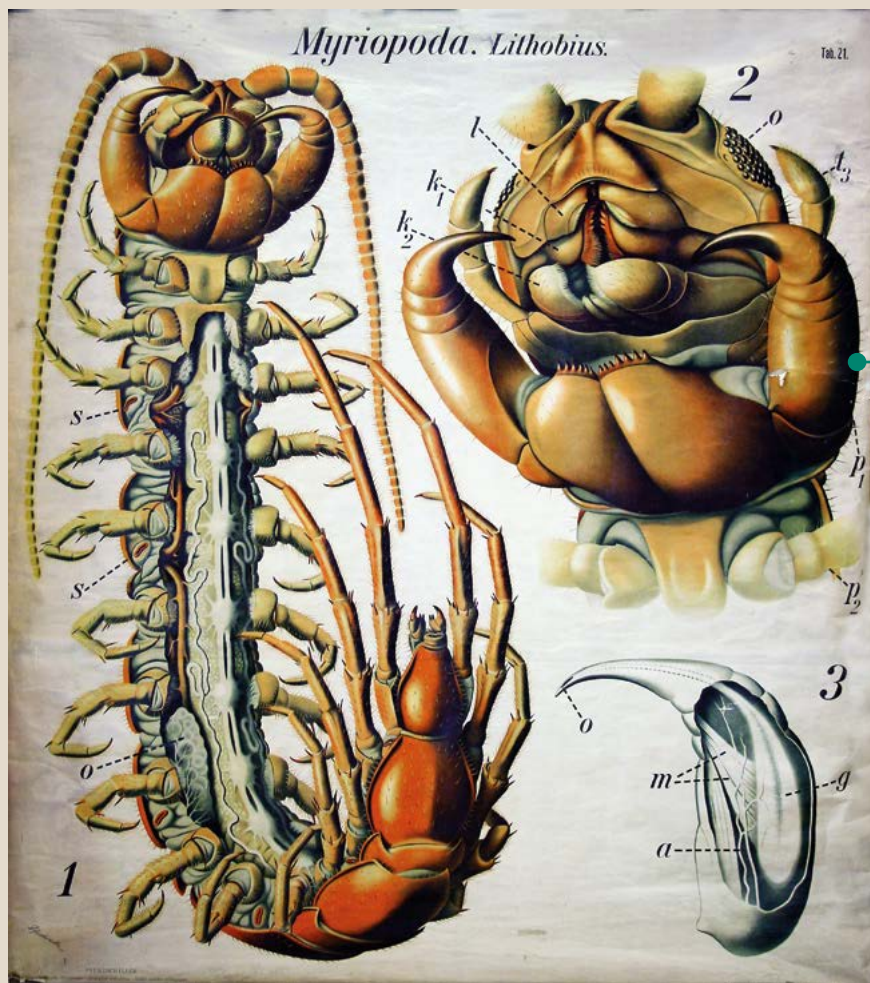
Anatomie a morfologie hlavy zmije obecné (*Vipera berus*). Na ilustraci krásně vidíte velké přední zuby s kanálky pro vstřikování jedu. Za opotřebené jedové zuby u zmijí neustále dorůstají nové - jak je patrné i z obrázku, kde se za funkčním zubem již nacházejí „náhradníci“. Jed zmije obecné je velmi silný. Jeho množství, které had uvolní do rány, však naštěstí nebývá velké.

## KŘÍDLA

Křídla se v průběhu evoluce vyvinula několikrát nezávisle na sobě. Obrázek zachycuje odlišnou stavbu kostry křídel u ptakoještěřů, letounů (tedy netopýrů a jejich příbuzných) a ptáků.

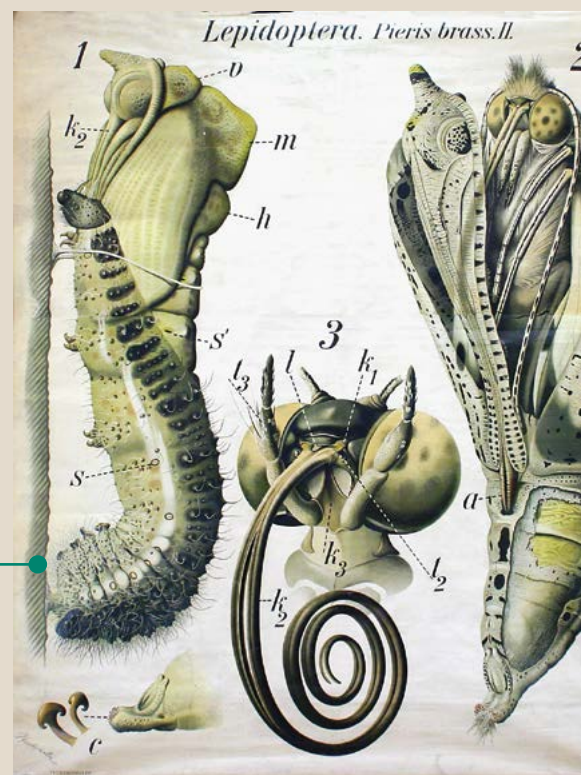






## LITHOBIUS

Stonožka škorová (*Lithobius folicatus*) patří mezi naše nejhojnější stonožky. Můžeme se s ní setkat pod kameny, pod mrtvým dřevem či v opadance. Je dravá a živí se drobnými bezobratlými. Na detailu hlavy si můžete všimnout mohutných kusadlových nožek, které ukrývají jedovou žlázu. Plakát z dílny doktora Paula Pfurtschellera.



## PIERIS

Jednu z nejvýznamnějších součástí naší sbírky představuje kolekce tabulí od nizozemského středoškolského učitele doktora Paula Pfurtschellera (1855-1927). Jeho precizní ilustrace jsou nejen hodnotnými učebními pomůckami, ale i nádhernými uměleckými díly. Tento plakát zachycuje vývojová stadia bělásky zelňáka (*Pieris brassicae*). Originál pochází z období kolem roku 1890.





**EMYS**

*Schéma anatomie želvy bahenní (Emys orbicularis). Jde o jediný volně žijící a původní druh želvy ve střední Evropě. V České republice se bohužel skoro nevyskytuje; původ jejich populací u nás je nejasný. Jinde v Evropě můžete želvu bahenní nejčastěji potkat během dovolené na Balkánském poloostrově. Žije také v Itálii, na Pyrenejském poloostrově či ve Francii.*





# Etiopie: lidé, geologie a eroze

*Země s bohatou kulturou a zajímavou geologickou historií má také jeden vážný problém*

Michal Kusák,  
Vítek Maca

Studium geomorfologie na Přírodovědecké fakultě UK nás vloni na podzim zavedlo do Etiopie – kolébky lidstva. Do země, kde 80 % povrchu tvoří vysoko položené plošiny, kterým dominuje nejvyšší hora Ras Dashen (4 533 m n. m.). Do země, jejíž geologickou podobu formovalo zaplavování mořem, vyzdvihl území, sopečná činnost i vývoj takzvaného riftového systému. V Etiopii jsme zkoumali tektoniku (tedy hlavně zlomy a jiné poruchy v zemské kůře) a její návaznost na půdní erozi a svahové pohyby.

## ROZLÁMANÁ VYSOČINA

Etiopie leží na rozhraní tří geologických desek – Nubijské, Somálské a Arabské. Před 20 miliony lety se zde začal

tvořit riftový systém, jakýsi gigantický příkop, ve kterém vzniká nová zemská kůra. Tento systém se skládá z údolí řeky Jordán, Mrtvého a Rudého moře a dál pokračuje přes Etiopii a Keňu do Tanzanie. Během rozevírání jeho části zvané Etiopský rift došlo k tvorbě zlomů a puklin v celé Etiopské vysočině.

Naším úkolem bylo zaměřovat tyto poruchy pomocí GPS, určovat jejich orientaci ke světovým stranám i sklon k povrchu. Naměřené údaje budeme využívat při tvorbě geomorfologických map a budeme je porovnávat s orientací takzvaných lineamentů, geologických poruch zjištěných z družicových snímků.

Když geologické síly vyzdvihovaly Etiopskou vysočinu, zařezávaly se vodní toky do podloží a vytvářely hluboká soutěskovitá údolí s terasovitými stěnami. Vodní erozi odolávají pouze oblasti překryté mladšími vulkanickými horninami. Díky tomu se dnes týčí do výšky jako stolové hory, kterým Etiopané říkají amby.

Rozdělení krajiny na jednotlivé plošiny či horninové bloky ztěžuje práci v terénu. Když jsme chtěli mapovat geologické vrstvy v zařízlém údolí Modrého Nilu a řeky Jemmy, museli jsme při cestě z vrcholové plošiny na dno údolí překonat na vzdálenosti pouhých pěti kilometrů převýšení 1 500 metrů. Prá-

*Ženy kmene Mursi ozdobené klasickými hliněnými tácky a buvolími kostmi; uprostřed Michal Kusák. Foto: Vít Maca.*

ci nekomplikuje pouze převýšení, ale také teplotní rozdíly. Svahy jsou navíc tvořeny hlavně zvětralým nepevným materiálem, který se sesouvá pod nohama na každém kroku.

Odměnou při cestách do údolí a zpět je ovšem pohled na vodopády, jež často vznikají na terasovitých stěnách údolí. Nejznámější vodopád má výšku 43 metrů, takže voda se během dlouhého pádu tříští na drobné kapičky mlhy. Podle ní se vodopád nazývá Kouř ohně, etiopsky Tis Isat.

### SMRTELNĚ NEBEZPEČNÁ EROZE

Jeden z hlavních problémů Etiopie představuje půdní eroze. Ta vytváří hluboké, občas až několikametrové strže. Erozi podporuje hornatý reliéf s velkým sklonem, intenzivní sezonní srážky i nevhodný způsob hospodaření. Každoroční úbytek plochy a kvality úrodné půdy nutí místní obyvatele k zakládání nových zemědělských ploch v dosud zalesněných oblastech. Lidé zde bohužel nechápou, že právě odlesňování erozi výrazně urychluje. Zemědělci navíc intenzivně pasou domácí zvířata, která ničí řídkou vegetaci a rozrývají půdu svými kopyty.

Postupující eroze nemá pouze ekonomické dopady, ale bohužel způsobuje také ztráty lidských životů. Při prudkých deštích se v hlubokých stržích hromadí voda z velké oblasti. Může pak protrhnout dočasné hráze a zasáhnout níže položené vesnice.

*Eroze půdy vytváří při svém postupu strže, které mohou být hluboké i několik metrů. Foto: Michal Kusák.*

S erozí souvisel náš druhý vědecký úkol – výzkum svahových pohybů, především sesuvů či skalních řícení. Do jednotlivých lokalit Etiopie vysočiny jsme vyráželi s družicovými snímky, na kterých jsme už předem identifikovali zhruba tisícovku svahových pohybů. Existenci většiny z nich se nám v terénu podařilo potvrdit. Když teď víme, že dokážeme z družicových snímků bezpečně rozeznat sesuvy a skalní řícení, můžeme je mapovat i v těch oblastech vysočiny, kam se nedostaneme osobně. Věříme, že pochopení těchto jevů a jejich zmapování pomůže místním lépe nakládat se zemědělskou půdou; snad zachrání i některé životy.

V Etiopii jsme také potkali pracovníky z rozvojových programů, kteří se snaží zabránit poškozování půd nevhodným hospodařením. Chtějí obyvatele především vzdělávat: radí jim, jak přejít na trvale udržitelné zemědělství šetrné k půdě nebo jak budovat protierozní zábrany na vodních tocích.

### KOLÉBKKA LIDSTVA I KŘÍŽOVATKA KULTUR

Etiopie je často nazývána kolébkou lidstva, a to hlavně díky objevu Lucy – 3,2 milionu let staré kostry jednoho z evo-

lučních předků člověka, druhu *Australopithecus afarensis*. Kulturně jde o velmi bohatou zemi. Setkávají se tu tři náboženství – muslimové, křesťané a animisté. Přesto bývá Etiopie považována za jeden z nejbezpečnějších států Afriky.

Domorodé kmeny žijí převážně na jihu v okolí řeky Omo, kam za nimi často míří turisté. Místní obyvatele nejlépe poznáte na trzích, kde se všichni potkávají a směňují zboží. Lze je však navštívit také v jejich vesnicích. Hamerové prosluli přátelskou povahou a tlustými copánky zpevněnými blátem. Naopak Mursiové bývají pokládáni za agresivní. Ženy tohoto kmene jsou nápadné velkými hliněnými táckami, které si vkládají do rozříznutého otvoru pod spodním rtem. Čím větší tácek žena má, tím je krásnější a cennější. Hlavní způsob obživy domorodých kmenů představuje zemědělství, které teď ovšem poněkud ustupuje kvůli zvětšujícím se příjmům z turistiky.

Růst počtu obyvatel vedl ke snížení stavu divoké zvěře a ke zmenšení jejího životního prostoru. Proto jsou v Etiopii zakládány národní parky – jako například park Simien, zapsaný do seznamu UNESCO. ●





# Za orchidejemi na bílé stráně

*Kousek od Litoměřic najdete opukové svahy plné vzácných rostlin*

Martin Čertner



*Žlutý pysk květu střevočnicku pantoflíčku skutečně vypadá jako obuv. Jde však o důmyslnou past, z níž může hmyz uniknout jen obalený pylem. Foto: Martin Čertner.*

Na okraji Litoměřic, cestou po červené turistické značce do Skalice, se nad břehy Pokratického potoka zvedá po pravé straně strmý svah. Z cesty možná obvykle působící stráň je ve skutečnosti prvotřídním botanickým lákadlem. Udáváno je odtud zhruba 500 druhů cévnatých rostlin, včetně mnoha vzácných a ohrožených! Není divu, že nejcennější část území je už od roku 1954 chráněna jako národní přírodní památka Bílé stráně.

Pojem „bílé stráně“ má obecnější význam. Botanici tak označují svažité lokality, které jsou budované druho- horními vápenitými usazeninami (lidově opukami) a příležitostně na nich dochází k drobným sesuvům. Sesuvy alespoň částečně zabraňují vytvoření souvislé vegetace. Stopy po nich jsou vidět již z dálky, protože barvy svahy nápadně do běla.

Na bílých stráních se tradičně hospodařilo. Pastva a kosení bránily zarůstá-

ní dřevinami, což podporovalo druhově bohatá společenstva širokolistých teplomilných trávníků. S útlumem hospodaření v polovině 20. století bohužel většina bílých stráňí nenávratně zarostla křovinami a lesem. Národní přírodní památka Bílé stráně u Litoměřic tak patří mezi poslední zachovalé lokality těchto nevšedních biotopů v ČR.

Zdejší teplomilné trávničky zdobí mnoho nápadně kvetoucích rostlin, jako je třeba bělozářka větevnatá, sasanka lesní, třemdava bílá, plamének přímý, kakost krvavý, čičorka pochvatá, koulenka prodloužená nebo len žlutý. Ve stinnějších partiích je doplňuje lilie zlatohlávek a medovník meduňkolistý. Hlavní lákadlo však představuje osm druhů orchidejí. V polovině května určitě nepřehlednete například vstavač nachový, jehož květy připomínají růžovobílé postavičky.

S notnou dávkou štěstí zde můžete ve stejné době spatřit i střevočnicku panto-

flíček, perlu mezi našimi orchidejemi. Budete-li pozorní, odhalíte v trávě také drobný a nenápadný toříč hmyzonosný. Květy této orchidejky jsou tmavě hnědé s namodralým proužkem uprostřed a jsou opylovány vskutku netradičním způsobem. Tvarem připomínají sedící hmyz, a navíc uvolňují látky podobné hmyzím feromonům – tedy sloučeninám, jimiž samičky lákají své partnery. K přenosu pylu dochází při zoufalých pokusech hmyzích samců o spáření se s květy toříče. ●



*Toříč hmyzonosný má takzvané šálivé květy, za jejichž opylení hmyz neobdrží sladkou odměnu. Foto: Martin Čertner.*



# Kalendář Přírodovědců

Nabízíme vám vybrané akce pro veřejnost, které se týkají přírodních věd a které pořádá nebo se jich účastní 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.



## 14.–19. DUBNA 2015 PŘÍRODOVĚDCI.CZ NA ACADEMIA FILM OLOMOUC

Letos se bude konat jubilejní 50. ročník mezinárodního festivalu populárně-vědeckých filmů Academia Film Olomouc. Kromě projekcí nabídne také bohatý doprovodný program. Přírodovědci.cz vám v něm nabídnou prohlídku druhohorního safari nebo drink u molekulárního baru. Vědci z naší fakulty budou na AFO přednášet i vystavovat svá výtvarná díla. Navíc jim můžete přímou na místě pomoci s výzkumem parazita, který mění lidské chování.

**Čas a místo:** Olomouc. Podrobnosti o jednotlivých akcích najdete na webu [www.afo.cz](http://www.afo.cz).



## 16. KVĚTNA 2015 SKRYTÉ PŘÍBĚHY ROSTLIN

Živá příroda je velká kniha, ve které každý organismus vypráví svůj jedineč-

ný příběh. Chcete se v této knize naučit číst? Biologové z naší fakulty a z Ústavu experimentální botaniky AV ČR vám poradí, jak na to. Poznejte, jak se zkoumají rostliny v přírodě i v laboratoři a odhalte pozoruhodná fakta o jejich životě. Akce je součástí celosvětového Dne fascinace rostlinami.

**Čas a místo:** Od 10 do 18 hodin, Botanická zahrada PŘF UK (Na Slupi 16, Praha 2).



## 21.–23. KVĚTNA 2015 VELETRH VĚDY

Co se děje v českém výzkumu, jaké ústavy má Akademie věd ČR a co se na nich zkoumá? Jak vypadají lidé, kteří vědou žijí? Akademie věd vás zve na Veletrh vědy, kde se dozvíte odpovědi. Najdete zde mobilní planetárium, výstavu švýcarského CERNu, stánky předních univerzit a mnoho dalšího. Nebudou chybět ani Přírodovědci.cz s bohatým biologickým, chemickým, geologickým i geografickým programem!

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



## 30.–31. KVĚTNA 2015 PO STOPÁCH KRKONOŠSKÝCH LEDOVCŮ

Chcete se projít nejdokonalejším ledovcovým údolím v Česku? Dozvědět se, co je matterhorn, trog nebo moréna? Zjistit, proč si lidé vymysleli Krkonoše nebo jak vypadaly klášterní zahrady? Pokud si troufáte na pěší túru horským terénem, pojedte s Přírodovědci.cz na výpravu do Krkonoš! Našimi průvodci budou zkušení horalé ze správy Krkonošského národního parku.

Akce je určena dětem ve věku 10–15 let, její cena je 1 750 Kč. Pro bližší informace navštivte stránky [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz).

**Čas a místo:** Odjezd 30. května v 6:30 hodin od budovy PŘF UK, Albertov 6, Praha 2. Návrat 31. května večer na stejné místo.

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



# ACADEMIA FILM OLOMOUC 14. – 19. 4. 2015



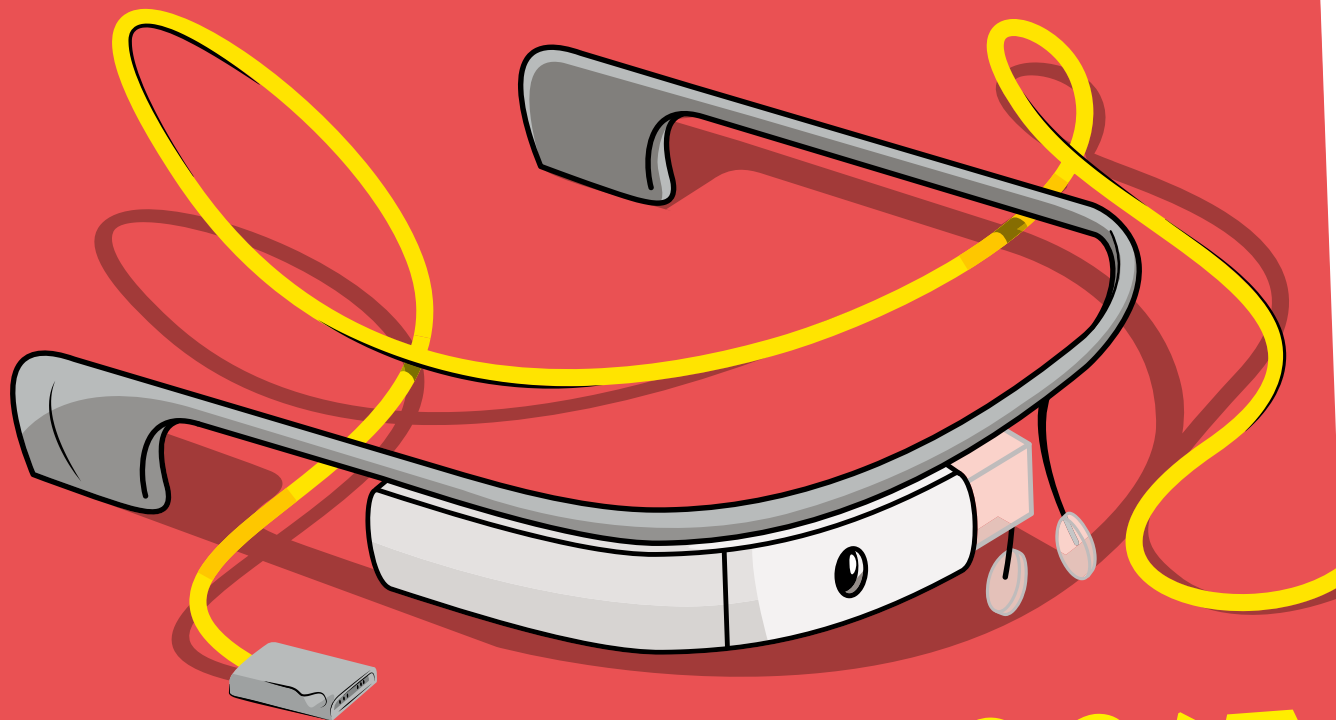
50<sup>th</sup>

VIDĚT & VĚDĚT

50<sup>TH</sup> INTERNATIONAL FESTIVAL OF SCIENCE DOCUMENTARY FILMS

WATCH & KNOW

50. MEZINÁRODNÍ FESTIVAL POPULÁRNĚ-VĚDECKÝCH FILMŮ



2015

GOOGLE GLASS

# SCIENCE *OR* FICTION?