



**Př**

**PŘÍRODOVĚDCI.CZ**

Magazín Přírodovědecké fakulty  
Univerzity Karlovy 04/2019

TÉMA ČÍSLA

# MAGNETISMUS

**Záhada měsíčního magnetismu** 8

**S magnetem do mozku** 16

**Pohádkové poklady depozitáře** 32



# NECH SE POHLTIT PŘÍRODOVĚDOU!

STUDUJ NA PŘÍRODOVĚDECKÉ  
FAKULTĚ UNIVERZITY KARLOVY.

PODEJ SI PŘIHLÁŠKU DO 29. 2. 2020

A STAŇ SE PŘÍRODOVĚDCEM!

PŘIJDĚ SI K NÁM PRO  
VZDĚLÁNÍ V OBLASTECH:

Biologie

Chemie

Životní prostředí

Geografie

Geologie



Přírodovědcem.cz





## MILÍ ČTENÁŘI,

magnetické jevy jsou člověku známy již od starověku, až do objevu a rozšíření kompasu však byly brány spíše jako kuriozita. Využití pro námořní navigaci ovšem z magnetismu učinilo sílu, která pomohla proměnit svět. Na vysvětlení magnetické síly si potom lidé museli ještě pár set let počkat – záhadu rozlouskla až moderní věda.

Dnes toho o magnetismu víme opravdu hodně, hlavní zásluha patří samozřejmě fyzikům. Současný svět si bez využití (elektro)magnetismu v podstatě nelze představit – byl by to svět bez elektrického proudu. A tudíž bez mnoha předmětů, které nám ulehčují a zpřijemňují život. A někdy také život zachraňují – např. magnetická rezonance je pro lékaře nenahraditelným pomocníkem pro včasnou diagnózu řady nemocí.

Ostatní přírodovědci z fyzikálních poznatků vycházejí a aplikují je na vlastním poli. Jejich výzkumy ukazují zejména to, jak významnou roli hraje magnetismus v životě obyvatel naší planety. Nejenže vše živé chrání před tzv. slunečním větrem, ale řadě organismů např. pomáhá s orientací v prostoru a umožňuje jim pohyb na velké vzdálenosti. O tom a o mnohém dalším si můžete přečíst na následujících stránkách.

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

# Obsah



## CO NOVÉHO

- 4 | Začátek konce metabolické teorie?
- 6 | Nová cesta k syntéze zeolitů
- 7 | Botanikové rozplétají evoluci

## TÉMA – MAGNETISMUS

- 8 | Záhada měsíčního magnetismu
- 12 | Magnetické pole Země
- 14 | Velké tajemství smyslové biologie
- 16 | Neviditelné struktury v horninách
- 18 | S magnetem do mozku
- 20 | Magnetismus ve světě zvířat
- 22 | Nanomagnety proti rakovině
- 24 | Turistický magnetismus (ne)chtěný

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Nezapomeňme na alzheimera

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Pokroky v biologii 2020

## STUDENTI

- 29 | „Zažít geografii, objevovat Evropu“

## 4 | 2019 | ROČNÍK VIII.

### NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín  
Přírodovědecké fakulty Univerzity  
Karlovy

### PERIODICITA

Čtvrtletník

### CENA

Zdarma

### DATUM VYDÁNÍ

16. 12. 2019

### NÁKLAD

14 000 ks

### EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

### EDITOR

Petr Souček  
petr.soucek@natur.cuni.cz

### REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE  
Mgr. Vít Peřestý, Ph.D.  
Mgr. Filip Tomek, Ph.D.

### GEOGRAFIE

RNDr. Jakub Jelen  
RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

### BIOLOGIE

Mgr. Martin Čertner, Ph.D.  
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.  
Mgr. Veronika Rudolfová

### CHEMIE

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

### KOORDINÁTOR PROJEKTU

Mgr. Michal Andrlle, Ph.D.  
michal.andrlle@natur.cuni.cz

### KOREKTURY

imprimis

### GRAFIKA

Štěpán Bartošek

### TISK

Trianglprint

### ILUSTRACE NA OBÁLCE

Síločáry magnetického pole Země  
v uměleckém pojetí.  
*Archiv Přírodovědci.cz*

### VYDAVATEL | ADRESA REDAKCE

Univerzita Karlova  
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 2019

## KULTURA

- 30 | Nadšení přírodovědní ochotníci

## NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Velká kniha o půdě
- 31 | Bestseller analytické chemie

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Pohádkové poklady depozitáře

## PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Globální diverzita hub a klima

## TIP NA VÝLET

- 37 | Do kraje chovu koní

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Magnetický vláček

## KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců





# Začátek konce metabolické teorie?

Jedna z důležitých ekologických teorií dostala vážné trhliny

MICHAL ANDRLE

Mezinárodní vědecký tým, jehož součástí byl i profesor David Storch z katedry ekologie Přírodovědecké fakulty UK, publikoval před nedávnem v prestižním časopise *PNAS* studii založenou na analýzách obřích datových souborů, která ukazuje, že metabolismus pravděpodobně není tou nejzákladnější rovínou popisu makroekologických procesů.

## DISPROPORČNÍ METABOLISMUS

Na přelomu tisíciletí vznikla přičiněním řady autorů velmi vlivná biologická

teorie, tzv. metabolická teorie ekologie, která tvrdí, že metabolismus matematicky předpověditelně (škálovaně, ang. „scaling“) souvisí s velikostí organismu a tato závislost se následně projevuje v rychlosti všech klíčových životních procesů. Vůdčí ideou této teorie je představa, že s velikostí těla se metabolismus nemění proporčně, kdy dvakrát větší organismus by měl dvakrát větší metabolismus, ale disproporčně. Vynešeme-li si metabolismus vůči tělesné hmotnosti v logaritmické škále do grafu, pak získáme přímkou, jejíž sklon

odpovídá zhruba koeficientu  $\frac{3}{4}$  – a právě toto je bráno jako axiom metabolické teorie.

Metabolická teorie tvrdí, že od metabolismu je odvozena řada dalších procesů, jako jsou např. růst biomasy, délka života, tepová frekvence a dechová frekvence, takže po vynesení těchto veličin vůči velikosti těla v logaritmické škále vyjde vždy sklon přímkou  $\frac{3}{4}$ . Data, která tuto teorii potvrzovala, vycházela především z měření fyziologických vlastností těl obratlovců, zejména savců. Síla



◀ **Sloni jsou největší suchozemští živočichové, intenzita jejich metabolismu vztažená k jednotce jejich hmotnosti je však nižší než u menších živočichů, poněvadž metabolismus neroste s hmotností těla proporcionálně, ale relativně pomaleji.** Foto Lenka Storchová

teorie však nespočívala pouze v tom, že dobře odpovídala empirickým datům, ale také v tom, že poskytovala obecné vysvětlení, proč by měl sklon přímky právě hodnotu  $\frac{3}{4}$ .

### MNOHOSTRANNÉ VYUŽITÍ

Teorie má řadu dalších využití, např. v ochraně přírody. Představme si například organismus, který projde výrazným snížením počtu jedinců. Metabolická teorie může poskytnout rámec pro předpověď, jak rychle se druh z této krize vzpamatuje. To je totiž řízeno právě těmito škálovacími zákonitostmi – teorie dokáže dobře vysvětlit, proč se např. myši množí rychle, ale mají kratší dobu života – na rozdíl např. od slonů. Škálování růstu lze ale využít i zcela mimo biologii. Např. jeden ze zakladatelů metabolické teorie britský fyzik Geoffrey West napsal slavnou knihu *Scale*, v níž popisuje efekt škálování v urbanistickém rozvoji, např. jak s velikostí města roste blahobyt obyvatel, kriminalita, infrastruktura, porodnost atd.

### NARŮSTÁNÍ POCHYB

O univerzální platnosti teorie však začala odborná komunita postupně pochybovat. Proti svědčila například některá data, teorie byla však torpédována i teoretiky, kteří poukazovali na některé její vnitřní inkonzistence. Ekolog Ian Hutton z Princetonské univerzity šel

▶ **Mláďata mají vyšší metabolismus na jednotku hmotnosti než dospělci.**

Foto Petr Pokorný

v kritice metabolické teorie ještě dále. V článku otištěném před několika lety v *Science* ukazuje, že sklon  $\frac{3}{4}$  lze najít i na ekosystémové úrovni, i když tehdy do toho nevstupuje individuální metabolismus. Začalo se ukazovat, že sklon  $\frac{3}{4}$  je spíše univerzální charakteristikou růstu, která je možná nezávislá na metabolismu jedinice. Dalším krokem v erozi metabolické teorie je právě článek v časopise *PNAS* (*Proceedings of the National Academy of Science*), jehož spoluautorem je vedle Iana Huttona i prof. David Storch. Během mnoha let se podařilo nasbírat obrovský datový soubor týkající se metabolismu, velikosti těla, rychlosti produkce biomasy, populačních početností a délky života, tedy komplex zcela základních dat o životních strategiích (life-history) organismů napříč celou eukaryotickou doménou života.

### HLUBŠÍ PŘÍČINY

Když jej autoři článku začali analyzovat, objevilo se hned několik překvapivých věcí. První z nich bylo to, že sklon

křivky napříč různými skupinami (a tedy ne pouze v rámci savců, ptáků atd.) nepodléhá  $\frac{3}{4}$  zákonu, ale blíží se spíše koeficientu 1, a metabolismus je tedy v tomto měřítku přibližně přímo úměrný velikosti. Škálování se tedy liší, když se podíváme na všechny organismy najednou nebo když se podíváme na jednotlivé skupiny – „kanonické“  $\frac{3}{4}$  tedy neplatí univerzálně. Poté se autoři podívali na produkci biomasy (počítanou jako kombinaci individuálního růstu a produkce potomstva). „Ukázalo se, že produkce biomasy škáluje prakticky univerzálně s koeficientem  $\frac{3}{4}$ , a to jak uvnitř skupin, tak napříč všemi eukaryoty, a je tedy zjevně mnohem univerzálnější než škálování samotného metabolismu.“

Zdá se tedy, že to byl právě metabolismus, který se přizpůsobuje omezeným možnostem růstu, a jeho  $\frac{3}{4}$  škálování je spíše důsledek, a nikoliv příčina. Možná je tedy podstatou rozdílné rychlosti životních procesů nějaká hluboká zákonitost ovlivňující dynamiku růstu a metabolismus je druhotný,” vysvětluje





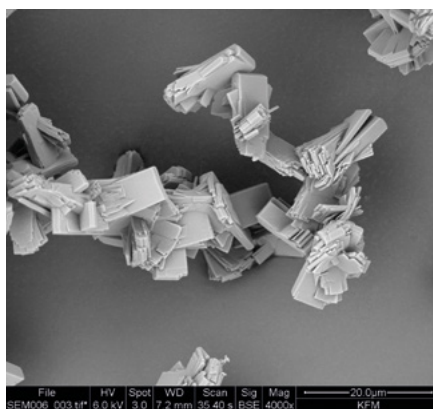
# Nová cesta k syntéze zeolitů

**Naši odborníci učinili důležitý objev v přípravě pokročilých materiálů.**

V roce 2017 jsme informovali o vzniku nového vědeckého centra na Přírodovědecké fakultě UK, které se zaměřuje na výzkum nových pokročilých materiálů. Tým, který v centru CUCAM (Charles University – Centre of Advanced Materials) působí, si nyní v této oblasti připsal významný úspěch.

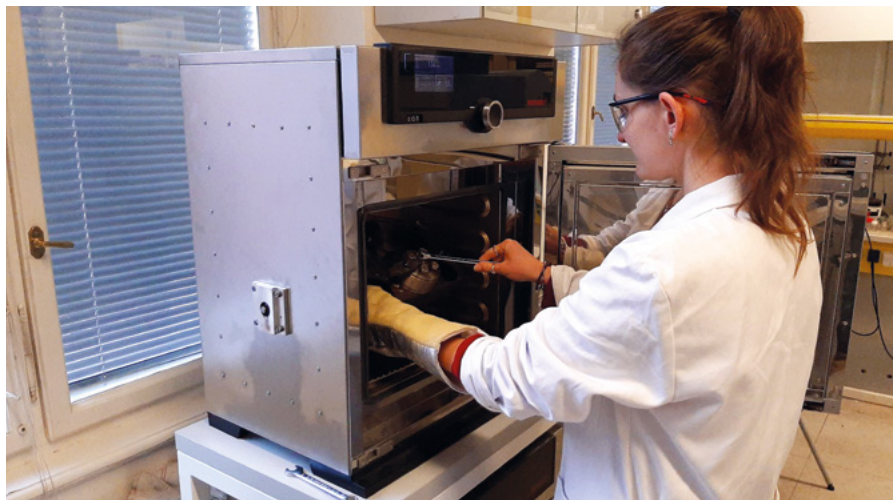
Vědci z Katedry fyzikální a makromolekulární chemie Valeryia Kasneryk, Mariya Shamzhy, Qiudi Yue, Michal Mazur, Russell E. Morris, Jiří Čejka a Maksym Opanasenko ve spolupráci s kolegy z Univerzity vědy a techniky v Číně a z ShanghaiTech University popsali novou strategii přípravy zeolitů při pokojové teplotě. Tento objev představuje výrazný krok směrem k inženýrství nanoporézních materiálů a ke zvýšení počtu zeolitů dostupných pro budoucí aplikace.

Zeolity jsou krystalické mikroporézní materiály používané při separaci plynů, v adsorpci a zejména v katalýze.



▲ **Zeolity jsou považovány za materiály budoucnosti, syntéza nových typů však představuje velkou výzvu.**

*Foto archiv CUCAM*



▲ **Výzkum zaměřený na pokročilé materiály přináší skvělé výsledky.** *Foto archiv CUCAM*

Navzdory milionům teoreticky předpovězených stabilních struktur se dosud podařilo připravit pouze přibližně 250 různých strukturálních typů zeolitů.

Nesoulad mezi počtem navrhovaných topologií zeolitů a těmi, které lze připravit tradičními hydrotermálními přístupy, vedl k vývoji alternativních strategií pro syntézu zeolitů, zejména metody ADOR (Assembly-Disassembly-Organization-Reassembly). Metoda ADOR je unikátním přístupem, protože topologii nových zeolitů lze předvídat na základě znalostí mateřské struktury. Pokusy o transformaci křehkých struktur (například zeolitu strukturálního typu IWW) pomocí tohoto přístupu dosud nebyly úspěšné.

Novým objevem výzkumníků z katedry fyzikální a makromolekulární chemie je přímá strategie pro přípravu nových zeolitů pomocí bezkontaktní přeměny v plynné fázi. Tato metoda umožňuje připravit nové topologie zeolitů, které

dosud nebyly připraveny konvenčními způsoby syntézy. Kombinace in situ difrakčních technik a rentgenové absorpční spektroskopie umožňuje sledovat mechanismus přeměny.

Úspěšná aplikace této metody pro přípravu zeolitů nových strukturálních typů zdůrazňuje potenciál této techniky pro 3D-3D transformace krystalických materiálů s nestabilními strukturami, které se rozkládají při kontaktu s rozpouštědlem. V kombinaci s jinými metodami pro post-syntézní modifikaci 3D struktur dovolí tento přístup cíleně manipulovat s anizotropně labilními materiály. ●





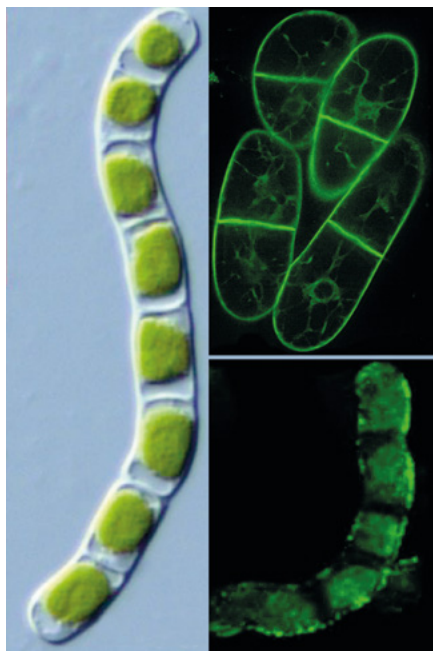
# Botanikové rozplétají evoluci

Vše, co rostliny skutečně potřebují umět, se naučily už jako řasy

STANISLAV VOSOLSOBĚ

Úžasný pokrok biologie nám dnes umožňuje zjišťovat, jaké změny se skutečně děly v evoluci, například na cestě mezi jednobuněčnou řasou a orchidejí. Rozdíl mezi těmito organismy je asi takový jako mezi dětskou malůvkou a plátnem holandského mistra. I malé dítě sice dokáže namalovat barevný obrázek, nikdy však nevytvoří „Rembrandta“. Pouhé přenášení barev z palety na plátno má zkrátka k mistrovství hodně daleko...

Jeden z nejprestižnějších botanických časopisů *Nature Plants* otiskl v listopadu výsledek práce mezinárodního týmu vědců s bohatým českým zastoupením. Za všechny jmenujme Romana Skokana a Jana Petráška, který je hlavou týmu



▲ Řasa *Klebsormidium* (vlevo) a lokalizace přenašečů auxinu PIN v buňce tabáku (nahore) a u řasy (dole).

Foto Roman Skokan

z katedry experimentální biologie rostlin PŘF UK a Ústavu experimentální botaniky AV ČR. Ten mnoho let řeší otázku, jak to rostlina dělá, aby měla na správném místě listy či kořeny, aby rostla správným směrem a třeba se otáčela za světlem.

Už Darwin tušil, že k tomu rostlina používá jakousi informační substanci, která putuje od vrcholku ke kořenům. Později se ukázalo, že za utváření rostlinného těla je odpovědný hormon auxin – tam, kam ho rostlina v těle přivádí, se zakládají listy nebo kořeny či se mění směr růstu. Tok auxinu řídí proteiny PIN, které ho přenášejí z buňky do jejího okolí. A náš výzkum prokázal, že tyto proteiny mají podobnou funkci i u řasy *Klebsormidium*, která je pradávným předchůdcem rostlin, čímž jsme poodhalili podstatnou otázku evoluce rostlin.

Výzkum nebyl jednoduchý, všechny metody, které umožňují rutinně zkoumat geny a proteiny u zavedených modelových organismů, bylo třeba přizpůsobit řasám, přičemž výsledek byl krajně nejistý. Celou práci umožnilo přečtení genetické informace zkoumané řasy, které ukázalo, že má také gen pro protein PIN. Tak jsme začali zkoumat jeho funkci. Například jsme ho přenesli do rostliny huseníčku a zjistili jsme, že je schopen plnit stejné funkce jako vlastní proteiny huseníčku.

Porovnávání funkcí konkrétních proteinů napříč různými evolučními liniemi je elegantním způsobem, jak můžeme zjistit, jak vypadal jejich dávno vyhynulý předek – logicky musel umět vše, co mají linie společné. A současné výzkumy ukazují, že řasový předek toho uměl už poměrně hodně. Znal i další rostlinný



▲ Proteiny PIN jsou dlouhodobě zkoumány na modelové rostlině huseníčku rolním (*Arabidopsis thaliana*).  
Foto Shutterstock.com

hormon – ethylen. Ten reguluje růst, zrání plodů a opad listů. Řasy jej využívají jako signálu pro rychlejší růst, potřebují-li uniknout ze šera v hloubce tůně.

Takže podobně jako dítě z mateřské školky má v podstatě vše potřebné k tomu, aby vytvořilo mistrovské malířské dílo, jen úplně neví jak, i dávno řasy měly většinu genů a proteinů, které jsou nezbytné, aby vznikla složitá rostlina. Akorát je nepoužívají v tak „mistrovských“ kombinacích. Třeba z jednoho genu PIN, který mají řasy, dokázaly rostliny během evoluce „namíchat paletu“ zhruba deseti různých genů, které se uplatňují v přesně daných okamžicích na přesně daném místě rostliny. ●





# Záhada měsíčního magnetismu

Lunární magnetické anomálie jsou  
zajímavým vědeckým oříškem

VÍT PEŘESTÝ, FILIP TOMEK



◀ **Povrch odvrácené strany Měsíce je zbrzděn mnoha krátery po dopadech asteroidů. Právě ty mohly dát vzniknout magnetickým anomáliím.** Foto NASA, volné dílo

S rozvojem nových technologií a vstupem nových hráčů na pole kosmických letů znovu ožívají myšlenky na kolonizaci mimozemských světů. Hlavní pozornost se upíná k Marsu, stranou však nezůstává ani Měsíc, jehož znovudobytí nepředstavuje pro pozemské konstruktéry zdaleka takovou výzvu. Jednu z velkých obtíží osidlování těchto vesmírných těles ovšem představuje jejich velmi slabé magnetické pole, které nedokáže případně obyvatele ochránit před tzv. slunečním větrem a kosmickým zářením.

Magnetosféra, jak se toto pole také nazývá, je v určité míře přítomna u většiny planet, pro žádnou z nich však není tak důležitá jako pro Zemi. Onen sluneční vítr je totiž vlastně proudem vysoce energetických částic, které mají na organickou i anorganickou hmotu destruktivní účinek. Bez magnetického „štítu“ by povrch naší planety vypadal výrazně jinak. Pokud tedy budou lidé chtít Mars a Měsíc trvale osídlit, budou muset tento problém technicky vyřešit.

### PRINCIP DYNAMA

Velmi slabá magnetosféra Měsíce je – s ohledem na blízkou příbuznost se Zemí – hádankou, kterou se vědci snaží vyřešit již řadu let. Nevýrazný magnetický signál je nicméně dokladem, že Měsíc v minulosti nějaké zdroje magnetického pole mít musel. Je ovšem otázkou, jaké povahy byly. Obecně přijímaná teorie

▶ **Řez zemským pláštěm a jádrem. Kombinací teplot, tlaků a pohybů vzniká magnetické pole Země.** Ilustrace archiv Přírodovědci.cz

konstatuje, že stejně jako v případě Země bylo generátorem dipolárního magnetického pole vnitřní dynamo, které však z nějakých, pravděpodobně vnějších příčin (náráz velkého asteroidu) přestalo pracovat. Abychom pochopili, jak mohlo dojít k „vypnutí“ takového pole, musíme napřed znát princip jeho fungování. Ukážeme si to na příkladu Země.

Ta má pod oceánskou a kontinentální kůrou plastický plášť a pod pláštěm železoničkové jádro. Jádro se dělí na vnější, kapalnou část a vnitřní, pevnou část. Vzhledem k vysokým teplotám a díky rotaci Země není kapalná část jádra nehybná. Rotace Země mu dodává hybnost a ta pak nutí k pohybu kapalnou část, která se pohybuje vertikálně, ale

dochází i k horizontálním pohybům. Tak vznikají buňky provádějící pohyb podobný vroucí vodě v hrnci.

Na vertikální a horizontální pohyb roztavených a elektricky vodivých hornin působí Coriolisova síla. Ta je způsobená rotací Země a v atmosféře například stáčí proudění v tlakových výších na severní polokouli po směru hodinových ručiček a proti směru na jižní polokouli. Coriolisova síla také usměrňuje pohyb tekutiny a tedy i elektrických proudů do sloupců, které mají tendenci být rovnoběžné s osou rotace Země. Takto organizovaný tok uvnitř jádra generuje magnetické pole Země. Popsaná soustava pohybů se nazývá zemské dynamo či geodynamo.



## KRYSTALIZAČNÍ TEPLA

Je velmi pravděpodobné, že podobné procesy se odehrávaly v jádře Měsíce. Jeho stavba je velmi podobná té zemské a Země také nejspíš měla na vzniku Měsíce velký podíl. Železné jádro má rovněž vnitřní pevnou část, která je obklopena vnějším kapalným jádrem, a pro vznik vlastního dynama tak má ideální předpoklady. Vědci si však lámali hlavu, kde se vzal zdroj tepla, který by jeho dynamo poháněl. Nedávná studie odhalila, že měsíční jádro obsahuje kromě železa také nikl, ale naopak malé množství síry a uhlíku. Takovéto složení se vyznačuje velmi vysokou teplotou tání, která umožnila krystalizaci jádra již v raných fázích jeho vývoje. A bylo to právě latentní teplo krystalizace, které popohánělo měsíční dynamo.

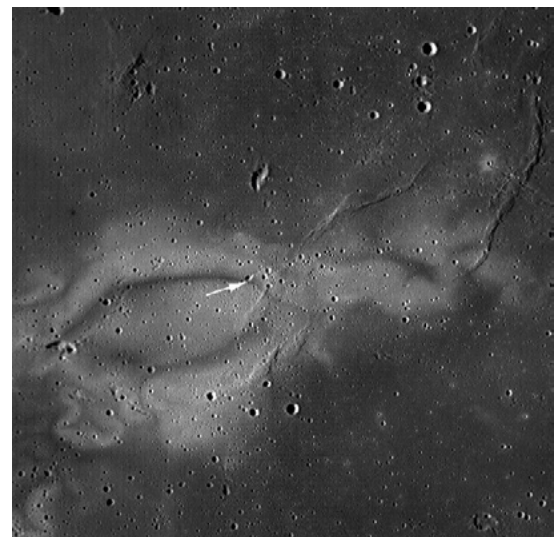
Měsíční magnetické pole bylo před více než třemi miliardami let asi podobně intenzivní jako to zemské, avšak přibližně po miliardě let fungování byla jeho činnost přerušena. Důvodem bylo pravděpodobně výrazné zpomalení jeho rotace, a tedy i zmizení Coriolisovy síly,

nutné k funkčnosti dynama. Roztavené části navíc postupně začaly tuhnout a dynamo Měsíce se zadrhlo.

## ZÁZNAM V HORNINÁCH

Za posledních 50 let nasbírali odborníci o Měsíci velké množství zajímavých údajů. Týká se to i jeho magnetického pole. Z měření sondy Lunar Prospector, nesoucí na palubě elektronový reflektometr snímající magnetické vlastnosti měsíčního povrchu, víme, že Měsíc vykazuje magnetické pole o intenzitě mezi 0,1 a cca 100 nT (nanotesla; tesla [T] je jednotkou magnetické indukce). To je zhruba tisíckrát méně než intenzita dnešního zemského pole.

Důležité informace o historii měsíčního magnetického pole poskytly rovněž vzorky hornin přivezené již v sedmdesátých letech misemi Apollo. Byly mezi nimi i feromagnetické minerály obsahující oxidy a sulfidy železa a titanu a jiné sloučeniny, které mají schopnost uchovat magnetizaci. Feromagnetický minerál zahřátý nad určitou blokovací teplotou ( $T_c$ ), ztrácí svoje magnetické



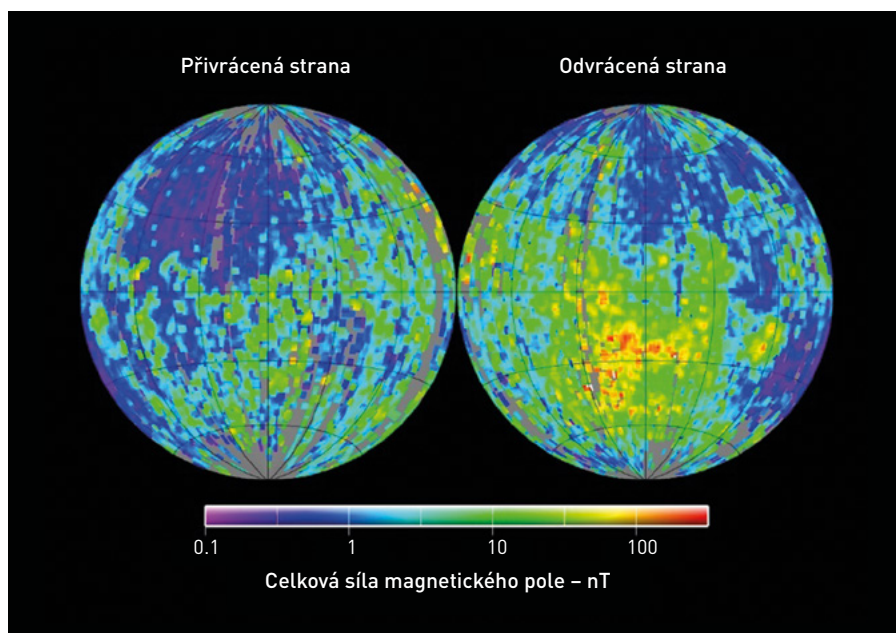
▲ Detail magnetické anomálie Rainer Gamma, která je díky světlé barvě regolitu snadno identifikovatelná. Zdroj NASA, volné dílo

vlastnosti a tudíž i informace o tehdejší magnetickém poli. Blokovací teplota se pro různé minerály liší, v případě magnetitu a hematitu se pohybuje v rozmezí zhruba 500–700 °C.

Při opětovném zchlazení pod  $T_c$  minerály zaznamenají aktuální orientaci magnetického pole a tato informace se může v hornině uchovat až do dalšího zahřátí přesahující jejich  $T_c$ . To může trvat klidně i stovky milionů let. Jedná se o metodu tzv. termoremanentní magnetizace, která se široce používá při výzkumu paleomagnetismu.

Například mělce podpovrchové magmatické a vulkanické horniny při výstupu na povrch rychle tuhnou a krystalizují za teplot přesahující blokovací teploty.

◀ Rozložení magnetického pole Měsíce je značně nerovnoměrné. Výraznější anomálie se nachází na jeho odvrácené straně. Zdroj NASA, volné dílo, počestěno





Při poklesu pod blokující teploty se pak v hornině uchová záznam orientace magnetického pole, což umožňuje studovat např. polohu zemských pólů a tudíž i pohyby litosférických desek. Dalším mechanismem, který může generovat dostatečné teplo pro překonání blokujících teplot, jsou impakty komických těles, kdy dojde ke skokovému zvýšení teplot až na 2400 °C.

## ANOMÁLIE

Z dat pocházejících ze satelitů vybavených magnetometry a obíhajících kolem Měsíce dále vyplynulo, že intenzita magnetických signálů není jednotná – existují zde místa s mnohem vyšší magnetickou intenzitou, která se zdají být rozmístěna náhodně. I proto byly dlouho považovány jen za magnetické anomálie. Jednou z nejznámějších je Reiner Gamma. Pole této anomálie má podlouhlý tvar a vyznačuje se tím, že měsíční prach, tzv. regolit, je zde v porovnání s okolím světlý. Magnetické pole zde zřejmě funguje jako štít před slunečním větrem a chrání prach před rozpadem na jemnější částičky a před dalšími minerálními změnami.

Anomálie jsou stále poněkud záhadou. Jedna z teorií se opírá o měření v blízkosti pánve Aitken nedaleko jižního pólu, kde anomálie svojí intenzitou převyšují možnosti běžných měsíčních hornin. Tato pánev vznikla v důsledku mohutného nárazu asteroidu v době před asi 4 miliardami let. Vědci se domnívají, že asteroid byl tvořen vysoce magnetickým materiálem, který byl srážkou rozmetán po širokém okolí.

► **Slavný otisk boty prvního člověka v měsíčním prachu, tzv. regolitu. Ten vzniká účinkem slunečního větru, před jehož působením je povrch Měsíce chráněn slabě a jen na některých místech.** Foto Shutterstock.com

Protože v té době ještě bylo měsíční dynamo aktivní, horniny při zchlazení pod blokovací teplotu získaly magnetizaci v tehdejší magnetické poli.

## ŠOKOVÁ METAMORFÓZA

I další teorie vychází z dopadů cizích těles. Měsíc je pokryt vrstvou prachu – regolitu – tvořící až několikametrovou vrstvu, která vznikla zvětřáním horninového povrchu působením slunečního větru. Měsíc obíhá kolem Země již 4,5 miliardy let a plní funkci jakéhosi ochránce, který zachytává meteority křížící se s dráhou Země. Vzhledem k tomu, že nemá hustou atmosféru, dopadnou všechna tělesa, která do ní vstoupí, přímo na povrch. Při dopadu se zvíří vrstva regolitu, kterého může být až několik metrů silná vrstva. Ten se během zvíření o sebe tře, čímž vzniká elektrostatická síla, která při normalizování vytvoří magnetické pole. Při dopadu zároveň dojde k natavení meteoritu i horninového podloží, teplota překročí

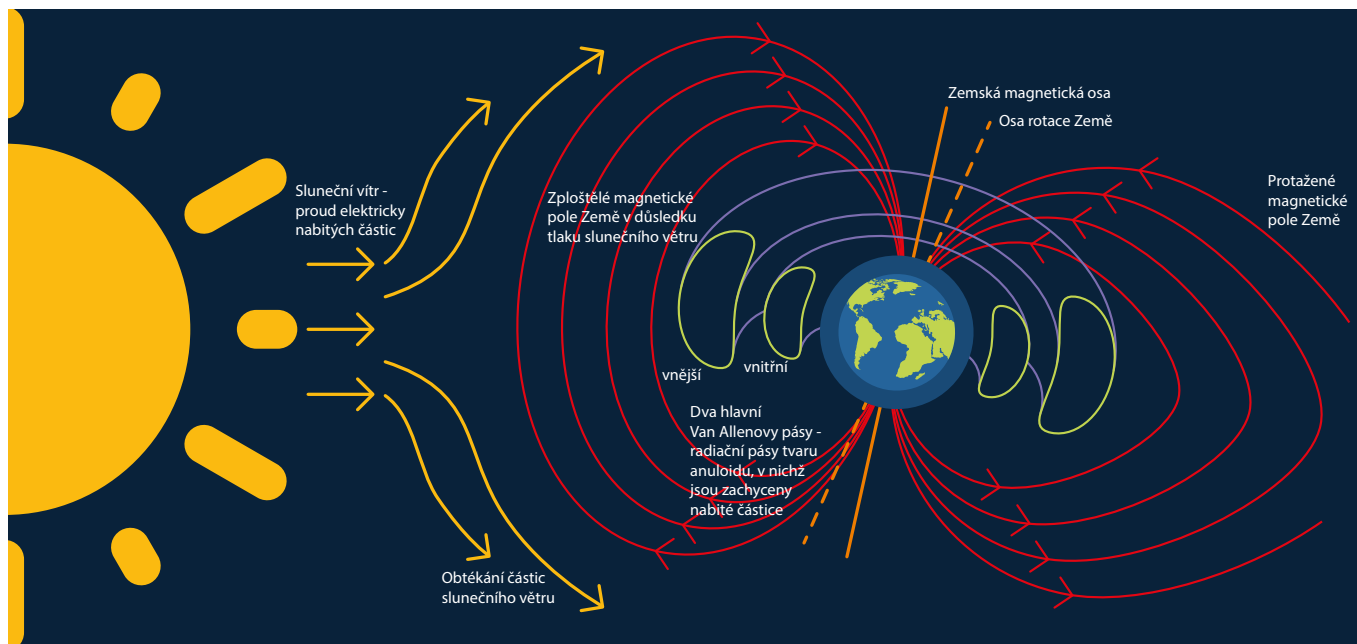
limit blokovací teploty a při následném zchlazením vznikne výrazný magnetický záznam.

Tato teorie částečně vysvětluje i selenografické rozložení magnetických anomálií. Měsíc má vázanou rotaci. To znamená, že k Zemi je neustále přivrácen jednou stranou. Dalo se proto očekávat, že na odvrácené straně bude bombardování meteority mnohem častější. A skutečně, na odvrácené straně Měsíce bylo zaznamenáno mnohem více míst s vyšší intenzitou magnetického pole.

K úplnému pochopení procesů odehrávajících se na Měsíci vede ještě dlouhá cesta. Doufejme, že budoucí mise k Měsíci, plánované na následující dekádu, přinesou mnoho nových objevů, které pomohou odhalit toto a další tajemství našeho nejbližšího souseda. ●

AUTOŘI PRACUJÍ V ÚSTAVU PETROLOGIE A STRUKTURNÍ GEOLOGIE A V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE





# Magnetické pole Země

Bez magnetosféry by na naší planetě jen stěží existoval život

MAREK KRÍŽEK

Magnetické pole Země je pro člověka neviditelné, avšak úkazy s ním spojené vyvolávaly v minulosti na jednu stranu údiv i strach a na druhou stranu podněcovaly zvědavost. Říká se, že kompas byl tím přístrojem, který fascinoval malého Alberta Einsteina a dovedl jej na pole přírodních věd. Existence geomagnetického pole je ovšem v prvé řadě bezpodmínečným předpokladem pro existenci života a prostředí v takové podobě, jak jej na naší planetě známe.

## VZNIK GEOMAGNETICKÉHO POLE

Magnetické pole Země má charakter pole magnetického dipólu. Fakticky se Země chová tak, jako by byl poblíž jejího středu situován obrovský magnet. Samotný vznik tohoto pole není ještě zcela vysvětlen, víme však, že jeho příčinou je pohyb hmot s vysokou vodivostí uvnitř Země, resp. v kapalném kovu vnějšího jádra. Vědci hovoří o tzv. gyro-

magnetickém efektu, což je vířivý pohyb tekutého niklu a železa ve zmíněném vnějším jádře. Na intenzitu pole má vliv rotace Země, která způsobuje kroucení elektromagnetických siločar.

Kromě matematických modelů, které se snaží popsat vznik a fungování geomagnetického pole, se provádějí i laboratorní experimenty, kde je rozžhavený kov vnějšího jádra suplován sodíkem. Výsledkem těchto experimentů byl model rotující kapalně sodíkové kuličky, která generovala magnetické pole. Zajímavé bylo, že i toto magnetické pole prodělávalo reverze severního a jižního magnetického pólu tak, jak to známe u naší planety.

## „VĚTROLAM“

Prostor působení magnetického pole Země se nazývá magnetosférou. Na straně obrácené ke Slunci sahá do vzdá-

lenosti 60 000 až 90 000 km a podléhá tlaku „slunečního větru“. Jde o elektricky nabitě hmotné částice v podobě protonů, elektronů a atomových jader vysílaných ze Slunce a obvykle se pohybující rychlostmi 300 až 700 km/s. Na straně od Slunce vytváří magnetosféra protáhlý ohon, který sahá daleko za oběžnou dráhu Měsíce.

Osa současného magnetického pole Země má odchylku od osy rotace zhruba 11,5° od osy rotace a protíná povrch Země v tzv. severním a jižním magnetickém pólu. Severní a jižní magnetický pól Země mají z fyzikálního pohledu přesně opačnou polaritu, než udávají jejich názvy (tj. severní magnetický pól Země je fyzikálně pólem jižním). Ani jeden z nich nemá stálou polohu – posunují se rychlostí zhruba 55 až 60 km za rok – a nejsou totožné se zeměpisnými póly. V době vzniku tohoto článku ležel



## ◀ Zjednodušené schéma zemské magnetosféry, která chrání povrch Země před zhoubným slunečním větrem a kosmickým zářením.

*Ilustrace Marie Hartmannová*

severní magnetický pól Země na  $84,448^\circ$  severní zeměpisné šířky a  $175,346^\circ$  východní zeměpisné délky.

### PROMĚNLIVÉ POLE

Magnetické pole Země je stejně jako naše planeta dynamické. Některé změny jeho intenzity jsou periodické (např. o periodě délky slunečního dne), jiné variace jsou nepravidelné. Nejznámějšími nepravidelnými změnami jsou (geo) magnetické bouře, které se projevují náhlým rozkolísáním magnetického pole Země a jeho následným uklidněním. Tento jev trvá několik hodin až dní a souvisí s činností Slunce, jehož výron hmoty v podobě silného slunečního větru zasáhne Zemi, resp. její magnetické pole.

Průvodním a velmi spektakulárním jevem magnetických bouří jsou polární záře, které vznikají interakcí molekul atmosféry a částic slunečního větru. Tyto elektricky nabitě částice vstupují v blízkosti magnetických pólů podél magnetických siločar do svrchní části atmosféry, kde se srážejí s atomy plynů. Takto vybuzené atomy se po srážce s částicemi slunečního větru snaží získané energie zbavit, a to tak, že ji vyzáří. Jelikož v atmosféře dominují dva plyny – dusík a kyslík –, převládá v polární záři modrá až fialová barva, kterou září dusík, resp. zelenožlutá až červená, kterou září kyslík.

### HROZBA BLACKOUTŮ

Při silných magnetických bouřích mohou polární záře sestoupit i do středních zeměpisných šířek, a tak lze i u nás za vhodných podmínek spatřit to, co je jinak

výsadou polární oblohy. Známa a svým historickým datem zajímavá je polární záře, která naši noční oblohu ozářila před 30 lety, a to 17. listopadu 1989. Nicméně geomagnetické bouře nepřinášejí jen ono mystické mihotavé světlo, ale v důsledku vzniklých stejnosměrných proudů, které způsobují napěťové rozdíly, ohrožující rozvody elektrické energie, dálková potrubí vedoucí zemní plyn či ropu, telekomunikační kabely, družice či zabezpečovací zařízení, mohou způsobit velké problémy. Navíc dochází k poruchám rádiového spojení zejména v pásmu velmi krátkých vln, snížení přesnosti navigačních systémů, ale i ke zvýšení radiace, což bezprostředně ohrožuje nejen kosmonauty, ale i cestující v letadlech.

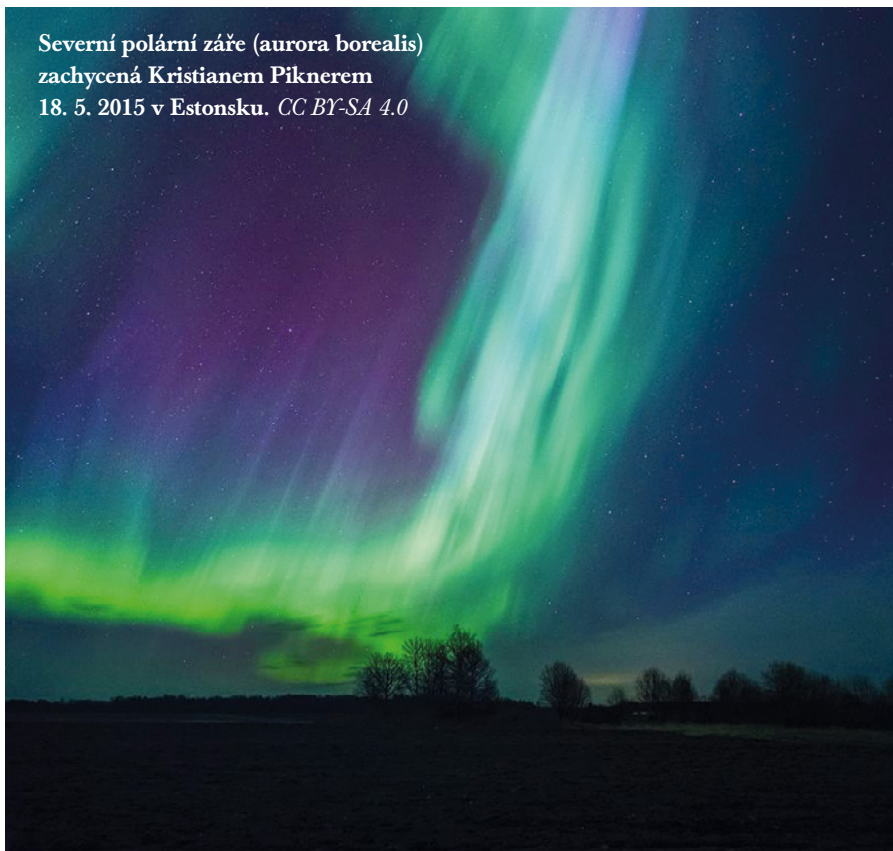
Největší novodobou geomagnetickou bouří byla událost na přelomu srpna a září roku 1859, kterou doprovázely polární záře pozorovatelné dokonce v Karibiku či na Havaji. Tato bouře

vyřadila tehdejší telegrafní systémy v celé Evropě i v Severní Americe. Dnes by byly její dopady podstatně větší, jen škody v USA by v současné době dosáhly 0,6–2,6 bilionu dolarů. Jen pro srovnání – hurikán Katrina, který zasáhl Spojené státy v roce 2005, způsobil škody „jen“ 125 miliard dolarů.

Jak již bylo výše naznačeno, dochází u magnetického pole Země k tzv. přepólování, během kterého se magnetické pole Země zhroutí, resp. velmi oslabí a následně znovuobnoví. K přepólování dochází průměrně jednou za 500 000 let, avšak v geologické minulosti Země byla období, kdy se magnetické pole nepřepólovalo desítky milionů let. Poslední přepólování nastalo před 780 000 lety, což znamená, že se s touto výzvou určitě museli vyrovnat i zástupci rodu Homo. Samozřejmě nikoli druhu homo sapiens, který v té době ještě nežil. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE FYZICKÉ GEOGRAFIE

Severní polární záře (aurora borealis) zachycená Kristianem Piknerem 18. 5. 2015 v Estonsku. CC BY-SA 4.0





# Velké tajemství smyslové biologie

Odhalení mechanismu vnímání magnetického pole vědcům zatím uniká

PAVEL NĚMEC

Schopnost používat magnetické pole Země jako vodítko pro orientaci v prostoru byla demonstrována u řady živočichů, včetně mnoha obratlovců. Tažní ptáci, poštovní holubi, mořské želvy, netopýři, kytovci, ale i hlodavci, včely, mouchy, langusty, blešivci nebo ploštěnky – ti všichni a mnozí další jsou schopni vnímat magnetické pole a informaci z něj získanou využít na svých tahových cestách nebo při každodenní orientaci. A to zvláště v situacích, kdy nejsou k dispozici jiná spolehlivá orientační vodítka.

## JEHLA V KUPCE SENA

Jak je magnetická síla převedena na neurální signál? Kde je a jak vypadá magnetoreceptor? Jak magnetickou informaci zpracovává mozek? Nic z toho nevíme. Potíž je v tom, že netušíme, kde přesně magnetoreceptor hledat. Protože

magnetické pole bez omezení proniká celým tělem, mohl by být umístěn téměř kdekoli. Magnetoreceptory mohou být navíc velmi malé a roztroušené v tkáních nebo mohou mít podobu kaskády chemických reakcí ovlivněných magnetickým polem, takže orgán či dobře rozpoznatelná struktura zprostředkovávající vnímání magnetických polí nemusí vůbec existovat. A když chybí receptor, máme jen velmi omezené možnosti, jak studovat mechanismus vnímání magnetického pole. Teoretické studie proto významně předběhly studie experimentální. Z množství navržených modelů zde zmíníme dva všeobecně přijímané.

## MAGNETITOVÁ HYPOTÉZA

Nejnsáze představitelný je mechanismus založený na součinnosti biologicky syntetizovaného magnetitu s receptory

vnímajícími mechanické podněty. Krystaly magnetitu o určité velikosti (přibližně 50 nm) se v magnetickém poli natáčí ve směru tohoto pole. Krystaly mohou působit jako páky (torzní silou), případně tlakem na sekundární receptory, jako jsou volná nervová zakončení, vláskové buňky nebo kožní mechanoreceptory. Vnitrobuněčně umístěné krystalky magnetitu také mohou hypoteticky přímo otvírat či zavírat iontové kanály.

Celé řetězky takových částic byly nalezeny u mnoha vzájemně nepříbuzných bakterií. Tyto bakterie natáčí své buňky po směru magnetického pole a tím udržují stálou orientaci buňky vzhledem k vrstvě bahna na dně, ve kterém žijí. Molekulární mechanismus, kterým bakterie magnetit syntetizují a ukládají do membránových váčků, je dobře znám.



◀ **Tažní ptáci, podobně jako mořské želvy, používají nejen magnetický kompas, ale jsou schopni i mapové magnetické navigace, tj. podle lokálních podmínek magnetického pole určit svou polohu vůči cíli. Červenka obecná (*Erythacus rubecula*) je modelovým druhem pro výzkum magnetické orientace.** Foto Miroslav Hlávko

Zjištění, že jsou bakterie schopné syntetizovat magnetit, spustilo hon na magnetitové částičky v živočišných tkáních. Domnělé magnetoreceptory obsahující krystalky magnetitu byly identifikovány v mnoha tkáních, například v čichové sliznici lososovitých ryb, ve škáře horní poloviny zobáku tažných ptáků nebo ve vnitřním uchu holubů. Tyto slibné výsledky však byly následně zpochybněny – jednalo se o kontaminaci z laboratorního prostředí nebo o  $Fe^{3+}$  obsahující makrofágy mylně považované za magnetoreceptory. Navzdory tomu, že snahy o identifikaci magnetitových magnetoreceptorů zatím nebyly úspěšné, jejich roli ve vnímání magnetických polí podporují orientační pokusy. Krátký silný magnetický pulz (~ 5 ms, 0,5 T), který „přepóluje“ krystaly magnetitu, má výrazný a často dlouhotrvající efekt na orientaci hmyzu, koryšů, plazů, ptáků i savců.

### CHEMICKÝ KOMPAS

Mnohem hůř představitelný je mechanismus založený na chemických reakcích citlivých na magnetické pole. Na první pohled se zdá velmi nepravděpodobné, že by chemické reakce mohly

▶ **Hlodavci používají magnetický kompasový smysl jako směrovou referenci při hrabání nor nebo při pohybu nepřehledným podrostem. Rypoš obří (*Fukomys mechowii*) je jedním z modelových druhů pro výzkum kompasové orientace u savců.** Foto Ondřej Kott

být ovlivňovány tak slabým polem, jako je pole zemské. Energie magnetického pole Země je o mnoho řádů nižší než energie nutná k přenosu elektronu z jednoho orbitalu do druhého. Navíc je kinetická energie biomolekul za fyziologických teplot asi o 11 řádů vyšší než energie zemského pole. Je proto dobrý důvod předpokládat, že tepelný pohyb molekul zcela vyruší vliv tak slabého pole.

Nicméně i slabá magnetická pole mohou ovlivňovat velmi specifické chemické reakce. Přesněji řečeno chemické reakce, při kterých dochází k tvorbě tzv. radikálových párů. V organismech vznikají radikálové páry nejčastěji ve fotopigmentech jako důsledek interakce s fotonem. Energie fotonu vyzdvihne elektron z nejvyššího obsazeného orbitalu na nejbližší vyšší volný orbital. Takto vybuzená molekula pak může předat svůj elektron jiné, akceptorové molekule a vytvoří s ní tzv. radikálový pár.

Radikálové páry jsou velmi reaktivní a jejich vznik zpravidla vede ke kaskádě dalších reakcí. Osud radikálového páru závisí na řadě faktorů, včetně

polohy radikálového páru vůči vnějšímu magnetickému poli. Magnetické pole tak může posunout rovnováhu reakce i její výtěžek ve prospěch jedné z možných drah. Jedinými fotopigmenty, o kterých víme, že se vyskytují v sítnici živočichů a tvoří radikálové páry, jsou kryptochromy. S pochopitelných důvodů se tedy staly horkými kandidáty na hledané „magnetosenzorické“ molekuly.

A vskutku, u hmyzu bylo prokázáno, že experimentální odstranění kryptochromů vede ke ztrátě schopnosti vnímat magnetické pole. Pro obratlovce podobné přímé důkazy zatím chybějí, nicméně nepřímých důkazů pro „chemickou magnetorecepci“ přibývá. Magnetická orientace ptáků je závislá na intenzitě a vlnové délce světla a lze ji rušit velmi slabými rádiovými vlnami o frekvenci 0,1–10 MHz, o kterých je známo, že ovlivňují reakce radikálových párů. Magnetická orientace vede k aktivaci specifických částí zrakového systému a selektivní zničení těchto oblastí vede k neschopnosti ptáků používat magnetický kompas. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE



# Neviditelné struktury v horninách

Magnetické vlastnosti pomáhají zkoumat tok částic při geologických procesech

FILIP TOMEK

Horniny představují jedinečný „archív“ celé řady fyzikálních procesů, které se odehrály v daleké geologické minulosti, a dokonce nám umožňují rekonstruovat rozsáhlé pohyby hmot v zemské kůře. Abychom takové informace z kamene mohli vyčíst, používáme celou škálu strukturněgeologických postupů. V některých případech jsou horninové struktury patrné na první pohled, jindy je potřeba využít speciálních magnetických metod. Ideální kombinací je pak výzkum hornin v terénu spojený s analýzou horninového magnetismu v laboratoři.

## POHYB OBJEKTŮ V PROUDU

Přímo v terénu můžeme pomocí přednosti orientace velkých krystalů (vyrostlic) interpretovat například tok magmatu v podpovrchových kanálech (žilách) a orientaci proudění lávy nebo třeba odhadovat směry toku dávných řek a dynamiku sedimentace v mořských pánvích. V určitých případech je kromě toho možné dešifrovat na základě struktur měřitelných na výchozech pohyby kontinentů.

Jako malí jsme často stáli na břehu řeky a házeli malé větvičky do vody. Každý si určitě mohl všimnout, že hozená větvička se okamžitě začala otáčet dle proudění řeky. Představme si třeba povodňovou situaci, kdy rozvodněné řeky unášejí vyplavené předměty, včetně velkých klád stromů. Ve chvíli, kdy je tekoucí řeka plná popadaných klád, začnou se natáčet do tvaru půlměsíce protaženého ve směru proudu, protože jejich pohyb je brzděn třením o břehy řeky.

## GEOMETRIE V HORNINÁCH

A zhruba na podobném principu fungují i některé geologické procesy. Geometrii zmíněného půlměsíce připomínají



▲ Bazaltická láva „pahoehoe“ vytváří provazy připomínající tvar půlměsíce protaženého ve směru toku. Foto Shutterstock

struktury tekoucí provazovité lávy „pahoehoe“ nebo orientace drobných krystalů a bublinek plynů v přírodních kanálech sopek. Krystaly v rozžhaveném magmatu se orientují dle konvekčního proudění v magmatickém krbu nebo reagují na vnější napětí (tektonickou deformaci) tím, že se uspořádávají do plošných a lineárních struktur (foliace a lineace). Všimavě oko také rozezná šikmé úklony vrstev v pískovcích skalních měst z období křídý (doba před cca 146 až 66 miliony let), které nám ukazují na směry proudění vody a přínosu usazenin v mělkých podmořských deltách.

Jak ale dokážeme takové informace vyčíst z hornin, které jsou na první pohled izotropní, tedy neobsahují žádné viditelné struktury? Jednou z možných analytických metod je anizotropie magnetické susceptibilitě (zkráceně magnetická anizotropie).

## NEVIDITELNÉ STRUKTURY

Anizotropie magnetické susceptibilitě je metoda vyvinutá pro určování „neviditelných“ vnitřních struktur hornin, která tak umožňuje interpretaci celé řady výše zmíněných geologických procesů. Využívá při tom magnetických vlastností minerálů, konkrétně



magnetické susceptibilitu, která se dá popsat jako schopnost minerálů a hornin „namagnetizovat se“ ve vnějším magnetickém poli. Minerály mají různé tvary, dané krystalovou mřížkou, a mají tudíž i různou susceptibilitu v určitých směrech krystalografických os, a jsou tedy anizotropní. Jako příklad uvedme slídy, perleťově lesklé minerály s výbornou štěpností, které tvoří tenké plošně lupenité agregáty. Susceptibilita slíd je největší v ploše a nejmenší kolmo na ni. Pokud tedy hornina obsahuje drobné krystaly slídy, které se přednostně usměrnily do plošně paralelních pásků, můžeme měřením její celkové magnetické anizotropie odvodit i její vnitřní stavbu.

Odběr vzorků probíhá v terénu pomocí přenosné benzínové vrtačky s jádrovým vrtákem zakončeným nemagnetickou korunkou osazenou syntetickými diamanty. Na vybraných skalních výchozech je obvykle odvrtno více jader, která jsou následně orientována geologickým kompasem, nařezána na válečky o stejném průměru a délce (2 cm) a změřena v laboratoři na speciálním extrémně citlivém přístroji, tzv. kappamůstku. Nedílnou součástí této práce je také identifikace magnetických minerálů v hornině, kterou měříme.

### PRAKTICKÉ VYUŽITÍ

Vraťme se ale zpět k horninám a minerálům, konkrétně k částicím sedimentu v proudící vodě a sedimentačnímu prostředí. Sedimentární horniny vznikají na zemském povrchu, zaznamenávají hydrodynamický režim a poskytují informace o paleoklimatu v době svého vzniku, včetně tektonické deformace sedimentární výplně.

► **Odběr vrtných jader v terénu a s pomocí motorové vrtačky s výplachovým zařízením.** Foto Filip Tómek

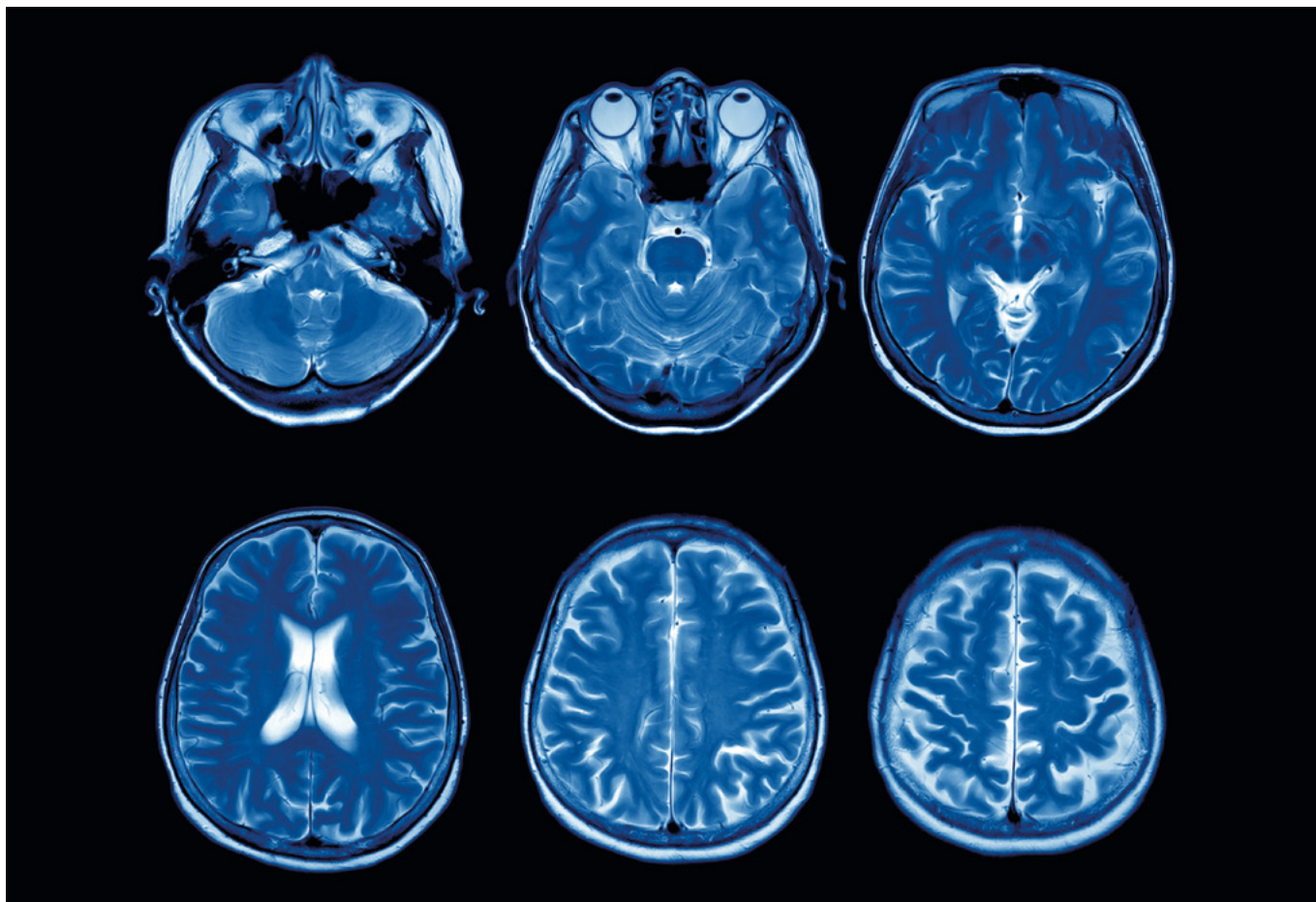
Jedna taková velmi rozsáhlá sedimentární pánev se nachází v oblasti zhruba mezi Brnem, Ostravou a Jeseníkem. Jedná se o tzv. moravskoslezský kuhl – pánev, která vznikla sedimentací a deformací v předpolí variského orogénu v době středního až svrchního karbonu (před cca 347 až 330 miliony let). Kulmská pánev je složena z vrstev převážně jemnozrnných prachovců a hrubozrnnějších pískovců a drob, které jsou intenzivně vrásněny a porušeny zlomovou tektonikou.

Magnetické stavby zde zaznamenávají původní sedimentární procesy vzniku hornin a směry proudění v pánvi, ale hlavně tektonickou deformaci, způsobenou v první fázi podsouváním mikrokontinentu Brunia pod zbytek Českého masivu. Relikty Brunia dnes

můžeme nalézt v okolí Miroslavi, Brna a Boskovic. Druhá fáze pak byla charakterizována pravostrannými horizontálními posuny podél zlomů tzv. labské linie v západoseverozápadním směru. V globálním měřítku jsou pak tyto posuny odrazem relativního vzájemného konvergentního pohybu dvou kontinentů Laurussie a Gondwany na konci prvohor, který vedl ke kontinentální kolizi a vzniku pradávného superkontinentu Pangea. Právě při odhalování sedimentační a deformační historie zde přišla ke slovu analýza magnetické anizotropie a paleomagnetismu, a to v návaznosti na detailní terénní výzkum a strukturální mapování. ●

AUTOR JE VEDOUČÍM LABORATOŘE HORNINOVÉHO MAGNETISMU V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE





# S magnetem do mozku

## K fyzikálně-chemické podstatě magnetické rezonance

JAN KOTEK

Hmota kolem nás je tvořena atomy různých prvků, které se spojují do molekul. Atomy jsou tvořeny jádrem, které obsahuje tzv. nukleony – kladně nabitě protony a elektroneutrální neutrony –, a atomovým obalem, ve kterém se pohybují mnohem lehčí záporně nabitě elektrony. Prostor, ve kterém se s vysokou pravděpodobností nalézá vybraný elektron, se pak označuje jako orbital. Atomový nebo molekulový orbital může být obsazen maximálně dvěma elektrony, které se liší vnitřním momentem hybnosti, tzv. spinem. Ten však mají

i jednotlivé nukleony, a podle jejich počtu má proto spin i celé atomové jádro.

### VÝZNAM SPINU

Spinové kvantové číslo  $S$  je klíčovou vlastností každého nuklidu (souboru atomů daného prvku se stejným počtem neutronů). Jádra, která mají lichý počet protonů i neutronů, mají spinové číslo celočíselné (1, 2, 3, ...), zatímco jádra, která mají počet jednoho typu nukleonů lichý a počet druhého sudý, mají spin poločíselný (1/2, 3/2, 5/2, ...). Nuklidy se sudým počtem obou typů nukleonů pak mají spin nulový.

Spinové číslo určuje možné spinové stavy ( $m_S$ ) daných jader – ty mohou nabývat hodnot od  $-S$  do  $+S$  v krocích po jedné. Např. jádra se spinovým kvantovým číslem 1 mohou nabývat spinu +1, 0 nebo -1. Pro chemiky jsou nejdůležitější jádra, která mají spinové číslo rovno 1/2. Taková jádra mají spin buď +1/2 (označovaný jako *a*), nebo -1/2 (*b*). Energie jader s jednotlivými spinovými stavy je za normálního stavu stejná, avšak působením vnějšího magnetického pole se rozštěpí, přičemž jaderný stav *a* je energeticky výhod-



◀ **V medicíně je metoda snímání na základě magnetické rezonance nedocenitelným pomocníkem.** *Zdroj Shutterstock.com*

nější – tj. základní –, a stav *b* má vyšší energii – je excitovaný.

### MAGNETICKÉ ROZŠTĚPENÍ

Velikost energetického rozštěpení mezi *a* a *b* je přímo úměrná velikosti magnetického pole. Energetický rozštěp je však velmi malý a tepelná energie stačí k tomu, aby byl i excitovaný stav *b* populován. Za běžné teploty a při rozumně dosažitelné hodnotě intenzity magnetického pole jsou hladiny *a* a *b* populovány téměř shodně a nadbytek jader v základním stavu činí pouhých několik jednotek na každý milion jader.

I takto malý rozdíl však stačí k tomu, aby šlo energetický rozdíl mezi hladinami změřit – podle Planckova vztahu odpovídá energii přechodu, tzv. rezonanci. Oproti viditelnému světlu, jehož vlnová délka leží v rozmezí 400–800 nm, je vlnová délka záření odpovídajícího rezonanci mezi jadernými spiny řádově jednotky metrů. Jedná se tudíž o záření z oblasti radiových vln s velmi malou energií, které je pro živé organismy naprosto neškodné.

### NMR SPEKTRUM

Popsaný jev je základem jedné z nejdůležitějších spektrálních metod, které chemikům pomáhají při identifikaci sloučenin, nazývané nukleární magnetická rezonance (NMR). Spinové číslo 1/2 má totiž řada nuklidů běžně se vyskytujících v organických sloučeninách – především se jedná o nuklidy

▶ **NMR spektrometr je poměrně masivní zařízení, pro laboratorní výzkum organických sloučenin je však naprosto nezbytný.** *Zdroj Shutterstock.com*

$^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  a  $^{31}\text{P}$ . Magnetické pole, které působí na měřené jádro v dané sloučenině, se od vnějšího magnetického pole vloženého spektrometrem maličko liší. Důvodem této odchylky je magnetické stínění, které vytváří elektrony, jež se pohybují kolem daného jádra. Pohybující se elektrony jsou vlastně proudovou smyčkou, která vytváří magnetické pole, stejně jako proud procházející cívkou vytváří elektromagnet.

Protože elektronová hustota v okolí jednotlivých měřených jader je různá, je různá i hodnota magnetického pole v místě jádra a v důsledku toho je různé i energetické rozštěpení mezi jádry téhož prvku navázanými v různém chemickém okolí. To dává vznik tzv. NMR spektru, v němž každý chemicky neekvivalentní atom měřeného nuklidu poskytuje samostatný signál o charakteristické frekvenci. Protože odchylka způsobená magnetickým stíněním elektronovým obalem je velmi malá, musí být magnetické pole spektrometru velmi přesně homogenní, což je technický oříšek. S tím si lze poradit pomocí různých triků.



### VYUŽITÍ V MEDICÍNĚ

Jevu NMR můžeme elegantně využít i pro medicínské zobrazování. Lidské tělo je z valné části tvořeno vodou ( $\text{H}_2\text{O}$ ; podle věku z 70–80 %), která z více než 99,9 % obsahuje nuklid  $^1\text{H}$ , který tak k měření přímo vybízí. Oproti NMR spektroskopii se v zobrazovací technice nazvané MRI (magnetic resonance imaging, česky magnetická rezonance) používá gradient magnetického pole. Díky tomu je v každém místě měřeného objektu (např. v těle pacienta) jiná hodnota intenzity magnetického pole, a tudíž i jádra  $^1\text{H}$  rezonují při jiné frekvenci elektromagnetického záření.

Vlnová délka záření nám tedy určuje, z jakého místa v prostoru daný signál pochází. A protože je intenzita signálu úměrná koncentraci jader  $^1\text{H}$  (a potažmo tedy množství vody v daném místě), můžeme snadno zrekonstruovat tzv. protonovou mapu. V takovém obraze jsou místa se stejným obsahem vody vybarvena stejnou barvou, což umožní sestavení trojrozměrného obrazu. Protože obsah vody je v různých tkáních různý, získáme anatomicky velmi přesný obraz rozložení různých vnitřních struktur a orgánů.

Metoda MR tak dokáže s velmi dobrým rozlišením vidět anatomické rozdíly mezi měkkými tkáněmi, kde klasické radiologické metody selhávají – Röntgenovo záření není měkkými tkáněmi téměř absorbováno, a proto je v rtg. snímcích dobře vidět pouze rozdíl mezi kostmi a měkkými tkáněmi, ale mezi jednotlivými typy měkkých tkání není možné kvalitně rozlišit. Zvláštní uplatnění nachází MR při zobrazování mozku, kde jsou radiometody neefektivní (kvůli lebce je rozlišení struktur mozku velmi obtížné). ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE ANORGANICKÉ CHEMIE



# Magnetismus ve světě zvířat

Jaký význam má běžný, a přesto obvykle opomíjený projev vnímání?

HYNEK BURDA

Slovo „alignment“ obecně znamená seřazení do řady (linie) či zaujetí polohy v určitém přímém směru. Smyslový alignment pak znamená, že tato určitá řada se vytváří na podkladě smyslového vnímání a vzhledem k nějakému orientačnímu či komunikačnímu signálu.

## VÝHODNÉ POSTAVENÍ

Všichni známe tepelný alignment – nastavení ke zdroji tepla, respektive slunečním paprskům (při slunění, opalování) –, alignment vzhledem ke směru větru či vodního proudu, orientaci vzhledem ke svahu a podobně. Zkrátka natočení se ke zdroji informací či naopak odvrácení

se od nepříjemných podnětů. Ve všech případech přináší alignment výhody – šetří energii, zvyšuje pohodlí, umožňují efektivní sběr potravy nebo informací.

Studium alignmentu má pro pozorovatele poznávací (heuristický) potenciál – jedinec, který je hluchý nebo slepý, se ke zdroji zvuku či světla natáčet nebude. Absence určitého alignmentu ale nic zvláštního nevypovídá, neboť svou roli hraje také motivace. Kráva, která je zvědavá, se natočí směrem k příchozímu bez ohledu na směr větru či směr slunečního záření. Alignment vzhledem ke zdroji informací, který je v tomto

případě dán nadřazenou motivací, prostě nevyvrací skutečnost, že zvíře je schopno vnímat i například směr větru a patřičně se natáčet.

## MAGNETORECEPCE

O tom, že některá zvířata vnímají magnetické pole Země, se spekuluje již dlouho. Výzkumy na konci minulé dekády však přinesly řadu nových a zajímavých poznatků. Patří k nim i magnetický alignment v případě větších savců, kupříkladu krav. Jakkoli hraje magnetorecepce (vnímání magnetického pole) mezi smysly zřejmě spíše podřadnou roli, v chování zvířat se přesto nepochybně projevuje.





◀ „Alignment“ zvířat ovlivňují negativní i pozitivní podněty, velmi důležitá je i jejich intenzita. Magnetismus naší planety je podnětem relativně slabým, avšak rozhodně ne bezvýznamným. *Zdroj Shutterstock.com*

### SPECIFIKA VÝZKUMU

U malých zvířat probíhá studium magnetického alignmentu v laboratoři – v aréně, kde nejsou žádná orientační vodítka a magnetické pole můžeme manipulovat prostřednictvím Helmholtzovy či jiné elektromagnetické cívký. Jak ale studovat magnetický alignment u velkých zvířat, která když je zavřeme do laboratoře, se rozhodně nebudou chovat přirozeně a „uvolněně“?

Hlavní výzkumnou strategií je nezávislé pozorování mnoha jedinců v různých místech a prostředích, v různém čase a v různých situacích (různém behaviorálním kontextu). Metoda vychází z toho, že směr slunečního záření, směr větru, směr zdroje relevantních informací apod. se v čase a místě náhodně mění, a směry vzhledem k těmto podnětům se tedy nesčítají a způsobují jen větší rozptyl výsledného vektoru.

Naproti tomu směr magnetického pole zůstává na všech místech a v čase konstantní, vektor magnetického alignmentu se sčítá a při větším množství dat zjistíme (metodami kruhové statistiky) významný směrový signál. Magnetický alignment je tedy především statistický jev a skutečnost, že jedince zastihneme i v jiné směrové orientaci než sevojižní, hypotézu nefalzifikuje. Krom toho je třeba si uvědomit, že i s naším technickým kompasem, jehož stříška ukazuje na sever, se můžeme orientovat i jakýmkoliv jiným směrem.

Studium případů magnetického alignmentu je tudíž vhodným

experimentálním paradigmatem magnetobiologického výzkumu a může pomoci porozumět roli magnetorecepce ve „všedním“ životě zvířat. Proč to zvířata dělají? Jakou informaci získávají z magnetického pole? Mohou šetřit energii (získat více „pohodlí“), jsou-li magneticky alignována? A jak vlastně vnímají magnetické pole?

### PROSTOROVÁ ORIENTACE

Magnetický alignment byl zaznamenán u nejrůznějších druhů zvířat v různém behaviorálním a ekologickém kontextu. Nebývalou mediální pozornost vyvolaly práce o magnetickém alignmentu skotu na pastvinách či značkových psů. Závěr je takový, že magnetický alignment pomáhá zvířatům synchronizovat a koordinovat pohyb ve skupině, měřit vzdálenost a sklon pohybu, případně i zvýšit (zaostřit) selektivní smyslovou pozornost, především ale organizovat a číst kognitivní (mentální) mapy.

Hypotéza je, že zvíře se zarovná (alignuje), když potřebuje zaznamenat polohu („koordináty“) daného místa a uložit ji do paměti. Zaznamenání polohy do mapy je určitě snazší, když je mapa orientována určitým referenčním směrem. Když čteme mapu a zaznamenáváme do ní svou polohu, otáčíme ji také tak, že sever směřuje dopředu (nebo nahoru) a sever na mapě pak srovnáváme s kompasem a vzhledem k určitým pozorovaným landmarkům. I landmarky v krajině poznáme lépe, díváme-li se na ně určitým navyklym směrem. Nezávislý pozorovatel si všimne, že když pracujeme s mapou, otáčíme se a zarovnááme. Fyzická rotace je pro nás, stejně jako pro psa či krávu, zjevně jednodušší než rotace mentální. ●

Představte si následující situaci: je bezvětří, zvíře stojí na rovině, světlo je rozptýlené, nebo je dokonce tma; pravděpodobnost, že se kořist, partner nebo nebezpečí někde objeví, je pro všechny směry stejná. Bude potom orientace těla jedince vzhledem ke světovým stranám náhodná? Provedená zkoumání ukázala, že nikoli a že bude dána ve vztahu ke směru magnetického pole. Jedná se tedy o magnetický alignment.

Znovu je třeba zdůraznit, že v hierarchii vnímání stojí magnetorecepce nízko, a je tudíž obvykle překryta nadřazenými motivacemi. I my koneckonců vytáhneme z kapsy kompas a mapu (dnes již zkombinované do navigačního přístroje) až ve chvíli, kdy už skutečně nevíme kudy dál, krajinu neznáme a viditelná či slyšitelná vodítka, tzv. landmarky, nejsou k dispozici.

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE MYSLIVOSTI  
A LESNICKÉ ZOOLOGIE  
FAKULTY LESNICKÉ A DŘEVAŘSKÉ ČJU V PRAZE

# Nanomagnety proti rakovině

Medicína testuje další nástroj pro boj s nádorovými onemocněními

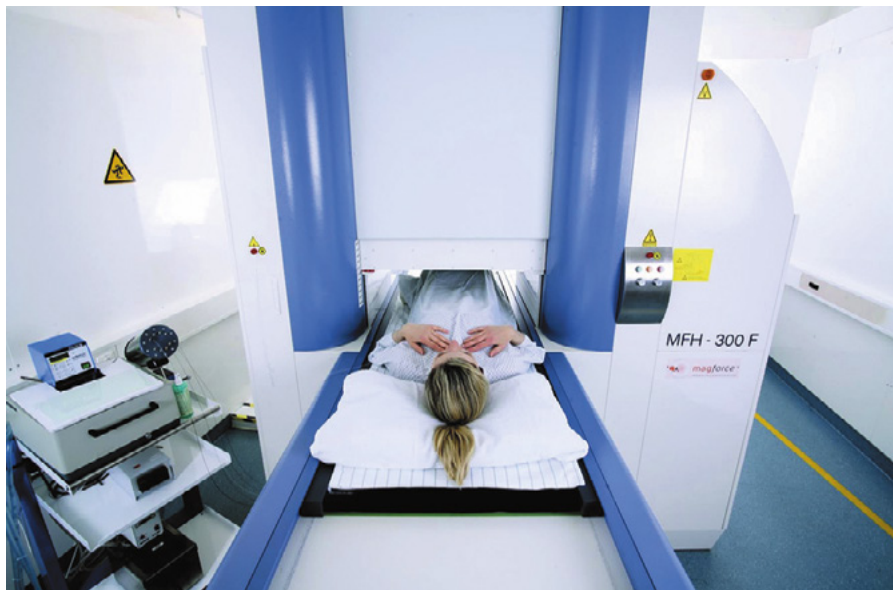
DOMINIKA ZÁKUTNÁ

Dlouhá léta se rakovina léčila různými metodami – např. přímou operací nádoru, chemoterapií anebo radiační terapií. V chemoterapii se využívá látek, které ničí anebo mění DNA a tím zpomalují vznik nových rakovinných buněk. Při radiačních metodách se využívá vysokoenergetického ozařování pomocí fotonů nebo nabitých částic, které taktéž ničí DNA rakovinných buněk.

## NADĚJNÁ HYPERTERMIE

Ačkoliv jsou obě metody účinné, mají i hodně nepříznivých vedlejších účinků, což vyvolává zájem o nové metody léčby. V posledních letech narůstá zájem o tzv. hypertermii (starořec. hyper = nad; thermos = teplý). Tato metoda je již v praxi do jisté míry používána – k ohřívání může sloužit laser, radiofrekvenční či mikrovlnné záření anebo ultrazvukové vlnění. Jejím vážným nedostatkem je ovšem poškození zdravých buněk nacházejících se v okolí buněk nádorových (maligních). V posledních letech je proto vyvíjen nový způsob hypertermické léčby, při kterém by docházelo ke kontrolovanému a lokálnímu vývinu tepla – a to za pomoci magnetických nanočástic.

Magnetické nanočástice jsou částice, které mají alespoň jeden rozměr menší než 100 nm. Svě uplatnění našly ve strojírenství, elektronice a rovněž v biomedicině. V jejím rámci se využívají v pozitronové emisní tomografii, v nanochirurgii, slouží k distribuci léčiv nebo jako kontrastní látky pro magnetickou rezonanci. Značnou výhodou těchto nanočástic je, že se dají připravit ve velikostech menších nebo srovnatelných s buňkami (< 100  $\mu\text{m}$ ), viry (< 450 nm), geny ( $\approx$  2 nm) nebo proteiny (< 50 nm). To jim umožňuje dobrou difuzi a dopravu



▲ Na berlínské klinice Charité využívají při hypertermické léčbě aplikátor magnetického pole MFH 300F. Zdroj MagForce Nanotechnologies AG, Berlin, Germany

na cílové místo, k čemuž lze navíc využít i magnetické pole.

## NANOMAGNETY

Využití nanočástic se dá jednoduše modifikovat navázáním nejrůznějších molekul na jejich povrch. Jednou z výjimečných vlastností magnetických materiálů je to, že dokážou přeměnit energii kmitajícího magnetického pole na teplo, a právě proto našly své uplatnění při léčbě rakoviny. Při hypertermické léčbě nádoru s využitím magnetických nanočástic se k ničení maligních buněk využívá lokálního vývoje tepla a změny teploty. Nejčastěji používanými magnetickými nanočásticemi jsou superparamagnetické oxidy železa, jako jsou maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) a magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Tyto látky jsou plně biokompatibilní a říká se jim SPIONs (SuperParamagnetic Iron Oxide Nanoparticles).

Při zmenšování materiálu do nanorozměrů dochází k dramatickým změnám v jejich původních vlastnostech. To je dáno hlavně změnou poměru povrchu ku objemu materiálu – při zmenšování rozměru částic se povrch zmenšuje pomaleji než jejich objem. Magnetické materiály s uspořádanou magnetickou strukturou jako jsou ferri- a ferromagnety, obsahují oblasti se stejně orientovanými magnetickými momenty, které se nazývají magnetické domény. Při zmenšování dochází z důvodu zachování co nejmenší výsledné energie systému k formování takzvaných monodoménových částic. V těchto nanočásticích jsou všechny atomární spiny (magnetické momenty) stejně uspořádány, a tím vytváří jeden velký spin (magnetický moment) pro celou nanočástici – tzv. superspin.



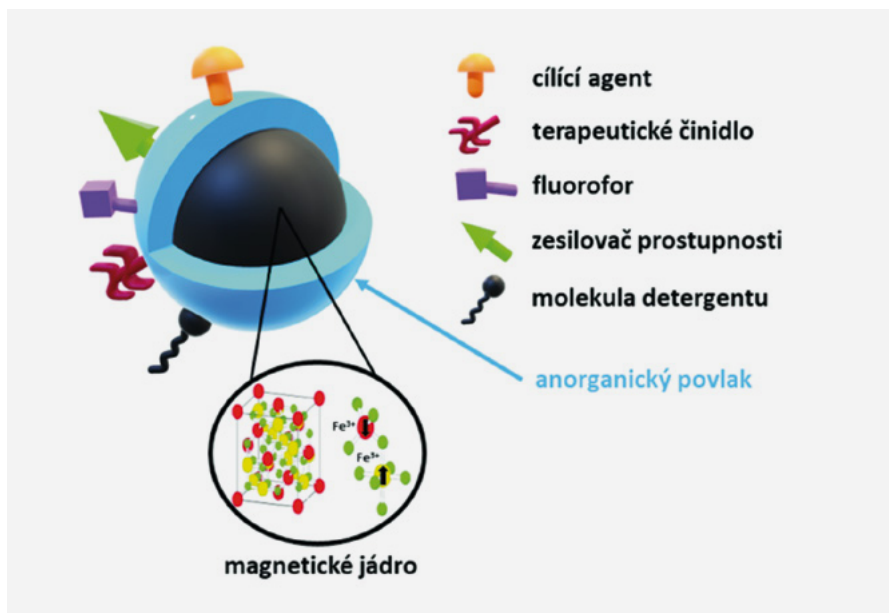
► Schematický obrázek možné modifikace povrchu magnetické nanočástice (SPION) pro různé biomedicínské aplikace.

*Ilustrace Dominika Žákutná*

### GENERÁTOR TEPLA

Pokud je energie nanočástic menší než je teplotní energie, superspin těchto částic v důsledku teplotních fluktuací může náhodně otočit svůj směr. To vede k dalšímu jevu, který se nazývá superparamagnetismus (SPM). V průměru má soubor magnetických nanočástic bez vnějšího magnetického pole výslednou magnetizaci nulovou. Při aplikování magnetického pole se superspiny magnetických nanočástic zorientují ve směru magnetického pole a výsledná magnetizace celého systému nanočástic je následně nenulová, stejně jako u paramagnetických látek, ovšem hodnota dosažené magnetizace je mnohem vyšší.

Když se na SPM nanočástice aplikuje střídavé magnetické pole, jejich superspin se bude snažit následovat směr aplikovaného pole, aby zmenšil svou potenciální energii. Jelikož magnetické pole osciluje „nahoru“ a „dolů“, superspin musí několikrát překonat



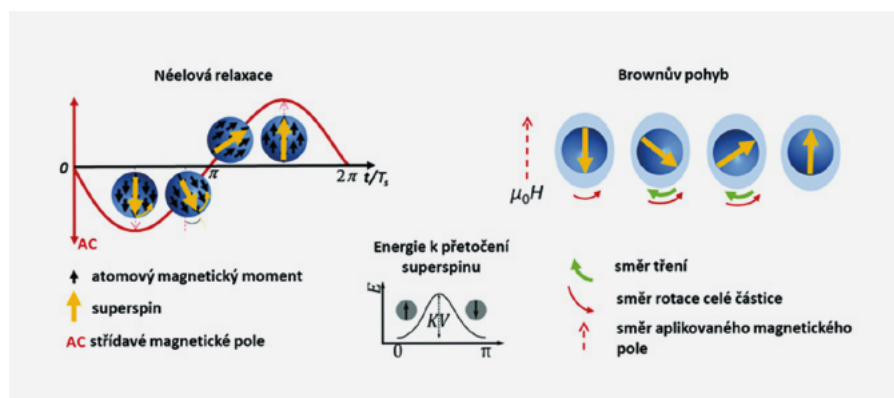
energetickou bariéru. Tato energie je překonána při každém překlapaní spinu a zbylá energie se poté uvolňuje ve formě tepla. Tento proces „překlapaní“ (relaxace) superspinu se nazývá Néelova relaxace (obr. 2).

### TŘECÍ TEPLA

Při použití SPM nanočástic je také vyžadováno, aby nanočástice byly plně stabilní v krvi (nerozpouštěly se) a aby nevytvářely shluky při interakci s krevní plazmou. Pokud jsou SPM nanočástice

stabilizované pomocí povrchových molekul ve vodném médiu, mohou se tyto částice libovolně otáčet a rotovat v kapalině, což je známo jako Brownův pohyb. Při aplikaci oscilujícího magnetického pole se celá nanočástice otáčí podobně jako strelka kompasu, na kterou působíme magnetem, a uspořádává svůj superspin ve směru působícího magnetického pole. Během rotace nanočástice se v kapalině vytváří tření v opačném směru pohybu. Obdobně, jako když třeme ruce a tím se zahřejeme, i tření v kapalině způsobené rotací nanočástice vyvíjí teplo.

Díky těmto dvěma mechanismům vzniku tepla můžeme přesně regulovat, kolik tepla se vyvine, pomocí změny velikosti, tvaru a povrchu nanočástice, anebo vytvořením mezičásticových interakcí. Z těchto důvodů jsou SPM nanočástice hojně studovány a v berlínské nemocnici Charité již dnes využívány pro cílenou léčbu nádorů, a jistě mají pro úspěšnou léčbu rakoviny velký potenciál. ●



▲ Schematické znázornění Néelovy relaxace a Brownova pohybu v aplikovaném střídavém magnetickém poli. *Ilustrace Dominika Žákutná*

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE ANORGANICKÉ CHEMIE



# Turistický magnetismus (ne)chtěný

Život v přitažlivých turistických destinacích má svou odvrácenou stránku

LUKÁŠ NEKOLNÝ

Místa, která mají turistický potenciál, se k sobě celkem přirozeně snaží přilákat co nejvíce zájemců. Investují do propagace, případně do dalšího zatraktivnění, a motivují lidi k opakovaným návštěvám. V některých případech se však mohou dostat do stavu, kdy zájem o destinaci je až příliš velký a turismus se v ní stává negativním jevem, který je nezbytné korigovat.

## ZA TEMATICKÝMI PARKY

Jednou ze strategií, jak přilákat návštěvníky, je budování tematických parků a obdobných zařízení. Ta obvykle obsahují úzké spektrum návštěvnický vědeckých témat – jde např. o exotické

destinace, jako Karibik, Afriku či Divoký západ. Tento koncept využívají i některé zoologické zahrady. „Africkou vesnicí“ tak dnes v Česku najdeme v zoo v Jihlavě, Brně a částečně též v Hluboké nad Vltavou. Model kruhové chýše je pak s oblibou využíván i jako samostatná vyhlídka do výběhů. Jedná se o úspěšné pojetí, a proto se také šíří. Hrozí ovšem posilování stereotypů našeho vnímání afrického kontinentu.

Návštěvníkům „nadbíhá“ rovněž druhová skladba chovaných zvířat. Ta je vždy kompromisem mezi druhy ohroženými a atraktivními. Některá zvířata ovšem generují zisk skoro automaticky. Jde

například o surikaty – promykovité šelmičky z Afriky, které jsou k vidění hned v 10 z 15 tradičních zoologických zahrad. Před 35 lety nebyl přítom tento druh chován v žádné české zoo. Na surikaty láká mj. i jedna německá zoo, která je jinak zaměřena na místní evropskou faunu. Uvidíme, zda za pár let nepotká toto módní zvíře stejný osud jako kdysi všudypřítomné pumy či psy dingo.

## OVERTURISMUS

Lákání turistů má ovšem své meze. Každé místo, které z turismu žije, má přirozenou kapacitu, již říkáme únosná. Pokud je překročena, dochází k tzv. overturismu neboli nadměrnému cestovnímu ruchu.



◀ **Český Krumlov – město trpící nadměrným cestovním ruchem. I sem již nevyhnutelně pronikly „staročeské“ trdelníky.** *Zdroj Shutterstock.com*

Jde o fenomén, který stále častěji přitahuje zájem médií a dělá vrásky politikům, kteří jsou nuceni uvažovat o restriktivních opatřeních. V Česku je takto postiženo třeba centrum pražského Starého Města nebo Český Krumlov. Velkým tématem je také přetížení Adršpašských skal.

Praha i Krumlov jsou oblíbenými cíli zahraničních turistů, v posledních letech však jejich řady výrazně posílili i ti domácí. Správa Národního památkového ústavu aktuálně uvádí souhrnnou návštěvnost objektů, které spravuje, kolem 5,5 milionu vstupů. Ještě v roce 2013 se jednalo jen o 4,2 milionu. Některé památky jsou proto již na samé hraně kapacitních možností a vysoký zájem může mít destruktivní vlivy (tlak na místní obyvatele, opotřebování památky, nespokojenost samotných návštěvníků z důvodu vysokého počtu lidí).

Zámek Český Krumlov například v roce 2010 evidoval necelých 300 tisíc vstupů, o osm let později však již více než 429 tisíc. Do třináctitisícového města přitom nyní ročně přijedou až dva miliony lidí. V Kutné Hoře se součet návštěvnosti památek za posledních deset let zvedl na dvojnásobek. Zde se však návštěvníci více zaměřují na jednotlivé památky na okrajích města – chrám sv. Barbory a kostnici – a město jako celek není jejich přítomností tolik narušeno.

## PŘELIDNĚNÁ PŘÍRODA

Ještě výraznější je však v českém kontextu nárůst zájmu o přírodní lokality.

▶ **Sněžka patří k turisticky nejzatíženějším českým lokalitám.** *Foto L. Nekolný*

Řeč čísel je jasná: na Lysou horu, nejvyšší horu Moravskoslezských Beskyd, dorazilo v roce 2018 skoro 750 tisíc lidí. Vzrostla také návštěvnost nejvyšší hory Jeseníků Pradědu: aktuálně dosahuje 320 tisíc průchodů, denně přitom až čtyř tisíc. Na Sněžku ročně vystoupá či se nechá vyvést lanovkou dokonce 1,4 milionu lidí (denně až 10 tisíc). V Polsku proto byly již dříve některé cesty změněny na jednosměrné. Dlouhodobý monitoring návštěvnosti probíhá v Národním parku České Švýcarsko. Také data z této oblasti ukazují na vzrůstající zájem: v roce 2010 dorazilo k Pravčické bráně na 116 tisíc milovníků přírody, v roce 2018 to bylo již přes 270 tisíc osob.

Velmi známým příkladem přetíženého místa je oblast Adršpachu s rozsáhlým skalním městem. Nápor zejména polských návštěvníků je v době jejich státních svátků takový, že kolabuje doprava a průchod skalami se ucpává. S nápirem turistů proto nutně stoupá i snaha o regulaci. Kromě poplatku za vstup do skal se vybírá vysoké parkovné. I tak se v nevytíženější dny zaplní parkoviště již během dopoledne a policie uzavírá hraniční přechod.

## SHRNUTÍ A VÝHLED

Jak již bylo zmíněno, problematických lokalit stále přibývá. Neudržitelnou situaci hlásí ze španělské Barcelony, italských Benátek, rakouského Hallstattu či kambodžského Angkor Watu. Podobných lokalit je ale mnohem více. Často v nich již začali konat, restriktivní opatření jsou nutná. Bez regulace by byla situace dále neudržitelná. Přetíženým lokalitám může pomoci budování návštěvnických center i propagace neobjevených míst, která jsou na návštěvníky připravena. Na sezonní nápor také už dříve řada přírodních lokalit zareagovala zavedením vstupného. Kromě Adršpašských skal se za prohlídku platí v Teplických či Prachovských skalách, Tiských stěnách, u rašelinného jezírka Rejvíz v Jeseníkách či u zmíněné Pravčické brány a další taková místa budou podle všeho přibývat. Do jaké míry se toto opatření projeví na redukci turistických davů a zlepšení atmosféry, je ovšem velká otázka. ●

AUTOR STUDUJE NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE  
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE



# Nezapomeňme na alzheimera

Proti vážnému onemocnění lze bojovat i zdravým životním stylem

PETR SOUČEK

Skupina studentů z naší fakulty se podílí na výzkumu nemoci, která ohrožuje zejména starší ročníky naší populace, a věnuje se rovněž osvětové činnosti – v případě tohoto onemocnění je totiž klíčová prevence. Na otázky nám odpovídala Alice Foltýnová, neformální vedoucí zmíněné skupiny.

## Pracovně se vám říká „holky s Alzheimerem“, jak ale zní skutečný název vašeho týmu?

Je pravda, že větší část našeho popularizačního týmu tvoří ženy – vedle mě jsou to Bára Černá, Denise Greco, Petra Pohanová, Nicol Schlezingerová a Petra Tabáková, ale máme také dva kolegy: Martina Kocourka a Yicheng Zhang. Náš tým jsme pojmenovali „Nezapomeňme na alzheimera“ a je možné nás najít na facebookové stránce se stejným názvem.

## Kdy tým vznikl a co bylo hlavním impulsem pro jeho založení?

Popularizaci Alzheimerovy choroby (dále jen „AD“ – pozn. red.) jsme se rozhodli věnovat zhruba před dvěma roky. Pro nás to znamená zpestření mimo laboratoř a hlavně hned vidíme výsledek naší práce. V každodenním životě se setkáváme s mylnými nebo nepřesnými představami ohledně Alzheimerovy choroby a demencí obecně, a tak se snažíme přispět k lepší informovanosti veřejnosti.

## AD patří k onemocněním, která jsou medializována poměrně dost. Daří se podle vás médiím vysvětlit podstatu a hlavní rizika?

AD nemá jednu příčinu, ale vzniká kombinací mnoha rizikových faktorů. Hodně z nás má přirozenou tendenci



▲ Vysvětlovat, upřesňovat – to je hlavní náplň činnosti studentského týmu na akcích pro veřejnost. Foto Luboš Wiśniewski

hledat přímou příčinu a hlavně jednoduché řešení, což se projevuje i v médiích. Na letošním Veletrhu vědy se nás spousta lidí ptala, jestli hliník způsobuje alzheimera, protože se to dozvěděli z médií. V tomto případě jde o značné zjednodušení a dezinterpretaci. Nicméně, co se týče prevence, domnívám se, že média informují veřejnost dostatečně, v letošním roce jsem viděla např. sdílená doporučení od WHO.

## Spolupracujete s nějakými nadačními fondy nebo jinými institucemi?

Zatím jsme navázali spolupráci s Alzheimer nadačním fondem,

s jehož podporou jsme v letošním roce zorganizovali stánek na Veletrhu vědy. Alzheimer nadační fond také nabízí stipendia pro vědce a vedoucí naší laboratoře dr. Petr Telenský se za jeho finanční podpory zúčastnil stáže ve Finsku.

## O příčinách AD se zatím stále spíše spekuluje, u tzv. sporadické varianty se mluví hlavně o rizikových faktorech. Které z nich byste vy vypíchla jako nejzávažnější?

Nejzávažnějšími rizikovými faktory u sporadické formy jsou věk, výskyt v rodině a ApoE4, tedy varianta E4 apolipoproteinu E. U sporadické formy



představuje ApoE4 rizikový faktor, AD se může rozvinout i u lidí, kteří nenesou variantu genu E4 a zároveň bylo prokázáno, že někteří její nositelé nikdy AD

je důležité mít někoho blízkého, komu se můžeme svěřit. Nefarmakologické terapie, jako jsou kognitivní terapie nebo terapie hudbou, mají pozitivní vliv na



▲ V laboratoři se pod vedením dr. Telenského věnují členové týmu výzkumu energetického metabolismu mozku. Foto A. Follýnová

netrpěli. Mezi další rizikové faktory patří například kardiovaskulární onemocnění, diabetes, deprese, stres nebo závažná poranění hlavy.

**Medikace choroby nemá příliš dobré výsledky. Jsou ještě jiné, nefarmakologické postupy, jak rozvoj nemoci zpomalit? Slibně prý vypadá radikální změna životního stylu.**

Ano, až třetině případů AD lze předejít zdravým životním stylem. Pomáhá fyzická aktivita, u starších lidí se doporučují hlavně procházky. Ze stravy vychází dobře středomořská dieta. Je potřeba také minimalizovat nedostatek spánku, stres a pocit osamělosti, ze studií vyplývá, že

náladu člověka a krátkodobě zlepšují některé složky paměti.

**Viděla jste film Still Alice (Pořád jsem to já) s Julianne Moore? Je podle vás realistický?**

Julianne Moore svoji roli ztvárnila přesvědčivě a hlavně díky ní film realistický je. Pár nepřesností lze postřehnout, například to, že pro AD je typický pozvolný průběh, a i když samozřejmě individualita hraje roli, za tak krátkou dobu by se stav hlavní postavy takhle výrazně nezhoršil. Nicméně symptomy jsou zachyceny správně a odpovídají postupnému poklesu kognitivních funkcí, který je pro AD typický.

**Pravidelně se s Přírodovědci.cz účastníte akcí pro širokou veřejnost. Co je obvyklou otázkou návštěvníků? Co mají s tímto onemocněním spojeno?**

Nejčastěji dostáváme otázky na prevenci a léčbu AD, tedy na to, co každý může udělat, aby snížil riziko nástupu demence. Často se stává, že návštěvník o alzheimerovi už něco četl nebo slyšel a naším úkolem je tyto informace upřesnit a v případě zájmu i rozšířit. Čas od času se objeví někdo, kdo po nás chce vyšetřit, jestli se u něj demence neprojevuje, což není v naší kompetenci.

**Kromě popularizace se věnujete i výzkumu. Co je jeho předmětem a jaké metody využíváte?**

Věnujeme se výzkumu od buněčné úrovně až po klinickou. Existuje mnoho hypotéz vzniku AD a každá laboratoř si musí vybrat, která je pro ni nejrelevantnější. My zkoumáme především energetický metabolismus mozku, který je u pacientů s alzheimerem poškozen, a zabýváme se enzymy, které ovlivňují metabolické procesy i paměť. Funkce pomocí tzv. behaviorálních experimentů pozorujeme i na úrovni organismu, kde se potkan musí naučit úlohu zaměřenou např. na paměť a my zjistíme, jaký vliv mělo vyřazení daného enzymu na jeho schopnost se úlohu naučit.

**Jaké jsou vaše plány do budoucna? Chcete se výzkumu AD věnovat i nadále?**

Ano, ráda bych pokračovala ve výzkumu a zároveň se nadále věnovala popularizaci. V současné době přemýšlíme nad tím, jaké další projekty bychom mohli zrealizovat. Na akcích, jako jsou Veletrh vědy, Festival vědy nebo Muzejní noc, nám nejvíce vyhovuje jejich formát – je tam prostor s každým probrat, co ho zajímá, a přizpůsobit výklad odbornosti daného jedince, což minimalizuje špatné pochopení dané problematiky. ●



Foto Shutterstock.com

# Pokroky v biologii 2020

Oblíbený kurz pro učitele se chystá na další ročník

MATYÁŠ HIŘMAN

## TÉMA: „OBRANA“

1. února – 11. dubna 2020

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy  
Velká geologická posluchárna, Albertov 6,  
Praha 2

## CO JE NÁPLNÍ KURZU?

Kurz si klade za cíl podchytit a rozvinout zájem talentovaných středoškolských studentů s předpoklady pro úspěšné studium přírodovědných oborů. V jednotlivých přednáškách budou pedagogy fakulty prezentována témata pokrývající celou šíři biologických oborů s důrazem na rychle se rozvíjející oblasti. Každý rok mají přednášky jiné jednotící téma – letos je jím „Obrana“. Během kurzu nebudou systematicky probírány znalosti obsažené ve středoškolském učivu – kurz by měl sloužit jako nadstavba propagující biologii jako vzrušující vědeckou disciplínu s obrovskou perspektivou profesionálního uplatnění a společenské prestiže.

## PRO KOHO JE KURZ URČEN?

Pro všechny zájemce o biologii jak z řad studentů středních škol a jejich pedagogů, tak z řad veřejnosti. Studentům může pomoci k úspěchu při zvládnutí přijímací zkoušky na biologické obory PŘF UK.

## KDE BUDE KURZ PROBÍHAT?

PŘF UK (Albertov 6, Praha 2) – Velká geologická posluchárna.

Kurz je bezplatný a probíhá v sobotu 1x za 14 dní. V rámci jednoho sobotního bloku od 10 do 17 hodin proběhnou 3 přednášky. Předpokládáme, že proběhne 6 bloků přednášek.

Na kurz je potřeba se předem přihlásit. Přihlášku k vyplnění najdete na stránkách:  
<http://www.natur.cuni.cz/biologie/ucitelstvi/pokroky>

Zájemci z řad pedagogů mají možnost přihlásit se na kurz v rámci CŽV.

## PŘESNÝ PROGRAM PRO VÁS PŘIPRAVUJEME

1. února – OBRANA VIRŮ A BAKTERIÍ  
14. března – OBRANA ŽIVOČICHŮ  
15. února – OBRANA PARAZITŮ  
28. března – IMUNITNÍ SYSTÉM  
29. února – OBRANA ROSTLIN  
11. dubna – CHEMICKÁ OBRANA

Garantem kurzu je prof. RNDr. Jan Černý, Ph.D.

Organizaci kurzu zajišťuje Mgr. Matyáš Hiřman, Katedra učitelství a didaktiky biologie

PŘF UK, Viničná 7, Praha, 2, 128 00

e-mail: [hirmanm@natur.cuni.cz](mailto:hirmanm@natur.cuni.cz)  
telefon: 221 951 888 ●



# „Zažít geografii, objevovat Evropu“

Na kongresu v Česku se setkali studenti geografie z celé Evropy

DANIELA KEBERTOVÁ



▲ Organizace kongresu je náročná záležitost, ale výsledek stojí za to. Foto Antea Faraguna (EGEA Žadar)

▲ V srdci Jeseníků jsme uvítali téměř 230 mladých geografů. Foto Martin Svatoň (EGEA Brno)

Evropská geografická asociace pro studenty a mladé geografy (zkráceně EGEA) je organizací sdružující studenty geografie v celé Evropě. Nabízí nesčetné příležitosti k získávání nových vědomostí, seberozvoji a seznamování se se studenty z jiných států. EGEA Praha, jedna ze 4 českých entit (tj. skupin studentů), funguje jako studentský spolek na geografické sekci PFF UK a společně s EGEA Brno, EGEA Olomouc a EGEA Ostrava tvoří národní EGEA Czechia.

Slovinsko, Španělsko, Litva, Velká Británie nebo Finsko... To je jen zlomek evropských zemí, které se účastnily Výročního kongresu EGEA 2019 v severomoravském Jeseníku. Motto letošního kongresu znělo „Zažít geografii, objevovat Evropu“. Díky bohatému vědeckému programu měli mladí geografové možnost poslechnout si prezentace výzkumů svých vrstevníků a pro účastníky bylo připraveno osm odborných workshopů, které korespondovaly s tématem kongresu – migrací.

Vše proběhlo ve spolupráci s odborníky z českých akademických obcí, kteří pomáhali studentům s vedením seminářů. Mezi ty patřily *UAV Usage for Monitoring Natural Processes* (vedené prof. RNDr. Jakubem Langhammerem, Ph.D.) nebo *A Landscape is a Mirror of Civilisations* (vedl doc. RNDr. Ivan Bičík, CSc.). Studenti v rámci terénního výzkumu zjišťovali, jaké rostlinné druhy jsou původní pro oblast Jeseníku, uskutečnili rozhovory s místními, kdy se zajímali o to, jak se obyvatelé Jesenícka dívají na přeshraniční spolupráci s Polskem, a s využitím dronů zkoumali lesní disturbance z ptáčích perspektivy.

Díky připraveným exkurzím se naši hosté mohli vydat do nitra přečerpávací vodní elektárny Dlouhé Stráně, udělat si túru na podzimní Praděd

nebo objevit tajemná místa v rezervaci Rejvíz a probádat tamní jeskyně. Celá EGEA funguje na principu „studenti studentům“, kdy studenti ve svém volném čase organizují odborné, sportovní a zábavné akce. To jim umožňuje vyjždět do zahraničí jen s malými náklady, hezky po studentsku. Tato organizace tak vytváří komunitu aktivních studentů, kteří chtějí rozvíjet své dovednosti ve vědecké, ale i sociální sféře (tzv. soft-skills) a při svém studiu zažít něco víc.

Pražští členové EGEA pořádají nejrůznější akce, od cestovatelských promítání až po tematicky zaměřené přednášky. V letním semestru se chystají na Albertově uspořádat seminář o udržitelném životním stylu, geografické kvízy a tradiční besedy s geografy. Na mezinárodní úrovni se vydávají na studentské výměny, regionální kongresy, exkurze a vědecké konference. Více informací se dozvíte na [www.egea.eu](http://www.egea.eu). ●



# Nadšení přírodovědní ochotníci

Od vědecké práce si někteří odborníci rádi odskočí k divadlu

PAVEL PIPEK



▲ Umělecký soubor divadla Hamba po premiéře hry *Genius loci*. Foto Vojtěch Zeisek

Na Univerzitě Karlově působí řada divadelních spolků (viz pořad na radiu Wave, <https://bit.ly/3833bz1>). Ač by to možná někdo od „divochů v rejoickách“ nečekal, hned tři soubory silně přírodovědně kořeny mají. Věnovat se budu především tomu nejstaršímu, který současně vystupuje téměř výhradně přímo na univerzitní půdě. O těch dalších podrobněji třeba někdy příště.

**Divadelní spolek Hamba** vznikl již v roce 2006. Jméno kupodivu neodráží neznanost pravopisu (<https://bit.ly/2RgmbEg>) členů, díky spodobě znělosti je však mohou diváci skandovat, ať už jsou spokojeni nebo naopak litují, že shnilou zeleninu hodili do popelnice. V souboru od začátku zafungovala chemie, ostatně až do roku 2017 hrál a zkoušel v chemické posluchárně CH1 a postupně objevoval, které všechny její prvky by se

daly zneužít pro hru a co všechno by se mohlo odehrát v digestořích.

V obojím soubor dosáhl vrcholu v adaptaci filmu „Jak utopit doktora Mráčka“, kde se nejen odehrála stínová milostná scéna, ale také nám bylo zatrhnuto shůry „ponořit“ diváky spolu s herci pod hladinu. Nyní soubor najdete ve Velké geologické posluchárně. Za 13 let existence se významně obměnil ansámbl (někteří členové vyměnili diváky za vlastní potomky) i repertoár – od již hotových her (Caesar, Noc na Karlštejně, Nepijte vodu) a adaptací filmů (vedle „Mráčka“ ještě film našeho dětství, Vinnou) soubor přešel k hrám člena souboru, Vojty Kynčla (Ke hvězdám, O drakovi z Hromové hory, Genius loci). Ten má na svědomí i devátou hru, jejíž premiéra je cílena na jaro-léto 2020. Příznačná pro soubor je anarchistická režie, za kterou

dostal své zatím jediné ocenění, na festivalu Stodůlecký píseček.

Více informací na prakticky neobměněném webu <http://hamba.cz>, nebo na <http://facebook.com/nahambe>

**Divadelní spolek Viníci**, který vznikl v roce 2011 na půdě Viničné 7, s Hambou ve skutečnosti trochu souvisí – zakládající členka, Magdalena Hrdinová, v Hambě několik let působila. Tím však podobnosti končí. Viníci nepodléhají anarchii, zkouší pod vedením režiséra a v rolích alternativních (každá repríza tak může přinést úplně jiný zážitek i bez oken a improvizací). Celkem za sebou mají již čtyři kusy, převážně komedie (včetně aktuálně hrané hry za 5 loků 12), žánrově i pocitově nejvíc vybočila hra třetí (Bezpříkladná dobrodružství jistého EAP), ve které ponurou atmosférou nezapomenutelně dokreslovala tuš kapaná na meotar.

Více informací na <http://divadlovinici.cz/> nebo na <https://www.facebook.com/vinici.cz/>

**Skupina Pátečníci** (<https://www.facebook.com/spatecnci>; neplést s popularizační sekci Českého klubu skeptiků – Sisyfos) zase souvisí s Viníky, řada členů totiž působí v obou souborech zároveň. I oni zkouší na přírodovědecké fakultě. Dvě hry mají za sebou a dvě před sebou – v únoru či březnu totiž uvedou hned dvě premiéry najednou (Faust a Basileus).

Na samotný závěr se sluší prásknout, že divadlo hraje i Michal Andrlé, hlavní koordinátor projektu Přírodovědci (<https://www.facebook.com/divadlo.na.kusy>). ●



# Velká kniha o půdě

Spoluprací vědců z mnoha různých oborů vznikla mimořádná kniha

V českém prostředí unikátní publikace shrnuje informace o půdě z oborů půdní mikrobiologie, zoologie, pedologie a managementu půd. Podílel se na ní rozsáhlý kolektiv autorů, mezi nimiž byli i odborníci z Přírodovědecké fakulty UK. Kniha poslouží nejen studentům vysokých škol přírodovědných, zemědělských a lesnických oborů, ale i odborným pracovníkům ve státní správě, v organizacích ochrany přírody a krajiny a ve výzkumných organizacích, stejně jako laické veřejnosti.

První díl se podrobně zabývá hlavními skupinami půdních organismů, jejich taxonomií, biologií, fyziologií



a ekologií. Druhý díl popisuje vznik a vývoj půd, složky půdy a fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Věnuje se půdní organické hmotě, půdní vodě a půdnímu vzduchu, i funkční organizaci půdního prostředí. Informuje o výměře a stavu půdy v globálním měřítku i v České republice. Věnuje se managementu půd včetně konvenčních a alternativních technologií, fyzikální, chemické a biologické degradaci půd a půdní erozi a přibližuje principy remediace znečištěných a poškozených půd. ●

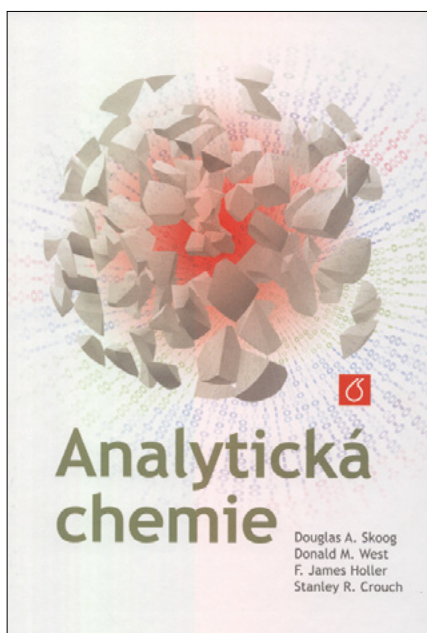
**Miloslav Šimek a kol.: Živá půda,**  
Academia 2019, 796 stran

# Bestseller analytické chemie

Důležitá chemická učebnice konečně i v českém jazyce

Učebnice Analytická chemie vznikla jako překlad světově používané učebnice Fundamentals of Analytical Chemistry, která si již od svého prvního vydání v roce 1963 získala trvalé celosvětové uznání. O její oblibě svědčí i to, že anglický originál vyšel již v devátém, několikrát aktualizovaném vydání, z něhož český překlad vychází.

Učebnice poskytuje soustavný přehled celé analytické chemie. Je rozdělena do šesti částí, počínaje základními principy a postupy, chemickými rovnovahami a vázkovou a odměrnou analýzou. Systematický výklad je v učebnici průběžně ilustrován 157 řešenými příklady, které detailně ukazují postup řešení výpočtů v analytické chemii. V každé kapitole jsou zařazeny Panely,



kteří blíže rozvádějí některá specifická témata související se zaměřením dané kapitoly a ukazují nezastupitelnost analytické chemie v každodenním životě. Každá kapitola je ukončena řadou cvičení k samostatnému řešení. V českém překladu, který realizovali odborníci za katedry analytické chemie PŘF UK, byla aktualizována řada údajů, doplněny novinky z vývoje analytické chemie a reflektována česká specifika i realie.

Publikaci lze od 21. listopadu 2019 zakoupit v Knihovně chemie PŘF UK, pro studenty fakulty za zvýhodněnou cenu (proti ISIC). ●

**Skoog D. A.: Analytická chemie,**  
Vydavatelství VŠCHT 2019, 984 stran



## Pohádkové poklady depozitáře

Expozice v hlavní budově Národního muzea jsou jen špičkou ledovce

FOTO: PETR JAN JURAČKA

TEXT: IVO MACEK A PETR JAN JURAČKA

Víte, že Národní muzeum netvoří jen jedna budova? Možná to zní spíš jako reklamní slogan, ale jinak o daném tématu snad ani začít nelze. Známa novorenesanční stavba architekta Josefa Schulze na Václavském náměstí by totiž rozhodně nemohla pojmout doslova miliony kusů různých přírodnin. Ty jsou uloženy v mnohem

účelněji stavěném depozitáři v Horních Počernicích.

A právě tam jsme minulou zimu spolu se studenty programu Bakalář plus v rámci Semináře vědecké fotografie dostali jako jedni z mála povolení vstoupit a dle chuti fotit. Návštěva se nám bohatě vyplatila. Výběr fotografií se jednak

umístil na stříbrné pozici na prestižní mezinárodní fotografické soutěži TIFA Tokyo 2018 v kategorii Science, jednak jej nyní můžete vidět v podobě největší fotografické výstavy v dějinách Národního muzea, a to na obřích plátnech zavěšených ve východní dvoraně historické budovy na Václavském náměstí. Zde vám nabízíme malou ochutnávku. ●





▲ Paleontologická sbírka patří se svými 5 miliony předmětů k největším v České republice a k jedné z největších v Evropě. Sbírkou jsou v muzeu od samotného založení tedy již od roku 1818. Krabici na snímku poslal do muzea před více jak sto lety neznámý amatérský paleontolog ze Zámrsku u Chocně. Není to krásná druhohorní ryba?

◀ Ornitologická sbírka obsahuje více než 35 tisíc kůží ptáků a více než 1500 vajec. Jeden z nejstarších exponátů této sbírky pochází ze 17. století a jde o již vyhynulého ptáka dronta mauricijského zvaného též pták dodo.

▶ Paleontologické nálezy jsou uloženy v masivních skříních, tzv. kompaktorech. Obsahují stovky trilobitů, kosterních pozůstatků ryb, žab či savců, ale také značné množství prehistorických rostlin.







Vypadá to, jako by na obrázku byly vyfoceny části lidského mozku. Ve skutečnosti jde o exempláře hub z největší sbírky hub a lišejníků v ČR a jedné z největších svého druhu v Evropě – obsahuje přes 600 000 sbírkových předmětů.



◀ Nejstarší přesně datované objekty herpetologické sbírky pocházejí z roku 1849. Část sbírek je stále uložena v původních skleněných válcích naplněných lihem tak jako kostry velemloků od profesora Friče na snímku. Sbírkou obsahuje přes 26 tisíc plazů a obojživelníků. Její podstatná část pochází z území bývalého Československa, ale například i africké sběry cestovatele Emila Holuba.

▶ Největší sbírkou Národního muzea je sbírka entomologická, která ve svých depozitářích ukrývá hmyz z celého světa. Čítá cca 7 milionů položek, z toho přes milion exemplářů motýlů. Ti jsou uloženi v téměř 7 tisících krabicích. Celá sbírka zabírá prostor o velikosti standartního tenisového kurtu.

▶▶ Nejmladším oddělením přírodovědeckého muzea je oddělení antropologie. To dnes slouží zejména výzkumu. Na snímku ukázka křivice (dole) a makrocephalie (dětská kostra nahoře).





Zoologické sbírky obsahují značné množství exemplářů kompletních zvířecích koster. Na snímku vidíte lachtana, delfinovce, delfína, lva a psa. Poznáte, komu která patří?



# Globální diverzita hub a klima

Největší počet druhů překvapivě hostí mírný klimatický pás

PETR KOHOUT



◀ Šiškovec šupinatý (*Strobilomyces strobilaceus*) je typickým zástupcem mykorhizních hub s užším teplotním optimem. Foto Tereza Vlková

podobné zákonitosti nesleduje. Naopak nejvyšší hodnoty houbové diverzity byly zaznamenány v temperátních oblastech severní polokoule. Přestože rozšíření hub ovlivňují také vegetační a půdní parametry, největší význam mají klimatické proměnné, zahrnující jak teploty, tak úhrny srážek.

Pokud se podíváme na houby, lišící se způsobem výživy, jako jsou například saprotrofové, patogenní houby či mykorhizní houby (žijící jako symbioti rostlinných kořenů, kteří pomáhají rostlinám získávat vodu a minerální živiny z půdy), zjistíme, že vlivy klimatu se projevují s různou intenzitou. Zatímco mykorhizní houby mají úzká klimatická optima, další skupiny hub, včetně fytopatogenních druhů, jsou ke klimatu tolerantnější. Můžeme se tedy obávat, že potenciální změny klimatu mohou negativně ovlivnit výskyt mykorhizních hub, které usnadňují život rostlinám, zatímco patogenní druhy, které stejné rostliny napadají, budou ovlivněny méně. ●

Časopis *Nature Communications* zveřejnil před nedávnem článek, k jehož vzniku přispěli i odborníci a studenti z Přírodovědecké fakulty UK. Studie je metaanalýzou globální distribuce hub a ukazuje, že tato distribuce je zásadně ovlivňována klimatickými faktory.

Nástup metod masivního paralelního sekvenování (high-throughput sequencing) před více než deseti lety změnil naše možnosti v popisování komplexních druhově extrémně bohatých mikrobiálních společenstev. Díky tomu v posledních letech významně přibývá studií popisujících společenstva hub na Zemi: ročně jich jsou publikovány desítky až stovky. Myšlenka využít doposud nashromážděná sekvenční data ze studií popisujících společenstva hub v půdách celého světa iniciovala vznik zmíněné metaanalýzy.

Je nasnadě, že takovýto přístup má i řadu problémů: je potřeba standardizovat výchozí údaje o zkoumaných

lokalitách, je nutné vzít v úvahu limitace jednotlivých prací a vyřešit problémy s jejich kompatibilitou. V naší studii byly nashromážděny údaje o výskytu půdních hub ve více než 3000 vzorcích půdy z celého světa, dohromady obsahující 66 milionů jednotlivých pozorování, náležejících několika tisícům druhů hub. Pro každý vzorek bylo možné z globálních databází získat údaje o lokálním klimatu, vegetaci a vybraných půdních vlastnostech. Tyto údaje byly následně využity ke stanovení jejich vlivu na rozšíření jednotlivých druhů hub. Stejně údaje umožnily také porovnat diverzitu hub mezi lokalitami.

Zatímco diverzita rostlin a živočichů dosahuje nevyšších hodnot v tropech, studie ukazuje, že diverzita hub

▶ Asi nejznámější saprotrofní houbou je žampion neboli pečárka polní (*Agaricus campestris*). Zdroj Shutterstock.com





# Do kraje chovu koní

Národní hřebčín Kladruby je čerstvě zapsán na seznamu UNESCO

JAKUB JELEN



▲ Kladruby na Labem můžete navštívit v každé roční době, starokladrubské koně určitě neminete. *Zdroj Wikimedia Commons, CC BY 2.5*

Zhruba dvacet kilometrů západně od Pardubic se rozkládá kulturní krajina a památková zóna Kladrubské Polabí, která je díky svým specifickým vlastnostem již téměř pět set let domovem starokladrubského koně – nejstaršího původního českého plemena koní. V samotném centru památkové zóny naleznete Národní hřebčín Kladruby nad Labem, který se specializuje na chov a výcvik tohoto koně, a to ve dvou barevných variantách. Zhruba 250 běloušů je ustájeno přímo v Kladrubech nad Labem, vraníci stejného plemene se pak v podobném počtu chovají v hřebčíně ve Slatiňanech.

## PŘÍZPŮSOBENÍ KRAJINY

Kulturní krajina Kladrubského Polabí je unikátním příkladem formování

a využívání krajiny odvíjející se od chovu koní. Zdejší krajina byla této činnosti v minulých staletích „ušíta na míru“ a její současná podoba je výsledkem detailně promyšleného uspořádání krajinných prvků (cesty, aleje, stromořadí, vodoteče, symetrické stavby apod.) a řeky Labe. Zahrnuje např. i historické systémy vodního hospodářství a je dotvářena klasicistními stavbami.

Centrem je areál hřebčína v Kladrubech nad Labem, jehož základy položil v roce 1563 císař Maxmilián II. a Rudolf II. jej následně v roce 1579 povýšil na císařský dvorní hřebčín. Od počátku 17. století až do dnešních dob se hřebčín specializuje na chov ceremoniálních kočárových koní. Po první světové válce hřebčín přebírá stát a kočárý tažený starokladrub-

skými koňmi nechyběly při audiencích vyslanců, inauguraci nového prezidenta republiky a dalších oficiálních akcích.

## VE SLUŽBÁCH KRÁLŮ

Na královských dvorech slouží starokladrubští koně dodnes, a to zejména v Dánsku a ve Švédsku. Můžeme je ovšem potkat i v Česku při různých slavnostech na Pražském hradě a zároveň je využívá jízdní policie v Pardubicích, Ostravě a v Praze. Pro svoji klidnou a vyrovnanou povahu jsou často využíváni při hipoterapii.

Významným datem se pro hřebčín stal letošní 10. červenec, kdy byla zdejší krajina pro chov a výcvik ceremoniálních kočárových koní v Kladrubech nad Labem zapsána na seznam světového kulturního a přírodního dědictví UNESCO.

## I MIMO SEZÓNU

Pokud se rozhodnete pro návštěvu, rozhodně si vyčleňte celý den. K vidění je totiž množství zajímavostí. Můžete začít komentovanou prohlídkou stájí, pokračovat do kočárovny s expozicí starokladrubského koně, kde uvidíte například soukromý kočár císaře Ferdinanda V. či státní kočár T. G. Masaryka, a následně můžete zavítat na zámek. Po návštěvách interiérů budete mít možnost vystoupat na rozhlednu, ze které se vám nabídne ojedinělý pohled na hřebčín a jeho okolí, nebo zavítat do zdejší lesovny.

I přesto, že se hlavní turistická sezóna v Kladrubech nad Labem samozřejmě odehrává v letních měsících, je možné zdejší expozice navštívit i v zimě. Pohled na zasněženou krajinu koní má své nezaměnitelné kouzlo. ●

# Magnetický vláček

Postavte si jednoduchou elektromagnetickou hračku

JAKUB REŽNÁK

V dnešním pokusu si ukážeme, jak si doma snadno vyrobit elektrický vláček. Nebudeme při tom k sobě nic lepit a postačí nám jen několik speciálních součástek.

## Co budete potřebovat

nelakovaný měděný drát – alespoň 5 metrů

tužkovou baterii – AA nebo menší

neodymové magnety – alespoň 2 ks, jejich průměr musí být větší než průměr baterie

## Postup

Z drátu je nejprve třeba uvinout dlouhou cívku. Můžete k tomu použít např. násadu od smetáku či jinou tyč. Výsledný průměr cívky musí být větší než průměr magnetů. Čím hustěji cívku namotáte, tím lépe bude vláček fungovat.

Nyní přiložte neodymové magnety k oběma koncům baterie tak, aby měly všechny stejnou orientaci. Při vložení celého vláčku do cívky se vláček rozpo-  
hybuje.

Pokud se váš vláček nechce pohybovat, zkontrolujte, zda se magnety na obou koncích dotýkají cívky, zda mají všechny magnety stejnou orientaci nebo zda drát není lakovaný.

## Co jsou magnety

Magnet je těleso, které kolem sebe vytváří magnetické pole. Magnety rozdělujeme do dvou skupin: permanentní (trvalé) magnety a elektromagnety. Elektromagnety jsou tvořeny cívkou z vodivého materiálu, která vytváří magnetické pole, když jí prochází proud. Permanentní magnety vytvářejí magne-

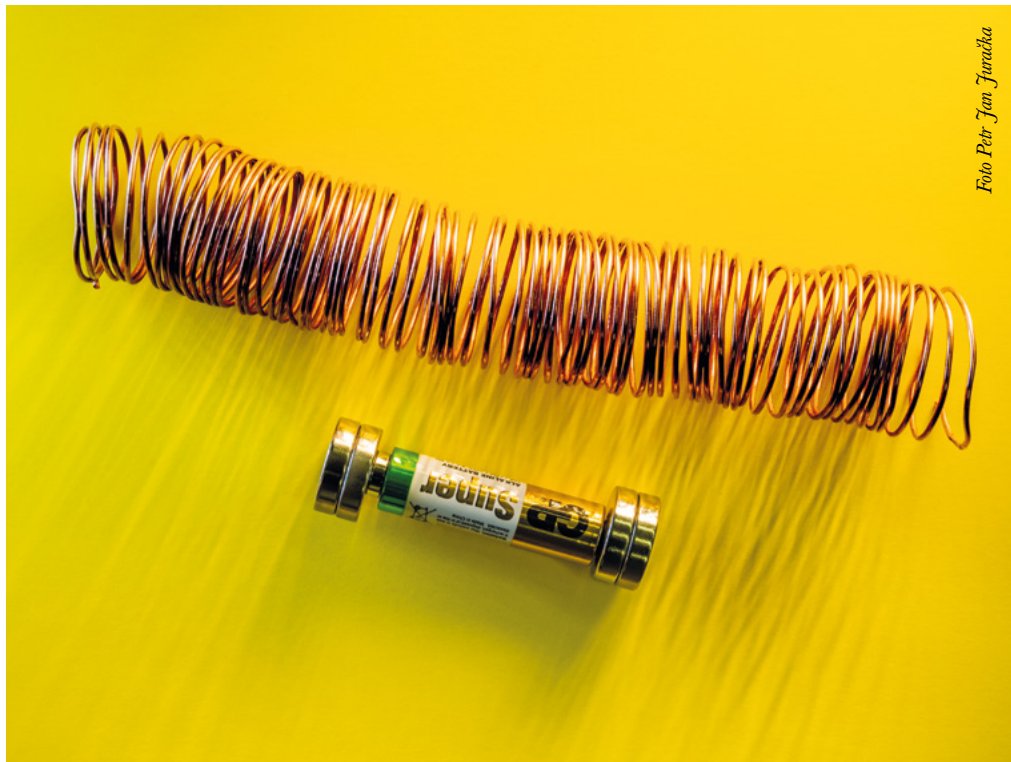


Foto Petr Jan Juračka

tické pole neustále a nepotřebují tedy zdroj elektrického proudu.

Látky, které reagují na přítomnost jiných magnetů, aniž by byly samy magnety, nazýváme látky feromagnetické (např. železo, ocel). Magnety vždy reagují na přítomnost jiných magnetů. U magnetů (permanentních i elektromagnetů) vždy můžeme najít dva póly (severní a jižní). Stejně póly magnetů se navzájem odpuzují, rozdílné se přitahují.

## Proč se vláček pohybuje

Pohyb vláčku znamená, že na vláček působí nějaká síla. Nejde však o sílu, kterou neodymové magnety drží vláček pohromadě. Pohyb je způsoben silou, která vzniká mezi magnety a cívkou.

Cívka se stává po vložení vláčku elektromagnetem. Neodymové magnety jsou potaženy ochrannou vrstvou niklu a mědi, což zajišťuje elektrickou vodivost, tedy magnety na koncích baterie fungují jako kontakty mezi baterií a cívkou. Elektrický proud prochází cívkou od jednoho konce baterie ke konci druhému a tato část cívky působí jako elektromagnet, který magnetickou silou působí na magnety ve vláčku.

Směr pohybu vláčku záleží na výsledné kombinaci směru navinutí cívky, orientace neodymových magnetů a orientace baterie. Můžete vyzkoušet, jak se změní směr jízdy vláčku, pokud změníte orientaci všech magnetů či magnetů pouze na jedné straně atd. ●



# Kalendář Přírodovědců

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



**11. LISTOPADU 2019 – 29. ÚNORA 2020**

## VÝSTAVA 3D MODELŮ V PŘEDSÁLÍ MAPOVÉ SBÍRKY

Výstava prezentuje výsledky tvorby 3D modelů, které vznikly ve spolupráci vědeckých pracovníků a studentů na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie PŘF UK. Modely byly vytvořeny na základě přesného zaměření pomocí dronu, laserovým skenerem a dalšími fotogrammetrickými a geodetickými metodami. Více informací o výstavě najdete na [www.natur.cuni.cz/geografie/mapova-sbirka](http://www.natur.cuni.cz/geografie/mapova-sbirka).

**Čas a místo:** 11. 11. 2019 – 29. 2. 2020, Albertov 6, Praha 2, 2. patro, vstup volný



**21. – 23. LEDNA 2020**  
**VELETRH VZDĚLÁVÁNÍ GAUDEAMUS PRAHA 2020**

Baví vás studium přírodních věd? Chystáte se nastoupit na vysokou školu? Chcete se o studijní nabídku dozvědět více a získat zkušenosti přímo od studentů VŠ? Zastavte se na stánku Přírodovědecké fakulty UK na veletrhu pomaturitního vzdělávání Gaudeamus v Praze. Dozvíte se zde všechny podstatné informace o našich oborech i přijímacím řízení! Více informací o veletrhu najdete na webových stránkách [www.gaudeamus.cz/praha](http://www.gaudeamus.cz/praha).

**Čas a místo:** 21. a 22. 1. od 8:00 do 16:00, 23. 1. od 8:00 do 15:00, výstaviště PVA Expo



**20. ÚNORA 2020**  
**GEOGRAFICKÝ MASOPUST**

Druhý ročník Geografického masopustu proběhne v druhé polovině února 2020 v učebně Levá rýsozna na Albertově 6. Čeká na vás průvod masek, soutěže s geografickou tematikou, ale také bohaté občerstvení a spousta zábavy. Přijďte se seznámit i pobavit se studenty i akademiky, zvaní jsou všichni příznivci geografie!

**Čas a místo:** v podvečer 20. 2. 2020, Albertov 6, Praha 2

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



# DEN OTEVŘENÝCH DVEŘÍ NA PŘF UK

**PÁTEK 24. LEDNA OD 9:00 DO 16:00**

**SOBOTA 25. LEDNA OD 9:00 DO 15:00**

**AREÁL ALBERTOV, PRAHA 2**

**VÍCE NA:**

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

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

Studuj přírodovědu na Karlovce – aplikaci pro uchazeče stahuj na: [www.prirodovedcem.cz/app](http://www.prirodovedcem.cz/app)



**Přírodovědce.cz**

