

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

# POHYB

Magazín Přírodovědecké fakulty  
Univerzity Karlovy 02/2020

Stále oblíbenější pohyb

8

Tajemství svalového pohybu

15

Tváří v tvář bezobratlým

30





## CO NOVÉHO

- 4 | Adaptace na život bez kyslíku
- 5 | Spor o nejstaršího ostnokožce
- 6 | Marťanské bahno teče jako láva
- 7 | Yucatanská exploze „zevnitř“

## TÉMA – POHYB

- 8 | Stále oblíbenější pohyb
- 12 | Péče jako exportní artikl
- 14 | Tajemství svalového pohybu
- 16 | Osudový pohyb pod hladinou moře
- 18 | Stopařův průvodce pro rostliny
- 20 | Jak se tvoří nodální region
- 22 | Od šplhání k pohybu ve 3D
- 24 | Geologičtí modeláři pohybu

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Za ostnokožci po celém světě

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Studium a covid-19

## KULTURA

- 30 | Fantastický svět astrobiologie

## NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Zásadní otázky evoluční teorie
- 31 | Mezi minulostí a budoucností

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Tváří v tvář bezobratlým

## PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Čím větší vejce...

## TIP NA VÝLET

- 37 | Po stopách skutečné Narnie

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Vejce bez skořápky

## KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

## 2 | 2020 | ROČNÍK IX.

### NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín  
Přírodovědecké fakulty Univerzity  
Karlovy

### PERIODICITA

Čtvrtletník

### CENA

Zdarma

### DATUM VYDÁNÍ

27. 6. 2020

### NÁKLAD

10 000 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.  
doc. RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.  
doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.

### KOORDINÁTOR PROJEKTU

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

### KOREKTURY

imprimis

### GRAFIKA

Štěpán Bartošek

### TISK

Trianglprint

### ILUSTRACE NA OBÁLCE

Za zdánlivý pohyb hvězd po noční  
obloze může ve skutečnosti rotace  
naší zdánlivě nehybné planety.  
*Foto Petr Jan Juračka*

### 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 2020



# Adaptace na život bez kyslíku

Při přechodu do anaerobního prostředí hrají důležitou roli symbionti



▲ Anoxického prostředí přibývá v tzv. mrtvých zónách otevřeného oceánu i při pobřeží, zdaleka se však nejedná o lokality bez života. Foto archiv J. Rotterové

Většina života na Zemi je závislá na kyslíku, který je nezbytný k produkci energie. Mnozí eukaryoti se však vyskytují i v prostředí na kyslík chudém či zcela bez kyslíku – v anoxických sedimentech, zaživacích traktech živočichů, hlubokém oceánu či v tzv. anoxických zónách moří. Těch v posledních desetiletích na planetě přibývá a poněkud neprávem se nazývají mrtvými.

O tom, jak a proč tyto organismy, povětšinou mikroskopické, přešly k anaerobnímu způsobu života, víme ovšem jen velmi málo. Jejich mitochondrie se na anoxii často adaptovaly redukcí a modifikací energetického metabolismu, některé z nich produkují vodík, a některé organismy mitochondrie dokonce úplně ztratily.

Nový pohled na evoluci eukaryotického života bez kyslíku (anaerobiózy) přináší článek, který nedávno vyšel v prestižním časopisu **Current Biology**. Jeho autory jsou Johana Rotterová, její školitel

profesor Ivan Čepička a Tomáš Pánek z katedry zoologie Přírodovědecké fakulty UK, a jejich spolupracovníci z několika dalších ústavů a univerzit.

Autoři článku se zabývali přechodem na obligátní anaerobiózu (tj. život výhradně bez přítomnosti kyslíku) u nálevníků (jednobuněčných eukaryot) a zkoumali, jakou roli hráli v tomto procesu jejich anaerobní prokaryotičtí symbionti (bakterie a archea). Tito prokaryoti pomáhají svým hostitelům zefektivnit energetický metabolismus pomocí odstraňování metabolitů produkovaných jejich mitochondriemi, jako jsou například vodík a kyselina octová. V prostředí chudém na kyslík je tato výhoda významná, jelikož anaerobní metabolismus je méně výhodný než aerobní dýchání a každá molekula zde přijde z hlediska energetického výtěžku „draho“.

Aerobní nálevníci jsou známí svými dočasnými výlety do anaerobních

sedimentů, kam unikají před aerobními predátory a mohou se krmit anaerobními prokaryoty. Nálevníci s anaerobními symbionty dokázali díky efektivnějšímu metabolismu setrvat v anoxickém prostředí déle a postupem času ztratili geny pro aerobní metabolismus, což jim ve svém důsledku znemožnilo návrat do aerobního prostředí.

Vědci v této publikaci zároveň popsali dvě nové třídy obligátně anaerobních nálevníků, *Muranotrichea* a *Parablepharisma*, kteří hostí dokonce několik typů prokaryotických symbiontů, a to i v jediné buňce. Patří mezi ně deltaproteobakterie redukující sírany na toxický sirovodík, ale také archea produkující metan, žijící na povrchu buněk nálevníka rodu *Parablepharisma*. Jde zároveň o první důkaz symbiotických archeí produkujících metan, které obývají povrch buněk volně žijících protist. Autoři dále analyzovali redukované mitochondrie u obligátních anaerobů z nově objevených tříd a také zástupců třídy *Archaeophorea* a predikovali metabolické dráhy pro jejich energetický metabolismus. ●



▲ Nálevník *Muranotrix gubernata* hostí na svém povrchu symbionty, kteří jeho předkům umožnili trvale osídlit prostředí bez přítomnosti kyslíku.

Foto Johana Rotterová



# Spor o nejstaršího ostnokožce

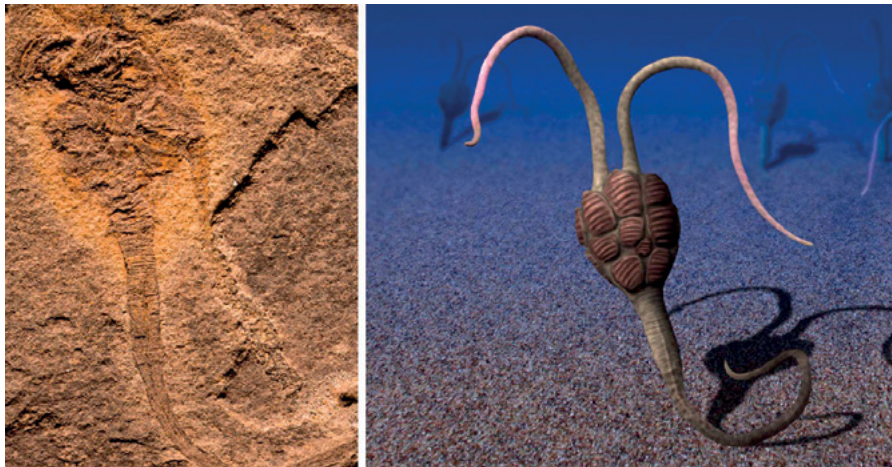
Paleontologové z naší fakulty zasáhli do důležité diskuze

MICHAL ANDRLE

Ostnokožci jsou kmenem živočichů, kteří osidlují mořské ekosystémy již stovky milionů let. Během této dlouhé doby stihli vytvořit mnoho vývojových linií, z nichž řada již vyhynula. V nedávné době se na stránkách časopisu **Nature Communications** rozhořela polemika okolo „nejstaršího ostnokožce“, do níž zasáhl i paleontolog z naší fakulty prof. Oldřich Fatka spolu s absolventkou PŘF UK dr. Martinou Nohejlovou, nyní pracující v České geologické službě.

Polemiku odstartovala studie Timothyho T. Toppera a jeho kolegů, která oznamovala převratný objev. Ve fosilii objevené v roce 2012 v čínské provincii Chu-pej a pojmenované *Yanjiahella biscarpa* identifikoval vědecký tým úplně nejstaršího ostnokožce světa. Mělo jít o zástupce linie, která později zrodila všechny lilijice, hadice, hvězdice, ježovky, sumýše a další. Ukázání na jednoho takového společného předka, nebo alespoň nejstaršího známého zástupce celé skupiny je krokem velmi odvážným, ke kterému je třeba mít dobře postavené argumenty. I tak lze ale očekávat ostrou kritiku z řad odborné komunity.

Hned v následujícím čísle **Nature Communications** se také kritický článek objevil. A navíc podepsaný elitou světových specialistů v oboru paleontologie ostnokožců (včetně prof. Oldřicha Fatky a dr. Marty Nohejlové), který nadšení z čínského nálezu mírní. A jak zní jejich argumentace? Nejprve upozorňují na důležitý princip biologické (ale i paleontologické) kladistiky (klasifikace příbuznosti organismů): mezi na první pohled vzájemně nepodobnými organismy lze najít příbuznost tím, že hledáme společné novinky, evoluční inovace (tzv. synapomorfie), které se objevily výlučně



▲ Nad údajně nejstarším ostnokožcem se rozhořel spor. Podle kritiků nejsou závěry původní studie dostatečně podloženy. Vlevo fosilie, vpravo rekonstrukce. Zdroj *Nature Communications*, autor rekonstrukce Nobumichi Tamura

v jedné vývojové linii, a sdílejí je proto všichni potomci.

Ostnokožci představují kmen druhoustých živočichů příbuzný polostrunatcům (Hemichordata). Od nich se odlišují ve třech velmi podstatných znacích. Tím prvním je houbovitá struktura jejich desek z uhličitanu vápenatého, tzv. stereom. Tento znak se vyskytuje u všech ostnokožců současných i minulých bez výjimky. Dalším důležitým znakem je přítomnost tzv. ambulakrální soustavy, tedy systému hydraulických panožek, které slouží k pohybu či ke smyslové orientaci. A konečně poslední zásadní evoluční inovací ostnokožců je pětičetná symetrie jejich těl.

Ačkoliv se dospělí ostnokožci vyvíjejí z bilaterálně (dvoustranně) symetrických larev, v okamžiku přisednutí se jejich těla začínají měnit nestejným způsobem, přirůstáním desek z pravé a levé strany.

Existují i zajímavé případy, kdy dojde k druhotnému zjednodušení tělního plánu zpět na formu dvoustranně souměrnou. Takového jedince však prozradí např. pozice análního otvoru.

Čínská *Yanjiahella biscarpa* však žádný z těchto typických znaků neměla. Interpretace této fosilie jakožto „bazálního ostnokožce“, či dokonce „bazálního polostrunatce“, případně i společného předka obou linií tak podle kritiků postrádá smysl. Co tedy čínský nález vlastně znamená? „Podíváme-li se na mnohobuněčné živočichy (Metazoa), tak to, co sledujeme dnes, jsou vlastně již závěrečné fáze vývoje. V počátcích pozorujeme velké množství experimentů, které nemají pokračování v dalších vývojových liniích.“ Jak tedy s klasifikací takových nálezu? „Pro takové nejistoty máme v paleontologii ‚šuplíček‘ s nápisem ‚incertae sedis‘, tedy ‚nejasně zařazení‘,“ vysvětluje profesor Fatka. ●

# Martánské bahno teče jako láva

Na Marsu se proces tečení bahna nejspíš podobá výlevům pozemské lávy



Průzkumy Marsu přinášejí řadu pozoruhodných objevů. K těm nejdiskutovanějším patří desítky tisíc kuželů o výšce několik set metrů, které se nacházejí v severních nížinách a na dalších místech rudé planety. Mohly vzniknout sopečnou činností nebo erupcemi bahenních sopek. Zatímco v prvním případě by je tvořila utuhnutá láva, ve druhém jemnozrnný materiál, který by byl na povrch vynesena pod tlakem vytékající vodou. Satelitní snímky bohužel nedovolují jednoznačně určit způsob jejich vzniku. K nejistotě přispívá i to, že až doposud nebylo jasné, zda by bahno vůbec mohlo na povrchu Marsu téct.

Evropský tým vědců pod vedením Mgr. Petra Brože, Ph.D., z Geofyzikálního ústavu AV ČR se proto rozhodl k řešení tohoto problému přispět. K napodobení nehostinných martánských podmínek využili badatelé nízkotlakou komoru na britské Open University. Za nízkých tlaků simulujících podmínky na Marsu vylévali na studený písčité povrch dobře tekoucí bahno bohaté na vodu a sledovali, jak nestabilita vody za nízkého atmosfé-

rického tlaku změni chování bahna. Zjistili, že bahno by se na povrchu Marsu rozlévalo podobným způsobem jako láva typu pāhoehoe na Havaji nebo na Islandu. Výsledky jejich výzkumu nedávno publikoval časopis **Nature Geoscience**.

„Je to velmi zajímavý a neočekávaný výsledek. Míváme totiž tendenci předpokládat, že geologické procesy, mezi které tečení bahna patří, budou i jinde ve Sluneční soustavě fungovat podobně jako na Zemi. Je to založeno na naší každodenní zkušenosti. Naše experimenty však přesvědčivě ukazují, že ve skutečnosti by tento jednoduchý proces, který všichni známe z našeho dětství, probíhal na Marsu naprosto odlišně,“ uvedl vedoucí vědeckého týmu dr. Petr Brož.

Rozdílné chování bahna souvisí s tím, že martánská atmosféra je přibližně 150× řidší než atmosféra Země. A to má významné důsledky. Při nízkém atmosférickém tlaku totiž voda není stabilní a začíná se vařit a odpařovat. Odpařováním se bahno ochlazuje a nakonec zamrzne.

◀ **Láva pāhoehoe na Havaji. Na Marsu najdeme podobné útvary, tekoucím materiálem však není láva, ale bahno.**

Zdroj: Shutterstock.com

„Tento překvapující objev je dalším malým, ale důležitým krokem na dlouhé cestě k prozkoumání těles v naší Sluneční soustavě a jejich pochopení. Provedené experimenty mění pohled na mnoho povrchových útvarů, které na Marsu pozorujeme. Ukazuje se, že bude zase o trochu těžší určit, jestli na satelitním snímku vidíme útvar vzniklý tečením lávy, nebo bahna,“ doplnil Mgr. Ondřej Krýza, spoluautor studie, který vedle Geofyzikálního ústavu působí také na Přírodovědecké fakultě UK.

Tým prokázal, že experimentální bahenní proudy se šíří podobně jako pozemské lávové proudy typu pāhoehoe. Včetně toho, že se bahno může opětovně vylévat z prasklin v zamrzlé bahenní krustě a po ochlazení vytvořit nový lalok, tedy přesně tak, jak jsme zvyklí pozorovat u tečení málo viskózní, tedy dobře tekoucí lávy. Tento objev dokládá, že bahenní vulkanismus mohl nebo případně stále může na povrchu Marsu skutečně fungovat. Martánské bahenní sopky se nicméně mohou svým tvarem podstatně lišit od těch pozemských. Podobné procesy mohou navíc podle všeho probíhat i na dalších tělesech ve Sluneční soustavě, kde se na povrch nedostává bahno, ale jen voda během procesu kryovulkanismu. ●



# Yucatanská exploze „zevnitř“

Horniny mohou skrývat cenný magnetický záznam o minulosti

MICHAL ANDRLE



Exploze, která proběhla na dnešním poloostrově Yucatan ve Střední Americe před cca 66 miliony lety, měla pro život na Zemi fatální důsledky – vedla například k vyhynutí všech linií „neptačích“ dinosaurů. O tom, jak taková gigantická exploze proběhla, podávají nyní svědectví horniny z blízkosti místa dopadu meteoritu. Jedním z vědců, kteří na jejich analýze pracovali, byl i docent Günther Kletetschka z Přírodovědecké fakulty UK.

Stopou po dopadu asi 10 km velkého tělesa, k němuž došlo na hranici období křídý a terciéru, je takzvaný Chicxulubský kráter (čti čikšulubský). Leží z větší části ve vodách přilehlého moře, patrný je však i na pevninské části poloostrova Yucatan. Zde se vyskytují různé stopy po explozi – pukliny ve vápencovém podloží naplněné křišťálově čistou vodou (tzv. cenoty) nebo vrstvy materiálu vyvrženého explozí. Již před dvaceti lety se do této oblasti vypravila geologická expedice financovaná NASA, již se účastnil i doc. Kletetschka, který byl v té

► **Zkoumané valouny mají na povrchu rýhy, které ukazují na dramatické okolnosti vzniku.** *Zdroj archiv G. Kletetschky*

době v NASA zaměstnán. Vzorky, které byly během výpravy nasbírány, nicméně přinesly zajímavé poznatky až nyní.

„V poslední době se věnuji teoretickým popisům toho, jak vypadá magnetizace materiálů prostřednictvím elektrických výbojů. Bylo pro mne proto zajímavé podívat se na starší nasbíraný materiál touto perspektivou,“ uvádí doc. Kletetschka. Jeho analýza se zaměřila na to, jak vypadala celá oblast během exploze z hlediska vlivu zemského magnetického pole na horniny.

Ve zkoumané oblasti, nazývané Barton Creek formation, se nachází několik metrů tlustá vrstva depozitu složeného z kuliček o průměru mezi 2 a 4 centimetry. Ty mají často dolomitové jádro a lze v nich nalézt i drobné fosilie



◀ **Dopad mimozemského tělesa do oblasti dnešního Mexického zálivu měl celoplanetární následky.** *Zdroj Mařby.cz, upraveno.*

živočichů z příslušného období. Jsou proto oblíbeným sběratelským artiklem paleontologů. Kuličky byly podrobeny magnetometrickému zkoumání, které ukázalo, že nesou záznam po magnetickém poli Země. To bylo v době exploze orientované opačně než v současnosti.

Nad vrstvou kuliček se nachází další vrstva (tzv. Albiion formation), která rovněž představuje svědectví o události. Je složená ze skel, valounů a jílu. Valouny, tzv. pook's pebbles, jsou velmi zajímavé právě z hlediska magnetického záznamu. Bližší zkoumání ukázalo, že kolem sebe mají zvláštní pole, jehož příčinou byl elektrický výboj podobný blesku. Na svém povrchu měly oblázky také zvláštní rýhy (striaci). Prudký vítr při explozi, který nesl plno prachových až písčitých zrn, uhladil horninu do oblého tvaru a nechal za sebou rýhovaný povrch. Přítomnost kalcitu v rýhách je pak znamením přeměny vápenatého materiálu pod velkým tlakem a teplotou v době exploze (podobně vzniká mramor).

A jaké jsou závěry studie? „Způsob namagnetování hornin může sloužit jako ‚benchmark‘, podle něhož můžeme rozpoznat produkty takto masivních impaktních explozí kdekoli jinde, třeba i na mimozemských tělesech – na Měsíci či na Marsu,“ vysvětluje Kletetschka. Podobně je to i s přítomností kamenných valounů. Za jejich oválným vzhledem nestojí erozní činnost vody, ale horký vzduch unášející písek v průběhu exploze. ●



# Stále oblíbenější pohyb

Cestování přináší  
radost, ale nese s sebou  
i specifická negativa

DANA FIALOVÁ





◀ **Sněžka patří k nejvíce zatíženým turistickým cílům v Česku. Je totiž lákadlem jak pro turisty české, tak polské. S pravidly pohybu v národním parku si však láme hlavu jen menšina z nich. I proto přikročila správa KRNP v poslední době k řadě omezení. Foto z polské strany. Zdroj Shutterstock.com**

Běžný pohyb z místa na místo – do školy, do práce, za zábavou a podobně – patří ke každodennímu životu a příliš radosti žádnému účastníku nepřináší. Cestování ve volném čase patří oproti tomu do zcela odlišné kategorie. Ukazuje se, že za svou oblíbenou činnost ho považuje čím dál tím větší množství lidí, ať už si pod tím představují letní dovolenou u moře v teplých krajích, putování po horách, návštěvy tuzemských nebo zahraničních měst, či jen pravidelný víkendový přesun na chatu nebo chalupu. V době, kdy vznikal tento text, cestování v důsledku pandemie možné nebylo, ale většina z nás už se nemůže dočkat, až zase možné bude. Pojdme se detailně podívat, co se za cestováním jako volnočasovou aktivitou skrývá.

## VÝZNAM CESTOVNÍHO RUCHU

Tím, že ve volném čase cestujeme, stáváme se účastníky cestovního ruchu neboli turismu. Cestovní ruch je nepochybně významným ekonomickým odvětvím, které tvoří 10 % světového HDP. V Česku je o něco nižší – 2,9 % – a zaměstnává 4,5 % ekonomicky aktivního obyvatelstva. Pro některé země, případně regiony, představuje rozhodující zdroj příjmů a pro jejich obyvatele jediný zdroj obživy (Maledívy, řecké ostrovy).

▶ **Cestovní ruch rapidně roste zejména v posledních letech. Jen za poslední dvacetiletí se počet turistů více než zdvojnásobil.**

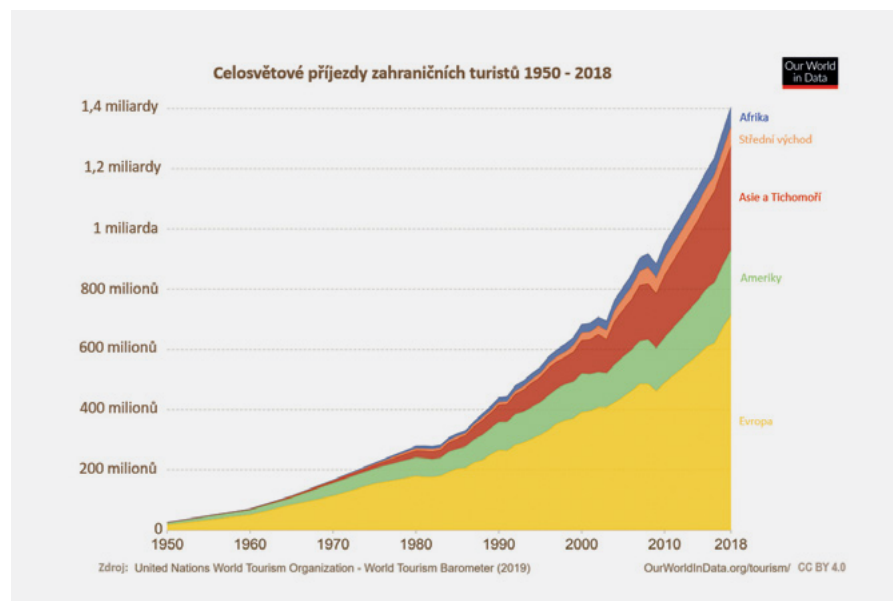
Je to odvětví, které je poměrně odolné vůči vnějším změnám. Krize se na něm samozřejmě projevují, ale obvykle jde jen o krátkodobý účinek. Komplikace mohou být charakteru přírodního (zemětřesení, povodně), technického (nehody letadel, lodí), ale především politického (teroristické útoky, nestabilní politická situace) a zdravotního (epidemie). My právě prožíváme poslední jmenované, tedy riziko zdravotní, kdy se jedná o pandemii, tedy epidemii, která zasáhla celý svět. Zotavení cestovního ruchu bude tedy tentokrát trvat déle a naskýtá se i příležitost cestovní ruch poněkud změnit. Proč, to si řekneme dále.

Kromě svého ekonomického významu představuje cestovní ruch pro jeho účastníky (návštěvníky a turisty) oblíbenou volnočasovou aktivitu, během které mají možnost relaxovat, rekreovat se, poznávat. Tráví zkrátka čas podle svých přání, představ a možností (nejen finančních). A tuto možnost má díky své rostoucí ekonomické síle i přijatelně ceně nabízených služeb s postupem času stále větší podíl světové populace.

Důležitými faktory byly v posledních letech zejména zlevnění letecké dopravy (rozvoj nízkonákladových leteckých společností) a rozvoj sdíleného ubytování (Couchsurfing, Airbnb apod.). Pro srovnání: v roce 2000 vyrazilo na cesty 680 milionů turistů, v loňském roce to bylo už 1 461 milionů turistů. Za necelých 20 let se tedy cestovní ruch víc než zdvojnásobil.

## PŘEPLNĚNÉ TOP DESTINACE

Valná většina turistů obvykle touží navštívit vyhlášená místa, tzv. top destinace cestovního ruchu, pořídít selfie a tím zvěstovat svému okolí, jak je zde krásně a že oni zde byli také. To má za následek, že v těchto lokalitách, ať už jsou to centra historických měst (Benátky), solitérní areály (Machu Picchu), či přírodní atraktivitu (pláž na ostrově Phi Phi Leh v Thajsku), dochází k nadměrnému cestovnímu ruchu, tzv. overturismu. Atmosféra těchto míst, která je hlavním lákadlem, je výrazně narušena procházejícími davy a rovněž různými stánky, zvířecími „maskoty“ atd. Úzce souvisejícím problémem je pak to, jak se návštěvníci a turisté (za turistu



je považován návštěvník, který v dané lokalitě přenocuje] v navštívených místech chovají.

S výše uvedeným souvisí tzv. turistická past, což je termín používaný ve dvou různých významech. Buď se jedná o nalákání turistů do určité lokality pod slibem atraktivního zážitku, za který jsou obvykle nuceni zaplatit neúměrný finanční obnos a který se často vůbec nedostaví. Anebo se tímto spojením vyjadřuje skutečnost, že cestovní ruch svým nadměrným působením ničí to, co umožnilo jeho existenci (ruší přitažlivost místa).

V letošním roce je samozřejmě situace změněná a je pravděpodobné, že v mezinárodně navštěvovaných destinacích k overturismu nedojde. Naopak na výrazné zhoršení se ovšem musíme připravit v našich horských střediscích, skalních městech, ale i na oblíbených cyklostezkách, které nepochybně zasáhne vlna domácího overturismu.

## NEROVNOMĚRNÝ CESTOVNÍ RUCH

Z geografického hlediska ovšem vzniklou situaci lépe než overturismus vystihuje termín nerovnoměrný cestovní ruch. Jedná se o takovou situaci, kdy turismus v daném místě ovlivňuje negativně kvalitu života rezidentů nebo kvalitu zážitků návštěvníků. Jak už bylo naznačeno výše, hlavním problémem je zpravidla to, že je návštěvníků příliš. To má za následek řadu nepříjemných dopadů a) socio-kulturních: přeplněnost veřejných prostor v centru měst, privatizaci veřejných prostranství (restaurační předzahrádky), přetížení dopravní infrastruktury (parkování), turistifikaci (změnu funkcí řady zařízení ze služeb pro místní ve prospěch služeb pro návštěvníky), ztrátu genia loci (mizí typická atmosféra), sociální konflikty (dualizace společnosti – část obyvatel z cestovního ruchu profituje, druhá část pouze trpí negativními jevy); b) environmentálních: znečištění, hluk, zvýšení spotřeby vody, ztrátu biodiver-



zity; c) ekonomické: turistickou inflaci (růst cen zboží, služeb, nemovitostí), mimosezónní nezaměstnanost.

Mezi místními obyvateli, kteří z turismu neprofitují, se pak negativní naladění může projevit buď jako „touristophobia“ (turistofobie) – antipatie k návštěvníkům a turistům, která se projevuje hanlivými nápisy, protesty, peticemi –, anebo dokonce jako „tourismphobia“ – negativní postoj k celému odvětví cestovního ruchu. Objevují se protesty nejen proti návštěvníkům, ale i proti provozovatelům služeb pro turisty a proti veřejné správě, která situaci nekoriguje. Nebo ji koriguje, ale lidé nejsou s jejím postojem vůči danému odvětví spokojeni.

## ROZPAČITÉ REGULACE

Popsaná negativa zatím nestačí na to, aby se objevily výraznější snahy

◀ Jedna z atrakcí, se kterou Praha aktuálně bojuje – tzv. beerbike. Vozidlo bylo sice letos zákazem magistrátu vytlačeno z historického centra, atrakce se ale přesunula do Karlína. *Zdroj Shutterstock.com*







◀ **Fontána di Trevi si zahrála ve filmu Sladký život a od té doby patří k hlavním turistickým atrakcím Říma. Atmosféra místa je ovšem nenávratně pryč.** *Zdroj Shutterstock.com*

rozběhnutý stroj přibrzdit. Naopak, situace se spíše stupňuje. Úspěšné destinace s dobrou propagací lákají stále více turistů, úspěšnost marketingových společností je totiž měřena především počtem mezinárodních turistů. Dobře míněná snaha přesměrovat a rozptýlit turisty do méně atraktivních lokalit vede k tomu, že taková místa nápor turistů nezvládají, neboť nejsou na cestovní ruch připravena. Stále menší roli hraje také sezónnost, rozdíl mezi létem a zimou již není tak markantní – některé destinace jsou zahlcené neustále, takže si místní neodpočinou. Ke stále narůstajícímu turismu navíc přispívá zvyšující se životní úroveň a větší množství volného času.

Při uvažování nad možnými opatřeními je třeba si uvědomit, že příčiny uvedených jevů jsou pro každé navštěvované místo specifické a většinou nepůsobí

▶ **Prudký rozvoj sdíleného ubytování způsobil v kombinaci s chytrými telefony doslova revoluci v sektoru ubytovacích služeb.** *Zdroj Shutterstock.com*

samostatně, ale v různé kombinaci. Negativní jevy navíc mají různou úroveň složitosti. Kupříkladu v Praze už se první náznaky regulací začínají objevovat, zatím jde ale spíše o estetickou korekci – zákazy pivních kol, zvířecích maskotů nebo segwayí. Naopak strukturální problémy, jako je např. sdílené ubytování Airbnb, na své řešení stále čekají. Zde totiž půjde nejen o technickou stránku řešení, ale též o politickou vůli, která se zatím jeví jako spíše slabá.

### **PŘÍLEŽITOST KE ZMĚNĚ**

Pandemie cestovní ruch zastavila. Majitelé hotelů, restaurací, cestovních kancelářů, leteckých společností apod. postrádají zákazníky a ekonomicky strádají. Turisté nikam nemohou, strádají také, neplní si své sny. Je tedy ideální čas rozmyslet si, jak by

měl budoucí cestovní ruch vypadat, aby nedocházelo k výše popsaným negativním jevům. Řízení cestovního ruchu, případně jeho regulace patří ovšem do kompetence lidí za daná místa zodpovědných. Geografové mohou situaci monitorovat, analyzovat a navrhnout řešení, a v případě zájmu spolupracovat s příslušnými úřady

A jak může k udržitelnějšímu a šetrnějšímu cestovnímu ruchu přispět čtenář tohoto časopisu? Neznamená to, že nesmí cestovat třeba na druhý konec světa, kdy je nutné využít letadlo. Letět klidně může, ale v cílové destinaci by měl zůstat co nejdéle, měl by nechat vydělat místní obyvatele, využívat místní dopravní prostředky, stravovat se z místních surovin, respektovat místní zvyklosti, a pokud objeví či mu místní doporučí nějaké krásné zapomenuté místo, ať si nechá selfie na památku pro sebe a nevystavuje ho na sociální síť. ●

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE  
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE A V CENTRU VÝZKUMU  
GEOGRAFIE VOLNÉHO ČASU



# FILIPINO NURSES FOR GERMANY

As part of the Program we offer:

- FREE German Language Training
- FREE German Nursing Standard Training
- FREE Translation
- FREE Recognition

ENROLL NOW

## Péče jako exportní artikl

**Stěhování zdravotníků za práci v sobě skrývá řadu potenciálních problémů**

LENKA PAVELKOVÁ

Migrace je stará jako lidstvo samo – lidé se odjakživa stěhovali za obživou nebo za rodinou či utíkali z válečných konfliktů. Příčiny a formy migrace se sice v čase proměňují, ale stěhování za obživou, resp. za prací, je stále nejčastějším důvodem stěhování. Ekonomická migrace, tedy pohyb za prací, je pojem, který je v posledních letech často používán jako negativní, přestože označuje běžný a přirozený jev. Je také nutné mít na paměti, že ekonomičtí migranti jsou jak lidé svobodně si vybírající zemi, kde budou pracovat, tak lidé, kteří odchází ze zemí a regionů, kde jsou možnosti obživy nulové či placené tak málo, že neumožňují normální život.

### ZDRAVOTNÍCI V POHYBU

Mezi migranty najdeme pravděpodobně pracovníky všech možných profesí, přičemž o některých z nich se hovoří častěji. Patří sem jistě zdravotnický per-

sonál, ať už jde o doktory, zdravotní sestry, či další zaměstnance ve zdravotnictví. To je dáno tím, že prakticky ve všech zemích světa panuje deficit zdravotnického personálu. A to včetně zemí bohatých a rozvinutých – podle Světové zdravotnické organizace (WHO) chybělo v roce 2013 ve zdravotnictví na celém světě více než 17 milionů lidí (doktorů, sester, porodních asistentek a dalších). Jejich největší nedostatek byl (a je) v afrických zemích.

Pro mnoho lékařů či zdravotních sester je v této situaci lákavé využít možnosti pracovat v jiné zemi za vyšší plat a s lepšími pracovními podmínkami – ať už se jedná o britské zdravotní sestry v Kataru, české lékaře odcházející do Německa, či ukrajinské lékaře v Česku. Je zároveň jasné, že každá země se snaží zajistit pro své obyvatele dostatečnou zdravotní péči, která je přirozeně základem pro spokojený a kvalitní život.

### ZAOSTŘENO NA PEČOVATELKY

V diskuzi o migraci zdravotnického personálu se v poslední době objevilo také téma migrace pečujícího personálu, tedy chův, pečovatelek o staré lidi, ale překvapivě třeba také uklízeček. V rozvinutých zemích tato diskuze nabírá na intenzitě zejména ve vztahu k péči o seniory, jejichž podíl na obyvatelstvu vzhledem k demografickým změnám v těchto zemích stále stoupá. Aktuální epidemiologická situace, která odhalila nedostatky a problémy nejen ve zdravotnictví, ale i v sociálních službách, včetně péče o seniory, ukázala, že je zapotřebí tento problém brát vážně.

Jakýmsi učebnicovým příkladem migrace v oblasti zdravotnictví a péče obecně jsou Filipíny. Kořeny exportu filipínské pracovní síly sahají až do 30. let 20. století, kdy byly na filipínských zdravotních školách poprvé školeni pracovníci za účelem práce



◀ **Webová stránka**  
**filipinursesforgermany.com je zaměřen**  
**přímo na nábor filipínských zdravotních**  
**sester pro práci v Německu.**

s mnoha problémy a více než čtvrtina lidí zde žije pod hranicí chudoby. Velký počet lidí je bez práce nebo pracuje na menší úvazek, než chce a potřebuje k obživě. Potřeba výděлку je navíc posílena právě vládním postojem k již existující kultuře migrace, která je brána jako samozřejmá a oceňovaná součást života. V roce 2016 bylo u POEA registrováno 2 112 331 občanů Filipín žijících v zahraničí – o 14,5 % více než v předchozím roce. Z tohoto byla počtu celá polovina registrována na Blízkém východě, zejména v Saúdské Arábii a Spojených arabských emirátech.

Zhruba polovina migrantů z Filipín jsou ženy, které často pracují jako zdravotní sestry či jako pečovatelky a chůvy. Ročně z Filipín odejde za prací kolem dvaceti tisíc zdravotníků, zejména zdravotních sester. Ty často volí tuto profesi už s plánem pracovat v zahraničí. V důsledku toho dochází k nárůstu počtu vzdělá-

vacích zařízení v tomto oboru, objevují se ale také stížnosti na jejich upadající kvalitu. Paradoxem nárůstu počtu kvalifikovaných filipínských zdravotních sester je jejich zásadní nedostatek přímo v zemi, zejména na venkově.

Volba Filipínců (a v tomto případě zejména Filipínek) je logická vzhledem k situaci v zemi a nutnosti postarat se o sebe a o rodinu. Filipínská vláda ale svým přístupem k emigraci poškozují vlastní zdravotnictví a péči o své občany. Pozitivním přínosem emigrace jsou remitence, tedy peníze či zboží (obvykle jídlo, oblečení nebo vybavení domácnosti), které migranti posílají domů – tyto peníze slouží k zajištění živobytí a pomáhají rodinám migrantů přežít, dosáhnout na vzdělání a paradoxně právě zdravotní péči, která je většinou hrazená přímo pacienty (pouze třetina nákladů na zdravotní péči je hrazena z veřejných peněz). Stinnou stránkou remitencí je závislost rodin i státu na tomto příjmu, ale také posilování nerovnosti ve společnosti. ●

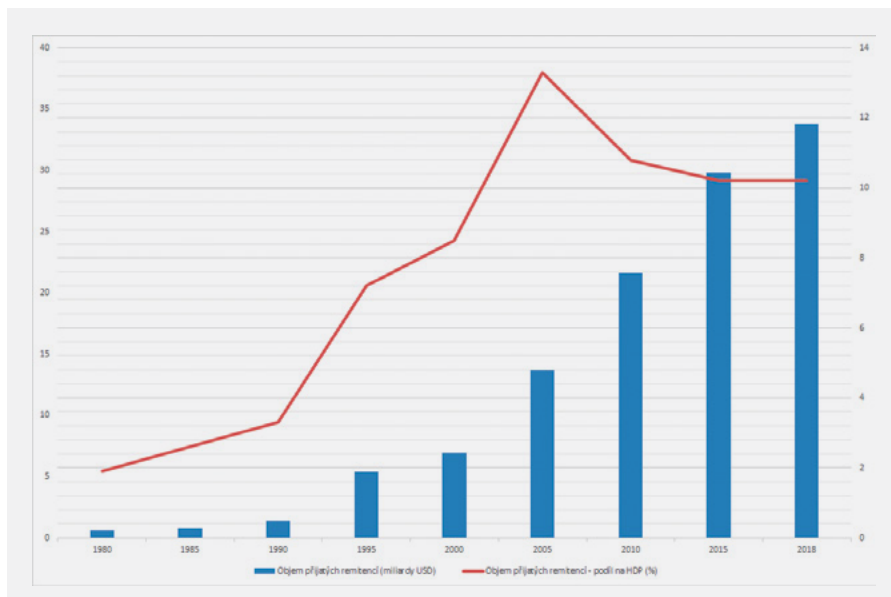
AUTORKA STUDUJE NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE  
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE

v zahraničí. Masově se tento model rozšířil od 70. let a v roce 1982 byl založen úřad pro zaměstnávání v zahraničí (Philippine Overseas Employment Administration – POEA). Ten má na starosti koordinaci, kontrolu zaměstnávání Filipínců v zahraničí a jejich předodjezdovou přípravu. Věnuje se také uzavírání bilaterálních smluv upravujících jejich pracovní podmínky. Úřad dohlíží i na dodržování práv svých občanů v zahraničí a v případě jejich porušování s danou zemí přeruší spolupráci a oficiálně pracovní migraci do země zakáže. To ovšem neznamená, že tam Filipínci nemohou odjet – vládní úřad totiž kontroluje pracovní emigraci ze země, vycestovat ale lze i bez jeho pozhěhání. V případě nesnází – např. vykořisťování nebo aktuální epidemiologická krize – ovšem i bez jeho pomoci.

### FILIPÍNSKÁ ZKUŠENOST

Možnost pracovat v zahraničí je pro obyvatele Filipín lákavá – země se potýká

▶ **Přijaté remitence Filipín v letech 1980 až 2018.** *Ždroj: Světová banka (květen 2020)*

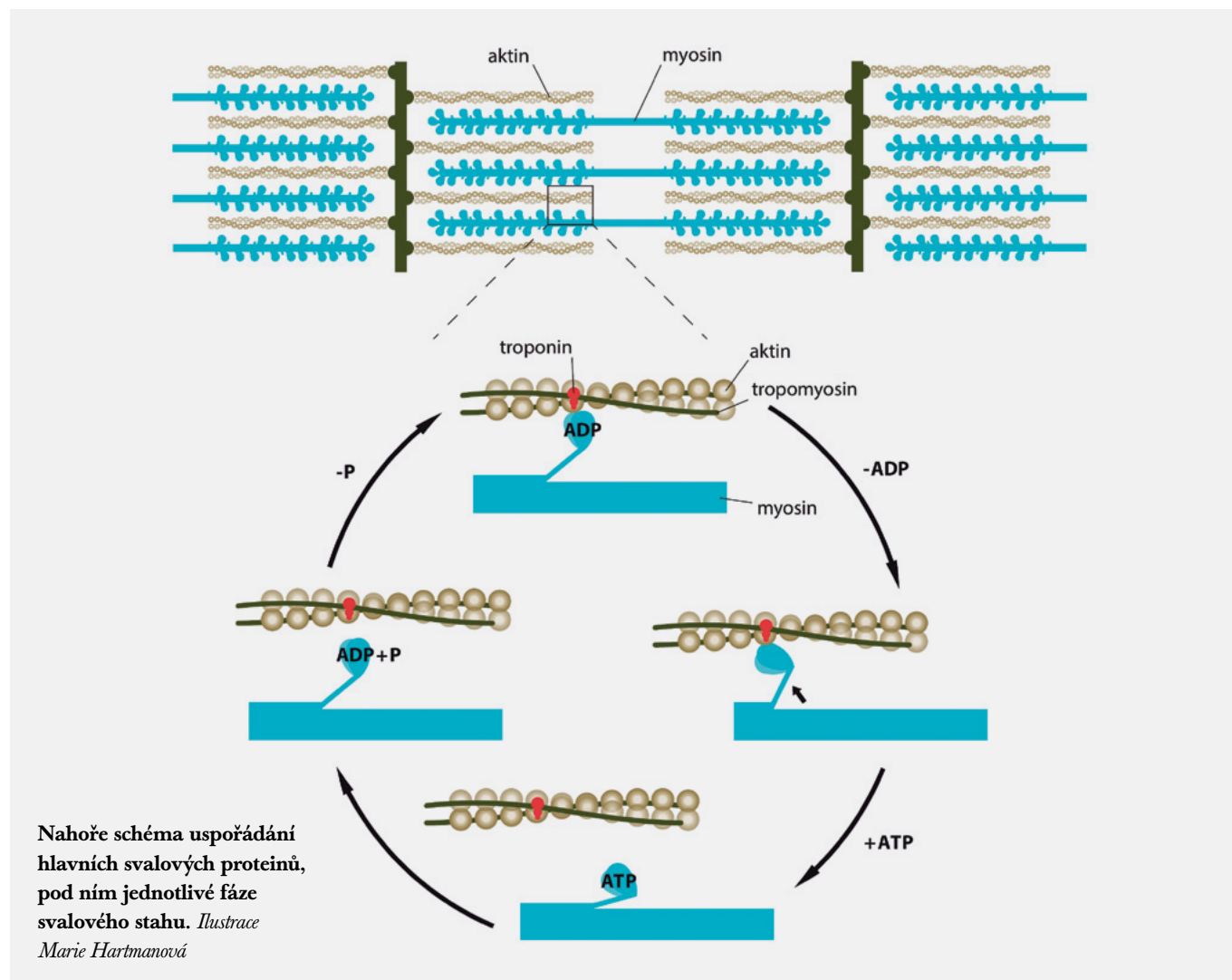




# Tajemství svalového pohybu

Převod naší vůle do pohybu těla zajišťuje pozoruhodný systém

VÁCLAV MARTÍNEK



Kosterní sval člověka se skládá z vláken, což jsou vlastně specializované buňky nazývané myocyty. Tyto buňky mohou být dlouhé až 30 cm, a po neuronech jde tedy o druhé nejdelší buňky v našem těle. V cytoplasmě myocytu jsou dlouhé svazky bílkovinných vláknitých útvarů nazývaných myofibrily, které jí dávají schopnost aktivně zkrátit svou délku

až na třetinu. Nejdůležitější roli hrají v tomto komplexu dvě bílkoviny: myozin a aktin. Ty jsou schopné se po sobě navzájem posouvat ve směru stahu a při tom vykonávat mechanickou práci.

## ZDROJ ENERGIE

Hnací silou většiny procesů probíhajících v našem těle je energie uvolněná

při chemických reakcích. Výjimkou není ani svalová kontrakce. V jejím případě jde o reakci adenosin trifosfátu (ATP) s vodou (hydrolyza) za vzniku adenosin difosfátu (ADP) a volného fosfátu. V přítomnosti biokatalyzátoru (zde skupina enzymů nazývaných ATPázy) probíhá tato reakce velmi ochotně a živé organismy ji využívají často – např. k zajištění

transportu iontů přes membránu (iontové pumpy) nebo k transportu velkých molekul či celých organel uvnitř buňky (kineziny). Je pravděpodobné, že hlavičková část svalového proteinu myozinu se vyvinula z enzymu, jenž byl příbuzný právě kinezinům. I myozin totiž používá podobnou strategii přeměny chemické energie na mechanickou práci.

## SVALOVÝ STAH

Pohyb hlavičky myozinu po aktinovém vlákne by se dal přirovnat k ručkování po tyči. Aktin hraje roli tyče, po níž se jako ruka pohybuje myozinová hlavička. Ta se přidržuje aktinu, ale jak do svého aktivního místa naváže molekulu ATP, „pustí se“. Uvolněná hlavička svou ATPázovou aktivitou hydrolyzuje ATP na ADP a fosfát, ale reakční produkty ještě neuvolní a nechává je v sobě navázané. Přitom hlavička změnil svůj tvar (konformaci), takže se poněkud napřímí a ocitne se tak kousek dál nad jinou částí aktinového vlákna. Tam se přichytí a uvolní při tom jeden z produktů hydrolyzy – fosfát. Hlavička potom změnil svou konformaci zpět na ohnutou, a protože se tentokrát „drží“ aktinu, dojde k vzájemnému pohybu myozinového a aktinového vlákna. Po dokončení pohybu se uvolní druhý produkt (ADP) a vše je připraveno na další katalytický cyklus. Celý proces je nejlépe vidět na videu, ke kterému vás navede QR kód na konci textu.

Jeden svazek myozinových molekul má stovky hlaviček, které pracují nezávisle na sobě. Je-li sval aktivován, některé hlavičky se vždy drží na aktinu, a myozin se v tomto stavu nemůže samovolně posunout dozadu. Při jednom cyklu (rychlost je asi 5 cyklů za sekundu) se každá dvojice aktin–myozin posune jen o cca 10 nm, ale svalové vlákno se skládá ze stovek tisíc segmentů (sarkomer) a ty se všechny stahují současně. Celé vlákno se tak dokáže smršťovat rychlos-

tí desítek centimetrů za sekundu (cca 1 km/h). To stále není mnoho, ale díky důmyslné konstrukci kostry a uchycení svalů na ni může být výsledná rychlost pohybu organismu i stokrát vyšší.

## UVOLNĚNÍ SVALU

Svalové proteiny znají jen dva stavy – kontrakci a relaxaci. Kdyby v komplexu svalových proteinů byly jen aktin a myozin, sval by se neovladatelně stáhl na tak dlouho, dokud by nevyčerpal zásobu ATP. Proto se vyvinuly mechanismy, které stahování svalů přesně řídí a umožňují mu relaxovat i za situace, kdy má ATP dostatek. Okolo aktinového vlákna je proto omotané tenké vlákno proteinu tropomyozinu s navázaným troponinem. Tropomyozin v tomto stavu na aktinu blokuje vazebné místo pro myozin a sval díky tomu nemůže pracovat – jako by se ruka nemohla kluzké tyče pevně chytit. Teprve když nervový systém předá svalové buňce signál ke stahu, otevřou se vápníkové kanály a mnohonásobně stoupne koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$ . Ty se navážou na troponin a vyvolají u něj změnu tvaru. Tím se tropomyozin podstrčí kousek stranou, vazbu myozinu na aktin již nic neblokuje a svalový stah může začít.

## KDE SE VE SVALU BERE ATP

Při intenzivní práci spotřebovává svalová buňka opravdu velké množství ATP a nic jiného ke své činnosti ani využít nedokáže. ATP se také z důvodů své nestability nemůže do svalů přenášet z ostatních tkání krví, a tudíž si každá svalová buňka musí ATP vyrobit sama. Rychlost spotřeby ATP je ovšem při intenzivní práci vyšší než jeho tvorba. Aby nedošlo k poklesu koncentrace ATP příliš rychle, má myocyt i další možnosti, jak ATP rychle tvořit.

Člověk v sobě má 50 až 100 g ATP, a tato momentální zásoba ATP by v pracujících svalech bez jeho doplňování došla během minuty. Rychlost jeho tvorby při

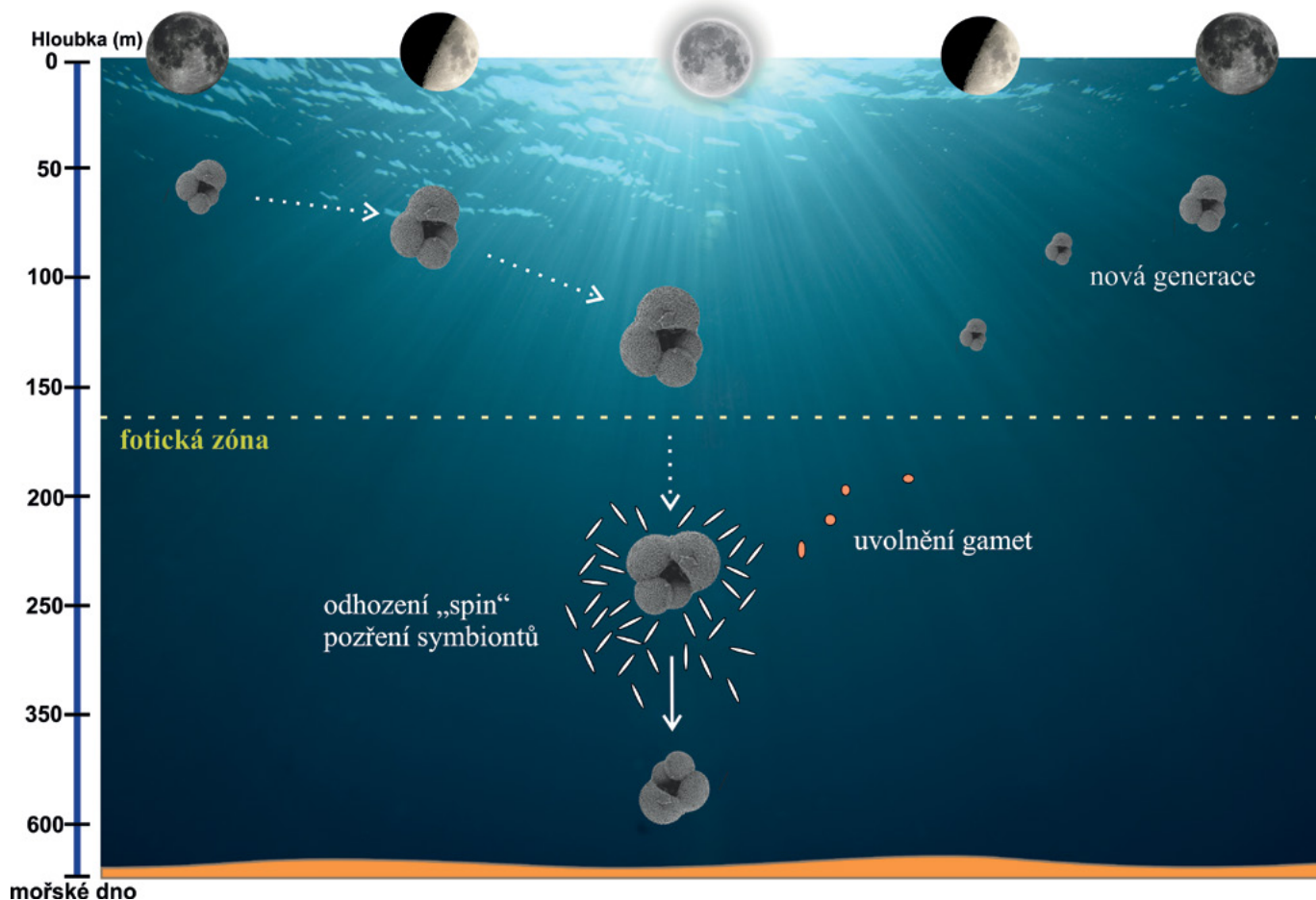
práci musí tedy být ohromná, odhaduje se, že denně člověk spotřebuje téměř tolik ATP, kolik sám váží, a každý trik, který pomůže k urychlení jeho syntézy, proto může být důležitou evoluční výhodou.

Obecně lze říct, že k tomu, aby reakce byla rychlá, napomáhá, když je jednoduchá (ideálně jednokroková). Výhodou též je, je-li reagující molekula malá a pro buňku snadno syntetizovatelná. Člověk proto stejně jako ostatní obratlovci využívá k rychlému doplňování ATP nekódovanou aminokyselinu fosfokreatin, která je 2,5× menší než ATP a svalová buňka jí má několikanásobně víc než ATP. Reakci katalyzuje enzym kreatinkináza, která reakcí fosfokreatinu s ADP vytvoří ATP a kreatin. Tento systém funguje jako jakýsi energetický pufr a díky tomu vydrží sval intenzivně pracovat několika-násobně déle.

Když nervová soustava svalů signalizuje, že si může odpočinout, zastaví stimulaci uvolňování vápníku, tropomyozin s troponinem zablokuje vazbu myozinové hlavičky na aktin a spotřeba ATP v myofibrilách klesne na minimum. Díky neustálé tvorbě ATP běžnými cestami metabolismu jako jsou glykolýza v cytosolu či oxidační fosforylace v mitochondriích, začne koncentrace ATP v myocytu růst až do té míry, že kreatinkináza, která katalyzuje reakci v obou směrech, začne pomoci ATP fosforylovat kreatin zpátky na fosfokreatin a sval se tak postupně regeneruje a připravuje na další výkon. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE BIOCHEMIE A KATEDŘE  
UČITELSTVÍ A DIDAKTIKY CHEMIE





# Osudový pohyb pod hladinou moře

**Dirkonošci pohybu naoko neholdují, ten ale přesto tvoří zásadní etapu jejich života**

FILIP SCHEINER

Příroda nezná klid, v pohybu je vše kolem nás – planety, živočichové, rostliny, atomy (ano, i drobné vibrace atomů jsou jistou formou pohybu). Některé pohyby jsou prostým následkem nějaké události, jiné jsou komplexnější a míří za nějakým cílem. Zde zpravidla hraje roli sebezáchova organismu či rozmnožovací pud. Pohyby, které takto vznikají, jsou často pozoruhodné a podněcují zvědavost výzkumníků. Značnou pozornost pak přitahují hnutí těch, kteří se jinak tváří, že se příliš hýbat nechťejí.

## **DROBNÍ MOŘŠTÍ „ARCHIVÁŘI“**

Foraminifery (dirkonošci) jsou svérázné organismy. Patří do skupiny tzv. protist, eukaryotických jednobuněčných či mnohobuněčných organismů, jež se vyznačují tím, že se nejedná ani o vyšší rostliny, ani o živočichy, ani o houby. Foraminifery jsou jednobuněčné organismy patřící k améboidním protistům do taxonu Rhizaria, které mají schopnost vytvářet panožky. V drtivě většině obývají mořská a oceánická prostředí, a jen malá část z nich žije v prostředí brakic-

kém („poloslaném“) a pár skupin najdeme i ve sladké vodě. Jedná se o jednu z nejrozsáhlejších skupin organismů, které na planetě Zemi můžeme najít.

Za svou slávu vděčí dirkonošci především svým pevným schránkám složeným z postupně dorůstajících komůrek, které se hromadí v sedimentárním záznamu a vytvářejí tak jedinečné archivy klimatologických a oceánografických dat. Ovšem ne všechny druhy pevné schránky mají, výjimkou jsou např.



◀ **Životní cyklus spinózních foraminifer. Akt rozmnožování se nezřídka odehrává za svitu plného Měsíce.** Autor *Filip Scheiner*

sladkovodní druhy. Většina vědeckého bádání se soustředí na ty druhy, které pevnou schránku vytvářejí. Budují ji nejčastěji z uhličitanu vápenatého (CaCO<sub>3</sub>), ale někdy také z jiných materiálů (např. z cizorodých sedimentárních tělísek spojených různými druhy tmelů).

Foraminifery mohou žít dvěma základními životními strategiemi, a to buď jako bentos (organismy žijící na povrchu či vně sedimentu), nebo jako plankton (organismy žijící ve vodním sloupci). Typická velikost foraminifer se pohybuje mezi 0,05 a 0,5 mm, ale je samozřejmě i řada výjimek – největší z nich dosahují velikosti až 18cm!

### DOMA ZA PECÍ?

Planktonické foraminifery se vyskytují v oceánech a mořích po celé planetě napříč všemi zeměpisnými šířkami jako součást planktonních společenstev. Jsou volně unášeny proudem a jsou takříkajíc vydány napospas mateřskému živlu. Oproti ostatnímu planktonu však mají jednu zvláštnost – jak bylo nedávno potvrzeno, tyto dírkonošci se nepodílí na fenoménu zvaném diurnální migrace. Jde o vertikální pohyb vodních organismů (mikro – i makroorganismů) ve vodním sloupci v průběhu dne. Tento pohyb vykonává nespočet druhů a mezi migracemi probíhajícími na naší planetě mu s velkým odstupem patří první příčka.

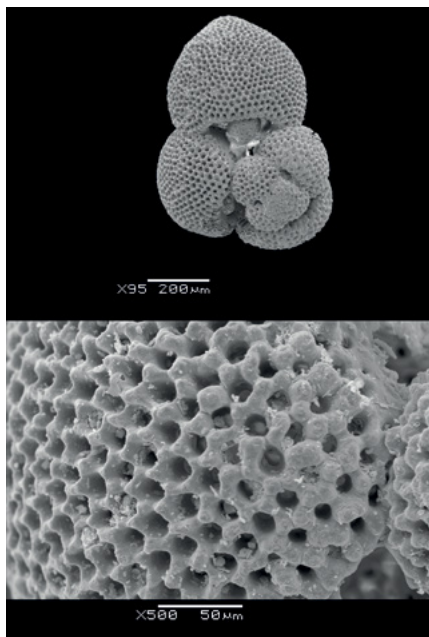
▶ **Dírkonošci jsou obecně spíše drobné až mikroskopické organismy. Jejich schránky však na mořském dně vytvářejí vrstvy, z nichž lze vyčíst řadu klimatických údajů o dávné minulosti.**

Autor *Filip Scheiner*

Můžeme tedy říci, že foraminifery jsou poměrně konzervativní skupinou, co se týče pohybu. Drtivou většinu života prožívají ve stálém habitatu (místě výskytu), který se jim jeví jako nejvhodnější. Podnikají tedy vůbec nějaké dobrodružství? Přes všechna zdání ano – některé druhy planktonických foraminifer, jako jsou spinózní foraminifery, si po dosažení dospělosti najednou „zabalí uzlíček“ a podniknou svou životní pouť. Jejich odvážná a de facto poslední cesta je hnána základní potřebou všech organismů – tvorbou potomstva.

### VZHŮRU DOLŮ

Po naprostou většinu svého života obývají spinózní foraminifery tzv. fotickou zónu. To je oblast, do které ještě proniká sluneční záření, které jsou organismy schopny zachytit a využít k fotosyntéze. V dospělosti na dírkonošce najednou dolehne volání dalek. Nebo přesněji hlubin – v určitý okamžik začnou zvolna klesat ze svého obvyklého habitatu směrem do větších hloubek. Zároveň s tím vyprodukují



svoji poslední komůrku, kterou zvětší stávající schránku. Tu pak ještě obalí dodatečnou vrstvou uhličitanu vápenatého, známou jako gametogenetická krusta, odhodí všechny výběžky na jejím povrchu (tzv. spiny či „ostny“) a pokračují v klesání vodním sloupcem hlouběji pod fotickou zónu.

V posledním stadiu pak pozrou své symbionty a zahájí gametogenezi následovanou v průběhu několika hodin uvolněním pohlavních buněk (gamet) do okolního prostředí. Velmi často se tento akt rozmnožování děje v časové shodě s lunárním cyklem. Po samotném aktu uvolnění gamet foraminifery končí svoji „životní“ pouť a jejich schránka klesá dále vodním sloupcem, aby se stala součástí sedimentu a začala další etapu existence – například jako cenný paleoklimatický indikátor. Již několik dní po této události se vody fotické zóny začínají hemžit novou generací foraminifer a tento pozoruhodný cyklus se opakuje.

### CENNÉ EKOLOGICKÉ ÚDAJE

Po dosednutí na dno se schránka stává součástí sedimentu, který je v oceánském prostředí tvořen téměř výhradně schránkami různých planktonní bioty, které se pomalu snáší vodním sloupcem jako sníh při zimní přeháňce. Společnost jim dělá pouze prach a jiné drobné částičky, které mohou přírodní procesy transportovat na velké vzdálenosti. Takovýto typ sedimentu je pro vědce nesmírně důležitý jako zdroj informací. Je to díky tomu, že je tvořen z velké části právě schránkami organismů, které do nich za svého života „zakódovaly“ poměry různých prvků a izotopů z okolní vody. Moderními metodami je pak možné získat data např. o průběhu teplot, což vědcům umožňuje rekonstruovat klima a jeho vývoj v minulosti. ●

AUTOR PRACUJE V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE



# Stopařův průvodce pro rostliny

I rostliny mají své strategie, jak poslat potomky do světa na zkušenou

BARBORA LEPKOVÁ

Rostliny nemají žádný zřetelný pohybový aparát. Dospělá rostlina má jen omezené možnosti, jak se pohybovat (například pomocí vegetativního rozmnožování), a to jen na krátkou vzdálenost. Jediná možnost pohybu na delší vzdálenost, tzv. long-distance dispersal, je rozšíření semen – malých a lehkých orgánů s celou řadou přizpůsobení. Některá mají křídélka či chmýry, aby snadno létala. Jiná jsou veliká a lehká a dobře plavou. Spoustu jich ale žádné

přizpůsobení nemá a mohou se šířit různými způsoby. Například si stopnout nějaké velké zvíře.

## HOŤ NA TO BOBEK!

Zaječí bobek, koňská kobliha či kraví lejno. Ale také jelení hromádka, prasečí výkal nebo třeba trusová peletka tetřeva. Co mají tyto druhy exkrementů společného? Jejich majitelé se alespoň částečně živí rostlinnou stravou. A velmi často kromě olistěné lodyhy nebo stébel

trav pozřou taky plody a semena. Stačí správné načasování a efektivní vozidlo pro novou generaci je v pohybu. Jinými slovy, je-li rostlina spasena v době zralosti semen, mohou se tato semena dostat skrz celý trávicí trakt a v trusu být vyloučena v jiné lokalitě.

Tomuto fenoménu říkáme endozoochorní disperze a lze jej pozorovat u celé řady párů rostlina–živočich. Nejlépe můžeme endozoochorii vidět u tzv.



## ◀ Semena vypreparovaná z trusové pelety jelena evropského (*C. elaphus*).

Foto Barbora Lepková

frugivorů, což jsou živočichové, kteří se živí ovocem s dužnatým oplodím. To má nejlákavější barvu právě v době, kdy jsou semena uvnitř v nejlepší kondici, snadno přežijí průchod trávicím traktem a po uložení v trusové hromádce začnou rychle klíčit.

V podmínkách střední Evropy se do této kategorie frugivorů řadí především ptáci. Pro rostlinného ekologa je ale mnohem zajímavější šíření rostlin herbivory – býložravými zvířaty, která se nespécializují na barevné ovoce. Jejich hlavní složku potravy tvoří různé byliny a trávy, které často mají semena nechráněná v oplodí, malá a bez jakýchkoli uzpůsobení k šíření. I takové druhy rostlin jsou schopné přežít průchod celým trávicím traktem a následně vyklíčit a přežít v nové lokalitě. Jak to ale dělají? A dělají to záměrně?

### SMRTONOSNÁ PAST

Cesta trávicím traktem je nesmírně strastiplná a pozřené semeno musí přežít jednu past za druhou: vyhnout se žvýkajícím zubům, zvládnout dlouhé namáčení v žaludečních šťávách s velmi nízkým pH a nakonec přežít i cestu skrz střeva, kde jsou pod palbou trávicích enzymů. Ani na konci trávicího systému nemusí mít vyhráno. Zpět do vnějšího prostředí se dostanou zabalené v úhledném balíčku nevábné hromádky trusu, která může během krátké doby okorát natolik, že se na povrchu vytvoří nepřekonatelná krusta.

## ▶ Trusová peleta jelena evropského (*Cervus elaphus*) s čerstvě vyklíčenými jedinci kopřivy dvoudomé (*U. dioica*).

Foto Jaroslav Vojta

Je několik strategií, jak cestu úspěšně přežít. Buď je semeno velké, má silnou ochrannou vrstvu, která je při průchodu postupně obrušována, díky čemuž je semeno schopno vyklíčit. Nebo je semínko naopak malé a kulaté. Snadněji tak unikne mechanickému poškození a zbývá vyrovnat se s tím chemickým. U řady druhů nemáme tušení, jak to vlastně zvládají. Nejpravděpodobnější vysvětlení je, že v množství je síla. Rostlina, která produkuje malá semena, jich také má hodně.

Z velkého množství nakonec alespoň nějaké přežije. Je jen jedna vlastnost semen, která se zdá, že pomáhá přežít průchod traktem a umožňuje úspěšnou endozoochorňi disperzi: produkce jakéhosi slizu, který se objeví při kontaktu s tekutinou. V anglické literatuře se tato semena označují jako „mucilaginous“. Sliz umí vytvářet i některá semena konzumovaná lidmi, například chia nebo lněná semínka. Slizovitá substance může fungovat jako ochrana před nebezpečím žaludečních šťáv a trávicích enzymů.

### SLADKÁ ODMĚNA

Odměna je však velká a vyváží vysokou úmrtnost semínek při průchodu, která je u většiny druhů ve vyšších desítkách



procent! Celá cesta trávicím traktem nějakou dobu trvá (v závislosti na velikosti zvířete a sekundárně také na velikosti semene). Mezitím se herbivor stihne přesunout pryč od mateřské rostliny. A protože zvířata stejně jako rostliny obývají určité preferované habitáty, má semínko velkou šanci, že bude vypuštěno v místě, kde se mu bez vší té konkurence mateřské rostliny a spousty sourozenců bude dobře dařit.

A kterých druhů rostlin se to vlastně týká? I to je komplikovaná otázka. Záleží totiž na studovaném druhu herbivora a také na lokalitě, ve které žije. Jelen na Šumavě bude šířit jiné druhy rostlin než stádo ovcí v Českém krasu. Jedna z nejčastěji šířených rostlin, a to napříč různými herbivory, je trochu překvapivě kopřiva dvoudomá, *Urtica dioica*. I zde se nabízí několik vysvětlení, například že jde o lék proti střevním parazitům nebo prostě o potravu bohatou na živiny.

S jistotou nemůžeme ani říci, zda rostliny chytají živočišného „stopa“ schválně, či jen náhodou. Lze to říct jen u rostlin, které vytváří plody s dužnatým oplodím. Primární funkce těchto šťavnatých plodů je přilákat a odměnit disperzery. U bylin a trav bez dužiny to vypadá spíše na náhodu. Dovednost přežít průchod trávicím traktem a být úspěšně endozoochorňi rozšířena je u těchto rostlin dána schopností vydržet dlouhodobě v půdě, kde semena čekají na vhodné podmínky pro vyklíčení. Tuto vlastnost rostliny potřebují bez ohledu na přítomnost či nepřítomnost herbivorů a semenných predátorů. Proto se nejspíš jedná o tzv. exaptaci, kdy je adaptace na určité podmínky (přežití v půdě) využito pro přežití ve zcela odlišných podmínkách (v trávicím traktu). ●

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE BOTANIKY





# Jak se tvoří nodální region

Analýza pohybu obyvatel přináší řadu cenných informací

MARTIN KOMÁREK, MIROSLAV MARADA

S geografii je od jejího počátku neodmyslitelně spjat pojem region. Jedná se o ohraničený uměle vytvořený územní celek definovaný na základě společného znaku. Takový homogenní region může být vymezen třeba podle výškového členění, úhrnu srážek nebo například v geografii zemědělství na základě převažující pěstované plodiny. Je ale možné vymezit region také na základě pravidelného pohybu?

## JÁDRO A ZÁZEMÍ

Odpověď samozřejmě zní ano. Tzv. vztahový či nodální region je možné vymezit například na základě pravidelného pohybu obyvatel za prací či službami. Takový region je nejčastěji složen z jádra (střediska, nodu) a jeho zázemí. Obyvatelé zázemí se v rámci vztahového regionu přesunují za prací, školou či např. nákupem do jádrových oblastí, ve

kterých zpravidla dochází ke koncentraci pracovních míst (především těch vyžadujících vyšší kvalifikaci) nebo služeb.

Pěkným příkladem nodálního regionu může být Mělnicko, které má přírodní podmínky i osídlení na jihu a na severu velmi rozdílné, a přesto jeho obyvatelé cítí vazbu k Mělníku díky převažující spádovosti za prací a službami. Proti výše zmíněnému homogennímu regionu je zde jednotlícím znakem vnitřní polarita – spádové vazby mezi jádrem (nodem) a zázemím.

## REGIONALIZACE DLE DOJÍŽDKY

Jestliže v rámci naší republiky označíme některá z měst jako tzv. střediska a k nim na základě pravidelné dojíždky do zaměstnání přiřadíme jejich zázemí, vznikne zajímavá mozaika složená z desítek či stovek vztahových regionů.

Proces, kdy území podle zvoleného kritéria rozčleňujeme na regiony, nazýváme regionalizace. První příspěvky na téma regionalizace vznikly již v období první Československé republiky. Na tomto poli působil mimo jiné i Jaromír Korčák, podle něhož je dnes pojmenována i jedna z geografických poslucháren naší fakulty.

Při pokusech o regionalizaci území podle dojíždky působí geografům často velké potíže nedostupnost dostatečně podrobných informací z rozsáhlejšího území. Nejčastěji užívaná jsou data z jednotlivých samosprávných obcí. Těch je v celém Česku nyní 6 258, což je v rámci Evropy relativně vysoké číslo. Základním zdrojem dat bývá sčítání lidu, domů a bytů, prováděné ČSÚ v desíletých intervalech (nejbližší bude v roce 2021), kde jsou zjišťovány dojíždkové proudy mezi jednotlivými obcemi.

◀ **Mělníku zatím zůstávají obyvatelé jeho zázemí věrní, region má silnou vnitřní integritu. Dojíždka do nedaleké Prahy je ovšem ovlivněna nedostatečnou dopravní infrastrukturou. Její zlepšení by situaci jistě výrazně změnilo.** *Zdroj Shutterstock.com*

## ŘÁDY REGIONŮ

Podle intenzity sledovaného jevu se regiony člení do různých řádů: mikroregiony jsou územím, v rámci kterých probíhá většina denních pohybů obyvatel. Ty přibližně odpovídají správním obvodům obcí s rozšířenou působností. Mezoregiony zahrnují pohyb za službami vyššího řádu (specializovaná zdravotnická pracoviště, vyšší soudy a úřady, divadla apod.) a velmi zhruba odpovídají krajům. A jediným makroregionem je v českých podmínkách celá naše republika.

Tato hierarchie odpovídá různé úrovni dostupnosti služeb a progresivitě ekonomické struktury. Téměř v každém menším městě nalezneme městské kulturní středisko či kulturní zařízení, v krajských městech pak existují krajská oblastní divadla se širším programem. Národní divadlo ovšem navštívíte pouze v makroregionálním centru – v Praze. V případě ekonomické struktury je zřejmé, že ústředí mezinárodních firem mají tendenci lokalizovat se zejména v „makrocentru“ (Praha) či ve významnějších „mezocentrech“ (Brno).

Jednotlivé úrovně lze rozlišit také podle charakteru dojíždky. V rámci mikroregionu se pohyb za službami či za prací uskutečňuje obvykle každodenně. Krajská města (mezoregionální střediska)

▶ **Hierarchie regionálních středisek v ČR.** *Zdroj Hampl, M., Marada, M.: Sociogeografická regionalizace Česka, čas. Geografie, 2015/3 (kolorováno).*

již obyvatelé žijící mimo toto středisko navštěvují pouze ve specifických situacích (nákup ve specializovaných obchodech, odborné školení apod.). Makroregionální středisko, tedy Prahu, pak navštíví spíše ve výjimečných případech, třeba při návštěvě zmíněného Národního divadla nebo kvůli jednání s ústředními orgány státu nebo vedením firem.

## VNITŘNÍ INTEGRITA REGIONU

Vztahové regiony rozhodně nejsou uzavřené vůči okolí. Nejdůležitějším znakem nodálních regionů je však síla vztahu střediska a jeho zázemí. Právě ta totiž určuje soudržnost regionu. Platí, že při určování vztahových regionů je cílem vymezit regiony tak, aby jejich vnitřní vztahy byly mnohem silnější než vazby směřující mimo region. Vymezujeme tedy regiony s maximální integritou.

Kromě síly vztahu v rámci celého regionu se dále sleduje také „loajalita“ zázemí daného střediska. Cílem je zjistit, zda jsou obyvatelé zázemí „věrní“ svému původnímu středisku, či zda některé z okolních měst dokáže část zázemí „přetáhnout“. Takto např. pocítil „rozpínavost“ Prahy mikroregion s centrem v Brandýse nad Labem-Staré

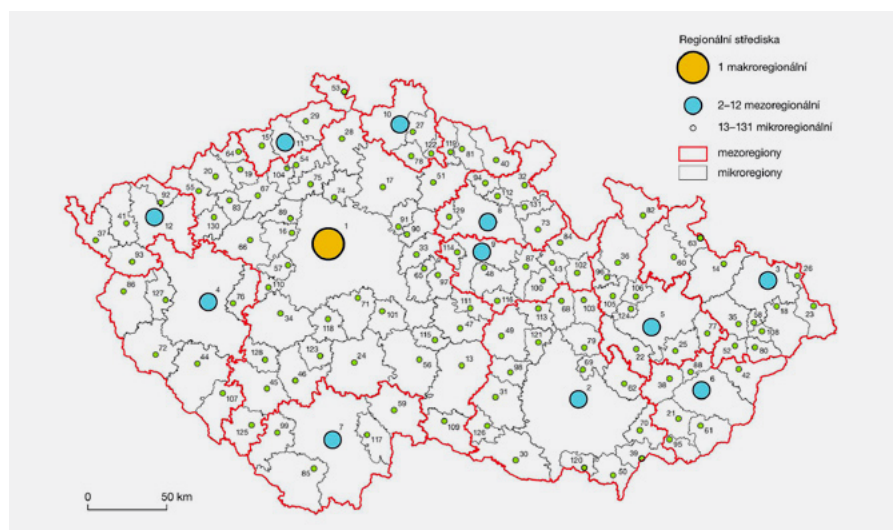
Boleslavi, když mezi lety 2001 a 2011 ztratil právě na úkor Prahy velkou část zázemí. Podobný případ můžeme identifikovat např. na severu Čech, kdy velkou část zázemí Frýdlantu získal Liberec.

## EVIDENCE ZMĚN

Největší změny logicky probíhají v blízkosti silných ekonomických center. Regionální vývoj nás tak nutí regionalizaci aktualizovat a provádět evidenci regionálních dat. Některé údaje o pohybech obyvatel se dají zjišťovat i z dat mobilních operátorů. Kromě vysoké ceny jsou ovšem tato „big data“ zatížena řadou chyb a utajením osobních údajů. Sčítání lidu je v tomto smyslu nezastupitelným zdrojem.

Sociogeografická regionalizace se může zdát jako metoda platná pouze pro geografický výzkum, odtržená od využití v praxi. Ovšem není tomu tak. Regionalizace a obecně práce sociálních geografů byla přímo využita při tvorbě současného správního členění Česka. Zejména správní obvody obcí s rozšířenou působností (ORP) v podstatě odpovídají reálným mikroregionům. ●

AUTOŘI PŮSOBÍ NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE  
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE







## Od šplhání k pohybu ve 3D

Laboratorní pokusy odhalují, jak se savci orientují v prostoru

IVETA ŠTOLHOVEROVÁ

Pohyb je základní vlastností živočichů. Přestože některé druhy žijí přisedlým způsobem života, většina se musí pohybovat, aby si našla potravu, partnera či vhodný úkryt. Není tedy divu, že jde o časté téma vědeckého bádání. Ke zkoumání pohybu lze přistupovat opravdu různě. V tomto článku se zkusíme podívat na pohyb v prostoru v nejužším slova smyslu, zato z hlediska dvou oborů: neurobiologie a etologie.

### MENTÁLNÍ MAPA

V mnoha smyslech nejsložitější je zkoumání pohybu a orientace v prostoru z neurobiologického hlediska. Mentální reprezentace prostoru v mozku živočichů je založena na řadě specializovaných buněk. Ty vysílají akční potenciály,

a pokud se živočich nachází na konkrétním místě v prostoru, informují o směru hlavy, rychlosti pohybu nebo dalších faktorech důležitých pro sestavení reprezentace prostoru. Celkový obraz, který v hlavě vzniká, by se dal připodobnit k mapě. Z těchto buněk jsou zásadní tzv. buňky místa (place cells). Buňka místa se aktivuje právě tehdy, když se zvíře nachází na nějakém konkrétním místě. Pokud se posune třeba o několik kroků dopředu, aktivní je zase jiná buňka místa. Pokud couvne zpět na původní místo, znovu se aktivuje první buňka místa. Z aktivity těchto buněk tak můžeme třeba zmapovat trasu, kterou zvíře šlo.

Pokud se jedinec dostane na nové místo, všímá si výrazných prvků v okolí,

které pak používá jako orientační body. Podobně nejspíš fungují také buňky místa a další neurony vytvářející mentální reprezentaci prostoru. Zdá se totiž, že například kolem přepážek v arénách se aktivuje více buněk místa a prostor, ve kterém jsou aktivní, je přesněji vymezený. Bohužel však chybí experimenty, ve kterých se pokusní potkaní mohou pohybovat ve velkém a členitém prostředí. Tomu se ale nelze divit. Vždyt měření aktivity několika konkrétních neuronů v mozku pohybujícího se zvířete je technologicky nesmírně složité.

### OTEVŘENÉ POLE

Etologické pokusy, tedy pokusy sledující chování zvířat, jsou v tomto ohledu méně náročné. Ikonickým se při zkou-



◀ **Výzkum mentální reprezentace 3D prostoru: pokusná aréna (vlevo) a potkan s elektrodou, která snímá aktivitu buněk místa a bezdrátově ji odesílá do počítače (vpravo).** *Zdroj Griebes et al., 2020.*

mání pohybu stal tzv. open field test. Ve své základní formě jde o prázdnou arénu čtvercového půdorysu, ve které se zvíře nechá volně pohybovat. V takto jednoduchém uspořádání dobře vyniknou rozdíly mezi druhy s odlišnou ekologií. Hraboš kalifornský (*Microtus californicus*) netráví příliš času pobíháním po aréně, raději hodně času věnuje čištění srsti. U tohoto částečně podzemního zvířete není výrazná aktivita na povrchu skutečně ani očekávána. Naopak křeččík bělonohý (*Peromyscus leucopus*) je v aréně velmi aktivní – běhá, skáče nebo se může pokusit šplhat po šroubech vyčnívajících z konstrukce. Tím plně dostojí svému velmi šplhavému až částečně stromovému způsobu života.

Také v rámci stejného druhu můžeme vidět zajímavé rozdíly ve způsobu, jakým se jednotlivá zvířata pohybují při open field testu. Myš domácí (*Mus musculus*) žije v České republice typicky v blízkosti člověka – na zahradách, ve městech či přímo v domech, odborně v synantropním prostředí. V Íránu ale můžeme najít také populace, které žijí v polopouštích a s člověkem přicházejí do styku zřídka. Myši z polopouští oproti synantropním při open field testu více běhají. Možná to souvisí s potravou – v polopouštích je jí méně a je obtížnější ji najít. Polopouštní myši jsou

▶ **Experiment sledující aktivitu buněk místa v mozku potkana. Tečky označují místa, kde byl konkrétní neuron aktivní, barevně jsou odlišeny jednotlivé sledované neurony.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor Stuartlayton, CC BY-SA 3.0*

tak přirozeně velmi aktivní, protože jen díky tomu mohou ve svém prostředí nalézt dostatek potravy. Naproti tomu synantropní myši oproti svým polopouštním kolegyním více šplhají. V blízkosti lidských obydlí je totiž jednoduše spousta věcí, po kterých šplhat můžou, a naproti tomu v pouštích je příležitostí ke šplhání velmi málo.

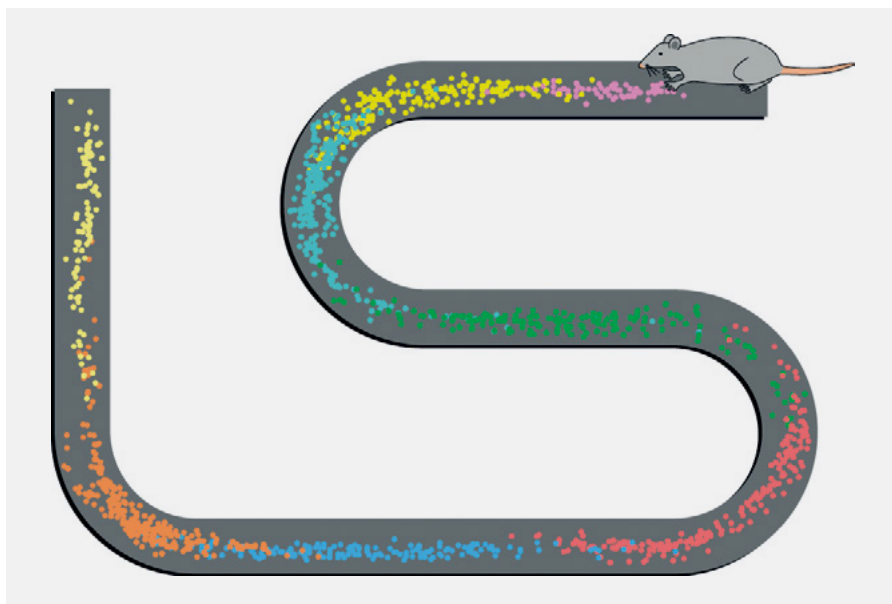
### TŘETÍ DIMENZE

Díky šplhání se při přemýšlení o pohybu posunujeme doslova o úroveň výš. Dosud jsme se totiž bavili pouze o pohybu v rovině, tedy ve 2D prostředí. Jak to ale vypadá s 3D prostředím? Pohyb směrem vzhůru je specifický, protože jde o pohyb proti směru gravitace, a je tedy energeticky náročnější. I zvířata, která se teoreticky mohou pohybovat všemi směry stejně dobře, tak ve skutečnosti nečiní. Příkladem jsou netopýři – kaloň egyptský (*Rousettus aegyptiacus*) denně běžně při cestě za potravou uletí vzdálenost 15 až 25 km, stěží ale vyletí výš než 650 m nad povrch. U hlodavců vidíme trend, že šplhavé druhy jsou spíše ty menší. Podobně i v rámci jednoho druhu

budou šplhat více spíše lehčí jedinci. Tyto sklony bezpochyby souvisejí právě s překonáváním gravitace.

Pokud se ale nedokážeme ve třetí dimenzi pohybovat fyzicky stejně dobře jako v prvních dvou, znamená to snad, že ani náš mozek neumí třetí dimenzi natolik dobře zpracovat? Z etologie se tedy opět vracíme k neurobiologii. Již před několika lety se podařilo nahrát aktivitu buněk místa volně poletujícího kaloně a nedávno jsme se dočkali obdoby tohoto experimentu u potkanů. Přestože potkani v přírodě šplhají málo a neobratně, schopnost reprezentovat konkrétní místo ve 3D prostoru je u kaloňů i potkanů velmi podobná a ve všech třech dimenzích v podstatě stejná. Mentální reprezentace prostoru v mozku živočichů je tak zřejmě vysoce flexibilní a v principu umožňuje orientovat se v jakémkoliv myslitelném prostředí. Záleží tak jen na nás, zda se vydáme zase o stupeň výš, náš mozek je na takový pohyb připraven. ●

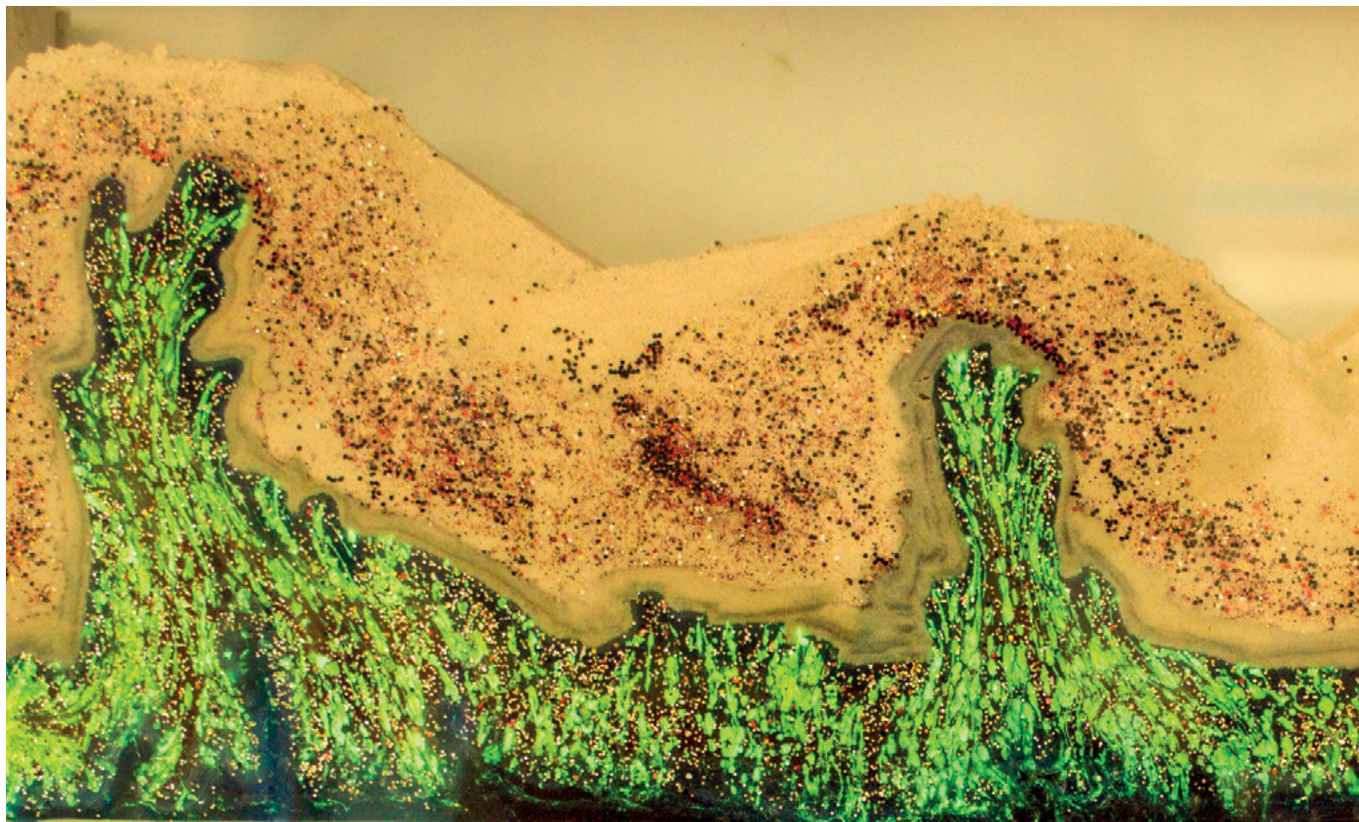
AUTORKA STUDUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE



# Geologičtí modeláři pohybu

Procesy v zemské kůře lze na speciálních modelech studovat i v laboratoři

ONDŘEJ KRÝZA



▲ Analogový model vrásnění kůry. Svrchní, pískové vrstvy tvoří zlomy, zatímco spodní, voskové vrstvy jsou deformovány plasticky. Zářivé částice jsou tvořeny voskem s vysokou koncentrací fluorescenčního barviva pro zvýraznění uspořádání materiálu při deformaci. *Zdroj Krýza et al. 2019*

Panta rhei – vše teče (plyne). Tato myšlenka vystihuje dle starořeckého filozofa Hérakleita z Efesu podstatu světa. Ale teče opravdu všechno? Třeba horniny? Jakkoli se to může zdát podivné, je tomu skutečně tak. Existuje dokonce obor, který se tečením (nejen) horninových materiálů přímo zabývá – reologie.

## MODELOVÁNÍ

Horniny samozřejmě tečou příliš pomalu na to, abychom jejich pohyb mohli

přímo sledovat. Navíc jde obvykle o procesy, které jsou příliš komplikované, než abychom jim dokázali dobře porozumět pouhým vnějším pozorováním, např. deformace zemské kůry. Geologové proto takové procesy zkoumají jednak v terénu, jednak ve zmenšeném měřítku v laboratoři, a to s použitím vhodných zařízení a materiálů. Spojením těchto přístupů můžeme pochopit, co se děje v konkrétním místě kůry, aniž bychom museli navštívit její nedostupné hlubší partie.

Na základě laboratorního experimentu, tzv. analogového modelu, je možné v reálném čase nejen účinně simulovat deformaci a tok horninového materiálu, ale i změřit přesné parametry těchto procesů a zohlednit je v měřítku reálných geologických časů a vzdáleností. V geologii má tento přístup dlouhou tradici a v současné době je spojen nejen s významným pokrokem ve fyzice materiálů, ale i rozvojem fotogrammetrie (rekonstrukce tvaru, rozměru a polohy předmětů ze

snímku) a stále rostoucím výkonem výpočetní techniky.

## VHODNÉ MATERIÁLY, PŘESNÉ PROPORCE

Nejdůležitějším krokem na cestě k úspěšnému analogovému experimentu je výběr vhodného materiálu. Takový materiál musí zaručit, že jeho deformace v laboratorním měřítku a v krátkém čase bude odpovídat deformaci zemské kůry ve velkém měřítku při geologickém čase. Pro modely deformace kontinentální kůry se nejčastěji používá písek a různé silikonové směsi. Kontinentální kůra se ovšem chová odlišně ve svrchní a spodní části. To má vliv i na způsob deformace hornin, které se zde nacházejí.

Svrchní kůra se deformuje tzv. křehkou deformací, zatímco spodní kůra se deformuje duktilně neboli teče. Křehkou deformaci můžeme popsat tak, že když začneme vrstvy hornin stlačovat, například při kontinentální kolizi, dochází nejdříve k jejich ohybu díky elastickému chování a následně, po překročení určité meze pevnosti, k jejich lámání. Takové chování velmi přesně simulují granulózní materiály, jako je právě písek. Situace ve spodní kůře je odlišná vzhledem k vyššímu tlaku a teplotě. Horniny se zde chovají spíše jako plastický materiál, který nelze lámat, ale jeho chování připomíná modelínu nebo hodně viskózní sirup.

Analogový experiment musí být také připraven tak, aby byl geometricky podobný svému vzoru v geologickém měřítku. Vzdálenosti mezi jednotlivými

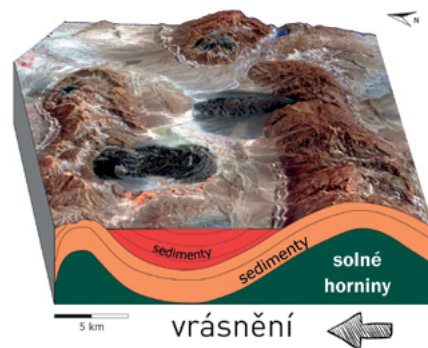
► **Geologický model vrásnění pohoří Zagros v Íránu.** Vrstvy sedimentů a podložní solné horniny byly vrásněny při kolizi dvou litosférických desek v období od svrchní křídly do počátku třetihor. *Ždroj NASA, upravil O. Křivá*

vrstvami musejí být proporčně úměrné a úhly mezi nimi stejné. I smysl pohybu, který je modelu předurčen v laboratoři, by měl odpovídat skutečnému pohybu v přírodě (např. při kolizi kontinentů). Pokud jsou všechny tyto nároky na experiment splněny, říkáme, že model je škálovaný vzhledem ke svému přírodnímu vzoru.

## SPRÁVNÉ VYHODNOCENÍ

Velmi důležité také je model správně vyhodnotit, což nemusí být vůbec snadné. A to zejména, pokud je naším cílem pochopit, k čemu dochází uvnitř modelové oblasti. V prvním kroku tedy studujeme projevy deformace pouhým okem na povrchu experimentu nebo při bočním pohledu. Výsledné struktury, které představují například zlomy či vrásy, je zapotřebí popsat a následně porovnat se skutečnými strukturami v terénu.

Hlubší pochopení deformace vyžaduje pokročilejší techniky – ke slovu se dostává velocimetrie (měření rychlosti pohybu tekutin) nebo fotogrammetrie (viz výše). Průběh modelu je dokumentován pomocí systému vysokorychlostních kamer či fotoaparátů, které snímají povrch či bok modelu. Sekvenci snímků je následně možné vyhodnotit pomocí programů, které porovnají změny mezi jednotlivými snímky. Výsledkem je pole přemístění materiálu v modelu, ze kterého je možné



spočítat deformaci a její parametry pro každou oblast. Rovněž je možné podobnou technikou vytvořit digitální 3D zobrazení modelu a následně matematicky analyzovat jednotlivé struktury.

Vnitřní struktura modelu se studuje tak, že se model, který obsahuje snadno se roztékající materiály, podchlídí nebo se používá tzv. „chemické zmrazení“. Následně se provede série řezů, které odhalí vnitřní deformaci. Druhým přístupem je použít rentgenový tomograf, který efektivně zobrazí vnitřek modelu. Výhodou tohoto přístupu je, že model zůstává zachován. Nevýhodou je však velmi vysoká cena takového zařízení. Takto vybavená pracoviště jsou navíc poměrně špatně dostupná.

## POHOŘÍ ZAGROS

Metodu analogového modelování si můžeme ukázat na vrásnění v pohoří Zagros v Íránu (obr. 2). Zde jsou vrásněny pánevní sedimentární sledy a podložní solné horniny pronikající těmito vrásami k povrchu. V tomto případě se solné vrstvy chovají podobně jako spodní kůra a místo křehké deformace natékají mezi ramena vrás (podobně jako v modelu na obr. 1). Model byl navržen pro studium tzv. vrás odlepení vznikajících na rozhraní spodní kůry a svrchního pláště, zároveň však dobře ilustruje i deformaci svrchní kůry, tvořené sedimenty a solnými horninami. Fluorescenční barvivo zvýrazňuje deformační struktury a jejich orientaci ve vznikajících vrásách.

Analogové modelování představuje v mnoha ohledech nenahraditelný nástroj pro pochopení procesů vývoje litosféry a společně s matematickým modelováním prochází v současnosti významným vývojem s mnoha aplikacemi v rozličných oblastech geověd. ●

AUTOR PRACUJE V ÚSTAVU PETROLOGIE  
A STRUKTURNÍ GEOLOGIE





# Za ostnokožci po celém světě

Zkameněliny, to nejsou jen dinosauři nebo trilobiti

MICHAL ANDRLE

Martině Nohejlové se podařilo uspět v disciplíně, kterou si s něžným pohledem asi příliš lidí nespojuje – v paleontologii. O její cestě vědeckým světem i její vědecké lásce, ostnokožcích, jsme si povídali na jejím současném pracovišti – České geologické službě na pražském Klárově.

**Martino, jak se člověk dostane ke zkoumání fosilních ostnokožců, tedy skupiny, která je pro nás Středoevropany poměrně exotická? U nás žádní současní zástupci nežijí a většina lidí vlastně ani neví, co si pod tímto slovem představí...**

Měla bych začít tím, jak jsem se dostala k paleontologii. Mnoho z nás má již od dětství své vysněné povolání, ale to nebyl můj případ. Nezbožňovala jsem dinosaury či trilobity jako řada mých kolegů, ale k přírodním vědám jsem měla odjakživa pozitivní vztah. Lákala mě medicína, ale tu mi moji rodiče lékaři rozmlouvali. A tak jsem tehdy podala žádost na poměrně čerstvý obor, na praktickou geobiologii, která velmi dobře kombinuje obory geologické s biologickými. V ročníku nás bylo poměrně málo a pro paleontologii mě získal především osobní přístup pedagogů.

**Byli tedy ostnokožci láska na první pohled?**

Rodilo se to postupně. Během druhého ročníku jsem stála před volbou tématu bakalářské práce. Původně mě lákali obratlovci, ale můj budoucí školitel profesor Oldřich Fatka mě zlákal na studium bezobratlých živočichů. Tenkrát mi řekl, že ostnokožci představují perspektivní téma. Vidina, že do vědeckého světa přispěji něčím zcela novým, se mi líbila. Rozhodně to byla dobrá volba, ostnokožci jsou pro výzkum nádherně pestrou skupinou.

**Pro laika vypadají fosilie ostnokožců na rozdíl od řady „efektnějších“**

◀ **Za ostnokožci se často musí docela daleko – třeba do Maroka.** *Foto archiv*

*Martiny Nohejlové*

**bezobratlých, např. trilobitů, poměrně různorodě a nepřehledně. Jak se člověk stane znalcem, který dokáže fosiliím správně rozumět?**

Chce to čas a trpělivost. Když jsem začínala a poprvé viděla materiál, který budu studovat, trochu jsem se zalekla. Někteří jedinci jsou sice poměrně velcí, i více než 10 cm, většinou jsou však menší a na první pohled na nich mnoho detailů není zřetelných. Velmi často proto připravujeme latexové odlitky, díky nimž získáme z negativu fosilie její pozitiv, který potom studujeme pod mikroskopem. Studium těchto detailů vyžaduje čas, je třeba si je „nakoukat“ a také trénovat představivost. I proto, že skupiny, které studuji, nemají již v současné době žijící zástupce.

**Pro paleontology je velmi důležité, jakému období se věnují... Ty zkoumáš fosilie velmi staré, že?**

Ano, jedny z nejstarších. Zaměřuji se na ranou evoluci ostnokožců. Začínala jsem studiem ostnokožců z počátku prvohor, tedy kambria, kteří jsou u nás zastoupeni v příbramsko-jinecké a skryjsko-týřovické pánvi. Řada rodů je známa již od dob Joachima Barranda. Dnešní metody však umožňují podstatně lepší a podrobnější výzkum. Přímou v terénu, ale i v depozitářích mezi starými sběry lze stále nacházet fosilie doposud neznámých rodů.

**Tvoje práce tedy začíná vždy v terénu?**

Terén pro nás představuje počátek výzkumu. Na paleontologii se mi líbí, že

▶ **Velikost zkamenělin ostnokožců nebývá velká, jejich hledání proto vyžaduje značnou zkušenost.** *Foto archiv*

*Martiny Nohejlové*

to není práce pouze v kanceláři u počítače, ale i v přírodě s kladivem v ruce. Díky paleontologii jsem se dostala na velmi neobvyklá a nezapomenutelná místa nejen u nás, ale i v cizině, např. v Maroku či Číně. Ač se to nezdá, za každým nálezem se skrývá spousta práce. Někdy jsem strávila v terénu celý den a nenašla jsem jediný reprezentativní kus, který by byl použitelný ke studiu. Měla jsem velké štěstí, že jsem mohla zpracovávat unikátní materiál uložený ve sbírkách ČGS a Národního muzea, kde také začala moje pracovní kariéra.

**Vedle toho jsi stále studovala?**

Po dobu doktorského studia jsem nejprve pracovala v paleontologickém oddělení Národního muzea a později v České geologické službě. Již během magisterského studia jsem získala studentský grant u Grantové agentury UK. Díky němu jsem měla finance na cestování na zahraniční konference či na návštěvy zahraničních muzejních sbírek. V průběhu doktorátu jsem získávala zkušenosti účastí na mezinárodních konferencích. Zlomová pak pro mě byla konference ve španělské Zaragoze, kde

jsem se seznámila s většinou kolegů z oboru. V současné době mám odborné kontakty prakticky na všech kontinentech, s řadou kolegů máme velmi přátelské vztahy a spolupracujeme na různých projektech.

**Doktorát jsi obhájila před několika lety. Co následovalo potom?**

Obhajoba proběhla v září 2017 a už od prosince téhož roku jsem byla na postdoktorské stáži na Univerzitě v Lyonu u profesora Bertranda Lefebvra. Znalí jsme se z konferencí a právě na jedné z nich mi nabídl, zda bych nechtěla požádat o stáž ve Francii. Byla to pro mě skvělá pracovní zkušenost, jelikož on je v oboru opravdová elita. V Lyonu jsem studovala unikátní materiál ze slavné marocké lokality Fezouata a nyní pokračuji v jeho porovnání s českým materiálem.

**Na závěr mi nedá se nezeptat – jak momentálně vypadají tvé plány do budoucna?**

Nebudu skromná. Ráda bych se stala součástí špičky oboru a posouvala výzkum fosilních ostnokožců dopředu. ●





# Studium a covid-19

Jaké jsou dojmy studentů z jarní pandemie, která poznamenala chod naší fakulty?

ROMAN FIGURA,  
RUTH J. WEINIGER

**Petr Máslo**, student doktorského programu

**Ivan Longinov**, student magisterské programu

**Jak ovlivnila opatření kvůli koronaviru tvůj akademický život?**

**PM:** Jelikož jsem na částečný úvazek zaměstnán na fakultě, tak se mě opatření až tak zásadně nedotkla. Některé věci byly složitější, ale nebylo to úplná katastrofa.

**IL:** Výrazně mě to zbrzdilo ve výzkumu i v přípravě diplomové práce. Více jsem se soustředil na školní předměty a povinnosti s nimi spojené, zatímco ještě v březnu jsem je bral jenom jako takovou zábavu navíc, která mou badatelskou činnost doplňuje.

**Pomohlo ti nějak tvoje vzdělání k orientaci v celkové situaci? Propadal jsi panice? Sledoval jsi vývoj epidemie?**

**PM:** Vzdělání mi jistě pomohlo, například alespoň základní znalosti z parazitologie, mikrobiologie, evoluční biologie, základní principy aseptické práce v laboratoři. Panice jsem nepropadal z důvodu nákazy, spíše jsem měl značné obavy ohledně chodu fakulty. Pomáhám se zajištěním výuky na praktikách, podílím se na výuce entomologie při terénních exkurzích, starám se o entomologické chovy. Kvůli obavám z úplného uzavření fakulty jsme si taky s kolegy velkou část chovů nastěhovali dočasně domů. Vývoj jsem sledoval (ono se to také přehlédnout nedalo), ale opět hlavně kvůli preventivním opatřením.

**IL:** Nevím, jestli vzdělání jako takové, spíš kritický přístup k informacím



a schopnost dohledávat zdroje. Je pravda, že jsem díky vzdělání v oboru biologie mohl na první pohled odmítnout lidová doporučení a nepravdivé informace – např. o tom, že virus lze porazit požíváním kyselých látek. Na druhou stranu, chodily mi řetězové emaily s podobnými bludy i od akademiků. Ti je nejspíš dostali od přátel, jimž věří, a už

to neověřovali. Vzdělání pak bylo užitečné při reakci na zavádějící informace od genetičky Soni Pekové. Sám jsem s Natálií Sedlákovou, kolegyní studující genetikou na PŘF, napsal článek vyzývající ke kritičtějšímu přístupu k hypotézám, jež Peková šíří. To byla nejspíše ta nejproduktivnější věc, kterou jsem během posledních měsíců zvládl. Panice



▼ **Prázdné chodby, prázdné přednáškové sály – to byla realita v době vrcholící pandemie. Distanční výuka se ovšem v mnoha ohledech osvědčila.** Foto Petr Souček



jsem nepropadal a vývoj epidemie jsem sledoval hlavně zpočátku.

**Myslíš, že čas strávený doma ti byl ku prospěchu? Například tím, že jsi měl více času na teoretické bádání?**

**PM:** Během lockdownu bylo tak nějak těžší udržet si pracovní morálku, takže to bylo spíš na škodu.

**IL:** Jak jsem nastínil výše, nemyslím si. Většina vyučovaných předmětů měla poměrně intenzivní distanční výuku, často přesahující rozsah výuky tradiční. Kromě toho se mi pracuje mnohem lépe v knihovně; než v pokoji, kde normálně jen jím a odpočívám. Takže času bylo sice zdánlivě více, ale bádání se konečně řádně věnuji až teď.

**Je pro vědeckou práci a univerzitní výuku nezbytné, aby se lidé osobně setkávali?**

**PM:** Jak se ukázalo, část výuky se dá zvládat bez osobního kontaktu. Ale některé zkušenosti nahradit nejdou, typicky praktická cvičení. Jakožto biolog musím říct, že bez osobního kontaktu si vědeckou práci neumím představit.

**IL:** Myslím, že jsme si ověřili, že velké množství činností se skutečně dá provozovat online. Zároveň si myslím, že některé věci potřeba nepochybně jsou. Osobně mi velmi chyběly semináře k dějinám vědy a páteční semináře u nás na katedře filosofie a dějin přírodních věd – zpravidla z nich odcházím inspirován a mám hned po semináři největší chuť studovat a bádát. Navíc jsou takové akce skvělým způsobem k navázání kontaktů a vztahů s kolegy. Konverzace s větším množstvím lidí přes internet se s živou konverzací stále nedá srovnat. Oproti tomu přednášky, kde mluví zpravidla jen jeden člověk, se dají zdárně provádět online.

**Pokud by v budoucnu měla přijít další epidemie, jak bychom se měli připravit?**

**PM:** Pokud by měla přijít další epidemie (což asi i přijde), bude potřeba především zajistit pokračování pokud možno všeho, co pokračovat může. Z hlediska fakulty třeba mít větší možnosti online výuky, materiály pro samostudium atp. Teď to všechny zaskočilo a prakticky nikdo na to nebyl připravený, všechno se řešilo ad hoc.

**IL:** Na to se zdráhám odpovídat, jelikož nejsem odborníkem v žádném oboru, který by mohl být pro reakci na pandemii návodný. Osobně bych byl rád, kdyby se otevřel bezplatný přístup k veškerým zdigitalizovaným fondům a studiím publikovaným v odborných časopisech. Mnohé instituce tak učinily během karantény, ale už se vše postupně vrací do předchozího stavu. Přitom mnozí lidé odjeli na počátku epidemie pryč z ČR, ještě se nemohou vrátit, a zároveň se již nemohou dostat k potřebným materiálům. Dále je potřeba efektivněji digitalizovat úplně všechno, co jen jde.

**Podíliš se na správě stránky na facebooku zvané Přírodovědný kvíz. Jak došlo k jejímu založení? Splnila Tvoje očekávání?**

**PM:** Přírodovědný kvíz vznikl jako taková legrace. Vypustil jsem na svém profilu 22. 3. zajímavost o nosorožcích; a ozvala se kamarádka, že by uvítala seriál zajímavostí o zvířatech. Všimnul si toho Pavel Munclinger a přišel s nápadem, že by to mělo být někde stranou, aby to nezapadlo do hlubin facebooku. Tou dobou to byl akutní problém, výuka zrušená a každá možnost, jak studentům dodat informace (třeba i jenom tipy pro samostudium), přišla vhod. Původně jsme zamýšleli dávat tam především online kvízy na způsob populárních „pub quizů“. Přispěvatelé nám vyrazili dech, takovou aktivitu jsme rozhodně nečekali. ●



# Fantastický svět astrobiologie

Je „tam venku“ ještě někdo? Nebo jsme ve vesmíru sami?

Ať už jde o šance na mikrobiální život na Marsu, či jinde ve sluneční soustavě, podmínky na tisících známých exoplanet nebo o slavný Fermiho paradox, vědecký obor astrobiologie se snaží zodpovědět tuto starou otázku a mnoho dalších, jako třeba jak vznikl život na Zemi, jaké extrémy prostředí dokáže přežít nebo jak by se vyvíjel v odlišných podmínkách. Nová anglická sci-fi antologie vydaná Evropským astrobiologickým institutem a dostupná ke stažení zdarma jako e-book se pouští do vod přesně těchto otázek v povídkách od světově známých autorů, které jsou doprovázené populárně-vědeckými články o vědeckých tématech dané povídky.

Antologii nazvanou Strangest of All (název odkazuje na Wellsovu Válku světů) připravila spisovatelka, editorka a biologka Julie Nováková. Ta vede popularizační skupinu Evropského astrobiologického institutu a je rovněž doktorandkou na katedře filosofie dějin přírodních věd PŘF UK. V knize najdeme přetištěné sci-fi povídky od G. Davida Nordleyho, Geoffreyho Landise, Gregoryho Benforda, Tobiase S. Buckella, Petera Wattse a D. A. Xiaolin Spiresové, doplněné ještě o bonusovou povídku od editorky.

Každou povídku kromě populárně-vědeckého článku včetně referencí pro



zvědavé čtenáře doprovází také pár nápadů pro využití knihy při výuce, zejména pro diskuse mezi studenty SŠ či univerzity – například o tom, jak by přichystali zprávu pro potenciální naslouchající mimozemskou civilizaci s tím, co víme o rozdílech ve smyslových a kognitivních schopnostech pozemských tvorů. Na většinu zmíněných otázek neexistuje jednoznačná odpověď, ale o to více zvědavosti by měly probudit.

Strangest of All je první větší popularizační projekt Evropského astrobiologického institutu (EAI). Ten byl založen v roce 2019, aby umožnil interdisciplinární výzkum v oblasti astrobiologie v Evropě i mimo ni, šířil vědecké výsledky a podporoval vzdělávání a popularizaci astrobiologie a souvisejících oborů pomocí pořádání letních škol, podpory studentské konference AbGradE a vytváření materiálů, jako je tato kniha. Astrobiologie je prudce se rozvíjející vědecký obor a science fiction je nejen vzhledem k jejím tématům dokonalý způsob, jak ji přiblížit lidem a umožnit jim poznat neutuchající zvědavost i nadšení z objevů, které jsou podstatou jak vědy, tak science fiction.

Další podobné projekty chystá projektový tým EAI „Science Fiction as a tool for Astrobiology Outreach and Education“, který také rád přivítá nové členy se zájmem se do podobné práce zapojit.

Antologie Strangest of All je volně ke stažení jako PDF, MOBI či EPUB na stránkách Evropského astrobiologického institutu a Julie Novákové. ●



# Zásadní otázky evoluční teorie

Evoluce neznamena jen vývoj organismů, ale také procesů



Bohatá společenstva rostlin, zvířat, hub i mikrobů jsou pro nás čímsi samozřejmým. Jak je ale možné, že se komplexnější organismy vyvinuly až bezmála tři miliardy let po vzniku života? Zvyšuje se snad v průběhu času složitost organismů, a pokud ano, jaká pravidla při tom evoluce sleduje? Lze to všechno nějak skloubit s pozorováním, že část evolučních linií v průběhu času „zamrzá“ a snižuje tak svou proměnlivost? Právě těmto otázkám se věnuje nová publikace Jana Tomana z katedry filosofie a dějin přírodních věd.

V knize se vydáme na jízdu divokými vodami moderní evoluční biologie. První část publikace shrnuje problematiku evolučních trendů. Kromě „kacířské“ otázky, zda nemůže být evoluce do jisté míry směřovaná, se zabývá také důkazy pro různé evoluční trendy velkého rozsahu. V druhé části autor

ukazuje, že evoluční biologie rozhodně není mrtvou uzavřenou vědou. Jedním ze středobodů moderních evolučních úvah se přitom stala myšlenka, že se nevyvíjí pouze organismy samotné, ale také procesy, které na základě jejich dřívější evoluční zkušenosti usměrňují další možné proměny. Jinými slovy, že dochází k evoluci evolvability. V třetí a poslední části se kniha věnuje „tuzemské“ teorii zamrzlé evoluce, která umožňuje v souladu s bádáním na poli evoluce evolvability vysvětlit postupné snižování proměnlivosti velké části evolučních linií. Právě tento fenomén přitom může vést k řadě záhadných evolučních trendů včetně zvyšování nejvyšší dosažené úrovně komplexity pozemských organismů. ●

**Evoluce³: Evoluční trendy, evolvabilita a teorie zamrzlé evoluce.** Jan Toman, Academia, 2020, 312 stran

## Mezi minulostí a budoucností

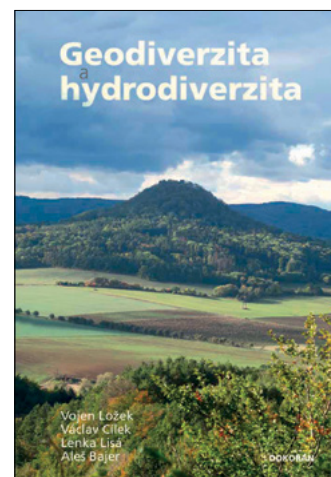
Péče o naši krajinu bude stát na starých technikách a nových technologiích

Hlavní text této knihy představuje inventuru různých hornin a reliéfů, které určují či alespoň ovlivňují biologii krajiny. A protože byly na významných kopcích, podél řek a obecně ve členité krajině vystavěny české a moravské národní identity – Velehrad, Pražský hrad, Karlštejn, rotunda na Řípu – je zjevné, že geodiverzita stojí i na počátku většiny kulturních hodnot naší krajiny.

Druhá část knihy se zaměřuje na budoucnost: Jak bude vypadat krajina s nerovnoměrnými srážkami a delšími epizodami sucha, s vyššími průměr-

nými teplotami? Jsme si téměř jisti, že budoucí krajina bude potřebovat návrat ke starým technikám péče o les, tradiční starost o půdu, ale zároveň se neobejdeme bez nejnovějších technologií a experimentování se způsoby zavlažování, novými plodinami a lesními dřevinami. ●

**Geodiverzita a hydrodiverzita: základy přírodních a kulturních hodnot naší krajiny, její současná proměna a možný budoucí vývoj v antropocénu.** Vojen Ložek, Václav Čílek, Lenka Lisá, Aleš Bajer, Dokořán, 2020. 232 stran







# Tváří v tvář bezobratlým

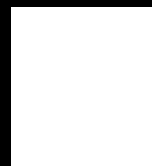
Tradiční výstava v Botanické zahradě PřF UK obrazem

FOTO PETR JAN JURAČKA, PETR ŠÍPEK, DOMINIK VONDRÁČEK

Ještě na počátku letošního března zaujímala Velká výstava bezobratlých čestné místo v kalendáři Přírodovědců. Její pořádání pak stejně jako řada dalších akcí narušila pandemie nemoci covid-19. Ve stejném termínu, tedy od 5. do 14. června, se proto konala aspoň její virtuální varianta na facebooku Přírodovědci.cz, kde je [tam](#) stále ke zhlédnutí. Navede vás k ní QR kód [níže](#). Zde vám přinášíme několik snímků, kde jsou zastoupeni hmyzí zástupci bezobratlých. [Všechny](#) můžete potkat v českých lužích

a hájích, byť někteří z nich, např. stepník černonohý (*Eresus sandaliatus*), jsou na našem území řazeni mezi kriticky ohrožené. Jiní jako třeba kudlanka nábožná (*Mantis religiosa*) se u nás naopak v posledních letech vyskytují ve stále větším množství. Další zástupci, např. krtonožka obecná (*Gryllotalpa gryllotalpa*), ohrožení nejsou, ale vzhledem k jejich způsobu života je málokdo v přírodě potká. A některé z nich zase naopak potkáváme tak často, že nám vůbec nepřipadají zajímaví, případně se

jich rovnou štítíme, což si obvykle vůbec nezaslouží. My Přírodovědci si ovšem myslíme, že žádný z nich si pohrdání ani odpor nezaslouží, a už se moc těšíme, až vám je příští rok ukážeme v naší botanické zahradě naživo. ●





Nosatec lískový  
(*Curculio nucum*)



Krtonožka obecná  
(*Gryllotalpa gryllotalpa*)



Zlatohlávek zlatý  
(*Cetonia aurata*)



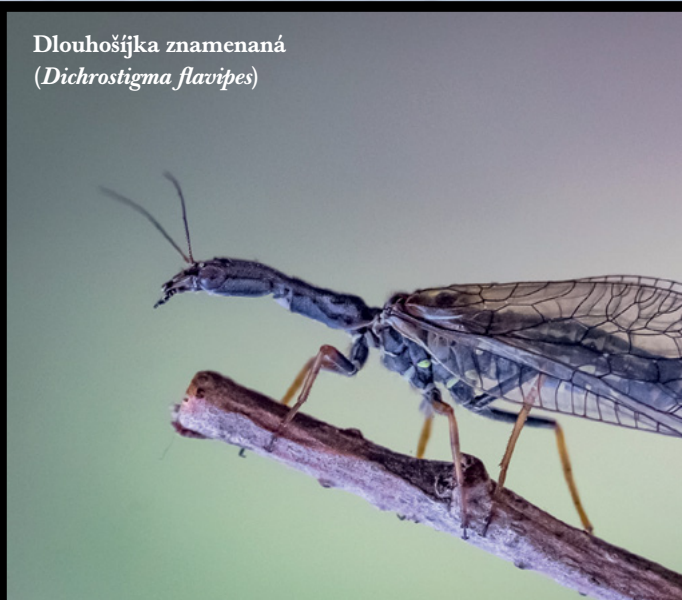




Potápník vroubený  
(*Ditiscus marginalis*)



Dlouhošijka znamenaná  
(*Dichrostigma flavipes*)







Kudlanka nábožná  
(*Mantis religiosa*)



Jehlanka válcovitá  
(*Ranatra linearis*)





# Čím větší vejce...

Velikost vejce určuje startovní podmínky ptáčete, které se z něj chystá vyklubat

ROMAN FIGURA



◀ Samice čejky chocholáté, jižní Čechy.

Foto Vojtěch Kubelka

se snižují. Zemědělská technika totiž často ničí její hnízda. Pokud chceme čejky v naší přírodě zachovat, je důležité chránit jejich hnízda zejména brzy na jaře – například odložit zemědělské práce na později. Je také možné označovat jednotlivá hnízda v polích pomocí tyčí, aby se jim zemědělci při práci vyhnuli.

Členové Skupiny pro výzkum a ochranu bahňáků v ČR, pracovní skupiny České společnosti ornitologické, se snaží zajistit přímou ochranu hnízd nebo se zemědělci vyjednávat dlouhodobější spolupráci v rámci agro-environmentálních opatření. ●

Pokud vás zajímá, jak byste se do této činnosti mohli také zapojit, stačí, když si naskenujete QR kód.



Čejka chocholátá je bahňák rozšířený téměř po celé Evropě a obývá také rozsáhlé oblasti v Asii. Naše populace zimují většinou v jižní Evropě. Tento druh, v zemědělské krajině dříve hojný, doplácí na změny hospodaření a meliorační zásahy. Mezinárodní vědecký tým, jehož členem byl i Vojtěch Kubelka, absolvent doktorského studia naší fakulty, analyzoval velikost skutečně úctyhodného množství čejčích vajíček – přes čtyři tisíce vajec z více jak tisícovky snůšek z lokalit v jižních Čechách. A zkoumal, s čím může jejich velikost souviset. Je snad ovlivněna chováním rodičů anebo jinými parametry? A jak spolu souvisí velikost vejce a šance na přežití vyklubaných kuřat?

Studie přinesla zajímavé výsledky. Z větších vajíček se skutečně líhnou mohutnější ptáčata, což naznačuje, že z většího vejce se opravdu vyklubou odolnější jedinci. Dalším zjištěním je, že největší vliv na velikost vajec má načasování snůšky. Během prvního hnízdění v sezóně snese samice největší vajíčka. Co může být příčinou tohoto jevu? Jednou z možných odpovědí je dostupnost

potravy, konkrétně žízála. Čejky začínají hnízdit koncem zimy, kdy bývá na polích spousta vody a žízaly se drží při povrchu půdy. Později během jara a léta se půda naopak vysušuje.

Samice s dostatkem potravy jsou schopny naklást větší vejce. Jev je zřejmě podpořen i faktem, že mladší samice, obecně kladoucí menší vejce, hnízdí později během sezóny. Velikost vajec také souvisí s jejich počtem, v početnější snůšce jsou vejce větší. Naopak se nepodařilo prokázat, že by velikost vajec byla ovlivněna konkrétním biotopem, v němž se nacházelo hnízdo.

Na začátku hnízdění sezóny se tedy líhnou silnější mláďata, která mají největší šanci na přežití. Co to znamená pro ochranu přírody? Čejka chocholátá hnízdí v zemědělské krajině a její počty

▶ Líhnoucí se ptáčata v porostu kukurice. Později v sezóně mohou mláďata kvůli suchu strádat nedostatkem potravy. Foto Vojtěch Kubelka

# Po stopách skutečné Narnie

Labské pískovce jsou ideálním cílem jednodenních výletů

PETR SOUČEK

Krásné skalní útvary nalezneme na řadě míst severních, severozápadních i východních Čech. Část z nich – např. Adršpach – trpí nadměrným turismem a jiné zná naopak spíše menšina turistů. K těm druhým patří Tiské stěny, skalní město nedaleko Děčínského sněžníku. Nepříliš rozsáhlou (100 ha) lokalitu v západní části Labských pískovců navštíví sice ročně značné množství lidí, davů a front se zde však obávat nemusíte. Přitom by se nebylo co divit – kompaktní skalní město nabízí úchvatný zážitek a nezůstalo nepovšimnuto ani filmaři. Slavné Letopisy Narnie vděčí za svou atmosféru právě skalám nad obcí Tisa.

Krása skal však zůstala lidským zrakům nadlouhu ukryta. Obyvatelé blízkých obcí se temnému místu raději vyhýbali a to i proto, že se čas od času stávala útočištěm lidí mimo zákon. Skalní labyrint objevili pro svět teprve stoupenci romantismu v polovině 19. století. Od té doby se k romantickým duším připojili také stoupenci zdravého životního stylu a nakonec též horolezci. Díky nim jsou nyní Tiské stěny snadno přístupné i pro nejmladší cestovatele – s několika žebříky si zde poradí opravdu každý.

Z geologického hlediska jde o druhohorní mořské sedimenty písku, které byly vyzdvíženy sopečnou činností v oblasti Českého středohoří a během čtvrtohor opracovány erozní činností do dnešní podoby. Biologicky je tato lokalita poměrně chudá – slouží zejména jako refugium (útočiště) řady druhů ptáků – poštolek, rehků a krkavců (v minulosti ale i např. sokola stěhovavého). Za zmínku stojí zaznamenaný výskyt



 Tiské stěny od západu. V pozadí Děčínský sněžník a ještě dále sopečné kužely Českého středohoří. Zdroj Shutterstock.com

relativně vzácného brouka z čeledi stehenačovitých podeševníka pilorohého (*Calopus serraticornis*).

Pro cestovatele, kteří neholdují jízdě autem, mají Tiské stěny jednu velkou výhodu: jsou snadno dostupné veřejnou dopravou. Vlákem se z Prahy do Ústí nad Labem dostanete za hodinu. Z hlavního ústeckého nádraží je to na zastávku autobusu Mírové náměstí cca 200 metrů. Odtud vás autobus 452 doveze za půl hodiny přímo pod Tiské stěny.

Pokud jste zdatnými chodci, můžete si po zlézání pískovcových útvarů dopřát

ještě výstup na největší stolovou horu Česka – Děčínský sněžník. Z jeho vrcholu se nabízejí nádherná výhledy na České i Saské Švýcarsko, Lužické i Krušné hory nebo třeba na sopečné kužely Českého středohoří. Přímo pod Sněžníkem se nachází zastávka, ze které vás autobus 433 doveze až na hlavní děčínské nádraží. ●





# Vejce bez skořápky

**Pokud neradi loupete vajíčko, můžete odstranit skořápku i jinak**

JAKUB REŽŇÁK

Slepičí nebo obecně ptačí vejce je chráněno pevnou (i když křehkou) schránkou, která zajišťuje zdárný vývoj zárodku v mládě. S touto skořápkou se v kuchyni setkáváme dennodenně. Možná proto nebude od věci ukázat si, jak je to s její chemickou podstatou. Poslouží nám k tomu jednoduchý ale docela efektní pokus.

## CO BUDETE POTŘEBOVAT

- vejce,
- ocet (stačí kvasný lihový 8%),
- sklenici či průhledný kelímek.

## POSTUP

Vejce vložte do sklenice (kelímku) a zalejte jej dostatečným množstvím octu tak, aby bylo celé ponořené. Vejce se poměrně rychle pokryje malými bublinami plynu. Poté jej nechte v octu ponořené minimálně 24 hodin. Po vytažení z octa jej opláchněte. Vaše vejce by nyní mělo být úplně bez skořápky. Vyzkoušejte, jak se změnila jeho fyzikální vlastnosti – pružnost, odolnost vůči nárazu apod.

## KAM ZMIZELA SKOŘÁPKA?

Skořápka je z velké části (více než 95 %) tvořena anorganickými látkami, které jí dodávají tvrdost. Jedná se o nerozpustné vápenaté a hořečnaté soli, ze kterých je nejvíce zastoupený uhličitán vápenatý. Ocet je 8% vodným roztokem kyseliny octové. Ta je silnější než kyselina uhličitá, od níž jsou odvozeny soli uhličitany. Silnější kyselina dokáže vytěsnit slabší kyselinu z její soli, tedy octová vytěsňuje uhličitou z uhličitanu. Uhličitán vápenatý se mění na octan vápenatý, který je na rozdíl od uhličitanu

rozpustný ve vodě. Do roztoku se uvolňuje kyselina uhličitá, která je nestabilní a dále se rozkládá na vodu a oxid uhličitý, který uniká ve formě bublinek.

## PROČ SE VEJCE NEROZTEČE?

Ocet dokáže rozpustit pouze uhličitany obsažené ve skořápce, ale již ne podskořápečné blány. Ty jsou tvořeny kolagenem a jsou dostatečně odolné vůči působení slabých kyselin. Kolagen dodává těmto blánám dostatečnou pevnost a pružnost, takže vejce drží pohromadě i bez skořápky.

## SLOŽENÍ VEJCE

Středu vajíčka se tvoří žloutek, který se skládá především z vody, tuků a bílkovin. Významnou složkou žloutku je cholesterol, který je nezbytný pro vývoj zárodku. Žloutek je obalený žloutkovou blánou. Kolem žloutku se nachází bílek, který je tvořen pouze vodou a bílkoviny, obsah tuků je v bílku minimální. Bílek je od skořápky oddělený dvěma podskořápečnými blánami. Vnější ochranou vrstvu vejce tvoří skořápka a kutikula. Kutikula je hlenovitý obal na povrchu skořápky, který usnadňuje snášení vejce a po zaschnutí zabraňuje vysychání vejce a zpevňuje skořápku. ●



# Kalendář Přírodovědců

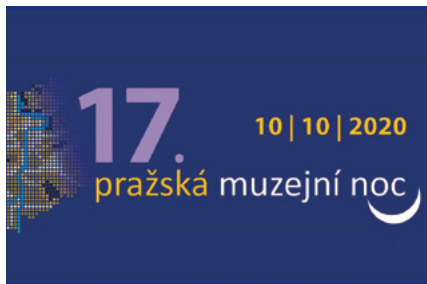
Nabízíme vám vybrané akce pro veřejnost, které se týkají přírodních věd a které většinou pořádá nebo se jich účastní Přírodovědecká fakulta UK. Pokud není uvedeno jinak, jsou akce zmiňované na této stránce zdarma.



## 22. SRPNA 2020 NA CESTÁCH S DRONY

Pro Petra Jana Juračku jsou drony jedním z hlavních tvůrčích nástrojů, a tak je nenechává doma ani při těch nejdivočejších výpravách. Dron jej doprovázel ve vysokých horách (K2 v Pákistánu, Ama Dablam v Nepálu, Kilimandžáro v Tanzanii), v tropickém pralese Ekvádoru, na mořských pobřežích Austrálie, Jižní Afriky, Indonésie, Černobyli či Irsku. Naposled trápil svůj dron na Islandu, kde ho připravil o tři vrtule a joystick s ovladačem a několikrát ho prohnal lijákem, aby vyfotografoval nejkrásnější duhu svého života. A jak to vše dopadlo? To vám velmi rád to poví na přednášce. Více informací na [www.mosquito.cz](http://www.mosquito.cz).

**Čas a místo:** od 19:00 v Intercampu Mosquito, Vysoká Lípa



## 10. ŘÍJNA 2020 17. PRAŽSKÁ MUZEJNÍ NOC

Tradiční a oblíbená akce Pražská muzejní noc se kvůli jarnímu nouzovému stavu přesouvá na podzimní termín. Na Přírodovědecké fakultě UK bude mít otevřeno Chlupáčovo muzeum historie Země, Hrdličkovo muzeum člověka, Knihovna chemie a Mineralogické muzeum. V doprovodném programu jsme si pro vás připravili přednáškové pásmo na téma Člověk a robot nebo stánek s ukázkami první pomoci. Vstup je samozřejmě zdarma.

**Čas a místo:** 19:00–1:00, Albertov 6, Hlavova 8, Viničná 7, Praha 2



## 16. – 17. ŘÍJNA 2020 JUNIOŘSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE 2020

Baví tě poznávat, zkoumat a bádát? Tak si pojď vyzkoušet roli vědce na jubilejní desátý ročník juniorské vědecké konference! Jak se zapojit? Připrav si svůj vlastní vědecký projekt, pozorování, prostě malý výzkum, který na této konferenci odprezentuješ! Navíc se podělíš o své poznatky s dalšími studenty i vědci. Konference je určena dětem a mládeži ve věku 10 až 19 let. Přihlašování se otevře v průběhu srpna na [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz). Těšíme se i na tvůj výzkum!

**Čas a místo:** od pátku 16. 10. od 10:00 do soboty 17. 10. do 16:00, Albertov 6, Praha 2

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







# 100 LET

## PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UK

Děkujeme za Vaši přízeň  
a budeme se těšit na setkávání  
i v následující stovce!



PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova

1920 – 2020